



ANKARA ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI: 784
A.Ü. SİYASAL BİLGİLER FAKÜLTESİ YAYINLARI: 642



TOPLUM VE DOĞA İÇİN BLOKZİNCİRİ SEMPOZYUMU

16-17 Mayıs 2022

ANKARA • 2023

Toplum ve Doğa İçin Blokzinciri Sempozyumu

Ankara Üniversitesi Yayınları: 784
A.. Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları: 642
Ankara, 2023

Sempozyum Düzenleme Kurulu ve Yayın Kurulu:

Prof. Dr. Orhan ÇELİK (*Ankara Üniversitesi*)
Prof. Dr. Korkut ÖZKORKUT (*Ankara Üniversitesi*)
Prof. Dr. Türkmen GÖKSEL (*Ankara Üniversitesi*)
Prof. Dr. Barış ÖVGÜN (*Ankara Üniversitesi*)
Prof. Dr. Altuğ YALçINTAş (*Ankara Üniversitesi*)
Prof. Dr. Anıl AKAğLAYAN (*Ankara Üniversitesi*)
Ar. Gör. İbrahim BEKTAş (*Ankara Üniversitesi*)
Ar. Gör. Yasin Barış ZELCİ (*Ankara Üniversitesi*)
Ar. Gör. Zeynep ÖZKAN (*Ankara Üniversitesi*)

ISBN: 978-605-136-635-7

Yayın Tarihi: 24/03/2023

İÇİNDEKİLER

İklim Değişikliğinin Enerji Sektörüne Etkisinin Blokzincir Teknolojisi Bağlamında Değerlendirilmesi: AFAD Başkanlığınca Yürütülen Proje Örnekleri

Önder Bozkurt..... 1

Sürdürülebilir Rekabetçi Avantaj Kaynakları: Blok Zincir Teknolojisi ve Yenilenebilir Enerji

Hazal Koray Alay - Meri T. Deveciyan 5

Blokzincir Temelli Orman Varlığı Envanteri ve Karbon Sertifikası İhracı Projesi

İlker Met - Ertuğrul Umut Uysal - Burcu Kılınç Kızıltepe – Talha Demirci 18

Sürdürülebilir Atık Yönetiminde Blokzincir Teknolojisi

Levent Memiş - Melikali Güç 36

Yeşil Finans Uygulamaları Çerçevesinde Blok Zincir Teknolojisi ve Tokenizasyon

Zeynep Küçükkıralı - Kerim Eser Afşar..... 61

Tarım ve Gıda Ürünleri Piyasalarında Blok Zinciri Teknolojisi: Uygulama Olanak ve Sınırlılıkları

Erdoğan Güneş 77

Tarımsal Pazarlamada Dijital Dönüşüm: Blok Zinciri

Mevhibe Albayrak - Esra Doğanses - M. Emin Karabacak 94

Tarım Sektöründe ve Tedarik Zincirinde Blok Zinciri Uygulaması

Arif Furkan Mendi - Burak Barış Fırat - Hasan Tolga Ünal..118

Kayıt Zinciri Teknolojisi ve Uygulamalarının Güvenlik Kavramı
Perspektifinden İncelenmesi

Bürke Uğur Başaranel.....123

Kamu Yönetiminde Kimliğin Yeniden İnşasında Blokzincirin Rolü

Nur Şat.....126

Blokzinciri Teknolojisinde Merkezizlikten Merkezileşmeye: Çin Halk
Cumhuriyeti Örneği

Halil Yasin Tamer140

Endüstri 4.0 Döneminde Blokzinciri ve Kişisel Verilerin Korunması

Pınar Çağlayan Aksoy.....157

Akıllı Sözleşmelerin Oluşturulması Aşamasında Tasarım Kalıplarından
(Desenlerinden) Yararlanılması

Tuğçe Tomrukçu188

Deniz Ticaretinde Blokzincir Uygulamalarının Hukuki ve Çevresel Faydaları

Yasin Yıldırım - Rabia Yıldırım203

Küresel Ekonomik Yaptırımlara Karşı, Uluslararası Ticarete Ödeme Alternatifi
Olarak Blockchain Teknolojisi (Rusya-Ukrayna Savaşı Örneği)

*Abdullah Takım - M. İhsan Çubukçu –
M. Serkan Pasinlioğlu.....219*

Blokszincir Teknolojisinin Dış Ticaret İşlemlerinde Kullanımı

Barış Gökalg..... 222

Merkez Bankası Dijital Paraları (CBDC) ve Vergi İndirimlerinin Önemi: Dijital Türk Lirası Üzerine Öneriler

Mehmet Şimşek - Özgür Saraç..... 224

Dijital Kimlik ve Açık Bankacılık Bankaların Müşterini Tanı Yükümlülüğüne Farklı Bir Bakış

Zeynep Özkan..... 227

Bağımsız Denetim Alanında Blokszinciri Çağı

Ezgi İvecan..... 235

Muhasebe Kayıt Sistemi İçin Blokszinciri

Mustafa Doğan..... 244

İklim Değişikliğinin Enerji Sektörüne Etkisinin Blokzincir Teknolojisi Bağlamında Değerlendirilmesi: AFAD Başkanlığınca Yürütülen Proje Örnekleri

Dr. Önder Bozkurt

İçişleri Bakanlığı
AFAD Başkanlığı

Özet

İnternet sonrası toplumun geldiği yeni bir aşama olarak tanımlanabilecek blokzincir teknolojisi, nesnelerin interneti, araçların interneti, yapay zekâ modellemeleri, erken uyarı sistemleri ve simülasyonlar gibi yeni teknik buluşlar, biyolojik, teknolojik ve doğal afetlerle başa çıkmak için geliştirilmiş bilişim uygulamalarıdır. Blokzincir teknolojisi konusunda yapılan araştırmalar, bu teknolojinin hızlı bilgi akışını sağladığını, haber toplama ve dağıtım yöntemlerini değiştirdiğini ortaya koymaktadır. Bu açıdan blokzincir teknolojisi, bilginin tek elden yürütüldüğü ve toplandığı merkeziyetçi bir anlayışın yerini alarak özel amaçlı dağıtım bilgi ağları oluşturmaktadır. Yine blok zincir teknolojisi, üretilen verilerin, elde edilen varlıkların ve ilgili her şeyin sayısallaştırılmış, ağdaki katılımcılar arasında yürütülen ve paylaşılan işlemler olarak tanımlanmaktadır.

İlgili literatür incelendiğinde, blokzincir sisteminin özellikle yereldeki afet yönetim sürecinin daha etkin ve hızlı olması noktasında önemli avantajlar sunduğu ileri sürülmüştür. Araştırma kapsamında, blokzincir teknolojisinin kullanımına yönelik teorik bilgiler verilecek ve konunun daha iyi anlaşılmasına katkı vereceği düşünülen blokzincir ve afetler konusunda yapılmış olan çalışmalardan örnekler verilecektir. Bu çalışmalarda, hem acil müdahaleyi gerektiren afet anlarında hem de afet sonrası yürütülecek iyileştirme sürecini kapsayan sosyal yardım ve bakım aşamalarında blokzincir teknolojisinin olumlu katkılar sağladığı üzerinde durulmaktadır.

Türkiye’de 2020-2022 yılları arasında yaşanan afetler incelendiğinde; iklim değişikliği kaynaklı risklerin gerek maruziyet gerekse duyarlılık açısından

* Sempozyum kapsamında sunulan tebliğin özet metnidir.

ciddi etkilerinin olduğu görülmüştür. 2020 yılındaki Giresun seli, 2021 yılında Rize Güneysu, Artvin Arhavi ve Murgul ilçeleri, Kastamonu Bozkurt, Sinop Ayancık ve Bartın Ulus ilçelerinde yaşanan sel afetleri, yine aynı yıl gerçekleşen Mersin, Adana, Antalya ve Muğla illerindeki orman yangınları, iklim değişikliği kaynaklı afetlerin en güncel örneklerini teşkil etmektedir. İklim değişikliğine uyum ve kapasite geliştirme noktasında önemli strateji belgeleri ve eylem planları hazırlayan Türkiye, bu konuya kalkınma planlarında da yer vermiş ve yakın zamanda çevre ve şehircilik alanında faaliyet gösteren önemli bir Bakanlığın teşkilat yapısında değişikliğe gitmiştir. İklim değişikliği konusunda taraf devletlere önemli yükümlülükler getiren Paris Anlaşmasının 2016 yılında imzalanması ve 2021 yılında 7335 sayılı kanun ile onaylanması, Türkiye'nin iklim değişikliği konusunda ortaya koymuş olduğu kararlılığı gösteren önemli gelişmelerdir.

Çalışmanın amacı, AFAD Başkanlığınca uygulamaya geçirilmiş olan ve biri Avrupa Birliği (AB) Projesi olmak üzere, üç önemli projenin blokzinciri teknolojisi kapsamında değerlendirilmesidir. Söz konusu projelerden ilki, AB destekli “Türkiye’de İklim Değişikliğinden Kaynaklanan Afet Risklerinin Azaltılması ve Uyum Konusunda AFAD’ın Kapasitesinin Artırılması Teknik Destek Projesi” dir. İkinci proje, Dünya Bankası hibe desteği ile 2020 yılında tamamlanmış olan “Kritik Altyapıların Belirlenmesi ve Risk Değerlendirmelerinin Yapılması” projesidir. Üçüncü Proje ise kritik altyapıların afetlere karşı dirençliliği ve korunması açısından “İzmir-Aliğa Bölgesinde Enerji Sektörü Özelinde Kritik Altyapılara İklim Değişikliğinin Etkisi” konulu çalışmadır.

Araştırma kapsamında incelenen ilk proje olan “Türkiye’de İklim Değişikliğinden Kaynaklanan Afet Risklerinin Azaltılması ve Uyum Konusunda AFAD’ın Kapasitesinin Artırılması Teknik Destek Projesi”, iklim değişikliği sonucunda ortaya çıkan afet tehlike ve risklerini azaltmak için mevcut kapasiteyi arttırmayı ve böylelikle sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlamayı hedeflemektedir. Bu proje blokzincir teknolojisi kapsamında ele alındığında, AFAD’ın bilişim alanında yapmış olduğu ve kısa adı AYDES olan Afet Yönetimi Karar Destek Sistemi öne çıkmaktadır. Türkiye’de meydana gelen birçok afet türü ile birlikte iklim değişikliği nedeniyle de yaşanan afetler, AYDES sistemi ile yönetilmekte olup blokzincir teknolojisinin güçlü ve zayıf yönleri ışığında bu sisteme sağlayabileceği fayda analizi çalışma kapsamında incelenmiştir.

İncelenen ikinci proje, Dünya Bankası hibe desteği ile 2020 yılında tamamlanmış olan “Kritik Altyapıların Belirlenmesi ve Risk Değerlendirmelerinin Yapılması” projesidir. Bu projede, atmosferdeki sera gazlarının artan yoğunluğu ve akabinde okyanus sıcaklıklarının yükselmesi

sonucunda, dünyanın iklim yapısında gözlemlenen değişimler kritik altyapılar özelinde incelenmiştir. AFAD tarafından Türkiye’de tanımlanan kritik altyapı sektörlerinin sayısı 10 sektör olarak belirlenmiş olup bu sektörler; enerji, kritik üretim sektörü, kritik kamu hizmetleri sektörü, ulaşım, sağlık, iletişim, bankacılık ve finans, tarım ve gıda, su yönetimi-barajlar, kültür ve turizm sektörleridir. Bahsi geçen proje blokzincir teknolojisi kapsamında ele alındığında, AFAD tarafından geliştirilen ve kısa adı ARAS olan Afet Risk Azaltma Sisteminin, kritik altyapılar arasında yer alan enerji tesislerinin yatırım yapılacağı alanların seçiminde karar vericilere yol gösterebileceği ve bu haliyle sürdürülebilir kalkınmaya önemli katkılar sağlayacağı çalışma kapsamında değerlendirilmiştir.

Üçüncü Proje ise kritik altyapıların afetlere karşı dirençliliği ve korunması açısından “İzmir-Aliğa Bölgesinde Enerji Sektörü Özelinde Kritik Altyapılara İklim Değişikliğinin Etkisi” konulu çalışmadır. Proje çerçevesinde, küresel ölçekte sera gazı salınımlarında önemli bir etken olan enerji sektörü, iklim değişikliğinin özellikle ekonomik yansımalarının en çok hissedildiği alanlardan biri olarak belirlenmiştir. 2012 yılında yayınlanmış olan “Enerji Sektörünün İklim Değişikliğine Karşı Hassaslığı” adını taşıyan çalışmada belirtildiği üzere, iklim değişikliğinin enerji sektörü özelinde oluşturduğu etkiler; enerji kaynakları, enerjinin iletimi ve dağıtımı ile enerji altyapısı alanında ortaya çıkmaktadır. Adı geçen proje blokzincir teknolojisi kapsamında değerlendirildiğinde; AFAD Başkanlığınca büyük ölçekli endüstriyel kuruluşlarda, kimyasal maddelerden kaynaklı ortaya çıkabilecek kazaların ya da teknoloji kaynaklı afetlerin risklerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilen “Etki Alanı Modelleme Yazılımı (AFAD-EKA)” incelenmiştir. AFAD-EKA yazılımı ile kaza etkilerinin ortaya konulabilmesi için tehlikeli maddelerin kimyasal, fiziksel ve zehir içeren özelliklerini belirten bir veri tabanı geliştirilmiştir. Blokzincir teknolojisinin, bünyesinde barındırdığı imkân ve olanaklar ile yaşanabilecek büyük endüstriyel kazaların ortaya çıkarabileceği sonuçları analiz etmede fayda sağlayabileceği ve bu kapsamda kaza senaryoları, acil eylem planı gibi modellemelerin izleme ve kontrolünde etkin bir işlev görebileceği değerlendirilmiştir.

Küreselleşme politikalarının özünde var olan mal ve hizmetlerin serbest dolaşımı ilkesi, dünya ölçeğinde üretim ve tüketim kalıplarını değiştirmiştir. Teknolojinin artan imkânları ile üretim artışında yaşanan gelişmeler iletişim kanalları ile yayılarak toplum hayatının her düzeyinde hızlı bir tüketim ve konfor talebini gündeme taşımıştır. Geline aşamada, hız ve haz çağı olarak tanımlanan küresel modern toplumun önemli bir gerçekliği ihmal ettiği anlaşılmıştır. Bu gerçeklik doğa ve insan arasında var olan dengenin bozulmasıdır. Göz ardı edilen çevre ve ekosistem, bu sürece tepkisini farklı türlerde oluşan afetlerle ortaya koyarak dünya toplumlarına unutulmuş olmanın bedelini hatırlatmaktadır. Bu

bağlamda iklim değişikliği sonucunda meydana gelen afetleri bu genel gidişatın bir yansıması olarak değerlendirmek mümkündür. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin yapmış olduğu son değerlendirme raporlarında, iklim değişikliği bağlamında insanlık için kırmızı alarm seviyesine gelindiği ve özellikle meteorolojik ve klimatolojik kaynaklı afetlerin son yıllarda büyük bir artış gösterdiği tespitinde bulunulmuştur.

Çalışmada iklim değişikliğinin kritik altyapılar üzerindeki etkileri bağlamında blokzincir teknolojisinin enerji sektörü özelinde uygulanabilirliği noktasında AFAD Başkanlığınca hayata geçirilmiş olan projeler değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Blokzincir teknolojisinin enerji sektörü özelinde, iklim değişikliğinden kaynaklı afet risklerini önlemek amacıyla bu yapılar üzerinde oluşturduğu tehlike ve riskler açısından değerlendirmesinin yapılmış olduğu bu araştırma çalışmasının literatüre olan katkısı son derece önemlidir.

Anahtar Sözcükler: Blokzincir, İklim Değişikliği, Kritik Altyapı, Enerji, AFAD.

Sürdürülebilir Rekabetçi Avantaj Kaynakları: Blok Zincir Teknolojisi ve Yenilenebilir Enerji

Dr. Öğr. Üyesi Hazal Koray Alay

İstanbul Esenyurt Üniversitesi
İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi
Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Meri T. Deveciyan

İstanbul Kültür Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
İşletme Bölümü

Giriş

Küreselleşen ve hızla gelişen günümüz dünyasında teknolojik değişimlere ayak uydurmak ve rekabetin daha da yoğunlaştığı küresel pazarlarda varlığını devam ettirmek önemli bir güç göstergesidir. İşletmelerin küresel anlamda sürdürülebilir rekabet avantajı sağlamak için verdikleri bu mücadele de topluma ve doğaya karşı bir takım sorumlulukları da yerine getirmeleri gerekmektedir. Gelecekte varlığını sürdürmek ve sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmek için, işletmelerin küresel ısınma, enerji, iklim, doğal afetler, çevre kirliliği, su kaynakları gibi birçok çevre sorununa karşı duyarlılık göstererek, sürdürülebilir toplum ve doğayı destekleyen faaliyetler gerçekleştirmeleri gerekmektedir. *Bu çerçevede çalışmanın amacı; sürdürülebilir rekabet avantajı kaynağı olan blok zincir teknolojisi ile yenilenebilir enerji konusuna dair bütüncül bir çerçeve sunarak, işletmeler ve toplum için elde edilecek verimlilik üzerine değerlendirmelerde bulunmaktır. Bu hususta; ülkelerin, devletlerin ve şirketlerin küresel anlamda rekabet avantajı elde etmek, insanlık ve doğa için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeleri gerektiğine dair bir farkındalığı artırmak için akademik dünyada üretilen güncel çalışmaların bulgularına değinilmiştir.*

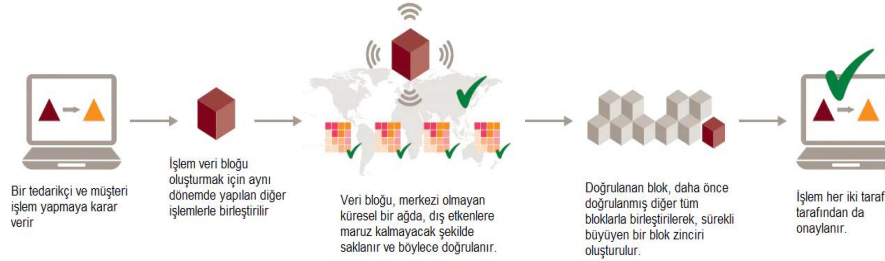
1. Blok Zincir Teknolojisi ve Yenilenebilir Enerji

Bilgi günümüzün en kıymetli hazinesidir. Bilgi birçok süreçten geçerek bilgisayarlar aracılığıyla enformasyona dönüşmektedir. Hızla gelişen ve değişen teknolojinin veri depolama ve işlem hızının insan beyninin hızına ulaştığına dair alan yazında teoriler mevcuttur. Günlük olarak üretilen verilerin fazlalığı, toplanma ve depolanma hızının bu denli hızlı olması beraberinde bu süreçlerin daha doğru ve kolay yönetilmesi için yeni stratejiler ve teknolojiler

üretmeyi zorunlu kılmıştır. Bu amaçla ortaya çıkan veritabanı yönetim yaklaşımları her geçen gün gelişmekte ve değişmektedir. Blok zincir teknolojileri tam olarak bu gelişim ve değişim ihtiyacının ürünüdür. Veritabanı yönetim sistemleri içerisinde güvenli ve tutarlı bir sistem sunma prensibiyle hareket eden blok zincir teknolojisi birçok farklı sektörde uygulama alanına sahiptir (Gul Şenkardeş, 2021; Tijan vd., 2019; Ahram vd., 2019; Yli-Huumo vd., 2016).

Bir blok zinciri, birçok bilgisayardaki işlemleri kaydetmek için kullanılan merkezi olmayan, dağıtılmış ve halka açık bir dijital defterdir. Benzer şekilde, blok zincir teknolojisi, ağa bağlı katılımcılar arasında yürütülen ve paylaşılan kayıtların, işlemlerin ve dijital olayların dağıtılmış bir veritabanı olarak da tanımlanabilir (Hooper ve Holtbrügge, 2020). Diğer bir ifadeyle “*bilgileri güvenli şekilde depolayan online bir kayıt sistemi olan blokzincir, herkesin erişim sağlayabildiği bir bilgi repertuarı olarak hizmet vermektedir.*” (Küçükaya, 2019). Şekil 1 blok zincir teknolojisi kayıt sistemini aşamaları ile göstermektedir.

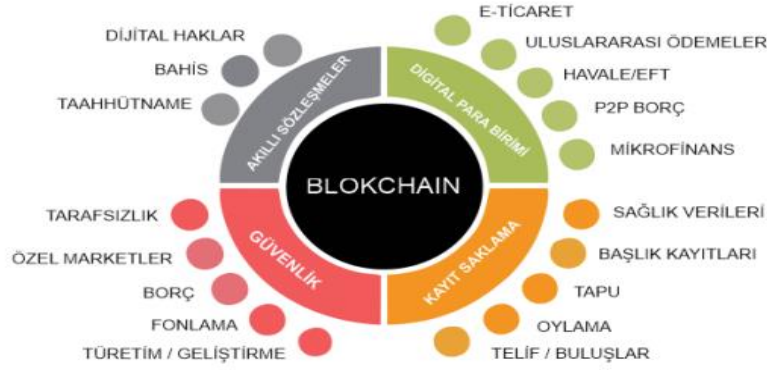
Şekil 1: Blok Zincir Teknolojisi Kayıt Sistemi



Kaynak: Torky, M., & Hassanein, A. E. (2020). Integrating blockchain and the internet of things in precision agriculture: Analysis, opportunities, and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 178, 105476.

Bitcoin sanal para birimi ile birlikte tanınan blok zincir teknolojisi sağlık, sigorta, kimlik yönetimi, akıllı enerji şebekeleri, lojistik ve tedarik zinciri yönetimi, yenilenebilir enerji gibi çeşitli alanlarda öne çıkmaktadır (Morkunas vd., 2019; Alles ve Gray, 2020). Şekil 2 blok zincir kullanım alanlarını göstermektedir.

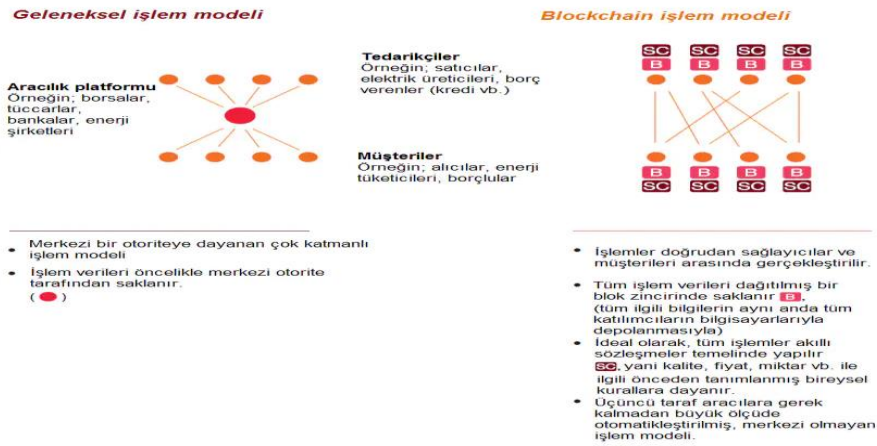
Şekil 2: Blok Zinciri Kullanılan Alanlar



Kaynak: Ünal, ve Ulusoy, Ç. (2020). Blok zinciri teknolojisi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 13(2), 167-175.

Blockchain bağımsız bir teknoloji değildir. Bunun yerine, belirli sorunları veya kullanım durumlarını ele alan çoklu teknolojilerin, araçların ve yöntemlerin bir yapılandırmasıdır. Bu yapı diğer dijital çözümlerden farklı olarak, dağıtılmış ve birbirine bağlı bir düğüm ağı üzerinden zincir verilerini güvenli bir şekilde yönetmeye izin veren geleneksel merkezi yaklaşımlardan ayrılmaktadır (Meng vd., 2020; Schlecht vd., 2021).

Şekil 3: Blok Zincir Teknolojisi İşlem Modeli



Kaynak: <https://blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr/>

Blokzincir teknolojisi işlem modeli geleneksel işlem modelinden farklı olarak, verilerin bütünlüğüne zarar vermeden zincir şeklinde tasarlanmış imzalama sistemi, dağıtık biçimde bulunan verilerin sadece mutabakat ile kayıt altına alınması şeklinde akıllı sözleşmeler temelinde yapılır. Blokzincir teknolojisi mutabakat yapısını dijital bir sistem üzerinde gerçekleştirdiği için bu durum yazılımsal açıdan kontrol edilerek garanti altına alınmalıdır. Ayrıca bu sistem kullanıcıların kendi verilerine erişimi sağlayacak şifrelerin tayinini kendilerinin yapacağı ve bu veriyi sadece kendisinin kullanabileceği bireysel kurallara dayanır (Usta ve Doğantekin, 2017).

Blokzincir teknolojisi geleneksel işlem modellerine alternatif bir ödeme aracı olarak dikkatleri üzerine çekerek online para birimlerinin önde gelen platformu olsa da blokzincir teknolojisinin uygulama alanı dijital para için kullanılan bir platformdan çok daha fazlasıdır. Dijital para üretiminde yoğun bir şekilde enerji tüketilmesi, karbon emisyonunda artış neden olmuştur. Ancak blokzincir teknolojisi çevreye duyarlı yenilikçi bir teknoloji olarak uygulama alanları yaratabilmektedir (Küçükkaya, 2019). Bu nokta da kurumsal şirketlerin yanı sıra startup firmaları da, blokzincir teknolojisinin yeşil enerjiye geçişi hızlandırma potansiyeline sahip olduğuna inanmakta ve bu konuda çalışmalar yapmaktadırlar. Birçok startup şirketi blokzinciri gerçek zamanlı bilgi paylaşımı ve *enerji şebekelerini daha ulaşılabilir ve sürdürülebilir* hâle getirmek için kullanmaya başlamıştır (Deloitte, 2021). Blokzincir bağlantılı enerji şebekeleri kurmanın arkasındaki fikir oldukça basit bir şekilde ifade ediliyor. Blokzincir teknolojisi, tüketicilere, enerjinin nereden tedarik edildiğini kontrol etme imkânı vererek rekabetin artması ve sürdürülebilir enerjinin teşvik edilmesini etkilemektedir. Bu noktada blokzincir akıllı şebekeleri, enerji sistemlerinin dağıtık yapısı ile tüketiciler arasındaki eşitsizliği azaltmaya yardımcı olabilir; hem gelişmiş elektrik şebekesi olan hem de enerji erişimi olmayan bölgelere daha ucuz ve daha temiz enerji sağlayabilir. Aynı zamanda blokzincir teknolojisi, küresel bir sorun olan karbon salınımının kısa süreli olmasa da azaltılmasına yönelik çözüm önerilerinden biri olarak blokzincir teknolojisi ile sürdürülebilir kalkınmanın teşvikine destek olabilir (Zeren ve Demirel, 2020). Aşağıda yer alan tablo 1 blokzincir teknolojisinin potansiyel yararlarının birçok farklı boyutta ele alındığı bir çalışmanın sonuçlarını içermektedir (Ølnesa vd., 2017).

Tablo 1: Blok Zinciri Teknolojisi'nin Potansiyel Yararları

Stratejik	<ul style="list-style-type: none">• Şeffaflık: Ağdaki tüm kullanıcılar zincir içerisinde gerçekleşen tüm işlemleri eş zamanlı olarak görebilmektedirler. Verilere erişim herkese açıktır.• Dolandırıcılıktan ve Manipülasyondan Kaçınma: Saldırıların veya yetkisiz olarak yapılan değişikliklerin fark edilmeden yapılması zordur. Bilgiler birden fazla deftere kaydedildiği için dağıtılmıştır.• Yolsuzluğun Azaltılması: Dağıtılmış defterler yoluyla yapılan depolama, sistemdeki verilerin bozulmasını ve değiştirilmesini önler.
Organizasyonel	<ul style="list-style-type: none">• Güvenin Artması: Kayıtların değiştirilememesi ve verilerin birden çok düğümle doğrulanması sonucunda süreçteki kontrol artar ve bu durum sisteme olan güveni artırır.• Şeffaflık ve Denetlenebilirlik: İşlemlerin geçmişinin takip edilebilmesi için birden çok kayıt defterine ulaşılması ile denetim ve tutarlılık sağlanmaktadır.• Tahmin Yeteneğini Artırmak: Tüm tarih bilgileri geriye doğru izlenebildiğinden bu durum tahmin yeteneğini artırabilir.• Kontrolün Artırılması: Sistemde yer alan tüm bilgiler oy birliği ile kendi içinde kontrollü olarak kaydedildiğinden ötürü veri doğruluğu ve kalitesi yüksektir.
Ekonomik	<ul style="list-style-type: none">• Maliyetin Düşürülmesi: Herhangi bir merkez veya kuruma gerek duyulmadığından bir işlemin gerçekleştirilmesi veya doğrulanması için oluşan maliyetler azaltılabilmektedir.• Spam İtetilere Karşı Daha Fazla Esneklik ve DDOS Saldırıları: Sistem kendi içinde yüksek düzeyde güvenlik sağladığı için siber saldırılar için mevcut sistem içerisinde alınan önlemlerin maliyeti düşürülebilir.
Bilgisel	<ul style="list-style-type: none">• Üstün Veri Kalitesi ve Verilerin Bütünlüğü: Sistem içinde saklanan bilgiler, fikir birliği ile alındığı için yüksek veri kalitesine sahiptir.• İnsan Hatalarını Azaltmak: Gerçekleştirilen işlemler ve bunların kontrolleri otomatik olarak gerçekleştiğinden dolayı insan kaynaklı hatalar azalmaktadır.• Bilgiye Ulaşmak: Bilgiler kolay ve hızlıca erişilebilecek birden fazla yerde saklanır. Böylece ağdaki mevcut kişiler bu bilgilere kolaylıkla erişebilir.• Gizlilik: Kullanıcılar şifreleme anahtarları aracılığıyla anonim olabilmektedirler. Böylece ağdaki diğer kişilerin kendilerine ait kimlik bilgilerinin görüntülenmesini önleyebilirler.• Güvenilirlik: Sistemin özelliği sayesinde veriler birden fazla yerde saklanır. Yalnızca ağda bulununlar fikir birliği yapıp, kabul ettiğinde bilgiler değiştirilebilir.
Teknolojik	<ul style="list-style-type: none">• Esneklik: Sistem kötü niyetli davranışlara karşı dayanıklıdır.• Güvenlik: Veriler merkezi olmayan, dağıtık birden çok veri tabanında depolandığı için, verileri ele geçirmek, kötü niyetli işlemlerin fark edilmeden yapılması mümkün değildir.• Kalıtsızlık ve Değişmezlik: Veriler birden fazla dağıtık defterlerde saklanır ve veri bir blok zincirine yazıldıktan sonra değiştirmek veya silmek zordur.• Azalan Enerji Tüketimi: Ağda kullanılan enerji tüketimi, artan verimlilik ve işlem mekanizmaları ile azaltılabilir.

Kaynak: Ølnesa, Ubachtb ve Janssenb (2017)'den akt. Topçu ve Sarıgül, 2020.

Dünya genelinde sürdürülebilir kalkınma için fosil enerji kaynaklarının tükenmek üzere olduğu gerçeğinden hareketle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik farkındalığın artırılması önem arz etmektedir. Bu noktada yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı kadar nasıl üretileceği, hangi teknolojilerden faydalanılacağı ve nasıl dağıtılacağını bilmekte önemlidir. Tam da bu nokta da blokzincir teknolojisinin yenilenebilir enerji kaynakları için uygulama alanı bulması konusu gündem olmaktadır. Yenilenebilir enerji ile Blok zincir teknoloji arasında anlamlı bir ilişki kurabilmek için yenilenebilir enerji nedir ve neden önemlidir sorularının cevap bulması gerekmektedir. Bu bağlamda Enerji Piyasaları Düzenleme Kurumunun yenilenebilir (yeşil) enerjiyi tanımına göre, Yenilenebilir enerji:

- *Yeryüzünde ve doğada çoğunlukla herhangi bir üretim prosesine ihtiyaç duymadan temin edilebilen,*
- *Fosil kaynaklı (kömür, petrol ve karbon türevi) olmayan,*
- *Elektrik enerjisi üretilirken CO2 emisyonu az bir seviyede gerçekleşen*
- *Çevreye zararı ve etkisi konvansiyonel enerji kaynaklarına göre çok daha düşük olan, sürekli bir devinimle yenilenen ve kullanılmaya hazır olarak doğada var olan, hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git, hidrojen gibi enerji kaynaklarını ifade eder.*
- *Fosil yakıtlar, yenilenebilir değildirler, yani doğadaki mevcut stoku bitiyorsa o yakıt türü artık biter. Fakat yeşil enerjiler özellikle rüzgâr ve güneş enerjisi gibi kendini sürekli olarak yenileyebilen enerjiler, gelecek nesillerin de kullanacağı tükenmeyen enerjilerdir. (web.ogm.gov.tr den akt. Şeker, 2016).*

Yenilenebilir enerji kaynakları çevreye duyarlı yeşil enerji kaynakları oldukları için önem arz etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir özelliğe sahip ve doğal ekosisteme zarar vermiyor olması tüm dünyada var olan enerji açığı probleminin çözümü için de önemli rol üstlenmektedir (Kuşat, 2018). Bu bağlamda değerlendirildiğinde birçok farklı alanda uygulama alanı bulan blok zincir teknolojisi küresel bir sorun olan enerji açığını karşılamak için önem arz etmektedir. Farklı yöntemlerle çalışan blok zincir protokolleri daha az enerji harcadığı için madencilik firmalarının yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmelerine neden olmuştur (Şafak vd., 2020). Ayrıca bu teknoloji sahip olduğu iki katmanlı blok zincir yapısı ile, petrol tedarik zincirini ve yenilenebilir enerji kaynaklarının dağıtımının yapılmasını hedeflemektedir (Kopyto vd. 2020; Bag vd., 2021). Yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında gezegenimize zarar vermemektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, iklim değişikliği gibi küresel boyutlara ulaşan problemlerin önüne geçmek için ilginin ve ihtiyacın arttığı enerji kaynaklarıdır. Üretim maliyeti açısından da değerlendirildiğinde daha avantajlı olması sebebiyle devletler ve enerji şirketleri tarafından önem kazanmaya başlamıştır.

Tüm teknolojik ürünlerde olduğu gibi maliyet avantaj kaynağı olarak görülen yenilenebilir enerji kaynaklarını insanlığa sağlayacağı fayda bağlamında değerlendirmekte fayda vardır. Blok zincir teknolojisi ile enerji tüketimini azaltarak ve doğayı koruma gayesiyle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artıracak çalışmalar küresel ölçekte devam etmektedir (Batwa ve Norrman, 2020; De Sousa vd., 2020). Blok zincir teknolojisinin geliştirilmesi, fosil yakıt santrallerinin neden olduğu kirlilik miktarını azaltabilen yenilenebilir enerji kaynaklarını arttırmaktadır. Ancak blok zincir madencilik prosedürü enerji tüketimini arttırmaktadır, bu nedenle bu elektrik talebini karşılamak için

fosil yakıt bazlı güç uygulanırsa, karbon emisyon miktarı artar (Hakimi ve Hasankhadi, 2021). Bu nedenle, çevre üzerinde blockzincir teknolojisini kullanmanın hem avantajlarını hem de dezavantajlarını göz önünde bulundurmak önemlidir. Karbon ticaretinin blok zincir teknolojisi ile birleştirilerek ele alındığı başka bir çalışma da, blok zinciri teknolojisinin kullanılmasının uygunluğu ve bu alandaki zorlukları vurgulanmaktadır. Ayrıca, hem hızlı hem de güvenli enerji ticareti ve veri işlemleri için blockchain teknolojisi uygulanırken, karbon emisyonunun azaltılmasında da faydalıdır. Bu nedenle, çevre sorunlarının ele alınmasında blok zinciri ve karbon ticaretinin bir kombinasyonunun yardımcı olabileceğini iddia edilmektedir (Zhang, 2019). Yenilenebilir enerji kaynakları arasında blok zinciri teknolojisi alt yapısına en uygun olanları belirlemek üzere yapılan bir araştırma da rüzgar ve güneş enerjisinin, enerji arzının devamlılığı ve yasal prosedürlerin temel kriter alınması ile en uygun yenilenebilir enerji alternatif kaynakları olduğu vurgulanmıştır (Yiğit ve Canöz, 2020; Liu vd., 2021).

Hasankhani vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada blok zincir teknolojisi uygulamalarının enerji sektörü için sunduğu fırsatlar, zorluklar ve çözümler Tablo 2'de özetlenmektedir.

Tablo 2: Akıllı Şebekelerde Blok Zincir Teknolojisi Uygulaması İçin Fırsatlar, Zorluklar ve Çözümler

ALAN	FIRSATLAR	ZORLUKLAR	ÇÖZÜMLER
Enerji Ticareti	<ul style="list-style-type: none"> -Ethereum sözleşmelerine göre enerji ticareti için yeni yapının geliştirilmesi -Yeni bir eşler arası (P2P) enerji ticaret konseptinin gerçekleştirilmesi -Akıllı şebekelerdeki tüm düğümler arasındaki enerji ticaretini kolaylaştırması -Enerji ticaretinde güvenilirliğin artırılması -Enerji ticaretinde şeffaflığı ve tüm işlemleri takip etme becerisini geliştirmesi -Her bir enerji ticareti ile ilgili tüm finansal işlemlerin netleştirilmesi -Belirteç tabanlı bir yapı kullanarak finansal işlemleri kolaylaştırmak 	<ul style="list-style-type: none"> -Blok başına ortalama işlemin artan boyutu, veri depolama, güvenlik ve beceri eksiklikleri gibi teknik darboğazlar -Çok çeşitli güç kalitesi ve çok modlu gereksinimlerle enerji ticaretine duyulan ihtiyaç nedeniyle artan karmaşıklık -Bazı ülkelerde yerel enerji piyasalarının engellenmesi -Büyük ölçekli merkezi olmayan enerji ticareti yapmak için artan güvenlik endişeleri -İşlem kaydını denetlemek ve doğrulamak için bir aracıyla karşılaşmak -Arz ve talep arasındaki uyumsuzluk 	<ul style="list-style-type: none"> -Gerekli altyapının geliştirilmesi ve dinamik hiyerarşik süreç mimarisinin tasarlanması -Finansal yatırımların ve akademik işbirliğinin artırılması -Bilgi işlem kaynaklarının israfını önlemek için işlem birimlerinin iyileştirilmesi -Fiziksel altyapı ile çeşitli kullanım durumları için heterojen verileri/gereksinimleri yönetmek -Mevcut politikayı değiştirmek ve performans değerlendirmesi ile uygun bir konsensüs protokolü sağlamak -Birleşik ve güvenilir bir enerji ticareti/doğrulama platformu tasarlamak -Tüm düğümler için güvenilir bir platform sağlamak

Çevrecilik	<ul style="list-style-type: none"> -Yeni bir karbon ticareti konseptini kullanarak karbon salınımını azaltması -Belirteç tabanlı teşvikler tanımlayarak kişileri geri dönüşüme teşvik etmesi -Fosil yakıtta dayalı santrallerin azalmasıyla sonuçlanan yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi. -Çevresel kuruluşlara yapılan tüm mali yardımları ve faaliyetleri takip etmesi -Dijital para birimine göre yeni bir karbon vergisi kavramının tanımlanması -Kirlenici birimleri tanımlamanın yanı sıra akıllı şebekelerdeki tüm birimlerin neden olduğu kirliliğin izlenmesi 	<ul style="list-style-type: none"> -Enerji tüketimindeki ve işleme ünitelerinin sayısındaki artış nedeniyle artan kirlilik -Temiz enerji kullanılması durumunda hesaplama maliyetinin artması 	<ul style="list-style-type: none"> -Teşvik düzenlemelerini tanımlayarak tüketicileri yenilenebilir enerjiye yönelmeye teşvik etmek -İşlem birimi verimliliğini artırmak ve bir fiyatlandırma yönetimi çözümü geliştirmek
------------	--	---	--

Kaynak: Hasankhani, A., Hakimi, S. M., Bisheh-Niasar, M., Shafie-khah, M., & Asadolahi, H. (2021). Blockchain technology in the future smart grids: A comprehensive review and frameworks. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 129, 106811.

Tablo 2’de sunulan Hasankhani vd., tarafından yapılan araştırmanın sonuçları, blokzincir teknolojisi uygulamalarının yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve çevrecilik konusunda sunduğu fırsatların, blokzincir teknolojisinin enerji sektöründe sürdürülebilir avantaj kaynağı olarak görülmesi gerektiğini kanıtlamaktadır.

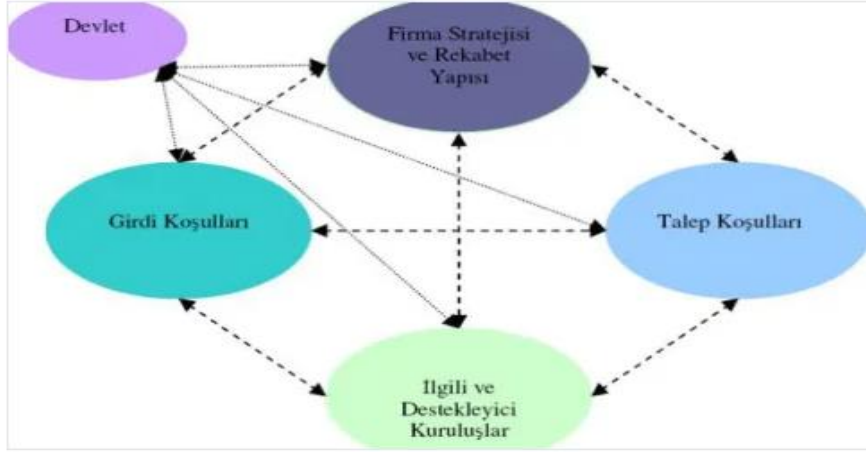
Ahl ve diğerleri (2019) tarafından yapılan çalışma da ise, yenilenebilir enerjinin gelişimini kolaylaştırmak için blokzincir uygulamasının avantajları ve dezavantajları araştırılmış ve yenilenebilir enerjilerle donatılmış akıllı evler arasında enerji ticareti için dağıtık bir ağ sisteminin en iyi çözüm olacağı vurgulanmıştır. Yenilenebilir enerji sistemlerinin yüksek penetrasyonu, üreten tüketicilerden-tüketicilere enerji alışverişinde şeffaf bir ortamın sağlanması koşuluyla gerçekleştirilebilir. Bu noktada blokzincir teknolojisine dayalı akıllı şebekelerdeki enerji akıllı evlerdeki tüketicilere doğrudan aktarılabilir (Hassan vd., 2019; Zhang, 2019; Cui vd., 2019).

2. Rekabetçi Avantaj İçin Enerji Sektöründe Blokzincir Teknolojisinin Kullanımı

Blokzincir teknolojisinin rekabet avantaj kaynağı olarak uygulama alanı bulunduğu birçok farklı alan mevcuttur. Ancak rekabetçi avantaj kavramının anlamlılık kazanması için, kavramın çıkış noktasını açıklamak gerekmektedir. Rekabetçi avantaj kavramı Michael Porter'in Elmas Modeli adını verdiği 1990 yılında yayınlanan kitabına konu olan ve klasik ekonomi teorilerini eleştirmesiyle dünyanın gündemine oturmuştur. Porter'in Elmas Modelinde rekabet avantajı elde etmek için, klasik üretim faktörleri olan emek, arazi, sermaye, altyapı ve doğal kaynaklara sahip olmanın yanında yenilikçilik uygulamaları ile farklılık yaratmak gerektiği ifade edilmiştir. Teknolojik gelişmelerinin etkisi ile küresel pazarın yaratmış olduğu küresel rekabet için nitelikli insan kaynağı ve bilimin gücü araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin öneminin de artmasına neden olmuştur.

Bu noktada Elmas Modeli, ulusların faaliyet gösterdikleri belirli bir sektördeki rekabet gücünü analiz etmek ve sürdürülebilir rekabet avantaj kaynaklarını belirlemek için muazzam bir çerçeve sunmaktadır.

Şekil 4: Porter'in Elmas Modeli (Kaynak: Porter, 1990)



Porter'in Elmas Modeline göre bir ülkenin ulusal rekabet gücü; *girdi koşulları*, *talep koşulları*, *ilgili ve destekleyici sektörler*, *firma stratejisi ve rekabet*, devlet düzenlemeleri gibi unsurların birbirleri ile ilişkili ve birbirleriyle karşılıklı bir etkileşim içerisinde olmasının sonucunda artmaktadır (Özdemir,

2019). Porter (1998), küresel arenada öncü olunan endüstrilerde faaliyet gösteren firmaların ortak yönünün “yenilikçilik ve kalite” olduğunu belirtmektedir. Bu özelliklerin rekabetçi avantaj elde etmede stratejik öneme sahip olduğunu belirten Porter, bu yeteneğin sürdürülebilirliğinin sürekli iyileştirme ve geliştirme faaliyetleri ile mümkün olduğunu savunmaktadır.

Liargovas ve Apostolopoulos (2014) tarafından hazırlanan araştırmada, Porter’in Elmas modelinin birçok araştırmacı ve akademisyen tarafından kullanıldığı ancak yenilenebilir enerji alanında dünyada parmakla gösterilecek kadar az çalışma olduğu belirtilmiştir (Arabacı, 2019). Almanya’nın yenilenebilir enerji sektöründeki durumunun Çin ve Hindistan gibi doğu ülkeleri ile karşılaştırıldığı bir çalışmada ülkelerin rekabetini analiz etmek için Porter’ın Elmas Modelini kullanılmıştır (Dogl vd., 2012). Zhao vd., (2020) Çin’in yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar enerjisi performansını değerlendirmek için Porter’in Elmas Modelini uygulamışlardır. Türkiye’nin rüzgar enerjisi performansını değerlendirmek için Porter’in Elmas Modelinin sadece faktör koşulları ele alınmıştır ve çıkarımlarda bulunulmuştur (Demir vd., 2010). Brooksbank ve Pichernell (1999) ise enerji sektöründe yapılacak bölgesel rekabet edilebilirlik analizlerinde Porter’ın Elmas Modelini kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Alan yazın incelendiğinde enerji konusuna dair yapılan akademik çalışmalarda Elmas Modeli yer almasına rağmen, yenilenebilir enerji konusunda çok fazla çalışma yapılmadığı görülmektedir. Sürdürülebilirlik bağlamında yapılan rüzgar enerjisine yönelik çalışmalarda Almanya, Çin ve Hindistan ülkelerinin durumuna yönelik karşılaştırmalar yapılmıştır. Türkiye’de yapılan çalışmalarda ise rüzgar enerjisi için Porter’in elmas modelinde yer alan faktör koşulları değerlendirilmiştir (Arabacı, 2019).

3. Sonuç ve Değerlendirmeler

Küresel ölçekte ülkelerin iklim değişikliği ve küresel ısınma konusunda ki riskler ve alınması gereken aksiyonlara yönelik farkındalığı arttıkça, gelişen teknolojilerden yararlanarak sürdürülebilir stratejiler geliştirmeleri gerekmektedir. Ayrıca şirketlerin de toplum ve doğa için sürdürülebilirlik konusunda daha somut adımlar atması elzemdir. Yenilenebilir enerji, temiz çevre, yeşil ulaşım, verimli binalar, su verimliliği, temiz teknoloji gibi trendlerin 2022 yılı ve sonrasında dünyanın gündemi olacağı gerçeğinden hareketle, gelecekte varlığını devam ettirmek isteyen şirketlerin sürdürülebilir avantaj kaynağı olarak bu konuları gündeminin merkezine alması gerekmektedir. Bu süreçlerin daha verimli ve etkili bir şekilde sürdürülmesi için kullanılması önerilen ve endüstri 4.0’in itici gücü kabul edilen blok zincir teknolojisi ise

birçok potansiyel faydaya sahiptir. Bu noktada mikro ve makro ölçüde yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilirliğine karşı farkındalığın artırılmasına yönelik yapılacak çalışmalara ağırlık verilmesi, finansal yatırımların ve akademik işbirliğinin artırılması gerekmektedir.

Kaynakça

- Ahl, A., Yarime, M., Tanaka, K., & Sagawa, D. (2019). Review of blockchain-based distributed energy: Implications for institutional development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 107, 200-211.
- Ahram, T., Sargolzaei, A., Sargolzaei, S., Daniels, J., & Amaba, B. (2017). Blockchain technology innovations. In *2017 IEEE technology & engineering management conference (TEMSCON)* (pp. 137-141). IEEE.
- Alles, M., Gray, G.L. (2020). "The First Mile Problem": Deriving An Endogenous Demand For Auditing In Blockchain-Based Business Processes. *Int. J. Account. Inf. Syst.*, 38, 100465.
- Altay Topcu, B. & Sümerli Sarıgül, S. (2020). Dünyada ve Türkiye’de Blok Zinciri Teknolojisi: Finans Sektörü, Dış Ticaret ve Vergisel Düzenlemeler Üzerine Genel Bir Değerlendirme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (18), 27-39.
- Arabacı, H. B., (2019). Rüzgar Enerji Santrallerinin Michael E. Porter’ın Elmas Modeline Göre Rekabet Analizi Ve Türkiye Örneği. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Uluslararası İşletmecilik Anabilim Dalı Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Bag, S., Viktorovich, D.A., Sahu, A.K., Sahu, A.K. (2021). "Barriers To Adoption Of Blockchain Technology In Gern Supply Chain Management". *J. Glob. Oper. Strateg. Sourc.* 2021, 14, 104-133.
- Batwa, A., & Norrman, A. (2020). A Framework For Exploring Blockchain Technology In Supply Chain Management. *Operations And Supply Chain Management: An International Journal* 13(3), 294-306. <https://doi.org/10.31387/Oscm0420271>.
- Cui, Y.-W. Wang, C. Li and J.-W. Xiao, (2019). "Prosumer Community: A Risk Aversion Energy Sharing Model," *IEEE transactions on sustainable energy*, p. To be published.
- Zhang, D. (2019). Application of blockchain technology in incentivizing efficient use of rural wastes: a case study on yitong system. *Energy Procedia*, 158, 6707-6714.
- De Sousa, V.A., Burnay, C., Snoeck, M., (2020). B-Merode: A Model-Driven Engineering And Artifact-Centric Approach To Generate Blockchainbased Information Systems, In: *International Conference On Advanced Information Systems Engineering*, Springer. Pp. 117-133.
- Ercan, E., Gül Binboğa, S. Alaca. (2018). "Sürdürülebilir Rekabet Üstünlüğü Sağlamada Yeşil Temel Yeteneğin Rolü." *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 16.2: 1-20.
- Gul Senkardes, C., (2021). Blockchain Technology And Nft’s: A Review In Music Industry. *Journal Of Management, Marketing And Logistics (Jmml)*, 8(3), 154-163.
- Gümüş, I., Örgöv, C. (2018). Konaklama Sektöründe Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı Ve Sürdürülebilirlik Açısından Turizme Olan Ekonomik Etkileri. *Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 73-84.

- Hasankhani, A., Hakimi, S. M., Bisheh-Niasar, M., Shafie-khah, M., & Asadolahi, H. (2021). Blockchain technology in the future smart grids: A comprehensive review and frameworks. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 129, 106811.
- Hassan, M. H. Rehmani, J. Chen, (2019). "DEAL: Differentially Private Auction for Blockchain based for institutional development," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 107, pp. 200-211.
- Hooper, A.; Holtbrügge, D.(2020). Blockchain Technology In International Business: Changing The Agenda For Global Governance. *Rev. Int. Bus. Strategy*, 30, 183–200.
- İnternet: <https://www.dunyaenerji.org.tr/> (erişim tarihi: 20.05.2022).
- İnternet: : <https://blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr/> (erişim tarihi: 25.08.2022).
- Kopyto, M., Lechler, S., Von Der Gracht, H. A., & Hartmann, E. (2020). Potentials Of Blockchain Technology In Supply Chain Management. *Technological Forecasting & Social Change*, 161. In Press.
- Kuşat, N. (2018). Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlükler İndeksi Çerçevesinde Ab Aday Ülkeleri Enerji Sektörü Rekabet Gücü Analizi (2006-2016).*Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 3, Sayı:1, 362-376.
- Küçükkaya, E. (2019). Blokzincir Enerji sektörü için destekleyici olabilir. <https://www.enerjiportali.com/> Erişim Tarihi: 25.08.2022.
- Liu, J., Lv, J., Dinçer, H., Yüksel, S., & Karakuş, H. (2021). Selection Of Renewable Energy Alternatives For Green Blockchain Investments: A Hybrid It2-Based Fuzzy Modelling // *Archives Of Computational Methods In Engineering*. 1-15.
- Meng W., W. Li, L.T. Yang, P. Li, (2020).“Enhancing Challenge-Based Collaborative Intrusion Detection Networks Against Insider Attacks Using Blockchain,” *Int. J. Inf. Sec.* 19(3), Pp. 279-290.
- İnternet: Microgrids Energy Trading," *IEEE Transactions on Services Computing*, p. Early Access, 2019.
- Morkunas V. Morkunas, J. Paschen, E. Boon (2019). “How Blockchain Technologies Impact Your Business Model”. *Business Horizons*, 62 (3), Pp. 295-306.
- Schlecht L., Sabrina S., Arne B., (2021). “The Prospective Value Creation Potential Of Blockchain In Business Models: A Delphi Study” *Technological Forecasting And Social Change*, Volume 166, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120601>.
- Şafak, E., Arslan, Ç., & Gözütok, M. (2020, October). Covid-19 Salgınıyla Beklenen Değişimlere Blok Zinciri Teknolojisinin Etkileri. In *2020 4th International Symposium On Multidisciplinary Studies And Innovative Technologies (Ismisit)* (Pp. 1-6). Ieee.
- Şeker, A. (2016). Yenilenebilir Enerji, Türkiyede Yenilenebilir Enerji Potansiyeli Ve Yeşil Pazarlama Ve Yenilenebilir Enerjinin Pazarlanması, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 9, Sayı: 46.
- Tijan, E., Aksentijević, S., Ivanić, K., & Jardas, M. (2019). Blockchain technology implementation in logistics. *Sustainability*, 11(4), 1185.
- Torky, M., & Hassanein, A. E. (2020). Integrating blockchain and the internet of things in precision agriculture: Analysis, opportunities, and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 178, 105476.

- Yiğit, F., Canöz, I. (2020). Sürdürülebilir Kalkınma ve Yeşil Finansman Çalışmalarının Gelişimi. *Reforma*, 4.92: 37-41.
- Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., & Smolander, K. (2016). Where is current research on blockchain technology?—a systematic review. *PloS one*, 11(10), e0163477.
- Zeren, S. K., Demirel, E. (2020). Turizm Endüstrisinde Yeni Trend: Blockchain Startup Projeleri. *Journal of Tourism Intelligence and Smartness*, 3(2), 169-188.

Blokzincir Temelli Orman Varlığı Envanteri ve Karbon Sertifikası İhracı Projesi

Dr. İlker Met **Dr. Ertuğrul Umut Uysal** **Burcu Kılınç Kızıltepe** **Talha Demirci**

Ziraat Bankası
Analitik Bankacılık ve
Ürün Yön. Grup Bşk.

Ziraat Bankası
Kurumsal Mimari
Bölüm Bşk.

Ziraat Bankası
Teknoloji Planlama
Yetkilisi

Ziraat Bankası
Değişim Yönetimi
Asistanı

Özet

Blokzincir insan etkileşiminin temelinde yer alan güven sorununa yeni ve eşsiz bir çözüm önermektedir. Dolayısıyla blokzincir tüm toplumu değiştirme potansiyeline sahiptir. Blokzincir sayesinde güven insandan makineye, merkezi bir sistemden dağıtık yapıya devrolmaktadır; böylece güven yerine kriptografik kanıt kullanılmaktadır.

Şu ana kadar yapılan düzenlemelerin kripto para piyasasındaki yenilikleri regüle etmede yeterince hızlı olmadığı belirtilse de dünya genelinde 45 merkez bankası CBDC (Central Bank Digital Currency)/MBDP (Merkez Bankası Dijital Parası) konusunda denemeler yapmaktadır. Bu durum blokzincir teknolojisinin kriptoparalarla finans sektörüne geri dönüşüz olarak girmiş olduğunu göstermektedir. Blokzincir denince akla ilk olarak kriptoparalar gelse de dağıtık finans uygulamalarından, akıllı sözleşmelere uzanan açık kaynak protokolleri benzeri teknolojiler sayesinde bilindik finansal ağlar ve iş modelleri hızla ve kökten değişmektedir.

Her ne kadar blokzincir teknolojisi değiştirilemez kanıtlar üretmesi, şeffaf ve dağıtık yapıda olması nedeniyle finans alanında kullanılsa da, sürdürülebilir çevre yönetişimi konusunda da çözüm sunabilir. İnsanlık tarihinin en önemli krizlerinden biri olan iklim krizi nedeniyle çevre yönetişiminin sürdürülebilirliği büyük önem arz etmektedir. Değişen iklimle birlikte kırılganlığı artan orman varlığının korunması amacıyla bu çalışmada blokzincir temelli bir yöntem önerilecektir. Bu yöntem ile ülkemizdeki orman varlığının blokzincir temelli bir envantere aktarılması planlanmaktadır. Böylece her bir ağacın tekil kimliğe sahip olması, ülke orman varlığının, dolayısıyla ormanın ürettiği oksijenin değiştirilemez kanıtlar üreten bir sistemce tescillenerek takip edilmesi

sağlanacaktır. Bilindiği üzere iklim kriziyle mücadeleye katkı vermek için yapılabileceklerin başında karbon nötr bireyler ve karbon nötr bir toplum olmak gelmektedir. Önerimiz ile her bir ağaç tarafından tutulan karbon blokzincir teknolojisine dayalı bir sistemce sertifikalanabilecek ve karbon tahsisatı/kredisi usulüne göre ihraç edilecektir. Bu sayede karbon nötr bireyler ve en nihayetinde karbon nötr toplum oluşmasına katkı sağlanacaktır.

I. Giriş

Blokzincir benzeri bir protokol ilk defa 1982 yılında kriptograf David Chaum'un tezinde yer almıştır ancak popülerlik kazanması 2008 yılında Satoshi Nakamoto tarafından kriptopara ile yapılan ilk transferle olmuştur.¹ Global finansal krizin hazırladığı ortamda blokzincir bankalar, noterler ve devlet kurumları gibi “güveni”, bu güvenden doğan “otoriteyi” ortadan kaldırmayı amaçlayan P2P (Peer to Peer) felsefesinden beslenmektedir.

Blokzincir insan etkileşiminin temelinde yer alan güven sorununa yeni ve eşsiz bir çözüm önermektedir. Tarih boyunca insan etkileşiminin temelinde bulunan ticaret çeşitli aşamalardan geçmiş, bankaların liderliğinde finansal sistem gelişmiştir. Bilginin interneti ve büyük teknoloji şirketleri sayesinde ise dijital ticaret dönemine geçilmiştir. İçinde bulunduğumuz dönemde blokzincir teknolojisine dayalı yeni bir aşamaya geçilmektedir. Yaşanmakta olan değişim bilgi internetinden değer internetine geçiş şeklindedir. Hesaplama ve iletişim teknolojileri üzerine kurulmuş olan bilgi interneti yerini matematik, şifreleme, yazılım mühendisliği ve davranışsal ekonominin mükemmel karışımı üzerinde büyüyen değer internetine bırakmaktadır.²

İçinde bulunduğumuz yeni çağ tüm toplumu temelden değiştirme potansiyeline sahiptir. İnsanlık güven sorununu çözmek için tarihte ilk kez kurumlar, şirketler ve hatta devlet kurumları olmaksızın, yalnızca teknolojiye bel bağlamaktadır. Güven insandan makineye, merkezi bir sistemden dağıtık yapıya devrolmaktadır.³

Blokzincir denince akla ilk olarak kriptoparalar gelmektedir. Mevcut mevzuatın bu yeni para biçimini regüle etmekte yeterince hızlı olmadığı vurgulanmakla birlikte, dünya genelinde 45 merkez bankası CBDC (Central

1 Sherman, Javani, Zhang, Golaszewski: “On the Origins and Variations of Blockchain Technologies”, Cyber Defense Lab 2018, s. 3.

2 Güven ve Şahinöz: Blokzincir Kripto Paralar Bitcoin Satoshi Dünyayı Değiştiriyor, 2020, s. 160.

3 Nakamoto, Satoshi: “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”, www.bitcoin.org 2008, s. 1.

Bank Digital Currency)/MBDP (Merkez Bankası Dijital Parası) konusunda denemeler yapmaktadır. Çin Dijital Yuan ile bu alanda başı çeken ülke konumundadır. Sınır ötesi ödemelerde merkez bankası dijital parası kullanma araştırması yapan diğer ülkeler ise Tayland, Birleşik Arap Emirlikleri ve Hong Kong'tur⁴. Gartner tarafından yapılan tahminlere göre, 2024 yılında büyük işletmelerin en az %20'si ödeme, saklama ve teminat olarak dijital paraları kullanacaktır. Bu tarihten iki yıl gibi kısa bir süre sonrasında bu oranın iki katına ulaşarak %40'a çıkması beklenmektedir.⁵

II. Blokzincirin Tetikleyeceği Olası Değişimler

1. Blokzincirin Finans Dünyasındaki Olası Kullanımları ve Etkileri

Akla ilk olarak gelen kriptoparalar dışında blokzincir teknolojisinin finans sektörünün diğer alanlarında da önemli değişiklikler oluşturacağı öngörülmektedir. ⁶Dağıtık finans uygulamaları (DeFi) olarak adlandırılan; anonim taraflar arasında güvenilir bir şekilde varlık transferi yapılmasını sağlayan dijital varlıkların, akıllı sözleşmelerin ve açık kaynak protokollerin blokzincire dayalı teknolojiler sayesinde alışkın olunan finansal ağlar ve iş modellerini hızla ve kökten değiştirmesi beklenmektedir. Yaşanacak değişim yalnızca büyük işletmeleri etkilemeyecektir. Blokzincir teknolojisinin önerdiği demokratik varlık üretimi ve dağıtımı, dünya genelinde sayısı 1.7 milyara ulaşmakta olan, finans sistemine dahil olmayan kişileri kapsayan yeni bir finansal yapılanmanın oluşmasını sağlayacaktır.⁷ Günümüzde gelişmiş ülkeler arası para transferleri Bankalararası Finansal Telekomünikasyon Derneği (SWIFT) sistemi üzerinden, genellikle aynı gün içinde gerçekleştirilebilmektedir. Ancak özellikle para birimleri konvertabl olmayan ve kambiyo kontrolleri uygulanan ülkelere yapılan transferlerin gerçekleşmesi uzun sürmektedir. SWIFT ve dünyanın önde gelen bankaları para transferlerinden elde edilen geliri kaybetmemek amacıyla blokzincir teknolojisine yatırım yapmaya başlamıştır. Gelişmiş ülkelerden geliştirmekte olan ülkelere yapılan fon transferinin büyük kısmının bireysel

4 Gartner, "The Opportunities and Challenges Surrounding Blockchain", erişim: 06 Nisan 2022, <https://www.gartner.com/webinar/4003586/player?commId=499762&channelId=15915&srcId=null&webinarType=UpcomingEvent>.

5 Litan, Leow, Andrews, Chesini, D'Hoinne, "Predicts 2022: Prepare for Blockchain-Based Digital Disruption", Gartner 2021, s. 5.

6 Göçtürk, Tolga, "Blockchain Teknolojisi ve Finans Sektörüne Etkisi Üzerine Bir İnceleme", Aydın Adnan Menderes Üniversitesi 2021, s. 1.

7 Forbes, "1.7 Billion Adults Worldwide Do Not Have Access To A Bank Account", erişim: 6 Nisan 2022, <https://www.forbes.com/sites/niallmccarthy/2018/06/08/1-7-billion-adults-worldwide-do-not-have-access-to-a-bank-account-infographic/?sh=2fcb31c44b01>.

havalelerden oluştuğu düşünüldüğünde söz konusu pazarın büyüklüğü daha iyi anlaşılabilir.

Blokzincirin toplumsal yapı ve güvenilir/doğrulanabilir veriye dayalı finans sistemi üzerindeki en büyük etkilerinden biri, derin sahtelik/deepfake benzeri teknolojilerle tarihin en üst seviyesine taşınan “sahteciliğin” önlenmesi üzerine olacaktır. Birçok alanda görülen sahteciliğin en yıkıcı etkisi sahte haberlerin yayılması şeklinde gerçekleşmektedir. Reuters Gazetecilik Araştırmaları Enstitüsü ve Oxford İnternet Enstitüsü tarafından yapılan bir sosyal medya araştırmasının sonuçları; politikacılar, ünlüler ve diğer tanınmış popüler figürler tarafından yayılan sahte/yanlış COVID-19 bilgilerinin bu konudaki toplam etkileşimin yaklaşık %70’ini oluşturduğunu göstermiştir.⁸ Söz konusu sosyal medya mesajları üretilen mesajların %20’sine denk gelmektedir. Bu durum, sahte bilginin gerçek olanlardan çok daha hızlı yayıldığını ve çok daha geniş bir kitleyi etkilediğini göstermektedir. Blokzincir her türlü verinin kaydedilip şifrelenmesine imkân tanınması sayesinde sahtesi üretilen tüm verilerin kaynağının kesin olarak belirlenmesini sağlamaktadır. Bu sayede gerçek ve gerçek olmayan arasındaki giderek bulanıklaşan ayrımın yeniden görünür hale gelmesi sağlanmış olacaktır.

Benzer bir değişim de tedarik zincirinin blokzincir ile takip edilmesiyle ortaya çıkacaktır. Klasik veritabanları sayesinde firmalar yalnızca kendi firmalarının süreçlerini otomatize edebilirken blokzincir sayesinde farklı gruplar arasında da otomatize bir süreç işletilebilmektedir. Tedarik zinciri çoklu yapısı sayesinde bu duruma güzel bir örnek teşkil etmektedir. Ürünlerin hammadde tedarikinden, son kullanıcıya ulaşmasına kadar geçtiği tüm aşamaların yönetildiği tedarik zincirleri, birçok aracıyı/tarafı içermeleri nedeniyle fazlasıyla karmaşık yapıya sahiptir. Blokzincir sayesinde bir ürünün üretiminde kullanılan girdilerden, taşındığı nakliye konteynerinin seri numarasına kadar yolculuğunun her aşaması kayıt altına alınabilmektedir. Ürüne ilişkin tüm bilgiler geleneksel veritabanlarının aksine eş anlı olarak tüm paydaşların kullanımına sunulabilmekte, bu sayede sahtecilik olasılığı büyük oranda düşürülmektedir. Blokzincir sayesinde elde edilen yeni tedarik zinciri yapısı, karışıklığı ve anlaşmazlıkları ortadan kaldıran açık ve şeffaf bir çerçeve sağlayabilmektedir.

Dış ticaret alanında önemli bir gelişme yine akıllı sözleşmeler sayesinde yaşanmaktadır. Akıllı sözleşmeler; taraflar arasında kurulan bir anlaşmanın şartlarını otomatik olarak uygulayan ve bir blokzincirinde kendi kendine çalışan kodlardır. Akıllı sözleşmeler kendi kendilerini doğrulayabilme niteliğine sahip olmakla birlikte değiştirilmeye karşı da koruma sağlamaktadır. Kolayca

8 Reuters Institute, “Types, sources, and claims of COVID-19 misinformation”, erişim: 28 Nisan 2022, <https://reutersinstitute.politics.ox.ac.uk/types-sources-and-claims-covid-19-misinformation>.

düzenlenebilmeleri, sağladıkları yüksek güvenlik ve şeffaflık sayesinde, basit bir satış sözleşmesinden karmaşık dış ticaret işlemlerine uzanan geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Hukuki altyapılarının henüz tam olarak oluşturulmamış olması nedeniyle mevzuat koruması içermemeleri, akıllı sözleşmelerin çoğunluk tarafından kabul gören sözleşmeler olmasını engellemektedir. Ancak blokzincir teknolojisinin toplum tarafından kabulü ile hızlanacak mevzuat çalışmalarıyla akıllı sözleşmelerin yakın gelecekte çok daha yaygın hale gelmeleri beklenmektedir. Yaygınlaşma ile birlikte akıllı sözleşmeler işlem maliyetlerinin düşürülmesi, hızlı ve daha ucuz para/varlık transferi, şeffaf denetim yapılabilmesi, otomasyon süreçlerinin kolaylaştırılmasında faydalı olacaklardır.⁹

Blokzincir teknolojisinin toplumsal hayatı etkileyecek bir diğer kullanım alanı taşınmaz mülkiyetine ait değiştirilemez kaydın tutulmasının sağlanmasıdır. Taşınmaz mülkiyeti kavramı finans dünyasını da doğrudan etkilemektedir. Kredi sistemi teminat yapısı üzerine kuruludur. Honduras, Kenya, Gana gibi mülkiyet hakkının dokümantasyonunun zayıf olduğu ülkelerin yanı sıra İsveç gibi dünyanın en gelişmiş tapu sicil kaydı sistemine sahip ülkeler de blokzincir teknolojisini uygulamakta ya da projelendirme aşamasındadır¹⁰. Tapu sicil kayıtlarının değiştirilemezliğinin sağlanmasının yanı sıra gayrimenkul alım süresi ve sürecin içerdiği riskler de blokzincir sayesinde ortadan kalkacaktır. Blokzincir ile gerçeğin tek ve şeffaf bir versiyonu bulunmakta, taraflardan biri tarafların hepsinin onayı olmaksızın değişiklik yapamamaktadır. Bu nedenle blokzincir gayrimenkul yönetimi alanında evrak bağımlılığını azaltmanın yanı sıra dolandırıcılık riskini de azaltmaktadır. Bu anlamda benzer faydanın sağlanabileceği bir diğer alan da fikri mülkiyet haklarının korunmasıdır.

Buraya kadar aktarılan kullanım alanlarından görüldüğü üzere varlıkların demokratik dağıtımını felsefesine dayanan blokzincirin paylaşım ekonomisi üzerinde yıkıcı bir etki yaratacağı öngörülmektedir. Paylaşım ekonomisi, sahipleri tarafından seyrek kullanılan varlık ya da hizmetlerin aracılık görevini üstlenen merkezi bir otorite vasıtası ile farklı bireyler arasında paylaşılmasına dayanan ekonomik faaliyet olarak tanımlanabilir.¹¹ Blokzincir dağıtık yapısı sayesinde merkezi bir otoriteye olan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır. Bu sayede, blokzincir teknolojisi sayesinde Airbnb ve Uber gibi paylaşım ekonomisinin büyük oyuncularını, Silikon Vadisi'nin paylaşım ekonomisine dayalı "yıkıcı"

9 University of Oxford, "Smart Contracts And Transaction Costs", erişim: 3 Nisan 2022, <https://www.law.ox.ac.uk/business-law-blog/blog/2018/10/smart-contracts-and-transaction-costs>

10 Eder, George, "Digital Transformation: Blockchain and Land Titles", OECD Conference Center 2019, s. 3.

11 İzmir Kalkınma Ajansı, "Paylaşım Ekonomisi (Dayanışma Ekonomisi, İşbirlikçi Ekonomi)", erişim: 29 Mart 2022, <https://kalkinmasozlugu.izka.org.tr/?p=554>.

şirketlerinin gücünü azaltmak mümkün olabilecektir.¹² Bilgi internetiyle birlikte kuralları belirleme özgürlüğünü elde eden teknoloji şirketlerinin yerini küçük/bireysel yatırımcıların alacağı bir gelecek tahayyül etmemiz gerekmektedir.

Blokzincir kişilerin kendi verisine sahip olmasını sağlayacaktır. Dijital dünyada finansal ya da finansal olmayan herhangi bir işlem gerçekleştirildiğinde birçok kişisel veri aracı otoritelere iletilmektedir. Kişisel verilerin üçüncü tarafların eline geçmesi manipülasyona uygun bir zemin oluşturmaktadır. 2018 yılında Cambridge Analytica firması tarafından Amerikan seçimlerinin manipüle edildiğine ilişkin haberler halen gündemdeki yerini korumaktadır. Kişilerin mahremiyetinin ihlal edildiği gerekçesiyle Facebook CEO'su Mark Zuckerberg Amerikan kongresinde ifade vermek zorunda kalmıştır.¹³ Teknoloji uzmanları, blokzincirinin kişilerin çevrimiçi bilgilerinden kişisel tıbbi kayıtlarına kadar her verisini yönetmek için kullanabileceği kişiselleştirilmiş, şifreli dijital kimlikler sağlayarak kullanıcı adları ve şifrelerinin yerini alabileceğine inanmaktadır.¹⁴ Blokzincir teknolojisi, kişilere ait tüm verileri izleyecek ve saklayacak kapasiteye sahiptir. Değişmez doğası sayesinde bu bilgiler güvenli ve emniyetli kalacaktır, böylece bireyler kişisel bilgilerinin sahipliğini kazanarak kendi verilerini paraya çevirip çevirmemeye kendileri karar verebileceklerdir.

Verinin paraya çevrilmesi olgusunun nasıl uygulamaya alınabileceğine dair güzel bir örnek Daimler AG/Mercedes-Benz Group tarafından hayata geçirilmektedir. Veri toplama, paylaşma ve parasallaştırmaya odaklanan, blokzincir temelli veri değişim protokolü Ocean Protocol, Daimler AG iş birliğiyle bir pilot proje duyurmuştur. Pilot proje, Ocean Protocol'ün Daimler AG'nin verilerinin gizliliğini korumak için yeni başlatılan "Compute-to-Data" protokolünü içermektedir. Bu protokol verilerin şirket içinde kalmasını sağlarken, özel erişim yetkileriyle üçüncü tarafların bu veriler üzerinde çeşitli hesaplamalar yapabilmesine olanak sağlamaktadır. "Mahremiyetinizi korurken gizli verileri alıp satın" şeklinde sloganlaştırılmış olan protokol bilim veya teknoloji bağlamlarında veri paylaşımı veya şirketlerin veri varlıklarından gelir elde etmeleri için fırsat yaratmaktadır.

12 AFP, "why blockchain will transform finance", erişim: Nisan 2022, <https://www.afponline.org/ideas-inspiration/topics/all-articles/Details/in-this-interview-don-tapscott-explains-why-blockchain-will-transform-finance>.

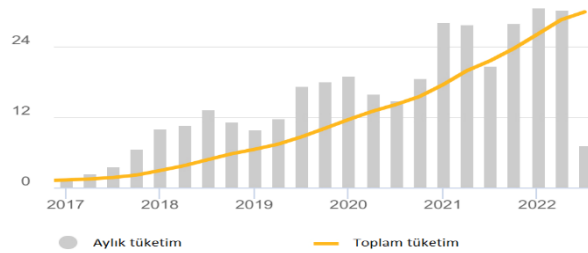
13 The Guardian, "Mark Zuckerberg faces tough questions in two-day congressional testimony – as it happened" erişim: 15 Nisan 2022, <https://www.theguardian.com/technology/live/2018/apr/11/mark-zuckerberg-testimony-live-updates-house-congress-cambridge-analytica>

14 AFP, "why blockchain will transform finance", erişim: Nisan 2022, <https://www.afponline.org/ideas-inspiration/topics/all-articles/Details/in-this-interview-don-tapscott-explains-why-blockchain-will-transform-finance>.

2. Blokzincirin Çevre Üzerindeki Etkileri ve Çevre Yönetişimine Olası Katkıları

Blokzincire ilişkin en çok tartışılan konuların başında kriptopara madenciliğinin tükettiği enerji ile ortaya çıkardığı büyük karbon ayak izi gelmektedir. Günümüze kadar kriptoparaların çevre üzerine etkisi küçük bir kesim tarafından tartışılmaktayken, kullanım alanlarının artmasıyla birlikte bu konunun önemi de artmış, tartışmalar daha geniş çevrelerce yapılmaya başlanmıştır. Goldman Sachs tarafından yayımlanan bir araştırma, 2022 başlangıcı itibarıyla önemli yatırımcıların enflasyon riskinden korunmak üzere altının yanı sıra kriptoparaları da portföylerine giderek daha fazla dahil ettiğini göstermektedir. Tahminlere göre, kriptoparaların fazlasıyla popüler olduğu dönemlerde değer saklama araçlarının (store of value) %20'si Bitcoin'den oluşmaktaydı.¹⁵ 2019 yılında Cambridge Üniversitesi ve Uluslararası Enerji Ajansı tarafından yapılan bir araştırmaya göre Bitcoin madenciliği için gerekli yıllık enerji Hollanda'nın yıllık tüketimi kadardır. Bitcoin Enerji Tüketim Endeksi'nden elde edilen verilere göreyse Bitcoin'in yıllık karbon ayak izi, her ikisi de yaklaşık 37 megaton karbon yayan Yeni Zelanda'nınkine eşdeğerdir.¹⁶ Bununla birlikte, kriptopara piyasalarındaki dramatik düşüş sonrasında yatırımcıların alternatif değer saklama araçlarına daha az yöneldiği belirtilmektedir.¹⁷ Bu yeni trend, aşağıdaki grafikte görüldüğü üzere Bitcoin madenciliği için harcanan enerjinin artış oranında düşüşe neden olmuştur.

Şekil 1. Toplam Bitcoin Elektrik Tüketimi (Kaynak: University of Cambridge Judge Business School, Center for Alternative Finance, <https://ccaf.io/cbeci/index>, erişim zamanı: 03.08.2022)



15 Financial Times, “Crypto Cannot Easily Be Painted Green”, erişim: 5 Mayıs 2022, <https://www.ft.com/content/c536c040-3a87-4fb8-a9e5-a446c8ff9d3d>.

16 Reuters, “FACTBOX-How big is Bitcoin's carbon footprint?”, erişim: 8 Nisan 2022, <https://www.reuters.com/article/crypto-currency-bitcoin-energy-idAFL8N2N02D2>.

17 Forbes Advisor, “Why Is Bitcoin Down Today?”, erişim: 3 Ağustos 2022, <https://www.forbes.com/advisor/investing/cryptocurrency/why-is-bitcoins-price-falling/>.

Kriptopara madenciliğinde, fosil yakıtların yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gibi yeşil alternatifler tartışılmaktadır. Kayda değer bir gelişme 200 civarında kripto kuruluşundan oluşan bir koalisyon tarafından Paris Anlaşması benzeri Kripto İklim Anlaşması'dır. Anlaşmanın tarafları tüm blokzinciri teknolojisinin 2025 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarına geçirilmesini ve elektrik kullanımından kaynaklanan karbon emisyonunun 2040 yılına kadar net sifıra indirilmesini taahhüt etmiştir.¹⁸

Blokzincir teknolojisinin çevre üzerine etkilerini tartışırken, akılda tutulması gereken bir nokta da teknolojinin henüz görece yeni ve gelişmeye devam ediyor olmasıdır. Algoritmelerde yapılan yeniliğin enerji sarfiyatını düşürebileceği konusunda Ethereum örnek olarak gösterilebilir. Akıllı kontratlar çalıştırabilmesi nedeniyle çoğu kriptoparadan ayrılan, Bitcoin'den sonra ikinci büyük dijital varlık olan Ethereum'un kanıt yapısındaki değişiklik ile birlikte enerji sarfiyatının büyük oranda azalacağı düşünülmektedir.¹⁹ Ancak tek başına kripto evreninin yaklaşık yarısını oluşturan Bitcoin'in eski kanıt yapısına bağlı kalması sorunun henüz çözülemediğini ve yüksek enerji sarfiyatının olduğunu göstermektedir. Bitcoin'in Ethereum'dan on bir kat fazla enerji tüketmektedir.²⁰ Dijital varlıklar konusundaki çevresel etki tartışması birçok değerli maden ve finansal sistemin kendisi için de yapılabilir. Ayrıca çevresel etkinin nerede başlayıp nerede bittiğini belirlemek de zordur. Bazı Bitcoin savunucuları, milyonlarca çalışanı ve klimalı ofislerdeki bilgisayarlarıyla mevcut finansal sistemin de büyük miktarda enerji kullandığını belirtmektedir.²¹

Kriptoparaların çevresel etkilerinin azaltılıp azaltılamayacağı tartışmalı olmakla birlikte, blokzincir teknolojisinin çevre yönetişimi konusunda da değerli kullanım alanları bulunmaktadır. Bunlardan biri karbon ayak izinin takibidir. Sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik uluslararası iş birliği, iklim krizini durdurmak için kritik öneme sahiptir. Ülkemizin de 2021 yılında taraf olmasıyla birlikte 191 ülke ve Avrupa Birliği Paris Anlaşması ile iklim kriziyle mücadele için birlikte çalışmayı taahhüt etmiştir. Paris Anlaşması uyarınca her ülke iklim değişikliğiyle nasıl mücadele edeceğinin özelliklerini belirten kendine

18 Crypto Climate Accord, Ana sayfa, erişim: 9 Ağustos 2022, <https://cryptoclimate.org/accord/>

19 Gartner, "The Opportunities and Challenges Surrounding Blockchain", erişim: 06 Nisan 2022, <https://www.gartner.com/webinar/4003586/player?commId=499762&channelId=15915&srcId=null&webinarType=UpcomingEvent>.

20 Forbes Advisor, "Why Does Bitcoin Use So Much Energy?", erişim: 4 Nisan 2022, <https://www.forbes.com/advisor/investing/cryptocurrency/bitcoins-energy-usage-explained/>.

21 Reuters, "FACTBOX-How big is Bitcoin's carbon footprint?", erişim: 8 Nisan 2022, <https://www.reuters.com/article/crypto-currency-bitcoin-energy-idAFL8N2N02D2>.

özgü, “Niyet Edilen Ulusal Katkı”²² ile belirlemektedir. Bu ulusal katkının Paris Anlaşması’nın blokzincire aktarımıyla takip edilmesi gerektiğinden hareketle oluşturulmuş Blockchain for Climate Foundation, ulusal katkıların çok önemli olduğunu vurgulayarak vizyonunu “Hedefimize ulaşma şansımız olacaksa, tüm tarafların eylemlerini ve çabalarını tek bir bütün halinde birleştirmenin kritik olduğunu biliyoruz.”²³ şeklinde özetlemektedir. Böylece emisyon azaltımlarının kaydının tutulduğu, kamuya açık bir çeşit emisyon muhasebesi oluşturulmuş, iklim için kimin ne yaptığı konusunda şeffaflık ve hesap verebilirliğin önü açılmış olacaktır. Blokzincirin çevresel etkisi üzerine bir diğer görüş ise çevresel uygulamalarda güvenli kayıt tutma için blokzincir kullanılsa bile girilen orijinal veri kaydının sahte olmasının kolayca engellenemeyeceğidir. Blokzincir sistemleri makul ölçüde güvenli olabilir ancak orijinal kayıt sahteyse, tüm silsile de sahtedir vurgusu yapılmaktadır.²⁴

Dünya Ekonomik Forumu tarafından yayımlanmış olan Building Block(chains) for a Better Planet isimli bir rapor iklim krizinden, su kıtlığına uzanan bir yelpazede blokzincir uygulamalarından yararlanma fırsatlarını analiz etmektedir. Rapor blokzincirin yeni bir teknoloji olduğu; işletmeler, yatırımcılar ve düzenleyiciler arasında güven inşa etmek için alınacak yolun uzun olduğunu vurgularken, blokzincirin internet gibi temel bir teknoloji halini alma potansiyeli olduğunu altını da çizmektedir. Rapor, tedarik zincirinin ve sınırlı kaynakların yönetilmesi, çevresel çözümlerin finansmanı ile davranış değişikliğinin teşviki gibi alanlarda karşılaşılan çevresel zorlukları onarabilecek bir dizi blokzincir kullanım alanı tanımlamaktadır. Örneğin iklim değişikliği ile mücadelede blokzincirin temiz enerji, akıllı lojistik sistemler, akıllı şehirler ve evler, sürdürülebilir arazi kullanımı, sürdürülebilir üretim ve tüketim alanlarında etkili olabileceği belirtilmektedir. Temiz enerji alanında P2P yenilenebilir enerji ticareti, yenilenebilir enerji yatırımı için kitlesel fonlama, enerji şebekesi yönetiminin optimizasyonu, yenilenebilir enerjinin kaynağının sertifikalanmasının blokzincir teknolojisiyle sağlanabileceği ifade edilmektedir. Bunların halihazırdaki teknolojiyle yapılabileceği kolayca tahmin edilebilir, ancak raporda dikkate değer bir önerme bulunmaktadır: Blokzincir tabanlı çözümler büyük umut vaat ederken, bu teknolojiye ilişkin gereğinden fazla bir

22 Niyet Edilen Ulusal Katkı (Nationally Determined Contribution): Paris Anlaşması taraflarca oluşturularak her beş yılda bir yenilenmesi gereken, ilgili tarafların emisyonlarını azaltarak iklim krizi etkilerine adapte olmalarını gerekli kılan aksiyon planlarıdır. (Kaynak: All About the NDCs | United Nations, erişim tarihi 29.07.2022).

23 Blockchain for Climate Foundation, Ana sayfa, erişim: 12 Nisan 2022, <https://www.blockchainforclimate.org/>.

24 Forbes, “Can Blockchain Technology Save The Environment?”, erişim: 12 Nisan 2022, <https://www.forbes.com/sites/jenniferhicks/2018/12/01/can-blockchain-technology-save-the-environment/?sh=191f1a46233b>.

heyecanın olduğu da açıktır. Şunu unutmamak gerekir ki blokzincir başlı başına dönüştürücü bir etkiye sahip olmayabilir ancak çevresel sorunları çözümedeki etkisi yapay zeka, nesnelerin interneti, dronlar, 3D baskı ve biyoteknolojiler gibi gelişmekte olan diğer “Dördüncü Sanayi Devrimi” teknolojileriyle birleştiğinde tahmin ettiğimizden de büyük olacaktır.²⁵

Blokzincir ayrıca, dağıtık yapıda olması, dijital doğrulamayı büyük oranda güvence altına alması sayesinde yeni nesil sürdürülebilirlik izleme ve raporlama başta olmak üzere çevresel yönetim alanında da kullanılabilir. Yukarıda alıntılanan örneklere rağmen, blokzincirin çevre sorunlarının çözümünde işe yarar olduğu fikrine karşı çıkan tarafların da olduğu vurgulanmalıdır. Özellikle kriptopara madenciliğinde sarf edilen enerjinin çok büyük olmasından yola çıkarak “Blokzincirin çevre için yapabileceği en iyi şey var olmamasıdır.” fikri de dillendirilmektedir.²⁶

Teknoloji, kendisine karşı duranlara rağmen gelişmeye devam etmesiyle ünlüdür. Blokzincirin de gelişerek özellikle çevre yönetimi konusunda önemli gelişmelere yol açacağı öngörülmektedir. Bu kapsamda blokzincirin iklim krizi ile mücadelede kullanılmasına yönelik bir proje önerilmektedir.

III. İklim Krizi Genel Çerçeve

Son yıllarda iklim krizi, dünya gündemini belirleyen ana konulardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünya bu konuya aslında yabancı değildir. Milyonlarca yıl boyunca, dünyada buzul çağları arasına sıkışmış sıcak dönemler görülmüştür. Genel seyir dikkate alındığında dünyada yaşanan çeşitli buzul dönemlerinden sonra, bilim insanlarına göre dünyanın içinde bulunduğumuz dönemde soğuma eğiliminde olması beklenmekte ise de son 150 yıllık gözlemler olağan dışı bir durumun varlığını göstermektedir. 19. yüzyılın ortalarından 1940'lara kadar süren ısınma eğilimi 1960'ların sonlarına kadar duraksamış ve 0,25 °C'lik bir soğuma yaşanmıştır. 1970'li yıllarda ısınma yeniden hız kazanmış²⁷ve NASA tarafından yapılmış olan analizlere göre 2020 yılı tarihteki en sıcak yıl olmuştur.²⁸ Aşağıdaki grafikte 1901-2000 arasında dünyadaki ortalama sıcaklık değişimi (°C) gösterilmektedir.

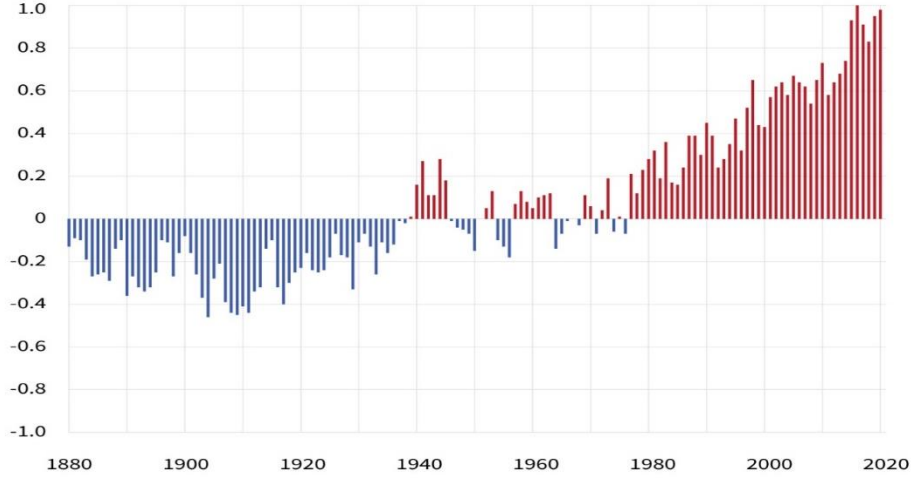
25 World Economic Forum, “Building Block(chain)s for a Better Planet”, World Economic Forum 2018, s. 12.

26 Forbes, “Can Blockchain Technology Save The Environment?”, erişim: 12 Nisan 2022, <https://www.forbes.com/sites/jenniferhicks/2018/12/01/can-blockchain-technology-save-the-environment/?sh=191f1a46233b>.

27 Aksay, Ketenoğlu, Kurt: “Küresel Isınma ve İklim Değişikliği”, Dergipark, s. 30.

28 Nasa, “2020 Tied for Warmest Year on Record, NASA Analysis Shows”, erişim: 14 Nisan 2022, <https://www.nasa.gov/press-release/2020-tied-for-warmest-year-on-record-nasa-analysis-shows>.

Şekil 2. Yıllara Göre Dünyadaki Ortalama Sıcaklık Değişimi (Climate Change: Global Temperature | NOAA Climate.gov)



İklimde görülen bu değişikliğin insan eliyle yaratılan ısınmadan kaynaklandığının altının çizilmesi faydalı olacaktır. Dünya tarihi boyunca dönem dönem sıcaklık artışları görülmesine rağmen tamamıyla yeni olan, küresel ısınmanın insan kaynaklı ve gelecekte de yaşanmaya devam edecek olmasıdır. Korona virüs küresel salgını karbon emisyonlarında geçici bir düşüşe neden olmuştur ancak krizden çıktıktan sonra talep ertelemeğini karşılamak üzere artan üretim, enerji kullanımını artırmıştır. Bu nedenle karbon emisyonları tekrar yükselmiş, yüzyılın sonunda beklenen sıcaklık artışını 5°C'a kadar çıkmıştır²⁹. Bu artışın tüm dünya geneli için aynı olması beklenmemektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından 3 Küresel Dolaşım Modeli ve 2 ayrı senaryoya dayanarak yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara göre Türkiye’de yıllık ortalama sıcaklık artışının; 2016-2040 dönemi için 1°C - 2°C arasında; 2041–2070 dönemi için 1.5°C - 4°C arasında ve 2071-2099 dönemi 1.5°C - 5°C arasında olması öngörülmektedir. Bazı senaryolarda 21 yy. son otuz yılında (2071–2100) sıcaklık artışının kış mevsiminde 3°C’ye, yaz mevsiminde ise 8°C’ye ulaşacağı öngörülmektedir³⁰. Bahsedilen sıcaklık artışları ülkemizin iklimi üzerinde yıkıcı etkilere neden olacak düzeydedir. Zira yüzyılda üç derecelik tahmini değişim miktarı bile son on bin yılda herhangi bir zamanda

29 Nature, “How hot will Earth get by 2100?”, erişim 14 Nisan 2022, <https://www.nature.com/articles/d41586-020-01125-x>.

30 Demircan, Gürkan, Eskiöğlü, Arabacı, Coşkun, “Climate Change Projections for Turkey”, Turkish Journal Of Water Science & Management 2017, s. 43.

değişen küresel ortalama sıcaklıktan muhtemelen daha fazladır. 5 derecelik artış buzul çağının en soğuk kısmı ile buzul çağları arasındaki sıcak dönemler arasındaki küresel ortalama sıcaklık farkı kadardır. Bu değişimin kısa bir süre içerisinde gerçekleşecek olması da çok ciddi sorunlara yol açacaktır.³¹

Nitekim, 2021 yılında Dünya Bankası tarafından hazırlanmış olan Groundswell Acting on Internal Climate Migration Part II raporu iklim değişikliğinin olası etkilerinin tahminlerin çok ötesinde sonuçları olacağını göstermektedir. 2018’de hazırlanan aynı raporun ilk versiyonu 2050 yılına kadar iklim değişikliğinin dünyanın üç bölgesinde (Güney Asya, Latin Amerika ve Sahra Altı Afrika) 143 milyon insanın kendi ülkeleri içinde göç etmesine yol açabileceğini öngörmekteydi, 2021 yılında düzenlenen rapor ise bu sayının 216 milyon olacağını tahmin etmektedir.³² Ülkemizi içine alan Doğu Avrupa ve Orta Asya için tahmin edilen sayı 5 milyon insanın iklim nedeniyle bölge içinde göç edeceği yönündedir. Üç yıl gibi kısa bir sürede, tahminlerin bu denli değişiklik gösterebilmesi iklim değişikliğinin fazlasıyla karmaşık yapısının önümüze çıkaracağı sonuçların kolaylıkla tahmin edilemeyeceğine işaret etmektedir.

1. Ormanların İklim Krizindeki Yeri

Yaşamakta olduğumuz ve daha da fazlasına maruz kalacağımız küresel ısınmanın büyük bir kısmı çoğunlukla insan faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonların bir sonucu olarak atmosferik sera gazı konsantrasyonlarında gözlenen artıştan kaynaklanmaktadır.³³ Küresel ısınmaya neden olan sera gazları arasında karbondioksit özellikle dikkat çekmektedir çünkü bu gazın insan kaynaklı sera etkisinin yarısından çoğuna kaynaklık ettiği söylenebilir.³⁴ Karbondioksit salınımına neden olan başlıca etmen fosil yakıtların kullanımınıdır. Bununla birlikte, arazi rejimindeki değişiklikler de insan faaliyetlerinden kaynaklanan atmosferik karbondioksite katkı yapmaktadır.³⁵ Sürdürülebilir olmayan arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliği, doğal kaynakların sürdürülemez kullanımı, ormansızlaşma, biyolojik çeşitlilik kaybı, kirlilik ve bunların etkileşimleri, ekosistemlerin, toplumların, toplulukların ve bireylerin iklim değişikliğine uyum sağlama kapasitelerini olumsuz yönde etkilemektedir.³⁶

31 Houghton, John: Global Warming: The Complete Briefing, 2004, s. 10.

32 Clement vd, “Groundswell Part 2: Acting on Internal Climate Migration”, World Bank Group 2021, s. xvii.

33 Avrupa Çevre Ajansı, “Sera gazı emisyonlarının azaltımı”, erişim: 16 Nisan 2022, <https://www.eea.europa.eu/tr/themes/climate/intro>.

34 Aksay, Ketenoğlu, Kurt: “Küresel Isınma ve İklim Değişikliği”, Dergipark 2005, s. 32.

35 Houghton, Global Warming, s. 31.

36 IPCC, “Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability Summary for Policymakers” 2022 s. 14.

Yanma/yakılma, tahrip edilme sonucunda ortaya çıkan ormansızlaşma atmosfere karbondioksit salınımında önemli bir etmendir. John Houghton Küresel Isınma adlı eserinde tipik tropikal ormanın her kilometrekaresinde yeryüzünde 25 bin ton, yeraltında 12 bin ton biyokütle bulunduğunu, yanma ya da başka yollarla ormanın yok olması durumunda bu karbonun yaklaşık üçte ikisinin karbondioksite dönüştüğünü vurgulamaktadır. Bu temelde 1980’ler ve 90’larda yıllık 150 bin kilometrekare ormanın yok olmasıyla atmosfere 1.2 Gt karbon salınmıştır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli verileriyle de örtüşmekte olan bu miktar insan faaliyetlerinden atmosfere salınan mevcut toplam karbon emisyonunun ciddi bir bölümüdür.³⁷

Hükümetler arası İklim Değişikliği Platformu tarafından yayımlanmış İklim Değişikliği 2022 raporunda öngörülen iklim değişikliği, iklimsel olmayan etkenlerle birleştiğinde, dünyadaki ormanların çoğunun kaybolmasına ve bozulmasına neden olacaktır.³⁸ Ormansızlaşma aynı zamanda biyolojik çeşitlilikte çarpıcı kayıplara neden olabilmektedir. Bölgesel yağışlarda ciddi azalma görülmesi gibi nedenlerle ortaya çıkan bölgesel iklim değişiklikleri de ormansızlaşmanın başka etkileri arasındadır.³⁹

2. Türkiye’de Ormanların Durumu

Orman Genel Müdürlüğü verilerine göre 2020 yılı itibarıyla ülkemizde yaklaşık 23 milyon hektar orman alanı bulunmaktadır.⁴⁰ Ormanlık arazinin toplam arazi büyüklüğüne oranı ise %29 civarındadır. Ormanlık arazinin %5.5’i yasal olarak koruma altındadır. Yıllar içinde orman varlığımız ve koruma alanlarımız artış göstermiştir. Aşağıdaki grafikte ülkemizde yıllara göre orman alanı değişimi milyon hektar cinsinden verilmiştir.

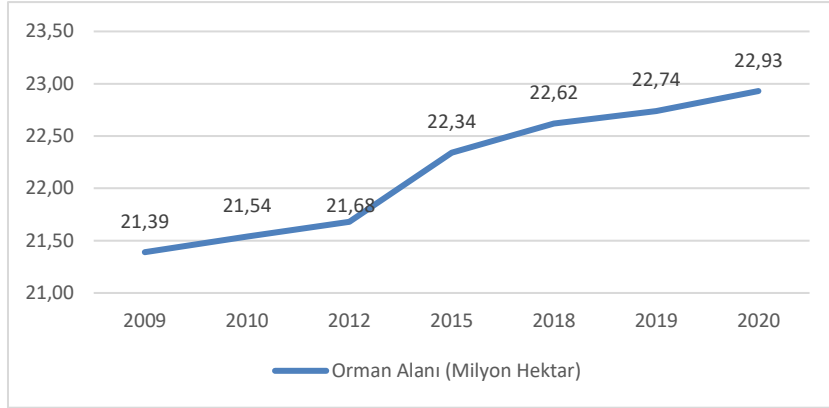
37 Houghton, Global Warming, s. 250.

38 IPCC, “Climate Change”, s. 14.

39 Houghton, Global Warming, s. 251.

40 Orman Genel Müdürlüğü, “Türkiye Orman Varlığı”, erişim: 8 Nisan 2022, <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz/Turkiye-Orman-Varligi>.

Şekil 3. Yıllara Göre Orman Alanı Değişimi, (Kaynak: OGM 2020 orman varlığı raporu, <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz-sitesi/TurkiyeOrmanVarligi/Yayinlar/2020%20T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varligi%20C4%B1%20C4%9F%20C4%B1.pdf>, erişim tarihi 09.06.2022)



Ülkemiz zengin bir biyoçeşitliliğe sahiptir. Orman Genel Müdürlüğü Orman ve Biyoçeşitlilik 2020 raporuna göre ülkemiz Avrupa ülkeleri ile karşılaştırıldığında, 11.840 damarlı bitki taksonu, ~1.500 omurgalı ve ~19.000 omurgasız tür kaydı ile biyolojik çeşitlilik açısından zengin bir ülkedir.⁴¹ Ancak aynı raporda vurgulandığı üzere uzun yıllardır işletiliyor olmalarına rağmen belli ölçüde doğallıklarını korumakta olan ormanlarımızın, sürekli işletildikleri için yapısal özellikleri, odunsu tür zenginliği, ormanaltı florası ve hayvan varlığı kaybolmakta ya da popülasyonları azalmaktadır.⁴² Ormanlar ağaçların baskın yaşam formu olduğu karmaşık ekosistemlerdir. Orman zenginliğinin kaybolması aynı zamanda ormanlar tarafından tutulan karbonun atmosfere salınması nedeniyle küresel iklim krizinde önemli bir yere sahiptir. Ormanların da bir parçası olduğu biyolojik çeşitlilik ve doğal ekosistemler dünyanın yaşam destek sistemleridir ve bunların geleceği ile ilgili çok büyük kaygılar yaşanmaktadır.⁴³ Bugün biyolojik sistemlerin ve döngülerin varlığını korumak sadece doğa korumacıların değil doğal kaynakların yönetiminden sorumlu kişilerin de birinci derecede göz önünde bulundurduğu bir konudur. Ağaçların korunması, her bir ağaç tarafından tutulan karbonun ve/veya üretilen oksijenin sertifikalanarak ihraç edilmesi en nihayetinde tüm orman ekosistemi için bir kazanım haline gelecektir.

41 Orman Genel Müdürlüğü, “Orman ve Biyolojik Çeşitlilik Raporu”, OGM 2020, s. 27.

42 OGM, Orman ve Biyoloji Çeşitlilik, s. 29-30.

43 OGM, Orman ve Biyoloji Çeşitlilik, s. 120.

IV. Yöntem Önerimiz

Görüldüğü üzere bir yandan blokzincir gibi hayatı değiştirecek bir teknoloji yaygınlaşırken, bir yandan da iklim krizi gibi dünyayı etkileyen bir süreç yaşanmaktadır. İklim krizinin tersine çevrilmesine katkı sağlayacak önemli enstrümanlardan biri ormanlardır. Bizler de blokzincir teknolojisini ormanları ve ormanlarca tutulan karbonu kayıt altına almak üzere kullanarak, yaşanan iklim krizine bir çare oluşturmayı hedefliyoruz.

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre finans ve sigortacılık sektörü 2020 yılı sonu itibarıyla ülkemizin en büyük 9. sektörüdür. Aynı zamanda %23.4 ile en hızlı büyüyen sektör olma payesini de taşımaktadır. Sahip olduğu büyüklük, büyüme hızı ve potansiyeli sayesinde finans sektörü, temas ettiği her konuda önemli bir etkiye sahiptir. Öte yandan finans dünyasında akıllı kontratlar, para transferi, dış ticaret işlemleri, teminatlar vb. temel konulara ilişkin blokzincir teknolojisinin birçok yenilik getireceği aşikârdır. Bizlerin önerisi ise blokzincir temelli entegre izleme sistemine dayanan, karbon sertifikası ihracı projesi yoluyla ülkemizin iklim kriziyle mücadelesine ve çevre yönetişimine olumlu bir katkı sağlamaktır.

Projemiz ile ülkemizdeki tüm orman varlığının; ağaç türleri, yaşları, bakım durumları, koordinatları ve yok ettikleri/tuttukları karbon miktarının verisi blokzincir temelli bir orman varlığı envanterine kaydedilmesi önerilmektedir. Bu sayede en büyük milli değerlerimiz arasında bulunan ormanlarımız blokzincir teknolojisinin sağlamış olduğu güvenilirlikle kayıt altına alınmış olacaktır. Oluşturulacak altyapının Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile entegre edilmesi mümkündür. CBS, dünya üzerindeki sosyal, ekonomik, çevresel vb. sorunların çözümüne yönelik konuma dayalı karar verme süreçlerinde, kullanıcılara yardımcı olmak üzere, coğrafi verilerin; toplanması, depolanması, işlenmesi, yönetimi, mekânsal analizi, sorgulaması ve sunulması fonksiyonlarını yerine getiren donanım, yazılım, personel, coğrafi veri ve yöntem bütünüdür. CBS, blokzincir teknolojisi ile kesinlik kazanan veriler dijital ve canlı bir harita üzerinde anlık olarak takip edilebilir hale gelecektir.

Önerimiz kapsamında karbon piyasası kavramının önemli bir yeri bulunmaktadır. Paris Anlaşması uyarınca küresel ısınmanın 1,5°C ile sınırlandırılması için mevcut sera gazı emisyon seviyelerinin 2030 yılına kadar yarıya indirilmesi ve 2050 yılına kadar “net sıfıra” düşürülmesi gerekmektedir. Şirketler ya da bireyler, karbon emisyonlarını azaltmak veya ürettikleri karbonun tutulumunu sağlamak amacıyla üçüncü taraflara ödeme yapabilmektedirler. Genel olarak emisyon ticareti, çevresel amaçlara ve hedeflere ulaşabilmek için insan faaliyetleri sonucu oluşan sera gazı emisyonlarının azaltılmasında toplam maliyetin düşürülmesi için kullanılan bir araçtır. Emisyon ticaretinde, emisyon sertifikalarının veya tahsisatlarının/kredilerinin alım satımı gerçekleştiril-

mektedir.⁴⁴ Bu yolla şirketler ve bireyler çevresel ayak izlerini telafi edebilmektedir.

Nitekim, Paris Anlaşması'nda uluslararası karbon piyasalarının önemi kabul edilmektedir. Anlaşmanın 6. maddesi tarafların emisyon azaltım hedeflerine ulaşmak amacıyla uluslararası emisyon ticareti yapmalarını serbest bırakmıştır. Dünya çapında emisyon ticareti sistemlerinin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. AB Emisyon Ticaret Sistemi'nin (EU ETS) yanı sıra Kanada, Çin, Japonya, Yeni Zelanda, Güney Kore, İsviçre ve Amerika Birleşik Devletleri'nde ulusal veya alt-ulusal sistemler halihazırda çalışmakta ya da geliştirilmektedir.⁴⁵

Üç temel karbon kredisi türü bulunmaktadır:⁴⁶

- Sera gazı emisyonlarının azaltılması (genellikle enerji verimliliği önlemleri ile emisyon azaltımının sağlanması)
- Üretilen sera gazı emisyonlarının bir başka şekilde karşılanması (karbon yakalama/tutulumu ve ağaçlandırma çalışmaları)
- Emisyonlardan kaçınılması (örneğin yağmur ormanlarının kesilmesinden kaçınılması).

Her bir ağacın benzersiz bir şekilde veri tabanına kayıt edilmesi, karbon piyasaları benzeri bir yapının kurulması imkânını sağlayacaktır. Bu vesile ile de karbon sertifikaları oluşturulmuş olacaktır. Karbonun yanı sıra oluşturulabilecek olan oksijen sertifikalarının fon olarak alım satıma konu edilmesi sağlanabilecek, tutulan karbon ve üretilen oksijenin ekonomik bir değere dönüştürülmesiyle ağaç bakımı ve korunması da kolaylaşacaktır. Bu mekanizmanın blokzincir teknolojisi olmaksızın kurulması mümkündür. Ancak her ağacın tespit edilmesi, ağaçların sertifikalanması ve bu sertifikaların alım – satıma konu edilmesi için borsa mekanizmasının kurulması gerekmektedir. Tüm bu süreçler işlem maliyetini ve dolayısıyla enerji tüketimini artıracak unsurlardır. Blokzinciri teknolojinin kullanılması işlem maliyetlerinin düşürülmesi ve sistemin sürdürülebilir olması açısından önem taşımaktadır.

Önerimizin olası kazanımları aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

44 Arı, İzzet, “İklim Değişikliği İle Mücadelede Emisyon Ticareti ve Türkiye Uygulaması”, DPT Uzmanlık Tezleri 2010, s. 72.

45 European Commission, “International carbon market”, erişim: 12 Mayıs 2022, https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/international-carbon-market_en.

46 World Economic Forum, “What are carbon credits and how can they help fight climate change?”, erişim: 31 Mayıs 2022, <https://www.weforum.org/agenda/2020/11/carbon-credits-what-how-fight-climate-change/>.

- Oluşturulacak olan blokzincir temelli orman envanteri sayesinde her ağaç tekil bir kimliğe sahip olacak, orman varlığımız değiştirilemez kanıtlar üreten bir sistem tarafından tescillenecektir.
- Ülkemizin iklim şartlarının yeniden orman yetiştirme konusundaki elverişsizliği ve topoğrafik yapı, mevcut orman varlığının geliştirilmesini zorlaştırmaktadır. Ormanlarımızın, orman arazileri üzerindeki olumsuz baskılar ve çeşitli sebeplerle meydana gelen zararlara karşı iyi korunması büyük önem taşımaktadır.⁴⁷ Orman envanteri sayesinde kayda alınan veriler sürdürülebilir ormancılık alanında katkı sağlamakla birlikte iklim krizinin ormanlarımız üzerindeki etkileri ve ormansızlaşma ile mücadele için gerekli bilimsel verilerin üretilmesi sağlayacaktır.
- Toplumun her kesimi tarafından anlık ve şeffaf olarak takip edilebilecek olan orman envanteri sayesinde toplumumuzun çevre ve orman bilincinin artmasına katkı sağlanacaktır.
- Projeye dahil olmak isteyen bireysel ya da kurumsal kişiler istedikleri kadar karbon ve/veya oksijen sertifikası satın alabilecektir. Sertifikaların alım satımı sonucu oluşan gelir ile yeni ormanların oluşturulması sağlanacağı gibi var olan orman varlığı da takip edilerek sürdürülebilir bir şekilde yönetilebilecektir.
- Günümüzde orman kullanımı genel olarak üç ayrı işletme yoğunluğuyla sınıflandırılmaktadır: Yoğun olarak işletilen ormanlar, az yoğunlukta işletilen ormanlar ve dokunulmayan ormanlar. Proje bu üç tür kullanım alanı için de sürdürülebilir yönetim olanağı sunabilecektir. Yoğun olarak işletilen ormanların optimal yönetimi sağlanacakken, dokunulmayan ormanlardaki doğal yaşam alanları bilimsel verilere dayalı olarak takip edilebilecek, kaçak kesimler engellenebilecektir.
- Ülkemizin 2021 yılında taraf olduğu Paris Anlaşması'nın beşinci maddesi doğrudan ormanlara atıfta bulunmaktadır.⁴⁸ Bu madde tarafların ormanları uygun şekilde muhafaza etmek ve güçlendirmek için harekete geçmesi gerektiğini teyit etmektedir. Ormansızlaşma, ormanların zarar görmesinden kaynaklı sorunlar ve ormanların sürdürülebilir yönetiminin sağlanması konusunda Paris Anlaşması ülkemize uyum zorunluluğu getirmiştir. Proje ile Paris Antlaşmasına uyum konusunda önemli bir aşama gerçekleştirilebilecektir.

47 Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, "Çevresel Göstergeler", erişim: 31 Mayıs 2022, <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/ormanlik-alanlarin-dagilimi-i-85782#:~:text=1973%20ile%202018%20y%C4%B1llar%C4%B1%20aras%C4%B1nda,oran%20%29%27a%20y%C3%BCKselmi%C5%9Ftir.>

48 United Nations Climate Change, The Paris Agreement, erişim: 15 Ağustos 2022, <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>.

- Proje sayesinde kırsal alanda yaşam orman varlığı üzerinden elde edilebilecek gelir ile daha cazip hale gelebilecek, tersine göçün kuvvetlenmesini sağlayacaktır.

V. Sonuç

Sonuç olarak blokzincir teknolojisi birçok farklı alanda, pek çok yenilik ve fırsat vadetmektedir. Şüphesiz ki teknoloji kullanıldıkça ve geliştikçe bambaşka alanlarda da hayatımızı etkileme fırsatı bulacaktır. Kripto paralar, akıllı sözleşmeler, blokzincir tabanlı tedarik sistemleri ve diğer etki alanları tartışma konusu olmaya devam edecektir. Ancak bu teknolojinin değişmez kanıtlar üretme mahareti sayesinde orman varlığımızın tescili, karbon ve/veya oksijen sertifikası ihracından elde edilecek gelirle de sürdürülebilir yönetimi mümkündür.

Sürdürülebilir Atık Yönetiminde Blokzincir Teknolojisi

Doç. Dr. Levent Memiş

Giresun Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Siyaset ve Kamu Yön. Bölümü

Öğr. Gör. Melikali Güç

Giresun Üniversitesi
Tirebolu Mehmet Bayrak MYO
(Doktora Öğrencisi)

Özet

Doğal çevre üzerinde bırakılan ayak izlerinin bir göstergesi olarak atıklar, birçok çevre sorununun temel kaynağını oluşturmaktadır. Dolayısıyla karşılaşılan çevre sorunları, farklı biçimleriyle ortaya çıkan atıkların yönetimini önemli kılmaktadır. Bu bağlamda atıkların yönetimi için farklı yaklaşımlar gündeme gelmektedir. Sürdürülebilir atık yönetimi, mevcut ekonomik sistemle bir uzlaşma aracı olarak sunulan yaklaşımlardan biridir. Bu yaklaşımda, “daha iyi alternatifler” üzerinden tüketim sürecinde ortaya çıkan atıkların etkisi en aza indirilmeye çalışılmaktadır. Geri dönüşüm, sürdürülebilir atık yönetiminin bir basamağını oluşturmaktadır. Atıkların ortaya çıkması kaçınılmaz olduğunda, geri dönüşüm mekanizmasının etkin işletimi önemli olmaktadır. Aynı zamanda bu sayede çevresel kazanımın yanında ekonomik bir kazanım da elde edilmektedir. Gelişen teknoloji, dağıtık ve kompleks bir yapıya sahip geri dönüşüm mekanizmasını etkin kılma fırsatları sunabilmektedir. İfade edilenler çerçevesinde bu çalışmanın temel amacı, son dönem gündeme gelen teknolojilerden biri olan blokzincir odaklı geri dönüşüm sistemini ele almaktır. Belirlenen amaç kapsamında ilgili literatürden hareketle konunun genel çerçevesi çıkarılmakta ve uygulama örnekleri incelenmektedir. Diğer taraftan çalışmada, Türkiye’deki atık yönetimi ele alınmakta, mevcut durum yasal ve örgütsel boyutlarıyla ortaya çıkarılmakta ve sorun alanları üzerinde durulmaktadır. Buradan hareketle blokzincir odaklı bir geri dönüşüm sisteminin nasıl olabileceğine dair bir model öneri olarak sunulmaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, blokzincir teknolojisi, diğer bazı alanlarda olduğu gibi atık yönetiminde ve daha da özelde geri dönüşüm sisteminin etkin işletilmesinde önemli potansiyeller taşıdığı tespit edilmektedir. Sözü edilen potansiyeller iki

açından öne çıkmaktadır: Birincisi, güncel ve güvenilir atık verisinin ortaya çıkması; ikincisi ise, gerçekleşen geri dönüşüm performansını izlemesi.

Anahtar Sözcükler: Sürdürülebilir Atık Yönetimi, Geri Dönüşüm, Blokzincir.

Giriş

Üretim ve tüketim sonucu farklı biçimleriyle ortaya çıkan atıklar, yönetilmediğinde çevresel açıdan çeşitli sorunlara yol açmaktadır. Diğer taraftan atık olgusuyla yeterince ilgilenilmemesi, özellikle katı atıklar açısından ekonomik olarak da kayıplara yol açmaktadır. Atıkların yönetilmesine yönelik, yapısal ve yönetsel yaklaşım olarak farklı çözüm önerileri sunulmaktadır. Bu bağlamda katı atıklar açısından gündeme gelen yaklaşımlardan biri sürdürülebilir atık yönetimidir. Sürdürülebilir atık yönetimi, öncelikle atığın azaltımına odaklanmakta, sonrasında sırasıyla tekrar kullanma, geri dönüşüm, geri kazanım ve bertaraf etme süreçleriyle gerçekleştirilmektedir. Yer verilen atığın azaltımı ve tekrar kullanımı, daha çok bireysel düzeyde gerçekleşen eylem iken; geri kalan geri dönüşüm, geri kazanım ve bertaraf süreçleri örgütsel düzeyde eyleme ve farklı tarafların iş birliğine ihtiyaç duymaktadır. Burada yer verilen sürdürülebilir atık yönetimi süreçleri için bütüncül yapı içinde birbirini tamamlayan farklı politikalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada geri dönüşüm sürecine odaklanılmaktadır. Daha çok katı atıklar için gündeme gelen geri dönüşüm, bir ürünün kullanımı sonucu arta kalan atığın, yapısını değiştirecek herhangi bir işleme tabi tutmadan veya işleme tabi tutularak aynı veya benzer amaçlar için kullanılmasıdır. Ambalaj atıklarının çevreye olan olumsuz etkilerinin azaltılması ve ekonomik kazanımların elde edilmesi çerçevesinde geri dönüşümün gerçekleşmesine yönelik çeşitli düzenlemelerin varlığı bilinmektedir. Bu düzenlemeler incelendiğinde, üretim ve tüketim sürecinde yer alan farklı taraflara çeşitli yükümlülüklerin getirildiği ve geri dönüşüme yönelik hedeflerin konulduğu görülmektedir. Bu noktada Ambalaj Atıkları Kontrolü Yönetmeliğine göre, ambalaj malzemesi (cam, plastik, metal, kâğıt/karton ve ahşap) ayırmaksızın 2021-2025 yılları arasında %55, 2026-2030 yılları arasında %65 ve 2031 ve sonrası için ise %70 geri dönüşüm hedefi getirilmektedir. Tarafların, belirlenen hedefler çerçevesinde yükümlülükleri yerine getirmesi beklenmekte ve ortaya çıkan veriler, oluşturulan bilgi sistemi üzerinden kayıt altına alınmaktadır.

Tüketimin dağıtık mekânsal yapısı dikkate alındığında, geri dönüşüm sürecini işletmek kolay olmamaktadır. Tam da bu nokta sözü edilen dağıtık yapıya aracı bir unsur olarak, Bilişim ve İletişim Teknolojileri (BİT) önem

kazanmaktadır. Bu bağlamda örneğin nesnelerin interneti ve sensör ile dönüşüme aracı olan atık kumbaralarının donatılması, uzaktan takibi kolaylaştırmakta ve optimal hareketliliğe imkân vermektedir. Burada yer verilen teknolojik araçlar aynı zamanda atıkların kaynağında kayıt altına alınmasına ve atık verisinin oluşmasına fırsat vermektedir. Elde edilen bu durum, geri dönüşüm sürecindeki performansın ölçümü açısından katkı sağladığı gibi, kamusal açıdan durumun görünür kılınmasını da sağlamaktadır. Fakat atık verisinin oluştuğu bu yapı içinde veri kontrol eden ve veriye sahip olan otoriteler yer almaktadır. Böyle bir durum, ilgili otoritelerin kontrolü altında verinin kamuoyuyla paylaşılmasına yol açabilmektedir. Bu noktada blokzincir teknolojisi, öncesinde sözü edilen teknolojilerle birlikte atık yönetimi sürecine yeni fırsatlar getirdiği düşünülmektedir. En genel ifadeyle blokzincir, aracı bir otoriteye ihtiyaç duyulmadan akıllı sözleşme yapısıyla verilerin kayıt altına alınmasına, verilerin değiştirilmemesine ve kolay erişimine fırsat veren bir teknoloji olarak tanımlamak mümkündür. Oluşturulan blokzincir yapısı herkese açık olabileceği gibi belirlenmiş taraflarla sınırlı tutularak kapalı da olabilmektedir. Ambalaj atıklarının geri dönüşümü sürecinde blokzincir teknolojisi; takip edilebilirliği kolaylaştırma, atık verilerinin kayıt altına alma ve veri kaybının önlenmesini sağlama, oluşan verilerde manipülasyonu önleme (belirli güç odaklarının etkisini azaltmak) ve veri güvenliğini sağlama, yer bazlı atık verisinin oluşmasına katkı sağlama, aracı kurumlara olan ihtiyacı giderme gibi kazanımları öne sürülmektedir. Diğer taraftan geri dönüşümü kapsayan blokzincir sürecine atık para (*wastecoin*) gibi araçlarla bireysel düzeyde teşvik mekanizmaları oluşturmak mümkün görünmektedir. Dolayısıyla tüm kazanımlarıyla blokzincir odaklı atık yönetimi; kararları güçlendirmesi, maliyetleri düşürerek verimliliği artırması, yapılan düzenlemelere uyumluluğu, şeffaflığı ve hesap verebilirliğe katkı sağlaması beklenmektedir. Diğer taraftan yer verilen faydalar öne sürülmekle birlikte, sistemin tam olarak kendini ispat etmediği, operasyonel açıdan sürdürülebilirliği ve yaygınlaşma konusunda bazı endişelerin olduğunu belirtmek gerekir.

İfade edilenler çerçevesinde bu çalışmanın amacı, nesnelerin interneti ve sensörleri de kapsayacak şekilde blokzincir teknolojisi üzerinden geri dönüşüm sürecini incelemektir. Çalışmada öncelikle mevcut durumda Türkiye’de geçerli olan geri dönüşüm süreci yasal ve örgütsel düzeyde ortaya çıkarılmakta, sorun alanları tespit edilmektedir. Sonrasında blokzincir teknolojisine odaklanılmakta ve geri dönüşüm sürecine sunduğu fırsatlar ele alınmaktadır. Ayrıca çalışmada, nesnelerin interneti, sensörler ve blokzinciri içeren, farklı aktörlerin yer aldığı bir geri dönüşüm modeli geliştirilmektedir.

I. Türkiye’de Ambalaj Atıkları Yönetiminin Mevcut Durumu ve Sorun Alanları

Atıklar, farklı biçimleriyle, farklı ölçeklerde karşılaşılan çevre sorunlarının temel sebebini oluşturmaktadır. Karşılaşılan bu problemlerle mücadele etmek amacıyla yine farklı ölçeklerde çeşitli kararların alındığı, çeşitli çabaların gösterildiği bilinmektedir. Katı atıklar, atıkların önemli bir türünü oluşturmaktadır. Katı atıklar da kendi içinde dayanıklı-dayanıksız, tehlikeli-tehlikesiz, elektronik-elektronik olmayan gibi farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Ambalaj atıkları, dayanıklı katı atıklar arasında yer almakta; ortaya çıktığı mekânsal/yerleşimsel ve ekonomik nitelikleriyle atıklar arasında ayırıcı yanları bulunmaktadır. Bu nedenle ambalaj atıklarının yönetiminde ayrı yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

İfade edilenler bağlamında ambalaj atıklarının yönetiminde de, mevcut ekonomik sistemle uyumlu olarak, sürdürülebilir atık yönetimi işletilmeye çalışılmaktadır. Bir süreci kapsayan sürdürülebilir atık yönetimi, atıkların önlenmesiyle başlamakta, azaltma, tekrar kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım ve bertaraf etme ile devam etmektedir¹. Ambalaj atıkları bağlamında ele alındığında bu yaklaşımda üreticiler ve tüketiciler, öncelikle ambalaj atıkların ortaya çıkmaması için çaba göstermekte, eğer ambalaj kaçınılmaz olarak ortaya çıkacaksa tekrar kullanmak, tekrar kullanım söz konusu olmuyorsa geri dönüşümün gerçekleşmesi, geri dönüşüm gerçekleştirilmiyorsa enerji elde edecek geri kazanımın gerçekleşme çabası gösterilmektedir. Burada belirtilen süreç “daha iyi” tercihlerle işletildiğinde, ambalaj atıklarının çevreye olan zararı azaltılmakta, diğer taraftan kaynaklarının verimli kullanılmasına katkı sağlayacak ekonomik bir kazanım elde edilmektedir.

Türkiye’de ambalaj atıklarının etkin yönetimini gerçekleştirmek için politikalar geliştirildiği ve mevzuat açısından çeşitli düzenlemelere ve yeni örgütlenmelere gidildiği görülmektedir. Bu bağlamda önemli politika belgelerinden biri Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı (2016-2023)’dir. Plan incelendiğinde, Türkiye’deki atık türleri ve yönetsel kapasite hakkında bilgiler verilmekte, atık yönetim sistemleri, ekonomik araçlar ve ihtiyaçlar ele alınmaktadır. Diğer taraftan bazı hedefler koyulduğu anlaşılmaktadır. Plan’da ambalaj atıkları ayrı bir başlık altında ele alınmakta ve bölgesel düzeyde mevcut durum ele alınarak hedefler konulmaktadır. Bu noktada 2023 yılına kadar geri dönüşüm oranı Marmara Bölgesinde %35, Ege Bölgesinde %57, Akdeniz Bölgesi’nde %60, İç Anadolu Bölgesi’nde %59, Karadeniz Bölgesinde %43,

1 *Lehmann, Steffen: “Optimizing Urban Material Flows and Waste Streams Urban Development through Principles of Zero Waste and Sustainable Consumption”, Sustainable Solid Waste Management, Edt. Syeda Unnisa Azeem ve S. Bhupatthi Rav, Toronto ve New Jersey: Apple Academic Press, 2012, s. 108.*

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde %34 ve Doğu Anadolu Bölgesi'nde %7 şeklinde belirlenmektedir (s. 54-61).

Ambalaj atıkları açısından Türkiye'de atılan önemli adımlardan biri de "Sıfır Atık" politikasıdır. Önce bir kampanya olarak başlatılan süreç, sonrasında bir yönetmeliğe konu olarak resmi bir biçim kazanmıştır. 2019 yılında yayınlanan Sıfır Atık Yönetmeliği incelendiğinde, atıkların azaltımı, önlenmesi gibi hususlara değinmekle birlikte, ağırlıklı olarak ambalaj atıklarının geri dönüşümünü kapsadığı anlaşılmaktadır. Bu bağlamda Yönetmelikle, bazı esaslar ve ilkeler belirlenmiş, sürecin etkin yönetimini sağlayacak bir Sıfır Atık Bilgi Sistemi kurulmuş, aktörler ve aktörlerin yükümlülükleri belirlenmiştir. Bu Yönetmelikle, öncelikle kamu kurumları nezdinde atık yönetim sistemleri kurularak örnek modeller oluşturulmak istendiği anlaşılmaktadır.

Türkiye'de atık yönetimini etkin kılmak adına atılan adımlardan bir diğeri de 2020 yılında yayınlanan Yönetmelik ile kurulan Türkiye Çevre Ajansı'dır. Ajans'ın faaliyet alanları incelendiğinde, ağırlıklı olarak depozito odaklı ambalaj atıklarının geri dönüşümüne odaklanıldığı anlaşılmaktadır. Bu birimin kurulmasıyla birlikte Haziran 2021'de Ambalaj Atıkları Kontrolü Yönetmeliği de güncellenmiştir. Bu yeni Yönetmelik incelendiğinde sıfır atık ve depozito sistemine entegrasyonun sağlanmaya çalışıldığı değerlendirilmektedir. Söz konusu Yönetmelikte genel olarak şu ilke ve esaslar belirlenmiştir:

- Ambalaj atıklarının sürdürülebilirlik çerçevesinde gerçekleştirilmesi,
- Ambalaj atıklarının yönetiminde genişletilmiş üretici sorumluluğu ve kirleten öder ilkesinin benimsenmesi,
- Ambalaj atıklarının yönetiminden sorumlu olan aktörlerin gerekli tedbirleri alması, yapılan harcamaların müteselsil sorumluluk ilkesi kapsamında karşılanması,
- Plastik poşet kullanımında ücretlendirme ve kullanımda sınırlandırma (yıllık 40 adet),
- 01.01.2022 tarihinden itibaren ambalajlı ürünlerin (insani tüketim amaçlı içecekler öncelikli olarak) depozito yönetim sistemi kapsamında piyasaya sürülmesi.

Yönetmelik, burada yer verilen esaslar kapsamında süreçte yer alan farklı aktörlere çeşitli yükümlülükler getirmektedir. Ayrıca Yönetmelikte, önceki yönetmeliğe göre daha geniş zaman aralığında ambalaj türü bağlamında geri dönüşüm hedefleri koyulduğu görülmektedir (bkz. Tablo 1).

Tablo 1: Yıllık Geri Dönüşüm Hedefleri

Yıllar	Malzeme cinsi bazlı geri dönüşüm oranı (%)				
	Cam	Plastik	Metal	Kâğıt/Karton	Ahşap
2026'ya kadar	70	55	60	75	25
2031'e kadar	75	55	70	85	30
2031 ve sonrası	75	55	70	85	30

Görüldüğü gibi Türkiye’de ambalaj atıklarının çevrede oluşan zararını azaltmak için çeşitli çabalar bulunmaktadır. Fakat geri dönüşüm sisteminin işleminde çeşitli sebeplerle ortaya çıkan bazı sorunlar görülmektedir. Belirtmek gerekir ki, yukarıda da yer verildiği üzere, depozito odaklı geri dönüşüm sistemine henüz geçilmediğinden dolayı, burada vurgulanan sorunlar, daha önceki Ambalaj Atıkları Kontrolü Yönetmeliği (mülga) dönemindeki uygulamalara dayanmaktadır. Bu sorunları şu başlıklar altında toplamak mümkündür: Ambalaj atık verisinin niteliği/şeffaflığı, örgütlenme ve performans. Veri, gerçekleşen bir durumun ne olduğunu anlamak ve geleceğe yönelik kararları isabetli kılmak için önemli bir kaynaktır. Dolayısıyla ambalaj atıklarının yönetiminin etkinliği için veri önemli görülmektedir. Bu noktada ambalaj verilerinin kayıt altına alınması ve tarafların sorumluluklarını yerine getirilmesi amacıyla Ambalaj Bilgi Sistemi oluşturulmuştur. Fakat söz konusu bilgi sistemine girilen veriler beyan esaslı olmasında dolayı hatalı bilgi riskinin olduğu ve ambalajları piyasaya sürenlerin önemli bir kısmının bilgi sisteminin dışında tutulduğu vurgulanmaktadır². Diğer taraftan atık verisiyle ilişkili olarak, TÜİK tarafından iki yılda bir yayınlanan belediye atık istatistiklerinin ambalaj atıklarının kaynağında ne derece ayrıştığını izlemeye yeterli olmaması (özellikle konutlarda), Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından belirli periyotlarla yayınlanan Ambalaj Atık İstatistikleri Bülteni’nin piyasaya sürülen ambalaj atıkları odaklı olması, üretilen ambalaj ile piyasaya sürülen arasındaki farkı dikkate almaması (bkz. Ambalaj Atıkları İstatistikleri)³, mekânsal/yerleşim yeri odaklı geri dönüşüm verisinin bulunmaması, verilerin güncelliğini korumaması, veriyle ilişkili diğer sorunlar olarak tespit edilebilir.

Örgütlenme ve performans açısından ele alındığında ise karşılaşılan sorunlar, geri dönüşüm sisteminin işletilmesi açısından belediyelerin yeterli çabayı göstermemesi, düzenli depolama tesislerine gönderilen atıkların

2 Sayıştay Raporu: “Plastik Atık Yönetimi”, 2022, s. 38, <https://sayistay.gov.tr/reports/download/3961-plastik-atik-yonetimi> (13. 05. 2022).

3 Sayıştay Raporu.

yoğunlukta olması⁴ (bkz. TÜİK Belediye Atık İstatistikleri) büyükşehir belediyeleri kapsamında yer alan belediyelerin öne çıkması; piyasaya süren/belediye, yetkilendirilmiş kuruluşlar ve toplama-ayırma tesisleri arasında kurulan iş birliğinin sınırlı düzeyde gerçekleşmesi; ülke genelini kapsayan standardın oluşmaması (uygulamada)⁵; ambalaj atıklarına sahip olanlar nezdinde geri dönüşüm sistemine dahil olacak teşvik mekanizmalarının veya araçlarının yokluğu, buna bağlı olarak kaynaktan ayrıştırmanın yaygınlaşmaması, mevcut durumda daha çok sokakta gerçekleştirilen geri dönüşümün uygun şartlarda gerçekleşmemesi şeklinde ifade edilebilir. Değinilmesi gereken bir diğer husus ise oluşturulmak istenen geri dönüşüm sisteminin finansmanı ile ilgili olmaktadır. Bu noktada Sayıştay Raporu'nda şu açıklamaya yer verilmektedir:

“Ambalaj atıklarının evsel atıklardan ayrı bir şekilde toplanmasının araç-gereç, ekipman ve personel başta olmak üzere birçok maliyet unsuru bulunmaktadır. GÜS gereğince bu maliyetlerin PS (Piyasaya Süren)ler tarafından karşılanması gerekmektedir. AAKY (Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (Mülga)'de yer alan hükümler çerçevesinde PS'ler YK (Yetkilendirilmiş Kuruluş)'lere üye olmak suretiyle bu maliyetlerin finansmanına katkı sağlamaktadır. Ancak mevzuatta yer alan muafiyet hükümleri ve ABS (Ambalaj Bilgi Sistemi)'de kaydı olmayan PS'lerin bulunması sebebiyle ambalaj atıklarının yönetimi için yeterli düzeyde mali kaynak oluşmamaktadır. Bu nedenle ambalaj atıklarının geri kazanılan miktarında yıllar itibarıyla önemli bir artış gözlenmemektedir.”

Anlaşılabacağı gibi sistemin işlemlerini sağlayacak finansmanın karşılanmaması, geri kazanım/dönüşüm miktarlarında yıllar itibarıyla bir artış olmamasının önemli bir gerekçesi gösterilmektedir. Bu durumun aşılması için 2020 yılında Geri Kazanım Katılım Payı (GEKAP) uygulaması başlatılmıştır. GEKAP'a ilişkin çıkarılan yönetmelik ile geri kazanım/dönüşüm maliyetleri kirleten öder ilkesine dayanarak genişletilmiş üretici sorumluluğu kapsamında üreticiler/PS'lere devredilmiştir. 2020 yılında 2 milyar TL'nin üzerinde gelir elde edildiği belirtilmekte, bu miktarının YK'lerin toplam bütçesinin yirmi katından fazla olduğu vurgulanmaktadır. GEKAP ile birlikte YK'lar aracılığıyla gerçekleştirilmeye çalışılan geri dönüşüm uygulamasından vazgeçilmiştir. Ayrıca bu yöntemle muaf tutulan PS'ler sistemin finansmanına dahil edilmiştir. Bu uygulamanın, geri dönüşüm sisteminin işlemesi açısından başarılı

4 Burada belirtilen durumun aşılması için 2021 yılında yayınlanan Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, m. 19/3'te şu düzenlemeye yer verilmektedir: “Yetkili idareler, ambalaj atıklarının belirli bir sistem dâhilinde toplanarak geri kazanımlarının sağlanması, bu atıkların düzenli depolama tesislerine gönderilmemesi ve bu tesislerce de kabul edilmemesi için gerekli önlemleri almakla yükümlüdür.”

5 Sayıştay Raporu.

bulunmaktadır. Fakat bu yöntem aracılığıyla oluşan gelirlerin nasıl kullanılacağına dair usul ve esasların belirlenmemesi, bir eksiklik olarak vurgulanmaktadır⁶.

Yukarıda mevcut durumda Türkiye'deki ambalaj atıkları yönetiminin genel bir görünümü ortaya çıkarılmaya odaklanılmış ve sorun alanları tespit edilmeye çalışılmıştır. Görüldüğü gibi gerçekleştirilen yeni düzenlemelerle ve örgütlenmelerle, geri dönüşüm sistemi etkin kılınmaya çalışılmakta fakat belirtilen sorunlar uygulamada varlığını korumaktadır. Bu noktada gelişen yeni teknolojiler, atık yönetimi açısından da yeni fırsatlar sunabilmektedir. Bir sonraki bölümde yeni gelişen teknolojiler arasında yer alan blokzincir teknolojisi, ambalajların geri dönüşümü bağlamında ele alınmaktadır.

II. Blokzincir Teknolojisinin Ambalaj Atıklarının Yönetiminde Sunduğu Fırsatlar

Teknoloji, atıkların yönetiminde bir araç olarak önem kazanmaktadır. Genel olarak ele alındığında teknoloji, sürdürülebilir atık yönetiminin tüm aşamaları açısından işlevi olabilmektedir. Bu aşamalardan birini de geri dönüşüm oluşturmaktadır. Özellikle ambalaj atıklarının ortaya çıktığı alanların dağıtık bir niteliğe sahip olması dikkate alındığında, özellikle ağ teknolojileri, dağıtık yapıdaki atıkların geri dönüşümünde yeni fırsatlar sunabilmektedir⁷. Bu bağlamda güncel olarak önem kazanan ve farklı alanlarda etkisini gösteren blokzincir teknolojisi, atıkların geri dönüşümüne yeni imkanlar getirmektedir.

Dünya geneli açısından en temel ve genel çevresel sorun alanı olarak iklim değişikliği gündeme gelmekte, bunu takiben biyo-çeşitlilik ve koruma, okyanus kirliliği, su güvenliği, temiz hava, hava olayları ve afetler öne çıkarılmaktadır⁸. Dolayısıyla atıklar, çevresel sorunlar açısından önemli bir alanı oluşturmaktadır. Karşılaşılan sorunların üstesinden gelmek veya etkisini azaltmak amacıyla gelişen teknolojiler yeni imkanlar sunabilmektedir. Bu noktada Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS), nesnelerin interneti, makine öğrenmesi, yapay zekâ, blokzincir teknolojisi gibi gelişen yeni teknolojiler atık yönetimi sürecinde yeni imkanlar

6 Sayıştay Raporu, s. 24-25.

7 Memiş, Levent: "Akıllı Kentler ve Akıllı Katı Atık Yönetimi", *Belediyelerin geleceği ve Yeni Yaklaşımlar 2. Cilt*, Edt. Mahmut Güler ve A. Menaf Turan, Marmara Belediyeler Birliği Kültür Yayınları, 2017, s. 492.

8 WEF: Building Block(chain)s for a Better Planet, 2018, https://www3.weforum.org/docs/WEF_Building-Blockchains.pdf, 27. 04. 2022.

sunabilmektedir⁹. Dördüncü sanayi devri olarak nitelendirilen dönemin diğer teknolojileriyle birlikte ele alındığında blokzincir, önemli potansiyeller taşımaktadır¹⁰. Dolayısıyla blokzincir, dördüncü sanayi devrini başka bir aşamaya taşıma potansiyeli taşımakta ve yeni kazanımlar oluşturmaktadır¹¹.

Blokzinciri, genellikle merkezi bir veri tabanına veya otoriteye ihtiyaç duymadan verilerin kalıcı olarak saklanabileceği sanal bir dağıtılmış defterdir¹². Benzer şekilde blokzincir, her bloğun (ilk ve son hariç) önceki ve sonraki blokla kriptografi yoluyla bağlandığı ve bu şekilde ayrılmaz bir blok zinciri haline geldiği bir dizi işlem bloğundan oluşan dağıtılmış bir defterdir¹³. Diğer bir ifadeyle blokzincirleri, kontrol aracı olmadan verileri güvenli bir şekilde depolayabilen ve dağıtabilen sanal defter ağları olarak düşünülebilir. Bağlantıyı kolaylaştırmak ve süreçleri çoğaltmak için kullanılan çoğu dijital teknolojinin aksine blokzincir, ağdaki bireylere değerli her şeyi (oy, finansal bir değer vb.) belirtebilir, güvenli bir şekilde dağıtabilir ve aktarabilir¹⁴. Blokzincir teknolojisinin kullanılabilirliğinin temel amaçları, paydaşlar arasında bilginin depolanması, korunması ve paylaşılması ile ilgili hesap verebilirliği, şeffaflığı ve güveni artırmaktır¹⁵. Bir durumda farklı taraflar söz konusuysa, bu taraflar arasında bilgi paylaşımına dayanan bir iş birliği veya ortaklık söz konusuysa, bu yapının işleminde güven önemli bir unsur, blokzincirin katkısı mümkün olmaktadır.

Blokzincir teknolojisini oluşturan dağıtılmış bilgi işlem ve kriptografi, öncesinde de olmasına rağmen Bitcoin'in ortaya çıkması ve yaygınlık

9 Steenmans, Katrien, Taylor, Philip ve Steenmans, Ine: "Blockchain Technology for Governance of Plastic Waste Management: Where Are We?", *Social Sciences*, 2021, 10, 1; Gopalakrishnan, P. Kumare, Hall, John Ve Behdad, Sara: *Cost Analysis and Optimization of Blockchain-Based Solid Waste Management Traceability System*, *Waste Management*, 2021, 120, 595.

10 WEF, *Building Block(chain)s*, s. 14.

11 Tinmaz, Hasan: "History of Industrial Revolutions: From Homo Sapiens Hunters to Bitcoin Hunters", *Blockchain Technology for Industry 4.0: Secure, Decentralized, Distributed and Trusted Industry Environment* Edt. Rodrigo da Rosa Righi, Antonio Marcos Alberti ve Madhusudan Singh, Springer, 2020, s. 5.

12 Steenmans, "Blockchain Technology for Governance", s. 2.

13 Pustisek, Mateyz, Zivic, Natasa ve Kos, Andrej: *Blockchain: Technology and Applications for Industry 4.0, Smart Energy, and Smart Cities*, De Gruyter, 2022, XIII.

14 INSEAD (2022): "How Blockchain Can Win the War Against Plastic Waste", 2022, <https://knowledge.insead.edu/blog/insead-blog/how-blockchain-can-win-the-war-against-plastic-waste-12006>.

15 Sahoo, Swagatika, Mukherjee, Arnab ve Halder, Raju: "A Unified Blockchain-Based Platform for Global E-Waste Management", *International Journal of Web Information Systems*, 2021, 17, 5, pp. 453.

kazanmasıyla popüler olmuş, daha fazla gündeme gelmeye başlamıştır¹⁶. Blokzincir, eşler arasında oluşan bir ağ aracılığıyla tüm işlemlerin merkezi olmayan bir defter içinde gerçekleşmesidir. Bu yapı içinde onay veren merkezi bir otoriteye ihtiyaç bulunmamaktadır. Değişimin gerçekleştiği birçok işlemde kullanmak mümkündür¹⁷. Bu yapının üç temel bileşeni bulunmaktadır: Dağıtılmış ağ, kripto ve akıllı sözleşmeler. Blokzincir, iki veya daha fazla düğümün birbiriyle çalıştığı dağıtılmış ağ kullanır. Kripto özelliği, güvenli bir şekilde taraflar arasından değerlerin transferine aracı olmaktadır. Ayrıca kripto yapısı, saldırıya uğrama ihtimali olan kişisel verilerin güvenlik açığını azaltmaktadır. Akıllı sözleşme, belirlenen kurallar üzerinden sistemin kendi kendine işlemlerini sağlamaktadır¹⁸. Diğer taraftan deftere kayıt edilen bilgilerin doğrulanması ve onaylanmasından sorumlu bir blokzincir bileşeni olarak konsensüs mekanizmasına vurgu yapılmaktadır. Bu yapı içinde işlemlerin ve blokların doğrulanması, doğrulayıcılar olarak adlandırılan düğümler tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu düğümler için iş kanıtı, kavram kanıtı, hisse kanıtı, kimlik kanıtı gibi farklı doğrulama algoritmaları kullanılmaktadır¹⁹.

Blokzincirin sahip olduğu özellikleri dolayısıyla güvenin teknolojişsi (*technology of trust*) vurgusu yapılmaktadır²⁰. Bu özelliğiyle farklı sektörlerde (kamu, özel ve sivil toplum kuruluşları), farklı iş süreçlerinde (tapu, oylama, tedarik zinciri yönetimi, finansman, otomotiv, sağlık, tarım, ticaret, eğitim, yönetim, akıllı kent, akıllı köy, sürdürülebilirlik, büyük veri, enerji interneti, döngüsel ekonomi gibi) blokzincir uygulamaları gündeme gelmektedir²¹.

16 WEF, "Building Block(chain)s", s. 9.

17 WEF, "Building Block(chain)s", s. 10.

18 WEF, "Building Block(chain)s", s. 10; *Hakak, Saqib, Khan, W. Zada, Gilkar, G. Amin, Haider, Noman, Imran, Muhammad ve Alkathiri, Saeed*: "Industrial Wastewater Management using Blockchain Technology: Architecture, Requirements, and Future Directions", *IEEE Internet of Things Magazine*, 2020, 3, 2, p. 39; *Gade, Dipak S. ve Aithal, Sreeraman*: "Blockchain Technology: A Driving Force in Smart Cities Development", *International Journal of Applied Engineering and Management Letters (IJAEML)*, 2020, 4(2), 240-341.

19 Hakak, "Industrial Wastewater Management", s. 39.

20 INSEAD, "How Blockchain Can Win".

21 *Pekdemir, Emine*: "The Use of Blockchain Technology in Public Administration: Implications for Turkey", A Thesis Submitted to the Graduate School of Social Sciences of Middle East Technical University, Ankara, 2021, s. 22; *Pustisek*, "Blockchain: Technology and Applications", s. 120-121; *Guo, Huaqun ve Yu, Xingjie* (2022): "A Survey on Blockchain Technology and its security", *Blockchain: Research and Applications*, 2022, Vol. 3, Issue 2; *Wu, Jiani ve Tran, N. Kgyuen*: "Application of Blockchain Technology in Sustainable Energy Systems: An Overview", *Sustainability*, 2018, 10, 3067; *Rejeb, Abderahman, Rejeb, Karim, Keogh, John G. ve Zailani, Suhaiza*: "Barriers to Blockchain Adoption in the Circular Economy: A Fuzzy Delphi and Best-Worst Approach", *Sustainability* 2022, 14, 3611; *Babaoglu, Cenay ve Karasoy, H. Alp*: "Kamu Yönetiminde Blokzincir: Kullanım Alanları ve Örnek Uygulamalar", *Sosyoekonomi*, 2020, 30 (52).

Blokzincir ile birlikte ele alınan konu alanlarından birini de çevre oluşturmaktadır. Bu bağlamda iklim değişikliğiyle mücadelede, biyolojik çeşitliliğin korunmasında, su güvenliğinin ve hava temizliğinin sağlanması, afetlere karşı dirençlilik kazanma gibi hususlarda blokzincir teknolojisinin çevre açısında katkı sunabileceği değerlendirilmektedir²².

Teknolojik gelişmeler, atık sorunun farkındalığının yükseltilmesi ve yeni çözümler getirilmesi noktasında dikkate alınmaktadır. Bu noktada blokzincir teknolojisi, genel olarak atık yönetiminin etkinliğini artırma, özelde de geri dönüşüm sisteminin etkin işleme için fırsat sunmaktadır. Geleneksel atık yönetimi sisteminde, atık ortaya çıktıktan sonra mücadele edilmeye başlanmakta ve daha çok bertaraf etmeye ağırlık verilmektedir. Bu sistemin iyileştirilmesi için sürdürülebilir atık yönetimi yaklaşımı gündeme gelmiştir. Bu yaklaşımı etkin kılma adına teknolojik gelişmeler yeni fırsatlar sunmuştur. Fakat söz konusu sürecin işletilmesinde bazı eksiklikler gündeme gelmektedir. Bu bağlamda gündeme gelen eksiklikler şunlardır: Takip edilebilirliğin yokluğu, atıklarda ekonomik değer kaybı, sürecin kontrolsüzlüğü ve politika uygulama mekanizmalarının yokluğu²³. Söz konusu teknolojik uygulamalar akıllı atık yönetimi başlığı altında toplanmaktadır²⁴. Detayda bakıldığında sensörlerin ve nesnelerin internetinin temel teknolojik bileşen olduğu görülmektedir²⁵.

İlgili literatürle paralel şekilde, uygulamada da pilot, geliştirilme ve proje aşamasında olan sınırlı düzeyde blokzincir odaklı atık yönetimi örnekleri görülmektedir²⁶. Bu noktada Steenmans, Taylor ve Steenmans (2021: 6-8) tarafından gerçekleştirilen araştırmada 21 adet uygulama tespit edilmektedir. Örnekler incelendiğinde Kanada, Norveç, Hindistan, İngiltere, Hollanda gibi, dünyanın farklı ülkelerinde olduğu, evsel, ticari ve sosyal atıkları kapsadığı, özellikle ağırlıklı olarak plastik atıklara odaklanıldığı anlaşılmaktadır²⁷. Başka bir araştırmada da atık yönetimini kapsayan blokzincir odaklı 20 projenin varlığı tespit edilmektedir. Projelerin genellikle bireysel girişimlerle başlatıldığı ifade edilmekte, bazılarının şirketler tarafından başlatıldığı, bir tanesinin de STK ve

22 WEF, Building Block(chain)s, s.10.

23 Gopalakrishnan, "Cost analysis and optimization", s. 596.

24 Memiş, "Akıllı Kentler ve Akıllı Atık Yönetimi".

25 Bu kapsamda Estonya, Almanya, Yunanistan, Hollanda, İspanya ülkelerinde geliştirilen uygulamalar için bkz. Lenz, Rainer, Barkel, Christa, Menegaki, Maria, Kloga, Marija ve Torrecilla, J. Maria: State of Digitalization in European Municipal Waste Management, 2021b, <https://blockwasteproject.eu>.

26 Lenz, Rainer: Blockchain Applications for Waste Management, 2021a, <https://blockwasteproject.eu>.

27 Gong, Yu, Xie, Shenghao, Arunachalam, Deepak, Duan, Jiang ve Luo, Jianli: "Blockchain-Based Recycling And its Impact on Recycling Performance: A Network Theory Perspective", *Business Strategy and the Environment*, 2022, 6.

kamu kurumunun iş birliğiyle başlatıldığı belirtilmektedir. Söz konusu uygulamalar incelendiğinde, nerdeyse tamamına yakınında takip ve izleme (*trace and track*) özelliğinin olduğu, aktörler açısından nerdeyse tamamının B2B ve B2C şeklinde uygulandığı, uygulamada belediye atığı, endüstriyel atık ve plastik atıkların öne çıktığı tespit edilmektedir²⁸. Bazı uygulamalarda da herhangi bir ülke sınırlaması getirilmeden küresel ölçekte uygulanmaya çalışıldığı veya planlandığı anlaşılmaktadır. Diğer taraftan uygulamalar incelendiğinde, bazılarının kripto para özelliklerinin, bazılarının kripto para odaklı yeniden kullanımı ve geri dönüşüm ödülleri kapsadığı (Plastic Bank gibi), bazılarının atıkların izlenmesi ve takibine odaklandığı ve diğer bazılarının ise akıllı sözleşme uygulamalarına odaklandığı görülmektedir²⁹. Uygulamaların bazıları şöyledir³⁰:

- **Smart bin:** İskandinav akıllı kent ağının bir girişimi olarak geliştirilmiş. Amaç, atık yönetimini izlemek ve atık bertarafının verimliliğini artırmaktır.
- **Swachhcoin/Smartbins (SWbin):** Evsel ve endüstriyel atıklar yönetimi için Blokzincir tabanlı geliştirilen bir uygulama. Amaç atıklardan ekonomik kazanım elde etmek. Bu sistem büyük veri, yapay zeka ve nesnelerin internetinden oluşmakta.
- **Plastic Bank:** Okyanustaki (Haiti, Philipinler, Endenozya ve Brezilya'yı kapsayan) plastiklerle mücadele etmek için 2013 yılında, Canada, Vancouver'de kurulmuştur. Bu uygulama, blokzincir odaklı bir uygulamayla atıklar satın alınmakta ve bu sistem üzerinden atıkları getirenler bir para elde etmektedirler. Tüm işlemler gerçek zamanlı olarak kayıt altına alınmakta ve korunmaktadır. Bu uygulamada Hyperledger Fabric kullanılmaktadır. Hatta sistem taraflar için bir dijital cüzdan sunmaktadır. 13 milyon libre plastiğin geri dönüştürüldüğü ve kazanıldığı belirtilmektedir. Plastic Bank, plastik atıkların toplanmasını, krediyi ve yeniden kullanım için endüstrilere teslim yoluyla tazminatı içeren geri dönüşüm sürecinin tüm döngüsünü izlemek için oluşturulmuş bir sistemdir. plasticbank.com
- **Circularise:** 2018 yılında Den Haag, Hollanda'da kurulmuş. Veri kümelerini veya tedarik zinciri ortaklarını kamuya açıklamadan değer zinciri şeffaflığını teşvik etmek için blok zinciri tabanlı bir açık kaynaklı iletişim protokolünden oluşmaktadır. Bu uygulama aracılığıyla taraflar güvenli şekilde verilerini paylaşabilmektedir. Bu platform aynı zamanda atıklar üzerinden bir iletişim işlevi görmekte, taraflar arasında bilgiler paylaşılmaktadır. Bu uygulamayla taraflar anonim kalmakta, paylaşılan bilgiler kolayca güncellenmekte, erişim

28 Lenz, "Blockchain Applications for Waste Management", s. 5-8.

29 Steenmans, "Blockchain Technology for Governance", s. 6-8.

30 Hakak, "Industrial Wastewater Management", s.42; Peshkam, Michael: "Transforming Plastic Pollution Using Blockchain", 2019, <https://www.blockchainresearchinstitute.org/project/transforming-plastic-pollution-using-blockchain/> (05. 05. 2022).

haklarını belirlemek ve bilgileri kolay ve verimli bir şekilde doğrulamak mümkün olabilmektedir. Ethereum kullanılmaktadır. circularise.com

- **Empower:** 2018 yılında kurulan sistemin iki temel bileşeni bulunmakta: fon Empower Plastic Waste Fund ve para EmpowerCoins (EMP). Bu platform gerçekleştirilen bağış miktarı kadar atıkların toplanmasını taahhüt etmektedir. Örneğin bir şirket belirli bir miktar bağışta bulunmakta, bu platforma bağışın karşılığı olarak atık toplamakta, atığı getirenlere para vermektedir. Bu işlemler aynı zamanda web sayfası üzerinden ilan edilmektedir³¹.

Mevcut durumda gerçekleştirilmeye çalışılan atık yönetimi ile blokzincir odaklı atık yönetimini şu şekilde karşılaştırmak mümkündür³² :

Mevcut durumda atık yönetimi

- **Manual sözleşmeler:** Terimler ve kurallar, bir kağıda yazılmakta ve taraflarca imzalanmaktadır.
- **Günlük olarak depolanan veri:** Tekil bir kullanıcı/yönetici tarafında verilerin kontrol edilmesi, düzenlenmesi ve yönetimi söz konusudur.
- **Üçüncü bir tarafın doğrulaması:** Verinin doğrulanması için üçüncü bir tarafa ihtiyaç duyulmakta.
- **Bilginin paylaşımı için tekli düğüm:** veriler, merkezileşmiş bir yapı içinde tek bir veri tabanında tutulmaktadır.
- **Tüm kullanıcılar için açık olmayan veri:** Veri tabanındaki verilere sadece yönetici erişebilmekte ve düzenleyebilmekte.
- **Uyumluluk ihlallerini takip etmenin zorluğu:** Sadece yönetici, veri tabanına erişim sağlamakta.
- **İnsan hatasının yüksekliği:** Verinin bir yönetici aracılığıyla girilmekte.
- **Başarısızlık riskinin yüksekliği:** Verini tek bir yerde depolanması, bozulmasına veya silinmesine yol açabilmektedir.

Geleneksel katı atık yönetimi

- **Manual sözleşmeler:** Terimler ve kurallar, bir kağıda yazılmakta ve taraflarca imzalanmaktadır.
- **Günlük olarak depolanan veri:** Tekil bir kullanıcı/yönetici tarafında verilerin kontrol edilmesi, düzenlenmesi ve yönetimi söz konusudur.

31 <https://www.empower.eco/>

32 Gopalakrishnan, P. Kumare, Hall, John ve Behdad, Sara: "Cost Analysis and Optimization of Blockchain-Based Solid Waste Management Traceability System", *Waste Management*, 2021, 120, 597.

- **Üçüncü bir tarafın doğrulanması:** Verinin doğrulanması için üçüncü bir tarafa ihtiyaç duyulmakta.
- **Bilginin paylaşımı için tekli düğüm:** veriler, merkezileşmiş bir yapı içinde tek bir veri tabanında tutulmaktadır.
- **Tüm kullanıcılar için açık olmayan veri:** Veri tabanındaki verilere sadece yönetici erişebilmekte ve düzenleyebilmekte.
- **Uyumluluk ihlallerini takip etmenin zorluğu:** Sadece yönetici, veri tabanına erişim sağlamakta.
- **İnsan hatasının yüksekliği:** Verinin bir yönetici aracılığıyla girilmekte.
- **Başarısızlık riskinin yüksekliği:** Verini tek bir yerde depolanması, bozulmasına veya silinmesine yol açabilmektedir.

Blokzincir, verileri ve işlemleri güvenli bir şekilde depolayarak ve yürüterek güvenliği sağlamaya yardımcı olabilecek merkezi olmayan bir teknolojidir. Atık verilerinin merkezileştirilmiş bir noktada toplanması ve işlenmesi, katılımcılar arasında veri tutarsızlıklarına neden olabilmekte ve bu durum sınırlı iş birliklerine yol açabilmektedir. Diğer taraftan merkezi bir noktada toplanan veriler, istenildiği gibi değiştirilmeye, silinmeye, saldırılara karşı savunmasız olduğundan daha az güvenilir olarak vurgulanmaktadır. Atık verilerinin güvenli ve güvenilir olması, karar vericilerin kararını birinci derecede etkilemektedir. Blokzincir odaklı atık yönetimi ile daha iyi kararlar, verimliliğin yükseltilmesi, maliyet verimliliği ve ilgili düzenlemelere uygun hareket edilmesi beklenmektedir³³.

İfade edilenler kapsamında blokzincir odaklı atık yönetiminin şu getirilerinin olabileceği vurgulanmaktadır:

- **Açıklık ve takip edebilirlik:** Bir e-ürünün yaşam seyrini takip etmek mümkün olabilmektedir.
- **Veri kayıplarının önlenmesi:** Atık yönetimi sürecinde oluşan veriler, dijital olarak Blokzincire kayıt olmaktadır.
- **Kimlik doğrulama:** Blokzincir teknolojisinde üretilen verinin kaynağının belgelenmesi, personel kimlik bilgilerinin doğrulanmasına katkı sağlamaktadır.

33 Ahmad, R. Wasim, Salah, Khaled, Jayaraman, Raja, Yaqoob, Ibrar ve Omar, Mohammed: "Blockchain for Waste Management in Smart Cities: A Survey", *IEEE Access*, 2021, Vol. 9, pp. 131522; Sahoo, "A Unified Blockchain-Based Platform", s. 450-451.

- **Dolandırıcılık ve manipülasyonun önlenmesi:** Blokzincir teknolojisinin sahip olduğu takip edilebilirlik ve doğrulama özellikleri, atık verisine yönelik gerçekleşebilecek olumsuzlukları engellemektedir.
- **Veri güvenliği:** Blokzincir teknolojisinin sahip olduğu kripto ve protokol özellikleri, verilerin elde edilmesinde ve saklanmasında güvenliği oluşturmaktadır.
- **Veri tutarlılığı ve değişmezliği:** Blokzincir teknolojisinin desantarilize ve dağıtık yapı özellikleri, atık yönetimi sürecinde veri tutarlılığını sağlamakta ve verilerin silinmesine, değiştirilmesine veya unutulmasına engel olmaktadır.
- **Maliyet verimliliği:** Atık yönetimi sürecinde maliyetleri düşürmektedir.
- **Tedarik zincirinde şeffaflık:** Blokzincir teknolojisi atığın takibine izin vermekte, tedarik sürecindeki gelişmeler görülebilmektedir.
- **Bir merkezde toplanan verileri dağıtma:** Atık verisinin bir merkezde toplanarak yönetilmesi, geleneksel atık yönetiminin problemleri yanı sıra olarak vurgulanmaktadır. Blokzincir teknolojisiyle bir aktörün sahip olduğu veriyi diğer aktör de erişebilmektedir.
- **Programlanabilirlik ve otomasyon:** Atık yönetimi sürecinde farklı aktörler arasında gerçekleşmesi muhtemel faaliyetler, kendi kendini yürüten akıllı sözleşmeler aracılığıyla otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir.
- **Sahte ürünlerin ve merdiven altı üretimin önüne geçilmesi.**

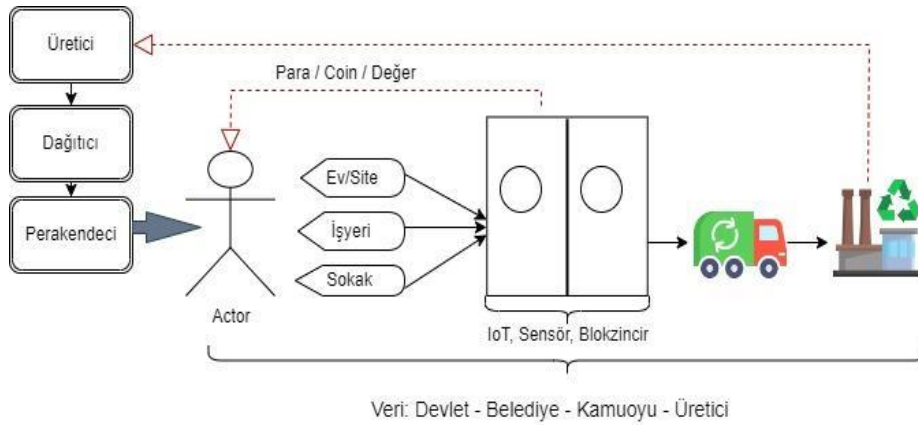
İfade edilenler çerçevesinde geri dönüşüm sisteminin gereklilikleri ile blokzincir teknolojisinin birbirini tamamlayan bir niteliğe sahip olduğu belirtilebilir. Şöyle ki, geri dönüşüm sistemi dağıtık bir yapıya, dolayısıyla farklı aktörlerin varlığına, buna bağlı olarak yatay örgütlenmeye ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca geri dönüşüm sisteminin işleyişinin görünür kılınması, performansının ölçülebilir olması adına güvenilir veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer taraftan geri dönüşüm sisteminin etkin işlemesi için teşvik mekanizmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Mevcut durumda merkezileşmiş geri dönüşüm sisteminden kaynaklı sınırlılıklar söz konusu olmaktadır. Burada vurgulanan gereklilikler ve sınırlılıkların aşılmasında blokzincir teknolojisinin özellikleri önem kazanmaktadır. Bu bağlamda blokzincir teknolojisiyle akıllı sözleşmeler üzerinden, merkezi olmayan bir yapı içinde farklı aktörlerin yatay iş birlikleri gerçekleştirilebilmekte, token, coin gibi araçlarla teşvik oluşturulabilmekte, veri üretilmekte, kripto niteliğiyle korunmakta ve güvenli şekilde ilgili taraflarla paylaşılabilir.

III. Bir Model Önerisi: Blokzincir Tabanlı Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü

Önceki bölümlerde atık yönetiminde karşılaşılan sorunlar, Türkiye bağlamında tespit edilmiş ve blokzincir teknolojisinin olası katkısı ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Çalışmanın bu kısmında blokzincir odaklı ambalaj atıklarının geri dönüşümü, oluşturulan bir model üzerinden sunulmaktadır. Bu modelin geliştirilmesinde Türkiye bağlamında tespit edilen sorunlardan hareket edilmektedir. Diğer taraftan ilgili literatürden ve benzer uygulama örneklerinden yararlanılmıştır.

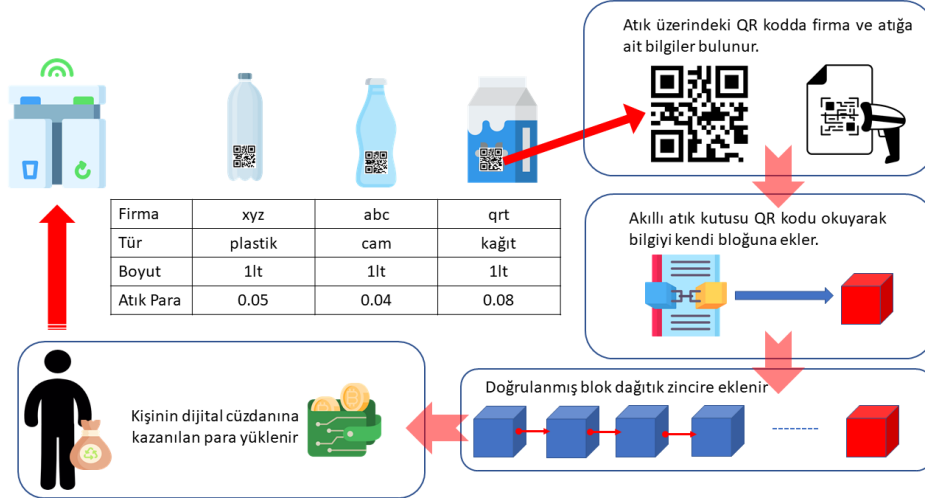
Öne sürülen modelin genel çerçevesi Şekil 1’de yer verilmektedir.

Şekil 1: Blokzincir Geri Dönüşüm Sisteminin Genel Çerçevesi



Şekil 1’de öne sürülen modelin en temel bileşenini nesnelere interneti, sensör ve blokzincir teknolojisini içeren atık kambarası oluşturmaktadır. Perakende noktalarından satın alınarak farklı yaşam alanlarında dağıtık şekilde ortaya çıkan ambalaj atıkları, yer verilen atık kambaraları aracılığıyla blokzincir sistemine dahil olabilmektedir. Bu sistemin temel belirleyicilerinden biri, maddi bir karşılık oluşturarak ayrıştırmayı teşvik etmesidir. Atık kambaraları, kentin farklı noktalarına, özel ve kamusal alanlara yerleştirilebilir. Atık kambaraları üzerinden ambalaj atıkları tür, piyasaya süren ve miktar açısından veriye dönüştürülerek bloklara dahil edilerek farklı tarafların ilgisine sunulabilmektedir. Diğer taraftan önerilen sistem, biriktirilen ambalaj atıklarının taşınması, işlenmesi ve yarı mamule veya hammaddeye dönüşme sürecini de kapsayacak şekilde belirlenmektedir.

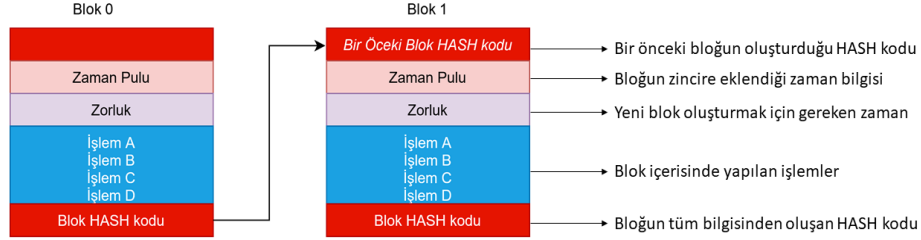
Şekil 2: Blokzincir Odaklı Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşüm Sisteminde Verinin Oluşumu ve Teşvik



Şekil 2’de önerilen modelde atık verisinin oluşumuna, blokzincir içinde nasıl yer aldığına ve ayrıştırıcılar açısından oluşan teşvik mekanizmasına yer verilmektedir. Burada önemli unsurlardan biri ambalaj atığını piyasaya sürenlerin ambalaj üzerine yerleştirecekleri QR kod ile kimliklerinin belirlenmesidir. Yer verilen ambalajın üzerine veya dijital filigranlar veya RFID etiketleri aracılığıyla basılmış QR kod ve nesnelerin interneti üzerinden ambalaj atıkları sisteme dahil olmaktadır. Hatta tüketiciler akıllı telefonlarda yer alabilecek bir uygulamayla QR kodu okutarak bir kripto kredi/karbon kredisi/değeri üretebilmektedir. Bu kapsamda tüketici ambalajın sahibi olmakta ve onu imha etmekten sorumlu tutulmaktadır. Aynı zamanda blokzincir ambalajlar için dijital bir pasaport oluşturmakta, bu sayede ambalajın bileşimi, ham ve geri dönüştürülmüş plastiklerin oranı, malzemenin menşei gibi bilgiler elde edilmekte³⁴. Bu sayede piyasaya süren bazında geri dönüşüm durumu görülebilecektir. Bu işlemler üzerinden oluşan veriler ayrı bloklar halinde sistem içinde yer alabilmektedir.

34 Peshkam, “Transforming Plastic Pollution”, s. 8.

Şekil 3: Blokzincir Tabanlı Geri Dönüşüm Sisteminde Blokların Oluşumu

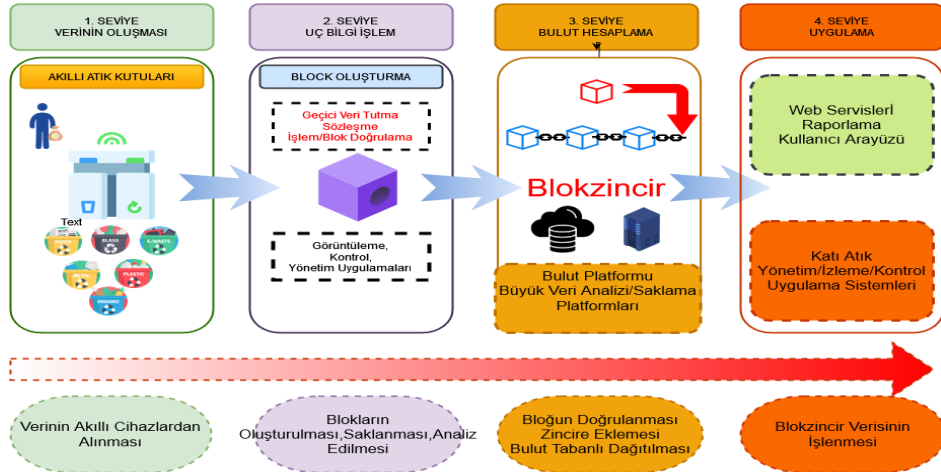


İşlem Bilgisi

İşlem	Kişi IDsi	Firma ID's	Atık ID'si	Kazanç	Tarih/Saat
İşlem A	EE29E8AA8725678278ACA39CF7ABFD2A849CD7378A686316017B81C51D720E7	3608BCA1E44E6ACAD268EB6D802260269892C0B428688B1E77A6FA16C3C282	7A3E6816CB75F48F8897EFF3AE732F3154F6D203853F3660F01B4C3B68C2DF9	0.05	4.07.2022 17:13:38
İşlem B	2ED86E72D5AAF346259836A79BD8BA6CDE1D7E537892E6A2C60FFB89CE93A4DB	BA78168F8F01CFEA4141400ESDAE2223B00361A396177A9CB410FF61F20015AD	A1DD6837F2846258D81C868F1D8C85SDC408805BAE24C94ED5F55C477326EA2	0.05	4.07.2022 17:13:38
İşlem C	E60908E65523A57A3F09EB7413B28A348E94B919340908BA7F3740EF01D09AF9	ABC8EC35401B68F84E07F87A1748BE3028FA2914653831E26E08E0202D905CD8	88C04138FFFD0570A8A6F9C780A8D2C9E90C4D107551D62B3CEC9FF1F5B634	0.08	4.07.2022 17:13:38
İşlem D	E60908E65523A57A3F09EB7413B28A348E94B919340908BA7F3740EF01D09AF9	489CD508C708C7E541DE407CD91CE6D0F1613573B7FC5840D3942CC8B555CF35	9C1850FCAA632F21890EAC5E9B66E02FA85BE32A920B6CAE7696C9B691E48ACB	0.05	4.07.2022 17:13:38

Şekil 3'te sistem içinde bir blok yapısının nasıl oluşturulduğu gösterilmektedir. Görüldüğü gibi bir blokta önceki bloğun HASH kodu, zincire eklendiği zaman bilgisi, yeni blok için gereken zaman, blok içinde gerçekleştirilen işlem bilgisi ve blokta bulunan tüm bilgileri içeren HASH kodu yer almaktadır.

Şekil 4: Blokzincir Tabanlı Geri Dönüşüm Sisteminin Yapısını Oluşturan Katmanlar



İfade edilenler çerçevesinde genel olarak ele alındığında blokzincir tabanlı geri dönüşüm sisteminin yapısı Şekil 4’te de yer verildiği üzere dört katmandan oluşmaktadır³⁵. İlk katman, Şekil 1’de yer verildiği gibi akıllı kumbaralar üzerinden verilerin elde edilmesinden oluşmaktadır. Sistemin ikinci katmanında, verilerden blokların oluşması yer almaktadır. Üçüncü katmanında, ayrı ayrı oluşan blokların doğrulanması, bir birine eklenmesi ve bulut tabanlı dağıtımı yer almaktadır. Son katmanında ise bloklarda yer alan verilerin işlenerek, belirlenen kriterler üzerinden (herkese açık veya belirli kişilere açık şekilde) ilgili taraflara sunulmasından oluşmaktadır.

1. Gündeme Getirilen Modelin Muhtemel Sorun Alanları ve Netleştirilmesi Gereken Alanları

WEF (2020: 31) tarafından yayınlanan bir raporda, blokzincir bağlamında ortaya çıkabilecek boşluklar/sorun alanları bugün, yakın ve uzak gelecek şeklinde zamansal olarak sınıflandırılmaktadır. Bu noktada günümüz açısından siber güvenlik, düzenleme yapısı, teknik olarak birlikte çalışabilirlik ve standartlar, uzlaşma yönetimi ve akıllı sözleşmelerin uygulanabilirliği; yakın gelecek açısından veri bütünlüğü, sınır ötesi düzenleyici tutarsızlıklar, denetim, anonimliğin korunması ve enerji tüketimi; uzak gelecek açısından telif hakkı ve küresel dijital kimlik konuları gündeme getirilmektedir. Atık yönetimi özelinde ele alındığında blokzincir uygulamasıyla birlikte: Zihinsel (geri dönüşüm farkındalığının düşüklüğü ve yaşanan tereddütler), teknolojik (tamamlayıcı altyapının yokluğu ve mevcut sisteme dahil olmada yaşanan güçlükler), içsel (finansal kaynakların yetersizliği ve tecrübe eksikliği) ve dışsal (kamu politikalarının yokluğu, teşvik edici ve yasal engeller) başlıklar altında bazı engellere dikkat çekilmektedir³⁶.

Blokzincir tabanlı atık yönetimi sürecinde farklı aktörlerin yer alması, normal şartlarda işletilmeye çalışılan geri dönüşüm sürecinde olduğu gibi örgütlenme açısından yeni ihtiyaçları gündeme getirmektedir. Bu noktada “ağ” temelli bir örgütsel yapının kurulmasının ve işletilmesinin, blokzincir tabanlı atık yönetim sürecini etkinleştireceği öne sürülmektedir³⁷. Benzer şekilde Steenmans, Taylor ve Steenmans (2021: 12) da, blokzincir teknolojisinin özelliklerinden hareketle, sürecin iyi yönetimi açısından (good) yönetim yaklaşımını gündeme taşımaktadır. Benzer şekilde Olnes, Ubacht ve Janssen (2017: 359) de, hem blokzincir yapısının oluşturulması ve işlerlik kazanmasında hem de blokzincir mekanizmasının kendi işleyişinde yönetim yaklaşımının varlığına ve önemine

35 Hakak, “Industrial Wastewater Management”, s. 40.

36 Gong, “Blockchain-Based Recycling”, 10.

37 Gong, “Blockchain-Based Recycling”.

dikkat çekilmektedir. Lenz vd. (2022: 38) de, blokzincir tabanlı atık yönetiminin işletilmesinde farklı aktörlerin varlığına ve yönetişime vurgu yapmaktadır. Dursun ve Üstündağ (2021) de zincir üzerinde yönetişim (*on-chain governance*) yaklaşımını gündeme getirmektedir. Dolayısıyla paylaşılan ortak özellikler (katılım, şeffaflık, hesapverebilirlik, etkinlik, verimlilik gibi), üzerinden yönetişim ile blokzincir teknolojisinin bir birini tamamladığı ifade edilmektedir.

Atıklar, belirli bir aşamadan sonra kamusal bir meseleye dönüşmektedir. Dolayısıyla blokzincir odaklı kurulacak bir geri dönüşüm sisteminde kamusal ve çevresel çıkarlar ilk sırada yer alması gerekecektir. Bu noktada blokzincir odaklı geri dönüşüm sisteminin kurulması ve işlemesi açısından bazı sorular gündeme gelmektedir. Bu sorular şöyle sıralamak mümkündür: Blokzincir tabanlı geri dönüşüm sistemini kim başlatacak?, Hangi tür olacak ?, Blokzinciri kim yönetecek?, Blokzincirin yönetişim stratejileri ne olacak?, Hangi ölçekte uygulanacak?, Maliyetleri kim karşılayacak? enerji maliyeti, diğer teknik maliyetler?, Blokzincir tabanlı uygulamaların kamu politikası içinde yer alması, devletin tanınması?, Sisteme yönelik gerçekleştirilecek saldırılar?, Birlikte çalışabilirliğin sürdürülmesi? vb.

Yer verilen sorulardan hareketle sistemin işlemesi adına en temel hususlardan biri, ilgili devlet otoritesinin blokzincir teknolojisi üzerinden üretilen coin, token gibi değerleri resmi olarak kabul etmesine dayanmaktadır. Teşvik sağlamak adına farklı alternatifler olmakla birlikte, blokzincir sisteminin özgünlüğü açısından bu durum önemli olmaktadır. Diğer taraftan iki husus önem kazanmaktadır: Yatay şekilde ortaya çıkan böyle bir yapıda girişimi ve koordinasyonu kim sağlayacak ve sistemin finansmanı nasıl sağlanacak?. Burada kentsel alanda ortaya çıkan atığı yönetmekle sorumlu olan aktör olarak belediye önemli bir role sahip olmaktadır. Blokzincir tabanlı atık yönetimini de kapsayan bir araştırmada³⁸ sistemden ortaya çıkan verilerin yönetiminde, sistemin sağlıklı işlemesinde, farklı aktörler arasında iş birliklerin gerçekleştirilmesinde belediyeye önemli roller verildiği görülmektedir. Pulsfort, Wankmüller ve Reiner (2021: 4-5), blokzincir teknolojisine dayalı tokenlerin pet şişelerin geri dönüştürülmesi üzerine etkisi bağlamında uluslararası konumda içecek şirketlerinin temsilcileri/uzmanları ile mülakat ve odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen görüşmelerde: Token uygulamasının, plastik kirliliğini azaltabileceği, oluşacak dijital içerikle tarafların kazanım elde edeceği, bu yapılan çalışmaların sürdürülebilirliğe katkı sağlayacağı ifade edilmektedir. Diğer taraftan blokzincir teknolojisinin plastik atıkların takibini ve izlenmesine imkân verdiği, plastik atıkların dijital bir kimlik kazanarak

38 Lenz, Rainer, Barkel, Christa ve Tsangaratos, Paraskevas: "Handbook 3: Blockchain-based Municipal Waste Management", <https://blockwasteproject.eu>, 7.

üretimden tüketime tüm süreçlerinin takip edilebileceği, bu durumun atık verisinin kalitesini yükselteceği, devlet ve şirketlerin geri dönüşüm miktarlarını takip edebileceği vurgulanmaktadır. Liu, Zhang ve Medda (2021: 43), tarafından ele alınan diğer bir araştırmada da, plastik atıkların geri dönüşümünü etkin kılmak, aracılara olan ihtiyacı ortadan kaldırmak, paydaşlar arasında güven oluşturmak amacıyla blokzincir odaklı plastik kredi sistemi öne sürülmektedir (detaylarıyla sunulmakta). Bu sistemin en temel parçasını PlastikChain (iki parçadan oluşmakta: CreditChain ve M-InfoChain) oluşturmaktadır. Bu sistem sayesinde, piyasada yer alan plastik atıkları için taraflara (plastik üreticiler ve piyasaya sürenler) birleşik ve güvenilir bir sistem sunulmakta, tüketiciler, geri dönüşümün aracı bir unsuru olarak sistemden yararlanabilmekte, geri dönüşüm sürecindeki işlem maliyetleri azalmakta, plastik üretim bilgileri, sistemde yer alan taraflarca kontrol edilebilir ve denetlenebilir olmaktadır.

Bir diğer husus ise hangi ölçekte uygulanacağı meselesidir. Gündeme getirilen sistem ağ temelli olmasından dolayı farklı ölçeklerde uygulanma potansiyeli taşımaktadır. Bu noktada bir kent düzeyinde kurulabileceği gibi ulusal ve ulus üste düzeyde de kurulabilir. Sao Paulo’da küçük bir belediye tarafından bir uygulama geliştirilmiştir. Düşük gelirli haneleri hedefine alan bu uygulamada, ambalaj atıkları elektronik atık kumbaralarına getirilerek “*Green Coins*” ismi verilen değer elde etmektedir. Bu söz konusu coinler, yerel marketlerde kullanılabilir. Ayrıca bu uygulamayla gençlerin geri dönüşüm konusunda farkındalığı kazanılmak istenmektedir. Sözü edilen süreç bir mobil uygulama veya QR kode üzerinden takip edilebilmektedir³⁹.

Gündeme getirilen sistemin finansmanı açısından ise mevcut belediye bütçesinden ve “*kirlenen öder ve genişletilmiş üretici sorumluluğu*” kapsamında oluşan kaynaklardan yararlanmak mümkün olabilir. Bu noktada Türkiye’de 2020 yılında başlatılan GEKAP, söz konusu bu sistemin kurulumu ve işletilmesinde finansal bir kaynak oluşturabilir. Yine tüketiciler açısından depozito tekniğine dayanan teşvik mekanizmasının kurulması mümkün görünmektedir.

Burada son olarak karşılaşılan sorunlara çözüm aracı olarak Blokzincir teknolojisinin kullanımı için rehberlik edecek bazı soruları gündeme getirmek yerinde görülmektedir⁴⁰:

- Blokzincir, karşılaşılan probleme çözüm olabilecek mi?
 - Blokzincir, uygun bir araç mı?
 - Açıklık ve takip edilebilirlik, karşılaşılan sorunun önemli bir parçası mı?

39 França, A. S. L., Neto, J. A., Gonçalves, R. F. ve Almeida, C. M. V. B.: “Proposing the Use of Blockchain to Improve The Solid Waste Management in Small Municipalities”, *Journal of Cleaner Production*, 2020, 244, 4-5.

40 WEF, “Building Block(chain)s”, s. 26.

- Yerelleşme, çözüm için önemli bir parça mı?
- Yeni finans kaynaklarına erişmek ve işlemlerinin etkinleştirilmesi mi istenmekte?
- Olumsuz riskler veya istenmeyen sonuçları kabul edilebilir şekilde yönetebilir misiniz?
 - Veri güvenliği düzenlemeleri ve risklerin uygulamaları düşünüldü mü?
 - Veri kalitesiyle ilgili riskler incelendi mi?
 - Blokzincir odaklı çözümün enerji tüketimi karşılaşılabılır mı?
 - Enerji tüketimi açısından optimal bir platform kullanılıyor mu?
 - Blokzincir kullanımının ölçeklenebilir zorlukları var mı ve bunların üstesinden gelinebilir mi?
- Paydaşlardan oluşan bir eko-sistem oluşturuldu mu?
 - Blokzincir yapısı içinde yer alacak aktörler ve iş birliği yapılacak alanlar belirlendi mi?
 - Sorumlu kullanımı tanımlamaya yardımcı olmak için hem kullanıcıları hem de daha geniş paydaşları sürece dahil ettiniz mi?
 - Paydaşların Blokzincirin nasıl kullanıldığını anlamalarını ve güvenmeleri nasıl sağlanabilir?

Yer verilen bu sorular Blokzincir odaklı kurulacak bir geri dönüşüm sisteminde, yol gösterici olabilecektir.

Sonuç

Kamusal açıdan önemli gündem maddelerinden birini atıklar oluşturmaktadır. Atıklar etkin yönetilmediğinde, yakın ve uzak çevrede, birçok sorunla karşılaşmak kaçınılmaz olmaktadır. Bu bağlamda var olan ekonomik sistemle uyumlu olarak günümüzde benimsenen yaklaşım sürdürülebilir atık yönetimidir. Bu yaklaşım belirli öncelikle hareket etmekte, önce atığın ortaya çıkmaması için çaba sarf edilmekte, sonrasında sırasıyla tekrar kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım ve bertaraf ile son bulmaktadır. Söz konusu atık yönetimi yaklaşımının hayata geçirilmesinde, sosyal, kültürel, hukuki vb. değişkenler etkili olmaktadır. Bu değişkenlerden biri de teknolojidir. Yer verilen sürecin işletilmesinde teknolojik gelişmeler yeni fırsatlar sunabilmektedir.

İfade edilenler bağlamında bu çalışmada, sürdürülebilir atık yönetiminin önemli bir parçası olan geri dönüşüm, blokzincir odaklı ele alınmıştır. Gerçekleştirilen incelemede geri dönüşüm sisteminin gerekleri ile blokzincir teknolojisinin sahip olduğu niteliklerin birbirini tamamladığı, dolayısıyla yeni bir çözüm getirdiği kanaati oluşmaktadır. Bir ağ yapısına dayanan blokzincir teknolojisi, akıllı sözleşme, kripto, dağıtılmış ağ, blok, defter gibi temel özellikleriyle; dağıtık yapısıyla farklı aktörlerin iş birliğine ihtiyaç duyulan geri

dönüşüm sistemine yeni bir imkân sunmaktadır. Ayrıca söz konusu blokzincir odaklı geri dönüşüm sistemi, atık verisinin oluşmasına, güvenli şekilde saklanarak ilgili tarafların kullanımına sunmak açısından da kazanım sağlamaktadır. Buradan hareketle çalışmada somut olarak bir model öne sürülmüştür. Öne sürülen modelin temel bileşenini sensör, nesnelerin interneti ve blokzincir teknolojisinin dahil olduğu akıllı atık kumbarası oluşturmaktadır. Sistemin işleyişi bu kumbaradan başlamaktadır. Kamusal ve özel alanlara yerleştirilecek bu kumbaralar ile atıkların geri dönüşümü sağlanacak, oluşan veriler aracılığıyla bloklar oluşacak ve tüketicilere teşvik edici coin, token gibi değerler sunulabilecektir. Yer verilen böyle bir modelin işleminde bazı sorular güncelliğini koruduğunu ve bazı netleşmeyen yönlerinin olduğunu belirtmek gerekmektedir.

Sonuç olarak, sistemin işleminde karşılaşılan kısıtlılıklar saklı kalarak, yer verilen blokzincir odaklı geri dönüşüm sistemi hayata geçirildiğinde, kaynağında ayrıştırma, depozito sistemini dahil ederek geri dönüşümü teşvik etme, geri dönüşüm şartlarını iyileştirme, geri dönüşümün denetlenebilirliğini sağlama, materyal değer kayıplarını önleme, piyasaya sürülen atıkların anlık geri dönüşüm verisini oluşturma, oluşan veriyle birlikte tüm taraflar açısından süreci görünür kılma, şeffaflık sağlama, oluşan verinin güvenliğini sağlama, üretilen ile piyasaya sürülen arasındaki tutarsızlığı azaltma, farklı taraflar ile kendiliğinden işleyen bir ağ yapının oluşması ve bu bağlamda süreci denetleyen veya işleten bir üst otoriteye ihtiyaç duyulmaması gibi faydalar elde etmek mümkün olabilecektir.

Kaynakça

- Ahmad, R. Wasim, Salah, Khaled, Jayaraman, Raja, Yaqoob, Ibrar ve Omar, Mohammed:** “Blockchain for Waste Management in Smart Cities: A Survey”, *IEEE Access*, 2021, Vol. 9, pp. 131520-131541.
- Babaoğlu, Cenay ve Karasoy, H. Alpay:** “Kamu Yönetiminde Blokzincir: Kullanım Alanları ve Örnek Uygulamalar”, *Sosyoekonomi*, 2022, 30 (52), 283-297.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2023),** https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/haberler/ulusal_at-k_yonetim-eylem_plan--20180328154824.pdf, 12. 05. 2022.
- Dursun, Taner ve Üstündağ, B. Berk:** “A Novel Framework For Policy Based on-Chain Governance of Blockchain Networks”, *Information Processing and Management*, 2021, 58, 102556.
- França, A. S. L., Neto, J. A., Gonçalves, R. F. ve Almeida, C. M. V. B.:** “Proposing the Use of Blockchain to Improve the Solid Waste Management in Small Municipalities”, *Journal of Cleaner Production*, 2020, 244, 118529.

- Gade, Dipak S. ve Aithal, Sreeramana:** “Blockchain Technology: A Driving Force in Smart Cities Development”, *International Journal of Applied Engineering and Management Letters (IJAEML)*, 2020, 4 (2), 237-252.
- Guo, Huaqun ve Yu, Xingjie:** “A Survey on Blockchain Technology and its Security”, *Blockchain: Research and Applications*, 2022, Vol 3, Issue 2, 100067.
- Gong, Yu, Xie, Shenghao, Arunachalam, Deepak, Duan, Jiang ve Luo, Jianli:** “Blockchain-Based Recycling and Its Impact on Recycling Performance: A Network Theory Perspective”, *Business Strategy and the Environment*, 2022, 1-25.
- Gopalakrishnan, P. Kumare, Hall, John ve Behdad, Sara:** “Cost Analysis and Optimization of Blockchain-Based Solid Waste Management Traceability System”, *Waste Management*, 2021, 120, 594-607.
- Hakak, Saqib, Khan, W. Zada, Gilkar, G. Amin, Haider, Noman, Imran, Muhammad Ve Alkatheiri, Saeed:** “Industrial Wastewater Management using Blockchain Technology: Architecture, Requirements, and Future Directions”, *IEEE Internet of Things Magazine*, 2020, 3, 2, p. 38-43.
- INSEAD:** How Blockchain Can Win the War Against Plastic Waste, 2022, <https://knowledge.insead.edu/blog/insead-blog/how-blockchain-can-win-the-war-against-plastic-waste-12006>, 20. 05. 2022.
- Lenz, Rainer:** Blockchain Applications for Waste Management, 2021, <https://blockwasteproject.eu>, 20. 05. 2022.
- Lenz, Rainer, Barkel, Christa, Menegaki, Maria, Kloga, Marija ve Torrecilla, J. Maria:** State of Digitalization in European Municipal Waste Management, 2021b, <https://blockwasteproject.eu>, 20. 05. 2022.
- Lenz, Rainer, Barkel, Christa ve Tsangaratos, Paraskevas:** Handbook 3: Blockchain-based Municipal Waste Management, 2022, <https://blockwasteproject.eu>, 20. 05. 2022.
- Lehmann, Steffen:** “Optimizing Urban Material Flows and Waste Streams Urban Development through Principles of Zero Waste and Sustainable Consumption”, *Sustainable Solid Waste Management*, Edt. Syeda Unnisa Azeem ve S. Bhupatthi Rav, 2012, Toronto ve New Jersey: Apple Academic Press.
- Liu, Chao, Zhang, Xiaoshuai ve Medda, Francesca:** “Plastic Credit: A Consortium Blockchain-Based Plastic Recyclability System”, *Waste Management*, 2021, 121, 42–51.
- Memiş, Levent:** “Akıllı Kentler ve Akıllı Katı Atık Yönetimi”, *Belediyelerin geleceği ve Yeni Yaklaşımlar 2. Cilt*, Edt. Mahmut Güler ve A. Menaf Turan, Marmara Belediyeler Birliği Kültür Yayınları, 2017, 483-503.
- Memiş, Levent:** “Sürdürülebilir Kentsel Kalkınma ve Katı Atık Yönetiminde Ağ Yönetişimi: Giresun İli Örneği”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, SBE, Sakarya, 2016.
- Olnes, Svein, Ubacht, Jolien ve Janssen, Marijn:** “Blockchain in Government: Benefits and Implications of Distributed Ledger Technology For Information Sharing”, *Government Information Quarterly*, 2017, 34, 355–364.
- Pekdemir, Emine:** “The Use of Blockchain Technology in Public Administration: Implications for Turkey”, A Thesis Submitted to the Graduate School of Social Sciences of Middle East Technical University, Ankara, 2021.

- Peshkam, Michael:** “Transforming Plastic Pollution Using Blockchain”, 2019, <https://www.blockchainresearchinstitute.org/project/transforming-plastic-pollution-using-blockchain/> (05. 05. 2022).
- Pulsfort, Johannes, Wankmüller, Christian ve Reiner, Gerald:** “The Impact of Blockchain-Enabled Tokenization on Plastic Waste: An Empirical Study”, *28th EurOMA Conference*, 2021.
- Pustisek, Matevz, Zivic, Natasa ve Kos, Andrej:** “Blockchain: Technology and Applications for Industry 4.0, Smart Energy, and Smart Cities”, De Gruyter, 2022.
- Rejeb, Abderahman, Rejeb, Karim, Keogh, John G. ve Zailani, Suhaiza:** “Barriers to Blockchain Adoption in the Circular Economy: A Fuzzy Delphi and Best-Worst Approach”, *Sustainability*, 2022, 14, 3611.
- Sahoo, Swagatika, Mukherjee, Arnab ve Halder, Raju:** “A Unified Blockchain-Based Platform for Global E-Waste Management”, *International Journal of Web Information Systems*, 2021, 17, 5, pp. 449-479.
- Sayıstay Raporu:** “Plastik Atık Yönetimi”, 2022, <https://sayistay.gov.tr/reports/download/3961-plastik-atik-yonetimi> (13. 05. 2022).
- Steenmans, Katrien, Taylor, Philip ve Steenmans, Ine:** “Blockchain Technology for Governance of Plastic Waste Management: Where Are We?”, *Social Sciences*, 2021, 10, 434.
- Tinmaz, Hasan:** “History of Industrial Revolutions: From Homo Sapiens Hunters to Bitcoin Hunters”, *Blockchain Technology for Industry 4.0: Secure, Decentralized, Distributed and Trusted Industry Environment*, Edt. Rodrigo da Rosa Righi, Antonio Marcos Alberti ve Madhusudan Singh, Springer, 2020, s. 1-26.
- WEF:** “Building Block(chain)s for a Better Planet”, 2018, https://www3.weforum.org/docs/WEF_Building-Blockchains.pdf, 27. 04. 2022.
- WEF:** Global Technology Governance Report 2021: “Harnessing Fourth Industrial Revolution Technologies in a COVID-19 World”, 2020, https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Technology_Governance_2020.pdf, 27. 04. 2022.
- Wu, Jiani ve Tran, N. Kgyuen:** “Application of Blockchain Technology in Sustainable Energy Systems: An Overview”, *Sustainability*, 2018, 10, 3067.

Yeşil Finans Uygulamaları Çerçevesinde Blok Zincir Teknolojisi ve Tokenizasyon

Zeynep Küçükıralı

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Doktora Öğrencisi

Dr. Öğr. Üyesi Kerim Eser Afşar

Dokuz Eylül Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
İktisat Bölümü

Giriş

İklim değışikliği günümüzün en önemli çevresel tehdididir. Küresel sıcaklık, şimdiden sanayi öncesi dönemin yaklaşık 1°C üzerine çıkmıştır. Emisyonların azaltılmadığı durumda, küresel sıcaklığın 2040 yılına kadar 1,5°C, 2065 yılına kadar 2°C, 2100 yılına kadar ise 4°C artması beklenmektedir¹. Küresel sıcaklık artışı, biyoçeşitliliği ve insan sağlığını tehdit etmesinin yanı sıra mevcut sosyal ve ekonomik sistem için de birçok zorluğu beraberinde getirmektedir. Küresel düzeyde iklim değışikliği kaynaklı tüm afetlerin toplam ekonomik maliyeti, son on yılda yıllık ortalama 170 milyar dolar olmuştur. Birleşmiş Milletler raporuna göre, iklim değışikliği kaynaklı ekonomik maliyet artmakta ve yoksulluğu derinleştirmektedir². Bu bağlamda iklim değışikliği, yalnızca bir çevre sorunu değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik de bir sorundur.

Eylül 2015'te Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde yoksulluğun azaltılması, gezegenin korunması ve 2030 yılına kadar tüm insanların barış ve refah içinde yaşamasının sağlanması amaçlarını içeren, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nin (Sustainable Development Goals) yer aldığı 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi kabul edilmiştir. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri 17 ayrı başlık altında kalkınmanın sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğine yönelik hedefler içermektedir. Kısa bir süre sonra,

- 1 World Wide Fund for Nature: "Backgrounder: Comparing Climate Impacts at 1.5°C, 2°C, 3°C and 4°C", 2017, s. 1.
- 2 United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR): "Global Assessment Report 2022, Our World at Risk: Transforming Governance for a Resilient Future", 2022, s. 32.

12 Aralık 2015'te Paris'te gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı (COP21), iklim değişikliği ile mücadelede bir diğer dönüm noktası olarak kabul edilmektedir. Bu konferansın en önemli çıktısı, 196 katılımcı tarafca kabul edilen Paris Anlaşması'dır³. Paris Anlaşması, yasal olarak bağlayıcı nitelikte olan uluslararası bir anlaşmadır. Anlaşma kapsamında, küresel sıcaklık artışının 2 santigrat derece ile sınırlandırılması için sera gazı emisyonlarının azaltılması, iklim değişikliğine karşı dayanıklılığın güçlendirilmesi ve uyumun artırılması amaçları doğrultusunda gelişmekte olan ülkelere finansman desteğinin sağlanması ele alınmaktadır. Görüleceği üzere, son yıllarda ekonomiler iklim değişikliğini dikkate alan adımlar atmaya başlamıştır. Ancak, Sachs vd.'nin⁴ deyiimiyle çağdaş küresel ekonominin en hayal kırıklığı yaratan yönü, yeterli yatırımın yapılmamasıdır.

İklim değişikliğinin sınırlandırılması ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılabilmesi için yıllık 4 trilyon dolarlık yatırım gerekmektedir. Ancak, mevcut yatırımlarla yalnızca %35'i karşılanmakta ve yıllık 2,5 trilyon dolarlık yatırım açığı oluşmaktaydı. Covid-19 pandemisi sonrası ise bu açığın büyüdüğü görülmektedir. OECD raporuna göre, Covid-19 pandemisi 2020 yılında mevcut finansman açığını 1,7 trilyon dolar artırmıştır. Sürdürülebilir yatırımların mevcut yıllık yatırım açığı böylece 4,2 trilyon dolar seviyesine yükselmiştir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin, sürdürülebilir yatırımlar için finansmana erişim imkânı daha düşüktür. Küresel finansal varlıkların değeri, 2021 yılı verilerine göre 380 trilyon dolar seviyesindedir. Bu varlıkların yaklaşık %80'i gelişmiş ekonomilerin elinde bulunmaktadır. Kalan %20'lik kısmın %15'i Çin'de olmak üzere, dünya nüfusunun %84'ünün yaşadığı gelişmekte olan ülkelere aittir. OECD raporuna göre, küresel finansal varlıkların yalnızca %1'inin yeşil yatırımlara tahsis edilmesi, sürdürülebilir kalkınma hedefleri için gerekli olan finansman açığını giderebilir⁵. Bunun yanında, 2021 yılı itibariyle karbon emisyonlarında yıllık %6 düşüş sağlayacak yatırımların yapılması, maliyetleri yıllık 100 ile 200 milyar dolar seviyesine düşürebilir⁶. Dolayısıyla, iklim değişikliği ile mücadelede finansman probleminin çözülmesi öncelikli konulardan biridir.

3 Paris Anlaşması 4 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bkz. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>.

4 Sachs, J. D., Woo/W. T., Yoshino N. ve Taghizadeh-Hesary, F.: "Why is Green Finance Important?", Asian Development Bank Institute (ADBI) Working Paper, 917, 2019, s.1.

5 OECD: "Global Outlook on Financing for Sustainable Development 2021, A New Way to Invest for People and Planet", 2020.

6 Merrill, R. K./Schillebeeckx S. J. D. ve Blakstad, S.: "Sustainable Digital Finance in Asia, Creating Environmental Impact through Bank Transformation", DBS & SDFA Working Paper, 2019, s. 9.

Söz konusu yatırım açığının kapatılmasına yönelik kamu bütçelerinin sınırlı olması nedeniyle, özel finansmana ve yenilikçi finansal araçlara ihtiyaç duyulmaktadır⁷. Blok zinciri teknolojisi, yenilikçi finansal araçlar içerisinde ön plana çıkan uygulamaların temelini oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında, blok zinciri teknolojisinin ve bu teknoloji altında gelişen “tokenizasyon” yönteminin yeşil finans uygulamalarında kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Tokenizasyon yeni bir konu olduğu için yeşil finans alanında kullanımını araştırın çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu bağlamda çalışma, blok zinciri teknolojisi ve Menkul Kıymet Token Teklifi (Security Token Offering/STO) uygulamalarını ele alan literatüre katkı yapma potansiyeline sahiptir.

Çalışmanın devamı şu şekilde kurgulanmıştır. Birinci bölümde yeşil finans ve yeşil finansın karşı karşıya olduğu zorluklar ele alınacaktır. İkinci bölümde, blok zinciri teknolojisinin yeni finansman yöntemlerine değinilecektir. Üçüncü bölümde ise, blok zinciri teknolojisinin yeşil finansa entegre edilmesi durumunda yaratacağı olası etkilere yer verilecektir. Çalışma sonuç ve tartışma bölümü ile sonlanmaktadır.

I. Yeşil Finans

Yeşil finansın genel kabul görmüş bir tanımlaması bulunmamakla birlikte, sürdürülebilir projelerin gelişimini ve finansmanını ifade eden geniş bir kavramdır. Genel bir ifade ile, çevresel risklerin azaltılmasını amaçlayan, kaynakların verimli kullanıldığı ve sosyal kapsayıcılığın artırıldığı yeşil bir ekonomi yaratmaya yönelik çalışmalara odaklanmış ve buna yönelik finansmanın teşvik edilmesini kapsayan bir kavram olarak tanımlanabilir. Yeşil finans, yeşil tahviller, yeşil fonlar, yeşil bankalar, karbon piyasası araçları, yeşil merkez bankacılığı ve finansal teknoloji (fintech) gibi yeni finansal araçlar ve yeni politikalar aracılığıyla, karbon emisyonlarının azaltılmasına ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesine yönelik yatırımların finansmanının artırılmasını içermektedir. Sachs vd.⁸ sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin karşı karşıya olduğu zorlukları üçe ayırmıştır; (i) doğru projelerin belirlenmesi, (ii) kamuyu, özel sektörü ve birden fazla ülkeyi içinde barındıran karmaşık projelerin geliştirilmesi ve (iii) projelerin finansmanının sağlanması. Buna göre, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilebilmesinin yapı taşlarından biri yeşil finans uygulamalarıdır. Son yıllarda iklim değişikliği ile mücadeleye yönelik atılan finansal adımlarda, iklim değişikliği yatırımları,

7 Nassiry, D.: “The Role of Fintech in Unlocking Green Finance, Policy Insights For Developing Countries”, ADBI Working Paper, 883, 2018, s. 1.

8 Sachs, J. D., Woo/W. T., Yoshino N. ve Taghizadeh-Hesary, F.: “Why is Green”, s. 2.

sürdürülebilirlik fonları veya yeşil tahviller gibi yeni finansman araçlarının artmaya başladığı görülmektedir. Ancak yeşil varlık piyasası, küresel finansal piyasaların halen çok düşük bir payına sahiptir. Climate Bonds Initiative'in raporuna⁹ göre, 2018'de iklim uyumlu tahviller tahvil piyasasının yalnızca %1,5'ünü (1,45 trilyon dolar) oluşturmaktadır.

Berensmann ve Lindenberg¹⁰, yeşil finansın karşı karşıya olduğu zorlukları sınıflandırmıştır: çevresel dışsallıkların içselleştirilememesi, bilgi asimetrisi, “yeşil” tanımının net olmaması, tasarruf sahiplerinin kısa vadeli yatırım ufku, mali ve çevre politikalarının koordinasyon eksikliği ve yeşil ekonomiye geçiş için devlet desteği kapsamının net olmaması. Falcone ve Sica¹¹ ise bu zorlukları şu şekilde sıralamaktadır: hükümet politikalarının belirsizliği, yeni teknolojilerin ticarileşmesi için politika desteğinin eksikliği, finansal araçların kısa vadeli yönelimi, sınırlı finansman desteği ve finansman seçeneği. Bunların yanında, minimum sermaye gerekliliğinin yüksek olması da önemli bir zorluktur. Yeşil yatırımların düşük getiri oranları, uzun vadeli finansman gerektirmesi ve geleneksel varlıklara göre daha riskli algılanması nedeniyle bankalar yeşil varlık ihraç etme konusunda isteksiz davranmaktadır¹². İşletmelerin yeşil dönüşüm konusundaki yatırımları, yüksek belirsizlik barındırmakta ve düşük getiri sağlamaktadır. Özellikle küçük ölçekli işletmeler, yeşil yatırımları için krediye erişimde dezavantajlı konumdadır. İyi bir kredi geçmişi ve güçlü teminat yapıları sayesinde büyük ölçekli işletmeler daha iyi finanse edilmektedir. Sınırlı ve eşitlikçi finansman, yeşil yatırımların çevresel etkilerini azaltmaktadır¹³. Yeşil finansın karşı karşıya olduğu kritik bir diğer zorluk, yatırımların etkinliğini izlemek ve raporlamaktır. Geleneksel yeşil varlıklarda fonların yeşil etkisi ile ilgili net veriler elde edilmesi zordur ve yatırımların etkinliğini değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır.

Blok zinciri teknolojisi, yeşil finansın karşı karşıya olduğu birçok zorluğun üstesinden gelme potansiyeli taşımaktadır. Marke ve Silvester'a göre blok zinciri teknolojisi iklim finansmanı ve yeşil yatırımlarda finansla teknolojiyi

9 Climate Bonds Initiative: “Bonds and Climate Change, The State Of The Market”, 2018.

10 Berensmann, K./Lindenberg N.: “Green Finance: Actors, Challenges and Policy Recommendations”, German Development Institute Briefing Paper, 23, 2016, s. 2.

11 Falcone, P. M./Sica, E.: “Assessing The Opportunities and Challenges of Green Finance in Italy: An Analysis Of the Biomass Production Sector”, *Sustainability*, 11(2), 2019.

12 Sachs, J. D., Woo/W. T., Yoshino N. ve Taghizadeh-Hesary, F.: “Why is Green”, s. 5.

13 Zhang, Y./Wei, W.: “Does blockchain technology promote the development of green finance, Evidence from China”, *International Conference on Management Science and Industrial Economy*, 2020, s. 192.

birleştirmek için en uygun zemini sağlamaktadır¹⁴. Bu bağlamda, yeşil finansın karşı karşıya olduğu zorlukların çözümünde yeni yollar sunabilir.

II. Blok Zincir Teknolojisi ve Finansman

Blok zinciri teknolojisi, devam eden dijital dönüşüm sürecinin yeni bir aşamaya girmesini sağlamıştır. Bu teknoloji kendisine başta finans olmak üzere, çeşitli sektörlerde uygulama alanı bulmaya devam etmektedir. 2008 yılında Nakamoto¹⁵ tarafından tanıtılan blok zinciri teknolojisi, eşler arası işlemlerle geleneksel finansal sistemdeki aracılık faaliyetlerini azaltmayı amaçlar. Dağıtılmış bir veri tabanı olarak ifade edebileceğimiz blok zinciri teknolojisi, işlemlerin merkezi bir aracıya ihtiyaç duyulmadan eşler arasında gerçekleştirildiği ve Dağıtılmış Defter Teknolojisi (Disributed Ledger Technology/DLT) sayesinde sistem katılımcıları tarafından onaylanarak, şeffaf ve değiştirilemez bir şekilde kaydedildiği bir ağ oluşturur. Merkeziyetsiz yapısı, şeffaflık, anonimlik, güvenlik ve değişmezlik sağlama gibi özellikleriyle blok zinciri teknolojisi, aracıları azaltma, işlem maliyetlerini düşürme, uluslararası erişilebilirliği artırma, likidite sağlama ve karşı taraf riskini azaltma gibi potansiyel avantajlar barındırmaktadır.

Blok zinciri tabanlı kripto para piyasalarının son yıllarda önemli bir piyasa değeri ve popülerite elde etmesine bağlı olarak, teknolojinin kendisi nispeten kripto paraların gölgesinde kalmıştır. Ancak, son zamanlarda ortaya çıkan blok zinciri tabanlı yeni finansman yöntemleri, bu teknolojinin finansal sektörün dönüşümünde potansiyel faydalarının incelenmesi için motivasyon kaynağı oluşturmaktadır. Blok zinciri teknolojisi altında geliştirilen yeni finansman yöntemlerinden biri “Menkul Kıymet Token Teklifi” (Security Token Offering/STO) uygulamalarıdır. STO uygulamaları, blok zinciri teknolojisinin düzenlenmiş menkul kıymet piyasaları ile entegre edilmiş hali olarak tanımlanabilir¹⁶. Tokenizasyon ise, varlıkların blok zinciri teknolojisi aracılığıyla menkul kıymetleştirilmesidir. STO uygulamaları ile yapılan işlem, varlıkların tokenizasyon yoluyla dijital ikizlerinin oluşturulması olarak ifade edilebilir.

STO uygulamaları, çıkarıldıkları yasal bölgenin Menkul Kıymetler Yasası'na uyumlu olmak zorundadır. İlk token arzlarında (Initial Coin Offering/ICO) ve merkeziyetsiz borsalardaki token arzı (Initial Dex

14 Marke, A./Sylvester, B.: “Decoding the Current Global Climate Finance Architecture”, *Transforming Climate Finance and Green Investment with Blockchains*, 2018, s. 58.

15 Nakamoto, S.: “Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System”, *Decentralized Business Review*, 1(1), 2008.

16 Deloitte: “Security Token Offerings The Next Phase Of Financial Market Evolution”, 2020, s. 1.

Offering/IDO) gibi tokenizasyon süreçlerinde yatırımcılar, hukuki olarak korunmasız durumdadır. Bu nedenle toplanan fonların reel yatırımlara dönüş oranı çok düşüktür. STO uygulamaları, tokenizasyonun tüm avantajlarını kullanırken, yasal bir statüye de sahip olmaları nedeniyle yatırımcılar için gerekli olan güven unsurunu sağlayabilmektedir. Bu nedenle STO, yakın gelecekte blok zinciri temelli finansal dönüşümün en kritik aşaması olabilir.

Tokenizasyona konu olan varlıklar, finansal veya finansal olmayan varlıkları kapsayabildiği gibi, fiziki veya fiziki olmayan varlıkları da kapsayabilmektedir. Hisse senedi, tahvil, fon gibi finansal varlıkların yanında, konut, arazi veya altyapı gibi varlıkların da tokenizasyon yoluyla dijital temsilleri oluşturulabilmektedir. Bu tokenize varlıklar, literatürde “menkul kıymet tokenleri” olarak adlandırılmaktadır. Bazı düzenleyici kurumlar ise STO’ları (örn. Almanya Banka Düzenleme ve Denetleme Kurumu/BaFin) “dijital menkul kıymetler” olarak mevzuata geçirmiştir.

STO uygulamaları çıkarıldıkları yasal bölgenin menkul kıymetler yasasına uyum zorunlulukları sayesinde ihraççı ve yatırımcılara yasal güvenlik sağlarken, blok zinciri teknolojisinin avantajları ile birlikte verimliliği artırmanın bir yolunu sunmaktadır. Ancak, menkul kıymet tokenlerinin yasal düzenlemelere tabi olmasına rağmen, henüz netleştirilmiş ve genel kabul görmüş bir yasal çerçeve bulunmamaktadır. Bugün dünyada Almanya, İsviçre, Hong Kong, Japonya gibi yalnızca birkaç ülke menkul kıymet tokenlerinin, düzenlemesini netleştirme konusunda öncü olarak hareket etmektedir. Haziran 2021 tarihinde Almanya’da “Elektronik Menkul Kıymetler Yasası” yürürlüğe girmiştir. Bu yasa ile birlikte menkul kıymet tokenleri Almanya’da yasal bir kimlik kazanmıştır. Türkiye’de Sermaye Piyasası Kurulu’nun (SPK) ise Menkul Kıymet Tokenleri ile ilgili herhangi bir düzenlemesi bulunmamaktadır. SPK’nın 2018 yılında, ICO uygulamaları ile ilgili yayınladığı metinde, “*token satışı uygulamalarının, Kurulun düzenleyici sınırlarına girip girmediği, durum bazında farklılık gösterecektir*” ifadesi yer almaktadır¹⁷. Bu bağlamda Türkiye’de menkul kıymet tokenlerinin açık bir şekilde düzenlenmediği söylenebilir. Bununla birlikte Türkiye’de, henüz uygulamaya koyulmuş bir STO projesi de bulunmamaktadır¹⁸.

17 Sermaye Piyasası Kurulu: “Sermaye Piyasası Kurulu Bülteni”, 2018/42, 2018, s. 4.

18 2019 yılında Türkiye’de yerleşik bir firma, Menkul Kıymet Token ihracı için bir çalışma yapmıştır. İhraç için Amerikalı bir aracı kurum ile çalışılmış ancak, aracı kurumdaki “ihracın pek mümkün olmadığı” şeklinde bir dönüş alınmıştır. Bu olumsuz dönüşün, şirketin iç nedenlerinden mi, yoksa Türkiye’deki düzenleme eksiklikleri gibi dış nedenlerden mi kaynaklandığı, yorum yapabilmek açısından kritiktir. Konu ile ilgili şirketten henüz bir bilgi edinemediğimiz için, ilgili girişim detaylandırılmamıştır.

III. Blok Zincir Teknolojisi ve Yeşil Finans

Zhang ve Wei¹⁹ yeşil finansın etkinliğini artırmak için blok zinciri teknolojisi kullanımlarını dört başlık altında toplamıştır. İlk olarak, yeşil varlıklara yönelik finansal iş süreçlerinin blok zinciri teknolojisi ile optimize edilmesi önerilmektedir. Blok zinciri teknolojisi, finansal iş süreçlerinde farklı kurumlar arası bilgi alışverişini kolaylaştırabilir; inceleme ve değerlendirme maliyetlerini azaltabilir; kaynak tahsis verimliliğini ve şeffaflığı artırabilir. İkinci olarak, blok zinciri teknolojisi hangi varlıkların “yeşil” olduğunun net bir şekilde tanımlanması için kullanılabilir. Bu sayede, farklı yeşil varlık ihraçlarında uyulması gereken kriterler tek bir çatı altında toplanabilir. Üçüncü olarak, blok zinciri teknolojisi karbon emisyonu ticaretine entegre edilerek tek bir takas sistemini oluşturulabilir. Böylece işlem verilerinin güncelliği, doğruluğu ve değişmezliği garanti altına alınarak işlem riskini ve maliyeti azaltılabilir. Dördüncü olarak, blok zinciri teknolojisinin şeffaflığı ve hesap verilebilirliği artırması sayesinde finansal riskler gerçek zamanlı bir şekilde gözlemlenebilir ve kontrol edilebilir. Blok zinciri teknolojisi, bahsi geçen kullanım alanları doğrultusunda yeşil varlıkların karşı karşıya olduğu zorlukları çözmeye olanağı sunmaktadır.

2015-2020 yılları arasında ABD’de gerçekleştirilen halka arz verilerine göre, tüm aracılık ve yasal maliyetlerin toplamı, işlem değerinin %15 ile %22’si kadardır²⁰. Uzsoki’ye göre, blok zinciri teknolojisinin finansal sektöre entegre edilmesi ile bu maliyet %5’in altına düşebilir²¹. Blok zinciri teknolojisi ihraç ve işlem süreçlerinde operasyonel aracılık faaliyetlerine gereksinimi minimuma indirmeyi amaçlayarak maliyetleri düşürmektedir. Duchenne, blok zinciri teknolojisinin yalnızca yatırım bankaları için yıllık 12 milyar dolarlık maliyet tasarrufu sağlayabileceğini ifade etmektedir²². Bunun yanında, blok zinciri teknolojisinin sağladığı “akıllı sözleşmeler”, tokenizasyon sürecinin otomasyonunu sağlayarak, geleneksel finans ve sermaye piyasalarının verimsizliklerine potansiyel bir çözüm olarak değerlendirilebilir.

Banga’ya göre yeşil tahvillerin yaygınlaşmasının önündeki en büyük engeller, yüksek işlem maliyetleri ve minimum sermaye gerekliliğinin yüksek

19 Zhang, Y./Wei, W.: “Does blockchain technology promote”, s. 192-193.

20 PricewaterhouseCoopers: “Considering An IPO? First Understand The Costs”, 2021.

21 Uzsoki, D: “Tokenization of Infrastructure. A Blockchain-Based Solution to Financing Sustainable Infrastructure”, *International Institute for Sustainable Development*, 2019, s. 5.

22 Duchenne, J.: “Blockchain and Smart Contracts: Complementing Climate Finance, Legislative Frameworks, and Renewable Energy Projects”, *Transforming Climate Finance and Green Investment with Blockchains*, 2018, s. 310.

olmasıdır²³. Tokenizasyon varlıkların küçük birimlere bölünmesini sağlamak-
tadır. Bu sayede, yüksek sermaye gerektiren yeşil varlıklarda sermaye ihtiyacını
azaltarak, perakende ve küçük ölçekli kurumsal yatırımcıların da bu varlıklara
erişimini artırabilir²⁴. Yatırımcıların, tokenize edilmiş yeşil varlıklara
uluslararası düzeyde erişerek portföylerini çeşitlendirebilmelerinin yanı sıra,
uluslararası yatırımcılara ulaşılmasıyla potansiyel kaynaklar aktif hale
getirilebilir ve bu alandaki yatırım boşluğu giderilebilir.

Yeşil varlıklar, örneğin yeşil tahviller, yeşil tahvil statüsü alabilmesi için
bir dizi denetimi geçmeli ve “Yeşil Tahvil İlkelerine²⁵” uyum sağlamalıdır.
Ancak, sürdürülebilir varlıklar için küresel olarak kabul edilen kriterler net
değildir. Farklı kriterler üzerinden yeşil olarak etiketlenmiş, yüzlerce farklı
finansal varlık bulunmaktadır. Özellikle, “green washing” (yeşil aklama) olarak
bilinen, yeşile ve sürdürülebilir hedeflere katkı sağlıyormuş gibi görünen ancak
herhangi bir katkısı bulunmayan projeler de finanse edilebilmektedir. Bu durum
sürdürülebilir finansal ürünler açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Blok
zinciri teknolojisi, bu karmaşık düzenlemeleri akıllı sözleşmeler aracılığıyla
basitleştirebilir, operasyonel süreçler otomatikleşebilir, işlem maliyetlerini
azaltırken şeffaflığı ve hesap verebilirliği artırabilir. İşlem maliyetleri, yeşil
varlıkların yeşil olarak etiketlenebilmesi için alınması gereken sertifika
maliyetlerini de içerir. Yeşil sertifika maliyeti, geleneksel varlıkların maliyeti ile
kıyaslandığında oldukça yüksektir²⁶. Bu bağlamda blok zinciri tabanlı yeşil
varlıklar ihraç maliyetleri açısından geleneksel yeşil varlıklardan daha avantajlı
olacaktır.

Geleneksel finansal sistemde tahvil ihracı ve yatırımı, birçok prosedür ve
aracı içeren hantal ve karmaşık bir yapıdadır. Sürdürülebilirlik varlıklarının
ihraççısının taahhüt ettiği katkıyı sağlayıp sağlamadığı konusunda da belirsizlik
mevcuttur. Bunun yanında, yatırımcılar için likit ve şeffaf ikincil piyasalar
sınırlıdır. Blok zinciri teknolojisi, akıllı sözleşmeler ve nesnelerin interneti ile
birleştirildiğinde tahvil ihraç sürecini otomatize edebilir, verimliliği artırabilir ve
tahvil gelirlerinin kullanımıyla birlikte çevre etkisinin raporlanmasını
kolaylaştırarak şeffaflığı artırabilir.

23 Banga, J.: “The Green Bond Market: A Potential Source Of Climate Finance For Developing
Countries”, *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 9(1), 2019, ss. 24-27.

24 Schletz, M./Nassiry, D./Lee, M. K.: “Blockchain and Tokenized Securities: The Potential For
Green Finance”, ADBI Working Paper Series, 1079, 2020, s. 8.

25 Yeşil Tahvil İlkeleri, yeşil tahvil ihraç sürecinde şeffaflığı ve bilgi paylaşımını öneren gönüllü
süreç klavuzlarıdır. Detaylı bilgi için bkz. <https://www.icmagroup.org/sustainable-finance/the-principles-guidelines-and-handbooks/green-bond-principles-gbp/>.

26 Banga, J.: “The green bond market”, s. 25-26.

Bahsi geçen olası etkiler, blok zinciri teknolojisinin potansiyel faydalarının bir yüzüdür. Yeşil varlıkların ihracını ve yatırımcı talebini artırma potansiyelinin haricinde bu teknoloji, içsel özellikleri bağlamında da potansiyel olarak fayda sağlamaktadır. Geleneksel finans ve sermaye piyasası sektörünün faaliyetlerinde karbon emisyonunun azaltılması, kaynak tasarrufunun ve verimliliğinin artırılması, kâğıt kullanımının düşürülmesi gibi çeşitli yönlerden de yeşil ekonomiye katkı sağlama potansiyeli taşımaktadır.

1. Finansal Sektörde Blok Zinciri Uygulamaları

Finansal kurumlar ve bankalar tahvil ihraç etmek için blok zinciri teknolojisini kullanmanın faydalarını keşfetmeye başlamıştır. Tablo 1 bazı finansal kurumların blok zinciri teknolojisi ile uyguladığı pilot STO projelerini göstermektedir. Bu örnekler yeşil varlık ihraçları ile bağlantılı değildir. Ancak, finansal kurumların blok zinciri teknolojisini uygulamaya başladığını göstermesi açısından önem arz etmektedir.

Tablo 1. Finansal Kurumların Blok Zinciri Teknolojisi ile Bazı Uygulamaları

İHRAÇCI KURUM	MENKUL KIYMET TOKEN TEKLİFİ	TARİH	MİKTAR	ÜLKE
AVUSTURYA DEVLETİ	Avusturya Devlet Tahvili	2018	1.4 milyar USD	AVUSTURYA 
BANCO SANTANDER	Tahvil	2019	20 milyon EUR	İSPANYA 
BANK OF CHINA	Tahvil	2019	2.8 milyar USD	ÇİN 
BBVA	Sendikasyon Kredisi	2018	150 milyon EUR	İSPANYA 
DAIMLER	Tahvil (1 Yıllık)	2017	100 milyon EUR	ALMANYA 
DEUTSCHE BANK	Tahvil	2019	-	ALMANYA 
J.P. MORGAN	Altın	2018	-	ABD 
SOCIETE GENERALE	Teminatlı Tahvil (5 Yıllık)	2019	100 milyon EUR	FRANSA 
DÜNYA BANKASI	Tahvil (Bond-i)	2019	108 milyon USD	ABD 

Kaynak: PricewaterhouseCoopers, 2020.

Avusturya Hazinesi, 2 Ekim 2018 tarihinde devlet tahvili ihraç sürecinde blok zinciri teknolojisini kullanan ilk Avrupa ülkesi olmuştur. Bu ihraç pilot bir uygulama olarak gerçekleştirilmiştir. Devlet tahvili ihracında blok zinciri teknolojisinin noter onayı, ek bir güvenlik katmanı sağlaması ve fonlama

maliyetlerini düşürmesi nedenleriyle tercih edildiği belirtilmiştir²⁷. Alman otomobil üreticisi Daimler ise, blok zinciri pilot projesi olarak 100 milyon Euro değerinde bir tahvil çıkarmıştır. Daimler, tüm finansman süreçlerini blok zinciri aracılığıyla otomatikleştirmeyi amaçlamaktadır. Bu pilot projenin, blok zinciri teknolojisinin finansal süreçlerdeki potansiyel kullanımlarının keşfedilmesi adına ilk adım olduğu belirtilmektedir²⁸.

Tabloda yer alan örneklerde, blok zinciri teknolojisinin ihraç sürecinin tamamında kullanılmadığı görülmektedir. Örneğin Avusturya, onay mekanizması ve ek güvenlik katmanı oluşturması amaçlarıyla kullanmıştır. Dünya Bankası ve BBVA gibi diğer kurumların projelerinde, mülkiyet devri için kullanıldığı ifade edilmektedir. İhraç sürecinin tüm aşamalarında blok zinciri teknolojisinin kullanılmama nedeni “kültürel ve düzenleyici nedenler” şeklinde açıklanmaktadır²⁹. Zhang vd.’ne göre, blok zinciri teknolojisinin tahvil ihracının tüm aşamalarında kullanılabilmesi için net bir düzenlemeye ihtiyaç vardır³⁰.

2. Tokenizasyon ve Yeşil Finans

Son yıllarda blok zinciri teknolojisinin sürdürülebilirlik bağlantılı finansal varlıklarda kullanıma potansiyeli de finansal kuruluşların dikkatini çekmeye başlamıştır. HSBC ve Sustainable Digital Finance Alliance (Sürdürülebilir Dijital Finans İttifakı) 2019 yılında yayınladığı raporda, menkul kıymet tokenlerinin yeşil tahvil piyasasının tam dijitalleşmesini sağlama potansiyeline dikkat çekmektedir.

Raporda blok zinciri teknolojisinin tahvil ihracının üç aşamasında kullanılabilirliğinden bahsedilmektedir; (i) ihraç ve dağıtım (ii) mülkiyet devri, ödeme ve uzlaşma (iii) yatırım projelerinin yeşil etkisinin kanıtlanması (etki kanıtı). Tablo 1’deki örnekler de dahil olmak üzere blok zinciri teknolojisi, finansal varlık ihraçlarında yalnızca ilk veya ikinci aşamada kullanılmıştır. Üçüncü aşamanın da dahil edildiği bir örnek henüz mevcut değildir.

27 Bkz. Start of Blockchain Application for Government Bond Auctions. <https://www.oekb.at/en/oekb-group/presse/pressemitteilungen/2018/blockchain-einsatz-bei-bundesanleihebegebungen-gestartet.html>. Son Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2022.

28 Bkz. Daimler and LBBW Successfully Utilize Blockchain Technology for Launch of Corporate Schuldschein. <https://group-media.mercedes-benz.com/marsMediaSite/en/instance/print/Daimler-and-LBBW-successfully-utilize-blockchain-technology-for-launch-of-corporate-Schuldschein.xhtml?oid=22744920>. Son Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2022.

29 HSBC/Sustainable Digital Finance Alliance (SDF): “Blockchain, Gateway for Sustainable Linked Bonds”, 2019, s. 10.

30 Zhang, X./Aranguiz, M./Xu, D./Zhang, X./Xu, X.: (2018). “Utilizing blockchain for better enforcement of green finance law and regulations”, *Transforming Climate Finance and Green Investment with Blockchains*, 2018.

Rapor, blok zinciri teknolojisinin yeşil tahvil ihraçlarında kullanımının iki temel faydasına değinmektedir: verimlilik ve güvenilirlik. Verimlilik hem maliyet hem de zaman tasarrufunu içermektedir. Yeşil tahvillerde blok zinciri teknolojisinin kullanımı, nesnelerin interneti ve yapay zekâ gibi teknolojiler ile birleştirildiğinde (bütünleşik teknoloji/adjacent technologies) varlıkların performansını izlemek, raporlamak ve şeffaflığını artırmak gibi birçok potansiyel faydayı beraberinde getirebilecektir. Blok zinciri teknolojisi, tahvil piyasasını genişletebilir, araçları azaltabilir ve daha küçük projelerin tahvil ihraç etmesine olanak sağlayabilir.

Rapor kapsamında, blok zinciri teknolojisinin maliyet tasarrufuna ilişkin bir hesaplama yapılmıştır. ABD’de ortalama bir şirket tahvilinin, toplanan fonların yaklaşık %3 ile %6’sı arasında bir ihraç maliyeti söz konusudur. Blok zinciri teknolojisi, aracı kurumları (komisyoncular ve listeleyiciler) ihraç sürecinden çıkartabilir. “Müşterini Tanı” (Know Your Customer/KYC) ve “Kara Para Aklama” (Anti Money Laundering/AML) prosedürleri, tahvil alım satım emirleri, tahvilin dağıtımını, mülkiyet devri, kâr payı ödemesi, kupon ödemesi gibi operasyonel süreçler otomatikleşebilir. Rapordaki hesaplamalara göre, blok zinciri teknolojisinin tahvil piyasasına entegrasyonu, ihraç maliyetlerini %90 oranında azaltmayı vaat etmektedir. Blok zinciri teknolojisi böylece, yatırımların ölçek ekonomilerinden yararlanmasını kolaylaştıracaktır.

Tablo 2. Blok Zinciri Teknolojisinin Maliyet Tasarrufuna Bir Örnek

YEŞİL TAHVİL İHRAÇ SÜRECİ	STANDART SÜREÇ (USD)	BLOK ZİNCİRİ SÜRECİ (USD)
Yapılandırma, fiyat belirleme, risk derecelendirme	1.000.000	20.000
Yasal maliyetler	100.000	40.000
KYC/AML prosedürü	500.000	-
Yeşil sertifikasyon	50.000	20.000
Yeşil etiketleme	50.000	5.000
Aracı kurum kaydı ve listelenmesi	15.000	-
Aracılık ve satış maliyeti	1.500.000	40.000
Ödeme hizmetleri	84.000	-
Vesayet	350.000	2.000
Verilerin toplanması	1.200.000	350.000
Verilerin işlenmesi	400.000	115.000
Raporlama	1.200.000	100.000
TOPLAM	6.449.000	692.000

Kaynak: HSBC & Sustainable Digital Finance Alliance, 2019

Bunun yanında, raporda blok zinciri teknolojisinin entegrasyonu ile 10 dolarlık bir tahvil ihracı ile 10 milyon dolarlık bir tahvil ihracı arasında bir maliyet farkı olmayacağı belirtilmektedir. Geleneksel finansal sistemde ağırlıklı olarak büyük ölçekli projeler finanse edilmektedir. Küçük ölçekli projeler için finansman imkânı görece kısıtlıdır. Bu bağlamda blok zinciri teknolojisi, küçük ölçekli yeşil projelere finansman imkânı sağlayarak ölçekleme sorununu çözmeye potansiyeli sunmaktadır. Bu sayede, yeşil tahvil piyasası hem arz hem de talep tarafında daha geniş bir ihraççı ve yatırımcı tabanı oluşturabilecektir.

Son olarak raporda, yeşil tahvillerin menkul kıymet tokeni olarak halka açık borsalarda işleme açılacağı, ihraççıların kendi yeşil projeleri için tahvil ihracı yapabilecekleri platformlar oluşturulabileceği şeklinde öneriler sunulmuştur. Böylelikle küçük ölçekli ihraççıların finansmana ulaşması sağlanacak ve yeşil varlıklar artabilecektir.

Finansal kurumlar, yeşil varlık ihraçlarında blok zinciri teknolojisinin kullanımına yönelik pilot uygulamalara başlamıştır. BBVA ve İspanyol sigorta şirketi Mapfre 2019 yılında blok zincirinde sürdürülebilir tahvil konusunda çalışmak için bir ortaklık kurmuştur³¹. Bu tahvil dünyanın ilk blok zinciri tabanlı yeşil tahvili olarak ifade edilmektedir. Dünya Bankası'nın da yeşil tahvil ihracında blok zinciri kullanımına yönelik pilot bir uygulaması mevcuttur. Blok zinciri teknolojisi maliyetleri düşürmek, verimliliği artırmak ve tam şeffaflık sağlamak amaçlarıyla kullanılmaktadır. Bunun yanında, Uluslararası Ödemeler Bankası (Bank for International Settlements/BIS) ve Hong Kong Para Otoritesi (Hong Kong Monetary Authority/HKMA) yeşil yatırımların artırılabilmesi, ihraççı ve hükümetlerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerini karşılamasına yardım olabilmesi ve dijital bir alt yapı oluşturmak amacıyla iş birliği yapmıştır³². Proje kapsamında yeşil tahvillerin (devlet tahvili) tokenleştirilmesi üzerine çalışılması planlanmaktadır. Bunun yanında, tahvillerin ulaşılacağı ve takip edilebileceği bir mobil uygulama geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu uygulama, yeşil yatırımların "etki kanıtı" sunmasını kolaylaştıracaktır.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada yeşil finans uygulamaları kapsamında blok zinciri teknolojisinin ve tokenizasyonun potansiyel faydaları ele alınmıştır. Menkul

31 Bkz. BBVA issues the first blockchain-supported structured green bond for MAPFRE. <https://www.bbva.com/en/sustainability/bbva-issues-the-first-blockchain-supported-structured-green-bond-for-mapfre/>. Son Erişim Tarihi: 23 Ağustos 2022.

32 Bkz. Project Genesis 1.0: Prototype digital platforms for green bond tokenisation, https://www.bis.org/about/bisih/topics/green_finance/green_bonds.htm. Son Erişim Tarihi: 23 Ağustos 2022.

kıymet tokenleri, yasal düzenlemelere tabi olduğu için IDO veya ICO süreçlerinde oluşabilecek risklerden görece muaf finansal varlıklardır. Ancak, küresel düzeyde netleştirilmiş ve genel kabul görmüş bir yasal çerçeve söz konusu değildir. Dolayısıyla düzenleyici boşluklar, menkul kıymet token kullanımının ve yaygınlaşmasının önündeki en büyük engellerden biridir. Bunun yanında, ülkeden ülkeye dijital varlıkların tanımları değişmektedir. Bu nedenle düzenlemelerin uluslararası düzeyde olması gerekmektedir. Düzenleyici kurumların menkul kıymet tokenlerini “düzenlenmiş araçlar” haline getirmesi, sürdürülebilir finansal ürünler için uluslararası kriterlerin net bir şekilde belirlenmesi, blok zinciri teknolojisi ile şeffaflığın ve hesap verilebilirliğin sağlanması gerekmektedir. Dijital varlıkların durumunun netleştiği ve sürdürülebilir varlık standartlarının belirlendiği düzenlemelerin mevcut olduğu ülkeler, blok zinciri teknolojisini tahvil piyasasına entegre etmede öncü olacaktır.

Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerindeki performanslarına göre puanlanan 165 ülke içinde 71. sırada yer almaktadır³³. Belirlenen 17 hedeften henüz “başarılı” bir hedef bulunmamaktadır. 2020 yılı verilerine göre, yoksulluğun azaltılması ve eğitimin kalitesine yönelik hedeflerde “ilerleme” olduğu görülmektedir. Ancak sanayi, inovasyon ve altyapıda, cinsiyet eşitliğinde, temiz enerji, iklim etkileri gibi konularda, Türkiye'nin performansı nispeten zayıftır. Bu nedenle Türkiye özelinde sürdürülebilir yatırımlar ve yeşil finans uygulamalarının ivedilikle hayata geçirilmesi, hedeflerin gerçekleştirilmesine ciddi katkı sağlayacaktır. Blok zinciri teknolojisinin yeşil yatırımlar için kullanımı, Türkiye'deki yatırım açığının azalmasına katkı sağlayabilir.

Bu çalışmada kalkınma hedeflerine ulaşmak için, özellikle Türkiye gibi kripto para piyasalarına ilgili bir yatırımcı grubu bulunan bir ülkede³⁴, SPK'nın menkul kıymet token ihraçlarını net bir şekilde düzenleme kapsamına almasının önemli bir gereklilik olduğu savunulmaktadır. Bu sayede finans sektörünün sürdürülebilir varlıklar için blok zinciri teknolojisinin kullanımında öncü rol oynaması söz konusu olabilir. SPK'nın Menkul Kıymet Token ihraçlarında sürdürülebilir yatırımlara yönelik pozitif ayrımcı politikalar izlemesi, yeşil yatırımların toplam yatırımları içindeki payını ciddi oranda artırabilir.

Pozitif ayrımcı politikalarda dikkate alınması gereken bir unsur vardır. Pozitif ayrımcılığın, karbon emisyonunun artış hızının azaltılmasına yönelik

33 Sachs, J. D./Lafortune, G./Kroll, C./Fuller, G. ve Woelm, F.: “Sustainable Development Report 2022, From Crisis to Sustainable Development: the SDGs as Roadmap to 2030 and Beyond”, 2022, ss. 438-439.

34 ING International Survey'in (2018) anketine göre Türkiye'de kripto para birimlerinin bilinirlik oranı %70, kullanım oranı %18, gelecekte kullanmayı düşünenlerin oranı ise %45 olarak tespit edilmiştir.

yatırımlardan ziyade karbon emisyonunun azaltılmasına yönelik yatırımlara uygulanması, küresel hedeflerin gerçekleşme süresini ciddi oranda kısaltabilir. Kyoto protokolü, karbon piyasalarının önünü açarak çevresel konuları metalaştırmasının yanında finansallaştırmıştır. Türkiye’de özellikle büyük ölçekli şirketler karbon ayak izini azaltmak için ağaç dikme gibi ekolojik çalışmalara yatırım yaparak, çevre sorunlarına duyarsız kalmadıklarını kanıtlamaya çalışmaktadır. Kanaatimizce “politik yeşil aklama” olarak tanımlanabilecek olan bu tip uygulamalar karbon emisyonunu azaltan yeşil yatırımları dışlamaktadır. Uzun vadeli bir perspektifte, toplumsal faydası çok yüksek olan “gerçek” yeşil yatırımların, yatırımcılar nezdinde kârlı olarak algılanması gerekmektedir. Nassiry’e göre blok zinciri temelli iş modelleri, hem kârlılığı artıran hem de toplumsal amaçları gerçekleştirebilecek inovasyonların başında gelmektedir³⁵. Bu çalışmada düzenleyici kurumların “gerçek” yeşil yatırımları teşvik etmek için, menkul kıymet tokenlerini sadece yeşil yatırımlar için başlatmasının, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşabilmek adına, bir gereklilik olduğu savunulmaktadır. Örneğin çatı güneş panelleri ile donatılan toplu konut projeleri için, tokenizasyonun önünün açılması, kârlılığı artıracığı için yeni konutların bu tip donanımlarla arz edilmesinin önünü açacaktır. SPK tarafından, menkul kıymet token ihraçlarının henüz net bir şekilde düzenlenmediği için bu alanda yapılacak çalışmalar, düzenleyicilerin blok zinciri teknolojisinin potansiyel faydalarını keşfetmelerini sağlayabilir ve bu konudaki düzenlemelerin önemine dikkat çekebilir.

Gelecek çalışmalarda blok zinciri teknolojisinin yeşil finans uygulamalarına entegrasyonu ile ilgili vaka bazlı çalışmalar yapılması bu çalışmadaki argümanların geçerliliğinin sınanması için gereklidir. Bunun yanında yeşil yatırımların etki kanıtı için blok zinciri teknolojisi, nesnelerin interneti ve yapay zekanın birlikte kullanımını içeren bütünlük teknolojilerle ilgili uygulamalı çalışmalar yeşil yatırımlar ile yeşil aklama arasındaki ayrımın netlik kazanmasını sağlayabilir.

Kaynakça

- Banga, J.:** “The Green Bond Market: A Potential Source Of Climate Finance For Developing Countries”, *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 9(1), 2019, 17-32.
- Berensmann, K./Lindenberg N.:** “Green Finance: Actors, Challenges and Policy Recommendations”, German Development Institute Briefing Paper, 23, 2016. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2881922 (Son Erişim Tarihi: 21 Ağustos 2022).
- Climate Bonds Initiative:** “Bonds and Climate Change, The State Of The Market”, 2018. https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi_sotm_2018_final_01k-web.pdf (Son Erişim Tarihi: 18 Temmuz 2022).

35 Nassiry, D.: “The Role of Fintech”, s.5.

- Deloitte:** “Security Token Offerings The Next Phase Of Financial Market Evolution”, 2020. <https://www2.deloitte.com/cn/en/pages/audit/articles/security-token-offerings-the-next-phase-of-financial-market-evolution.html> (Son Erişim Tarihi: 03 Ağustos 2022).
- Duchenne, J.:** “Blockchain and Smart Contracts: Complementing Climate Finance, Legislative Frameworks, and Renewable Energy Projects” *Transforming Climate Finance and Green Investment with Blockchains*, 2018, 303-317.
- Falcone, P.M./Sica, E.:** “Assessing The Opportunities and Challenges of Green Finance in Italy: An Analysis Of the Biomass Production Sector”, *Sustainability*, 11(2), 517.
- HSBC/Sustainable Digital Finance Alliance (SDFA):** “Blockchain, Gateway for Sustainable Linked Bonds”, 2019. <https://www.sustainablefinance.hsbc.com/mobilising-finance/blockchain-gateway-for-sustainability-linked-bonds> (Son Erişim Tarihi: 20 Ağustos 2022).
- Marke, A./Sylvester, B.:** “Decoding the Current Global Climate Finance Architecture”, *Transforming Climate Finance and Green Investment with Blockchains*, 2018, 35-59.
- Merrill, R. K./Schillebeeckx S. J. D. ve Blakstad, S.:** “Sustainable Digital Finance in Asia, Creating Environmental Impact through Bank Transformation”, DBS & SDFA Working Paper, 2019. https://www.dbs.com/iwov-resources/images/sustainability/reports/Sustainable%20Digital%20Finance%20in%20Asia_FINAL_22.pdf (Son Erişim Tarihi: 28 Temmuz 2022).
- Nakamoto, S.:** “Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System”, *Decentralized Business Review*, 1(1), 2008, 1-9.
- Nassiry, D.:** “The Role of Fintech in Unlocking Green Finance, Policy Insights For Developing Countries”, ADBI Working Paper, 883, 2018. <https://www.adb.org/publications/role-fintech-unlocking-green-finance> (Son Erişim Tarihi: 16 Temmuz 2022).
- OECD:** “Global Outlook on Financing for Sustainable Development 2021, A New Way to Invest for People and Planet”, 2020. <https://www.oecd.org/development/global-outlook-on-financing-for-sustainable-development-2021-e3c30a9a-en.htm> (Son Erişim Tarihi: 25 Temmuz 2022).
- PricewaterhouseCoopers:** “6th ICO/STO Report, A Strategic Perspective”, 2020. https://www.pwc.com/ee/et/publications/pub/Strategyve_ICO_STO_Study_Version_Spring_2020.pdf (Son Erişim Tarihi: 05 Ağustos 2022).
- PricewaterhouseCoopers:** “Considering An IPO? First Understand The Costs”, 2021. <https://www.pwc.com/us/en/services/deals/library/cost-of-an-ipo.html> (Son Erişim Tarihi: 07 Ağustos 2022).
- Sachs, J. D., Woo/W. T., Yoshino N. ve Taghizadeh-Hesary, F.:** “Why is Green Finance Important?”, ADBI Working Paper, 917, 2019. <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/481936/adbi-wp917.pdf> (Son Erişim Tarihi: 19 Ağustos 2022).
- Sachs, J. D./Lafortune, G./Kroll, C./Fuller, G. ve Woelm, F.:** “Sustainable Development Report 2022, From Crisis to Sustainable Development: the SDGs as Roadmap to 2030 and Beyond”, 2022. <https://s3.amazonaws.com/sustainabledevelopment.report/2022/2022-sustainable-development-report.pdf> (Son Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2022).
- Schletz, M./Nassiry, D./Lee, M. K.:** “Blockchain and Tokenized Securities: The Potential For Green Finance”, ADBI Working Paper Series, 1079, 2020. <https://www.think-asia.org/handle/11540/11466> (Son Erişim Tarihi: 17 Ağustos 2022).

- Sermaye Piyasası Kurulu:** “Sermaye Piyasası Kurulu Bülteni”, 2018/42, 2018. <https://www.spk.gov.tr/Bulten/Goster?year=2018&no=42> (Son Erişim Tarihi: 23 Ağustos 2022).
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR):** “Global Assessment Report 2022, Our World at Risk: Transforming Governance for a Resilient Future”, 2022. https://www.undrr.org/gar2022-our-world-risk#container-downloads_(Son Erişim Tarihi: 09 Ağustos 2022).
- Uzsoki, D:** “Tokenization of Infrastructure. A blockchain-Based Solution to Financing Sustainable Infrastructure”, International Institute for Sustainable Development”, 2019. <https://www.jstor.org/stable/resrep22004> (Son Erişim Tarihi: 17 Ağustos 2022).
- World Wide Fund for Nature (WWF):** “Backgrounder: Comparing climate impacts at 1.5°C, 2°C, 3°C and 4°C”, 2017. https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/backgrounder_comparing_climate_impacts_at_1_5c__2c__3c_4c.pdf_(Son Erişim Tarihi: 13 Ağustos 2022).
- Zhang, Y./Wei, W.:** “Does blockchain technology promote the development of green finance, Evidence from China”, *International Conference on Management Science and Industrial Economy*, 2020, 184-188.

Tarım ve Gıda Ürünleri Piyasalarında Blok Zinciri Teknolojisi: Uygulama Olanak ve Sınırlılıkları

Prof. Dr. Erdoğan Güneş

Ankara Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
Tarım Ekonomisi Bölümü

Giriş

Günümüz teknolojik değişimleri, iletişimin kolaylaşması, küreselleşmenin etkileri ve talep hacminin artarak çeşitlenmesi gibi birçok faktörler, işletmeler arası rekabeti gün geçtikçe önemli hale getirmekte, hatta kızıştırmaktadır. Bu gelişmelere uyum sağlama sürecinde yeniliklere ağırlık veren işletmelerin başarılı oldukları görülmektedir. Bu aşamada işletmelerin modern ve yenilikçi teknolojileri kullanmaları avantaj yaratabilmektedir. Belirtilen amaçlara ulaşmada ve işletmelerin gelişmelerden yararlanmalarında akıllı sistem olarak görülen blok zinciri teknolojisi kullanımının son dönemde tercih edilebileceği beklenmektedir. Ancak blok zinciri sisteminin henüz tarım ve gıda alanında yeterli uygulama alanı bulamadığı da görülmektedir. Denetlenebilir verileri blok adı verilen birimlerde depolayan ve bağlantılı bir zincir olarak tanımlanan blok zincirinin tarımsal ürün ve gıda tedarik/değer zincirinde, ürünlerin menşei hakkında bilgi vermek, müşteri bağlılığı oluşturarak güvenli pazarlamayı sağlamada önemli bir araç olabileceği düşünülmektedir. Çalışma stratejik bir sektör olarak görülen tarım ve gıda ürünlerinde blok zinciri uygulamasının önemini, gerekliliğini ve zorluklarını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu konuda çalışmaların yeterince olmadığı düşünüldüğünden ya da henüz çalışmalara başlanıldığından, sistemin gelişimine yönelik öneriler özellikle vurgulanacaktır.

Tarım ve gıda sektörü, stratejik olduğu kadar toplumun tüm kesimlerini yakından ilgilendirdiğinden, vazgeçilmesi mümkün olmayan gıda ürünlerinin üretildiği ve pazarlandığı alanlardır. Bu alanların gelişen akıllı sistemlerden yararlanması ve modernizasyonun sağlanması sürecinde blok zinciri önemli hale gelmektedir. Tarım ve gıda alanında ürünlerin kayıt altına alınması, izlenmesi ve

veri/bilgilerin şeffaf olarak paylaşılır ve güvenilir hale getirilmesi, piyasalarda oluşabilen risklerin kontrol altına alınabilmesi ve işletme yönetim/organizasyon sürecinde blok zincir teknolojisi uygulamalarının artması beklenmektedir. Bu çalışmada tarım ve gıda sektörünün yapısal farklılığı dikkate alınarak blok zincir uygulamalarının gerekliliği, bu teknolojiden yararlanma olanak ve sınırlılıkları araştırılacaktır. Sistem uygulamalarının tarım ve gıda sektörüne katkıları ve bu alanda yaygınlaştırılma stratejileri de incelenecektir.

1. Blok Zinciri Teknolojisi ve Tarım/Gıda Sektörü

İçinde bulunan yüzyılın en değerli hazinesi bilgidir. Veriler toplanarak bilgiye dönüşmekte, bilgisayarda işlenip gruplandırılmakta, sıralanmakta, özetlenerek anlam kazanmaktadır. Veri ve bilgilerin güvenli bir şekilde depolanması ve kolayca yönetilebilmesi ile işletmeler organizasyonunda etkin planlama ve stratejik hedeflere ulaşma daha kolay olmaktadır. Bu amaçla ortaya çıkan veri tabanı yönetim yaklaşımları amaca uygun olarak her geçen gün gelişmektedir¹. Gelişen teknoloji, işletmelerin rekabette üstünlük kurma, yenilik ve ilerlemelerden yararlanma arayışı sürecinde blok zinciri teknolojisinden yararlanmayı artırmaktadır ve bu durum blok zincir teknolojisinin gelişimini olumlu etkilemektedir.

Blok zinciri kavramı ilk kez 2008 yılında, Satoshi Nakamoto tarafından kripto para sistemi altında bulunan bir teknoloji bileşeni olarak belirtilmiştir. Blok zinciri 2009 yılında ise Bitcoin sanal para birimi ile birlikte tanınmaya başlamıştır Nakamoto'nun çalışmasına göre; blok zinciri, kriptografik olarak birbiriyle zincirlenmiş bir dizi veri bloğu olarak tanımlanmıştır². Burada blok zinciri teknolojisi, taraflar arasında herhangi bir aracıya ya da bir otoriteye gerek kalmadan, güven içerisinde işlemlerin gerçekleştirilmesine olanak sağlayan, ayrıca verilerin silinmesi, değiştirilmesi ve kaybolmasının mümkün olmadığı merkezi olmayan bir veri saklama yöntemi olarak da açıklanmıştır³. Blok zinciri yapısının çalışma adımları şu şekilde ifade edilmektedir⁴.

- a) Taraflardan birinin siparişler, sözleşmeler ve envanter hakkındaki verileri toplaması,
- b) Tarafın kendi kimliği ve sözleşmelerinin bitiş tarihleri dışındaki tüm veri ögelerini şifrelemesi,
- c) Tüm tarafların verileri imzalaması,

1 Ünal ve Çelebi (2020), s. 173.

2 Nakamoto (2008), s. 1-3.

3 Gerdan (2019), s. 4.

4 Yıldızbaşı ve Üstünyer (2019), s. 462.

- d) Verilerin ağa dağıtılması,
- e) Bir düğümün, verileri bir bloğa eklemesi ve zincire yeni bir blok eklenmesi,
- f) Yeni bloğun ağa dağıtılması,
- g) Tarafların, verilerin uygun taraflarca imzalanıp imzalanmadığını kontrol etmesi,
- h) Tarafların verileri onaylaması durumunda en üste yeni bir blok eklenmesi.

Blok zinciri teknolojisinde kayıtların değiştirilememesi nedeniyle tüm tarafların uzlaşması sayesinde güvenlik konusu oldukça yüksek olmaktadır. Sistem bilgiye erişimi kolay ve hızlı hale sokmakta, şifreleme anahtarları aracılığıyla anonim olabilmekte, insan kaynaklı hatalar azalmaktadır. Bilgiler şeffaf ve kullanıcı zinciri içinde gerçekleşen tüm işlemleri eşzamanlı olarak görülmekte, sistem içinde yer alan bilgiler her seferinde oy birliği ile kaydedildiğinden veri doğruluğu ve kalitesi yüksek gerçekleşmektedir. Sistemde bir merkez veya kuruma gerek olmadığından işlem gerçekleştirme ve doğrulama maliyeti de düşebilmektedir⁵. Blok zinciri teknolojisinin özetle kullanıcılarına sağladığı birçok faydası bulunmaktadır. Bunları şu şekilde sıralamak mümkündür:⁶

- a) Kayıtların değiştirilememesi, verilerin çoklu düğümlerle doğrulanması ve tüm tarafların uzlaşması sayesinde güvenlik oldukça yüksek olmaktadır.
- b) Ağda yer alan tarafların tamamının bilgiye erişimi kolay ve hızlı gerçekleşecektir.
- c) Bilgiler, merkezi olmayan, dağınık birden fazla defterin içinde saklandığı için kötü niyetli işlemlerin fark edilmeden yapılması mümkün değildir.
- d) Kullanıcılar, şifreleme anahtarları aracılığıyla anonim olabilmektedir.
- e) İşlemler ve kontroller anonim olarak yapıldığından, insan kaynaklı hatalar azalmaktadır.
- f) Herhangi bir merkez veya kuruma gerek olmadığından bir işlemi gerçekleştirme ve doğrulama maliyeti azalabilir.
- g) Şeffaftır ve kullanıcılar zincir içinde gerçekleşen tüm işlemleri eşzamanlı olarak görebilmektedir.
- h) Sistemde yer alan bilgiler her seferinde oy birliği ile kaydedildiğinden veri doğruluğu ve kalitesi yüksektir.

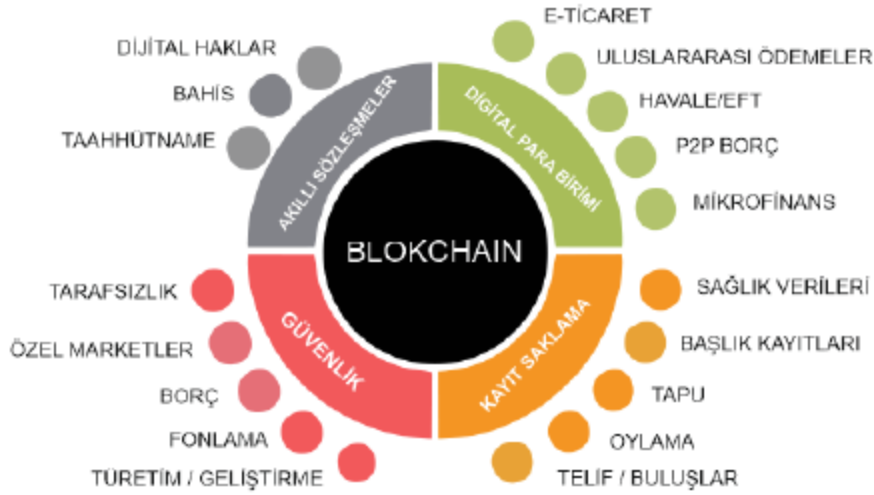
5 Bakan ve Şekkeli (2019), s. 2854-2855.

6 Gerdan (2019), s. 5.

Blok zinciri teknolojisini diğer bilgi sistemlerinden ayıran 4 temel karakteristiği nedeniyle de önemli olduğu belirtilmektedir. Söz konusu özellikler tarım/gıda sektörü açısından sektörel gelişimin sağlanmasında da dikkate alınabilir. Bunlar⁷:

- a) Merkezi olmayan yapı,
- b) Güvenlik,
- c) Denetlenebilirlik ve
- d) Akıllı uygulama olmasıdır.

Blok zinciri finans sektörü ile birlikte yayılsa da birçok alanda kullanılmaktadır (Şekil 1). Bitcoin ile tanınan teknoloji daha sonra ekonomi içinde birbirinden farklı sektörlerde kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde sosyal medya, bankacılık uygulamaları ve gelişmekte olan diğer teknolojiler cihazların büyük miktarda veri üretmesine neden olmaktadır. Bu verilerin kontrol, yönetim, bakım süreçleri ve güvenli bir şekilde paylaşılması gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Kripto para birimi Bitcoin'le en popüler zamanına ulaşan blok zinciri teknolojisinin sadece bir sanal para birimi teknolojisi olmadığı giderek anlaşılır hale gelmiştir. Merkezi yapıyı sonlandıran ve güvenliği ön planda tutan bu teknolojiye hızlı bir şekilde adapte olunması gerektiğini uygulamada giderek önem kazanmaktadır⁸.



Şekil 1. Blok zincirinin kullanım alanları⁹

7 Saberi et al. (2018), s. 2117-2135.

8 Ünal ve Uluyol, 2020, s. 169.

9 Ünal ve Uluyol, 2020, s. 170.

İlk dönemlerinde çoğunlukla **bankacılık ve finans sektöründe**, ödeme işlemleri, para transferleri, alım ve satış işlemlerinin yüksek güvenlik içerisinde gerçekleşmesine olanak sağlaması ve aynı zamanda dijital kimlik yönetimi ve doğrulaması açısından uygulama alanı bulan blok zincir teknolojisi, farklı sektörlerde de gelişme eğilimindedir. Bu sürecin gelişiminde dijital gelişmelerin olumlu etkisi bulunmaktadır. Nitekim vergi ve ödeme işlemlerinin denetlenmesi, dolandırıcılık tespiti, gümrük ve sınır kontrolü ile sosyal güvenlik sistemi alanlarında teknolojinin kullanım alanı artmaktadır¹⁰. Dijital kimlik doğrulama uygulaması sayesinde **eğitim ve sağlık sektörlerinde** de kişisel kayıtların güvenli bir şekilde saklanarak, evrak işlemlerinin ortak bir veri tabanından faydalanılarak kolayca gerçekleştirildiği görülmektedir. **Enerji alanında** güneş panellerinin kendi güç miktarlarını değerlendirilmesi, tüketilen enerji miktarının izlenmesi gibi uygulamalarda da blok zinciri teknolojisi kullanılmaktadır¹¹. Küresel blok zinciri pazar büyüklüğü 2018 yılında 1,2 milyar Dolar iken, 2020 yılında 3 milyar Dolara, 2022 yılında 12,7 milyar Dolara yükselmiştir. Tahmini olarak 2025 yılında hızlı artışla blok zinciri pazarının 3 kattan daha fazla artış göstererek 39,7 milyar Dolara yükseleceği beklenmektedir. Konumuz olan tarım ve gıda alanında ise blok zinciri pazarının 2017 yılında 32,2 milyon dolar olduğu ve bu değer 2028 yılında 1,4 milyar dolara ulaşacağı tahmin edilmiştir¹².

Gıda ürünleri; bitkisel ve hayvansal kaynaklı tarımsal hammaddeyi kullanan, çeşitli işleme teknikleri ile raf ömrü uzun ve tüketime hazır ürünlere dönüştüren imalat sanayinin çok önemli bir kolu olarak sınıflandırılmaktadır. Gıda ürünlerini işleme sanayii ile tarımsal ürünlerin yılın her döneminde bulunabilmesi ve tüketimi mümkün olabilmektedir. Gıda ürünleri imalatını sağlayan gıda sanayii, tarımsal hammaddenin temini aşaması olan birincil üretimden başlayarak, tüketiciye gıda maddelerinin kaliteli ve güvenli bir şekilde sunulması konusunda tüm süreçleri kapsamaktadır. Gıda sanayii sayesinde tarımsal faaliyette bulunan çiftçilerin birincil üretimde ürettikleri tarımsal hammaddeleri değerlendirme olanağı ortaya çıkmakta ve katma değer yaratılmaktadır. Burada tarımsal hammaddenin çeşitli şekillerde işlenerek uzun süre muhafazası mümkün olmakta ve bu işlem sonucunda üretilen ürünler mevsimi dışında gıda olarak tüketilebilmektedir¹³.

Gıdanın insan için vazgeçilemez en temel ihtiyaç ürünü olması, toplum sağlığı ve gelişimi bakımından büyük önem taşıması, bu alanda çalışan işletme ve aracı faaliyetlerinde bulunanların artışı ve etkinliği, gıda güvencesi ve gıda güvenliğinin politika aracına dönüşmesi sonucu; gıda ve gıda güvenliği son

10 Durğay ve Karaarslan (2018), s. 3.

11 Bakan ve Şekkel (2019), s. 2856.

12 Statistica. (2020).

13 Artık vd. (2022), s. 16.

yıllarda küresel düzeyde yaşanan gelişmelerle de önemli ve güncel konulardan biri haline gelmiştir. Bu nedenle, gıda üretimi ve gıda güvenliği ile birlikte gıda işletmelerine uygun ve sürdürülebilir hammadde temini daha fazla önem kazanmaya başlamıştır ve bu süreçte izleme ve denetlemeyi mümkün kılan uygulamalar artış göstermiştir. Çünkü son dönemlerde içsel ve dışsal kaynaklı nedenlerle gıda ürününe ilişkin hammadde kaynaklar ve fiyatlarındaki dalgalanmalar, üretim maliyetindeki artışlar, mevcut hammadde kaynaklarının daha verimli ve etkili kullanılmasını zorunlu kılmış; nüfus artışı, göçler ve kitlesel nüfus değişimiyle talebin değişmesi karşısında güvenli arz sorunları, daha yenilikçi ve ileri teknolojilerin kullanımını teşvik etmiştir. Bu nedenle; tarım sektörü ve gıda sanayiinin, güvenlik, çevre bilinci, tüketici talebi ve gıda ticareti sürecinde rekabetçilik ve yenilikçilik gibi rekabette başarı ölçütlerini göz önünde bulundurmaları zorunlu hale gelmiştir. Özellikle Covid-19 Pandemi sürecinin tarım ve gıda ürünlerine yönelik arz ve talebi etkilediği, artan fiyatlar, tüketici talebi, üretim ve pazarlama alanlarındaki değişimler ve nihayetinde uluslararası ticaretin değişimi, güncel ve dinamik olarak sürekli araştırmalara konu olmuştur. Mevcut araştırmaların çözüm odağında özellikle modern teknik ve uygulamaların olduğu, üretici-tüketici ortak faydasının yer alacağı çözümlerin arandığı görülmektedir. Bu yolla piyasa düzenlerinin serbest ancak denetlenebilir kılınmasına uygun olan seçenekleri giderek artan sayıda denenmeye başlanmıştır. Tarım ve tarımsal ürünlerin işlendiği gıda sanayii, ekonomik ve teknolojik boyutu, temel gereklilik ve stratejik yapısının devamlılığı, karşılaşılan sorunlarına yönelik çözüm aramada olanaklar ve sınırlılıkların ortaya konulması birçok çalışmaya konu olmaktadır. Bu bağlamda blok zinciri uygulamalarının tarım ve gıda sektörünün sorun ve uygulama alanlarına çözüm arayışında kullanımının artacağı çeşitli araştırmalarda görülmektedir^{14,15,16,17,18}.

Tarım ve gıda arasında sözleşmeli üretim ilişkileri, arazi kiralama ve sözleşme düzenleme alanlarında blok zincirin kullanılmaya başlandığı, özellikle tedarik zinciri sürecinde de yaygınlık gösterdiği belirtilmektedir. Kapalı tarım sisteminden ticari yapının egemen olabileceği açık sistemlere geçildikçe tarım ve gıda piyasalarında blok zincir teknolojisinden yararlanma artacaktır. Gelişen ve modern tarım sistemlerinin gelişmesiyle de blok zincirin tarım ve gıdada dönüşüme olanak sağlayabilecek müdahalelerde bulunması mümkün olabilecektir. Günümüzde artan küresel tarım-gıda ticareti 1,8 trilyon Dolara¹⁹ yaklaşmış, teknolojik gelişmeler, üretim ve ticaret süreçlerinin dönüşümünü

14 Yıldızbaşı ve Üstünyer (2019), s. 458-465.

15 Gerdan vd. (2020), s. 8-14.

16 Showkat et al. (2022), s. 1-25

17 Pranto et al. (2020), s. 2-29

18 İndap (2022).

19 Trade Map (2022).

sağlayarak özellikle dijital devrimle sınırlar ötesi ilişkiler yardımıyla küresel değer zinciri kısalmıştır. Bu süreçte blok zincir sistemlerinin kullanımı artmaktadır.

1.2. Tarım ve Gıda Alanında Blok Zinciri Uygulaması

Son dönemlerde tarım ve gıda ürünlerinin izlenebilirliği, tarım çiftliklerinin ve gıda işletmelerinin yönetimi, organizasyonu ve envanter takibi, tarım ve gıda tedarik zinciri yapısının geliştirilmesi, sürdürülebilir üretim ve tüketim dengesinin kurulmasında artan öneme sahiptir. Hedeflere ulaşmada akıllı sistemlerin kullanımı artmaktadır. Bu kapsamda tarımsal destek ve sigortaların optimize edilmesi, tarım ve gıda arasında ürün teslimlerinde akıllı sözleşmeler, özellikle küçük çiftçilerin pazara erişimini kolaylaştırmak, arazilerin alım satımı, finansman ve ödemelerin düzenlenmesi, işletme verilerinin güvenli kayıt altına alma sürecinde blok zincirinden yararlanılabileceği ifade edilmektedir.

Tarımsal ürün ve gıda değer zincirine yönelik şeffaf uygulamaların benimsenmesi, etik değerlere verilen önemle güvenli üretime yönelimler, sürecin dijitalleşme yapısına uygunluğunun tartışılması, bu alanda blok zincir pazarının büyümesine neden olmaktadır. Üretimin tarladan sofraya izlenebilirliğini sağlamak, gıda güvenliği çalışmalarına yönelik verilen önem, tüketici bilinç ve talebinin artışıyla da blok zincir uygulamalarının dijitalleşme yoluyla gelişeceği görülmektedir.

Blok zinciri teknolojisi tapu ve arazi mülkiyeti kayıtları ve ilgili paydaşlar ile acentelerin mülkiyet kayıtlarına gerçek zamanlı erişimi için de kullanılmaktadır. Bu sayede mülkiyet anlaşmazlıkları ve aracılardan mülkiyet sahibinin erişimini gerektiren belge gereksinimi önemli ölçüde azalmaktadır. Özel sektörde kira anlaşmaları yine bu sistem ile yapılabilmektedir. Kişi ve kurumlar bu sayede maliyet ve zamandan tasarruf sağlamaktadır²⁰.

Blok zinciri uygulamaları tarım ve gıda ürünlerine ait özellikle etiket bilgilerinin sisteme kaydedilmesi ve bu bilgilerin değiştirilemez oluşu nedeniyle taklit ve taşışın önüne geçilmesi yönüyle de önemlidir. Birçok tarım ve gıda piyasalarında günümüzde taklit ve taşışla mücadele devam etmektedir. Bu süreçte mevcut teknolojinin tüketicilerin akıllı sistemlerle ve kodlara telefon, tablet vb. cihaz uygulamalarıyla blok zincire ulaşması mümkün olacak, tüketici talebinin faydalı olarak karşılanması ve güvenli alışveriş yapılması sağlanacaktır. Kısacası blok zincir sistemi, tüketici aldatılmasını azaltacak ve haksız rekabet ortamını en aza indirebilecektir.

20 Kakavand et al. (2017), s. 17.

Blok zinciri tarım ve gıda ürünleri tedarik zinciri sürecinde fazla sayıda yer alan paydaşların (üretici, işleyici, dağıtıcı, tüketici gibi) verimliliğini ve şeffaflığını artırma yönüyle yenilikçi bir teknoloji olarak değerlendirilmektedir. Tarımsal hammaddelerin farklı yerlerden tedarik edilmesi, çok çeşitli üretim süreçlerine tabii olması, yurt içi ve yurt dışı dağıtım kanallarında farklı ve çeşitli paydaşların yer alması da teknolojiden yararlanması önemli kılmaktadır. Özellikle yurt dışına ürünlerin teslim sürecinde farklı pazarlardan geçmesi, her devletin dış ticaret ve gümrük uygulamalarının farklı olması, birçok ödeme şeklinin bulunması, ürün kimlik ve belgelerin kaybedilmesi, kurumlara ya da süreçlere duyulan güvenin yetersiz olması nedeniyle de blok zincir kullanımının giderek daha önemli hale geleceği beklenmektedir. Tedarik zinciri süreçlerinde yaşanan bu karmaşık duruma yönelik önemli bir çözüm olarak blok zincirin, gelişen tarım ve gıda piyasalarında uygulanması artacaktır.

Günümüzde blok zincir ile ilgili çalışmaların çoğunluğu finans alanında özellikle de Bitcoin odaklı olarak yapılmıştır. Bazı çalışmalarda akıllı sözleşmelere dayalı blok zincir uygulamalarına da rastlanmaktadır. Blok zincir, genişleme süreciyle bankacılık ve sigortacılık sektörünün yanı sıra tarımdan gıdaya, üretimden perakendeci alanında iş yapış şekillerini de değiştirecektir. Tarım sigortacılığı alanında hasar tespiti ve risk belirleme durumu yanında finansman ve değerlendirme konularında da blok zincir teknolojisinin uygulanması mümkün olabilecektir. Özellikle kayıt altına alınan ve planlama süreciyle ilgili tarımsal kalkınmayı izlenebilir hale getirmeyi amaçlamada bu teknoloji uygulamalarından yararlanmak stratejik bir tercih olarak karar vericiler tarafından değerlendirilmektedir. Tarım ve gıda alanında perakendecilik aşamalarında da ürün bilgi takibi, tedarik ve değer zincirinin lojistik yönetiminde de blok zincir çalışmaları artacaktır.

2. Küresel Değişimler Sürecinde Blok Zincir Uygulamalarının Tarım/Gıda Sektörüne Etkileri

Küresel gelişmeler tarım ve gıda sektörünü etkilemiştir ve bunun sonucunda sektörel değişim kaçınılmaz olmuştur. Değişimin yarattığı birçok etki ile tarım ve gıda sektörü üretimden pazarlamaya yeniden şekillenmiş ve teknolojik ilerlemelerden yararlanma olanak ve sınırlılıkları tartışılmıştır. Dünya gıda arzı ve talebi 2000’li yıllardan sonra sürekli ve hızlı bir değişim içindedir. Bu değişimin temel nedenlerini sosyal ve ekonomik koşullar yanında doğa olaylarında aramak gerekir. Bu yüzyılda tarım ve gıda sektörünü etkileyen temel küresel değişimler şu şekilde ifade edilebilir:

- a. İklim değişiminin yol açtığı küresel üretim şokları sonucunda arz yapısındaki değişimler

- b. Artan nüfus, gelir ve talep artışı ile talep yapısındaki değişim
- c. Biyoyakıt üretiminin artması ve tarımsal ürünlerin enerji olarak kullanım alanlarının genişlemesi (Bu durum tarımsal ürünler insan için mi yoksa doğa için mi üretilmelidir ikilemesini ortaya çıkarmaktadır.)
- d. Yüksek girdi, enerji ve taşıma maliyetleri, lojistik gereksinim artışı nedeniyle artan ürün maliyetleri
- e. Verim artışı ve teknoloji geliştirme konusunda yatırım eksikliği
- f. Uluslararası ticaret politikaları, pandemi ve yeterlilik nedeni düşük stoklar, kendine yeterliği koruma amaçlı yerleşme politikaları
- g. Korumacı dış ticaret politikaları, küreselleşmeden yerleşmeye yönelim, kısıtlamalar, yasaklamalar, kotalar vb. yönden dış ticareti etkileyen uygulamalar
- h. Covid-19 Pandemi salgını ile gıda güvenliği uygulamaları ve gıda egemenliği yaklaşımları olarak sıralanabilir.

Küresel gelişmelerle ortaya çıkan sorunlar ve özellikle de beslenme ile ilgili önemin farkındalığı, tarım ve gıda sektörünün yapılanmasının öncelikli hale gelmesine neden olmaktadır. Gelişen zaman ve olaylar çerçevesinde gıdanın ulaşımındaki ekonomik, teknik, sosyal ve diğer nedenlerin azaltılmasına çalışılmaktadır. Tarımsal ürünlerin sürdürülebilirliği ve gıda güvenliği gibi konuların öneminin artışıyla, üretimden pazarlamaya tarım ve gıdanın korunmasına yönelik önlem ve uygulama arayışları içinde blok zincir teknolojilerinden nasıl yararlanılabilir soruları akla gelmeye başlamıştır. Özellikle blok zincirinin tarım ve gıdanın hangi alanlarda kullanılabileceği ve geliştirilebileceği, sorunlara çözüm arayışında öncelik olarak ortaya konulmaya başlanmıştır. Bu yönüyle blok zinciri teknolojisi ile düzenlenmiş bir tedarik zinciri yönetiminin, tarım ve gıda işletmelerinde zincirin herhangi bir aşamasında oluşabilecek risklerin önüne geçilmesini sağlayabilir mi şeklinde sorularla modeller üzerinde çalışmalar devam etmiştir.

Tarım ürünlerinin üreticiden son tüketiciye ulaşana kadar geçtiği her aşamada izlenebilirliğe önem veren blok zinciri teknolojisi, ürün geçmişiyle ilgili her türlü bilgiyi zincirdeki tüm katılımcıların erişimine açabilmektedir. Bu sayede, gıda tedarik zinciri verimliliğinin ve izlenebilirliğinin artması mümkün olmaktadır. Bu zincirle paydaşlar arasında kar paylaşımında daha adil bir düzenin kurulmasını da mümkün kılabilir. Diğer yandan tarım ve gıda ürünü ticaretinde lojistik ve nakliye koşullarının iyileştirilmesi ve birden fazla aracı kuruma olan ihtiyacın azalması yönüyle de sistemin sektörler için avantajları ortaya çıkmaktadır. Sistemin tedarik zincirinin karmaşık yapıdan kurtarılıp basit hale getirilmesi ve böylece paydaşlar arasında işlem maliyetlerinin azalması ya

da ortadan kaldırabilmesi, üretim-maliyet-fiyat dengesinin makul düzeylerde gerçekleşmesine izin verdiği ifade edilmektedir²¹. Blok zincirinde paylaşılan envanter ve otomatik satın alma siparişleri, tedarik zinciri boyunca ürün hareketlerini hızlandırabilir, ürünlerin bozulma risklerini azaltarak kayıp oranını düşürebilir ve tüketici taleplerinin daha uygun koşullarda ve zamanda verimli bir şekilde karşılanmasını sağlayabilir²².

Blok zinciri teknolojisinin zincirlenmiş ve değiştirilemez blok yapıları sayesinde, tarım ve gıda ürününe ait menşei bilgisi, işleme koşulları, içerik bilgisi, son kullanma tarihi, depolama koşulları ve nakliye verileri gibi bilgiler, tedarik zincirinin her adımında gerçekleşen işlemler, o ürüne dijital yollarla atanır ve tüketici bu bilgileri istediği zaman görebilir. Bu yolla gıda ürünleri üzerinde yapılabilecek sahtecilik, taklit ve tağşiş gibi uygulamalarının önüne tamamiyle geçilebilir. Tüketicilerin gıda ürünlerine duyduğu güven böylece artabilir ve tüketici gıda ürünlerine yönelik şüphe ve olumsuzlukları da bu süreçte en aza inebilir.

Blok zinciri teknolojisinin sağlayabileceği faydalar ve tarım/gıda alanında etkileri, işletmelere ait verilerin kalitesi ve sürekliliğinin artmasına; bu sayede işletmelerin resmi evrak temin ve takip sürecinin kolaylaşması şeklinde de görülebilmektedir. Aynı zamanda, küçük ve orta ölçekli tarım ve gıda işletmelerinin, bilgi eksikliği yüzünden finansmana ulaşmada yaşadığı zorlukların çözülmesi mümkün olabilir. Pazarlama alanında ise işletmelere e-ticaret ve diğer sanal ortam ticaret şekilleri gibi yeni pazar alanları sunarak müşteri çeşitliliğini artırabilir. Küresel ticarete işlemleri gerçekleştiren araçların işlevlerini değiştirerek satın almayı otomatikleştirebilir. İnternet ve e-ticaretin fiziksel mağazalara alternatif olması gibi, blok zinciri de üreticilerin doğrudan tüketicilere bağlanmasına ve farklı pazarlar oluşturmaya olanak sağlayabilir. Küresel pazarlara ve talebe ilişkin genellikle sınırlı bir görüşe sahip olan üreticiler, müşteri talebine ilişkin güvenilir veri ve tahminlerden yararlanarak aşırı üretim ve israf riskini azaltabilir ve kârlılığını artırabilir.²³

Gıda alanında piyasaların olumsuz etkilerini en aza indirmede, gıdanın izlenebilirliğinde blok zincir uygulamaları yaygınlaşma eğilimindedir. Özellikle tarım ve gıda ürünleri işleme süreçlerinde elde edilen üretimle ilişkili barkod, QR kodu, RfID gibi verilerin takibi, depolama ve taşıma koşullarında akıllı uygulamalar, sıcaklık, nem, Ph gibi değerleri algılayan akıllı sensör uygulamalarının değerlendirilmesinde blok zincir teknolojisinin giderek artan düzeyde kullanıldığı görülmektedir. Dünyanın önemli gıda perakendecisi firmalarından IBM ile Walmart ortaklığı ile yürütülen pilot proje kapsamında

21 Gökoğlan ve Atalan, (2022), s. 108.

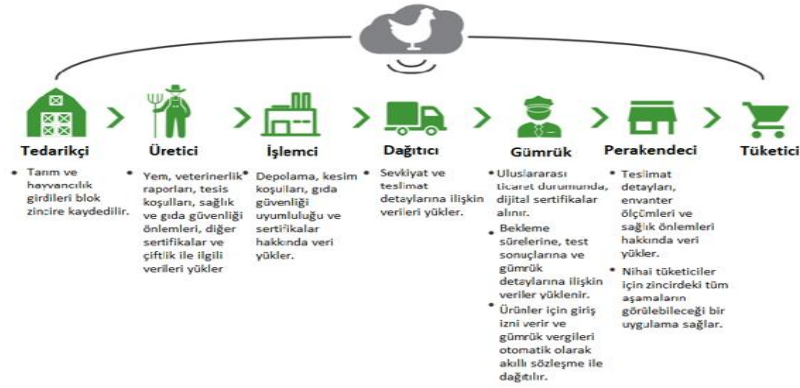
22 İndap, (2022), s. 57.

23 İndap (2022), s. 58.

ABD’de mango Çin’de ise domuz etinin tüm üretim süreçlerinin izlenebilirliğinin bu teknoloji ile sağlandığı belirtilmektedir. Günümüzde 10 dolayında büyük gıda üreticisi ve perakendecisi firma blok zinciri teknolojisini kullanmaya başlamış durumdadır²⁴. Burada özellikle blok zinciri tekniğinin en önemli avantajı olarak da, düşük maliyet ve yüksek hızla tarım ve gıda ürünlerinin tedarik sürecine ilişkin verileri toplayıp analiz etme ve ürün kimliğinin oluşturulması amaçlanmaktadır. Elde edilen veri ve bilgiler, yaşanan sorunların ortaya çıkması yanında buna ilişkin sorunların çözümünde kullanılmaktadır. Türkiye’de de bazı gıda firmalarının bu teknolojiyi takip ettikleri bilinmektedir. Tarım ve gıda alanında artabilecek bilimsel çalışma ve faaliyetlerle blok zincirin uygulama alanları genişleyebilecektir. Son dönemlerde bazı üniversitelerin araştırma merkezlerinde sanayicilerle iş birlikleri kurularak tarım ve gıda ürünlerinin değer zincirinde blok zincir çalışmalarından yararlanma durumu araştırılmaktadır.

Blok zinciri teknolojisinin hayvancılık sektöründe tavukçuluk alanındaki uygulamasına ilişkin örnek olarak sistemin işleyişi ve yararları şekil 1’de verilmiştir. Genel bir tarımsal gıda tedarik zincirini karakterize eden ana aşamalar; üretim, işleme, dağıtım, perakende ve tüketim olarak sıralanabilmektedir²⁵. Buna göre zincir üzerinde yer alan girdi temininden son tüketiciye kadar olan paydaşların tüm bilgi ve verilerinin izlenerek güvenli üretimin sağlanması yanında şeffaf bilgi paylaşımının sektöre önemli katkılar sağladığı belirtilmektedir. Üretim ve ticaretin sertifikasyonu yönüyle de gıdalarda kalite güvence sistemleri güven altına alınmaktadır.

Şekil 1. Tarımsal Arz Zincirinde Veri Paylaşımı Teknolojisi (Tavukçuluk Sektörü Örneği)²⁶



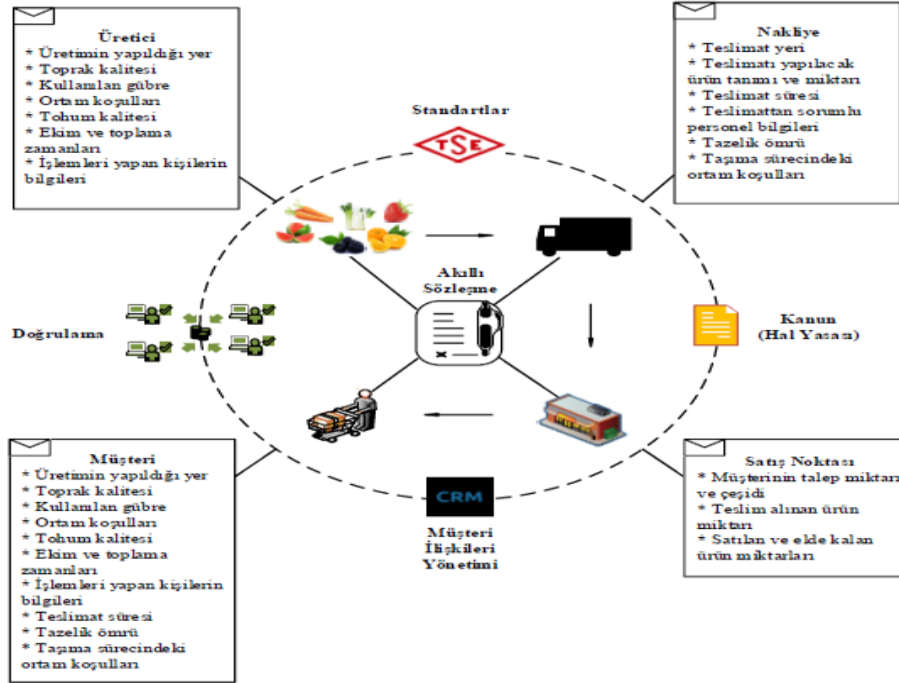
24 Özer (2017), s. 1.

25 Gökoğlan ve Atalan (2022), s. 104.

26 Tripoli and Schmidhuber (2018), p. 8.

Sektörde tedarik zinciri ya da değer zinciri sürecinde nesnelerin interneti teknolojilerini ile sözleşmeler (üretim, depolama, dağıtım ve pazarlama) yapılarak blok zinciri tedarik zinciri boyunca merkezi olmayan bir şekilde akıllı sözleşmelerle kaydedilir. Hammadde tedarikçisinden nihai tüketiciye kadar sabit bir işlem günlüğü oluşturulabilir. İşlem günlükleri sayesinde gıda güvenliği, kalitesi ve izlenebilirliği artırılabilir ve bu da şeffaf ve güvenilir bir sistem oluşturmaya yardımcı olmaktadır (Şekil 2).

Şekil 2. Blok Zinciri Teknolojisinde Akıllı Sözleşme Uygulaması²⁷



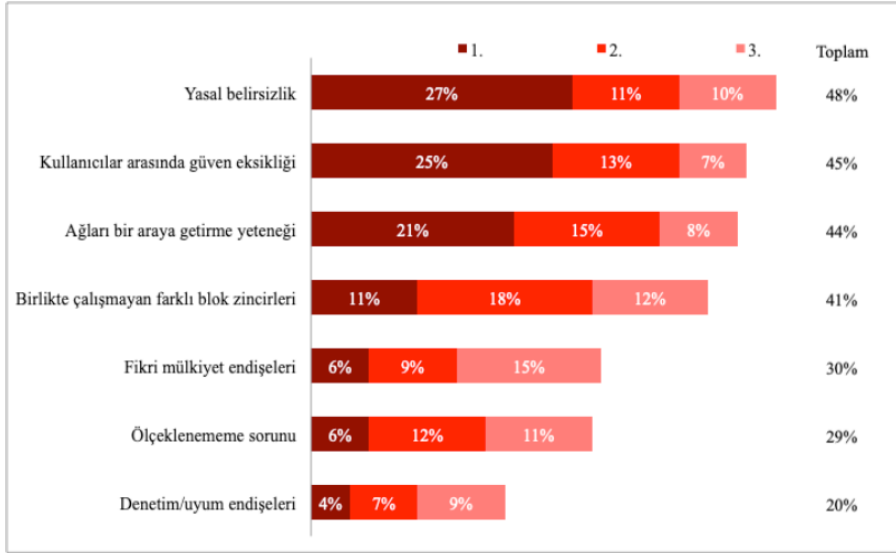
Türkiye’de gıda perakendeciliğinde çeşitli meyve ve sebze ürünlerinde blok zinciri teknolojisi firma mobil uygulamalarında yer almaktadır. Burada tüketici satın aldığı meyve-sebzelerin üreticiden reyna gelişini şeffaf olarak öğrenmek için HKS (hal kayıt sistemi) etiketi üzerinde bulunan QR kodu üzerinden okutabilmektedir. Tüketici de satın aldığı ürünlerin güvenli izlenebilirliği sayesinde memnun olmakta, sürdürülebilir piyasaların oluşumu bu

²⁷ Yıldızbaşı ve Üstünyer (2019), s. 464.

sayede kolaylaşmaktadır. Diğer yandan gıda işletmelerinin ürettiği ürünlerin marka imajının sağlamlığı açısından da önemi olabilmektedir.

Blok zinciri teknolojisi büyümeye ve gelişmeye devam ederken, birçok sektörde paydaşların blok zinciri entegrasyonunda karşılaşılabileceği uygulama zorlukları da bulunmaktadır. Sistemi uygulamak zor ve pahalıdır. Aynı zamanda tedarik zinciri içindeki paydaşların sisteme eklenmesinin kültürel, maliyet, organizasyonel kaynaklı engelleri olabilmektedir. Blok zinciri odaklı bir sisteme geçişte işletmelerin, mevcut sistemlerini terk edip yeni bir sistem oluşturmaya çalışması maliyetli olacaktır. Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerde farkındalık ve blok zincire geçiş eğiliminde gelişmenin yeterli olmadığı görülmektedir. Blok zinciri araçları ortadan kaldırmayı amaçladığından, mevcut tedarik zinciri araçlarının direnç göstermesi, tedarik zinciri paydaşlarının, değerli verileri gerçek zamanlı olarak merkezi olmayan ve paylaşılan bir veri tabanında paylaşmaya direnç göstermesi nedeniyle katılımı ilgili zorluklar yaşanabilir²⁸. Yapılan bir çalışmada sistemin benimsenmesindeki zorluklar şekil 3 de görüldüğü şekilde belirtilmiştir. Yasal belirsizlik, güven eksikliği, ağları bir araya getirme yeteneği ve birlikte çalışmayan farklı blok zincirleri gibi nedenlerin temel engeller olduğu ifade edilmiştir.

Şekil 3. Blok Zincirinin Benimsenmesindeki Engeller²⁹



28 İndap (2022), s. 61.

29 İndap (2022), s. 64.

Bu sürecin verilen destek ve teşviklerle aşılabilmesi olasıdır. Aynı zamanda blok zinciri sisteminin faydalarını ortaya koymak için araştırma ve yenilikçi çalışmaların yapılması gerekmektedir. Özellikle tarım işletmelerinin yönetimindeki değişimine yönelik bu teşviklerle uzun vadeli olumlu etkilerin, sektörün yapısal sorunlarına da çözüm oluşturabileceği düşünülmektedir. İşletmelerin kayıtlı olarak planlı ve stratejik üretimi mümkün olacaktır. Ekonomik ölçek büyüklüğüne ulaşmada örgütlenme ve ortak hareket etme anlayışının gelişimi bu sistemle mümkün olabilir. Özellikle piyasalarda pazarlama gücünün yaratılması ve ürün kalitelerine uygun fiyatlandırma sisteminin kurulmasına blok zincirin yardımcı olabilmesi mümkündür. Küçük üreticilerin piyasa sürecinde fiyat araştırmaları yapabilmeleri, pazar geliştirmelerine yönelik bilgilendirme, üretim sürecinde yayım ve iletişim gibi girdi ve ürün piyasalarından haberdar olma konusunda gelişimlerini sağlamaya blok zincir uygulamalarının olumlu etkisi olacaktır.

3. Sonuç ve Öneriler

Tarım ve gıda toplumların stratejik sektörlerinin başında yer almaktadır. Ulusların beslenme gereksinimlerini karşılamaları, istihdamla gelirlerini artırmaları ve ticaretle döviz katma değerinin yaratılmasında tarım ve gıda sektörü önemlidir. Bu yararlılıkların artırılmasında sektörlerin yapısal durumlarını ve gelişimini dikkate alarak sorunlarını çözümlenmek ve ekonomiye olumlu etkilerini artırmak gerekmektedir.

İklim değişikliği ile mücadele ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılması için yeni temiz üretim teknolojileri ve hizmetlerin sayısının ve etkinliğinin hızla artması, tarım ve gıda sektörü için gereklidir. Tarım ve gıda sektörü inovatif değişim ve gelişmelere ayak uydurmak zorundadır. Dünyayı etkileyen Covid 19 pandemi süresince, gıda ürünlerinde kesintisiz tedarik sağlama ve fiyat, arz, talep vb. yönlerden dağıtım kanallarını izleme ve denetimin önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır. Bu yönüyle tarım ve gıdanın üretim ve dağıtımını kadar işlenmesi, ticareti küresel bir boyut haline gelmiş ve enerji, kimya, biyoloji, çevre, ulaştırma, sağlık vb. birçok sektörle yakın ilişkiler içinde olmasının önemi görünür biçimde ortaya çıkmıştır. Tarım ve gıdanın bu sayılan sektörler yanında tüketici sağlığına uygun üretimde bulunarak piyasa dengesinin sağlanması, yatırım artışını teşvik etme sürecinde teknolojik uygulama ve deneyimlerden yararlanması da önemli olmuştur. Akıllı tarım, yapay zeka, bilgisayar tabanlı çözüm yaratan modeller, blok zincir gibi teknolojilerin sektöre uyumu, karşılaşılan sorunların çözümü, tarım ve gıda için yeni fakat giderek artan bir çalışma alanını da doğurmuştur.

Tarım ve gıda alanında genel olarak özellikle gelişmekte olan ülkelerde piyasayı bozucu oluşum ve yapılanmaların başında gelen kayıt dışılıkla mücadelenin azaltılmasına yönelik önlemlerin alınması gereklidir. Birçok alt yapı sorununun çözümünü uzun vadeli olarak değerlendirmek gerekmektedir. Üretimin sürdürülebilirliği ve izlenebilirliği, ürünlerle ilgili hile ve aldatmalara yönelik yanlışlıkların düzenlenmesi zorunludur. Piyasalarda fiyat regülasyonu, kırsalda yaşam ve bilgi düzeyi artırılması, tarımsal yayım ve iletişim konularının modern uygulamalarla geliştirilmesi zorunludur. Tarladan sofraya tedarik zinciri sürecinde gıda ürünlerinin üreticiden tüketiciye bozulmadan ve kayıpsız ulaştırılabilmesi, etkin planlama, denetim ve verimli lojistik hizmetler yardımıyla sağlanabilir. Zincirin her aşamasında gıda güvenliğinin sağlanması ve kayıpların önlenmesi önemli ekonomik yarar sağlayacaktır.

Gelişen süreçte tarımsal üretim ve ticaret piyasalarının planlı ve stratejik olarak düzenlenmesinde, teknolojik gelişimlerden yararlanma yanında akıllı sistemlerinden ve blok zinciri gibi teknolojilerden faydalanma önemlidir. Gıda tedarik ve güvenliğinin ön plana çıktığı ve tarım arzını etkileyen olumsuzlukların engellenmesi için teknolojik gelişmelerin tarıma uyarlanması, sadece politik bir hedef olarak değil aynı zamanda sürdürülebilir stratejik bir hedef olarak ele alınmalıdır. Özellikle tarımsal üretimin güvenli ve sürekli olarak devamlılığının sağlanması yanında tarımda kalıcı istihdamın teknoloji ile birleştirilmesi sürecinde blok zincirinde sözleşmelerin kurulması, kayıtların tutularak izlenmesi, denetlemelerin yapılması gerekmektedir. Gelişen uygulamalar ve artan işletme büyüklüğü yardımıyla teknolojik alt yapısını güçlendiren veya birlikte üretimde bulunarak küçük ölçek olumsuzluğunu ortaydan kaldırmayı hedefleyen işletmelerin varlığının söz konusu modern sistemlerle buluşturulduğunda, tarım ve gıdanın ekonomik yaşama katkısı artacaktır. Ulusal ve uluslararası büyük ölçekli ticaretle ödeme emirlerinin güvenli ortamlarda gerçekleştirilmesi ile akıllı sözleşmelerin kurularak üretim ve pazarlamanın devamlılığını sağlayan tarım ve gıda sektörünün finans piyasalarına da uyum sağlama ile başarılı olma şansı artacaktır. Tarım sektörünün risk ve belirsizliklerden korunmasında, fiyat belirleme ve gelecek işlem piyasalarının düzenlenerek gelir güvencesinin sağlanmasında, blok zincir avantaj yaratacaktır. Gelecek piyasa ve işlemlerin düzenlemelerinde borsa verileri ve bu verilerin gelişmesine hizmet edebilecek kayıtların şeffaf ve izlenebilir şekilde ele alınmasında, blok zincirin sektöre katacağı katkılar önemlidir. Bu durumun ekonomik, sosyal, teknik risk ve belirsizlikler nedeniyle piyasalarda yer almada yeterli girişimcilik özelliği gösteremeyen işletmelerin gelişimine de olumlu etkilerde bulunacağı ifade edilmektedir.

Kaynaklar

- Artık, N., Güneş, E., Mert, İ. (2022). Türkiye Gıda ve İçecek Sanayii Sektör Araştırması, Türkiye Gıda İşverenleri Sendikası yayını. İstanbul.
- Bakan, İ ve Şekkeli, Z.H. (2019). Blok Zincir Teknolojisi ve Tedarik Zinciri Yönetimindeki Uygulamaları. *OPUS International Journal of Society Researchers*, 11 (18), 2847 – 2877.
- Dilara G., Caner, Koç, Vatandaş, M. (2020). Gıda Ürünlerinin İzlenebilirliğinde Blok Zinciri Teknolojisinin Kullanımı, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 16(2): 8-14.
- Durğay, Z. & Karaarslan, E. (2018). Blokzinciri Teknolojisinin E-Devlet Uygulamalarında Kullanımı: Ön İnceleme. Akademik Bilişim Konferansı, Karabük.
- Gerdan, G. (2019). Blokzincir Teknolojisiyle Gıda Güvenliği ve Yumurta Sektörü İçin Örnek Bir Uygulama. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul.
- Gökoğlan, K. & Atalan, İ. (2022). Tarımsal Gıda Ürünlerinin Tedarik Zinciri Yönetimine Blok Zincir Teknolojisinin Etkisi. *Ahi Evran Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6 (1), 97-112.
- H. Kakavand, N. Kost D. S., B. (2017). Chilton, *The Blockchain Revolution: An Analysis of Regulation and Technology Related to Distributed Ledger Technologies*, Dla Papers, <https://ssrn.com/abstract=2849251.1-27>
- İndap, Ş. (2022). Tarım-Gıda Tedarik Zincirinde İzlenebilirlik ve Gıda Güvenliği İçin Blok Zinciri: Kiraz Ürünü Uygulaması. Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü (Doktora Tezi), İstanbul.
- Nakamoto, S. and Bitcoin, A. (2008). A Peer-to-Peer Electronic Cash System: Bitcoin. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, 4, 2.
- Özer, B. (2017). Gıda Kalite Kontrol ve İzlenebilirlik Süreçlerinde Blockchain Yaklaşımı, Süt Bilimi, <https://blasea.org/gida-kalite-kontrol-izlenebilirlik-surecinde-blockchain-yaklasimi/#>
- Pranto TH, Noman AA, Mahmud A, Haque AB. 2021. Blockchain and smart contract for IoT enabled smart agriculture. *PeerJ Comput. Sci.* 7:e407 DOI 10.7717/peerj-cs.407.
- Saberi S, Kouhizadeh M, Sarkis J, Shen L (2018). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7): 2117–2135.
- Showkat, A. B., Nen-Fu H., Ishfaq B. S. and Muhammad S. (2022). Agriculture-Food Supply Chain Management Based on Blockchain and IoT: A Narrative on Enterprise Blockchain Interoperability. *Agriculture* 2022, 12, 40. <https://doi.org/10.3390/agriculture12010040>.
- Statista. (2020). Global Market for Blockchain Technology 2018-2025. <https://www.statista.com/statistics/647231/worldwide-blockchaintechnology-market-size/>
- Trade Map. (2022). Trade statistics for international business development Monthly, quarterly and yearly trade data. Import & export values, volumes, growth rates, market shares, etc. 2022.

- Tripoli, M., and Schmidhuber, J. 2018. Emerging Opportunities for the Application of Blockchain in the Agri-food Industry. FAO and ICTSD: Rome and Geneva. Licence: CC BY-NC-SA, 3.
- Ünal, G. ve Uluyol, Ç. (2020). Blok Zinciri Teknolojisi, Bilişim Teknolojileri Dergisi, Cilt: 13, Sayı: 2, Nisan 2020. s. 167-175.
- Yıldızbaşı, A. ve Üstünyer, P. (2019). Tarımsal Gıda Tedarik Zincirinde Blokzincir Tasarımı: Türkiye’de Hal Yasası Örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 21 (2), 458-465.

Tarımsal Pazarlamada Dijital Dönüşüm: Blok Zinciri

Prof. Dr. Mevhibe Albayrak

Ankara Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
Tarım Ekonomisi Bölümü

Esra Doğances

Ankara Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
Tarım Ekonomisi Bölümü

Öğr. Gör. M. Emin Karabacak

Ank. Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Rekabet ve İnovasyon
Uygulama ve Arş. Mrk.

Giriş

Günümüzde verinin ve bilginin rolü, yaşanan teknolojik gelişmelere paralel olarak daha da önemli hale gelmektedir. Bilgi, mevcut koşullarda işletmelerin rekabet avantajı sağlaması için değerli bir kaynak olarak kabul edilmektedir. İşletmelerin mevcut durumlarına uygun ve yeterli miktarda ve işlerine yarayan bilgiye sahip olmadan uzun vadede pazar konumlarını geliştirmeleri ve mevcut durumlarını korumaları daha zor görünmektedir. Bu nedenle, işletmeler bilgi kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılmasında verilerin işlenmesi, depolanması ve görselleştirilmesi yoluyla rekabet üstünlüğü kazanarak kendi sürdürülebilirliklerini sağlayabilirler. Aksi taktirde mevcut koşullarını koruyamayıp piyasadan çekilme riskleri ile karşı karşıya kalabilirler. Bilgi çağı olarak nitelendirilen bu çağda, bireyler ve kurumlar sahip oldukları bilgileri düzenlemek ve anlamlı bir hale getirmek zorundadır. Bundan dolayı da günümüzde birçok bilgi yönetimi sistemi hayatın bir parçası haline gelmiştir.

İş dünyasında da teknolojik gelişmeler yakından takip edilmekte ve elde edilen bilgilerin anlamlı bir hale getirilmesi meselesi ile de baş edilmeye çalışılmaktadır. İşletmelerin artan bilgi yükünü yönetmek ve elde etmek için harcadıkları zaman ve kaynak artmaktadır. Bu bağlamda işletmelerin kullandıkları sistemler de sürekli değişim ve gelişim içindedir. Yönetim Bilişim Sistemleri, İşletme Bilgi Yönetimi Sistemleri, Tarımsal Bilgi Yönetim Sistemleri, Dijital Pazarlama ve Akıllı Tarım Sistemleri gibi her sektörde kendine has yeni bilgi yönetim ve işletim sistemleri doğmaktadır. Enformatik sistemler web siteleri ve ağ yapıları gibi bilişim sistemlerine; bilgi teknolojisi sistemleri ise yazılım ve donanım bağlamında organizasyonun tüm bilgi sistemlerine odaklanırlar.

Bütün sektörlerde yaşanan bu değişim COVID-19 pandemisi, küresel ısınma ve küresel savaşlar nedeniyle tarım sektörünü daha da etkilemektedir. Tarım, stratejik açıdan ülkelerin her zaman önemli gündem maddelerinden birini oluşturmaktadır. Dinamik ve çoğu zaman doğal olayların etkisinde olan bir üretim sürecini kapsayan tarımsal faaliyetlerde teknoloji ve bilgi gittikçe daha da önem arz etmektedir. Worldometers'in verilerine göre, 2022 yılında 7 milyar 924 milyon kişi olan dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 10 milyara ulaşması beklenmektedir. Bu artış, beraberinde gıdaya olan talebi de artıracaktır. Ayrıca bu süreçte 2,4 milyar insanın kasaba ve şehirlere göç edeceği, 10 milyar nüfusun üretilen gıdada %70 talep artışına neden olacağı ve kişi başına yıllık tüketiminin 36,4 kg'dan 2030 yılına kadar 45,3 kg'a çıkacağı da öngörülmektedir¹.

Belirtilen veriler ışığında, tarladan başlayıp son tüketicinin kullanımı aşamasına kadar geçen süreçte bilgi işletim teknolojilerini kullanmanın dinamik yapısı itibariyle tarımsal alanda birçok fayda sağlayacağı aşikardır. Teknolojik gelişmelerin tarım sektöründe; uzaktan algılama ile yıllık ürün tahminlerinden, tarım alanlarının ve ürünlerinin planlanmasına, sulama, gübreleme ve ilaçlama gibi faaliyetlerden tedarik zinciri yönetimine ve ürün satışına kadar pek çok farklı alanda kullanılabilmesi mümkündür. Başlangıçta coğrafi bilgi sistemleri gibi kullanımı daha kurumsal bir yapıdan çiftçilerin kendi ürünlerini satabildikleri platformlara kadar basitleşen ve kullanıcı dostu bilgi sistemleri artık tarımsal alanda vazgeçilmezler arasındadır.

Mevcut durumda karar alıcılar gıda kıtlığı düşünüldüğünde, tarımın her alanında gelişen teknolojilerin benimsenmesi çağrısında bulunmaktadırlar. Bu bağlamda tarımda üretkenlik ve kalitede iyileşmeler, yeterli pazarlama altyapısı ve verimli gıda yönetimi tarımsal büyümenin ön koşullarıdır. Gıda güvenliği, hem üreticilerin hem de tüketicilerin endişe duyduğu önemli bir husus olarak görünmektedir. Tedarik zincirlerinde şeffaflık, üretimle ilgili prosedürlerin iyileştirilmesine yardımcı olur. İzlenebilirlik, üretici, hasat ve üretim tarihleri gibi veriler de dahil olmak üzere, ürünün menşeinin belirlenmesine izin verdiği için de çok önemlidir. Artan talepleri karşılamak için tarım ve tarıma dayalı sanayilerde mevcut teknik uygulamaların büyük ölçüde iyileştirilmelidir.

Karmaşık tarımsal sorunların ele alınmasında blok zinciri (*Blockchain*), ileri teknolojilere en son eklenen halkadır. Bir kriptografik karma, blok zinciri

1 Abadi, Hosein Rezaie Dolat; Faghani, Fatemeh; Tabatabaee, Seyed Mehdi: Impact of Information Technology Development on Stock Market Development. Empirical Study in the World's Leading Capital Markets.2013. International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences. Vol. 3 No.1, s. 383–395.

teknolojisinin temelini oluşturmaktadır. Merkezi olmayan ve değişmez olan bir işlem defteri sistemidir. Bu, kullanıcının işlemlerinin ve kimliğinin asla etkilenmeyeceğini garanti eder. Sahte bir işlem gerçekleşirse, merkezi olmayan madencilik mekanizması bunun şifreli zincire girmesini engelleyecektir. Tedarik zinciri lojistik endüstrisi, blok zinciri teknolojisinin en görünür uygulamasıdır.

Blok zinciri, bozulabilir malların arzının izlenmesinde kullanılabilir. Blok zincirin çeşitli ticari uygulamaları da vardır. Blok zinciri teknolojisi, tarımsal ürünlerin tedarik zinciri yönetimindeki işlem, hammadde ve miktar gibi ilgili verileri içerir ve her durumda mahsulün kaybı sırasında talep için kayıtların yardımıyla çeşitli mahsullerin sigorta planları da sürdürülebilir. Akıllı sözleşmelerin kullanımı, işlemlerin sonuçlandırılmasında yardımcı olurken herhangi bir üçüncü tarafın müdahalesini de ortadan kaldırmaktadır. Bu, blok zinciri teknolojisinin temel avantajı olarak düşünülebilir.

Tarımsal ürün ve gıda değer zincirinde verimliliği artırmak için gelişen teknolojilerin kullanılması teşvik edilmektedir. Dijital uygulamalar halihazırda yaygınlaşmaktadır. Blok zincirin kripto para birimleri ve Bitcoin'de kayıt tutma ve güvenli işlem alanındaki etkinliğinin kanıtlarına dayanarak, tarım sektöründe teknolojinin tam olarak benimsenmesi oldukça önemlidir. Nitekim tarımsal ürün ve gıda tedarik zincirinde küresel boyutta blok zincirin boyutunun 2015 yılında 60,8 milyon ABD Doları değerinde olduğu ve 2023 yılında kadar da yaklaşık 430 milyon ABD dolarına ulaşacağı öngörülmektedir. Blok zincirin sektörde tarımsal ürün veya gıdanın takibi, çiftlik yönetimi ve envanter takibi, tarımsal değer zincirlerinin geliştirilmesi, tarımsal destek ve sigortaların optimize edilmesi, tarımda sigortalamada akıllı sözleşmeler, özellikle küçük çiftçilerin pazara erişimini kolaylaştırma, arazilerin alım satımı, finansman ve ödemeler ve arazileri kayıt altına alma işlemleri açısından fayda sağlaması beklenmektedir. Ayrıca FAO'ya göre, yıllık israf edilen dünya gıda üretiminin yaklaşık üçte birinin, arz ve talep tahmini ile yönetiminde blok zinciri ağının etkili olacağı ifade edilmektedir.

Bu çalışmada ele alınan tarımsal pazarlamada dijital dönüşümde blok zinciri; tarımsal süreçlerde elde edilen verilerin toplanması, sınıflandırılması, depolanması, analiz edilmesi ve işlenmesi ile ilgilenen bir disiplin olarak değerlendirilmektedir. Blok zincirin tarımsal ürün pazarlamasına etkisi de bu bağlamda incelenmektedir.

1. Dijital Dönüşümün Tarihçesi

Bilgi teknolojisinin ortaya çıkışı, farklı faaliyetlerin basitleştirilmesi için bilgisayarın keşfedildiği döneme dayanmaktadır². Bilgi teknolojisinin II. Dünya Savaşı döneminde savaşan tarafların stratejiler belirlemek ve aynı zamanda farklı savaş bölgelerindeki operasyonlarını otomatikleştirmek için uygulandığı görülmektedir³. Savaş alanlarındaki askerler arasında iletişim aracı olarak kullanılmış ve merkez komuta ofisine savaş cephesinde neler olup bittiğine dair bir genel bakış sağlamıştır. İkinci Dünya Savaşı'nın sonunda, bilgi teknolojisi kurumsal organizasyonlar, bireyler ve devlet kurumları tarafından günlük faaliyetleri için kullanılmak üzere farklı biçimlerde platformlar, süreçler, araçlar ve donanımlar halinde geliştirilmiştir.

Genel olarak bilgi teknolojisi, planlama, karar verme, yönlendirme, organize etme, izleme ve kontrol amacıyla geçerli ve güvenilir bilgiye dönüştürülen ham verileri toplamak, harmanlamak, oluşturmak, analiz etmek ve yorumlamak için bilgisayarların ve telekomünikasyon cihazlarının kullanılmasını içermektedir⁴; ayrıca "bilgi toplama, işleme, dağıtım ve kullanımı desteklemek için kullanılan herhangi bir teknoloji" olarak da tanımlanmaktadır⁵. Bu teknoloji aynı zamanda internet, intranet gibi platformlarla bilgi iletişim teknolojisi ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Bilgisayar yazılımı, donanımı ve diğer akıllı cihaz türleri biçiminde kablolu ve kablosuz modeller ve araçlar kullanarak ağ oluşturma gibi süreçleri de barındırmaktadır.

Gelişen teknoloji ile bilginin; üretilmesi, depolanması, aktarılması ve işlenmesi gelişmekte ve farklı alanlarda kullanımın alanları bulmaktadır. Bilgi işleme ve bu bilginin kullanımı da farklı birçok araç gereçle sağlanmaktadır. Mevcut piyasada bilgisayarlar, mikro işlemciler, yazılımlar ve otonom sistemler bilgiyi işleyen bazı yeni teknolojik araçlardır. Tarım ve bilgi teknolojilerinin ara yüzünü de bu sistemler oluşturmaktadır.

2 Chandler, Daniel; Munday, Rod: "Information Technology", A Dictionary of Media and Communication (First Ed.), 2012. Oxford University Press.

3 Abadi, Hosein Rezaie Dolat; Faghani, Fatemeh; Tabatabaee, Seyed Mehdi: Impact of Information Technology Development on Stock Market Development. Empirical Study in the World's Leading Capital Markets.2013. International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences. Vol. 3 No.1, s. 383-395.

4 Niamsorn, Suwitsa., Wainwright, David, Graham, Margaret: Electronic Mail User Acceptance, Adoption and Assimilation: the Case of Thai Higher Education Institution, 2011, 4-6 July, 2011Proceedings of Business and Information (BIA) Conference, Bangkok, Thailand.

5 Mpofu, Knowledge Chinyanyu., Milne, Don, Watkins-Mathys, Lorraine: ICT and Development of E-business among SMEs in South Africa. ISBE 2009 Conference, Liverpool, UK, s. 1-20.

Dijital tarım, hassas tarım, çiftlik yönetim sistemleri gibi birçok yeni uygulama tarımsal düzenin içine de girmiştir. Bu kullanımların en yaygını akıllı tarım uygulamalarıdır. Akıllı tarım; elektronik sistemler ve veri tabanını bir araya getiren gelişmiş sistemlerdir. Genel özelliklerine bakıldığında, coğrafi bilgi sistemleri küresel konum belirleme ve uzaktan algılama gibi temel sistemleri içermektedir.

Akıllı tarım uygulamaları, üreticiler açısından üretimde verimi arttırmak için, çevre açısından da ekolojik sisteme daha az zarar verilmesi gibi konularda sektördeki birçok aktörün dikkatini çeken uygulamalardır. Akıllı tarım uygulamaları ile yüksek miktarda ürün elde edilmesi, tarımda kayıt düzeninin/veri tabanının oluşturulması, girdi maliyetlerinin düşürülmesi ve çevre kirliliğinin azaltılması gibi birçok fayda elde edilmektedir. Akıllı tarım uygulamaları; görüntü algılama ve fitobiyolojik bilgi, uydu ve hava araçları ile uzaktan algılama, konuşan bitki/konuşan meyve yaklaşımları, tarımda makine görüşü, gübre uygulamalarının kontrolü, bitki korumada algılama ve bilgi yönetimi, bitki korumada ilaç uygulama teknikleri, sera tarımında bilgi teknolojisi uygulamaları, balık çiftliklerinde bilgi teknolojileri, uzayda gelişmiş yaşam destek sistemleri, yönetim ve karar destek sistemleri, çiftlik ve ürün yönetim sistemleri, mikro-çevrenin görüntülenmesi, tahmini ve kontrolü, su yönetiminde bilgi teknolojileri, tarım uygulamalarına ait özel iletişim sistemleri, uzaktan hizmet ve bakım: e-ticaret, e-danışmanlık ile blok zinciri teknolojilerinden oluşmaktadır.

Bilgi teknolojilerinin ilerleyişi beraberinde *dijitalleşme* kavramını ortaya çıkarmıştır. Dijitalleşme ya da diğer bir tabirle sayısallaşma; mevcut verilerin bilgisayar, telefon, akıllı telefon ve tablet gibi teknolojik araçlar tarafından sayısallaştırılması ve bir şekilde dijital ortama aktarılması sürecidir. Dijitalleşme, tarımdan sanayiye toplumsal hayattan ekonomik hayata dijital dönüşümü ifade eden genel bir terimdir. Analog teknolojilerle karakterize edilen endüstriyel çağdan dijital teknolojiler ve dijital iş yenilikleriyle karakterize edilen bilgi ve yenilik çağına geçişi açıklamaktadır⁶.

Dijitalleşme, dijital teknolojinin kitlesel olarak benimsenmesiyle tetiklenen dönüşümleri ve gelişmeleri de ifade etmektedir. Bilgi üreten, işleyen, paylaşan ve aktaran teknolojiler dijital teknolojiler olarak karşımıza çıkmaktadır. Dijital dönüşüm tek seferlik değil, teknolojinin yönlendirdiği dalgalar halinde ilerlemektedir.

6 Çalışkan, Gamze: Dijitalleşme/Dijital Dönüşüm Nedir?. 2020, <https://binbiriz.com/blog/dijitallesme-dijital-donusum-nedir>, erişim, 22.04.2021.

Dijitalleşmenin ilk dalgası olarak veri işlemeyi otomatikleştirmeyi amaçlayan ve uygulanan yönetim bilgi sistemleri iş performansının izlenmesi ve raporlanması, telekomünikasyon teknolojileri geniş bant (sabit ve mobil) ve sesli telekomünikasyon gibi teknolojilerde ortaya çıkmaktadır.

2. Dijitalleşmenin Etki Alanları

Bilgi ve teknoloji alanında yaşanan devrimsel nitelikteki gelişmelerin beraberinde dijitalleşmeyi getirdiği, bunun da toplumsal yaşamdan üretime, tarımdan sanayiye kadar bütün yaşamıyı değiştirdiği ve günümüzde dijitalleşmenin girmediği alanın yok denecek kadar az olduğu bilinmektedir. Dijital dönüşüm, daha yüksek karlılık, rekabet avantajı ve verimlilik ile sonuçlanan yeni iş modelleri, süreçler, yazılımlar ve sistemler oluşturmak için teknolojinin uygulanması açısından önem taşımaktadır.

Endüstri 4.0'ın bir parçası olarak dijital dönüşüm, aşağıdaki ilkelerle de karakterize edilmektedir⁷:

- Esneklik: Ağlarda dinamik iş süreçleri
- Yürütme süresinin azaltılması: Büyük veri, gelişmiş karar verme yetenekleri
- Özelleştirme–planlama, yapılandırma, sipariş, tasarım ve üretim açısından müşteriler için özelleştirme
- Büyük veri değerlendirilmesi sonucunda daha verimli süreçler ve hizmetler
- Resmi olarak bölünmüş bir iş organizasyonu yerine esnek ve uyarlanabilir organizasyon.

Dijital dönüşümün kullandığı teknolojiler ise aşağıda gibidir:

- Bulut ve mobil teknolojiler
- Büyük veri analizi ve işlem gücü
- Yeni enerji kaynakları ve teknolojileri
- Nesnelerin interneti, endüstriyel nesnelerin interneti
- Kitle kaynak kullanımı
- Robotik, otonom ulaşım
- Otonom veri tabanı yönetim sistemleri
- Yapay zeka
- Gelişmiş üretim, 3D baskı

7 Schwab, Klaus: The Fourth Industrial Revolution: What it means, how to respond. 2016. World Economic Forum, Insight Report.[Online].Available:<https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>.

Dijital teknolojiler insan faaliyetlerinin çoğunu etkilemekle birlikte, kuruluşlarda süreçleri dönüştürmek, yetenekleri devreye sokmak ve dijital dünyada rekabet etmek ve çabalamak, yeni iş modellerini yönlendirmek için dijital teknolojilerin ve yeteneklerinin entegre edilmesi de gerekmektedir⁸.

3. Pazarlama Anlayışı ve Dijitalleşme İlişkisi

Pazarlama, Philip Kotler tarafından değişim süreci yoluyla istek ve ihtiyaçları karşılamaya yönelik insan etkinliği olarak tanımlanmaktadır. Pazarlama kavramı talep edilen ürünler, fiyat, tatmin, takas, ağlar, pazarlar, pazarlamacılar ve olası müşterileri içeren birçok unsurdan oluşmaktadır. Üretilen ürün ve hizmetlerin en son tüketicinin eline geçene kadar gerçekleştirilen faaliyetleri kapsayan pazarlama kavramı, kişiden kişiye ve kurumdan kuruma farklı anlamlarda kullanılmaktadır⁹. Pazarlamayı kimileri çok dar, kimileri ise geniş kapsamlı olarak ele almaktadır. Günlük yaşamda birçok yerde karşılaşılan pazarlama olayına yönelik yapılmış çok sayıda tanım bulunmaktadır. Birçok kişinin pazarlama kavramından anladığı da birbirinden farklıdır.

Dar anlamdaki pazarlama tanımlarında dağıtım yönlü, mülkiyet yönlü ve yönetsel pazarlama tanımları şeklinde bir ayrıma gidilmektedir. Geniş anlamdaki pazarlama tanımlarında ise bir işletmedeki faaliyetlerin bütünü pazarlamaya ilişkin olarak ele alınmaktadır. Genel bir tanım olarak pazarlama; müşterilerin gereksinimlerini ve beklentilerini anlama ve bu çerçevede hizmetlerin nasıl tasarlanıp sunulabileceğini planlama işlemidir¹⁰.

Başka bir tanımda ise pazarlama, “pazarlarla ilişki kurmak, insanların gereksinimlerini doyumak amacıyla değişimi gerçekleştirmek” şeklinde açıklanmaktadır. Pazarlamaya ilişkin olarak en yaygın kullanılan tanım, Amerikan Pazarlama Derneği'nin yapmış olduğu tanımdır. Bu tanıma göre pazarlama, kişilerin ve örgütlerin amaçlarına uygun şekilde değişimi sağlamak üzere, ürünlerin, hizmetlerin ve düşüncelerin yaratılmasını, fiyatlandırılmasını, dağıtımını ve satış çabalarını planlama ve uygulama sürecidir.

Pazarlama, insanların gereksinimlerinin ve isteklerinin doyumulmasına yöneliktir. Pazarlama, değer zincirinde değişimi kolaylaştırırken, ürünler,

8 Niamsorn, Suwitsa., Wainwright, David, Graham, Margaret: Electronic Mail User Acceptance, Adoption and Assimilation: the Case of Thai Higher Education Institution, 2011, 4-6 July, 2011 Proceedings of Business and Information (BIA) Conference, Bangkok, Thailand.

9 Uraz, Çevik: Temel Pazarlama Bilgileri, 1978, Kalite Matbaası Ankara, s. 2.

10 Walters, Suzanne: Marketing: aA how-to-do manual for librarians. 1992, Neal-Schuman Publishers, Newyork, s. 150.

hizmetler ve örgütsel yapıları kapsayan çeşitli alanlarda da faaliyetler içermektedir.

Geçmişten günümüze pazarlama anlayışları ise iki farklı şekilde ortaya konulmaktadır. İlkinde; üretim anlayışı (1930 öncesi), satış anlayışı (1930-1950), pazarlama anlayışı (1950-1970), sosyal pazarlama anlayışı (1970 sonrası) ve global pazarlama anlayışı (1980 sonrası) söz konusudur. İkincisi ise pazarlama 1.0, pazarlama 2.0, pazarlama 3.0 ve pazarlama 4.0 şeklindedir. Bu sınıflandırmalarda dünyadaki konjonktürel gelişmeler dikkate alınarak değerlendirmeler yapılmaktadır. Yani, 1929 dünya ekonomik krizini de içeren bir süreçte birinci ve ikinci dünya savaşlarının yaşandığı ve savunma sanayine yönelik yatırımların ağırlık kazandığı dönemlerdeki üretim ve verimlilik odaklı bakış açısından tüketici odaklı, çevre dostu üretim yöntemlerine odaklanılan ve küreselleşme çabaları ve arkasından da dijitalleşme süreci ile pazarlama anlayışları değişime uğramıştır. Özetle, dijital dönüşüm sürecinde müşteri odaklı yaklaşımın değer odaklı yani dünyanın daha iyi bir yer haline gelmesi şeklindeki yaklaşıma dönüştüğü görülmektedir^{11, 12, 13}.

Dijital dönüşüm, gerek inovasyon gerekse pazarlama için giderek daha önemli bir bileşen haline gelmiştir. Mevcut pazarlama anlayışı dijitalleşme ile yeni bir paradigma değişimi yaşamaktadır. Pazarlamanın odak noktası, yeni müşterileri çekmekten ziyade onları etkilemeye ve onlarla daha yakından ilgilenmeye kaymıştır. İşletmelerin dijital dönüşümü, pazarlama uygulamaları üzerinde derin bir etkiye sahip olup, hem mikro hem de makroekonomik düzeylerde geniş kapsamlı bir etkiye sahiptir. Pazarlamanın dijital dönüşümü mikroekonomik düzeyde ürün/hizmet yapılandırması, fiyatlandırma, dağıtım ve tanıtım gibi tüm faaliyetlerini; makroekonomik düzeyde ulusal rekabet gücünü, işgücü piyasalarını, inovasyonu, antitröst ve vergilendirmeyi etkilemektedir.

Firmaların “pazara giriş” süreçlerinde nasıl yenilikler yaptıkları ve değer yarattıkları yani; mikro ortamlarındaki katılımcılar, tedarikçiler, aracılar, halk, hedef pazarlar, rakipler ve tabii ki en önemli rolde müşterileri içine alan süreçleri nasıl yönettikleri önemlidir. Karşılıklı yarar ve uzun vadeli ilişkiler için firmalar yeni fikirlerden ziyade istikrarlı bir müşteri sadakati sağlamak için müşterilerin önceliklerini göz önünde bulundurmaya zorundadır. Değer, ilişkisel pazarlamanın önemli bir unsuru olarak kabul edilir. Ayrıca pazarlama, her zaman sosyal bir

11 İslamoğlu, Ahmet Hamdi: Pazarlama Yönetimi, 2006, Beta Basım A.Ş., İstanbul, s. 486.

12 Kotler, Philip, Kartajaya, Hermawan, Setiawan, Iwan. Pazarlama 3.0 Ürün Müşteri İnsan Ruhü. Optimist, İstanbul 2010, s. 192.

13 Kotler, Philip, Kartajaya, Hermawan, Setiawan, Iwan. Pazarlama 4.0 Gelenekselden Dijitale Geçiş. Optimist, İstanbul 2017, s. 223.

süreç olmuş ve sosyal sorumluluk da bu sürecin bir parçası haline gelmiştir. Bu bağlamda dijital pazarlama, tüketicilerin ve firmaların yeni dijital araçlar ile hayatına giren önemli faktördür. İşletmelerin/firmaların uzun vadede başarısı günümüzde sürekli değişen dijital enstrümanlara ayak uydurmasına da bağlıdır.

Dijitalleşme, tarımsal pazarlama alanını da yakından ilgilendirmektedir. Tarımsal pazarlama verileri, bir ülkedeki tarımsal emtianın yönetimi, depolanması, planlaması ve kontrolünde çok önemli bir rol oynamaktadır. Tarımsal pazarlamada dijitalleşme teknolojileri; tarladan sofraya diye tabir edilen süreçteki bilgiyi toplama, düzenleme, işleme, dizayn etme ve nihayetinde eldeki veriler ışığında tarımsal pazarlama hakkında politika ve önerileri sunmaya yarayan bilgi sistemleridir. Dijitalleşme ile kuruluşlar, girişimciler ve çiftçiler piyasa bilgileri ışığında kaynaklarını daha verimli kullanılmakta ve planlamalarını daha etkin bir şekilde yapmaktadırlar.

Dijital pazarlama, tarım sektöründe de elektronik cihaz veya internet kullanarak yapılan; verilerin toplanması ve analizi sürecini içeren tüm pazarlama faaliyetlerini kapsar. Dijital pazarlama sürecinde kurum, kuruluş ve işletmeler, ürün ve hizmetlerini tanıtmak veya satmak için reklamcılık, sosyal medya, e-mail pazarlaması gibi dijital kanallardan faydalanırlar.

Dijital pazarlama, ürünlerin veya markaların bir veya daha fazla elektronik ortam aracılığıyla tanıtılmasını da ifade etmektedir. Bir işletmenin dijital pazarlama stratejisinin bir parçası olarak kullanılacak reklam araçları, internet, sosyal medya, cep telefonları ve elektronik reklam panolarının yanı sıra, dijital televizyon ve radyo kanalları da olabilmektedir.

Dijital pazarlama son zamanlarda tüm iletişim kampanyalarının ayrılmaz bir bileşeni haline gelmiş ve işletmeler için önemli bir başarı faktörü ölçütü haline gelmiştir. Çevrimiçi pazarlama, pazarlama için kullanılan tüm yöntemleri kapsamakla birlikte müşterilerle çevrimiçi ve çevrimdışı etkileşimi teşvik etmek amacıyla yeni medya ve teknik araçlara dayalı ürünler ortaya koymaktadır. Eskiye oranla artık tüketiciler yeni dijital araçlar sayesinde dinamik bir yapıda hareket etmekte ve firmaların pazarlama stratejileri de değişmektedir.

4. Dijital Dönüşümde Gelinek Nokta: Blok Zinciri Teknolojisi

Bilgi ve iletişim teknolojileri (ICT) bir dizi teknoloji ile satın alma, üretim, depolama, pazarlama ile ilgili bilgilerin ses, görüntü ve veri biçiminde iletilmesi, kaydedilmesi ve sunulması akustik, optik veya elektromanyetik olarak tutulmasına imkan sağlar¹⁴.

14 ANZ: "Agritech in New Zealand," 2019, Ministry of Business, Innovation, and Employment.

Yeni dijital araçlardan birisi de blok zinciri teknolojileridir. Blok zinciri, Satoshi Nakamoto'nun Bitcoin kavramı ile birlikte gündeme gelmiş ve şifreleme yoluyla birbirine bağlanmış bilgi blokları olarak tanımlanmıştır¹⁵. Blok zinciri, verilerin teknik bir şema haline getirilmesiyle oluşmaktadır. Bu şema içeriğinde bulunan çok sayıda düğümün şifrelenmesi yoluyla oluşan bloklardan meydana gelmektedir. Bu bloklar doğrusal ve kronolojik olarak bir zincir oluşturacak şekilde de birbirlerine bağlanmaktadır. Bu bloklar bilgilerin geçerliliğini doğrulayan dijital parmak izlerine sahiptirler¹⁶.

Verileri paydaşların bilgisayarlarına dağıtmak verilerin yöneticiler tarafından merkezi olarak yönetilen sunucularda depolanmasına kıyasla veri kaybı ve bozulmasına karşı daha az savunmasızdır. Blok zinciri, bir ürünle ilgili zaman damgalı işlem ve etkinlik gruplarını içeren bir veri tabanıdır. Yöneticiler tarafından merkezi olarak yönetilen sunucularda veri depolamak, onları internetteki sunuculara dağıtmaktan daha fazla kayıp ve bozulmaya açıktır.

İsviçre merkezli finans kurumu Credit Suisse'nin 2018 Raporuna göre, blok zinciri teknolojisinin 2014 yılındaki düşünce aşamasından 2025 yılına kadar ana akım olarak benimseneceği öngörülmektedir (Şekil 1). Blok zinciri teknolojisinden yararlanmak için de 2013-2018 döneminde birçok ülkede teknolojiden yararlanmada ortaklıklar kurulduğu ifade edilmektedir.

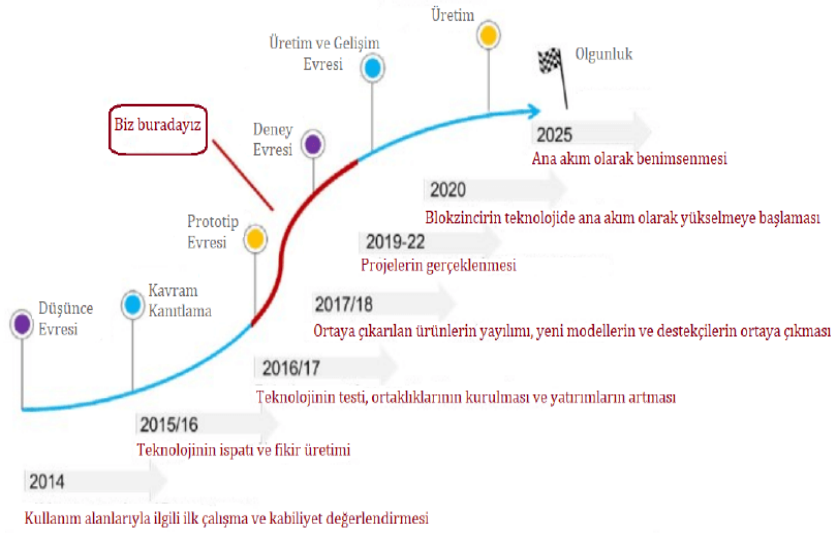
Dünyada birçok ülkede blok zinciri teknolojisine adaptasyonu hızlandırma, uygulamaların olası risklerini tespit etme ve teknolojinin kötüye kullanımını engelleyici düzenlemeler üzerinde çalışmalar yürütülmektedir. İsviçre, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada gibi gelişmiş ülkelerde bu teknolojinin gelişimi de desteklenmekte, Türkiye'de de çalışmalar yürütülmektedir¹⁷.

15 Jacobovitz, Ori: Blockchain for Identity Management. Technical Report, 2016, The Lynne and William Frankel Center for Computer Science Department of Computer Science, Ben-Gurion University, Beer Sheva, Israel. s. 2.

16 Tian, Feng: "An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology,". Proceedings of the 2016 13th international conference on service systems and service management (ICSSSM) (Piscataway, NJ: IEEE), s. 1-6.

17 Türkiye Bilişim Vakfı: Dünyada Blokzinciri Regülasyonları ve Uygulama Örnekleri Karşılaştırma Raporu-Şubat 2019. Hukuk, Düzenlemeler ve kamu İlişkileri Çalışma Grubu,Blockchain Türkiye, s. 1-44, <https://bctr.org/wp-content/uploads/2019/04/Du%CC%88nyada-Blokszinciri-Regulasyonlar%C4%B1.pdf>.

Şekil 1. Blok Zincirin Tarihçesi^{18, 19}



raf: <http://www.businessinsider.com/bitcoin-technology-blockchain-only-through-its-evolution-2018-1>

Blok zinciri sayesinde bankacılık (finansal), mesajlaşma uygulamaları, oylama, araç satış-kiralamanın yanı sıra e-ticaret, perakende sektör ve balıkçılık gibi alanlarda dönüşüm yaşanması beklenmektedir²⁰. Ayrıca blok zincirin, nitelik ve özellikleri öğrenildikçe, kodlama bilen hukukçular çoğaldıkça akıllı sözleşmelerin kullanımının ileriki yıllarda giderek olgunlaşacağı ve artacağı da öngörülmektedir²¹.

Tarım alanında ise blok zinciri teknolojisi, çeşitli aktörlerin ve paydaşların tohumdan satışa, bir tarımsal ürünü üretmeye kadar tüm katma değerli süreç boyunca ürettiği veri ve bilgileri depolamaya hizmet etmektedir. Veri ve bilgilerin ilgili aktörler ve paydaşlar için şeffaf olmasını ve kaydedilen tüm verilerin değişmez olmasını sağlamaktadır. Bir platformda hangi blok zincirinin (izinli veya izinsiz) kullanıldığını ve hangi konsensüs mekanizmasının

18 TÜBİTAK BİLGEM UEKAE.; Blokzincir Teknolojisinin Geleceği. Blokzincir Araştırma Laboratuvarı 2022. <https://blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr/blokzincir-teknolojileri/>.

19 <https://www.teknolojidenbihaber.com/hayalin-otesi-blok-zincir-teknolojisi/>.

20 Ünal, Gökhan, Uluçol, Çelebi: Blok Zinciri Teknolojisi, 2020. Bilişim Teknolojileri Dergisi, Cilt: 13, Sayı: 2, s. 167-175.

21 Tevetoğlu, Mete: Ethereum ve Akıllı Sözleşmeler. 2021, İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 12(1), s. 193-208.

toplamaya uygun olabileceğini göstermektedir. Sistem, tarım-gıda sistemlerinde farklı aşamalarda veri ve bilgi akışını garanti altına almaktadır. Blok zinciri teknolojisi, geleneksel teknolojilerin dayandığı “belirsizliğin güvenliği” yerine, ademi merkezîyetçilik yoluyla güvenlik üretmektedir²².

Veri tabanı, çiftçiliği optimize etmeye yardımcı olan veriye dayalı mobil uygulamalar geliştirmek için faydalıdır. Ayrıca, blok zinciri, nesnelerin interneti için kapsamlı, güvenli altyapı oluşturma ve e-tarımda kullanılan çok sayıda teknolojiyi entegre etme zorluğunu ele almaktadır.

IoT ve blok zinciri teknolojisinin ortak uygulamasına dayalı olarak birçok akıllı tarım modeli önerilmiş ve uygulanmıştır. Örneğin, Patil ve ark. (2017), “akıllı sera çiftlikleri için hafif bir blok zinciri tabanlı mimari”, ayrıca genel kullanım için bir blok zinciri ve IoT tabanlı akıllı tarım çerçevesi önermektedir²³.

Seralarda, IoT sensörleri merkezi olarak yönetilen özel bir yerel blok zinciri görevi görmektedir²⁴. Çerçevenin özü, blok zinciri kullanan aktörler arasında güven oluşturmaya yardımcı olan bir platformdur. Üretimden satışına kadar ürünlerle ilgili acenteler, akıllı cep telefonları aracılığıyla blok zincirinde depolanan verilere erişebilir. Her aktörün blok zincirinde depolanan gerçek zamanlı su kalitesi verisine sahip olduğu, yerel ve bölgesel ölçekte kullanım için blok zinciri tabanlı bir BİT e-tarım modeli önerilmektedir.

Dünyada birçok şirket akıllı tarım bağlamında blok zinciri uygulamalarını kullanmaktadır. Örneğin, Fliament şirketi, akıllı tarım teknolojisi aracılığıyla fiziksel nesnelere ve ağları bağlamak için cihazlar sağlayarak bir blok zincirine karşı güvenli bir şekilde işlem yapmak için herhangi bir bağlı USB bağlantı noktası aracılığıyla mevcut makineler veya cihazlarla kolayca kullanılabilen mikro boyutta bir donanım geliştirmiştir. Blok zinciri ayrıca çiftliklerde uygulamaları daha akıllı hale getirmek için de kullanılmaktadır. Örneğin, Tayvan'daki sulama birlikleri, verileri toplu olarak arşivlemek ve halkla daha iyi etkileşim kurmak için blok zinciri kullanmaktadır²⁵. Her dernek bir “kamu tüzel kişiliği” olarak faaliyet göstermekte ve sulama yönetimi ile ilgili kendi veri ve

22 IBM Institute for Business Value: Device Democracy: Saving the Future of the Internet of Things. 2015.

23 Patil, Pradnya, I, Manoharan Sangeetha, Bhaskar, Vidhyacharan: “Blockchain for IoT access control, security and privacy: a review,”, 2020, Wireless Personal Communication: An International Journal, Volume 117 Issue 3, Ap 2021, s. 1815-1834.

24 Zhou, Lin: “The Structure of the Nash Equilibrium Sets of standard 2-player games” Economic Theory, 2005 Springer: Society for the Advancement of Economic Theory (SAET), vol. 26(2), pages 301-308, August.

25 Zhou, Lin: “The Structure of the Nash Equilibrium Sets of standard 2-player games” Economic Theory, 2005 Springer: Society for the Advancement of Economic Theory (SAET), vol.26(2), pages 301-308, August.

bilgilerini kamuoyunun erişebileceği blok zinciri aracılığıyla yayınlamaktadır. Şeffaflık, halkın sulama yönetimine katkısını çağrıştırmakta ve su kaynakları kullanımını iyileştirme çabalarını artırmaktadır. Ayrıca, blok zinciri oluşturulan uzunlamasına veri tabanı, sulama kanallarının inşası ve bakımı gibi konularda karar vermeyi bilgilendirmek için de kullanılmaktadır.

Blok zinciri teknolojisi çevrimiçi ortamda bilgiye erişim ve güvenlik konusunda başvurulan araçlara gerek duymaması, araçları ortadan kaldırarak bilginin manipüle edilmesi, çalınması ve gizliliğin ihlal edilmesi gibi riskleri azaltması, maliyetleri düşürmesi, bilginin tek ve ortak bir merkezde tutulması yerine birden fazla veri tabanında tutulması gibi avantajları söz konusudur. Bunun yanı sıra, *blok oluşum sürecinin uzun olması, az sayıda sunucu olması halinde bilginin dağınık ağlarda bulunması nedeniyle sisteme saldırının yaşanabilmesi (siber tehdit), yüksek enerji tüketimi, kullanım zorluğu, mevzuat uyumu, ülkeler arasında standart uygulama bulunmaması, her hesap için gerekli olan özel anahtarın kaybedilmesi halinde veri kaybının yaşanabilmesi, denetim sisteminin bulunmamasının illegal uygulamalara fırsat verebileceği gibi durumlar blok zinciri teknolojisinin dezavantajları arasında* vurgulanabilir²⁶.

5. Tarımsal Pazarlama ve Blok Zinciri İlişkisi

Tarımsal ürün ve gıda pazarlaması sadece üreticilerin geliri ve tüketici ile ilgili değil, aynı zamanda sivil yaşam ve sosyal istikrar için de önem taşımaktadır. Dolayısıyla tarım, sosyal ve politik duyarlılığın yüksek olduğu bir alandır. Tarım sektörü doğası gereği belirsizlikler ile karşı karşıya bir sektördür. Bu nedenle sektörde üretimin devamlılığı, yeterliliği, yüksek kaliteli ve güvenli ürünler hayati değere sahiptir. Diğer taraftan da bilgi asimetrisi sorunu görülebilmektedir. Asimetrik bilgi, bir ekonomik işlemde yer alan taraflar eşit şekilde bilgilendirilmediğinde ortaya çıkmakta ve kaynakların en iyi şekilde tahsis edilmesini engellemektedir. Bilgi asimetrisi, piyasa başarısızlığı gibi bir dizi soruna neden olabilmektedir. Şu anda birçok ülke, tarım ve gıda endüstrisinde piyasa başarısızlıklarını azaltmaya ve daha adil bir ticaret ortamı yaratmaya çalışmaktadır. Örneğin, 12 Nisan 2018'de Avrupa Komisyonu, küçük ve orta ölçekli gıda firmaları ve tarımsal işletmelere adil muamele sağlamak için tarımsal gıda ticaretinde bilgi asimetrisinin neden olduğu zarar verici ticaret uygulamalarını yasaklamak için bir dizi yükümlülükler getirmiştir. Bunlar, bozulabilir gıda ürünleri için geç ödemeleri, son dakika sipariş iptallerini, sözleşmelerde tek taraflı veya geriye dönük değişiklikleri içermektedir. Bu sorunlar sadece gıda piyasasının istikrarına zarar vermekle kalmamakta, aynı

26 Sümer, Gökhan: Dünyada ve Türkiye'de Blok Zincir Teknolojisinin Gelişimi ve Kripto Paralar. 2021. Hitit Sosyal Bilimler Dergisi, 14(1), 191-207.

zamanda işlemlerin verimliliğini de düşürmektedir. Ayrıca işlem sürecinin karmaşıklığı, yüksek işlem maliyetleri ve uzun işlem süreleri verimsiz işlemlere yol açabilmektedir. Bu nedenle verimliliği artırabilecek çözümlerin bulunması gerekmektedir.

Blok zinciri teknolojisi, her türlü işi etkileyen dağıtılmış defter olarak kabul edilebilir. Popüler olarak bloklar olarak bilinen ve kriptografi kullanımıyla birbirine bağlanan kayıtların büyüyen bir listesidir²⁷. Blok zincirin tasarımı sayesinde verilerde herhangi bir değişiklik yapılması imkansız hale gelmektedir. Bununla birlikte, faaliyetleri veya taraflar arasında gerçekleşen her şeyi kalıcı, doğrulanabilir ve verimli bir şekilde kaydedebilen açık dağıtılmış defterlerdir²⁸. Dağıtılmış Defter Teknolojisi (DDT) blok zincirinin bir örneği olarak “değerin interneti” olarak da bilinir. Bunun nedeni, değer işleminin yanı sıra depolamadaki güvenlik unsurlarıdır.

Blok zinciri, bu nedenle, genellikle bir ağda çeşitli düğümlere paylaşılan eksiksiz ve ağ etkinliklerinin bir geçmişini içine alan teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. İnternet üzerinden yapılan işlemlerin güvenliğini arttırmaktadır. Üçüncü taraf blok zinciri teknolojisinden yardım istemeden, her biri bilinmeyen yabancı varlıkların güvenli bir şekilde değer alışverişi yapmak için interneti kullanmasına izin vermektedir. Eklenen bilgilerin geçerli ve güvenli olduğundan emin olmak için aslında madencilik dayanağıdır. Bu sürekli zincire yeni blok şeklindeki bir verinin eklendiği süreci ifaden bir ilişki sürecidir. Madenci olarak adlandırılan ağ, normalde bunu doğrulama yoluyla yapmaktadır.

Blok zinciri teknolojisinin özelliklerinden biri, merkezi olmayan bir sistem üzerine çalıştığı için herhangi bir kuruluş tarafından kontrol edilmemesi veya herhangi bir sistem tarafından yönetilmemesidir. Bogart ve Rice’in belirttiği gibi blok zinciri, veri durumu söz konusu olduğunda dağıtık ağın fikir birliği içinde olmasını sağlayan bir özelliğe de sahiptir.

Pazarlama üretimden önce başlayıp satış sonrasında da süreklilik arz eden bir faaliyet olup, bu süreçte birçok pazarlama hizmeti de (hasat, işleme, dağıtım, standardizasyon, taşıma, depolama, ambalajlama, fiyat oluşumu, talep yaratma, kayıt tutma gibi) gerçekleştirilmektedir. İşletmelerin finansal gücüne, işletme ölçeğine ve örgütlenme kültürüne bağlı olarak da piyasadaki rolleri ve teknolojiden yararlanma düzeyleri de değişmektedir.

27 Morris, David Z.: “Leaderless, Blockchain-Based Venture Capital Fund Raises \$100 Million, And Counting”, 2016.

28 Iansiti, Marco, Lakhani, Karim R.: The truth about blockchain. 2017. Harvard Business Review. 95, 118–127. doi: 10.3390/s19153267.

Ayrıca dünyada birçok ülkede ve Türkiye’de de tarımsal ürün ve gıda pazarlamasında taklit ve taşıma kapsamında ürünler, kayıt dışı ekonomi ile karşılaşmaktadır. Etik olmayan bu uygulamaların önüne geçilmesi için blok zinciri teknolojilerinden yararlanmak alternatifler sunabilecektir. Nitekim bu teknolojinin tedarik zincirinde lojistik maliyetlerinin düşürülmesinde %25-50, stokların azaltılmasında %25-60, kapasite ve verimlilik artışında %10-20 gibi olumlu etkisinin olduğuna yönelik bulgular da önem taşımaktadır²⁹.

Tüm bu verilerin ışığında, tarımsal pazarlamanın ihtiyacı olan birçok alanda blok zinciri teknolojisinden fayda sağlanması beklenebilir. Tarım sektöründe özellikle büyük ölçekli işletmelerin, güçlü üretici örgütlerinin bu teknolojiye yararlanabilmesi de olasıdır.

6. Tarımsal Pazarlamada Blokzinciri Uygulamaları

Bu bölümde, dünyada ve Türkiye’de tarımsal pazarlamada blok zinciri uygulamaları ile ilgili bazı örnekler sunulmaktadır.

6.1. Dünya Örnekleri

Blok zinciri teknolojisi, kuruluşların karar verme yeteneklerini geliştirerek gıda ve tarım sektörlerinde devrim yaratmaktadır. *Bu teknolojinin başlıca uygulamaları arasında ürün izlenebilirliği, izleme ve görünürlük, ödeme ve uzlaşma, akıllı sözleşme, yönetim, risk ve uyumluluk yönetimi yer almaktadır.* Tedarik zinciri şeffaflığına olan talebin artması nedeniyle blok zinciri pazarı gün geçtikçe büyümektedir. Blok zinciri pazarının ana itici gücü, artan sayıda gıda dolandırıcılığı vakalarıdır. Küçük ve orta ölçekli işletmelerin büyüme hızı, dünya genelinde bu pazara yatırım yapan ve bu teknolojinin sunduğu faydalara ilgi duyan girişimcilerin varlığı blok zinciri teknolojisinin geleceğini olumlu yönde şekillendirebilecektir.

Bu teknolojiyi kullanan şirketler, son müşterilere ürünün menşeyinden rafa kadar olan tüm yolculuğu hakkında bilgi sağlayarak ürünlerini talep edebilir ve doğrulayabilir. Ayrıca, bu uygulamaların önemi COVID-19 pandemisinin yayılmasıyla birlikte önemli bir ölçüde artmıştır. Gıda değer zincirinin şeffaflığı ve izlenebilirliği, küresel gıda endüstrisinde artan bir ihtiyaçtan dolayı, blok zinciri pazarının pandemi sonrası dünyada bir artış gördüğü tahmin edilmektedir.

29 Tribis, Yunes, Bouchti, Abdelali El ve Bouayad, Houssine: Supply Chain Management based on Blockchain: A Systematic Mapping Study. International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2018, https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/59/matecconf_ijwtsce2018_00020.pdf

Nitekim COVID-19 Pandemi döneminde güvenli gıda, gıdaya erişim, ürün kayıpları konuları açısından tarım sektörünün önemi ve algısı artmıştır.

Uygulama ve çözüm sağlayıcılar, tarım ve gıda endüstrisindeki müşteriler için blok zinciri çözümlerini dağıtan ve yöneten üçüncü taraf kuruluşlardır. Bu satıcılar, işlemsel veri tekrarını azaltarak ticari ve düzenleyici ihtiyaçlar için periyodik mutabakat ve kimlik doğrulama sağlayarak şirketlere yüksek iş değeri sağlamaktadır. *Tarım ve gıda tedarik zinciri pazar büyüklüğündeki küresel blok zincirinin 2020'de 133 milyon ABD Dolar iken, 2025 yılına kadar 948 milyon ABD Dolarına ulaşacağı tahmin edilmektedir.*

Dünya genelinde tarımsal pazarlamada blok zinciri uygulamalarına bakıldığında Çin, Tayland, ABD, Güney Kore, Güney Afrika ve Malezya'daki bazı uygulama örnekleri göze çarpmaktadır. Bunlar:

- ✓ Güney Koreli bir firma okul kantinlerindeki öğle yemeklerinin tedarik zincirini blok zinciri teknolojisi ile izleyerek çocukların sağlıklı beslenmesi için tedarik zincirindeki her aşamadan haberdar olmaktadır.
- ✓ Tayland ve Malezya'da palm yağı tüccarları ile devletin birlikte çalışması sonucunda daha önce yaşanan fiyatlandırma sorunları çözüme kavuşturulmuştur.
- ✓ Güney Afrika için önemli bir sektör olan şarap sektöründe üretimin ve tedarik ağı blok zinciri teknolojisi ile izlenmektedir.
- ✓ ABD'deki uygulamalardan birisi de sektörün önde gelen bir bilişim firması ve gıda tedarik ve satışı yapan bir firma ortaklığı ile yürütülen pilot proje kapsamında mango üretim süreçlerinin izlenebilirliği blok zinciri teknolojisi ile sağlanmıştır.
- ✓ Çin'de domuz eti üretim ve satış sisteminde de bu teknolojiyen yararlanılmaktadır.

6.2. Türkiye Örnekleri

Türkiye'de 2021 yılında İzlenebilir Güvenli Gıda Platformu ile birlikte tarım sektöründe blok zinciri teknolojisinin ilk kullanımı özel sektördeki iki firmanın ortaklaşa bir projesi sonucu ortaya çıkmıştır. Bu teknolojiyle tedarik zincirindeki her bir ürünün topraktan sofraya kadar yolculuğunun tüm aşamalarını, kullanılan tüm girdiyi ve üretici tarafından yapılan uygulamalarını izlemeye imkan veren proje kapsamında paydaş zincir marketlerden alışveriş yapan müşteriler yararlanacaktır. Bu sistemle bilgilerin değiştirilemez olması da tüketicilerin doğru bilgiye ulaşımını garanti altına alacaktır. Özellikle tarımda ayrı bir önemi olan bu yeni teknolojinin Türkiye'de yaygınlaştırılması adına

önemli bir proje olarak öne çıkmaktadır. HEKTAŞ tarafından kurulan İzlenebilir Güvenli Gıda Platformunun ilk kullanıcısı uluslararası bir firma olan CarrefourSa'dır. Uygulama ile birlikte CarrefourSA müşterileri, reyonlardaki sebze ürünlerinin üzerinde yer alan QR Kod sayesinde o ürüne dair üretici bilgisi, yer, zaman ve yetiştirilme şartları ile akredite olmuş kuruluşlardan alınan tüm kalıntı analizlerine anlık olarak ulaşabileceklerdir.

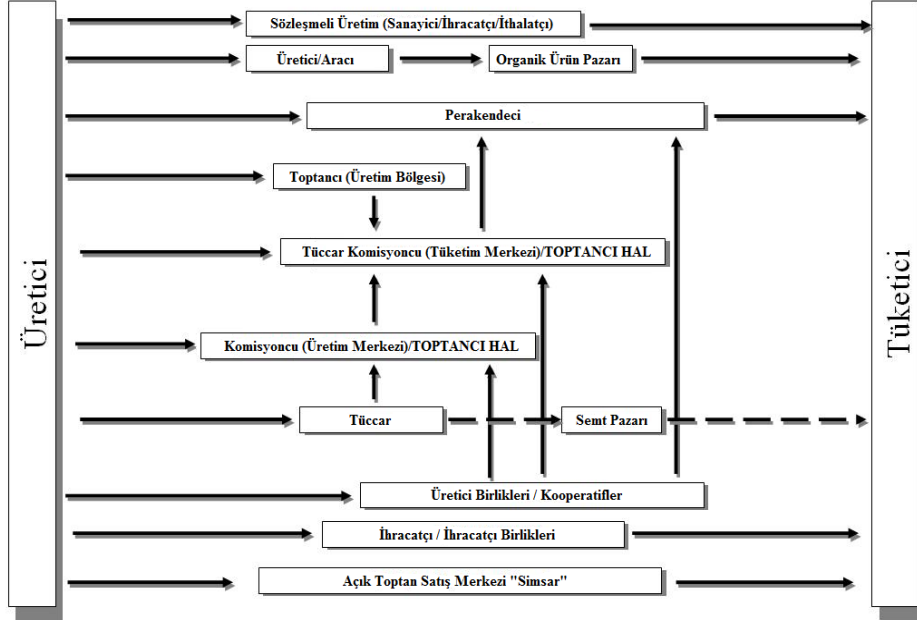
Migros, Microsoft ve Obase iş birliğiyle perakende aşamada meyve ve sebze blok zinciri teknolojisini hayata geçirmiştir.

Türkiye'de blok zinciri teknolojisinin geleceği için de hukuki altyapı, bu konuda kamuda çalışma grupları, üniversitelerde ve sivil platformların oluşturulması ile de ciddi katkılar üzerinde çalışmalar hayata geçirilmektedir.

Dünya ve Türkiye örneklerine bakıldığında, belirli düzeyde de olsa blok zinciri teknolojisinden yararlanma çabaları mevcut olduğu görülmektedir. Ancak sistemin yaygınlaşmasının önünde de bir takım engeller bulunmaktadır. Nitekim Deloitte (2018) tarafından Türkiye dahil bazı ülkelerde yürütülen bir çalışmanın sonuçlarına göre; blok zinciri teknolojisinden yararlanmanın önündeki en büyük engellerin başında; incelenen işletmelerde bu teknoloji hakkında yeterli alginın olmadığı, bu teknolojinin yeterince olgunlaşmamış olduğu düşüncesi, yasal kısıtlar, teknolojiyi yürütecek yeterli uzmanlığın olmaması durumunun hakim olduğu ortaya çıkmıştır³⁰.

Tarımda blok zinciri uygulamalarının değerlendirilebilmesi için öncelikle tarımsal pazarlama modelleri incelendiğinde, doğrudan pazarlama ile aracı kurum/kuruluşları içeren yapılar görülmektedir. Pazarlamada blok zincirinin rolünü yaş meyve ve sebze örneği üzerinden değerlendirmek fikir verebilir (Şekil 2).

30 Yalçiner, Ayten Yılmaz, Dağcı, Büşra: İzlenebilir Ve Güvenilir Bir Tedarik Zinciri Yönetimi: Blok Zinciri Tabanlı Tedarik Zinciri Yönetimi. Mühendislik Bilimlerinde Akademik Çalışmalar. 2020, Livre De Lyon., France, S.39- file:///K:/BLOKZ%C4%B0NC%C4%B0R%C4%B0%20B%C4%B0LD%C4%B0R.%C4%B0%202022/blokzincir%20d%C3%B6k%C3%BCman/M%C3%BChendislik%20Bilimlerinde%20Akademik%20Calismalar.pdf.

Şekil 2. Yaş Meyve ve Sebze Aracılar Yoluyla Pazarlama Sistemleri ³¹

Şekil 2'den de görüldüğü üzere, yaş meyve ve sebzede iki tür pazarlama modeli vardır. Bunlar:

1. Doğrudan pazarlama modeli: Üretici - Tüketici
2. Aracı kurum/kuruluşları içeren pazarlama modeli: Üretici - Aracı kuruluşlar - Tüketici

(Aracı kurum/kuruluşlar: Kamu teşebbüsleri, komisyoncu/tüccar, toptancı halleri, kooperatifler, üretici birlikleri, yetiştirici birlikleri, ticaret borsaları, toptancılar, perakendeciler, sözleşmeli üretim yapan işletmeler-sanayiciler, ithalatçı-ihracatçı firmalar, e-ticaret, üretici-semt pazarları)

Türkiye, yaklaşık 56 milyon ton yaş meyve sebze üretimi (2021)³² ve bazı ürünlerde de birincil üretici konumu, Coğrafi İşaret alabilecek geleneksel ürün potansiyeli gibi nedenlerle dünyada önemli ülkelerdendir. Meyvede geleneksel

31 Albayrak, Mevhibe: Yaş Meyve ve Sebze Pazarlama Merkezleri: Toptancı Haller-Pazarlar Dünya, Avrupa Birliği ve Türkiye'den Örneklerle Yapısı ve İşleyişi. 2009, TKB TEAE Yayın No:177 ISBN:978-975-407-284-6, s: 70, Ankara.

32 TÜİK: İstatistik Veri Portalı, 2022. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>.

ihraç ürünleri olan fındık, kuru incir ve kayısı gibi ürünler başta olmak üzere, sebze üretimi ve genelde tüm ürünlerde arz-talep dengesi mevcut olup makro ekonomiye de ciddi katkılar sağlanmaktadır. Örneğin fındıkta kendine yeterlilik derecesi %552,9, incir ve kayısı da sırasıyla %501,6 ve %397,6 iken, taze bezelye, domates, soğan ve karpuz gibi birçok üründe de %100'ün üzerindedir (2020-2021).

Türkiye'de üretim ve ihracat yönüyle bu kadar önemli olan yaş meyve sebze sadece üretim boyutu değil, aynı zamanda pazarlama kanalı ve pazarlama hizmetleri açısından yapılanma (güçlü ve etkili örgütlenme düzeyi, teknolojiyi takip etme ve bundan yararlanma gibi) gelişmiş düzeyde olmalıdır. Nitekim yaş meyve ve sebze pazarlamasında diğer birçok tarımsal ürün ve gıdada olduğu üzere, üretici ve tüketici arasında aracının olmadığı doğrudan pazarlama modeli ile birçok kamu ve özel teşebbüsün aracılık yaptığı kurum/kuruluşlar faaliyet göstermektedir.

Üretim ve pazarlama yapısı güçlendikçe işletmelerin pazarda etki düzeyleri ve rekabet güçleri artabilecek, ayrıca blok zinciri gibi çağın teknolojik gelişmelerine ayak uydurmak da kolaylaşabilecektir. Bunun için de özellikle üretici örgütlerinden kooperatiflerin ve üretici birliklerinin güçlü ve etkili olması elzemdir. Türkiye'de tarım kooperatifleri incelendiğinde; 11.867 birim kooperatif (3.611.475 ortak) ve üst birlikleri, 871 üretici birliği (344.212 ortak) ve merkez birlikleri (31.10.2021)³³ faaliyet göstermektedir. Üretici örgütlerinin aktif olması sayısal varlıklarından daha fazla önemli görülmektedir. Buna ilaveten, blok zinciri teknolojisi gibi gelişmeleri yakından takip etme ve uygulama olanaklarının araştırılması da fayda sağlayacaktır.

Ancak, Türkiye'de yaş meyve ve sebze özelinde olduğu gibi, diğer tarımsal ürün ve gıda piyasalarında blok zinciri teknolojilerinden yararlanmada engel teşkil edebilecek sorun alanları bulunmaktadır. Bunlar:

- Tarımsal pazarlamada izlenebilirliğin istenilen düzeyde olmaması
- İşletmelerde muhasebe kayıt tutma işleminin yetersizliği
- Kayıt dışı ekonominin varlığı
- Üreticilerin yeterince kurumsallaşamaması
- Etkili üretici örgütlerinin yetersizliği
- Üreticilerin pazara entegrasyonu zayıf olması
- Üreticiler geleneksel üretim ve pazarlama yöntemleri konusunda ısrarcı
- Dijital gelişmeleri izleme, yararlanma ve uyumun düşük düzeyde olması

33 TAB, Tarımsal Örgütlenme Tablosu 2021.T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, <https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Link/55/Uretici-Orgutleri>.

- Tarımın yapısal sorunları (işletme ölçeği, finansal yetersizlikler, yüksek yaş ortalaması, düşük eğitim düzeyi gibi)
- Dijital teknolojiler hakkında eğitim ve destek uygulamalarının olmaması/yetersizliği.

Özetle, tarım ve gıda işletmelerinde yapısal durum teknolojiyen yararlanmada belirleyici olmaktadır. Nitekim tarımsal işletme ölçeğinin yaklaşık 6 hektar ve gıda sanayinde firmaların çoğunun KOBİ niteliğinde olduğu, üretici profili (yaş ortalaması, eğitim düzeyi gibi) dikkate alındığında işletmelerin bu teknolojiyle buluşmayı gecikecektir.

7. Değerlendirme

Blok zinciri teknolojisinin kullanıcılarının yararlandığı çeşitli teknolojik avantajları vardır. Bunların arasında blok zincirinin merkezi olmayan doğasının olması nedeniyle risklerin bir ağ içinde diğer çeşitli düğümler arasında dağıtıldığı için sistem çok dayanıklı hale gelir, merkezi sistemler nispeten dayanıklı değildir. Ayrıca, her ağın izin verdiği özdeş blok zinciri olarak şeffaflığa sahiptir. Bu, ağın gerçek zamanlı olarak denetlenmesine ve denetlenmesine izin verir. Diğer düğümler tarafından izlenebilirlik ve doğrulama değişikliklerinin gerekliliği nedeniyle doğası gereği değişmezdir. Veriler hiçbir şekilde denetlenmez. Son olarak, blok zinciri süreç bütünlüğünü sağlar. Protokol üzerinden yapılan işlemler zamanında gerçekleştirilir ve bu da herhangi bir insanın müdahalesini engeller³⁴.

Gıda izlenebilirliği, özellikle blok zinciri uygulamalarındaki yeni gelişmelerle birlikte, son gıda güvenliği tartışmalarının merkezinde yer almaktadır. Bozulabilir gıdaların doğası gereği, tüm gıda endüstrisi, hatalar ve herhangi bir tür gıdanın yanlış kullanımı nihayetinde insan olarak hayatımızı tehlikeye atabileceğinden savunmasızdır. Gıdaların yanlış kullanımı nedeniyle halk sağlığı üzerinde bir tehdit olduğunda, uzmanların başlangıçta araştırdığı şey, bu tür bir bozulmanın nedenini belirlemek için genellikle köküne kadar izlenen ana neden analizidir.

Tarımsal kalkınma bağlamında yüksek bilgi iletişim teknolojileri (BİT) yeteneği, tarımsal işletmeleri daha ileri bir boyuta taşımakta, mikro açıdan tarımsal işletmeler için makro açıdan ise ulusal kalkınma da anahtar bir unsur haline almıştır. Bu bağlamda tarımsal bilgi iletişim teknolojileri tarımsal

34 Iansiti, Marco, Lakhani, Karim R.: (2017). The truth about blockchain. 2017. Harvard Business Review. 95, 118–127. doi: 10.3390/s19153267.

ürünlerin pazarlaması açısından da önemli bir yer teşkil etmektedir. Üretim yerinden tedarik zinciri bilgilerine kadar oluşan alanda tüketiciler tükettikleri ürünlerin hangi koşullarda hangi aşamalarda yetiştiği çevreye zarara verip vermediği, ürünlerin üretiminde çocuk işgücü çalışıp çalışmadığı gibi bilgilere sahip olmakta bu bilgileri sağlayan üretici ya da dağıtıcı firmalar tüketiciler nezdinden güvenli bir konuma gelmekte hem tüketici hem üretici bu bağlamda fayda sağlamaktadır. Tüketiciler ürünleri güvenle tüketmekte ve üretici ise artan rekabet koşullarında pazar payını büyütme ve daha sağlam bir konuma gelebilmektedir.

Yaşanan gelişmeler tarımsal kalkınma düzeyi ile yakından irtibatlıdır. Özellikle gelişmiş ülkelerde yaygın kullanılan tarımsal bilgi sistemleri bu ülkelerin tarımsal kalkınmalarına daha da hız vermektedir. Gelişmekte olan ülkeler de bu teknolojilere adapte olmakta, tarımsal ürün-hizmet bağlamında katma değerli ürünler ortaya çıkarmaktadırlar. Ülkelerin yeni teknolojilere adaptasyonu ve kullanımı verim artışı, kalite artışı ve dolayısıyla pazarlama başarısı beraberinde kalkınmayı da güçlendirmektedir.

Tarım sektörü hem istihdam yaratması hem de iç ve dış ticaret işlemlerinde önemli bir paya sahip olmasından dolayı ülke ekonomisi için önemli bir yere sahiptir. Gelişmiş ülkelerin tarımsal ihracatlarını artırma hedefleri yanında, gelişmekte olan ülkelerin tarımı kalkınmada öncelikli sektör olarak görmeleri, tarım sektörünün stratejik önemini gün geçtikçe daha açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, küresel iklim değişikliği, ülkelerin gıda arz güvenliğini ve tarımsal üretim stratejilerini tehdit etmektedir. Bu değişim ve gelişmelere paralel olarak ülkeler sürdürülebilir tarımsal üretimi, yeterli ve güvenilir gıdaya erişimi, kırsal kalkınmayı ve rekabet edilebilirliği sağlamak amacıyla yenilikçi politikalar belirlemek, uygulamak, izlemek ve değerlendirmek misyonuyla gıda ve tarımda rekabetçi, milli ve küresel çözümler üretmek durumundadır. Tüm çözümler yukarıda bahsedilen bilgi yönetim sistemleri bağlamında hayat geçirilebilir ve dolayısıyla tarımsal ürün pazarlamasında daha etkin bir duruma gelinebilir.

Bilgi iletişim teknolojilerinin tarımda kullanımı e-tarım veya e-tarım ticareti olarak da adlandırılmakta ve üretim ve tarımsal pazarlama sistemlerini de içeren teknolojiler gün geçtikçe gelişmekte ve kullanımı yaygınlaşmaktadır. Tarımsal bilgi veri tabanını yönetmek ve zenginleştirmek hem tarımsal pazarlama hem de üretim faaliyetlerinde çiftçilere teknolojiden daha fazla faydalanmayı sağlamaktadır. Özellikle pazarlama alanındaki bilgi teknolojisi daha hızlı çevrimiçi güncel fiyat bilgileri sağlamak ve böylece çiftçiler ve girişimciler hızlı bir şekilde kararlar alabilmektedir. Üretim ve pazarlama stratejilerini bu doğrultuda gerçekleştirmektedir.

Tarımsal pazarlamada dijital dönüşümde blok zinciri teknolojisini konu alan bu araştırma da tarımsal faaliyetlerde teknoloji kullanımının, özellikle tarımsal pazarlama faaliyetlerinde tam istenen konumda olmadığını ortaya çıkarmaktadır. Bu durumun nedenleri, bilgi iletişim teknolojilerinin sınırlı uygulama alanında kalması ve ilgili aktörlerin bu teknolojilere adaptasyonun yetersiz kalmasıdır. Tarım sektöründeki insan kaynağının, özellikle kırsal kesiminde bilgi iletişim okuryazarlık düzeyinin düşük olması yeni uygulamaların kullanımının önündeki en büyük engeldir. Ayrıca çiftçilerin bilgi ihtiyacı konusundaki farkındalığı da düşüktür. Çiftçiler genellikle üretim faaliyetine odaklandığında pazarlama konusundaki yeniliklerden habersiz kalmaktadır. Çiftçiler arasındaki çeşitli engellere rağmen, tarımda BİT, çiftçiler açısından olumlu etkilere sahiptir. Piyasa bilgilerinden tarımsal tanıtım araçlarına kadar geniş bir yelpazede kullanacaklar birçok yeni araç mevcuttur.

Bu bağlamda yaşanan dijital dönüşüm tarımsal ürünlerin pazarlaması açısından da önemli bir yer teşkil etmektedir. Yeni gelişen blok zinciri uygulamaları ile üretim yerinden tedarik zincirine kadar oluşan alanda tüketiciler tükettikleri ürünlerin hangi koşullarda hangi aşamalarda yetiştiği, çevreye zarara verilip verilmediği gibi bilgilere sahip olmakta, bu bilgileri sağlayan üretici ya da dağıtıcı firmalar da tüketiciler nezdinde güvenli bir konuma gelmekte hem tüketici hem üretici bu bağlamda fayda sağlamaktadır. Tüketici ürünleri güvenle tüketmekte, üretici ise artan rekabet koşullarında pazar payını büyütmede ve daha sağlam bir konuma sokmaktadır.

Özellikle günümüzde gıda güvenliği alanlarında yaşanan tartışmalara bu yeni teknolojinin daha güvenilir ve hızlı çözümler bulacağı aşikardır. Yeni gelişen teknolojiler bağlamında dijital değer zinciri uygulamaları, e ticaret platformları, blok zinciri ile pazarlama satış ve ödeme kanallarının gelişmesi yeni teknolojilerin tarımsal ürün pazarlamasını olumlu yönden etkilediğinin en açık göstergelerindedir. Sektörde yeniliklere entegre olma kapasitesi teknolojiyen yararlanmayı da yönlendirecektir. Bu bağlamda destekleme sistemleri üzerinde çalışılması, farkındalık yaratmak için sektördeki aktörlere yönelik eğitim çalışmalarının planlanması önerilebilir.

Tarım sektöründe blok zinciri teknolojisinin yaygınlaşabilmesi için öneriler şunlardır:

- ✓ Tarım sektörünün yapısal problemlerinin iyileştirilmesi,
- ✓ Henüz yüksek sermayeli yatırımı gerektiren blok zinciri için üretici örgütleri üst birliklerinin (kooperatif, üretici birlikleri bölge ve/veya merkez birlikleri) ar-ge, eğitim, farkındalık oluşturma çalışmaları planlanması,
- ✓ Başarılı üretici üst örgütlerinin desteklenmesi,

- ✓ Yararları konusunda sektörde paydaşlara eğitimler organize edilmesi,
- ✓ Başarılı örneklerin tanıtılması,
- ✓ Hal kayıt sistemi gibi sistemlerle entegrasyon olanaklarının araştırılması,
- ✓ Özellikle fındık, buğday gibi önemli ve stratejik ürünlerde blok zinciri teknolojisi üzerinde çalışılması.

Kaynakça

- Abadi, Hosein Rezaie Dolat; Faghani, Fatemeh; Tabatabaee, Seyed Mehdi: Impact of Information Technology Development on Stock Market Development. Empirical Study in the World's Leading Capital Markets.2013. International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences. Vol. 3 No. 1, s. 383-395.
- Albayrak, Mevhibe: Yaş Meyve Ve Sebze Pazarlama Merkezleri: Toptancı Haller-Pazarlar Dünya, Avrupa Birliği ve Türkiye'den Örneklerle Yapısı Ve İşleyişi.2009, TKB TEAE Yayın No:177 ISBN:978-975-407-284-6, s: 70, Ankara.
- ANZ: "Agritech in New Zealand," 2019, Ministry of Business, Innovation, and Employment.
- Chandler, Daniel; Munday, Rod: "Information Technology", A Dictionary of Media and Communication (First Ed.), 2012. Oxford University Press.
- Çalışkan, Gamze: Dijitalleşme/Dijital Dönüşüm Nedir?. 2020, <https://binbiriz.com/blog/dijitallesme-dijital-donusum-nedir>, erişim, 22.04.2021.
- IBM Institute for Business Value: Device Democracy: Saving the Future of the Internet of Things. 2015.
- Iansiti, Marco, Lakhani, Karim R.: The truth about blockchain. 2017. Harvard Business Review. 95, 118–127. doi: 10.3390/s19153267.
- İslamoğlu, Ahmet Hamdi: Pazarlama Yönetimi, 2006, Beta Basım A.Ş., İstanbul, s. 486.
- Jacobovitz, Ori: Blockchain for Identity Management. Technical Report, 2016, The Lynne and William Frankel Center for Computer Science Department of Computer Science, Ben-Gurion University, Beer Sheva, Israel. s. 2.
- Kotler, Philip, Kartajaya, Hermawan, Setiawan, Iwan. Pazarlama 3.0 Ürün Müşteri İnsan Ruhü. Optimist, İstanbul 2010, s. 192.
- Kotler, Philip, Kartajaya, Hermawan, Setiawan, Iwan. Pazarlama 4.0 Gelenekselden Dijitale Geçiş. Optimist, İstanbul 2017, s. 223.
- Niamsorn, Suwitsa., Wainwright, David, Graham, Margaret: Electronic Mail User Acceptance, Adoption and Assimilation: the Case of Thai Higher Education Institution, 2011, 4-6 July, 2011 Proceedings of Business and Information (BIA) Conference, Bangkok, Thailand.
- Morris, David Z.: "Leaderless, Blockchain-Based Venture Capital Fund Raises \$100 Million, And Counting", 2016.
- Mpofu, Knowledge Chinyanyu., Milne, Don, Watkins-Mathys, Lorraine: ICT and Development of E-business among SMEs in South Africa. ISBE 2009 Conference, Liverpool, UK, s. 1-20.

- Patil, Pradnya, I, Manoharan Sangeetha, Bhaskar, Vidhyacharan: “Blockchain for IoT access control, security and privacy: a review,”2020, Wireless Personal Communication: An International Journal, Volume 117 Issue 3, Ap 2021, s. 1815-1834.
- Schwab, Klaus: The Fourth Industrial Revolution: What it means, how to respond. 2016. World Economic Forum, Insight Report.[Online].Available:<https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>.
- Sümer, Gökhan: Dünyada ve Türkiye’de Blok Zincir Teknolojisinin Gelişimi ve Kripto Paralar. 2021. Hitit Sosyal Bilimler Dergisi, 14(1), 191-207.
- TAB, Tarımsal Örgütlenme Tablosu 2021.T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, <https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Link/55/Uretici-Orgutleri>.
- Tevetoğlu, Mete: Ethereum ve Akıllı Sözleşmeler.2021, İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi,12(1), s. 193-208.
- Tian, Feng: “An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology,”. Proceedings of the 2016 13th international conference on service systems and service management (ICSSSM) (Piscataway, NJ: IEEE), s. 1-6.
- Tribis, Yunes, Bouchti,Abdelali El ve Bouayad.,Houssine: Supply Chain Management based on Blockchain : A Systematic Mapping Study. International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2018, https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/59/mateconf_iwtsce2018_00020.pdf.
- Türkiye Bilişim Vakfı: Dünyada Blokzinciri Regülasyonları ve Uygulama Örnekleri Karşılaştırma Raporu-Şubat 2019. Hukuk, Düzenlemeler ve kamu İlişkileri Çalışma Grubu,Blockchain Türkiye,s.1-44, <https://bctr.org/wp-content/uploads/2019/04/Du%CC%88nyada-Blokzinciri-Regulasyonlar%C4%B1.pdf>.
- TÜBİTAK BİLGEM UEKAE:, Blokzincir Teknolojisinin Geleceği. Blokzincir Araştırma Laboratuvarı 2022. <https://blokzincir.bilgem.tubitak.gov.tr/blokzincir-teknolojileri/>.
- TÜİK: İstatistik Veri Portalı,2022. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>.
- Uraz, Çevik: Temel Pazarlama Bilgileri, 1978, Kalite Matbaası Ankara, s. 2.
- Ünal, Gökhan, Uluyol,Çelebi:Blok Zinciri Teknolojisi,2020. Bilişim Teknolojileri Dergisi, Cilt: 13, Sayı: 2, s. 167-175.
- Walters, Suzanne: Marketing: aA how-to-do manual for librarians. 1992,New York: Neal-Schuman Publishers, Newyork, s. 150.
- Yalçın, Ayten Yılmaz, Dağcı, Büşra: İzlenebilir ve Güvenilir Bir Tedarik Zinciri Yönetimi: Blok Zinciri Tabanlı Tedarik Zinciri Yönetimi. Mühendislik Bilimlerinde Akademik Çalışmalar. 2020, Livre De Lyon., France,s.39.file:///K:/BLOKZ%C4%B0NC%C4%B0R%C4%B020B%C4%B0LD%C4%B0R%C4%B02022/blokzincir%20d%C3%B6k%C3%BCman/M%C3%BChendislik%20Bilimlerinde%20Akademik%20Calismalar.pdf.
- Zhou, Lin: “The Structure of the Nash Equilibrium Sets of standard 2-player games” Economic Theory, 2005 Springer: Society for the Advancement of Economic Theory (SAET), vol.26(2), pages 301-308, August.
- <https://www.teknolojidenbihaber.com/hayalin-otesi-blok-zincir-teknolojisi/>.

Tarım Sektöründe ve Tedarik Zincirinde Blok Zinciri Uygulaması

Dr. Arif Furkan Mendi

HAVELSAN

Burak Barış Fırat

HAVELSAN

Hasan Tolga Ünal

HAVELSAN

Geçtiğimiz yüzyılda dünya genelinde politik ve ekonomik sebeplerden kaynaklanan dünya savaşları görülmüştür. Bu savaşların son bulmasıyla insanlığın yaşam tarzı günümüz modernizasyonuna kavuşmuştur. Fakat bu süreçte nüfus faktörü ivmesini artırarak yukarı yönlü gitmiş, düzensiz bir dağılım oluşturmuş ve düzensiz nüfus artış hızını yukarı yönlü tetiklemiştir. İnsanlığın bilinen tarihte tanıklık ettiği üretim yöntemlerinin yaşamsal ve finansal etkinlikler adına yapılan katma değerler sağlaması, eşzamanlı olarak doğanın yapısına çeşitli zarar etkileri yaratmıştır. Demiryolları sayesinde kömür tüketiminin büyümesiyle başlayan “tarımdan sanayiye” akımı, devamında başlattığı endüstri devirleriyle biyoteknolojik gelişmelere yapılan yatırımlara kadar doğayı negatif etki altında bırakmıştır. Bilinçli üretim ve tüketim sistemine geçişin doğaya, dolayısıyla da canlılara ve topluma faydalı olacağı bakış açısı son endüstri devrimi olan Endüstri 4.0’ın ana fikri niteliği taşımaktadır. Endüstri 4.0, internet ortamının getirdiği avantajları üretim dünyasıyla birleştirerek verimliliği arttırmayı ve geleneksel endüstri metotlarının sürdürülebilir olmadığını savunarak yaratılmış olan çevresel tahribatı gelecek adına telafi etmeyi amaçlamıştır. Böylece zaman maliyetinin iyileştirilmesini de hedeflemiştir. Hedefler doğrultusunda israfın önlenmesi sağlanacak ve endüstri süreçleriyle doğa-toplum ilişkisinin optimizasyonu tesis edilecektir.

Endüstri 4.0, internet ortamındaki veri alışverişi niteliğini kullanarak dijital ürünlerin nesnelere getirdiği katkılardan yararlanmaktadır. Ayrıca oluşturulan bu veri alışverişi ortamının şeffaf ve güvenilir olmasıyla olumsuzlukların önüne geçilebilecektir. Bu noktada blokzincir teknolojisinin endüstriyel katkıları devreye girmektedir. Endüstri 4.0, merkezi yapı prensibini benimseyen sanayi devrimlerine farklı bir bakış açısı geliştirme potansiyelini

* Sempozyum kapsamında sunulan tebliğin özet metnidir.

blokzincirden alır. Dağıtık defter yapısıyla bu defterdeki işlemlerin bloklar halinde zincir görevi görmesine, tüm internetin bir veri tabanı olarak değerlendirilip her şifreli bloğun bu dağıtık deftere işlenmesiyle oluşan zincir yapısına Blokzincir (*Blockchain*) denir. Dağıtık yapısının getirdiği şeffaflık unsuru, blokzincirin iddialı olduğu konuların başlarında olmakla birlikte belirsizliğe çözüm olduğu vurgulanır. Ek olarak, endüstriyel üretim sürecinden geçmiş her ürünün internet ortamına taşınmasını sağlayan çalışma alanına Nesnelerin İnterneti (*Internet of Things*) denir. Bu yöntemle internet ekosistemine dâhil edilmiş her cihazın dijital kimliği oluşur ve bu kimlikler arasında veri alışverişinin gerçekleşmesi sağlanır. Bu nesnelere, Servislerin İnterneti'yle (*Internet of Services*) desteklenerek fonksiyonellikleri artırılır. Sağlanan ortamın faaliyet hedefi olan veri alışverişi işlemlerinde, her veri Büyük Veri'de (*Big Data*) kaydedilir ve gerekli zamanda değerlendirmeye alınır. Büyük Veri, günümüzde markaların faaliyet yollarının belirlenmesinde büyük rol oynamaktadır. Ayrıca bu ortamların sağlandığı bütünleşik yapıya Akıllı Sistem/Siber Fiziksel Sistem denir. Akıllı sistemler, Endüstri 4.0'la işleyen bütün mekanizmadır.

Artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılayabilmek için temel besin kaynaklarının yaygınlaştırılması ve toprak veriminin artırılması kaçınılmaz bir eylemdir. Bu nedenle tarım sektörü, kontrolsüz nüfusun gereksinimlerini karşılayabilmek için modern işleyiş yöntemleri geliştirmektedir. Bu yöntemlerin en başında sentetik gübre kullanımı gelmektedir. Sentetik gübrenin sektördeki yeri, mevcut tarım alanlarındaki üretim verimini %200 dolaylarındaki seviyelere çıkarabildiği için oldukça kritiktir (National Geographic Society, 2020). Dünya tarım sahalarının yaklaşık yarısında sentetik gübre kullanılmaktadır (Our World in Data, 2022). Fakat sentetik gübreler doğaya doğrudan, topluma dolaylı yollarla zarar vermektedir. Sentetik gübreyle üretilmiş ürünlerin kalitesi ciddi derecede düşüktür ve tüketimi halinde yalnızca insanların değil, diğer canlıların da sağlık yapılarını tehdit etmektedir. Üretilen ürünün kalitesizliği, tedarik zincirindeki merkezi yapıya bağlı işlemler açısından belirsizlik ve güven problemi yaratmaktadır. Tedarik zincirine dâhil edilen ürünün geleneksel merkezi yapıyla hangi işlemlere maruz kaldığı maalesef net şekilde bilinmemektedir. Ayrıca sentetik gübreler azot- fosfor gibi kimyasal yapılar içerdiklerinden, doğanın dengesi şiddetlice sarsılmaktadır (Sabry, 2015). Doğanın temelinde var olan iklim değişikliği, sarsılan denge neticesinde yerini sert ve doğaüstü afetlere bırakmıştır. Burada sentetik gübre kaynaklı azot salınımının payı büyüktür. Ayrıca toprakta biriken sentetik gübre kaynaklı kimyasal kalıntılar, şiddetli hava olaylarıyla oluşan toprak konveksiyonuyla birlikte küresel toprak kirliliğini beraberinde getirmektedir. Bu durum, toprak besleyici görevi gören mikroskobik

canlıların doğal organizma yapıları tehlikeye maruz bırakılmaktadır ve toprağın azalan kalitesine aşağı yönlü ivme kazandırmaktadır.

Problemlerin çözümleri için Software as a System (SaaS) prensibiyle çalışan IBM Food Trust mekanizmasının temel alındığı Walmart Hyperledger Fabric ve Alibaba Food Trust Framework gibi tedarik zinciri uygulamaları incelenmiş (SQLI Digital Experience, 2020), pozitif ve negatif yönleriyle ele alınmıştır (IBM, 2022). Bu doğrultuda dünyanın farklı yerlerinde geliştirilen tarımsal blokzincir projeleri incelenmiştir. Tasarı, blokzincirin getirileriyle doğallıktan uzak tarımsal ürünlerin markette talep görmemesi ve sentetik ürünlerden uzaklaşmaya teşvik üzerine kuruludur. Doğallık oranı düşük ürünlerin tesisini sağlayan firmaların itibar kaybetmesi ve doğallık oranı yüksek ürünleri müşteriye ulaştıran firmaların avantajlı konuma gelmesi sağlanarak piyasada rekabet başlatacaktır. Böylece organik tarım uygulamaları sürdürülebilir olacaktır.

Çözüm yapısı, Resim 1’de görselleştirildiği üzere tarım faaliyeti sonucu üretilen ürünün müşteriye ulaşmasını sağlayan bağlantı yolu olarak tanımlanan tedarik zincirini kapsamaktadır. Blokzincir-sigorta uygulamalarının işleyişinden faydalanarak tedarik zinciri yapısının blokzincirle bütünleşmesi doğrultusunda, üretilerek müşteriye ulaştırılması sağlanan ürünlerin işleyiş aşamalarıyla sağlanacak şeffaflığın sürdürülebilirliği ve kullanım tercihinin yaygınlaştırılması için teşvik/ödül sistemi oluşturulmalıdır. Böylece blokzincir uygulamasına kaydedilen her veri karşılığında bu veriyi işleyen taraf kazanç sağlayacaktır. Uygulamanın gerçekleştirilebilmesi için bir platform oluşturulmalıdır. Oluşturulacak bu platform, pazar yeri mahiyetindedir. E-ticaret işleyişi doğrultusunda ürünlerin satış ilanlarını kapsar. Satış ilanları, perakende/toptan ürün ticareti yapan taraflarca yapılır. Tarım alanlarında üretilen ürünlerin üretim şartları, tohum ve gübre cinsi gibi verilerini kaydeden internete bağlı akıllı cihazlar yoluyla büyük veri kümesi kurulur. Oluşturulan veri kümesine dâhil edilen her ürünün dijital kimliği oluşturulur ve bu kimlikle diğer ürünlerden ayrılır. Üretim aşamasından itibaren dijital kimliğin işlem gördüğü her tedarik zinciri aşaması blokzincirle bloklara kaydedilir. Tedarik zincirinde faaliyet gösteren taraf; ürünün taşınması, depolanması, işlenmesi gibi aşamaları şeffaf ve değiştirilemeyecek şekilde bloğa ekler. Eklenen bloklar, ürünün dijital kimliğiyle eşlenir. Böylece halka açık bir tedarik zinciri uygulaması oluşur. Bu durumla sentetik gübre gibi organik olmayan işlemlere maruz kalmış ürünler ve organik ürünler tespit edilip kullanıcının alımına sunulur. Kullanıcı değerlendirmeleri sonucu beğenilirlik oranı düşük olan ürünün tedarik zincirinde faaliyet göstermiş her taraf güven kaybeder ve platformun sunacağı avantajlardan faydalanamaz. Taraf zamanla orantılı şekilde sektörde itibar kaybeder, pazarın talep ettiği şekilde faaliyet gösterir. Kullanıcı değerlendirmesi yüksek ürünlerin tedarik

zincirinde yer alan taraflar, şeffaflık/blokzincir sertifikası/çeşitli indirimler/teşvikler/öne çıkan firmalar gibi reklam maliyetini düşürecek çeşitli getirilerden faydalanır. Faaliyet gösteren her bir taraf, tercih edilmek isteyeceği için ticari unsurların kısıtlamalarıyla sentetik üretimden kaçınır. Ayrıca tercih edilmiş, sertifika kazanmış firmalar isimlerini uluslararası alanda duyurabilirler ve Türk Malı katma değerine de fayda sağlar.

Resim 1. Çözüm Sistem Tasarımı



Anahtar Kelimeler: Blokzincir, Sağlık, Tarım, Doğa, Tedarik.

Kaynakça

IBM. (2022). *Why IBM Food Trust? Explore the key advantages of our blockchain solution for the food supply chain*. Retrieved from IBM: <https://www.ibm.com/blockchain/resources/food-trust/why-foodtrust/>.

National Geographic Society. (2020, May 11). *Environmental Impacts of Agricultural Modifications*. (T. Brown, Editor, C. Parks, Producer, & National Geographic) Retrieved 2022, from National Geographic: <https://www.nationalgeographic.org/article/environmental-impacts-agricultural-modifications/>.

- Our World in Data. (2022). *Articles by Topic: World Population Supported by Synthetic Nitrogen Fertilizers*. Retrieved from Our World in Data: https://ourworldindata.org/grapher/world-population-supported-by-synthetic-nitrogen-fertilizers?country=~OWID_WRL.
- Sabry, K. H. (2015, November). *Research: Synthetic Fertilizers; Role and Hazards*. doi: 10.13140/RG.2.1.2395.3366.
- SQLI Digital Experience. (2020, April 21). *Insights & News Blog: Food safety: Chinese supermarkets bet on Blockchain*. Retrieved from SQLI Digital Experience: <https://www.sqli.com/int-en/insights-news/blog/food-safety-chinese-supermarkets-bet-blockchain>.

Kayıt Zinciri Teknolojisi ve Uygulamalarının Güvenlik Kavramı Perspektifinden İncelenmesi

Dr. Öğr. Üyesi Bürke Uğur Başaranel

Jandarma ve Sahil Güvenlik Akademisi

Amerika Birleşik Devletleri'nde 11 Eylül 2001 tarihinde yaşanan talihsiz terörist saldırı beklenilmeyen ve çok büyük etkilere yol açan olaylardan biri olarak tarih sahnesinde yerini almıştır. Bu olay Nassim Nicholas Taleb'in aynı isimli kitabında yer alan "Siyah Kuğu" metaforuyla açıklanmaktadır. Taleb'in bakış açısıyla "Siyah Kuğu" olarak tanımlanabilecek olayların birinci özelliği bunların sıra dışı olması yani olabileceğine ilişkin hiçbir emarenin önceden fark edilememiş veya öngörülememiş olmasıdır. İkinci olarak bu tür olayların ciddi derecede etki gücüne yol açması sayılmakta; son olarak ise, insanın doğasının söz konusu olayın gerçekleşmesi sonrasında bu olayın aslında açıklanabilir ve öngörülebilir olduğunun geçmişe yönelik olarak bulmaya çalıştığı belirtilmektedir. Kısaca burada bahsedilen "Siyah Kuğu" metaforunun kullanıldığı olgu ve olaylar nadirlik, büyük etki gücü ve geçmişe yönelik öngörü özellikleriyle açıklanmaktadır.

Benzer şekilde 2008 yılındaki ekonomik kriz sonrası dönem içerisinde meydana gelen gelişmeler kapsamında, Satoshi Nakamoto takma adlı kişi veya kişiler tarafından aynı yıl içerisinde yayınlanan "Eşden Eşe Elektronik Nakit Ödeme Sistemi" başlıklı teknik çalışma ile büyük bir değişimin önünün açıldığı iddia edilebilir. Böylece, "Kayıt Zinciri (Blokchain)" olarak adlandırılan teknoloji ile bu platform üzerinde güvene dayalı olmayan, kriptografik kanıtlara dayalı ve üçüncü taraflara ihtiyaç duymadan veri ve değer transferi yapmaya yarayan ve türünün ilk kripto para birimi/malvarlığı örneği olan "Bitcoin" ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda ilk ortaya çıktığı zaman itibariyle tam olarak anlaşılammış olsa da "Kayıt Zinciri" ve ona bağlı olarak geliştirilen uygulamalar günümüzde ve gelecekte sağlayabileceği fırsatlar, değişim ve

* Sempozyum kapsamında sunulan tebliğin özet metnidir.

dönüşüm açısından birçok alanda “Siyah Kuğu” etkisini artan bir biçimde hissettirmekte olduğu bu çalışmanın ana savını oluşturmaktadır.

Finans dünyasından, sağlığa, eğitimden, kişisel verilen korunmasına, tedarik zincirlerinden, devlet mekanizmasına birçok alanda yeniliklere gebe olan bu teknoloji, her geçen gün özel ve tüzel kişiler tarafından daha da benimsenmekte ve sahiplenilmektedir. Birçok farklı alanda uygulanması mümkün olmakla birlikte günümüzde özellikle “Kayıt Zinciri” bağlamında kripto para birimlerinin finansal alanda kullanıldığı gözlenmektedir. Önde gelen kripto borsalarından biri olan CoinMarketCap verilerine bakıldığında halihazırda küresel kripto piyasa değerinin yaklaşık olarak 2.14 trilyon Dolar civarında olduğu ve farklı özellikler ile fonksiyonlara sahip “Kayıt Zincirler” üzerinde aktif olarak kullanılan yaklaşık 18.550 adet farklı kripto para biriminin bu küresel kripto piyasasında işlem gördüğü bilinmektedir. Bu durum ve benzeri diğer kullanım alanlarının gelişmesi “Kayıt Zinciri” bazlı teknoloji ve uygulamaların etki sahasının ve öneminin giderek arttığını göstermektedir.

Önemi ve etkisi artmakta olan bu teknolojinin ve uygulamalarının sağladığı fayda ve fırsatlar yanısıra bazı olumsuz uygulamalara ve sonuçlara yol açtığı alanyazın dahil çeşitli platformlarda tartışılmaktadır. “Kayıt Zinciri” teknolojisinin sağlamış olduğu, güvenilirlik, gizlilik, anonimite, hız, ucuzluk ve aracısız işlem yapılabilme özellikleri yasal sınırlar içerisinde kalan bireyler açısından bir sorun oluşturmaz iken yaşanan örnekler incelendiğinde bu teknolojiyi yasal sınırlar dışarısında istismar etmek isteyen birey, örgüt veya yapılanmalara önemli avantaj ve fırsatlar yarattığı görülmektedir. Bunlardan önemli ve ilk örneği olan Mt. Gox hadisesinde olduğu gibi insanların sahip oldukları kripto para varlıklarının kripto para borsalarının hacklenmesi yoluyla çalınması sonucunda birçok insanın mağdur edildiği bilinmektedir. Bu tür kripto malvarlığı hırsızlıklarının yanı sıra, “Kayıt Zinciri” bazlı kripto para varlıkları ve uygulamalarının kullanılması suretiyle, suç örgütleri tarafından suç gelirlerinin aklanması, Dark Net üzerinden yasadışı hizmet ve ürünlerin alım ve satımının yapılması, terör örgütleri veya yalnız kurt denilen kişiler tarafından terörizmin finansmanı amacıyla kullanılması gibi tehditler bireysel ve örgütsel seviyede çeşitli güvenlik kaygılarını ortaya çıkartmaktadır.

Konuya daha stratejik bir seviyede yaklaşıldığında ise temeli Hobbes, Locke ve Rousseau gibi önemli düşünürler tarafından atılan toplum sözleşmelerine dayandırılan modern devlet denilen yapının dinamiklerinin bu teknoloji çerçevesinde bir değişim geçirip geçirmeyeceği önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu hususla birlikte ele alınması gereken diğer önemli bir husus ise bu değişimin sonuçlarının güvenlik kavramı çerçevesinde birey, toplum ve devlet seviyesinde nasıl bir değişime yol açacağını ortaya

konulmasının olduğu değerlendirilmektedir. Bu araştırma sorularının cevaplandırılması ile “Kayıt Zinciri” teknolojisi ile ortaya çıkması beklenen adem-i merkeziyetçi ve dağıtık yapının modern devlet sisteminin kurumlarıyla onay makamı olma yetkisi, özel sektörün benzer etkilere maruz kalması ve bireyin devlet içerisinde sahip olabileceği güç ve konum anlaşılmaya çalışılacaktır. Son olarak Kayıt Zinciri teknolojisinin istismarının yol açabileceği güvenlik tehdit ve tehlikelerinin neler olduğu sorusu sorularak, örnek olaylar üzerinden bu soru cevaplanmaya çalışılacak ve bu tür istismarlara karşı nasıl bir yöntem izlenebileceği tartışılacaktır.

Araştırma nitel bir biçimde tasarlanmış olup, öncelikli olarak alan yazın taraması yapılacak, müteakiben resmi rapor ve dokümanlar gibi birincil kaynaklar ile bilimsel araştırma makalesi, gazete ve örün siteleri gibi ikincil kaynaklar kullanılmak suretiyle tematik analiz metoduyla güvenlik alanında ortaya çıkan temalar belirlenerek, bu temalar üzerinden güvenlik kavramı çerçevesindeki konular analiz edilecektir.

Anahtar Kelimeler: Kayıt Zinciri (Blokzincir), Güvenlik, Terörizm, Kripto Para Birimleri, Devlet.

Kamu Yönetiminde Kimliğin Yeniden İnşasında Blokzincirin Rolü

Doç. Dr. Nur Şat

Hitit Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
SBKY Bölümü

Özet

Kimlik, bireyler için özel veya kamu hizmetinin sağlanmasında “nedensel bağlantı” kurar. Bütünlük, gizlilik ve güvenilirlik üzerinden yapılan tanımlama, kamu yönetimi ve özel sektör için bir güç alanı oluşturmaktadır. Her bir bireyi benzersiz bir şekilde tanımlamak için tam olarak doğrulanmış kimlik sistemlerinin kullanılması esastır. Dünya düzeni, gerçek ve kayıtlar arasında tutarlılık ve gizlilik adına çeşitli araçlar sağlamıştır. Araçlar güven oluşturmak için tarafları belirleme, kayıt tutma, mahremiyeti sağlama, uyumsuzluk ve tutarsızlıkları çözme gibi işlevler kazanmıştır. Aracı kurumlar kaydolmadan hizmet sunmazlar. Araçlar arasında en örgütlü kurum olan devlet, devletin kullanımını tanımlamak, doğrulamak ve dışlamaktan da sorumlu tutulmuştur. Nihai alan olarak, hiçbir aracı kurum kamu yönetiminin yerini alamaz. Kişilerin hizmet alması, sunulan kimlik belgelerine göre yapılan değerlendirmelerle belirlenir. Modern teknikler artık kamu yönetiminde yeni kimlik günlüğü sistemlerine geçişi artırmıştır. Hayatımızda artan bilişim hacmi ile birçok devlet kayıtlarını dijital vatandaş kimliğine taşımaktadır. Dijital olarak tanımlanmış bir kimlik, rol yönetimine dayalı bir veri tabanındaki bir bağlantıdır. Örneğin, elektronik oylama, veri tabanındaki kimlik ile tanımlı seçmen rolüne dayanır. Ancak bu çabalar bile tüm vatandaşların ihtiyaçlarının karşılandığı anlamına gelmez. Yoksulların bir kimlik kazanması veya küresel olarak yenilenmesi daha zordur. Daha da acı bir şekilde, iki yüz ve daha fazla devletin hüküm sürdüğü modern dünyada, bir milyardan fazla insan hala kimliklerini kanıtlamıyor. Bu bireyler sağlık, eğitim, istihdam gibi en temel hizmetlere bile ulaşmakta zorlanıyor. Kamu hizmetindeki tutarsızlık ve belirsizlikler, insan onurunu zedeleyen insan ticareti, çocuğa karşı işlenen suçlar gibi yasa dışı alanları

besliyor. İnsan hakları adına, Birleşmiş Milletler (BM) 2030'un "herkes için yasal kimlik" hedefini sürdürülebilir kalkınma hedeflerine dahil etmesi bu anlama geliyor.

Bu noktada, kimliğin veya "bireylerin niteliklerinin" değişmeyen ve yadsınamaz kamusal bloklar zincirine kaydedilmesi önemlidir. Artık blok zinciri, bireylerin bir kimliğe sahip olduğu ve diğer bireylerin tahrif edilmeyeceği ve kimliklerini mahremiyet içinde kullanabilecekleri bir kanaldan oluşmaktadır.

Bu çalışma, blok zincirinin kamu sektöründeki kimlik yönetimi sorunlarını çözme potansiyeline dayanmaktadır. Bu potansiyelin harekete geçirilememesi, kamu hizmetlerinin sunumunda alanın özel sektörün insan haklarına aykırı olabilecek tavırlarıyla doldurulması anlamına gelecektir.

Blok zinciri sıklıkla kimlik yönetimi, tapu kayıtları, seçimler gibi birçok kamu hizmeti alanında test edilir. Bu altyapı siber uzayda elektronik veri aktarım kanallarında zaten farklıdır. Çünkü sürekli, değiştirilemez bir şekilde, şifreli kimliklerle ve bir ağ üzerinde anonim olarak çalışır.

Kamu yönetiminde blok zinciri, kamu organizasyonu hataları, hantal bürokrasi süreçleri, piyasaların körlüğü ve yoksullukla mücadele dahil olmak üzere diğer birçok konu için etkili bir araç olacaktır. Düşük maliyetli bir çözüm çünkü blok zinciri, veri tabanlarını silolarda tutmak için pahalı altyapıların oluşturulmasını gerektirmez. Blok zinciri uzlaşmasının, veri girişinde sokak bürokratlarının avantajlarına dayalı olarak "kamuya duyarlı ve kapsayıcı sosyal yöntemler" ile kamu blok zincirine kayıt sağlaması fark yaratacaktır.

Bu bildiri, kamu yönetiminin işlerini blok zincire dayandırması fikrindense çok kamu hizmetinin kamusallığına katkı sunacak bir boyuta dikkat çekmek üzere hazırlanmıştır. Zaten kayıtlı olan bireylerle birlikte kayıtlı olmayan bireylere kamu hizmetlerini sunmak üzere bu yeni enformasyon teknolojisi altyapısını öne çıkarmak amacındadır.

Dünya vatandaşlığı fikri, güvenli, küresel olarak sorgulanabilir ve kontrol edilebilir bir kimlik yönetimi olarak blok zinciri ile daha fazla olanaklara sahiptir. Eski sistemlerinin dijitalleşmemesi, mali veya idari sorunlar da olsa, henüz çok uzun süre sürdürülebilir olmayan bu girişimler daha iyisini yapmak için prototip olacaktır.

Evrensel bir kimlik ve çeşitliliğe duyarlı kimlik yönetimi oluşturarak süregelen sorunların çözümünde "katma değer" in çok yüksek olduğunu bilincindeyiz. Şimdi, blok zincir altyapısının e-ticaretin gelişimini ve ayrıca çevrimiçi kamu hizmetleri sağlamayı nasıl etkilediğini tartışmalıyız.

Anahtar Kelimeler: Blok zincir, Dijitalleşme İnsan Hakları, Kamu Hizmeti, Kamu Yönetimi, Kimlik, Kimlik Yönetimi.

Giriş

Bu çalışma, kamu sektöründe kimlik yönetimi sorunlarına blok zincirin çözüm sunma potansiyelinin idraki üzerine kurgulanmıştır. Bu potansiyelin etkinleştirilmemesi kamusal hizmetin sunumundaki alanın insan hakları aleyhinde olabilecek tutumlarıyla özel sektörün güdüleyicilerinin doldurulması demek olacaktır.

1. Kimlik

Kimlik, “bir varlıkla ilgili öznitelikler kümesi”, “bir bireyin, kuruluşun veya elektronik cihazın hakkındaki bilgilerin bütünü”, “bir kişinin kim olduğu gerçeği” ve buna ek olarak diğer insanların bilmesini istemediği verilerinin oluşturduğu veri seti” olarak tanımlanabilir.

Kimlik, bireyler için özel veya kamusal hizmetin teminindeki illiyet bağıni kurmaktadır.

Kimliğin bütünlük, gizlilik, güvenilirlik üzerinden tespiti kamu yönetimi ve özel sektör için bir iktidar alanı üretmektedir. Her bir bireyi benzersiz bir şekilde tanımlamak için tamamen doğrulanmış kimlik sistemlerinin kullanımı kritik önemdedir.

Dünya düzeni gerçek varlıkla kayıtlar arasındaki tutarlılık ve mahremiyet adına çeşitli aracılıklar üretmiştir.

Aracılar, güven temin üzere tarafların kimliklerini tespit etmek, kayıtları tutmak, mahremiyeti sağlamak, anlaşmazlık ve tutarsızlıkları gidermek gibi işlevler edinmiştir. Aracı kurumlardaki kayıtlar olmadan hizmet sağlanmaz.

Aracıların en örgütlüsü olarak devlet kimlik tespiti, doğrulanması ve kullanımı hakkındaki dışsallıklardan da sorumlu tutulmuştur. Nihai hakem olarak araçlardan hiçbirisi kamu yönetiminin işlevinin yerini alamaz.

2. Dijital Kimlik

Dijital kimlik öncesi araçların çoğu köhneleşmiş, güven temin etmeyen, otoritenin güç kaynağı haline gelen, mahremiyet ihlaline açık araçlardı. 1948’de Jamaika ile Trinidad ve Tobago’dan gelen işçilerin kimliklerini ispatlayan seyahat kartlarının arşivlenmemiş olması nedeniyle ikinci nesil kişiler sınır dışı

edilme riski ile karşı karşıya kalmışlardır (BBC Türkçe, 2018: 1). 2018’de Birleşik Krallık hükümetini sarsan *Windrush* skandalı derslerle dolu başka bir örnektir. Yaşanan hak ihlalleri kimlik yönetiminin öneminin güncel bir göstergesi olmuştur.

Kişiler için hizmetleri edinme ibraz edilen kimlik belgelerine dayalı değerlendirmelerle belirlenir. Çağdaş teknikler de artık kamu yönetiminde yeni kimlik kayıt sistemlerine geçişi arttırmıştır. Bilişimin hayatımızdaki artan hacmi ile pek çok devlet kayıtlarını dijitalleştirip birleştirmekte, vatandaşları için dijital kimliğe geçmektedirler. BM üyesi 160 ülke yüksek bir uyumla dijital kimlik sistemleri mevzuatı oluşturmaktadır.

Dijital olarak tanımlı kimlik, rol yönetimi esasındaki bir veri tabanında bulunan bir bağlantı demektir. Örneğin elektronik oylama, seçmen rolü veri tabanı kimliğinizle bağlantı sağlandığında gerçekleşir. Dijital kimlik, temel sağlık ve eğitim sistemlerine erişimi hızlandırmak da dahil olmak üzere birçok farklı kalkınma ve insani bağlamda hayati hizmetlere erişim sağlama kapasitesine sahiptir. Bir vatandaşın en temel sosyal hizmetlere ulaşmasını, haklarını kullanmasını ve modern ekonomik düzen içinde varlık göstermesini sağlayan bu kimlik olmaktadır. Dijital kimliğin asli başarısı özgürlüklerini gerçekleştirmek ve korumak adına kişisel verilerin kontrolünü bireyin ellerine geri vermek olmalıdır.

21. yüzyılda teknoloji, ticari ilişkiler de dahil olmak üzere, yüz yüze gelmeyi ve hatta herhangi bir kişisel ilişkiyi gerektirmeyen etkileşim için tamamen yeni bir ortam yarattı.

Bunun önemli bir temeli de dijital kimlik oldu. Kamu hizmeti sunumdaki verimliliği ve maliyet etkinliğini artıran bu modelleme kamu yönetimindeki etkileşim kurma biçiminde devrim yarattı.

Kabaca dijital kimlik, belirli ve tipik şekilde kamu otoritesi elinden çıkma bir şema kapsamında bireye atanan benzersiz kimliktir. Dijital biçimde saklanan ve aktarılan dijital kimlik, öncelikle bir kişinin birincil düzeyde belirleyici kimlik belgesi olan doğum belgesinden elde edilen bilgilerden oluşur. *Benzersizlik ve ayrıcalık, dijital kimliğin temel özellikleridir.*

Dijital kimlik, kimliğin hem ilk kayıt hem bir işlem sırasında doğrulanması olarak iki boyutta şekillenir. Bu bağlamda dijital kimlik, pek çok ülkede veri koruma kanunlarıyla korunan iki bilgi kümesinden oluşur (Sullivan ve Burger, 2019: 236-237):

1. İşlem kimliği: Dijital kimliğin işlemler için kullanılan ve en önemli kısmı olan işlem kimliğinin en temel işlevleri, önce bir kişiyi tanımak ve ardından işlemleri etkinleştirmek olan kümedir. Çekirdekte olan tanımlanmış, durağan

kimlik enformasyonundan oluşur ki bunlar kişinin tam adı, doğum tarihi, genellikle doğum yeri ve imza gibi tanımlayıcı bilgiler ve/veya PIN gibi benzersiz bir numarayı ifade ederler. Bunlar genellikle ilk kayıt sırasında veya bazen bir kimlik kartı yeniden alınırken kaydedilir. Ancak tüm bu bilgiler her işlem için gerekli değildir.

2. İşlem bilgi derlemi: İşlem yapan kurumun işlemi yapılan hizmet alıcısı hakkındaki işlemleri ve diğer bilgileri kaydeden bilgi kümesidir. Bu küme diğerine oranla kapsamlı ve dinamiktir. Çünkü tüm işlem ve tarafları sırasıyla gösterecek şekilde güncellenir. Her işlemde kullanılanlar da bu kümedekilerdir.

İşlem yapan kuruluş, bireyle değil “işlem kimliği” ile ilgilenmektedir. Çünkü örneğin tek başına bir isim, bir bireyi genel nüfustan ayırt etmeye yetmeyeceğinden bu tip enformasyonun asıl rolü, bilgileri sunan kişiyle bağlantı kurmak ve bu kişiyi kayıtlı dijital kimliğe bağlamaktır. E-devlet içinde kullanılan dijital kimliğin özgün, doğru ve kişiye münhasır olduğu varsayımı mevcuttur. Burada “tanımlayıcı” unsur olan “işlem kimliğinin” amacı, dijital kimliği gerçek bir kişiyle ilişkilendirmektir, ancak aslında bu bağlantı nispeten zayıftır. Aslını düzenlemekte kullanılan teknolojik araçların pek çoğu ihlalleri kolaylaştıran bir taklit için de uygun olabilmektedir. Bir imza taklidi, dijital gölgeni oluşturulması, fotoğraftaki minik bir değişim ile bu bağ kopabilir. Kaynaklara ve bilgiye nispeten daha az erişime sahip ve savunmasız durumdaki bireyler en çok, sahte bir kimliğin gerçek olarak kabul edildiği veya meşru bir kimliğin geçersiz olarak reddedildiği dolandırıcılık faaliyeti veya dijital kimliğin “sistem hatası” ile malul olması durumunda bireyler için acı sonuçlar doğabilmektedir (Sullivan, 2016: 475-476). Genel varsayım, “işlem kimliğinin arkasında hep gerçek bir kişiye bir erişim vardır” şeklinde olsa da örneğin işlem sırasında bilgiler tanımlanırken oluşan bir hata ile kayıttaki bilgiler tam eşleşemezse, gerçek olsa bile, sistem kimliği tanımaz, işlemler etkinleşemez ki bu sistemlerin kimlik doğrulama bilgilerinin hakikiliğine dolayısıyla da hataya ve hatta dolandırıcılığa bir zâfiyet oluşturur (Sullivan, 2016: 477).

Geleneksel bir dijital kimlik sistemi, tanımlayıcı karma değerleri depolayan ve bunları dijital kimlikle ilişkilendiren merkezi bir sistemdir (Sullivan ve Burger, 2019: 236). Çoğunlukla, kimlik sağlayıcının onayladığı şey, bir e-posta adresinin geçerliliğidir. Kayıttaki çoğunlukla zayıf kimlik doğrulamasının yanı sıra temel sorunlarla tezahür eder. Şifreler, sosyal güvenlik numaraları, adresler vb. gibi temel bilgiler geri alınabiliyorsa, bu bilgilerin sızma olasılığı vardır. Kimlik hizmeti, kimlik sağlayıcı kamu otoritesinin belirlediği çerçeveye sıkı şekilde bağlıdır. Kurumun gösterdiği zâfiyetler bireylerin hak ihlali ile yüzleşmesine, haklarının ve mahremiyet kaybına sebep olmaktadır.

Kişisel bilgiler kişinin bilgisi veya rızası olmadan kullanılabilir veya üçüncü taraflara satabilirler.

Dijital kimliğin bütünlüğüne yönelik en önemli çekince, gerçek dünyadaki kimliklerin yerine geçme potansiyelindedir. Ancak bu risk de yeni teknolojilerle yakın gelecekte aşılabilir durumdadır.

3. Herkes İçin Dijital Kimlik

Bu çabalar tüm dünyadaki insanların, bir ülkedeki tüm yurttaşların ihtiyaçlarının görüldüğü anlamına gelmemektedir.

Daha da acı bir şekilde iki yüzden fazla devletin olduğu günümüzde, Dünya Bankası'nın 2018'deki "Kalkınma için Kimlik" (*Identification for Development-ID4D*) adlı araştırmasına göre hâlen 1 milyardan fazla insan kimliklerini ispatlayamamaktadır (Desai, Diofasi, Lu, 2018: 1). Bu bireyler sağlık, eğitim, istihdam gibi en temel hizmetlere bile erişmek için mücadele etmektedirler.

Kamu hizmetindeki tutarsızlıklar, belirsizlikler insan onuruna aykırı bir yaşamı ve insan ticareti, çocuklara karşı işlenen suçlar gibi hukuk dışı alanları beslemektedir.

Dünya çapında göreceli olarak yoksulların kimlik almaları ya da yenilemeleri daha zordur. Örneğin ABD Ulusal Evsizlik ve Yoksulluk Hukuk Merkezi'nin bir araştırması fotoğraflı kimliği olmayan evsizlerin, %50'ye varan oranlarda kritik yardım ve hizmetleri almadıkları, reddedildikleri; hatta kamu binalarına talepte bulunmak için giremediklerini ortaya koymuştur (NLCHP, 2004: 13-14). Yeni teknik imkanlar, dijital kimliğin bazı risklerini azaltabilir.

Kriptografik olarak güvenli, merkezi olmayan sistemler çözüm potansiyeli yüksek yollar sunmaktadır. Yeni teknolojiler, "Gizlilik", "Taşınabilirlik" ve "Doğrulanabilirlik" gibi kazanımlara sahiptir.

Dijital kimlik sahibi olmanın birçok avantajı varsa da (kimliksiz yedi kişiden birini kimlikli kılabilmek gibi) pek çok insanı etkileyen büyük ölçekli veri ihlallerini de içerecek şekilde sayısız zorluğu da beraberinde getirdi.

Dijital kimlik, dikkatlice tasarlanmadığı ve uygulanmadığında ciddi riskler taşır.

Özellikle dijital kimlik sistemleri devasa, merkezileştirilmiş veri tabanları olarak tasarlandığında mahremiyet içerikli enformatiğin kötüye kullanılması söz konusudur.

Peki ya -dijital ya da değil- kimliği düzenlenmeyenler?

Kimliklerini bilinen bir usul ile doğrulayamayan ve sayıları 1 milyarı aşan insanlar hukuki bir savunudan mahrumdurlar ve belli başlı hizmetlere ulaşamaz, modern ekonomide hareket edemez halde kalırlar. Buna maruz kalanların pek çoğu çocuklar veya ergenler ile mülteci veya vatansız olan kimselerdir.

Düşük gelirli ekonomilerdeki insanların, kimlik sahibi olmama olasılığı daha yüksek olsa da çok ilginç bir şekilde kimlik sahibi olmayan 1 milyar insanın çoğunluğunun düşük-orta gelirli ekonomilerde yaşadığı anlaşılmıştır.

Dünyanın en savunmasız nüfuslarına fayda sağlamak için yenilikçi teknolojilerden ve çok sektörlü işbirliğinden güç alma vakti gelmiştir.

İnsan hakları adına 2015'te BM Genel Kurulunun, "2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi" için belirlediği bir hedef de "Ulusların 2030'a kadar doğum kaydı da dahil olmak üzere herkese bir yasal kimlik sağlamaları" olmuştur (UN DESA, 2015: 1). Bu, tüm insanlar için yasal bir kimliğin resmî ve küresel bir hedef olarak ilk kez ifade edilmiştir. 2016 BM çatısı altındaki ID2020 Zirvesi bu alanda sürdürülebilir ve şeffaf bir iş birliğine ihtiyacını karşılamak üzere organize edildi. ID2020 İttifak Manifestosu açılışı: "Birinin kimliğini kanıtlama yeteneği, temel ve evrensel bir insan hakkıdır" şeklinde oldu (UNHCR & ID2020 Alliance Partners, 2018: 1).

4. Blok Zincir: En Kapsamlı Araç Potansiyeli

Blok zincir, eşler arası bir ağ üzerinde zaman damgası sunucusunun kullanılması marifetiyle sıralı blokların bağlantılı bir listesini tutan dağıtılmış bir veri tabanıdır. Buradaki blok bir işlem öbeği olarak düşünülebilir. Bu bloklar belli büyüklüktedirler. Basitçe söylemek gerekirse blok zincir, 1'den n sayıya kadar işlem içeren ve her bir yeni bir işlemin doğrulanarak sabit uzunluktaki bir bloğa eklenmesiyle oluşur. Bir blok zincir özerk olarak yönetilir. Blok zincir tasarım gereği güvenlidir çünkü insana güvenmeye dayandırıldığında ağ tipi ilişkilerin suiistimale açık olduğunu anlatan "Bizans hatası" karşısında yüksek toleransa sahiptir (Şat, 2019: 119 ve 128).

Bu zincirde sadece iki işlem vardır ki bunlar işlem ekleme ve işlem görüntülemektir. Geri alma mümkün değildir. Gerçek hayatın olgularındaki gibi her işlem bir kez oluşur, ikame edilemez ve o yok olmaz. Kaydedildikten sonra bloklar, değiştirmeye dirençli olarak tasarlanmıştır; bir bloktaki veriler geriye dönük olarak değiştirilemez. Bir bilgi eklenecekse, açıklanacaksa, farklı sonuçlar için değişim istenecekse bunlar da yeni birer işlem olarak zincire eklenir.

Blok zincir, bu özelliklerle kimlik yönetimi, tıbbi kayıtlar gibi kayıt yönetimi faaliyetlerini, işlem yapmayı ideal hale getirerek dağıtık, sistematik, büyük ölçekli işbirliğine ulaşmamızı sağlar. Böylece sosyal etkileşimleri büyük ölçekte yönetme ve geleneksel merkezi otoriteleri reddetme yeteneğine sahip küresel bir yönetim aracı olarak artık blok zincir düşünülebilir ve uygulanabilir (Bambara ve Allen, 2018: 3). Çünkü merkezi otorite dahil herhangi bir aracıya ihtiyaç duymadan güvenilir bir çözüm sunan blok zincirin, gizlilik ve güvenlik endişelerini gidereceği hükmüne yakınlaşılmaktadır.

Blok zincirde kimlik kamu otoritelerinin ya da özel sektör faaliyetlerinin varlığı tanımlamasından oldukça farklıdır. Kavut'un (2021: 539) belirttiği gibi blok zincirde kimlik, kişinin ilgi alanları, sevdiklerini ve sevmediklerini ifade eden "kişisel tercihler"; adres, tıbbi kayıtlar, satın alma geçmişi gibi "edinilmiş nitelikler"; doğum tarihi, cinsiyeti, yaşı ve uyruğu gibi "doğumla gelen özellikler" şeklinde üç boyutu içerir.

Kimlik ve onun sayesinde başkalarının bilinebilecek şey değerlidir. Bu nedenle blok zincirdeki istenirse anonim şekilde kullanılan kimlik arzulanan bir başka niteliklerdir.

Muhataplar açısından ise kimlik ifadesi olarak atanmış "adres" anonim kalsa da topluluğun teyidini, fikir birliğini gerektirdiğinden iyi davranışı teşvik eder çünkü kötü bir itibar silinmeyen, ikamesi yapılamayan halde hep zincirde kalır. *Oname* gibi zincir üzerindeki kimlik sistemi olarak ünlenmiş pek çok uygulama vardır.

Blok zincir, kripto para birimi oluşturmaktan çok daha önemli görevleri yüklenmeye hazırlanıyor ki bunlar:

- Süregelen ticareti, ödenek alışverişindeki araçları değiştirmek,
- Kimlik taklidini engellemek için doğumdan gelen birincil kimlik bilgilerini yeniden inşa etmek,
- Kimliğin veya "kişilerin öznelilikler kümesinin", değişmez ve inkâr edilemez kamusal bir blok zincire kaydetmektir.

Artık blok zinciri ile bireylerin bir kimliğe sahip olmaları, kimliğin tahrif edilememesi ve mahremiyet içinde kullanabileceği bir kanal oluşmaktadır.

Blok zincir, kimlik yönetimi, tapu kayıtları, seçimler, gibi pek çok kamu hizmeti alanında sıkça sınanmaktadır. Bu altyapı siber uzamdaki zaten var olan elektronik veri transferi kanallarından farklıdır. Çünkü aralıksız bir işleyişle değiştirilemez girişlerle, şifreli kimliklerle, anonim şekilde bir ağ üzerinde kayıt yaparak çalışmaktadır.

Blok zincir, kamu teşkilatlanma hataları, hantal bürokrasi süreçleri, piyasacılığın körlükleri ve yoksullukla mücadele gibi daha birçok konuda kamu yönetimi için etkin bir araç olabilecektir.

Enerji harcamalarının yükü göz önüne alınsa da veri tabanını tutmak için pahalı altyapıların oluşturulmasına ihtiyaç duymadığından blok zincir nispeten düşük maliyetli bir çözümdür.

Özellikle de blok zincirin mutabakatının, veri girişinde sokak bürokratlarının avantajlarına dayanarak “kamusallığa duyarlı ve kapsayıcı sosyal yöntemlerle” kamusal blok zincire kayıt sağlamaları fark yaratacaktır. Pakistan’da biyo-metrik veriden müteşekkil blok zinciriyle kadınların doğrudan yardım alması fikrinin doğuşu iyi bir örnektir (USAID, 2018: 4 ve 19).

“Dünya vatandaşlığı” açısından da güvenli, küresel çapta, sorgulanabilir ve denetlenebilir bir blok zincir ile mümkün olabilir. Bilhassa *Ethereum* tabanlı platformlar örneğin “*TrigID*” veya “*MyPass*” gibi girişimler umut vadetmiştir. Projeler, çoktan; Teksas eyaleti Austin kentindeki evsizlere, Kenya-Somali sınırındaki mülteci kuruluşlarına, Kosta Rika’daki işsizlere yardım etmek için faaliyette bulunmuştur, bile. Eski sistemlerinin dijitalleştirilememesi ve mali veya idari sorunlarla henüz çok uzun dönemli olarak sürdürülemezler de bu girişimler yakın zamanda daha iyisini yapmak üzere prototipler olacaktır.

5. Blok Zincir: Dijital Kimliğe Katkıları

Dijital kimlik üzerine kurulu e-devlet modelinin uygulandığı dijital bir dünyada, herkes için yasal ve dijital kimlik tüm amaçlar için elverişliliği getirmektedir.

Dijital kimliğin doğruluğu ve bütünlüğü hem bireyler hem de kamu otoriteleri için azami önemdedir. Dijital kimlik ile geride kalan yöntemlerin yapamadıklarına erişmek artık mümkün olmaktadır.

Geleneksel dijital kimlik sistemlerinden farklı olarak, blok zincirin teminat sistemi eski düzenin aksine belirli bir şirkette değil, sunucular ağına ve yazılıma dayalıdır.

Mevcut kimlik yöntemi, ortak anahtar şifrelemesini kullandığından bazı sorunlar mevcuttur. Bunlar şöyle sıralanabilir:

- Dijital kimliğe devlete veya şirket gibi bir aracı “sahip” olduğundan kimlik bilgilerini korumak için bu araçlara güvenmek zorunda olmak,
- Kimlik bilgileri sadece bilgiye erişme ihtiyacı olan taraflara vermekte sınırların zayıf olması,

- Bilgilerin yanlış bir şekilde değiştirilmemesini veya kaybolmamasını sağlamadaki zâfiyet,
- Kimlik bilgilerine ihtiyaç duyulduğunda kişinin geri çağırmasıdır.

Bilgisayar bilimi açısından bakıldığında, bir devletin bir veri tabanında depoladığı tescilli bir dijital kimlik ile bir blok zincirde depolanan dijital bir kimlik arasında hiçbir fark yoktur (Sullivan ve Burger, 2019: 244) Üstelik blok zincirin zaten yerleşik erişim hakları kavramlarına sahiptir. Peki farklı olan nedir? En önemli fark, blok zincir politikasını yürüten kuruluş dışında, blok zincir üzerindeki verilerin hiç kimseye ait olmamasıdır. Buradaki fikir, kimlik sağlayıcının zorunlu kıldığı politika yerine, öznenin şifreleme yoluyla erişimin kontrolünü almasıdır. Kişi, kendisine ait ve seçtiği verileri blok zincirde şifreleyebilir ve verilerin şifresini çözmek için uygun anahtarları da kimin alacağını seçebilir. “Blok zincir teknolojisi kimlik sahiplerine güven, paylaşım özgürlüğü ve kontrollü veri paylaşım imkânı sağlayarak, kimlik sahiplerinin kendi kimliklerini tamamen kendilerinin yönetmesine imkân sağlamaktadır” (Ayvaz, Çetin, Aydar, 2021: 118). Bu şekilde kullanıldığında, blok zincirin, özellikle de bireye kimlik bilgileri ve bunlara kimin erişebileceği üzerinde kontrol sağlama konusunda açık faydaları vardır. Blok zincir gibi bir dağıtık defter teknolojisi, belgelerin orijinallerinden doğrulanması için harcanan çabaya ihtiyaç duymaz. Çünkü kişi kimlik bilgilerini ve belgelerini blok zincire yerleştirebilir ve kaynak verileri doğrudan doğrulatabilir. Kimlik belgelerinin kopyaları çok sayıda veri tabanında depolandığından ve silinmeye, kaybolmaya, yetkisiz erişime, değişikliğe ve kötüye kullanıma açık olmadığı için güvenliği artırılmış haldedir.

Blok zincir teknolojisinin hayatımıza girmiş olan dijital kimliğin doğrulanması için uygulanması, kimlik doğrulama, kontrol ve depolama için mevcut ulusal ve uluslararası yasal çerçeveler içindeki prosedürlerin güvenlik açıklarını gidermek için kullanılabilir potansiyele sahiptir. Bu gelişme, mevcut hukuki çerçeve ve normların dışında tamamen yeni ve ayrı bir yasal ve sanal düzen yaratmanın aracıdır.

Blok zincirin kimlik için kullanımına farklı bir örnek, belirleyici kimlik belgelerini üretemeyen mültecilere dijital kimlik edindirmektir: Blok zincirde bir mülteci için “kefil” olan bir insan ağı ve mutabakatla belirlenen fikir birliği sonucunda; bu mültecinin söylenen kişi olduğu “gerçeğine” dayanarak ona bir dijital kimlik üretilir. Bu kefaletlerle şekillenen güven iddiaları alenidir. Bunların denetleyebileceği ve üçüncü tarafların da iddiaları geçerliliklerini denetlemek için analiz edebilecekleri fikri bu yeni oluşumu güçlü kılmaktadır. Bu koşullarda blok zincir tabanlı dijital kimliğin faydası açıktır.

Gerçek kimliği ve ilgili kayıtları gizlemek için kullanılacak yasal dayanağı olmayan bir dijital kimliğin oluşturulması gibi kötü niyetli uygulamaların varlığı halinde mutabakata bağlı olarak zincir üyeleri veya herkes işlemlerini görebildiği için bu niyetlerin sonuca ulaşması oldukça güçleşmektedir. Zira örneğin, bir kişinin muhatap olduğu karşı tarafı anonim olarak temsil eden “adresin” banka hesabı açtığını, boşandığını ve ev aldığını doğrularken, ceza borcunu ödediği veya bir süre hapis cezası aldığını da öğrenilebilir. İçinde buldukları nasıl bir etkileşimse sadece o ve ilgili olan faaliyetleri anlayarak karar verir. Emin olur ki hem kendisinin hem muhatabının bilgileri birleştirilerek bir “dijital gölge” oluşturulamaz ve taklit bu zeminde mümkün değildir. Blok zincirin bir farkı da budur: konuyu gerektiren her bilgi oradadır ve fakat muhatabın kimliğini bilmeye gerek yoktur. Bu gizlilik işleme engel değil mahremiyetin inşasıdır. Muhataplar kendini açıklamak isterse de bu onların kararıdır. Temel de varsayıma dayalı bir hak ihlali için mutabakattaki şartlar da sağlanırsa “işlem kimliği” ortaya çıkarılabilir.

Elbette blok zincir henüz kimlik belgeleri ve bilgiler için gerçek hayat senaryoları istenen sıklıkla işletilmedi ve dolayısıyla güvenliği sınılandı. Örneğin bilgilerin doğruluğuna kefil olanların hesap verebilirliği ile ilgili yasal konular ve sonuçları henüz bilinmemektedir.

Sürekli gelişen çevrim içi ekosistemin belirleyicisi olan dijital kimliğin alt yapısının oluşturması önündeki engeller şöyle dile getirilmiştir (Ayvaz, Çetin, Aydar, 2021: 160-161):

- Kullanıcıların teknolojiye yabancı olması,
- Anlaşılması karışık bir alan olarak geliştirme zorlukları,
- Yasal düzenlemelerin geriden gelişi, eksiklikleri,
- Kurumların yürütmekte oldukları blok zincir projelerinin halka yansımaları, kurum içi kullanım aşamasında kalmaları,
- Yetişmiş insan kaynağının eksikliği,
- Blok zincir teknolojilerini kolayca kullanıma sunan platformların henüz yeterince geliştirilmemiş olması,

Blok zincirin yasal sonuçları henüz tam olarak bilinmemektedir. Merkezi değil “dağıtık olma” insana akılcılığı için henüz aşinalık oluşturmamaktadır. Dağıtık bir “defterin” kullanılması, orada saklanan, oradan erişilen enformasyonun doğruluğu, bütünlüğü ve güvenliği tehlikeye atılırsa sorumluluğu kimin alacağı ve sonuçlarının ne olacağı konuları ilgili yeni yasal sorunlar hızla belirginleşmektedir.

Sonuç

Kamusal otoritenin politika, program ve kurallarıyla belirlenen kimlik gerçek dünyadaki farklılıkları yansıtmakta zorlanmaktadır. Bireyin dahli dışındaki hatalar, ihmaller ve hatta kötüye kullanımlar nedeniyle yaşadıkları bu kimliğin neye göre belirlendiğini tartışmaya açmaktadır. Üstelik kimlik varoluşsal bir alanın en ciddi yansımasıyken onu dışarda tutan veri yönetiminde özne olarak tanımayan “sistem” olgusu “yönetmek” adına “kamunun” doğal varlığını zedelemekte, en temel yapıları zafiyete uğratmaktadır.

Bireyde “ben, olduğumu söylediğim kişiyim yani kayıtların söylediği kişi değilim” fikrini doğurmaktadır. Max Frisch’in (1961/2022) “*Stiller*” isimli eseri kendisini burada hatırlatmaktadır. Romanın kahramanı “*Bay White İsviçre’ye girişi sırasında, kayıp heykeltıraş Anatol Ludwig Stiller’e tıpatıp benzemesi sebebiyle sınır polisi tarafından tutuklanır. Stiller’in arkadaşlarının, kardeşinin, eşinin tanıklıkları da bu kuşkuyu doğrular. Bay White veya Stiller, her şeye karşın, gerçekleşen kovuşturmada kararlığını sürdürür: Ben Stiller değilim! der, ısrarla.*”¹

Bay White veya Stiller’de olduğu gibi kişi giderek biriken ve dolayısıyla merkezileşen verilerini reddederek kimliğini korumada kendi iradesini ortaya koymaktadır. Enformasyon teknolojileriyle bu irdeleme yoğunlaşmaktadır. Birey için yığın kendisinin dahlinin asgaride tutulduğu bir planlama sürecinden çıkan mevzuatın öngörülerini ile şekillenmiş anlamı olmayan bir “yığın” veya -deyim yerindeyse- “balya” haline getirilmiştir. Kendisinin koymadığı kurallar, tanımlamalardan doğan olumsuz sonuçlarla mücadele etmelidir. Kayıplar, mahremiyet ihlalleri, ifade özgürlüğü ve mali yoksunluklar şeklinde tezahür etmekte; daha da ötesinde kamu otoritesine karşı güveni sarsmaktadır.

Blok zincir teknolojisi, “kitle kaynaklı kimlik doğrulama” sistemlerini önermektedir. Blok zincirin değişmezliği ve verilerin kamuya açık halde tutulmasından yararlanarak kimlik iddialarının doğruluğuna ve kimlik bütünlüğüne dair aracsız bir güven sistematiğini bu teknoloji oluşturabilir.

Süregelen sorunların çözümlenmesinde “evrensel bir kimlik oluşturma” ve “farklılıklara duyarlı kimlik yönetiminin” katma değeri çok yüksektir. Mevcut veri-kayıt saklama, koruma ve gizlilik-güvenlik yasalarının oluştuğu zamanda, örneğin çift anahtarlamalı yapı gibi teknolojik altyapıların farklı olması nedeniyle bunların şimdi nasıl uygulanacakları konusunda endişeler vardır. Yine de bu yeni meydan okuyuşun bireysel bir hak olan kimlik hakkının geliştirilmesi için yüksek bir gücü vardır.

1 Bu metin kitabın Türkçe çevirisinin tanıtım yazısından alıntıdır. <https://kitap.ykykultur.com.tr/kitaplar/stiller>.

Blok zincir altyapısının e-ticaretin gelişimini etkilemesinin etüdü kadar çevrim içi kamu hizmetlerinin sağlaması da araştırılmalı, sınanmalı, tartışılmalıdır.

Mevcut anlayış hâlâ “veri tabanı kimliği” ile kamunun yönetimidir ancak gelecekteki mevzu bahis “kimlik veri tabanı” olmalıdır.

Bir adım daha ileride de kamu yönetiminin geleceğini şekillendirecek bu teknolojilere sadece işleri verimli, etkili, etkin yapmanın ötesinde, ihtiyaç duyulacak günler yaklaşmaktadır. Bir başka deyişle vergiyi daha iyi toplamanın, emniyeti temin etmenin, hareketlilikleri takip etmenin, halk sağlığını korumanın ötesinde insanın tüm tutarlık ve tutarsızlıklarıyla, tercih ve zevkleriyle inşa ettiği kimliği; insan hakları çerçevesinde yaşamasını, temel haklarından yararlanmasını sağlamak mümkün olacaktır. Kamu yönetimi yurttaşını iyi tanıma, ona uyan; kişiye özgü esneklikleri tam olarak yansıtmaya fırsatını tanıma imkânını iyi değerlendirmelidir.

Kaynakça

- Ayvaz, S., S. C. Çetin & M. Aydar (2021). “Kimlik Sistemlerinde Blok Zincir Kullanımı”, Siber Güvenlik ve Savunma: Blok Zincir ve Kriptoloji, Ed. Ş. Sağıroğlu & S. Akleyek, 117-164, Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Bambara, J. J. & R. P. Allen, (2018). Blockchain A Practical Guide to Developing Business, Law, and Technology Solutions. McGraw-Hill Education.
- BBC Türkçe (30 Nisan 2018). Windrush: İngiltere'de Bakanı Koltuğundan Eden Skandal, <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-43945234>, Erişim: 05.03.2022
- Desai, V. T., A. Diofasi, & J. Lu, (2018, April 25). The global identification challenge: Who are the 1 billion people without proof of identity? [Web log post]. <https://blogs.worldbank.org/voices/global-identification-challenge-who-are-1-billion-people-without-proof-identity>, Erişim: 01.02.2022.
- Frisch, M. (1961/2022). “*Stiller*”, İstanbul: YKY, 7. Baskı.
- Kavut, S. (2021). Digital Identities in the Context of Blockchain and Artificial Intelligence. Selçuk İletişim Dergisi, 14(2), 529-548, <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1523899>, Erişim: 03.04.2022.
- National Law Center on Homelessness & Poverty (NLCHP) (2004). Photo Identification Barriers Faced by Homeless Persons: The Impact of September 11 Report, <https://homelesslaw.org/wp-content/uploads/2019/03/Photo-ID-Barriers-Faced-by-Homeless-Persons-2004.pdf>, Erişim: 25.02.2022.
- Şat, N. (2019). Blok Zincir (*Blockchain*)'in Kamu İdaresine Olası Etkileri Üzerine. Amme İdaresi Dergisi, 52(4), 117-147, <https://ammeidaresi.hacibayram.edu.tr/Dergiler>, Erişim: 10.04.2022.

- Sullivan C. & E. Burger (2019). Blockchain, Digital Identity, E-government, Business Transformation through Blockchain (Eds. H. Treiblmaier & R. Beck), Vol. II, 233-258, Palgrave Macmillan.
- Sullivan, C. (2016). Digital Citizenship and the Right to Digital Identity Under International Law. *Computer Law and Security Review*, 32, 474–481.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN DESA) (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, <https://sdgs.un.org/2030agenda>, Erişim: 26.01.2022.
- United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR) & ID2020 Alliance Partners (2018), The Alliance Manifesto, <https://id2020.org/manifesto>, Erişim: 17.02.2022.
- USAID (2018) Identity in A Digital Age: Infrastructure for Inclusive Development Report, https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/15396/IDENTITY_IN_A_DIGITAL_AGE.pdf, Erişim: 27.03.2022.

Blokzinciri Teknolojisinde Merkezsizlikten Merkezileşmeye: Çin Halk Cumhuriyeti Örneği

Arş. Gör. Halil Yasin Tamer

Hacettepe Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü

Giriş

Bilgi toplumu ve internet kavramlarının toplumsal hayata girmesiyle birlikte birey, grup, örgüt ve devletler arası ilişkiler daha hızlı ve daha esnek biçimde yapılabılır hale gelmiştir. İnternetin icadı aynı zamanda, demokratikleşmenin ve bireyselleşmenin artacağı ve küresel bir toplum düzeninin ortaya çıkacağı düşüncesini doğurmuştur. İnternetle birlikte yönetsel ve siyasi yapıların daha dağıtık ve desantralize olacağı, karar verme ve politika üretmede esneklik ve merkezden uzaklaşmanın kolaylaşacağı öne sürülmüştür. İnternet, veri aktarımı ve iletişimi açısından da mahremiyet sağlayıcı bir araç olarak görülmüştür. Blokzinciri teknolojisi de internete benzer biçimde, veri aktarımı ve iletişimde mahremiyeti koruyucu niteliktedir. Ayrıca, örgütsel yapıları daha desantralize, hatta merkezsiz hale dönüştürmektedir. Çünkü blokzinciri teknolojilerinin temeli, kriptografik veri iletimine dayalıdır. Blokzinciri ile kriptoparalar, ulus-devletlerin bankacılık ve para birimi bağlanlarındaki otoritelerinin de sorgulanmasına yol açmış ve para iletiminde yeni bir çağ açacağı öne sürülmüştür. Fakat birçok ulus-devlet, sistemdeki bu sorgulamaya müdahale etmeye başlamış ve blokzinciri alanına dönük çeşitli düzenlemeler yapılmıştır (Şat, 2019). Çin Halk Cumhuriyeti (ÇHC), blokzinciri alanında en yoğun düzenlemelerin yapıldığı ülkelerden birisidir. ÇHC'nin bu alandaki düzenlemelerinin, blokzincirinin merkezsizleşme iddiasını dönüştürdüğü gözlemlenmiştir. Ayrıca, son birkaç yılda blokzincirinin yeni türlerinden olan özel blokzinciri ve konsorsiyum tipi blokzincirinin daha sıklıkla kullanılmaya başlanması, blokzinciri alanındaki merkezsizleşmenin sorgulanmasına ve dolaylı bir merkezileşme eğiliminin ortaya çıkmasına yol açmıştır.

Özellikle internetin ortaya çıkmasıyla devletlerin ve çeşitli düzeylerdeki güç odaklarının etkilerini yitireceği ve daha demokratik bir dünyanın mümkün olacağı öne sürülmüştür (Dahlgren, 2000). Fakat, zamanla dijital teknolojilerin karar verme ve güç açısından merkezileşmeyi artırdığı anlaşılmıştır (Bloomfield & Coombs, 1992: 460). Bu durum gerek internet teknolojileri, gerekse blokzinciri teknolojileri bağlamında gün geçtikçe daha çok hissedilmektedir. ÇHC'nin teknoloji politikaları temel alındığında, bu merkezileşmenin etkisini artıracak öne sürülebilir. Her ne kadar blokzinciri teknolojileri dağıtık bir temele sahip olarak bir yönetim aracı olarak görülse de (Şahin, 2021), bu teknolojinin uygulanacağı alanların belirlenmesi ve bu teknolojinin şekillendirilmesinde merkezi otoritelerin etkisinin olması sebepleriyle, blokzinciri zamanla bir gözetim-denetim aracına dönüşmektedir (Dong, 2018). Bu dönüşüm ÇHC bağlamında değerlendirilirse, dijital korumacılık ve dijital planlama politikalarının bir yansıması olarak görülebilir. Dolayısıyla, blokzinciri teknolojilerinin ülkeden ülkeye farklılaşma birlikte teknoloji politikaları bağlamında merkezileştiği ve bu alandaki denetimlerin zamanla artacağı öne sürülebilir.

Bu çalışmada, blokzinciri teknolojilerinin çeşitli ölçeklerdeki örgütlerde kullanılmaya başlanmasıyla dağıtık ve desantralize bir yapı oluşturacağı iddiasının geçerliliği araştırılmıştır. Araştırma vakası olarak ÇHC'deki blokzinciri kullanımı ve blokzinciri politikaları seçilmiştir. Bu vaka analizinde, blokzinciri türlerinden olan özel blokzinciri ve konsorsiyum blokzincirinin merkezileşme eğilimlerindeki payı ortaya konulmuştur. Çalışmanın ilk bölümünde literatür taraması kapsamında, merkez ve ademi merkezîyet anlamındaki desantralizasyon kavramları ile blokzinciri teknolojileri ve türleri açıklanmıştır. İkinci bölümde, ÇHC'nin blokzinciri politikaları ve ülkede blokzinciri kullanımının nasıl şekillendiği vaka analizi yöntemiyle incelenmiştir. Üçüncü bölümde ise ÇHC'nin blokzinciri politikaları analiz edilmiştir. Sonuç kısmında ise blokzinciri teknolojilerinin neden merkezileşme eğilimi içerisine girdiği tartışılmış ve blokzinciri teknolojilerine dönük politikalar ve araştırma alanlarının geleceğine dair fırsat ve tehditler ortaya konularak çalışma tamamlanmıştır.

1. Kavramsal Çerçeve

Önce bilgi ve iletişim teknolojileri, daha sonra da dijital teknolojiler ya da Endüstri 4.0 teknolojileri¹ olarak isimlendirilen teknolojilerin örgütsel yapıları

1 Endüstri 4.0 teknolojileri, Blokzinciri, bulut bilişim, büyük veri, nesnelerin interneti ve yapay zeka gibi çeşitli teknoloji türlerini kapsayan yeni iş yapış biçimleri ve araçlarını ifade etmektedir.

daha esnek ve hızlı, daha az hiyerarşik ve yatay biçimde yönetilen hale dönüştürme düşüncesiyle ortaya çıkmışlardır. Bu yataylaşma dijital teknolojilerin idari dönüşüm boyutunu oluşturmaktadır. Bu teknolojilerin yarattığı dönüşümün siyasi boyutu ise, daha demokratik ve karar almada adem-i merkezileşmenin artırılması ile ilgilidir. Dijital teknolojilerden birisi olan ve dağıtık bir iletişim yapısı sunarak araçları ortadan kaldırma düşüncesine dayanan blokzinciri teknolojilerinin de siyasi ve idari açıdan birtakım etkileri mevcuttur. Bu etkilerden en önemlisi, merkezin önemini azaltma ve adem-i merkezileşme, hatta merkezsiz bir yapı oluşturma iddiasıdır. Bu bölümde, konuyla ilişkili merkez, merkezileşme, merkezsizlik ve ademi merkezileşme kavramları tanımlanmıştır. Devamında blokzinciri teknolojileri ve türleri bu konu bağlamında tanımlanarak bölüm tamamlanmıştır.

2. Merkez-Merkezileşme-Merkezsizlik-Ademi Merkezileşme Kavramları

Merkez kavramı, otoritenin, gücün ve karar verme yetkisinin belirli bir noktada yoğunlaştığını ve o noktanın çevresini şekillendirme kapasitesi ya da yetkisine sahip olduğu durumu ifade eder. Örgüt bilimi açısından merkez, örgüt yönetimlerini ifade ederken, kamu yönetimi açısından merkez, devletlerin yürütme organlarını kapsayan başkentlerini veya başkent teşkilatlarını ifade etmektedir. Merkez, idari ya da siyasi açıdan farklı ölçekler içerebilmektedir (Alessandro vd., 2013). Fakat bu çalışmada merkez kavramı planlama, karar verme, politika üretme, düzenleme ve uygulama gibi faaliyetlerin yürütülmesindeki yetkinlik ile yetki bağlamında açıklanmaktadır. Dolayısıyla blokzincirinde merkez, blokzinciri teknolojilerine dönük politikaların üretilmesini sağlayan birim olarak algılanabileceği gibi, blokzinciri sisteminin üreticisi ve uygulamaların başlatıcısı da olabilmektedir.

Sistem yaklaşımı gereği, örgütsel yapılarda dağıtık mekanizmalar oluşturulabilir, fakat bu durum örgütün ademi merkezi bir örgüt olduğu anlamına gelmemektedir. Dolayısıyla, dağıtık yapılara sahip ama aynı zamanda merkezin etkin ve gözetim gücüne sahip olduğu örgütler mevcut olabilir (Bloomfield & Coomb, 1992: 464).

Merkezsizlik kavramı, genellikle herhangi bir hiyerarşinin olmadığı gücün tamamen dengeli dağıldığı ve eşitliğe dayalı örgütsel yapıyı ifade etmektedir. 1990'lı yıllarda internet teknolojilerinin ya da internet teknolojilerinden yararlanan örgütlerin merkezsiz bir durumda olduğu düşünülüyordu. Fakat zamanla durumun farklı olduğu ve internet sağlayıcıların ya da teknoloji tedarikçilerinin network yapısına dahil olarak birer merkez oluşturduğu ve araçların arasında devletlerin de farklı boyutlarla dahil olduğu anlaşılmıştır.

Devletler, internet sağlayıcılarından çeşitli düzeylerde veri ya da bilgi edinebilmekte ve bu araçları denetleyebilmektedir. Aynı zamanda bu alanda birey, grup ve örgütlerin faaliyetlerini denetleyebilmek için çeşitli düzenlemeler ve yasalar da üretilmiş, bu durumun sonucunda da “bilişim hukuku” isminde bir alan ortaya çıkmıştır. İnternet teknolojisine benzer biçimde merkezsizlik iddiasıyla ortaya çıkan kriptoparalar ve blokzinciri teknolojilerinin sistemini “dağıtık defterler” ile ilerletmektedir. Fakat bu sistemin manipülasyona ve çeşitli saldırılara açık olduğu anlaşılacak farklı blokzinciri türleri geliştirilmiştir.

Merkezileşme terimi, önemli kararlar alma yetkisinin bir örgütün "başına" veya merkezine doğru olduğunu belirtirken, tersine ademi merkezilik daha fazla özerklik anlamına gelir, bu sayede otorite merkezden daha fazla uzaklaştırılanlara verilmektedir (Cummings, 1995: 103). Ademi merkezileşme ya da desantralizasyon kavramı, merkezde toplanmış yetkilerin genellikle merkez tarafından ya da çevredeki birimlerin güç kazanmasıyla birlikte bölüştürülmesini ya da dağıtılmasını ifade etmektedir (Hutchcroft, 2001).

3. Blokzinciri Teknolojileri ve Türleri

Veri iletişimde, aracının ortadan kaldırılması ve daha güvenilir bir iletişimin keşfedilmesi düşüncesiyle ortaya çıkan Şifrepunk (*Cyberpunks*) Hareketinin temellerini attığı blokzinciri, 1980 ve 1990'lı yıllardaki çeşitli çalışmalarla ortaya çıkmıştır. Bu hareketteki isimlerden birisi olan Nakamoto'nun "*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*" isimli makalesiyle birlikte blokzinciri farklı bir boyuta evrilmiştir. Artık bitcoin isminde kriptografik bir para birimi veri iletiminde bloklar arası işlemlerin ve şifrelerin çözülmesine dayalı olarak ortaya çıkmaktadır (Demirkan, 2021). Bitcoin, her ne kadar bir kriptopara olarak nitelendirilse de blokzincirinin düşünsel gelişiminde önemli bir basamağı simgelemektedir. Artık, merkezi bir otoriteye ihtiyaç olmadan karşılıklı güvene dayalı veri iletimi bu birim sayesinde yapılabilmektedir. Araçları ve merkezi yapıları ortadan kaldırmayı hedefleyen bitcoinle birlikte, dijital kayıt defterlerindeki işlemler için finansal zemin de oluşturulmuştur. Dağıtık defter (*distributed ledger*), blokzincirindeki tüm blokların ortak mutabakat yoluyla kaydedildiği veri tabanına benzer yapıyı ifade etmektedir. Bu defter sayesinde blokzincirine eklenen hiçbir blok ve veri değiştirilemez (Hou, 2017). Bu kavramlar temelinde blokzinciri, dağıtık, kalıcı veri saklama kapasitesine sahip ve eşten eş etkileşim sağlayan bir teknolojidir.

Blokzinciri ilk olarak bitcoinin de temeli olan kamusal-genel isimli (public) blokzinciri türüyle ortaya çıkmıştır. Katılımının herkese açık olduğu, mutabakata dahil olmanın belirli bir izne dayanmadığı bu türün temeli, merkezi

bir otorite ya da aracının olmadığı veri iletiminin oluşturulması fikrine dayanmaktadır. Merkezi otoriteler tarafından tahakküm altında tutulan toplumun, blokzinciri sayesinde bağımsız, teknoloji üreticisine ya da merkezi hiçbir otoriteye bağlı olmayan ve kendi kendini yönetebilen sistemlere dahil olabilmesi mümkün olmuştur (Demirkan, 2021: 35). Bu sayede blokzinciri teknolojisi, merkezsiz ve dağıtık bir sistem olarak anılmaya başlanmıştır. Ancak kamusal blokzincirinin, enerji tüketimi, etkinlik ve hız açısından yetersiz olarak görülmesiyle yeni blokzinciri türlerinin oluşturulması fikri ortaya çıkmıştır.

Tablo 1: Blokzinciri Türleri ve Özellikleri

	Kamusal blokzinciri	Konsorsiyum	Özel blokzinciri
Uzlaşma aracı	Herkes	Seçilmiş-Belirlenmiş	Örgüte bağlı
Okuma izni	Açık	Açık veya izinli	Açık veya izinli
Merkezileşme	Yok	Sınırlı	Var
Etkinlik ve Verimlilik	Düşük	Yüksek	Yüksek
Mutabakat	İzinsiz	İzinli	İzinli

Kaynak: Yuen, 2020; Demirkan, 2021'den yararlanılarak yazar tarafından hazırlanmıştır.

Kamusal blokzinciri daha çok mahremiyet, düşük hız ve daha az etkinlik sağlarken, özel ya da konsorsiyum türü blokzincirleri daha az mahremiyet, yüksek hız ve daha çok etkinlik sağlamaktadır (Yuen, 2020). Dolayısıyla daha yüksek hız ve etkinlik için konsorsiyum ile özel blokzinciri türlerinin önümüzdeki süreçte daha yoğun biçimde kullanılabileceği öne sürülebilir. ÇHC'nin de hız ve etkinliğin yanı sıra gözetimi kolaylaştırmak adına özel veya konsorsiyum tipi blokzinciri kullanımına ağırlık verdiği göz önünde bulundurulduğunda blokzincirinde merkezileşme eğiliminin ilerleyişi daha iyi anlaşılmaktadır (Wang vd., 2020). Bu kavramların ardından ÇHC'de blokzinciri alanında yaşanan çeşitli gelişmeleri incelemek, konunun daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır.

4. Çin Halk Cumhuriyeti'nde Blokzinciri Teknolojilerine Dönük Gelişmeler

ÇHC, teknoloji politikalarına 2000'li yıllardan itibaren korumacı ve ikameci bir ekonomik yaklaşımla başlamış ve gelinen son noktada hem küresel entegrasyonu sağlamış, hem de dijital korumacılığını sürdürmüştür. Dolayısıyla,

ÇHC'nin teknoloji politikalarına merkezi yönetimin planlama ve düzenleme yönlerinden etkisi yoğun bir biçimde gerçekleşmektedir. ÇHC merkezi yönetiminin ve diğer çeşitli aktörlerinin blokzinciri teknolojilerine dönük olarak farklı zaman dilimlerinde girişimleri olmuştur. 2000'li yılların sonundan itibaren çeşitli düzeylerde araştırma geliştirme (AR-GE) faaliyetleriyle başlayan süreç, 2010'lı yıllardan itibaren planlama, politika üretimi, düzenleme ve uygulamalara da yansımaya başlamıştır.

Şekil 1: ÇHC'nin Blokzinciri Teknolojileri Dönük Faaliyetleri



Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Şekil 1'de sıralanmış olan faaliyetler, ÇHC'nin blokzinciri teknolojilerine doğrudan hızlıca yükselerek (*hype*) benimsemek yerine, önce AR-GE ve planlama aşamalarını yürüttüğünü göstermektedir. Gerekli hazırlıkları tamamladıktan sonra ÇHC, politika üretimi, düzenleme ve uygulama aşamasında seçimli atlama (*leapfrogging*) yöntemini benimsemiş ve blokzinciri faaliyetlerini bu sırayla gerçekleştirmiştir. Bu bölümde bahsi geçen faaliyetler incelenmiştir.

5. Blokzinciri Teknolojilerine Dönük AR-GE ve Planlama

ÇHC'nin bilim ve teknoloji alanındaki faaliyetleri öncelikle devlet yönetimi ve özel sektörün teşvikleriyle üniversiteler, çeşitli araştırma enstitüleri ve benzeri kuruluşlar tarafından gerçekleştirilen araştırma-geliştirme (AR-GE) faaliyetleriyle başlamıştır. 2010'lı yıllarından başından itibaren bitcoinin ortaya çıkmasıyla birlikte gündeme gelen blokzinciri teknolojilerine ilişkin araştırma sayısında artış yaşanmıştır. ÇHC'deki araştırmacılar tarafından blokzinciriyle ilgili makale sayısı 2015'ten 2019 yılına dek sürekli artış göstermiştir. Blokzincirine ilişkin patent ve çeşitli modelleme üretiminde de ÇHC'de yoğun bir artış söz konusudur. 2016 yılından, 2020 yılına sürekli artan yıllık patent uygulama sayısı 10bin civarındadır (Cai vd., 2021: 90). Öte yandan merkezi yönetim tarafından hazırlanan Beş Yıllık Planlarda da blokzinciri teknolojilerinden ve bu teknolojilerin ekonomik etkilerinden bahsedilmiştir. 13. Beş Yıllık Plan (2016-2020) ile 14. Beş Yıllık Planda blokzinciri teknolojilerine destek verilmesi gerektiği belirtilmiştir. 14. Beş Yıllık Planda, üretim ve dijitalleşmede

yoğunlaşma ile birlikte blokzinciri teknolojilerinden daha fazla yararlanılacağı ve dijital ekonominin gayri safi yurt içi hasıla içindeki oranının 2020 yılındaki % 7,8'den 2025 yılında % 10 ve üzerine çıkarılacağı planlanmıştır (Asian Development Bank, 2021: 3). Blokzinciri, ÇHC'nin en son 14. beş yıllık planına dahil edildiğinden, Çin merkezi hükümeti, örneğin destekleyici standartlar ve düzenleyici politikalar yayınlayarak ve nitelikli insan kaynağı oluşturulmasını teşvik ederek blokzinciri endüstrisinin gelişimini desteklemektedir.

ÇHC'de, blokzinciri teknolojileri için iki farklı planlama mekanizması geliştirilmiştir. Bunlardan ilki doğrudan kripto para piyasası ve üretiminin düzenlenmesine ilişkin hazırlanan faaliyetlerdir. Diğerleri ise yenilenebilir enerji, tarımsal tedarik, arşiv kayıt sistemleri, kooperatifçilik, sosyal kredi sistemi ve benzeri alanlarda kullanılmak üzere yeni nesil teknoloji üretimine katkı sağlanması için gerçekleştirilen planlamadır (Ekman, 2021). ÇHC merkezi yönetimi, ortaya koyduğu *Made in China 2025* vizyonu ile küresel ekonomi alanında blokzinciri uygulamalarında küresel lider olacakları öne sürmüştür (Wen & Zhao, 2021). Merkezi yönetim ve araştırmacıların yanı sıra, Çin Halk Bankası da kripto para piyasasının düzenlenmesi ve dijital yuan'ın oluşturulması için çeşitli faaliyetlere öncülük etmiştir (DigiChina Stanford, 2022). Bu sebepler ışığında ÇHC'nin tıpkı diğer Endüstri 4.0 teknolojileri gibi blokzincirini de ciddiye aldığı ve hızlı bir şekilde gerekli AR-GE ve planlama aşamalarını gerçekleştirerek politika, düzenleme ve uygulama aşamalarına geçtiği, fakat AR-GE ve planlama faaliyetlerinin sonlandırılmadan bir süreç olarak değerlendirildiği anlaşılmıştır.

6. Blokzinciri Politikaları

ÇHC'nin blokzinciri politikaları, planlama alanında olduğu gibi temel olarak ikiye ayrılmaktadır: kripto para piyasası politikaları ve blokzinciri teknolojileri politikaları. Kripto para piyasasına dönük olarak, bitcoinin ilk ortaya çıkışından 2018 yılına dek nispeten daha serbest bir yaklaşım mevcut iken, zamanla kripto madenciliğine çeşitli sınırlamalar getirilmiş ve kripto para piyasası tamamen izne bağlı olarak sürdürülmüştür. 2018 yılından itibaren getirilen sınırlamalar artırılmış, kripto hizmet sağlayıcı sitelere erişim engellenmiş ve kripto madenciliği yasaklanmıştır (Ekman, 2021). Bu durumun bir dijital korumacılık politikası olduğu ve gerek veri, gerekse de ülke içi yatırımla birikimlerin yurt dışına kayabilmesinin engellenmesi düşüncesine dayandığı anlaşılmıştır. Finans ve bankacılık sisteminin merkezi etkisinin korunması adına 2014'te Dijital Ödeme Sistemi duyurulmuştur (Cai vd., 2021). Böylelikle, kripto para piyasasının merkezi yönetimin denetiminde olacağını sinyalleri verilmiştir.

Öte yandan, blokzinciri teknolojilerine dönük uygulamalar için geliştirilen teknolojiler dijital ikameci politikalar. Bu politikalar için ilk olarak 2016'da Sanayi ve Bilgi Teknolojileri Bakanlığı tarafından "ÇHC'nin Blokzinciri Teknolojileri ve Uygulamaları Geliştirilmesi" strateji belgesi yayımlanmıştır. Ayrıca ÇHC'deki birçok farklı bölge ve şehrin kendine has blokzinciri politika belgesi yayımlaması dikkat çekicidir. Tüm bu politika belgelerinin ise merkezi planlamada belirtilen çerçevelere uygun olması, merkezileşmenin bu politika alanındaki etkisini görmek açısından önemlidir (Sun vd., 2018). Bu politikalar üzerine yürürlüğe sokulan düzenlemeler, kurulan yeni kurumlar ve çeşitli özel uygulamalarla ÇHC'nin merkezi yönetiminin etkisi blokzinciri teknolojileri için de korunmaktadır.

7. Blokzinciri Düzenlemeleri, Özel Sektörün Konumu ve Çeşitli Uygulamalar

Çin Halk Bankası 2014 yılında, dijital para e-ödeme sistemini duyurmuştur. Bu sistemin temel amacı bankacılık sektöründe nakit paranın yerini alabilecek ve veri iletimi ile kişisel veri korumada başarı için yeni bir sistem oluşturmaktır. Sistemi kullananların anonimleştirerek verilerinin kaydedildiği bu sistem aynı zamanda kripto para alışverişinin sınırlandırılmasını sağlama amacına da hizmet etmektedir (DigiChina Stanford, 2022). 2017 ve 2018 yıllarındaki gelişmelerle Çin Halk Bankası tarafından kripto para piyasasına dahil olmanın yasaklanması ve ilgili hizmet sağlayıcı çeşitli web sitelerine erişim engeli getirilmesi dikkat çekicidir (Ekman, 2021). Bunun gerekçesi olarak kripto para piyasasının mali istikrara ve ülke içi birikime bir tehdit oluşturduğu ifade edilmiştir. Bunun üzerine Çin Halk Bankası Finans Enstitüsü yöneticisi bir açıklama yapmış ve blokzinciri ile kripto para piyasasının ayrı değerlendirilmesi ve düzenlenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu sürecin devamında Sanayi ve Bilgi Teknolojileri Bakanlığı tarafından "Güvenilir Blokzinciri Açık Laboratuvarı (*Trusted Blockchain Open Lab*)" kurulmuştur (Karahana ve Tüfekçi, 2019). Aynı dönemde Dijital Para Birimi Enstitüsü kurulmuş ve Dijital Yuan için yapılan hazırlıklar hız kazanmıştır ((Dong, 2018). Aynı süreçte blokzinciri teknolojilerine dayalı patent alabilmek ve araştırma yapabilmek için özel ekonomik bölgelerde alt bölümler oluşturulmuştur (Cai vd., 2021).

Diğer taraftan özel sektörün de, blokzinciri faaliyetlerine hız kazandırması için teşvik edildiği ve yatırımlara uygun zeminin oluşturulmaya çalışıldığı öne sürülmüştür (Asian Development Bank, 2021). Devlet destekli ve Alibaba tarafından 2017'de kurulan "Blokzinciri Vadisi (Blockchain Valley)" bunun en önemli örneklerinden birisidir. Bu özel ekonomik bölge benzeri sistemle blokzinciri teknolojileri geliştirecek firmaların ortaklığını devlet teşviğiyle

kolaylaştırmak hedeflenmiştir (Dong, 2018). Aynı zamanda Conflux ve benzeri blokzinciri atılımları da düzenlemelerle uyumlu bir özel sektörün varlığını kanıtlar niteliktedir (Conflux, 2022). 2020 yılında faaliyete geçen “Blokzinciri Servis Ağı (Blockchain Service Network-BSN)” ile birlikte blokzinciri uygulamalarını küresel düzeyde kullanmak ve işbirliği mekanizmasını geliştirmek için yeni fırsat alanı oluşturulmuştur (BSN, 2022). Tüm bu faaliyetler, ÇHC’de merkezi yönetimle özel sektörün yakın temasını ve işbirliğini kanıtlamaktadır. Dolayısıyla dijital ekonomide söz sahibi bir ülke olabilmek adına, ÇHC’nin merkeziyetçi yapısını sermayeyle harmanlayarak hareket ettiği anlaşılmıştır.

ÇHC’de blokzinciri uygulamaları gerek özel sektörün gerekse yönetsel organların çeşitli alanlardaki faaliyetleriyle ilerlemektedir. Bu faaliyet alanları bankacılık ve finans, veri güvenliği, kitle fonlama, sosyal kredi sistemi, tarımsal tedarik zinciri, konut fonları için kooperatifçilik, yenilenebilir enerji sistemleri ve akıllı şehir uygulamaları alanlarında yoğunlaşmaktadır (Dong, 2018; Cai vd., 2021). Bu uygulamaların temel amaçları; daha hızlı, güvenli ve kaliteli veri aktarımı ile arşivleme, *Made in China 2025* vizyonunun gerçekleştirilmesi, Dijital Yuan’a geçiş sürecinin tamamlanması ve siber alanda egemenlik haklarının korunması üzerine kurgulanmıştır (DigiChina Stanford, 2021).

ÇHC, özellikle finans ve bankacılık sektöründe blokzinciri teknolojisini yoğun bir biçimde kullanmaktadır. Örneğin bir blokzinciri projesi olan *gachain* ile vergi ve e-fatura sistemini uygulamaya koyarak vergi kaçaklarının önlenmesini, vergi tahsilatını hızlandırmayı ve kayıt dışı ekonomiyi azaltmayı amaçlamıştır (Demirkan, 2021: 80). Bu uygulamanın yanı sıra, dijital yuanın yaygınlaştırılması, merkeziyetçi bir anonimlik mekanizmasının oluşturulması (DigiChina Stanford, 2022) ve siber güvenlik amaçlarıyla çeşitli faaliyetler gerçekleştirilmektedir (DigiChina Stanford, 2021). Bu faaliyetler bir bütün olarak ÇHC’nin merkeziyetçi blokzinciri politikalarının bir parçası olarak görülmelidir.

8. ÇHC’nin Blokzinciri Politikalarının Analizi

ÇHC’ye göre blokzinciri hem bir sorun, hem de bir çözüm olarak görülmektedir. Kripto paraların ve madencilik kontrol altına alınarak kayıt dışı ekonominin gelişimiyle, tamamen mahremiyet odaklı ve bireysel amaçlı veri iletimini sağlayan blokzinciri kullanımı bir sorundur. Öte yandan, bürokratik kayıtlar, akıllı şehir sensör verileri, yenilebilir enerji, sosyal kredi sistemi, kooperatifçilik gibi konular için ise bir çözüm olarak görülmektedir. ÇHC’nin blokzinciri politikalarının iç politikada daha çok devlet teşvikiyle ya da desteğiyle üretilen uygulamalara bağlı kullanımı dikkat çekerken, dış politikada

ise dış kaynaklı dövizin ülkeye çekilmesi için oluşturulmuş projelerin desteklenmesi yönünde ilerlemektedir. ÇHC içerisinde kripto para kullanımı ve üretimi devletin belirlediği sınırlar haricinde yasal değilken, dışarıdan içeriye kripto para aktarımı için herhangi bir engel olmaması dikkat çekicidir. Bu durum, dijital korumacılık politikasının bir parçası olarak nitelendirilebilir.

ÇHC'nin blokzinciri politikaları, AR-GE ve planlama aşamalarının düzenli biçimde ilerletilmesiyle rasyonel nitelikteyken, mevcut politikaların yaşanan sorunlar temelinde yeniden düzenlenebilmesiyle artırimsal bir niteliğe de sahiptir. ÇHC'de siyasi ve idari yöneticilerin politikaların belirlenmesindeki ağırlığı aktör bazlı değerlendirmelerde öne çıkmaktadır. Fakat ÇHC'nin piyasa sosyalizmi kapsamındaki faaliyetleri düşünüldüğünde özel sektörün de etkisinin belirli sınırlar içerisinde de olsa önemli olduğu unutulmamalıdır.

Tablo 2: ÇHC'nin Blokzinciri Politikalarındaki Temel Aktörler

Kamusal Aktörler	Özel Aktörler
Merkezi Politbüro ve Çin Komünist Partisi Çin Halk Bankası Ulusal Siberuzay İdaresi Sanayi ve Bilgi Teknolojileri Bakanlığı Ulusal Kalkınma ve Reform Komisyonu Çin Bankacılık ve Sigortacılık Düzenlemeleri Komisyonu Çeşitli Ölçeklerdeki Finans Büroları Üniversiteler ve Araştırma Merkezleri	BATs Şirketleri ¹ Antfinancial Bytedance Huawei JD

Kaynak: Wang vd., 2020; Cai vd., 2021'den yararlanılarak yazar tarafından hazırlanmıştır.

ÇHC'nin blokzinciri politikalarının aktörler açısından, daha katılımcı ve araştırmacı bir biçimde ilerlediği öne sürülebilir. Fakat bu katılımcı yaklaşımın piyasa temelli ve sermaye odaklı olduğu unutulmamalıdır. Dolayısıyla, bu politika alanındaki aktörler arası ilişkilerin ekonomik gerekçelerle şekillendiği görülmektedir.

¹ Baidu, Alibaba, Tencent'ten oluşan bu üçlü, ÇHC merkezli, en önemli ve ekonomik açıdan güçlü uluslararası özel şirketlerdir.

Tablo 3: ÇHC'nin Blokzinciri Faaliyetleri Kronolojisi

Tarih	Temel Odak	Faaliyet
Haziran-2014	AR-GE; Bankacılık ve Finans	Çin Halk Bankası dijital para ve etkisini araştırma grubu oluşturdu.
Ocak-2016	AR-GE; Teknoloji kullanımı	Shenzhen Belediyesi blokzinciri araştırmalarını güçlendirme kararı aldı.
	Bankacılık ve Finans	Çin Halk Bankası resmi olarak dijital yuan'a geçileceğini duyurdu.
Ekim-2016	AR-GE; Teknoloji kullanımı	Blokzinciri teknoloji ve uygulamaları için <i>White Paper</i> açıklandı.
Haziran-2017	AR-GE; Bankacılık ve Finans	Çin Halk Bankası Dijital Para Araştırma Enstitüsünü kurdu.
Şubat-2018	Bankacılık ve Finans	ÇHC Yönetimi, kripto paralarla ilişkili tüm web sayfalarına erişim engeli getirdi.
Mayıs-2018	Ekonomi	Blokzinciri endüstrisi <i>White Paper</i> 'ı yayımlandı.
Eylül-2018	AR-GE; Ekonomi	Çin Halk Bankası, blokzinciri ticaret platformuna 4.7 milyon \$ yatırım yaptı.
Ekim-2018	AR-GE; Ekonomi; Yatırım	Hainan Bölgesi'ne pilot bölge olması için 140 milyon \$'lık yatırım yapıldı.
Ocak-2019	Ekonomi; Teknoloji kullanımı	Shanghai, blokzincirini akıllı şehir programına dahil etti.
	Yönetim; siber güvenlik	Siberuzay İdaresi, Blokzinciri Bilgi Hizmetlerinin Yönetilmesi ve İdari Hükümler belgesini yayımladı.
Mart-2019	AR-GE; Bankacılık ve finans; Teknoloji kullanımı	9 bölge ve şehirde sınır ötesi finansman pilot bölgesi başlatıldı. (Kasım 2019'da 19'a çıkarıldı)
Haziran-2019	AR-GE; Teknoloji kullanımı; Adalet	Yeni <i>White Paper</i> yayımlandı ve Adli kanıt arşivlerinde blokzinciri kullanımı önerildi.

BLOKZİNCİRİ TEKNOLOJİSİNDE MERKEZSİZLİKTEN MERKEZİLEŞMEYE: ÇİN HALK CUMHURİYETİ ÖRNEĞİ

Aralık-2019	AR-GE; Ekonomi	Shenzhen borsası, ilk 50 şirketin performansını izlemek için SZSE Blokzinciri İndeksini başlattı
Ocak-2020	Sağlık	Covid-19 salgınıyla mücadelede veri kaydı için blokzinciri kullanıldı.
Nisan-2020	Yönetim; Teknoloji kullanımı	Başkan Xi, blokzinciri ve diğer Endüstri 4.0 teknolojilerinin önemini vurguladı.
	AR-GE; Bankacılık ve Finans	Ulusal Blokzinciri ve Dağıtık Muhasebe Teknolojileri Standardizasyon Teknik Komitesi, 70'den fazla uzman ve araştırmacıyla oluşturuldu.
	Ekonomi	<i>Blochchain Service Network</i> (BSN) ticari kullanım için açıldı.
	AR-GE; Bankacılık ve Finans	Chengdu, Shenzhen, Suzhou ve Xiong'an bölgeleri dijital yuan için pilot bölge seçildi.
Haziran-2020	Yönetim; Bankacılık ve Finans	Merkez bankası, finans alanında blokzincirinin uygulanması için değerlendirme kurallarını yayımladı.
Ağustos-2020	Bankacılık ve Finans	Ticaret Bakanlığı büyük şehirlerde dijital yuan kullanımına geçileceğini duyurdu.
Eylül-2020	Bankacılık ve Finans	Çin Halk Bankası, dijital yuanın 2 yıl içerisinde tam kullanıma hazır olacağını duyurdu.
Mart-2021	Planlama; Teknoloji kullanımı	14. 5 Yıllık Plan'da Blokzincirinden bahsedildi.
Mayıs-2021	Ekonomi	Çin Devlet Konseyi, bitcoin madenciliği ve ticaretine baskı yapılması çağrısında bulundu.

Kaynak: Ekman, 2021'den yararlanılarak yazar tarafından hazırlanmıştır.

Yukarıdaki Tablo 3'te görüldüğü üzere, ÇHC 2014 yılından günümüze çok yoğun bir blokzinciri programı izlemiştir. Bu program özellikle bankacılık ve finans ile ekonomi alanında yoğunlaşmaktadır. Bu durum, ilgili programın dijital ekonomideki hedeflerle bağlantılı olduğunu ve aynı zamanda merkezi otoritenin, ekonomi yönetimi alanındaki etkisini koruma arzusunu kanıtlamaktadır. Bu program gereği, merkezi yönetimin planladığı çerçevede çeşitli AR-GE faaliyetleri, özel kurum ya da strateji belgelerinin oluşturulması, temel politika amaçları ve düzenlemelerin hazırlanması ile çeşitli uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Bu sayede, ÇHC'nin blokzinciri teknolojileri alanında küresel liderlik hedefine en azından politika üretme, düzenleme ve strateji belirleme bağlamında eriştiği sonucuna ulaşılabilir. Fakat bu durum, blokzinciri teknolojilerinden maksimum fayda elde edildiği anlamını taşımamaktadır. Bu faydanın elde edilebilmesinin önünde çeşitli engeller mevcuttur. ÇHC'nin blokzincirine dönük faaliyetlerindeki temel sorun alanları (Wang vd., 2020);

- Gizlilik ve mahremiyet ile ülke çıkarları dengesinin korunamaması
- Spesifik alanlarda politikalar geliştirilmemesi
- Katı teknik standartların olmamasından kaynaklı siber güvenlik açıkları
- Kısa süreli kar hedefli şirketlerin aşırıya geçen yatırımları sonucu diğer alanların ihmal edilmesi
- Üçüncü taraf kurumsal değerlendirme ve kontrol mekanizmasının eksikliğidir.

Bu sorun alanlarının aşılabilmesi, ÇHC'nin blokzinciri politikalarının başarıya ulaşmasını kolaylaştırabilir. Fakat blokzinciri teknolojisine dönük yaklaşımın tamamen ekonomik gerekçelere dayanması yeterli değildir. Çeşitli blokzinciri uygulamaları sayesinde e-Oylama ya da e-Görüş bildirme gibi çeşitli demokrasi araçlarının da oluşturulması ve kamu yararının sağlanabilmesi de aynı ölçüde önem taşımaktadır. Ancak, ÇHC'nin bu alandaki politikalarının genel demokrasi anlayışıyla paralellik arz etmediği, tam aksine Sosyal Kredi Sistemi gibi vatandaşların gözetim ve denetimini kolaylaştıran alanlarda blokzincirinden yararlanılması, kamu yararı açısından olumsuz bir niteliğe sahiptir. Dolayısıyla, ÇHC'nin blokzinciri politikalarının hem bir çözüm, hem de bir sorun oluşturduğu ifade edilebilir.

Sonuç: Blokzinciri Teknolojileri Neden Merkezileşiyor?

Blokzincirinin neden merkezileştiği anlamlandırabilmek için belirli alanlardaki gelişmeleri incelemek gerekir. İlk olarak devletin ya da düzenleyici bir otoritenin olmadığı alanlarda spekülasyonun veya usulsüzlüklerin daha rahat yapılabilmesi akla gelmektedir. Bir diğer etken, piyasanın kendi haline

bırakıldığında kendi kendini düzenleyeceği düşüncesidir. Bırakınız yapıları (*laissez faire*) yaklaşımının ve klasik iktisadi doktrinin yarattığı bu düşünce, herhangi bir alanda devlet müdahalesine ihtiyaç olmadığı yönündedir. Fakat zamanla bu düşünce çeşitli alanlarda gerçekleşen başarısızlıklarla, ki bu başarısızlıklar piyasa başarısızlığı olarak da nitelendirilir, çürütülmüştür ve ortaya yeni iktisadi düşünceler çıkmıştır. Yönetimin daha etkin bir rol aldığı ve piyasayla birlikte yönetimi koordine ettiği düzenleyici devlet düşüncesi halen ağırlığını korumaktadır. Bu düşünceye dayanarak, çeşitli ülkeler dijital teknolojiler alanını da etkili bir ekonomi için denetlemeye başlamışlardır. Bu denetim, kimi zaman merkezi yönetimin etkisinin yoğun olduğu bir biçimde gerçekleşir. Bu durum merkezi planlamaya ve dışsal etkileri minimize etmeyi amaçlarsa dijital planlama ve/veya dijital korumacılık gerçekleşmektedir. Bu sayede, ülkeler blokzinciri teknolojisinin temelinde de olduğu üzere verisel cari açıklarını kapatmayı hedefler ve buna uygun AR-GE, planlama, politika üretimi ve düzenlemeleri gerçekleştirir. Öte yandan yatırım ve ekonomik entegrasyonun sistematik biçimde gerçekleşmesi bu süreçlerden edinilen tecrübeler ışığında gerçekleşir. Bu sayede, blokzinciri ve benzeri diğer dijital teknolojilerin devlet yönetimleri ya da diğer kamusal üst yönetimlerce belirlenen çerçevede geliştirilmesi sağlanmaktadır. Bu durum blokzinciri ve benzeri teknolojilerin demokratikleşme yerine, merkezi otoritenin gücünün korunması için kullanımından kaynaklanmaktadır.

Kapitalizm, doğası gereği çoğunlukla düzen oluşturma ya da oluşturulan düzeni kimi zaman ulus-devletlerce, kimi zaman da uluslararası örgüt ve/veya küresel şirketlerce koruma eğiliminde olmuştur. Dijital teknolojilerin ortaya çıkmasıyla birlikte kapitalist sistemin doğası sorgulanmaya başlamış, yeni iş yapış biçimleri, yeni ekonomi modelleri ve yeni iletişim mekanizmaları ortaya çıkmıştır. Düzenin dönüşüme zorlandığı bu süreçte kapitalizm, varlığını sürdürürebilmek için bu teknolojilerin düzenlenmesi ve çeşitli yönetsel organlarca kontrol altına alınması fikrini gündemde tutmuştur. ÇHC'nin genel politika belirleme ve yönetim sistemi düşünüldüğünde, düzenin korunması düşüncesinin çeşitli teknoloji alanlarında da geçerli olduğu anlaşılmıştır. ÇHC, hazırladığı merkezi planlar, AR-GE faaliyetleri, ürettiği politikalar, yürürlüğe giren düzenlemeler ve çeşitli uygulamalar aracılığıyla blokzinciri ve kripto para piyasasını kontrol altında tutmaya çalışmıştır. Örneğin, Çin Halk Bankası tarafından geliştirilen dijital yuan ile nakit paranın önemsizleştiği dijital çağda olsa da, merkez bankası fikrinin korunması amaçlanmıştır. Yine blokzinciri teknoloji üretiminde çeşitli kamu örgütlerinin teşviki ve bazı durumlarda izne tabi patent alımıyla bu teknolojilerin denetimi sürdürülmüştür. Fakat bu durum yalnızca ÇHC için geçerli değildir. Örneğin, Rusya ve İran gibi ülkelerde de benzer dijital korumacı yaklaşımlar benimsenmiştir. Dijital teknolojilerin, bu

korumacı politikalarla merkezi yönetim tarafından şekillendirilmesi bahsi geçen merkezi otoritelerin çok güçlü olduğu ülkelerle de sınırlı değildir. Türkiye, ABD ve AB ülkelerinin de kripto para piyasasının düzenlenmesi ve blokzinciri teknolojilerinin devlet teşvikiyle, çeşitli kamusal örgütlerin koordinasyonu aracılığıyla üretilmesi fikri yaygınlaşmaktadır. Örneğin, Türkiye’de 2021 yılında Mali Suçları Araştırma Kurulu Başkanlığı (MASAK) tarafından “kripto varlık hizmet sağlayıcıları” denetlemek için bir rehber yayımlanmış ve çeşitli aracı kurumlara bu alana dönük olarak farklı cezalar kesilmiştir (T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı, 2021). Öte yandan, blokzinciri teknolojilerinin konsorsiyum türü ve özel blokzinciri türü gibi yeni merkezîyetçi modelleri de ortaya çıkmıştır. Bu tür uygulamalar, belirli bir otorite ya da aracının etkisinin sıfırlanmamasını sağlayarak daha denetime uygun ve verimli blokzinciri hizmeti sunmaktır. Fakat bu modellerin, blokzincirinin temel var olma sebebine aykırı olarak aracıları yeniden ortaya çıkarması bu teknolojinin geleceğinin sorgulanmasına yol açmaktadır. Belki de, blokzinciri kapitalizme eklenilebilmek için bu uyum sürecinde yeni araçların geliştirilmesine zemin hazırlamaktadır. Sonuç olarak blokzinciri teknolojisinin, tıpkı internet teknolojisi gibi zamanla merkezileştiği ve genel sistemle daha uyumlu veya sürdürülebilir bir niteliğe kavuşmaya başladığı ifade edilebilir.

İleri çalışmalar için, blokzinciri teknolojisine dönük olarak farklı ülke örnekleri de incelenmelidir. ÇHC, Rusya, İran gibi ülkelerin yanı sıra, çeşitli AB ülkeleri, ABD ve Türkiye örnekleri de detaylı bir biçimde ele alınmalıdır. Ülke incelemelerinin yanı sıra, doğrudan blokzinciri uygulamalarının yönetsel sisteme ve niteliğine dönük etkileri farklı boyutlar merkeze alınarak incelenebilir. Dijital ekonominin en önemli bileşeni olan verinin iletiminde çığır açan blokzinciri teknolojisinin, yakın gelecekte daha sık araştırmalara konu olacağı ve diğer dijital teknolojilerle bütünsel olarak incelenmeye ihtiyacı olduğu gözlemlenmiştir.

Kaynakça

- Alessandro, M., Lafuente, M., & Santiso, C.** (2013). The role of the Center of Government. *A literature Review. Inter-American Development Bank.*
- Asian Development Bank** (2021). The 14th Five-Year Plan of the People’s Republic of China – Fostering High-Quality Development. *Observations and Suggestions, No. 2021-01*, DOI: <http://dx.doi.org/10.22617/BRF210192-2>.
- Bloomfield, B. P., & Coombs, R.** (1992). Information technology, control and power: The centralization and decentralization debate revisited. *Journal of management studies*, 29(4), 459-484.

- BSN** (2022). Main/Index, <https://bsnbase.io/g/main/index> (Erişim Tarihi: 28.09.2022).
- Cai, L., Sun, Y., Zheng, Z., Xiao, J., & Qiu, W.** (2021). Blockchain in China. *Communications of the ACM*, 64(11), 88-93.
- Conflux** (2022). About/Mission, <https://confluxnetwork.org/en/about/mission> (Erişim Tarihi: 28.09.2022).
- Cummings, S.** (1995). Centralization and decentralization: The neverending story of separation and betrayal. *Scandinavian Journal of Management*, 11(2), 103-117.
- Dahlgren, P.** (2000). The Internet and the democratization of civic culture. *Political communication*, 17(4), 335-340.
- Demirkan, G.** (2021). Blokzincir ve Teknolojik Determinizm. *İstanbul Medipol Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul-2021.
- DigiChina Stanford** (2021). Translation: Blockchain Information Service Management Regulations (2019). <https://digichina.stanford.edu/work/translation-blockchain-information-service-management-regulations-2019/> (Erişim Tarihi: 14.09.2022).
- DigiChina Stanford** (2022). Lexicon: ‘Controllable Anonymity’ or ‘Managed Anonymity’ (可控匿名) and China’s Digital Yuan, <https://digichina.stanford.edu/work/lexicon-controllable-anonymity-or-managed-anonymity-and-chinas-digital-yuan/> (Erişim Tarihi: 14.09.2022).
- Dong, L.** (2018), What’s the future of blockchain in China?, <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/what-s-the-future-of-blockchain-in-china/> (E.T.: 10.09.2022).
- Ekman, A.** (2021). China’s Blockchain and Cryptocurrency Ambitions. *European Union Institute for Security Studies-ISS*, Jul 2021 Brief 15, ISBN 978-92-9462-021-7.
- Hou, H.** (2017). The application of blockchain technology in E-government in China. In *2017 26th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN)* (pp. 1-4). IEEE.
- Hutchcroft, P. D.** (2001). Centralization and decentralization in administration and politics: assessing territorial dimensions of authority and power. *Governance*, 14(1), 23-53.
- Karahan, Ç. & Tüfekçi, A.** (2019). Blokzincir Teknolojisi ve Kamu Kurumlarında Verilen Hizmetlerde Blokzinciri Kullanım Durumu. *Verimlilik Dergisi*, 4, 157-193.
- Sun, Y., Fan, L., & Hong, X.** (2018). Technology development and application of blockchain: Current status and challenges. *Strategic Study of Chinese Academy of Engineering*, 20(2), 27-32.
- Şahin, D.** (2021). Leverage Effect in Governance: Blockchain Governance. *Kesit Akademi Dergisi*, 7(28), 94-109.
- Şat, N.** (2019). Blokzincir (Blockchain)’in Kamu İdaresine Olası Etkileri Üzerine. *Amme İdaresi Dergisi*, 52(4).
- T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı** (2021). Mali Suçları Araştırma Başkanlığı, Kripto Varlık Hizmet Sağlayıcılar İçin Rehber, <https://ms.hmb.gov.tr/uploads/sites/12/2021/05/Kripto-Varlik-Hizmet-Saglayicilar-Rehberi.pdf> (Erişim Tarihi: 20.08.2022).

Wang, Q., Su, M., & Li, R. (2020). Is China the world's blockchain leader? Evidence, evolution and outlook of China's blockchain research. *Journal of Cleaner Production*, 264, 121742.

Wen, H., & Zhao, Z. (2021). How does China's industrial policy affect firms' R&D investment? Evidence from 'Made in China 2025'. *Applied Economics*, 53(55), 6333-6347.

Yuen, T. H. (2020). PAChain: Private, authenticated & auditable consortium blockchain and its implementation. *Future Generation Computer Systems*, 112, 913-929.

Endüstri 4.0 Döneminde Blokzinciri ve Kişisel Verilerin Korunması

Doç. Dr. Pınar Çağlayan Aksoy

Bilkent Üniversitesi
Hukuk Fakültesi

Giriş

Endüstri 4.0 (*Industry 4.0*) kavramı, dördüncü sanayi devrimi anlatmak üzere sıklıkla kullanılan bir kavramdır. Endüstri 4.0 dönemi birçok heyecanlı gelişmeyi barındırmaktadır. Endüstri 1.0 dönemine buhar gücü, endüstri 2.0 dönemine elektrik, endüstri 3.0 dönemine elektronik kavramları damga vururken, Endüstri 4.0 kavramının temelinde nesnelerin interneti (*IoT- internet of things*), yapay zeka (*artificial intelligence*) ve büyük veri (*Big Data*) teknolojileri yer almaktadır. Bu çerçevede, günümüzde üreticiler IoT, bulut bilişim ve analitik, yapay zeka etmenleri ve makine öğrenmesi teknolojilerini üretim tesislerine ve operasyonlarına entegre etmektedir.

Büyük verinin kullanılması sayesinde, geleneksel veri tabanı yazılımlarıyla yönetilemeyecek olan yüksek hacimli ve yapılandırılmamış verilerin gerçek anlamda analiz edilmesi mümkün olabilmekte ve bu veri setlerinden anlamlı sonuçlar elde edilebilmektedir. Büyük veri analizleri, verilerin toplanmasını, depolanmasını ve işlenmesi olanaklarını artırmıştır. Dijital ekonomilerde büyük verinin önemini ortaya koymak için verinin “*çağın yeni para birimi*” olduğu şeklinde bir tespitte bulunmaktadır.

Yapay zeka temelli teknolojilerin kullanılması, yine kişisel verilerle ilgili önemli sonuçlar meydana getirmektedir. Örneğin gerçek zamanlı görüntü işleme, kişilerin kimliğini ortaya çıkarabilmekte ve milyonlarca kişisel bilgiyi sızdırabilmektedir. Bunun yanı sıra, yapay zeka tabanlı teknolojilerde bir gizlilik standardizasyonu bulunmamaktadır.

Nesnelerin interneti, bilgi toplama, bilgiyi analiz etme ve bir eylem gerçekleştirme amacıyla birbirleriyle otonom veri iletişiminde bulunabilen akıllı

telefon, akıllı ev veya giyilebilir teknolojiler gibi cihaz ve nesnelere ifade etmektedir. Nesnelerin interneti teknolojilerinin kullanılması ve yaygınlaşması da kişisel verileri yakından ilgilendirmektedir. Zira nesnelerin interneti uygulamaları, doğrudan veya dolaylı olarak özel kişisel veri kategorilerini işleyebilir.

Bu teknolojilerin birlikte işlemesi sayesinde, akıllı fabrikalarda, verileri toplayan, analiz eden ve daha iyi karar verme mekanizmaları ortaya çıkmaktadır. Böylelikle üretim daha esnek ve daha dağıtık olabilmektedir. Diğer bir ifadeyle merkezi üretim sistemlerinden merkeziyetsiz üretime doğru bir geçiş olmaktadır. Endüstri 4.0 uygulamalarında, üretim tesisleri şirket sınırlarının ötesinde bilgi alışverişinde bulunur, kendi kendini organize eden sistemler ürünleri tam zamanında olması gereken yere teslim eder, akıllı ürünler tarafından iletilen kullanım verilerine dayalı olarak yeni özel yapım hizmetler ortaya çıkar ve dijital arayüzler işçilere özelleştirilmiş yardım sağlar. Bahsi geçen tüm bu aşamalarda, veriler ve çoğunlukla kişisel veriler gündeme gelir.¹

Endüstri 4.0'ın veriye dayalı bir ekosistem oluşturduğu görülmektedir. Gerçekten de yukarıda bahsi geçen operasyon aşamalarına kişisel veriler yüksek düzeyde dahil olmaktadır. Hatta bu dönemde, dünyanın şimdiye kadar gördüğü en fazla kişisel verinin ortaya çıkması beklenmektedir. Dijitalleştirme, verilerin işlenmesini gerektirdiğinden, Endüstri 4.0, sensör teknolojisi ve depolama ortamının her zamankinden daha düşük fiyatlarla desteklenen bir veri ekonomisinin ortaya çıkmasını vaat etmektedir.

Kişisel verilerin işlenmesindeki bu artışla birlikte, veri gizliliği, hem endüstri 4.0 hem de gelecekteki endüstriyel devrimler için en büyük endişelerden biridir. Veri koruma hukuku, Endüstri 4.0'ın ortaya çıkardığı yeni zorluklarla baş etmeye çalışmaktadır. Veri koruma hukukunun, bireylerin hak ve özgürlüklerini korumak ile sosyal açıdan faydalı ve arzu edilen veri işlenmesine izin vermek arasında bir denge kurması beklenmektedir. Ancak kanunların, tasarlanmadıkları bağlamlarda uygulandıklarında çatışmalar yaratması kaçınılmazdır.²

2009 yılından beri hayatımızda olan ve gün geçtikçe daha fazla uygulamaya sahip olmaya başlayan blokzinciri teknolojilerinin de Endüstri 4.0 ve veri korunması bakımından dikkate alınması gerekmektedir. Gerçekten de, daha verimli bir iş akışının sağlandığı Endüstri 4.0'da bu ivmeyi sağlayacak otomasyon, robotik, yapay zeka ve nesnelerin interneti (IoT) teknolojilerinin

1 von dem Bussche, Axel Freiherr: "Data Protection 4.0 for Industry 4.0". K. Jacob et al. (eds.), Liquid Legal, Law for Professionals, s. 479-492, s. 480.

2 von dem Bussche, s. 479.

yanına blokzinciri de eklenmektedir.³ Bu çerçevede, Endüstri 4.0 döneminin hayatımıza kattığı avantajlardan faydalanırken özellikle kişisel verilerin korunması bakımından ortaya çıkan risklerin de incelenmesi gerekir. Çalışmamızda Endüstri 4.0 dönemi bakımından önem taşıyan blokzinciri teknolojisinin kişisel verilerin korunması hukuku bakımından yarattığı fırsatlar ve riskler değerlendirilecektir.

I. Web 3.0 Dönemi- Blokzinciri Teknolojisi ile Verinin Gerçek Sahibinin Belirlenmesi İmkani

Bir taraftan Endüstri 4.0 dönemine girilmesiyle, yeni ürün ve hizmetler, yeni üretim süreçleri, yeni iş yapma biçimleri hayatımızda yer ederken, bu sanayi devrimine eşlik eden yapay zekave büyük veri gibi teknolojilerin interneti de dönüştürmeye başladığı söylenebilir. Konuya Web 1.0'dan başlayalım: Web 1.0 dönemi (statik ağ), internetin ilk ortaya çıktığı ve yaygınlaştığı dönem, temel web sayfalarının kullanıldığı, internetin bilgi edinmek için kullanıldığı dönem ifade etmektedir. Web 2.0 döneminde ise sosyal medya platformlarının hayatımıza girmesi ve mobil erişimin artmasıyla, internet kullanıcıları artık internet sadece bilgi edinmek değil aynı zaman interaktif bir şekilde paylaşım yapmak ve birbirleriyle bağlantı kurmak için kullanmaktadır. Bu dönemde, yüksek kalitede kamera ve video araçlarıyla kullanıcıların oluşturduğu içerikler yaygınlaşmıştır. Büyük şirketlerin, veri tekellerinin, verileri kullanarak büyük gelirler elde etmesi de yine bu döneme denk gelmektedir. Bu dönemde internet kullanıcıları adeta emtia haline gelmiştir. Bu dönemde mahremiyet ve gizlilik kavramları ön plana çıkmıştır.⁴ Web 3.0 dönemi, kimilerine göre başladı, kimilerine göre ise artık yavaş yavaş bu döneme doğru hareket edilmektedir. Bu dönemde, Google, Amazon, Facebook gibi aracı kuruluşların ortadan kalkması beklenmektedir. Bu yeni dönemde, merkezi bir kuruluşa güvenin yerini, kriptolojiye güven alacaktır.

Bu dönemde artık şirketler değil, kullanıcılar kendi verilerine ekonomik değer biçmektedir. Web 3.0'ın veri koruma endişeleri bakımından da önemli avantajlar sağlaması beklenmektedir. Bu çerçevede, Web 3.0'da internet kullanıcılarının verileri, merkezi veri tabanları yerine, güvenli ve dağıtık veri depolama protokollerinde depolanmaktadır. Bu çerçevede, Web 2.0 döneminde olduğu gibi, kişisel verilerin büyük veri merkezlerinde ve teknoloji şirketlerinin

3 *Javaid, Mohd/ Haleem, Abid/ Singh, Ravi Pratap/ Shahbaz, Khan/ Suman, Rajiv*: "Blockchain technology applications for Industry 4.0: A literature-based review", *Blockchain: Research and Applications*, Volume 2, Issue 4, 2021, s. 1 vd.

4 Bu konuda ayrıntılı bilgi için bkz. *Akinola, Ayomide*: A Brief History of the Web - The Transition from Web 1.0 to 2.0 and Web 3.0, 17 Şubat 2022, <https://web3.hashnode.com/a-brief-history-of-web-3>. (Son Erişim Tarihi: 31.2022).

sahip olduğu veri tabanlarında saklanmayacaktır. Web 3.0'daki uygulamalar (merkeziyetsiz uygulamalar), kullanıcılar ve bağlı cihazlarla doğrudan doğruya etkileşime girebildiği için, kişisel verilerin tek bir şirket tarafından kontrol edilmesi söz konusu olmayacaktır. Böylece Web 3.0 teknolojileri yaygınlaştığında daha az veri ihlali gerçekleşmesi beklenmekte ve verilerin kontrolünün bireysel kullanıcılara iade edilmesi amacı sağlanacaktır.

Peki, web 3.0 döneminde kullanıcıların kendi verilerini kontrol edebilecekleri bir mahremiyet anlayışı nasıl sağlanacaktır? Bu döneme damgasını vuran bazı teknolojiler söz konusudur: Yapay zeka, nesnelere interneti ve blokzinciri teknolojisi. Blokzinciri teknolojilerinden destek alan web 3.0'da kullanıcılar, verilerine kimin, ne zaman ve ne tür bir erişime sahip olabileceklerini belirleyebilecektir. Ayrıca, kullanıcılar, verilerini kiminle ne zaman nasıl ve ne kadar süreyle paylaşacaklarına da karar verebilirler. Bu otonom yapı sayesinde, kullanıcıların verileri şeffaf bir şekilde kendilerine ait olacaktır. Bir kullanıcı, verilerinin kullanımıyla ilgili endişelere sahipse veya verilerini paylaşmaktan vazgeçtiyse, verilerine erişimi geri alabilir. Blokzinciri teknolojisinin temelinde yer alan "şeffaflık" sayesinde, bir şirket, kullanıcı verilerini üçüncü bir kişiye satarsa, kullanıcı bu işlemde haberdar olabilecektir.

II. Blokzincirinde Yapılan İşlemler ve Veri Kavramı

Veri kavramının önem kazanmasıyla birlikte, dünyada bireylere verileri üzerinde kontrol imkanı sağlayan hukuki düzenlemeler yaygınlaşmaya başlamıştır. Dünyadaki ülkelerin yaklaşık yüzde altmışında verilerin ve mahremiyetin korunması için kanunlar yürürlüğe girmiştir. KVKK (6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu) ve Türkiye'nin yakından takip ettiği Avrupa Birliği'nin Genel Veri Koruma Tüzüğü de (GDPR (General Data Protection Regulation)) bunlar içinde yer almaktadır. Blokzinciri teknolojisinin yaygın olarak kullanılmaya başlamasıyla birlikte, blokzincirinin çalışma prensiplerinin kişisel veri mevzuatlarıyla uyum içinde olup olmadığı tartışması gündeme gelmiş; bu konuda tüm dünyada tartışmalar ortaya çıkmıştır. Bu tartışmalara değinilmesinden önce, blokzinciri teknolojisinin temelinde yer alan bazı kavramlara ve blokzincirinin bazı özelliklerine değinilmesi yararlı olacaktır.

1. Blokzincirinin Temel Taşları: Blok, Madenci ve Düğümler ve Anahtarlar

A- Bloklarda Yer Alan Veriler

Blokzinciri, ağa katılan herkese açık ("open-source"), yazılım temelli ve merkezî olmayan (dağıtık), her bir kaydın bir damgasının olduğu ve blokların

birbirine zincir şeklinde bağlı olduğu elektronik bir veri tabanı olarak işlev görür.⁵ Bu veri bankası, dijital olarak yapılan tüm işlemleri belgeler ve tıpkı bir sicil gibi, bünyesinde gerçekleşen tüm işlemleri kronolojik olarak ve kullanıcılar arasında dağıtık bir şekilde kayıt altında tutar.⁶

Blokzincirinin yapı taşı bloklardır ve bloklar alacak, borç veya eşya üzerindeki mülkiyet gibi verileri içerirler.

Blok başlığı, blokla ilgili meta verileri içerir; örneğin blokzincirinin versiyonu, bir önceki bloğun hash değeri ve blok yaratıcısıyla ilgili bilgiler gibi.

-
- 5 *Güven*, Vedat ve *Şahinöz*, Erkin, Blokzincir - Kripto Paralar - Bitcoin (Kronik 2018), s. 44.
- 6 *Essebie*, Jana/ *Dominic*, A.Wyss: 'Von der Blockchain zu Smart Contracts', *Jusletter*, 24 April 2017, Rz. 2; *Heckelmann*, Martin: 'Zulässigkeit und Handhabung von Smart Contracts', *Neue Juristische Wochenschrift*, Heft 8, 2018, s. 504-510, s. 505; *Mann*, Maximilian: 'Die Decentralized Autonomous Organization- ein neuer Gesellschaftstyp? Gesellschaftsrechtliche und kollisionsrechtliche Implikationen', *Neue Zeitschrift für Gesellschaftsrecht*, Heft 26, 2017, s. 1014-1020, s. 1014; *Kaulartz*, Markus/ *Heckmann*, Jörn: 'Smart Contracts- Anwendungen der Blockchain Technologie', *Computer und Recht*, Vol. 32, Issue 9, 2016, s. 618-624, s. 619; *De Caria*, Riccardo: 'The Legal Meaning of Smart Contracts', *European Review of Private Law*, Nr. 6, 2019, s.731-751, s. 733; *Glatz*, Florian: 'Blockchain- Ein Paradigmenwechsel?', *Rechtshandbuch Legal Tech*, hrsg. Stephan Breidenbach/ Florian Glatz, München 2018, s. 59-78, Paradigmenwechsel, Nr. 3; *Gyr*, Eleonor: 'Dezentrale Autonom Organisation (DAO) Eine juristische Betrachtungsweise', *Jusletter*, 4 Dezember 2017, Rz. 3; *Gyr*, Eleonor: Blockchain und Smart Contracts: Die vertragsrechtlichen Implikationen einer neuen Technologie, Basel 2019, Nr. 27; *Schurr*, Francesco A.: 'Anbahnung, Abschluss und Durchführung von Smart Contracts im Rechtsvergleich', *Zeitschrift für Vergleichende Rechtswissenschaft*, Heft 3, 2019, s. 257-284, s. 264; *Mik*, Eliza: 'Blockchains A Technology for Decentralized Marketplaces', *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*, ed. Larry A. DiMatteo/ Michel Cannarsa/Cristina Poncibo, Cambridge 2019, s. 160-182, s. 162; *Schawe*, Nadine: 'Blockchain und Smart Contracts in der Kreativwirtschaft – mehr Probleme als Lösungen', *Zeitschrift für IT-Recht und recht der Digitalisierung*, Heft 4, 22. Jahrgang, 2019, s. 218-223, s. 218; *Bilski*, Nico: Blockchain-Technologie, Smart Contracts und selbstvollziehende Verträge- Eine Analyse der Chancen und Risiken einer Zukunftstechnologie sowie der Vereinbarkeit der Systemkreise Technik und Recht, Leipzig 2019, s. 1; *Bayon*, Pablo Sanz: 'Key Legal Issues Surrounding Smart Contract Applications', *Korea Legislation Research Institute Journal of Law and Legislation*, Vol. 9, Nr. 1, 2019, s. 63-91, s. 67; *Dell'Erba*, Marco: 'Demystifying Technology. Do Smart Contracts Require a New Legal Framework? Regulatory Fragmentation, Self-Regulation, Public Regulation', *University of Pennsylvania Journal of Law & Public Affairs*, Forthcoming, <https://ssrn.com/abstract=3228445>, s. 8; *Hanzl*, Martin: *Handbuch Blockchain und Smart Contracts*, Wien 2020, s. 5; *Linder*, Thomas/ *Meyer*, Stephan D.: 'Die Steuerrechtliche Behandlung von Bitcoin und Anderen Kryptowährungen', *Zürcher Steuerpraxis*, Heft 3, September 2017, s. 191-210, s. 195; *Guggenberger*, Nikolas: 'Smart Contracts, ICOs und Datenschutz', *Handbuch Multimedia-Recht Rechtsfragen des elektronischen Geschäftsverkehrs*, hrsg. Thomasan Hoeren, Ulrich Sieber, Bernd Holznagel, München 2020, Smart Contracts, Rn. 2; Kuntz, s. 57.

Blok başlığında yer alan veriler blokzinciri kullanıcılarına ilişkin veriler değildir. Bu veriler söz konusu bir bloğun, blokzinciri ağında tanınmasıyla ilgilidir ve blok başlığından hareketle bloğun içindeki verilere ulaşılması mümkün değildir.⁷ Blok içeriğinde ise hash değeri, işlem verileri (örneğin akıllı sözleşme, sağlık verileri, kripto para gönderimi gibi), zaman damgası (timestamp) ve bir önceki bloğun hash değeri yer almaktadır.

Hash değeri (kriptografik özet değeri/ öz/özet değeri) harf ve sayıların birleşmesinden oluşur ve her bloğun dijital parmak izi olarak düşünülebilir. Öz/özet değeri ile teyit sağlanamazsa, işlem blokzincirinde kaydedilmez. Kriptografik özet değerleri ile kilitlenmiş her blok, önceki veri bloğunun da kopyasını içerir. Bu nedenle, bir blokta sonradan değişiklik yapılması istendiğinde, o bloğa kadar gelen bütün bloklarda değişiklik yapılması gerekir. Bu sayede, blokzincirindeki bilgilerin doğruluğu, merkezî bir denetim mekanizması tarafından değil, blokzincirinin kendisi tarafından güvence altına alınmıştır.⁸ Hash değerinde yer alan veriler, tek bir harf veya rakam olabileceği gibi, bir cümle de olabilir.⁹ Bloklarda yer alan verilerin şifrelenmiş “hash değerleri”, ağdaki herkes tarafından görülebilir.

İşlem verileri, açık anahtarlar dışında blokzincirlerinde yer alan diğer verileri ifade etmektedir.¹⁰ Blokzincirinde, kullanıcılar herhangi bir aracıya gerek olmaksızın, dijital veri değiş tokuşunda bulunabilmektedir. Bu dijital veriler, para, sigorta poliçesi, sözleşme, mülkiyet, sağlık ve eğitim kayıtları, doğum ve evlilik belgelerine ya da dijital hâle dönüştürülebilen herhangi bir işlem veya varlığa ilişkin olabilmektedir.¹¹

7 *Güçlütürk*, Osman Gazi: “Blokzincir Üzerinde Depolanan Verilerin Kişisel Veri Niteliği ve Silinemezlik, Yok Edilemezlik Sorunu”, *Kişisel Verileri Koruma Dergisi*, 2019, Cilt 1, Sayı 2, s. 30-40, s. 34.

8 *Essebler/Wyss*, Rz. 3; *Müller*, Martin: ‘Bitcoin, Blockchain and Smart Contracts Technische Grundlagen und mögliche Anwendungsbereiche in der Immobilienwirtschaft’, *Zeitschrift für Immobilienrecht*, Heft 17-18, 4 September 2017, s. 600 vd, s. 602; *Buchleitner*, Christina/ *Rabl*, Thomas: ‘Blockchain und Smart Contracts’, *Ecolex*, Nr 1, 2017, s. 4-14, s. 5; *Tulsidas*, s. 8-9; *Schönfeld*, s. 5; *Gatteschi*, Valentina/ *Lamberti*, Fabrizio/ *Demartini* Claudio: ‘Technology of Smart Contracts’, *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*, ed. Larry A. DiMatteo/ Michel Cannarsa/ Cristina Poncibo, Cambridge 2019, s. 37-58, s. 39.

9 Güven ve Şahinöz, s. 50.

10 Blokzincirlerde Güvenlik ve Mahremiyet, Ed. Özlem Özkan, Nisan 2020, s. 58.

11 Çağlayan Aksoy, s. 32.

B. Blokzinciri Katılımcıları

a- Düğümler

Blokzinciri ağlarında yer alan her bilgisayar, bir düğüm (“node”) olarak isimlendirilir ve her düğüm bir kullanıcıya tekabül eder. Bir blokzinciri oluşturan bilgisayar düğümlerinin her birinde, blokzincirinin bir bütün olarak kopyası bulunur.¹² Bu düğümler, dünyanın dört bir yanındaki çok sayıda bilgisayarda bulunmaktadır. Madenciler bir blok için geçerli bir hash değeri bulduğunda, bunu ağdaki diğer düğümlere yayınlılar ve düğümler de bu hash değerinin geçerli olup olmadığını teyit ederler. Kullanıcılar tarafından yapılan her işlem, ağdaki bütün düğümlere yayılır ve bu düğümler, mutabakat mekanizmaları çerçevesinde onaylanmış olan blokları düzenli olarak blokzincirine eklerler.¹³ Düğümler, işlemlerin doğru dijital imzaya sahip olup olmadığını ve veri formatını onaylarlar.¹⁴

-
- 12 *Grimmelmann*, James: ‘All Smart Contracts Are Ambiguous’, *Pennsylvania Journal of Law and Innovation*, Vol. 2, No. 1, 2019, s. 1-22, s. 7; *Karl*, Jessica: Die Vereinbarkeit von Smart Contracts mit dem deutschen Rechtssystem, Norderstedt 2018, s. 6; *Hess*, Martin/ *Spielmann*, Patrick: ‘Cryptocurrencies, Blockchain, Trading Venues & Co., Digitized Assets under Swiss law’, *Capital Markets Law and Transactions XII*, Europa Institut, Zürich, 2017, s. 145-202, s. 154; *Jacobs*, Christoph/ *Lange-Hausstein*, Christian: ‘Blockchain und Smart Contracts: zivil und aufsichtsrechtliche Bedingungen’, *Der IT-Rechts-Berater*, Nr.1, 2017, s. 10-15, s. 11; *Temte*, Morgan N.: ‘Blockchain Challenges Traditional Contract Law: Just How Smart Are Smart Contracts?’, *Wyoming Law Review*, Vol.19, Nr. 1, 2019, s. 87-117, s. 90; *Bilski*, s. 1; *Gilcrest*, Jack/ *Carvalho*, Arthur: ‘Smart Contracts: Legal Considerations’, 2018 IEEE International Conference on Big Data (Big Data), Seattle, 2018, s. 3277-3281, s. 3278; *Hanzl*, s. 10.
- 13 *Werbach*, Kevin/ *Cornell*, Nicolas: “Contracts Ex Machina”, *Duke Law Journal*, Vol. 67, 2017, s. 313-382; *Blemus*, Stéphane: ‘Law and Blockchain: A legal perspective on current regulatory trends worldwide’, *Revue Trimestrielle de Droit Financier*, No. 4, 2017, s. 1-15, s. 9; *Trüeb*, s. 727; *Schrey*, Joachim/ *Thalhofer*, Thomas: ‘Rechtliche Aspekte der Blockchain’, *Neue Juristische Wochenschrift*, Heft 20, 2017, s. 1431-1436, s. 1431; *Eschenbruch*, Klaus/ *Gerstberger*, Robert: ‘Smart Contracts Planungs-, Bau- und Immobilienverträge als Programm’, *Neue Zeitschrift für Baurecht und Vergaberecht*, Heft 1, 2018, s. 3-8, s. 3; *Mann*, s. 1014; *Hess*, Martin/ *Lienhard*, Stephanie: ‘Übertragung von Vermögenswerten auf der Blockchain, Darstellung der technischen Grundlagen und der Übertragungsformen de lege lata et feranda’, *Jusletter*, 4. Dezember 2017, Rz. 2; *Grundmann*, Stefan/ *Hacker*, Philipp: ‘Digital Technology as a Challenge to European Contract Law: From the Existing to the Future Architecture’, *European Review of Contract Law*, Vol. 13, Nr. 3, 2017, s. 255-293, s. 266; *Blum*, Germaine: *Smart Contracts (Grundlagen, Leistungsstörungen und Rechtsdurchsetzungsmechanismen)*, Zürich/Basel/Genf, 2018, s. 20; *Gyr*, Nr. 251; *Schönfeld*, s. 5; *Bilski*, s. 1.
- 14 *Artzt*, Matthias / *Long*, William ve *Determann*, Lothar: *Blockchain and Data Privacy, Handbook of Blockchain Law: A Guide to Understanding and Resolving the Legal Challenges of Blockchain Technology*, (eds. Matthias Artzt, Thomas Richter), 5.03[B][3].

b- Madenciler

Blokzincirinde yapılan işlemlerin doğruluğunu teyit etmek için bir mutabakat mekanizmasından (“*consensus mechanism*”) yararlanır. Blokzinciri ağındaki düğümlerin bazıları, düzenli olarak kriptografik matematik problemlerini çözerek, kullanıcılar tarafından yapılmış olan işlemleri doğrulamaya çalışırlar. Bu işleme, altın madenciliğine benzetildiğinden madencilik (“*mining*”) adı verilir ve bu işlem madenciler (“*miner*”) tarafından gerçekleştirilir.¹⁵

c- Anahtarlar

Bir kullanıcının blokzincirinde işlem yaparak tasarrufta bulunabilmesi için bir dijital imzaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu imza, çift anahtar sistemine dayanmaktadır. Anahtar, şifrelemenin temelinde yer alan ve kriptografi algoritması tarafından kullanılan uzun sayı dizisi olarak tanımlanabilir. Çift anahtar sisteminde, iki anahtar kullanılmaktadır. Bu anahtarlar özel (gizli) anahtar (“*private key*”) ve genel (açık) anahtar (“*public key*”) olarak adlandırılmaktadır.

Özel anahtar, kullanıcılara kripto varlıklara erişme ve hesaplarını kontrol etme imkânı tanıyan PIN veya şifre benzeri numaralardır. Bu anahtarlar kişiye özel, gizli bir kriptografik bilgi niteliği taşır. Bu nedenle özel anahtar bilgilerinin gizli tutulması, yani kimseyle paylaşılması gerekir.¹⁶ Özel anahtar, bir değerlin kaydedilmesi veya devredilmesinin gerçekten anahtar sahibi kişi tarafından gerçekleştirildiğini gösterir.¹⁷ Burada dikkat edilmesi gereken nokta şudur: özel

15 *Essebie/Wyss*, Rz. 14; *Schrey/Thalhofer*, s. 1431-1432; *Favrod-Coune*, Pascal/ *Belet*, Kevin: ‘La convention d’arbitrage dans un smart contract’, *Aktuelle Juristische Praxis*, 9/ 2018, s. 1105-1117, s. 1106; *Müller*, Martin, s. 605; *Hess/Lienhard*, Rz.2; *Tulsidas*, s. 8; *De Filippi*, Primaverta/*Wright*, Aaron: *Blockchain and the Law*, Cambridge, Massachusetts, London, England 2018, s. 24; *Governatori*, Guido/ *Idelberger*, Florian/ *Milosevic*, Zoran/ *Riveret*, Regis/ *Sartor* Giovanni/ *Xu*, Xivei: ‘On legal contracts, imperative and declarative smart contracts and blockchain systems’, *Artificial Intelligence Law*, Vol. 26, Nr. 4, 2018, s. 377-409, s. 386; *Grimmelmann*, s. 7; *Karl*, s. 7; *Spielmann/ Hess*, s. 157; *Gyr*, Nr. 67 vd; *Söbbing*, Thomas: ‘Smart Contracts und Blockchain Technologie’, *Der IT-Rechts-Berater*, 2018, s. 43-46, s. 44; *Jacobs/ Lange-Hausstein*, s. 12; *Bilski*, s. 10; *Geiregat*, Simon: ‘Cryptocurrencies are (smart) contracts’, *Computer Law and Security Review*, Vol. 34, Issue 5, 2018, s. 1144-1149, s. 1145; *Lingwall*, Jeff/ *Mogallapu*, Ramya: ‘Should Code Be Law: Smart Contracts, Blockchain and Boilerplate’, *University of Missouri-Kansas City Law Review*, Vol. 88, No. 2, Winter 2019, 285-322, s. 300; *Kuntz*, s. 63.

16 Blokzincirlerde Güvenlik ve Mahremiyet, s. 57.

17 *Gyr*, Nr. 57; *Bilski*, s. 7; *Kasprzyk*, s. 108; *Hanzl*, s. 12; *Weiss*, Alexander: *Zivilrechtliche Grundlagenprobleme von Blockchain und Kryptowährungen*, *Juristische Schulung* 2019, s. 1050- 1057, s. 1052.

anahtar şifrelenmiş içeriğe erişim sağlamaktadır. Bu nedenle blokzinciri üzerinde tutulmamaktadır.¹⁸

Açık (genel) anahtar ise, banka hesap numarasına veya IBAN'a ya da e-mail adresine benzeyen, aleni olarak görülebilen ve benzersiz sayı ve harf dizisinden oluşmaktadır. Diğer ağ katılımcıları, açık anahtarı sadece sayı olarak görürler ve bu sayının arkasındaki kişinin kim olduğunu veya sayının kime ait olduğunu bilemezler. Açık anahtar kullanılarak mesajların muhatapları doğrulanır ve mesajlar şifrelenir. Özel ve açık anahtar birlikte blokzinciri üzerinden gerçekleşen iletişimin güvenliğini sağlamayı amaçlarlar.¹⁹ Açık anahtar kullanılarak şifrelenen veriler, özel anahtar kullanılarak çözülebilmektedir.

2. Blokzincirinin Değiştirilemezliği

Blokzinciri “değiştirilemez” (“immutable”) bir nitelik taşır. Bu çerçevede, ilk olarak bir işlem bloğa alınmak üzere kabul edildiğinde ve bu blok da zincire eklendiğinde, bu bloğun değiştirilmesi veya geri alınması mümkün değildir. Bu özellik, çalışmamızın konusunu oluşturan akıllı sözleşmelerde icranın garanti edilmesi sonucunu meydana getirir. İkinci olarak, blokzincirinde yer alan bloklarda saklanan verilerin değiştirilmesi de mümkün değildir. Son olarak blokzincirinin kodunun kendisi, yani temelinde yer alan konsensüs algoritmasının da değiştirilmesine olanak yoktur.²⁰

18 Güçlütürk, s. 33.

19 Jaccard, Gabriel Olivier Benjamin: ‘Smart Contracts and the Role of Law’, Jusletter IT , 23 November 2017, Rz. 12; Schrey/Thalhofer, s. 1432; Favrod-Coune/Belet, s. 1106; Müller, Martin, s. 603; Hess/Lienhard, Rz. 4.; Kaulartz, Markus: ‘Blockchain und Smart Contracts’, DGRI Jahrbuch, 2017, s. 179-190, s. 184; Cuccuru, Pierluigi: ‘Beyond Bitcoin: An Early Overview on Smart Contracts’, International Journal of Law and Information Technology, Vol. 25, Issue 3, 1 September 2017, s. 179–195, s. 184; Karl, s. 10; Spielmann/Hess, s. 156, 161; Gyr, Nr. 57; Bilski, s. 7; Green, Sarah: ‘Smart Contracts: Interpretation and Rectification’, Lloyd’s Maritime And Commercial Law Quarterly, Vol. 2018, Nr. 2, 2018, s. 234-251, s. 236; Hanzl, s. 12; Piller, François: ‘Virtuelle Währungen- Reale Rechtsprobleme?, Eine zivil- und vollstreckungsrechtliche Untersuchung aus der Sicht der Bitcoin-Nutzer’, Aktuelle Juristische Praxis, 2017, s. 1426-1438, s. 1427; Kipker, Dennis-Kenji / Birreck, Piet / Niewöhner, Mario / Schnorr, Timm: ‘Rechtliche und technische Rahmenbedingungen der „Smart Contracts“ Eine zivilrechtliche Betrachtung’, Zeitschrift für IT-Recht und Recht der Digitalisierung, Heft 8, 2020, s. 509-513, s. 509.

20 Mik, Blockchains, s. 171.

3. Blokzinciri Türleri

Blokzincirleri, halka açık (public) ve özel (private) olmak üzere ikili bir ayrıma tâbi tutulmaktadır:

Halka açık blokzincirinde, internet bağlantısı olan ve doğru yazılıma sahip olan herkes blokzincirine erişebilir, oradaki bilgileri görebilir ve ekleme yapabilir. Bu tür bir sistemde, katılımcılar takma adlıdır (psödonimdir). Halka açık blokzincirlerinde yer alan her şey, herkes için alenidir. Halka açık blokzincirine örnek olarak Bitcoin ve Ethereum blokzincirleri gösterilebilir. Bu tür blokzincirleri herhangi bir kişi tarafından tutulmaz veya işletilmezler, katılımcı olan herkes bu sürece dâhildir.²¹

Özel blokzincirlerinde, blokzinciri ağına herkesin katılması mümkün olmamaktadır. Bu tür blokzincirlerinde, blokzinciri yaratan kişinin (merkezî bir otorite veya bir konsorsiyum gibi) kullanıcıların kimlik bilgilerini istemesi veya katılımcıların belli şartları yerine getirmesini zorunlu tutması ya da belli bir kişi tarafından girişin onaylanması gibi prosedürler söz konusu olabilir.²² Bu tür blokzincirlerinde, katılımcıların kimliği belirli veya belirlebilir nitelik taşımaktadır. Özel blokzincirlere örnek olarak, lojistik blokzincirler veya finans blokzincirleri gösterilebilir.²³

Blokzincirleri ayrıca izne tabi olan (“*permissioned*”) ve izne tabi olmayan (“*permissionless*”) blokzincirleri olarak da bir ayrıma tabi tutulmaktadır. Bir

21 *De Filippi/Wright*, s. 31; *Governatori et al.*, s. 386; *Cieplak*, Jenny/ *Leefatt*, Simon: ‘Smart Contracts: A Smart Way To Automate Performance’, *Georgetown Law Review*, Vol. 417, Nr. 1, 2017, s. 417-427, s. 425; *Bertram*, Ute: ‘Smart Contracts, Praxisrelevante Fragen zu Vertragsabschluss, Leistungsstörungen und Auslegung’, *Monatsschrift für Deutsches Recht*, 23, 2018, s. 1416-1421, s. 1417; *Blum*, s. 23; *Karl*, s.11; *Szostek*, Dariusz: ‘Blockchain and the Law, Baden-Baden 2019, s. 52; *Gyr*, Nr. 29, 33-34; *Weber*, Rolf H.: ‘Contractual Duties and Allocation of Liability in Automated Digital Contracts’, *Digital Revolution: Challenges for Contract Law in Practice*, ed. Reiner Schulze and Dirk Staudenmayer, Nomos 2019, s. 163-187, Nr. 3; *Pittl*, Raimund/ *Gottardis*, Lukas: ‘Smart Contracts- An Analysis from the Perspective of Austrian Law’, *Journal of European Consumer and Market Law*, Issue 5, 2019, s. 205- 208, s. 205; *Mik*, Blockchains, s. 163; *Bilski*, s. 4; *Dangi*, Swati: ‘Are Smart Contracts the Future of Contracts?’, *PM World Journal*, Vol. VIII, Issue IX, October 2019, s. 1-15, s. 2; *Vigliotti*, Maria Grazia/*Jones*, Haydn: ‘Smart Contracts’, *The Executive Guide to Blockchain*, Cham 2020, s. 133-149, s. 145; *Araalan*, Araalan, Cemal: ‘Akıllı Sözleşmeler’, *Terazi Hukuk Dergisi*, Cilt 15, Sayı 163, Mart 2020, s. 501-515; s. 507; *Hanzl*, s. 6; *Kuntz*, s. 69.

22 *Tulsidas*, s. 6, 12; *De Filippi/Wright*, s. 31; *Governatori* ve diğerleri, s. 386; *Cieplak/Leefatt*, s. 426; *Blum*, s. 23; *Karl*, s. 11; *Duke*, Anne: ‘What does the CISG Have to Say about Smart Contracts: A Legal Analysis’, *Chicago Journal of International Law*, Vol. 20, No. 1, Summer 2019, s. 141-177, s. 147; *Jacobs/ LangeHausstein*, s. 56; *Pesch*, Paulina Jo: ‘Blockchain, Smart Contracts und Datenschutz’, *Smart Contracts*, hrsg. Martin Fries/Boris Paal, Tübingen, 2019, s.13-24, s. 14-15; *Mik*, Blockchains, s. 164; *Hanzl*, s. 7; *Kuntz*, s. 69.

23 *Bertram*, s. 1417.

blokzincirinin izne tabi olup olmadığı belirlenirken, kimlerin doğrulama aşamasında görev alabildiği veya işlemleri kaydedebildiği esas alınır. İzne tabi olan blokzincirlerinde, sadece önceden seçilerek belirlenmiş olan kişiler mutabakat sürecine katılarak bir bloğun doğrulanmış olup olmadığını belirleme yetkisine sahiptir. İzne tabi olmayan blokzincirlerinde ise, mutabakat mekanizmasında rol alabilmek için önceden izin alınması gerekmektedir.²⁴

III. Kişisel Verilerin Korunması Prensipleri Çerçevesinde Blokzinciri Teknolojisinin İncelenmesi

Blokzincirinin dayandığı dağıtık mantık ve merkeziyetsizlik anlayışı sayesinde, bloklarda yer alan veriler tek bir yerde değil, birden çok yerde, kalıcı bir şekilde tutulmaktadır. Böylece, verilerin tek bir merkezde tutulması sonucunda verilerin silinmesi, bozulması, kaybolması veya saldırıya uğraması gibi problemler ortaya çıkmayacaktır.

Blokzinciri teknolojisi, veriler üzerindeki gücü, merkezi olmayan bir ortamda işleyerek merkezi kuruluşların müdahalesinden uzak tutmayı amaçlar. Oysa tüm dünyada kişisel verileri koruma mevzuatları, merkezi ve tanımlanabilir aktörlerin kişisel veriler üzerinde kontrole sahip olduğu bir düzen esas alınarak hazırlanmıştır.²⁵ Örneğin Avrupa Birliği'nde GDPR ve Türkiye'de KVKK hazırlanırken blokzinciri teknolojisi henüz kripto paralardan bağımsızlaşmış, ayrı bir alt yapı olarak görülmemekteydi. Bu nedenle kişisel verilerin korunması mekanizmalarıyla blokzinciri işleme sisteminin her zaman birbiriyle örtüşmediği görülmektedir. Bu konuda çatışma çıkan temel alanlar, veri işleyen ve veri sorumlularının tespit edilmesi, kişisel verilerin anonimleştirilmesi ve ilgili kişilerin sahip oldukları hakların kullanılmasıdır.

Aşağıda yapacağımız hukuki incelemelerde Türk Hukuku ve 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu esas alınmaktadır. Bununla birlikte, kişisel verilerin korunması hukuku prensipleri açısından bakıldığında, AB ve Türk Hukuklarındaki blokzinciri kişisel verilerin korunması hukuku prensipleri arasındaki çatışmalar benzerlik göstermektedir. Bu nedenle değerlendirmeler yapılırken, AB'deki durum da dikkate alınacaktır.

24 Ayrıntılı bilgi için bkz. *Usta ve Doğanekin*, s. 35 vd.

25 *Çekin*, Mesut Serdar: 'Borçlar Hukuku ile Veri Koruma Hukuku Açısından Blockchain Teknolojisi ve Akıllı Sözleşmeler: Hukuk Düzenimizde Bir Paradigma Değişimine Gerek Var mı?', *İstanbul Hukuk Mecmuası*, Cilt 77, Sa. 1, 2019, s. 315 – 341, s. 329.

1. Blokzinciri Ağlarında Depolanan Veriler Kişisel Veri Midir?

Kişisel veri kavramı, 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu ('KVKK') m. 3 b. d)'de "Kimliği belirli veya belirlenebilir gerçek kişiye ilişkin her türlü bilgi" olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımdan hareketle, blokzinciri ağlarında kaydedilen veriler, ancak belirlenebilir kişiye ilişkin olduğu takdirde kişisel veri niteliği taşıyabilecektir.

Yukarıda da belirtildiği üzere²⁶, blokların içinde veriler yer almaktadır. Bu verilerin içinde, kişisel veri olarak sayılabilecek olarak işlem verileri (işlem hacmi, tarihi) ve açık anahtar sıralanabilir. Belirtmek gerekir ki tüm bu bilgiler sadece rakam ve harflerden oluştuğundan, doğrudan doğruya bir gerçek veya tüzel kişiye ait kimlik veya konum bilgilerine ulaşmak mümkün değildir.²⁷

İşlem verileri, blokzincirinde metin halinde, şifrelenmiş bir şekilde veya hash değeri ile tutulabilmektedir.

Özel anahtarlardan farklı olarak açık anahtarlar blokzincirinde işlem verileriyle birlikte saklanır. Açık anahtarlar şifrelenmiştir ve psödonim (takma adlı) bir şekilde blokzinciri kullanıcılarını belirler. Bu çerçevede, blokzincirine bakan kişi doğrudan doğruya bu gerçek veya tüzel kişinin kim olduğunu tespit edemez. Bu noktada belirtmek gerekir ki bazı durumlarda, bilgileri kendilerini açıkladığı için veya diğer hukuki düzenlemelere uyum sağlamak için kişilerin açık anahtarlarından gerçek kimlikleri tespit edilebilir. Örneğin KYC (*know your customer*) veya AML (*anti-money laundering*) yükümlülükleri çerçevesinde kripto para borsaları (kripto varlık hizmet sağlayıcıları) tarafların gerçek dünyadaki kimliğine ilişkin bilgileri kaydetmektedir.

Bu bilgiler ışığında, acaba blokzincirinde kaydedilen açık anahtar veya işlem verileri, KVKK md. 3/b/d hükmü kapsamında kişisel veri niteliği taşımakta mıdır?²⁸

Bloklarda tutulan bu veriler bakımından anonim ve psödonim veri ayrımı önem taşımaktadır. Zira GDPR ve KVKK²⁹, psödonim veriler bakımından da uygulanırken anonim veriler kişisel veri olarak kabul edilmediği için, anonim

26 Bkz. yuk. II, 1, A.

27 Çekin, s. 339.

28 Ayrıca bkz. Blockchain Türkiye, Kişisel Verilerin Korunması Hukuku Ve Blokzinciri Teknolojisi Raporu, Hukuk, Düzenlemeler ve Kamu İlişkileri Çalışma Grubu, Kasım 2019, https://bctr.org/dokumanlar/KVKK_ve_Blokzincir_Teknolojisi.pdf, s. 29.

29 KVKK'da takma adlı veri kavramına yer verilmemiştir; bununla birlikte aynı esaslar takip edilmektedir.

veriler bakımından uygulanmamaktadır³⁰. Psödonimleştirme daha çok bir güvenlik önlemi olarak görülmekte ve verinin “kişisel” niteliğini ortadan kaldırma yöntemi niteliği taşımadığı düşünülmektedir.³¹

Mesele açık anahtarlar bakımından incelendiğinde, geriye doğru takip yöntemiyle açık anahtarın bir gerçek kişiyle ilişkilendirilmesi mümkün olabilmektedir.³² Bitcoin blokzincirindeki şifreli veriler kullanılarak, bir kullanıcının ve işlemlerin kullanıcılara bağıntısının ortaya çıkarılabildiği kanıtlanmıştır.³³ Yine bir çalışmada, blokzinciri kullanıcılarının psödonim adresleri ve aleni işlem verilerinin kullanılması suretiyle IP adreslerinin tespitinin mümkün olduğu gösterilmiştir.³⁴ Bu nedenle açık anahtarlar kişisel verilerin korunması mevzuatı kapsamında kişisel veri niteliği taşımaktadır.³⁵ Ayrıca belirtmek gerekir ki, aşağıda incelenecek olan işlem verilerinden farklı olarak, açık anahtarlar blokzincirinin dışında (off-chain) depolanamaz.³⁶

Blok içeriğinde yer alan açık anahtar dışındaki veriler bakımından ise aslında bir sorunun daha yanıtlanması gerekmektedir: Hash olarak, takma adlı veya şifrelenmiş veriler kişisel veri niteliği taşımakta mıdır?³⁷

Verinin anonim hale gelmesi bakımından önemli olan noktalar şunlardır: Anonimleştirme sürecinin geri döndürülemez olması ve makul olarak kullanılabilen araçlarla bir gerçek kişiyle bağlantı kurulmasının, onun kimliğinin belirlenmesinin mümkün olmaması gerekmektedir. Bu çerçevede, orijinal/asıl veriler anonimleştirilmiş biçimden hareketle yeniden oluşturulamamalıdır.³⁸

30 Anonimleştirmenin bireylerin hak ve özgürlüklerinin korunması bakımından ortaya çıkan riskleri ortadan kaldırmakla birlikte, veri koruma hukuku ve Endüstri 4.0 kapsamında ortaya çıkan tüm çatışmalar bakımından bir çözüm teşkil edemeyeceği belirtilmektedir. Bkz. Freiherr von dem Bussche, s. 485.

31 Article 29 Data Protection Working Party, Opinion 05/2014 on Anonymisation Techniques 3 (WP 216 Adopted on 10 Apr. 2014), s. 3

32 EU Blockchain Observatory and Forum, s. 19. Ayrıca bkz. Voss, W. Gregory Gregory: Data Protection Issues for Smart Contracts. Marcelo Corrales Compagnucci, Mark Fenwick, & Stefan Wrbka (eds). Smart Contracts: Technological, Business and Legal Perspectives, Hart Publishing, s.79-100, s. 85.

33 Blokzincirlerde Güvenlik ve Mahremiyet, s. 57.

34 Bkz. Biryukov, Alex/ Khovratovich, Dimitry ve Pustogarov, Ivan: ‘Deanonymisation of Clients in Bitcoin P2P Network’, Proceedings of the 2014 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security (2014), <https://arxiv.org/abs/1405.7418>.

35 Güçlütürk, s. 35.

36 Blockchain Türkiye, s. 31.

37 Artzt/Long/Determann, 5.01.[A]. Ayrıca bkz. EU Blockchain and Observatory Forum, s. 19 vd.

38 Artzt/Long/Determann, 5.05.[A].

Blok içinde veri depolanırken veri şifrelenmiş ise, şifreleme kişisel veri güvenliğini sağlamak bakımından önemli bir araç olsa da, onu anonim veri haline getirmez. Kişisel veriler üzerinde güçlü şifreleme yöntemleri kullanılsa dahi, ortaya çıkan sonuç anonim değil psödonim veridir.³⁹ Zira, bir yerde şifreleme anahtarı bulunduğu sürece, verinin şifresi her zaman açılabilir. Bu nedenle sürecin geri döndürülmesi ve orijinal verinin yeniden oluşturulması mümkün olabilir.⁴⁰ Bu ihtimaller dikkate alındığında, şifrelenmiş veriler kişisel veri niteliği taşımaktadır.

Hash olarak saklanan verilerin veri koruma hukuku bakımından kişisel veri sayılıp sayılmadığı, en çok tartışılan konulardan biridir.⁴¹ Hash olarak saklanmasaydı, kişisel veri olarak nitelenecek olan bir verinin, hash olarak saklanması, tam ve gerçek bir anonimlik sağlamamakta, daha çok bir psödonimleştirme tekniği olarak görülmektedir.⁴² Zira veriyi ilgili kişi ile ilişkilendirmenin hâlâ mümkün olması söz konusudur.⁴³ Hash faaliyeti geri döndürülemez bir şifreleme tekniği olmakla birlikte, bazı durumlarda ortaya çıkan bağlantı kurma riski (zor olsa da) halen kişilerin belirlenebilir olmasına yol açmaktadır: “Zira veri hash haline getirildikten sonra da internet üzerinde kullanılmakta ve kullanıcının bizzat kendi davranışlarıyla ilişkilendirmeyi kolaylaştıracak bilgi akışı yaratılmaktadır. Bunun blokzincirdeki en temel örneği blok içerisindeki işlemler ve daha önce anlatıldığı üzere açık adreslerdir. Bunların izlenmesi suretiyle belirli ya da belirlenebilen gerçeklerle veriyi ilişkilendirmek mümkün olacaktır”⁴⁴

Avrupa Birliği’nde anonimleştirmenin, kimliğin geri döndürülemez bir şekilde önlenmesi için kişisel verilerin işlenmesinden kaynaklandığını belirtilmektedir.⁴⁵ Durumun böyle olup olmadığını belirlemek için, kişiyi tanımlamak için makul olarak kullanılması muhtemel tüm araçlar dikkate

39 Blokzincirlerde güvenlik ve mahremiyet, s. 58.

40 European Union Blockchain Observatory and Forum, Blockchain and the GDPR 22 (16 Oct. 2018) available at: https://www.eublockchainforum.eu/sites/default/files/reports/20181016_report_gdpr.pdf, s. 21. Ayrıca bkz. *Güçlütürk*, s. 36; Blockchain Turkey, s. 31-32.

41 *Mirchandani*, Anisha: ‘The GDPR-Blockchain Paradox: Exempting Permissioned Blockchains from the GDPR’, Fordham Intell. Prop. Media & Ent. L.J., C. 29, s. 1201-1241, s.1224-1225; Blockchain Türkiye, s. 30.

42 *Ganne*, E.: ‘Blockchain’s Practical and Legal Implications for Global Trade and Global Trade Law’, Big Data and Global Trade Law, Burri (Ed.), 2019, s. 128-159, s. 148; *Artzt/Long/Determann*, 5.02.[A][2]; *Mirchandani*, s. 1225.

43 Blokzincirlerde Güvenlik ve Mahremiyet, s. 58.

44 *Güçlütürk*, s. 37.

45 Article 29 Data Protection Working Party, Opinion 05/2014 on Anonymisation Techniques, https://ec.europa.eu/justice/article-29/documentation/opinion-recommendation/files/2014/wp216_en.pdf.

alınmalıdır. Değerlendirme yapılırken, kimliğin tespiti sırasında ortaya çıkan maliyet, gerekli zaman ve mevcut teknoloji dikkate alınmalıdır.⁴⁶

Bu anlatılanlar çerçevesinde, blokzinciri ağına katılanlara ilişkin bilgilerin ve işlem verilerinde yer alan kişisel verilerin blokzincirinde işleme ihtimali olduğu gözden kaçırılmamalıdır. Bu durumda kişisel verileri koruma mevzuatları blokzincirinde kaydedilen bu veriler bakımından da uygulanabilecektir.

2. Veri İşleme

AB Hukuku'nda olduğu gibi, Türk Hukuku'nda da, kural olarak kişisel verilerin işlenmesi yasaktır. Kişisel verilerin işlenebilmesi için ilgili kişinin açık rızası veya kanun tarafından öngörülen hukuka uygunluk sebeplerinden birinin gerçekleşmiş olması gerekmektedir. Buna göre, açık rıza olmadıkça, kişisel verilerin toplanması, kayıt altına alınması, tutulması, saklanması veya silinmesi mümkün değildir.

Blokzincirinde veri işleme faaliyeti otomatik olarak gerçekleşmektedir. Bu çerçevede, bir verinin ilk defa dağıtık deftere eklenmesi, hash değerlerinin ve açık anahtarların blokzincirinde saklanması, düğümler tarafından yapılan işlemler veya blokzincirinin katılımcılar tarafından güncel halinin tutulması gibi işlemlerin hepsi kişisel veri işleme niteliği taşıyabilir.⁴⁷

Kişisel verilerin işlenmesinde açık rıza belirli bir konuya ilişkin, bilgilendirmeye dayalı ve özgür iradeyle açıklanmalıdır. Bu çerçevede açık rızanın hukuka uygun bir şekilde alınmış olduğunun kabulü için, ilgili kişinin yeterince bilgilendirilmiş olması gerekmekte; yani kişisel verinin hangi amaçlarla işleneceği, kimlerle paylaşılacağı açık bir şekilde belirtilmiş olmalıdır. Rızanın özgür iradeyle verildiğinin kabul edilebilmesi için, ilgili kişinin rıza verip vermemek konusunda gerçekten bir seçim hakkına sahip olması gerekir. Aynı zamanda, ilgili kişi vermiş olduğu rızayı her zaman geri alabilmelidir.

İnceleme konumuz bakımından önem arz eden konulardan bir tanesi de, açık rızanın blokzincirinde mümkün olup olmayacağıdır. İlk olarak belirtmek gerekir ki, açık rıza geri alınmak istendiği takdirde, blokzincirinde kaydedilmiş olan kişisel verilerin silinebiliyor olması gerekecektir. Ancak teknik olarak bunun yapılması mümkün değildir; çünkü blokzinciri değiştirilemezlik özelliğine

46 The tension between GDPR and the rise of blockchain technologies, January 2019, <https://cms.law/en/media/international/files/publications/publications/the-tension-between-gdpr-and-the-rise-of-blockchain-technologies>, s. 5.

47 Artzt/Long/Determann, 5.02.[B].

sahiptir. Burada blokzinciri bağlamında ortaya çıkan diğer bir sorun da şudur: Açık rıza kime yöneltilmektedir? Aşağıda ayrıntılı olarak açıklanacağı üzere, blokzincirinde veri sorumlusunun kim olduğunun tespiti oldukça güçtür ve bu konuda yeknesak bir uygulama mevcut değildir. Bu çerçevede, kim açık rızanın (hangi kapsamda) verildiğini ispat etmekle yükümlü olacaktır?⁴⁸ Özellikle halka açık blokzincirlerde, ilgili kişinin hangi düğümlere verilerinin aktarılacağını bilmesi mümkün olmadığına göre, rızanın belirli bir konuya ilişkin ve bilgilendirmeye dayalı olarak verildiğini söylemek güçtür.

İlgili kişinin açık rızasının bulunmadığı durumlarda, kanunda sayılan diğer sebeplerle kişisel verilerin işlenmesi söz konusu olabilir. Bu çerçevede örneğin, KVKK m. 5 f. 2 b. c)’ye göre “*bir sözleşmenin kurulması veya ifasıyla doğrudan doğruya ilgili olması kaydıyla, sözleşmenin taraflarına ait kişisel verilerin işlenmesinin gerekli olması*” durumunda, kişisel veriler işlenebilir.

Bu noktada akla şu soru gelmektedir: Blokzincirindeki akıllı sözleşmelerin kurulması ve ifasıyla ilgili olan veriler bu kapsamda değerlendirilebilir mi? Zira, akıllı sözleşme kullanılarak bir işlem yapıldığı durumlarda, tarafların verileri sadece taraflarca değil aynı zamanda ağdaki tüm düğümler ve madenciler tarafından işlenmektedir. Bu noktada, akıllı sözleşmelerin her zaman hukuken bir sözleşme niteliği taşımadığının dikkate alınması gerekmektedir.⁴⁹

Açık rıza dışında kişisel verilerin hukuka uygun bir şekilde işlenebileceği diğer bir istisna, KVKK m. 5 f. 2 b. f)’ye göre “*ilgili kişinin temel hak ve özgürlüklerine zarar vermemek kaydıyla, veri sorumlusunun meşru menfaatleri için veri işlenmesinin zorunlu olması*” durumudur. Bu istisnanın blokzincirinde gerçekleştiğinden söz edebilmek için, tespit edilen veri sorumlusunun kişisel verileri meşru amaçlarla işlediğini belirli ve açık bir şekilde ortaya koyması gerekmektedir. Bu amacın mevcut olduğunun sürekli artan kayıtlardan oluşan bir sicilde her aşamada ortaya koyulması sorunlu bir noktadır.

Son olarak, veri minimizasyonu ilkesi, sadece veri sorumlusu tarafından belirlenmiş olan amacın sağlanması için gerekli olan verilerin toplanabileceği ve işlenebileceği anlamına gelmektedir. Bu çerçevede, özellikle kişisel verilerin saklanma süresinin en aza indirgenmesi gerekmektedir. Veri minimizasyonu ilkesi çerçevesinde, veri sorumluları verileri güncel halde tutar ve amacını gerçekleştirmek için gereğinden fazla veri işlemez aynı zamanda bu amacın gerçekleştirilmesi için gerekenden uzun süre veriyi tutmazlar.⁵⁰

Veri minimizasyonu ilkesi ile blokzincirinin çalışma prensiplerinin bağdaştırılması zordur. Zira blokzincirinde veriler blok halinde blokzincirine

48 Artzt/Long/Determann, 5.04.[B].

49 Ayrıntılı bilgi için bkz. Çağlayan Aksoy, s. 90 vd.

50 Moerel, s. 217; EU Blockchain Observatory and Forum, s. 12.

eklendikten sonra, verilerin geri alınması mümkün değildir. Ayrıca veriler dağıtık ağda kopyalanır ve her düğüm veri tabanının tam kopyasını tutar. Bu çerçevede, kişisel veriler belirsiz olarak tekrarlanır ve blokzincirinde dağıtılan veriler tüm düğümler bakımından görülebilir nitelik taşır. Bu nedenle, bir çözüm olarak verilerin zincir dışında (off-chain) saklanması düşünülebilir.⁵¹

3. Veri Sorumlusu ve Veri İşleyen Kişilerin Tespiti

KVK mevzuatı kapsamında veri sorumluları ve veri işleyenlerin farklı yükümlülükleri bulunmaktadır. Blockchain ve diğer merkezi olmayan teknolojiler, kişisel verilerin korunması mevzuatlarında tanımlanmış roller ve sorumluluklar çerçevesine tam olarak oturmamaktadır. Özellikle, bazı blok zinciri katılımcılarının oynayacağı bir rol vardır, ancak veri koruma ile ilgili hukuki durumları oldukça belirsizdir.⁵²

KVKK m. 3 b. 1) hükmünde veri sorumlusu kavramı “Kişisel verilerin işleme amaçlarını ve vasıtalarını belirleyen, veri kayıt sisteminin kurulmasından ve yönetilmesinden sorumlu olan gerçek veya tüzel kişi” olarak tanımlanmaktadır. Türk Hukukunda veri sorumlusu aynı zamanda veri kayıt sisteminin kurulması ve yönetilmesinden de sorumludur.⁵³

Veri sorumlusu kavramı, kişisel veri mevzuatlarında, veriden sorumlu güvenilir kişi veya kurumdur. Blokzincirinde, bu yapı mimariye (kod) ve matematiğe (kriptografi) güven ile ikame edilmektedir.⁵⁴

Kişisel verilerin korunması mevzuatına uygunluğu tespit etmek bakımından veri sorumluları ve veri işleyenlerin kim olduğunun tespiti önem taşımaktadır. Veri sorumlusu, *kişisel verilerin işlenmesinin amaç ve araçlarını belirleyen gerçek veya tüzel kişidir*. Bu kişi, adeta kişisel verilerin kaderini tayin edebilecek imkan ve yetkiye sahip olmalıdır.⁵⁵ İlgili kişiler, haklarını bu kişiden yerine getirmesini isterler. Veri sorumluları uygunluğun sağlanmasından nihai olarak sorumludur ve kuralların ihlali halinde sorumluluk ona aittir. Ayrıca Kişisel Verileri Koruma Kurulu veri sorumluları ile muhatap olmaktadır.⁵⁶ Dikkat edilirse, kişisel verilerin korunması hukukunda oluşturulmuş olan yapıda, merkezi kuruluşların ve merkezi veri yapılarının sorumluluğu esas alınmaktadır.

51 Artzt/Long/Determann, 5.03.[B][3].

52 Artzt/Long/Determann, 5.03.[B][1].

53 Çekin, s. 334.

54 Tatar, Unal/ Gökçe, Yasir ve Nussbaum, Brian: ‘Law versus Technology: Blockchain, GDPR and tough tradeoffs’, Computer Law and Security Review 28 (2020), s. 1-11, s. 6.

55 Çekin, s. 333.

56 Çekin, s. 333.

Oysa blokzinciri, güvenilir otoritelere veya merkezi sunuculara ihtiyaç duyulmadan merkezi veri tabanlarının işletilmesine dayanmaktadır. Blokzinciri ağlarındaki dağıtık veriler tüm katılımcılara dağıtılmaktadır.

Özel/izne tabi blokzincirlerinde, veri sorumluların tespiti daha kolay olabilir. Bununla birlikte izne tabi olmayan /açık blokzincirlerinde veri sorumlularının tespiti zorlaşmaktadır, zira bunlarda merkezi bir kontrol noktası bulunmamaktadır.⁵⁷ Bu konuda tüm dünyada yapılan çalışmalarda çeşitli veri sorumlusu adayları belirlenmektedir:

Bu adaylardan biri, protokol geliştirenlerdir. Belirtmek gerekir ki, protokol geliştirilirken, genellikle kişisel veriler işlenmemekte, ayrıca verilerin kullınımına ilişkin ilişkin bir araç veya amaç konusunda karar verilmemektedir. Bu kişi(ler), protokolü, algoritmaları ve yazılımı oluşturmalarına rağmen, bu çözümün veya protokolün hangi amaçla kullanılacağını belirlememektedirler. Protokol geliştiriciler, sadece yazılımı kullanıcı için kullanılabilir hale getirmektedir. Onların yazılım üzerinde veya nelerin kaydedildiği üzerinde bir kontrolleri bulunmamaktadır.⁵⁸ Ayrıca, protokol geliştirecileri blokzincirinde ortaya çıkan her şeyden sorumlu tutmak, internetin yaratıcısını dünya çağında ağda olan her şeyden sorumlu tutmakla aynı anlama gelmektedir.⁵⁹

Diğer bir veri sorumlusu adayı olan düğümlerin de veri sorumlusu olarak değerlendirilmesi güçtür, zira düğümler de işlemenin amaç ve vasıtalarını tanımlamamaktadır. Belirtmek gerekir ki, bazılarına göre, doğrulama düğümleri protokolün hangi sürümünü kullanacaklarını ve dolayısıyla protokolün hangi kurallara göre çalıştığını seçmekte özgürlerdir.⁶⁰ Ancak Unutulmamalıdır ki verilerin kaydedilmesi bir IT işlemidir ve otomatik bir şekilde, bir kişinin karar verme usulüne bağlı olmadan gerçekleşir. Düğümlerin veri sorumlusu olarak nitelendirilmesindeki bir diğer zorluk, düğümler tüm dünyada yayılmış olduğundan, bunların yerinin ve kimliğinin tam olarak belirlenmesinin zorluk arz etmesidir. Bunun yanı sıra, düğümler verilerin sadece şifrelenmiş veya hashlenmiş halini görebilirler ve bunun üzerinde bir değişiklik yapmaları mümkün değildir.⁶¹

57 *Tatar/Gokce/Nussbaum*, s. 6; *Moerel, Lokke*: Blockchain and Data Protection. In L. DiMatteo, M. Cannarsa, & C. Poncibò (Eds.), *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*, 2019, Cambridge, s. 213-232, s. 215; *Blokzincirlerde Güvenlik ve Mahremiyet*, s. 57; *Jiménez-Gómez*, Briseida Sofia: 'Risks of Blockchain For Data Protection: A European Approach', *Santa Clara High Technology Law Journal* 2020, C. 36, 281-343, s. 311.

58 *Jiménez-Gómez*, s. 313.

59 *Tatar/Gokce/Nussbaum*, s. 6.

60 *Erbguth and Fasching*, s. 564; *Jiménez-Gómez*, Briseida Sofia, s. 315.

61 *Artzt/Long/Determann*, 5.03.[B][3].

Veri sorumlularının ağıdaki her bir veri işleyen ile sözleşme yapma zorunluluğu nedeniyle, düğümlerin işlemciler olarak nitelendirilmesi de mümkün görünmemektedir⁶².

Diğer bir aday olan madenciler belirli bir veri işleme faaliyetiyle ilgili karar almamaktadır. Madencilerin verilerin içeriğine dair yetki veya tasarruf imkanları bulunmamaktadır. Madencilerin belirli işlemin amacını belirleme gibi bir işlevi bulunmamaktadır. Bu çerçevede, kural olarak madenciler, üçüncü kişiler tarafından ağa gönderilmiş olan verilerin içeriğinden sorumlu tutulamazlar.⁶³ Veri işleyen kişi açısından bir değerlendirme yapıldığında ise, madenciler özellikle halka açık blokzincirlerinde, sadece işlemleri doğrulamaktadır. Bu çerçevede, veri işleyen kişi bakımından söz konusu olan, veri sorumlusu tarafından verilen talimatlara uyarak blokzinciri katılımcıları adına bir iş veya işlemin yapılması söz konusu değildir.⁶⁴

Kullanıcılar, blokzinciri ağında imzalarıyla işlem yapan gerçek ve tüzel kişilerdir. Fransız Veri Koruma Otoritesi, blokzincirinde veri işleyen tüzel kişiler kadar gerçek kişi kullanıcıların da mesleki veya ticari bir faaliyet çerçevesinde veri işlemleri durumunda veri sorumlusu olarak nitelendirilebilecekleri görüşündedir.⁶⁵ Blockchain Observatory and Forum da kullanıcıların ticari faaliyetleri kapsamında blokzincirine veri girişi yaptıkları durumlarda, veri sorumlusu olabileceklerini belirtmektedir. Bununla birlikte kullanıcılar kişisel verilerini, örneğin kripto varlık almak ya da satmak gibi kişisel kullanım amaçlarıyla blokzincirine girerlerse, veri sorumlusu olarak görülmeyeceklerdir.⁶⁶ Diğer bir ifadeyle, kullanıcıların kendi kişisel bilgilerini veya başkalarına ait kişisel bilgileri hashledikleri ve özel anahtarlarını kullandıkları durumlarda, kişisel/özel amaçlar takip edildiği sürece, veri sorumlusu olma durumu söz konusu olmayacaktır.

62 Gökçe/Tatar/Nussbaum, s. 6.

63 Artzt/Long/Determann, 5.03.[B][2]. Bu konuda CNIL görüşü için ayrıca bakz. CNIL, Solutions for a responsible use of the blockchain in the context of personal data, September 2018, s.2. https://www.cnil.fr/sites/default/files/atoms/files/blockchain_en.pdf.

64 Finck, s. 46. Jiménez-Gómez, Briseida Sofia, s. 314; Artzt/Long/Determann, 5.03.[B][2]; Blockchain Turkey, s. 45. CNIL'e göre ise, bazı durumlarda madenciler, veri işleyen olarak kabul edilebilir. Nitekim, işlemin teknik kriterleri (bir format ve belirli bir maksimum boyut gibi) karşılayıp karşılamadığını ve blokzinciri kurallarına göre katılımının işlemini gerçekleştirilmesine izin verilip verilmediğini kontrol ederken veri sorumlularının talimatlarını takip etmektedirler. Bkz. CNIL, Solutions for a responsible use of the blockchain in the context of personal data, September 2018, s.1. https://www.cnil.fr/sites/default/files/atoms/files/blockchain_en.pdf.

65 CNIL, Solutions for a responsible use of the blockchain in the context of personal data, September 2018, s.1. https://www.cnil.fr/sites/default/files/atoms/files/blockchain_en.pdf.

66 Blockchain and the GDPR, s. 18. Ayrıca bkz. Artzt/Long/Determann, 5.03.[B][5].

Akla gelen diğer bir ihtimal, akıllı sözleşme kodlayan kişilerdir.⁶⁷ Eğer akıllı sözleşme geliştiren kişiler veri işleme sürecine aktif olarak katılıyor ise, veri işlemenin amaç ve araçlarını belirleme kabiliyetine bağlı olarak veri işleyen veya veri sorumlusu olarak nitelendirilebilir. CNIL'e göre akıllı sözleşme⁶⁸ geliştiricileri, veri sorumluları adına kişisel veri işledikleri ölçüde; yani veri işleme sürecine müdahil oldukları takdirde veri işleyen sayılabilirler.⁶⁹ Diğer bir görüşe göre ise, genellikle, akıllı sözleşme geliştiren kişiler kişisel verilerin işleme faaliyetine dahil olmazlar. Zira akıllı sözleşme kodunun oluşturulduğu sırada henüz toplanacak veya kayıt altına alınacak bir kişisel veri bulunmamaktadır. Dolayısıyla önemli olan, yazılım geliştiren kişinin gerçekten kişisel verilerin işlenmesi bakımından aktif bir rol oynamasıdır.⁷⁰

Tüm bu anlatılan hususlar ışığında, veri sorumlusu ve veri işleyen kavramlarının belirlenmesi bakımından ciddi bir boşluk bulunduğu aşikardır. Acaba hiçbir veri sorumlusunun olmaması mümkün olabilir mi? Böyle bir durumda, kişisel verileri koruma mevzuatları nasıl uygulama alanı bulabilir? Doktrinde bazı yazarlar, veri sorumlusunun olmadığı yerde, kişisel verilerin korunması mevzuatlarının muhatapsız kalacağını, bu nedenle uygulanmasının mümkün olmayacağını ve etkisi kaybedeceğini belirtmektedirler.⁷¹

Her halükarda, rolleri ve ilgili sorumlulukları net bir şekilde tahsis etmek için olgusal koşulların duruma göre bir değerlendirilmede bulunmak yararlı olacaktır.⁷²

4. İlgili Kişilerin Hakları

KVKK kapsamında ilgili kişiler, veri sorumlusuna başvurarak, kişisel verilerinin işlenip işlenmediğini öğrenme, işlenmişse buna ilişkin bilgi talep etme, işlenme amacını ve bunların amacına uygun kullanılıp kullanılmadığını öğrenme, kişisel verilerinin aktarıldığı üçüncü kişileri öğrenme, kişisel verilerinin eksik veya yanlış işlenmiş ve paylaşılmış olması halinde bunların düzeltilmesini isteme gibi haklara sahiptir. Ayrıca ilgili kişiler, işlenmesini

67 EU Blockchain Observatory and Forum, s. 18; Blockchain Türkiye, s. 47.

68 Ayrıntılı bilgi için bkz. *Çağlayan Aksoy*, Pınar: Akıllı Sözleşmelerin Kuruluşu ve Geçerlilik Şartları, On İki Levha, İstanbul 2021.

69 Commission Nationale de l'Informatique et de Libertés (6 Nov. 2018) Blockchain and the GDPR: Solutions for a responsible use of the blockchain in the context of personal data, <https://www.cnil.fr/en/blockchain-and-gdpr-solutions-responsible-use-blockchain-context-personal-data>, s. 2.

70 *Artzt/Long/Determann*, 5.03.[B][6].

71 *Özer*, Yusuf Mansur: Kişisel Verilerin Korunmasında Blokzinciri Modeli: Vaatler ve Hukuki Engeller, Şubat 2020, s. 219.

72 *Artzt/Long/Determann*, 5.03.[B][1].

gerektiren sebeplerin ortadan kalkması halinde kişisel verilerinin, aktarıldığı üçüncü kişiler de dahil olmak üzere silinmesini isteme, veri işleme sonucunda aleyhine bir sonucun ortaya çıkması durumunda buna itiraz etme, kişisel verilerinin kanuna aykırı olarak işlenmesi sebebiyle zarara uğraması halinde zararın giderilmesini talep etme, verilerin işlenmesinin kısıtlanmasını talep etme, işleme faaliyetine itiraz etme, bir denetim makamına şikayette bulunma gibi haklara da sahiptir.⁷³

Blokszincirinde ise, verilerin bütünlüğü, yani veriler kaydedildikten sonra olduğu gibi saklanması ilkesi hakimdir. Bu çerçevede, blokszincirinde değişiklik yapılmasına karşı bir direnç söz konusudur. Özer'e göre, ilgili kişinin haklarından özellikle düzeltme ve silme talepleri incelenirken blokszincirinde yer alan kimlik tanımlayıcılar ve işlem bilgileri ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Bu çerçevede, kimlik tanımlayıcılar bakımından genellikle silme talebi konu olacaktır. İşlem bilgileri bakımından ise hem düzeltme hem silme hakkının kullanılması gündeme gelebilecektir. Bununla birlikte, bu taleplerin yerine getirilmesi blokszinciri mimarisi bakımından oldukça güçtür.⁷⁴

a- Bilgi Talep Etme/ Erişim Hakkı

KVKK m. 11 f. 1 b. a) ve b)'ye göre ilgili kişi, kendisinin hakkında kişisel veri işlenip işlenmediği ve bu bilgilerin içeriği hakkında bilgi talep edebilecektir. Kişisel verilere erişim, hangi verinin ne amaçla işlendiğini daha iyi anlayabilmek için önem taşımaktadır. Dolayısıyla, silme ve düzeltme hakkı gibi diğer hakların kullanılması bakımından da ilk adımdır.

Özel blokszincirlerde erişim hakkı kolaylıkla sağlanabilir. Açık blokszincirlerinde ise, veri sorumluları, tespit edilse bile, blokszincirindeki veriye erişemezler zira onlar sadece verinin şifrelenmiş veya kriptografik özet halini görebilirler. Bu nedenle veri sorumluların ilgili verinin kişisel veri olup olmadığını tespit etmesi mümkün değildir.⁷⁵

Bu konudaki ilk zorluk, bu bilgi talebinin kime yönelileceği noktasında ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, blokszincirinin şeffaflık özelliği gereği, veriye ağdaki herkesin ulaşabilmesi, ilgili kişilerin kendisi hakkında kişisel verilerin işlenip işlenmediği hakkında bilgi sahibi olabilmelerini sağlamaktadır.

⁷³ Blokszincirlerde Güvenlik ve Mahremiyet, s. 58.

⁷⁴ Özer, s. 242.

⁷⁵ Moerel, s. 216; Artzt/Long/Determann, 5.06.[B].

b- Düzeltme Talebi

KVKK m. 11 f. 1 b. d)'ye göre, kendisi hakkında işlenen kişisel verinin yanlış ya da eksik olduğunu tespit eden ilgili kişi, bunların düzeltilmesini talep edebilmektedir.

Blokzinciri, veri blokzincirine eklendikten sonra verinin değiştirilmesini veya tamamlanmasını engelleyecek şekilde kurgulanmıştır. Değiştirilemezlik blokzincirinin temel özelliğidir ve bu özellik sayesinde verilerin bütünlüğü ve güven mekanizması sağlanmaktadır. Bloklarda yer alan kişisel veriler, veri işlemlerini takip eden birden çok düğüm veya bilgisayardan oluşan dağıtılmış bir ağda tutulmaktadır. Türüne bağlı olarak, tüm katılımcılar veya önceden tanımlanmış katılımcılar blokzincirine erişilebilmektedir. Halka açık bir blok zincirinde, internet bağlantısı olan herkes, önceden tanımlanmış mutabakat mekanizması çerçevesinde deftere erişim ve/veya güncelleme için aynı haklara sahiptir. Bu nedenle, tüm işlemler şeffaf ve takip edilebilir bir nitelik taşır. Bu durum, genel bir blok zincirindeki şeffaf verilerin, hatalar veya veri girişindeki diğer sorunlar nedeniyle bu tür verilerin değiştirilmesi gerektiğinde hukuki açıdan problemlere yol açacağı anlamına gelir. Özellikle halka açık blok zincirlerinde şeffaflık ve gizlilik arasında hala çözülmemiş bir dengenin kurulması, blokzinciri ve kişisel veriler çatışmasında en çok tartışılan konulardan biri olarak güncelliğini korumaktadır.

Düzeltme hakkının kullanılması için, veri sorumlusunun, yeni bir blokta verileri kopyalayıp yapıştirarak düzeltmeyi gerçekleştirmesi düşünülebilir. Böylece sonraki blokta istenen değişiklik yapılmış olmakla birlikte, önceki bloklarda halen eksik veya hatalı veriler değiştirilmemiş haliyle yer almaktadır.⁷⁶

Avrupa Komisyonu ise bu konuda gizli, hassas veya kişisel verilerin zincir dışında (off-chain) veya diğer veri tabanlarında saklanmasını önermektedir. Bu çözüm kapsamında, kişisel veriler diğer tüm işlem verilerinden ayrılmalı ve zincir dışında depolanmalıdır. Böylece sadece verinin kanıtı (kriptografik hash değeri) zincirde kalacaktır. Bu kişisel verilerin gerçekliği, blokzinciri ağında depolanan ilgili hash değerleri kullanılarak doğrulanabilir. Blokzinciri dışında saklanan düzeltilmiş veriler, blokzincirine bir hash referansıyla bağlanacak ve böylece orijinal, değiştirilmemiş veriye erişim muhafaza edilecektir.⁷⁷ Bu görüş çerçevesinde, unutulma hakkı kullanıldığında, zincir dışında tutulan veri tabanındaki has değerleri ve ilgili kişisel veriler imha edilecektir. Zincir dışındaki veri tabanındaki bilgiler yok edildiğinde, zincirde yer alan hash değerleri ile

⁷⁶ Artzt/Long/Determann, 5.06.[B]; Özer, s. 245.

⁷⁷ European Commission, Blockchain Now and Tomorrow, s. 17 (July 2019), <https://publications.jrc.ec.europa.eu>.

zincir dışı veri tabanında bulunan veriler arasındaki bağlantı da yok edilmektedir. Bu şekilde, hem işlemin bütünlüğü korunabilir hem de işlemin kendisinin silinmesi mümkün olabilir.⁷⁸ Aynı zamanda bu yöntemin veri minimizasyonu ilkesine de hizmet edeceği düşünülmektedir.⁷⁹ Bunların yanı sıra, bu çözüm kapsamında, blokzinciri zincir dışı depolama sistemlerinin güvenlik açıklarına ve ayrıca potansiyel olarak güvenilir üçüncü taraflara duyulan ihtiyaca maruz bırakılmış olmakta⁸⁰, ayrıca blokzincirinin değiştirilemezlik özelliği feda edilmektedir.⁸¹ Bu nedenle, bazı yazarlar bu çözümün kabul edilebilir olup olmadığı konusunda net bir tavır takınabilmek için kavuşturmak için düzenleyici bir rehber oluşturulmasının hala gerekli olduğunu önermektedir.⁸² Tüm bunlara ek olarak, değişiklik yapma imkanı getirmek için önerilen bu yöntemde, kişisel veriler hashlenmiş olarak da olsa blokzincirinde (on-chain) tutulmakta olduğu da gözden kaçırılmamalıdır.

c- Silme Talebi

KVKK m. 11 f. 1 b. e)'ye göre ilgili kişi, kendisine dair kişisel verilerin silinmesini veya yok edilmesini isteme hakkına sahiptir. Bunun için m. 7 çerçevesinde öngörülen koşulların yerine getirilmiş olması gerekmektedir. KVKK m. 7'ye göre ise kişisel verilerin işlenmesini gerektiren sebepler ortadan kalktığında bunlar re'sen ya da ilgili kişinin talebi üzerine silinmeli ya da yok edilmelidir. Silinmek, Kişisel Verilerin Silinmesi, Yok Edilmesi veya Anonim Hale Getirilmesi Hakkında Yönetmelik m. 8 f. 1'de "kişisel verilerin ilgili kullanıcılar için hiçbir şekilde erişilemez ve tekrar kullanılamaz hale getirilmesi" olarak tanımlanmıştır. Yok edilme ise aynı yönetmelik m. 9 f. 1'de "kişisel verilerin hiç kimse tarafından hiçbir şekilde erişilemez, geri getirilemez ve tekrar kullanılamaz hale getirilmesi" olarak tanımlanmaktadır.

Silinmeden bahsetmek için ilgili verilere erişimin sınırlandırılması yeterli olacaktır. Yok etmenin söz konusu olabilmesi için ise verinin kaydedildiği taşıyıcının ortadan kaldırılması gerekmektedir.⁸³

78 *Ganne, E. Blockchain's Practical and Legal Implications for Global Trade and Global Trade Law, M. Burri (Ed.), Big Data and Global Trade Law, Cambridge 2019, s. 128-159, s. 149.*

79 *Kulhari, Shradha: Building Blocks of a Data Protection Revolution: The Uneasy Case for Blockchain Technology to Secure Privacy and Identity, s. 45.*

80 *Gökçe/Tatar/Nussbaum, s. 8.*

81 *Mirchandani, s. 1230.*

82 *Finck, Michèle 'Blockchain and the General Data Protection Regulation Can distributed ledgers be squared with European data protection law?', European Parliamentary Research Service, 2019, s. 32.*

83 *Çekin, s. 338.*

Bu bakımdan ortaya çıkan ilk sorun, silme talebinin kime yöneltileceğinin belirlenmesi noktasında karşımıza çıkmaktadır. Zira veri sorumlusunun belirlenmesindeki güçlük, veri sorumlusunun veri koruma mevzuatı kapsamındaki haklarını kullanması bakımından belirsizlik yaratmaktadır.⁸⁴

Ayrıca, blokzincirinin değiştirilemez (*immutable*) ve müdahaleye dayanıklı (*tamper-proof*) olması edeniyle, blokzincirinde yer alan verilerin silinmesi oldukça zordur. Blokzincirinde, bloklar birbirine kriptografik hash değerleri silsilesi ile bağlanmaktadır. Bir blokta yer alan verinin sonradan değiştirilmesi veya silinmesi, blokzincirindeki “zincirlerin kırılmasına” yol açacaktır.⁸⁵ Blokzincirine veri eklenebilmekle birlikte, kaydedilmiş bir verinin blokzincirinden çıkarılması mümkün değildir. Blokzincirinde yapılabilecek en fazla şey, eski, yanlış verilerin yerine yeni veriler koymaktır; ki bu durumda da eski veriler daha geride kalan bir bloğun parçası olarak blokzincirinde kalmaya devam etmektedir.⁸⁶

Bu konuda önerilen çözüm yollarından biri, kişisel veri niteliğini haiz verilerin blokzincirinin dışında tutulması ve blokzincirde yalnızca bu veriye erişim sağlayacak hash değerinin yer almasıdır.⁸⁷ Böylece, gerektiği takdirde, blokzinciri dışında (off-chain) tutulan kişisel veri silinecektir. Silme işlemi yapıldıktan sonra bu veriye blokzinciri üzerinden erişilmesi mümkün olmayacaktır.⁸⁸ Ancak bir önceki başlıkta aktarmış olduğumuz düzeltme hakkının kullanılması bakımından ortaya çıkan ve endişeler, silme hakkı bakımından da geçerlidir.

IV. Blokzincirinde Kurulan Akıllı Sözleşmeler ve Kişisel Veriler

23 Şubat 2022’de Avrupa Birliği’nde taslak “AB Veri Yasası” (*EU Data Act*) yayınlandı. Bu yeni düzenleme ile amaç, kullanıcılara, bir ürün ya da hizmet kullanırken üretilen veri üzerinde kontrole dayalı bir erişim sağlamaktır. Bu taslak ile, tüketiciler ve şirketlerin verileriyle neler yapabileceği konusunda kontrol sağlanmak istenmekte, diğer taraftan, verilere kimin ve hangi koşullarda erişebileceğine ilişkin bir hukuki çerçeve çizilmek istenmektedir. Nihai

84 *Jiménez-Gómez*, Briseida Sofia, s. 326.

85 *Tatar/ Gökçel/ Nussbaum*, s. 5.

86 *Mirchandani*, s. 1223. Ayrıca bkz. Voss, s. 92.

87 *Blokzincirlerde Güvenlik ve Mahremiyet*, s. 59.

88 *Güçlütürk*, s. 38. Yazar bu yöntemde de bazı noktalara dikkat edilmesi gerektiğine dikkat çekmektedir.

hedeflerden biri de Avrupa Birliği iç pazarının ekonomik büyümesi için bir ürün veya ilgili hizmetin kullanılmasıyla üretilen verileri harekete geçirmektir.⁸⁹

Akıllı sözleşmelerin, veri paylaşımının sorunsuz bir şekilde gerçekleştirilmesi bakımından yararlı olduğu düşünülmektedir. Zira dağıtık defter teknolojisi tabanlı akıllı sözleşmeler, veri sahiplerine ve veri alıcılarına veri paylaşımına ilişkin koşullara uyulduğunu garanti etme potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, verilerin otomatik ve birlikte çalışabilirlik prensiplerine uygun şekilde kullanımını kolaylaştırırlar.

Aynı tasarıda, akıllı sözleşmeler bakımından bazı şartlar öngörülmüştür.⁹⁰ Taslak AB Veri Yasası'nın 30(1) maddesine göre, akıllı sözleşmeler, işlevsel hatalara ve üçüncü kişilerce yapılan manipülasyonlara karşı yüksek derecede koruma sağlamalıdır ('sağlamlık'). Ayrıca, akıllı sözleşmeler, sözleşmeyi sıfırlayabilen veya icra edilmesini durdurabilen dahili işlemlere sahip olmalıdır ('güvenli sona erdirmeye ve durdurma'). Bunun yanı sıra, sonlandırılmış bir akıllı sözleşmenin geçmişte veriler üzerinde gerçekleştirilen işlemlerin kaydını tutmak ('veri arşivleme ve süreklilik') için işlem verilerini, akıllı sözleşme mantığını ve kodu arşivlemek mümkün olmalıdır ('denetlenebilirlik'). Son olarak, akıllı sözleşme, hem yönetim hem de akıllı sözleşme seviyelerinde erişim kontrol mekanizmaları aracılığıyla korunmalıdır ('erişim kontrolü'). Bu şartlar Avrupa Birliği'nde özellikle akıllı sözleşmeler bakımından karşılanması güç şartlar öngörmesi açısından pek olumlu karşılanmamıştır.

Sonuç

Endüstri 4.0 döneminde, Web 3.0 çerçevesinde de karşımıza çıkan blokzinciri teknolojisi, tıpkı gelişmekte olan tüm diğer teknolojilerde olduğu gibi, bazı hukuk kurallarının uygulanabilirliği açısından soru işaretlerini beraberinde getirmektedir. Blokzinciri teknolojisinin yaygınlaşması ile birlikte uyum sağlaması gereken disiplinlerden biri de kişisel verilerin korunması olmuştur. Blokzinciri teknolojisi ile kişisel verilerin korunması hukuku kurallarının bir işbirliği mi yoksa çatışma içinde mi olduğu son yıllarda gündemi meşgul eden tartışmalardan biridir.

Belirtmek gerekir ki, halka açık (public) blokzincirleri, veri koruma hukuku perspektifinden bakıldığında daha fazla endişe yaratmaktadır. Bu

89 Data Act: Commission proposes measures for a fair and innovative data economy, 23 Şubat 2022, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_1113.

90 Bkz. Ayrıntılı bilgi için bkz. EU Data Law Proposal Could Radically Change Blockchain Smart Contracts, 28 Şubat 2022, <https://www.pymnts.com/blockchain/2022/european-union-data-law-proposal-could-radically-change-smart-contracts/>.

nedenle, gizlilik açısından bakıldığında, özel blokzincirleri çok daha kolay mevcut kurallara entegre edilebilecektir. Blokzinciri teknolojisinin kişisel verilerin korunması mevzuatıyla çatışmasına yol açan yönlerinden biri, blokzincirinin şeffaflığı ve değişikliğe kapalı olmasıdır. Hem kamu hem de özel/konsorsiyum platformuyla ilişkili şeffaflık ve değişmezlik sorunlarının, büyük ölçüde, “privacy by design” önlemleri uygulanarak ele alınabileceği belirtilmektedir.⁹¹: Bunlardan biri, defterin tamamının bütün düğümlerde saklanmamasıdır. İkincisi, değiştirilebilir blokzincirinde, hash fonksiyonunun sonucunu değiştirmeden temelde yer alan bilgileri değiştirmeye izin veren “chameleon” hash fonksiyonunun kullanılmasıdır. Böylece, hash'in halihazırda platforma dahil edildiği temel bilgilerde değişiklik yapılması mümkün hale gelir ve bu da hataların düzeltilmesini mümkün kılar. Daha radikal bir gizlilik çözümü olarak, kişisel verilerin hashlenmiş olarak veya başka bir şekilde, blokzinciri üzerinde hiç saklamamaktır. Bunun yerine, blok zinciri, kişilerin kendi egemenliğindeki kimlik yönetimi için kullanılabilir.⁹²

Merkeziyetsiz kimlik yönetimi, kullanıcıların kendi kimliklerinin gerçek sahibi olmasını sağlamakta ve aslında Web 3.0'ın temel hedefleriyle de örtüşmektedir.⁹³ Blockchain altyapısı üzerine kurulan dijital kimlik yönetimi çözümü, veri sahiplerine, kişisel verilerinin ne kadarına kimlerin erişebileceği ve bunların hangi amaçlarla kullanılacağı konusunda tam kontrol sağlamaktadır. Böylece kişisel veriler üzerindeki kontrol, veri sahiplerine geri verilmekte ve gizlilik yönetiminde veri sahipleri aktif hale gelmektedir.⁹⁴

Son olarak belirtmek gerekir ki, blokzinciri teknolojisinin de kişisel verileri koruma mevzuatlarının da ortak amacı veri mahremiyetinin ve güvenliğinin korunmasıdır. Farklılaşan tarafları ise, bu amacın nasıl gerçekleştirileceği noktasında ortaya çıkmaktadır. Örneğin, şeffaflık, veriler üzerinde artan bireysel kontrol, veri minimizasyonu ve şifreleme gibi kavramlar, blokzinciri teknolojisinin temelinde yer alır ve aynı zamanda kişisel verilerin korunması mevzuatının da temel taşlarındandır.⁹⁵ Bu bağlamda blokzincirinin ve kişisel verileri koruma mevzuatlarının başarmaya çalıştıkları şeye odaklanarak çözüm yollarını değerlendirmek, çatışmaların önüne geçilmesi bakımından

91 *Moerel* s. 228 vd. Blokzincirde kişisel verilerin işlenmesi aşamasında mahremiyeti sağlayabilmek için kullanılacak teknik yöntemler hakkında ayrıca blz. Blokzincirlerde Güvenlik ve Mahremiyet, s. 61 vd.

92 *Moerel*, s. 231.

93 *Tobin*, Andrew ve *Reed*, Drummond: “The Inevitable Rise of Self-Sovereign Identity”, <https://sovrin.org/wp-content/uploads/2018/03/The-Inevitable-Rise-of-Self-Sovereign-Identity.pdf>, 2017, 3.

94 *Kulhari*, s. 46. Aynı yönde bkz. *Gökçe/Tatar/Nussbaum*, s. 6.

95 *Mirchandani*, s. 1227.

yararlı olacaktır.⁹⁶ Aksi takdirde, özellikle hukuki belirsizlik ortamı, inovasyonun önüne geçerek teknolojinin potansiyelini baltalaması kaçınılmazdır.

Kaynakça

- Akinola, Ayomide: A Brief History of the Web - The Transition from Web 1.0 to 2.0 and Web 3.0, 17 Şubat 2022, <https://web3.hashnode.com/a-brief-history-of-web-3>.
- Araalan, Cemal: 'Akıllı Sözleşmeler', *Terazi Hukuk Dergisi*, Cilt 15, Sayı 163, Mart 2020, s. 501-515.
- Matthias Artzt/ William Long ve Lothar Determann, Blockchain and Data Privacy, Handbook of Blockchain Law: A Guide to Understanding and Resolving the Legal Challenges of Blockchain Technology, (eds. Matthias Artzt, Thomas Richter).
- Bayon, Pablo Sanz: 'Key Legal Issues Surrounding Smart Contract Applications', *Korea Legislation Research Institute Journal of Law and Legislation*, Vol. 9, Nr. 1, 2019, s. 63-91.
- Bertram, Ute: 'Smart Contracts, Praxisrelevante Fragen zu Vertragsabschluss, Leistungsstörungen und Auslegung', *Monatsschrift für Deutsches Recht*, 23, 2018, s. 1416-1421.
- Bilski, Nico: Blockchain-Technologie, Smart Contracts und selbstvollziehende Verträge- Eine Analyse der Chancen und Risiken einer Zukunftstechnologie sowie der Vereinbarkeit der Systemkreise Technik und Recht, Leipzig 2019.
- Blockchain Türkiye, Kişisel Verilerin Korunması Hukuku Ve Blokzinciri Teknolojisi Raporu, Hukuk, Düzenlemeler ve Kamu İlişkileri Çalışma Grubu, Kasım 2019.
- Alex Biryukov, Dmitry Khovratovich and Ivan Pustogarov, 'Deanonymisation of Clients in Bitcoin P2P Network', Proceedings of the 2014 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security (2014), <https://arxiv.org/abs/1405.7418>.
- Blemus, Stéphane: 'Law and Blockchain: A legal perspective on current regulatory trends worldwide', *Revue Trimestrielle de Droit Financier*, No. 4, 2017, s. 1-15.
- Blockchain Türkiye Platformu, Kişisel Verilerin Korunması Hukuku Ve Blokzinciri Teknolojisi Raporu, https://bctr.org/dokumanlar/KVKK_ve_Blokzincir_Teknolojisi.pdf.
- Blokzincirlerde Güvenlik ve Mahremiyet, Ed. Özlem Özkan, Nisan 2020.
- Blum, Germaine: Smart Contracts (Grundlagen, Leistungsstörungen und Rechtsdurchsetzungsmechanismen), Zürich/Basel/Genf, 2018.
- Buchleitner, Christina/ Rabl, Thomas: 'Blockchain und Smart Contracts', *Ecolex*, Nr 1, 2017, s. 4-14.
- Cieplak, Jenny/ Leefatt, Simon: 'Smart Contracts: A Smart Way To Automate Performance', *Georgetown Law Review*, Vol. 417, Nr.1, 2017, s. 417-427.

96 Gökçe/Tatar/Nussbaum, s. 6.

- Cuccuru, Pierluigi: 'Beyond Bitcoin: An Early Overview on Smart Contracts', *International Journal of Law and Information Technology*, Vol. 25, Issue 3, 1 September 2017, s. 179–195.
- Çağlayan Aksoy, Pınar: Akıllı Sözleşmelerin Kuruluşu ve Geçerlilik Şartları, 2. Baskı, İstanbul 2021.
- Çekin, Mesut Serdar: 'Borçlar Hukuku ile Veri Koruma Hukuku Açısından Blockchain Teknolojisi ve Akıllı Sözleşmeler: Hukuk Düzenimizde Bir Paradigma Değişimine Gerek Var mı?', *İstanbul Hukuk Mecmuası*, Cilt 77, Sa. 1, 2019, s. 315-341.
- Dangi, Swati: 'Are Smart Contracts the Future of Contracts?', *PM World Journal*, Vol. VIII, Issue IX, October 2019, s. 1-15.
- De Filippi, Primavera/Wright, Aaron: *Blockchain and the Law*, Cambridge, Massachusetts, London, England 2018.
- De Caria, Riccardo: 'The Legal Meaning of Smart Contracts', *European Review of Private Law*, Nr. 6, 2019, s.731-751.
- Dell'Erba, Marco: 'Demystifying Technology. Do Smart Contracts Require a New Legal Framework? Regulatory Fragmentation, Self-Regulation, Public Regulation', *University of Pennsylvania Journal of Law & Public Affairs*, Forthcoming, <https://ssrn.com/abstract=3228445> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3228445>, (Son Erişim Tarihi: 8.12.2020).
- Duke, Anne: 'What does the CISG Have to Say about Smart Contracts: A Legal Analysis', *Chicago Journal of International Law*, Vol. 20, No. 1, Summer 2019, s. 141-177.
- Eschenbruch, Klaus/ Gerstberger, Robert: 'Smart Contracts Planungs-, Bau- und Immobilienverträge als Programm', *Neue Zeitschrift für Baurecht und Vergaberecht*, Heft 1, 2018, s. 3-8.
- Essebier, Jana/ Dominic, A.Wyss: 'Von der Blockchain zu Smart Contracts', *Jusletter*, 24 April 2017.
- Favrod-Coune, Pascal/ Belet, Kevin: 'La convention d'arbitrage dans un smart contract', *Aktuelle Juristische Praxis*, 9/ 2018, s. 1105-1117.
- Finck, Michèle 'Blockchain and the General Data Protection Regulation Can distributed ledgers be squared with European data protection law?' [2019] European Parliamentary Research Service.
- Game, E. (2021). Blockchain's Practical and Legal Implications for Global Trade and Global Trade Law. In M. Burri (Ed.), *Big Data and Global Trade Law* (pp. 128-159). Cambridge: Cambridge University Press, 149.
- Gatteschi, Valentina/ Lamberti, Fabrizio/ Demartini Claudio: 'Technology of Smart Contracts', *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*, ed. Larry A. DiMatteo/ Michel Cannarsa/ Cristina Poncibo, Cambridge 2019, s. 37-58.
- Geiregat, Simon: 'Cryptocurrencies are (smart) contracts', *Computer Law and Security Review*, Vol. 34, Issue 5, 2018, s. 1144-1149.
- Gilcrest, Jack/ Carvalho, Arthur: 'Smart Contracts: Legal Considerations', *2018 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, Seattle, 2018, s. 3277-3281.
- Glatz, Florian: 'Blockchain- Ein Paradigmenwechsel?', *Rechtshandbuch Legal Tech*, hrsg. Stephan Breidenbach/ Florian Glatz, München 2018, s. 59-78.

- Governatori, Guido/ Idelberger, Florian/ Milosevic, Zoran/ Riveret, Regis/ Sartor Giovanni/ Xu, Xivei: ‘On legal contracts, imperative and declarative smart contracts and blockchain systems’, *Artificial Intelligence Law*, Vol. 26, Nr. 4, 2018, s. 377-409. (kısalt. Governatori et al.).
- Green, Sarah: ‘Smart Contracts: Interpretation and Rectification’, *Lloyd’s Maritime And Commercial Law Quarterly*, Vol. 2018, Nr. 2, 2018, s. 234-251.
- Grimmelmann, James: ‘All Smart Contracts Are Ambiguous’, *Pennsylvania Journal of Law and Innovation*, Vol. 2, No. 1, 2019, s. 1-22.
- Grundmann, Stefan/ Hacker, Philipp: ‘Digital Technology as a Challenge to European Contract Law: From the Existing to the Future Architecture’, *European Review of Contract Law*, Vol. 13, Nr. 3, 2017, s. 255-293.
- Guggenberger, Nikolas: ‘Smart Contracts, ICOs und Datenschutz’, *Handbuch Multimedia-Recht Rechtsfragen des elektronischen Geschäftsverkehrs*, hrsg. Thomasan Hoeren, Ulrich Sieber, Bernd Holzngel, München 2020 (kısalt. Guggenberger, Smart Contracts).
- Güçlütürk, Osman Gazi: Blokzincir Üzerinde Depolanan Verilerin Kişisel Veri Niteliği ve Silinemezlik, Yok Edilemezlik Sorunu, *Kişisel Verileri Koruma Dergisi*, 2019, Cilt 1, Sayı 2, s. 30-40
- Güven Vedat ve Şahinöz Erkin, *Blokzincir - Kripto Paralar – Bitcoin*, Kronik 2018.
- Gyr, Eleonor: *Blockchain und Smart Contracts: Die vertragsrechtlichen Implikationen einer neuen Technologie*, Basel 2019.
- Gyr, Eleonor: ‘Dezentrale Autonom Organisation (DAO) Eine juristische Betrachtungsweise’, *Jusletter*, 4 Dezember 2017.
- Hanzl, Martin: *Handbuch Blockchain und Smart Contracts*, Wien 2020.
- Heckelmann, Martin: ‘Zulässigkeit und Handhabung von Smart Contracts’, *Neue Juristische Wochenschrift*, Heft 8, 2018, s. 504-510.
- Hess, Martin/ Lienhard, Stephanie: ‘Übertragung von Vermögenswerten auf der Blockchain, Darstellung der technischen Grundlagen und der Übertragungsformen de lege lata et feranda’, *Jusletter*, 4. Dezember 2017.
- Hess, Martin/ Spielmann, Patrick: ‘Cryptocurrencies, Blockchain, Trading Venues & Co., Digitized Assets under Swiss law’, *Capital Markets Law and Transactions XII*, Europa Institut, Zürich, 2017, s. 145-202.
- Jaccard, Gabriel Olivier Benjamin: ‘Smart Contracts and the Role of Law’, *Jusletter IT*, 23 November 2017.
- Jacobs, Christoph/ Lange-Hausstein, Christian: ‘Blockchain und Smart Contracts: zivil und aufsichtsrechtliche Bedingungen’, *Der IT-Rechts-Berater*, Nr.1, 2017, s. 10-15.
- Jiménez-Gómez, Briseida Sofia: “Risks of Blockchain For Data Protection: A European Approach”, *Santa Clara High Technology Law Journal* 2020, C. 36, 281-343, s. 290-291
- Karl, Jessica: *Die Vereinbarkeit von Smart Contracts mit dem deutschen Rechtssystem*, Norderstedt 2018.
- Kaulartz, Markus: ‘Blockchain und Smart Contracts’, *DGRI Jahrbuch*, 2017, s. 179-190 Kaulartz, Markus/ Heckmann, Jörn: ‘Smart Contracts- Anwendungen der Blockchain Technologie’, *Computer und Recht*, Vol. 32, Issue 9, 2016, s. 618-624.

- Kipker, Dennis-Kenji / Birreck, Piet / Niewöhner, Mario / Schnorr, Timm: 'Rechtliche und technische Rahmenbedingungen der „Smart Contracts“ Eine zivilrechtliche Betrachtung', *Zeitschrift für IT-Recht und Recht der Digitalisierung*, Heft 8, 2020, s. 509-513.
- Kulhari, Shraddha: Building Blocks of a Data Protection Revolution: The Uneasy Case for Blockchain Technology to Secure Privacy and Identity
- Lingwall, Jeff/ Mogallapu, Ramya: 'Should Code Be Law: Smart Contracts, Blockchain and Boilerplate', *University of Missouri-Kansas City Law Review*, Vol. 88, No. 2, Winter 2019, 285-322.
- Linder, Thomas/ Meyer, Stephan D.: 'Die Steuerrechtliche Behandlung von Bitcoin und Anderen Kryptowährungen', *Zürcher Steuerpraxis*, Heft 3, September 2017, s. 191-210.
- Mann, Maximilian: 'Die Decentralized Autonomous Organization- ein neuer Gesellschaftstyp? Gesellschaftsrechtliche und kollisionsrechtliche Implikationen', *Neue Zeitschrift für Gesellschaftsrecht*, Heft 26, 2017, s. 1014-1020.
- Mik, Eliza: 'Blockchains A Technology for Decentralized Marketplaces', *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*, ed. Larry A. DiMatteo/ Michel Cannarsa/Cristina Poncibo, Cambridge 2019, s. 160-182.
- Mirchandani, Anisha: The GDPR-Blockchain Paradox: Exempting Permissioned Blockchains from the GDPR, 29 *Fordham Intell. Prop. Media & Ent. L.J.* 1201-1241, s.1224-1225
- Lokke Moerel, Blockchain and Data Protection. In L. DiMatteo, M. Cannarsa, & C. Poncibò (Eds.), *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms* (Cambridge Law Handbooks, pp. 213-232)
- Mohd Javaid, Abid Haleem, Ravi Pratap Singh, Shahbaz Khan, Rajiv Suman, "Blockchain technology applications for Industry 4.0: A literature-based review, *Blockchain: Research and Applications*, Volume 2, Issue 4, 2021, s. 1 vd.
- Müller, Martin: 'Bitcoin, Blockchain and Smart Contracts Technische Grundlagen und mögliche Anwendungsbereiche in der Immobilienwirtschaft', *Zeitschrift für Immobilienrecht*, Heft 17-18, 4 September 2017, s. 600 vd.
- Özer, Yusuf Mansur: Kişisel Verilerin Korunmasında Blokzinciri Modeli: Vaatler ve Hukuki Engeller, *Şubat* 2020, s. 219.
- Pesch, Paulina Jo: 'Blockchain, Smart Contracts und Datenschutz', *Smart Contracts*, hrsg. Martin Fries/Boris Paal, Tübingen, 2019, s.13-24.
- Piller, François: 'Virtuelle Währungen- Reale Rechtsprobleme?, Eine zivil- und vollstreckungsrechtliche Untersuchung aus der Sicht der Bitcoin-Nutzer', *Aktuelle Juristische Praxis*, 2017, s. 1426-1438.
- Pittl, Raimund/ Gottardis, Lukas: 'Smart Contracts- An Analysis from the Perspective of Austrian Law', *Journal of European Consumer and Market Law*, Issue 5, 2019, s. 205- 208.
- Schawe, Nadine: 'Blockchain und Smart Contracts in der Kreativwirtschaft – mehr Probleme als Lösungen', *Zeitschrift für IT-Recht und recht der Digitalisierung*, Heft 4, 22. Jahrgang, 2019, s. 218-223.
- Schrey, Joachim/ Thalhoffer, Thomas: 'Rechtliche Aspekte der Blockchain', *Neue Juristische Wochenschrift*, Heft 20, 2017, s. 1431-1436.
- Schönfeld, Christian: 'Smart Contracts under Swiss Law', *The FintechEdition 2018*, ed. George A. Walker, London 2018.

- Schurr, Francesco A.: ‘Anbahnung, Abschluss und Durchführung von Smart Contracts im Rechtsvergleich’, *Zeitschrift für Vergleichende Rechtswissenschaft*, Heft 3, 2019, s. 257-284.
- Söbbing, Thomas: ‘Smart Contracts und Blockchain Technologie’, *Der IT-Rechts-Berater*, 2018, s. 43-46.
- Szostek, Dariusz: *Blockchain and the Law*, Baden-Baden 2019.
- Tatar, Unal/ Gökçe, Yasir ve Nussbaum, Brian: Law versus Technology: Blockchain, GDPR and tough tradeoffs, *Computer Law and Security Review* 28 (2020), 1-11.
- Temte, Morgan N.: ‘Blockchain Challenges Traditional Contract Law: Just How Smart Are Smart Contracts?’, *Wyoming Law Review*, Vol.19, Nr. 1, 2019, s. 87-117.
- Usta, Ahmet/ Doğantekin, Serkan: Blockchain 101, v2, Bankalararası Kart Merkezi, <https://bctr.org/dokumanlar/Blockchain101v2r2.pdf> (Son Erişim Tarihi: 03.08.2021)
- Vigliotti, Maria Grazia/Jones, Haydn: ‘Smart Contracts’, *The Executive Guide to Blockchain*, Cham 2020, s. 133-149.
- von dem Bussche, Axel Freiherr: Data Protection 4.0 for Industry 4.0, K. Jacob et al. (eds.), *Liquid Legal, Law for Professionals*, s. 479-492.
- Voss, W. Gregory Gregory: Data Protection Issues for Smart Contracts. Marcelo Corrales Compagnucci, Mark Fenwick, & Stefan Wrba (eds). *Smart Contracts: Technological, Business and Legal Perspectives*, Hart Publishing, s.79-100, s. 85.
- Weber, Rolf H.: ‘Contractual Duties and Allocation of Liability in Automated Digital Contracts’, *Digital Revolution: Challenges for Contract Law in Practice*, ed. Reiner Schulze and Dirk Staudenmayer, Nomos 2019, s. 163-187. (kısalt. Weber, Digital Contracts).
- Weiss, Alexander: *Zivilrechtliche Grundlagenprobleme von Blockchain und Kryptowahrungen*, Juristische Schulung 2019, s. 1050- 1057.
- Werbach, Kevin/Cornell, Nicolas: “Contracts *Ex Machina*”, *Duke Law Journal*, Vol. 67, 2017, s. 313-382.

Akıllı Sözleşmelerin Oluşturulması Aşamasında Tasarım Kalıplarından (Desenlerinden) Yararlanılması

Tuğçe Tomrukçu

Özyeğin Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Doktora Öğrencisi

“Towns and buildings will not be able to become alive, unless they are made by all the people in society, and unless these people share a common pattern language, within which to make these buildings, and unless this common pattern language is alive itself.”

Christopher W. Alexander

Özet

Akıllı sözleşme kavramı ilk olarak 1996 yılında Nick Szabo tarafından “*dijital formatta belirlenmiş, protokolleri kapsayan, içerisinde tarafların da taahhütlerini ifa ettiği bir vaat sistemidir*” şeklinde tanımlanmıştır. Tanımda da ifade edildiği üzere, akıllı sözleşmelerin icrası önceden belirlenmiş algoritmalar (tanımda protokoller) çerçevesinde gerçekleşir. Akıllı sistemler çok fazla parametre barındırdığından, sıradan bir kullanıcı tarafından anlaşılmaları çok zordur. Oysaki, sözleşmeler kullanıcılar için vardır ve onların anlayabileceği formatta ve hukuka uygun yapılmaları gereklidir. Ancak akıllı sözleşmeler çoğunlukla hukukçular tarafından hazırlanmamaktadır. Dolayısıyla da hukuk konusunda uzmanlığı olmayan birbirinin karmaşık sözleşme süreçlerini içeren sözleşmeler hazırlaması ve bunu hukuka uygun olarak yapması her zaman mümkün değildir. Bu nedenle, günümüzde konuyla ilgili hukuki süreçlerin hukuk alanında uzmanlığı olmayan kişilere nasıl anlatılabileceği ve onlarla ortak konular üzerinde nasıl anlaşılabilir çalışılabileceği, üzerinde düşünülmesi gereken bir konudur. Çünkü akıllı sözleşmelerin hukuka uygun olarak tasarlanması amaçlanıyorsa ortak bir dil geliştirilmelidir. Bu çalışmada açıkladığımız bu sorunun üstesinden gelmek için “tasarım kalıbı” oluşturma fikri anlatılacaktır. Tasarım kalıpları ilk önce mimari tasarım amaçlı ortaya çıkmış; ardından bilgisayar bilimlerinde kullanılmış ve bugün de literatürde sözleşmeler hukuku alanında tasarım kalıplarının oluşturulması gerektiği ifade edilmiştir.

Abstract

The concept of smart contract was first defined by Nick Szabo in 1996 as “a set of promises, specified in digital form, including protocols within which the parties perform on these promises”. As stated in the definition, the execution of smart contracts takes place within the framework of predetermined algorithms (protocols in definition). Intelligent systems are very difficult to understand by an ordinary user because they contain a large number of parameters. However, contracts exist because of users and must be made in a format that can be understood and in accordance with the law. But smart contracts are mostly not created by lawyers. Therefore, it is not always possible for those who do not have expertise in law to prepare contracts that include complex contract processes and to do so in accordance with the law. For this reason, how the legal processes related to the subject can be explained to people who do not have expertise in the field of law and how to work with them on common issues has become an issue that must be addressed. Because if it is aimed to design smart contracts in accordance with the law, a common language should be developed. In order to overcome the problem, we have explained in this study, the idea of creating a "design pattern" will be explained. Design patterns first appeared for the purpose of architectural design; then it was used in computer science. According to modern legal doctrine, design patterns should be created in the field of contract law.

Giriş

Akıllı sözleşmeler ilk olarak 1996 yılında Nick Szabo tarafından ifade edilmiş ve “akıllı bir sözleşme, önceden belirlenmiş koşullara dayalı olarak ve bu belirli koşullar karşılandığında eylemde bulunan yazılım araçları olarak tanımlanabilir” şeklinde tanımlanmıştır.¹ Ancak çalışmanın amaçları doğrultusunda akıllı sözleşmeleri, “akıllı yasal sözleşmeler” olarak ifade edilen “sözleşmeye ait yükümlülüklerin bir kısmının veya tamamının bir bilgisayar programı şeklinde ifade edildiği ve otomatik olarak gerçekleştirildiği bağlayıcı sözleşme”² kısım ile sınırlandırıyoruz.

Akıllı sözleşmeler sözleşmenin bir kısmını veya tamamını otomatikleştirdiği için zaman ve maliyet açısından faydalı görünse de aslında akıllı sistemler sıradan kullanıcıların anlamakta güçlük çekeceği pek çok bileşen barındırır. Elbette ki kullanıcıların akıllı sözleşmenin hazırlanma aşamasındaki

1 Szabo, Nick: Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets, 1996, Nick Szabo -- Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets (uva.nl) Son erişim tarihi, 31.07.2022.

2 UK The Law Commission: Smart legal contracts Advice to Government, 2021, Smart contracts | Law Commission, s. 1-2. Son erişim tarihi, 31.07.2022.

işlemleri anlaması beklenemez ancak kuracağı sözleşme ilişkisindeki hak ve yükümlülüklerini anlamalıdır. Bugün aslında akıllı sözleşmeler bağlamında Robert de Rooy'un "çizgi roman sözleşmelerini (*comic contract*)" fikrini ortaya atmasına neden olan noktadayız. De Rooy "sözleşmelerin avukatlar tarafından avukatlar için yazıldığını" ve bu nedenle de okur yazarlığı düşük veya olmayan insanların anlamasının zor olduğunu ifade etti.³ Sözleşmelerin daha iyi anlaşılmasını sağlamak için görselleştirerek çizgi roman sözleşmelerini yarattı. Bugün baktığımız da ise normal kullanıcıların çoğunun sözleşmelerin yeni dili⁴ olarak ifade edebileceğimiz "kod" okur yazarlığı bulunmamaktadır. Bu nedenle sözleşme şartlarını anlatan metin veya görsel arayüzün bulunması önemlidir. Ancak dijital ortamda sözleşmelerin normal dilde yazılmış formlarına baktığımız da bu formların çoğu anlaşılabilirlikten uzak bazen birbirine linkler ile bağlanan bu nedenle de okuyucu için daha da karmaşık hale gelen uzun metinlerden oluşur. Bu nedenle akıllı sözleşmenin kullanıcı dostu bir arayüzle sunulması kullanıcılara anlama kolaylığı sağlar. Kullanıcı dostu arayüz karmaşıklığı gizlemeli ve sistemin kullanıcı tarafından kullanılmasını basitleştirmelidir.⁵

Sözleşmeleri görselleştirmenin amacı şu şekilde sıralanabilir:⁶

1. Anlamayı desteklemek (Yazı olarak anlaşılmayan veya anlamı kapalı olan cümleleri açıklığa kavuşturmak),
2. Sözleşme tarafları arasındaki algı ve ilişkileri geliştirmek (sözleşme ile ulaşılmak istenen hedefleri taraflar arasında görünür kılmak, açık ve şeffaf iletişim geliştirmek),
3. Taraflar arasındaki iş birliğini desteklemek (tarafların zımni varsayımlarını görünür kılarak beklentilerini göstermek. Karmaşık süreçleri basitleştirmek. (İletişimdeki dilden kaynaklı sorunların/belirsizliklerin üstesinden gelmek).

Akıllı sözleşmelerin daha fazla fayda sağlaması için kodlamanın yanı sıra hukuki bilgi tasarımı da yapılmalıdır. Tüm tasarım projelerinin özel ve tekrarlanamaz olarak yapılması maliyeti çok artıran bir etken olarak lüks olarak görülebilir.⁷ Bu nedenle bu alanda tasarım kalıplarından (*design pattern*) yararlanılabilir.

3 Haapio, Helena and Rooy, de Robert and Barton, D. Thomas: "New Contract Genres", California Western School of Law Research Paper No. 18-8 2018, s. 2-3.

4 Megan, Ma: Writing in Sign: Code as the Next Contract Language? 2020, <https://law.mit.edu/pub/writinginsign/release/1>. Son erişim tarihi, 31.07.2022.

5 Barton, D. Thomas and Haapio, Helena and Passera, Stefania and Hazard, G. James: "Successful contracts: Integrating design and technology", Legal Tech, Smart Contracts and Blockchain, In Corrales, Marcelo and Fenwick, Mark and Haapio, Helena (eds), Singapore 2019. s. 66.

6 Barton/Haapio/Passera/Hazard, s. 69.

7 Barton/Haapio/Passera/Hazard, s. 76.

1. Tasarım Kalıpları ve Taslaklar

Sözleşme taslakları avukatlar tarafından sözleşme hazırlama süreçlerini hızlandırmak için kullandıkları içeriklerdir. Ancak tasarım kalıpları bir sorunun çözümünü içerir. Bu nedenle alınıp direk kullanılabilinecek içerik değildirler. O sorun bağlamında önleyici yaklaşımla var olan sürece göre özelleştirilerek kullanılır. Hazır bir çözüm veya içerik her zaman daha iyi karşlanır ve daha kolay bulunur ancak tasarım bu şekilde çalışmaz. Tasarım, özünde, bağlam içinde bir problem çözme yöntemidir. Problem çözmek daha iyi modeller/içerikler sunar.⁸

2. Tasarım Kalıpları

Tasarım kalıplarının ilk ortaya koyulduğu çalışmada bireylerin belirli çevresel ihtiyaçlarını karşılayan binalar için bir dizi “kalıp (*pattern*)” veya tasarım çözümleri tanımladılar. Bir kalıp, yinelenen bir tasarım sorunun çözümünü temsil etmektedir.⁹ Bu şekilde yenilenen her sorunu tekrar tekrar çözmeye gerek kalmadan (her seferinde tekerleği yeniden icat etmeden) tanımlanan sorunun çözümünü kullanabilirler.¹⁰

Tasarım kalıpları, belirli bir bölgede, şehirde veya mahallede büyümeyi planlamak, evler veya diğer binaları tasarlamak veya bir bina içinde odalar veya alanlar yaratmak için kullanılabilir belirlenmiş bir çözümü tanımlar. Her kalıp tekrarlayan bir problemin çözümü için birden fazla kez kullanılabilir bir çözüm sunar. Bu şekilde aynı sorunun her seferinde tekrar çözülmesine gerek kalmaz.¹¹

Bu çözümler tanımlanırken belirli insan ihtiyaçlarını karşılayan veya bir yapıdaki belirli sorunları çözen bir dizi tasarım kalıbı oluşturularak daha iyi binalar ve şehirler yaratmak için bir süreç oluştururlar.¹²

Her tasarım kalıbı diğer tasarım kalıplarıyla ilişkili olabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bir tasarım kalıbı kullanılarak kullanıcılar tarafından binalar,

8 Walliser-Berger, Gerlinde and Barton, D. Thomas and Haapio, Helena: “From Visualization to Legal Design: A Collaborative and Creative Process”, American Business Law Journal Summer 2017, Vol. 54, No. 2, s. 8-19.

9 Alexander, W. Christopher and Ishikawa Sara and Silverstein Murray and Jacobson Max and Fiksdahl-King Ingrid and Shlomo Angel: A pattern language: towns, buildings, construction, New York 1977, s. X.

10 Gerding F. Erik: “Contract as Pattern Language”, Washington Law Review 2013, Vol. 88, Iss. 4, s. 1324-1325.

11 Alexander/Ishikawa/Silverstein/Jacobson/Fiksdahl-King/Shlomo, s. x.

12 Alexander/Ishikawa/Silverstein/Jacobson/Fiksdahl-King/Shlomo, s. x vd.

bahçeler, kasabalar dediğimiz bu üç boyutlu kalıp kombinasyonlarının sonsuz çeşitliliğini yaratmalarına izin veren bir sistem sağlar.¹³

Mimari tasarım için bu sistemi yaratırken, dilbilim ve matematikten büyük ölçüde etkilenildiği ifade edilebilir. Tasarım kalıp diline baktığımızda mantıksal dillerin 2 temel özelliğini içerdiğini görebiliriz,¹⁴

1. Bir dizi öge veya sembol.
2. Bu sembolleri birleştirmek için bir dizi kural.

Şekil 1-Doğal Diller ve Kalıp Dili (Desenler)¹⁵

Doğal Diller	Kalıp Dili
Kelimeler	Kalıplar (desenler)
Dilbilgisi kuralları ve diğer kelimeler arasındaki bağlantılar	Anlamı belirleyen ve kalıplar arasında bağlantı kuran kalıplar
Cümleler	Binalar ve mekanlar

Doğal bir dil, kelimelerden ve onların birleşerek anlamlı bir cümle oluşturması için gerekli olan kurallardan oluşur. Aynı zamanda doğal bir dil kelimeler arasındaki ilişkileri de tanımlar. Her sözcüğü başka sözcüklerle tanımlayan ve sözcüklerin diğer sözcüklerle nasıl bağlantılı olduğunu gösteren karmaşık anlamsal bağlantılar ağı, bir semantik yapı vardır.¹⁶ Anlamlı cümleler oluşturmak için kelimeler ve dilbilgisi kuralları ne işe yarıyorsa aynı şekilde bir mimari tasarım kalıbı dili de anlamlı binalar oluşturmak için bu kalıpları birleştiren hem bir kalıplar sözlüğü hem de sözdizimi içerir.¹⁷ Alexander'ın, doğal dil sistemleri ile kalıp dilleri arasında doğrudan benzerlikler kurması sözleşmelerin tasarımı açısından kullanımı hakkında araştırmacıları düşünmeye yönlendirdi. Bu yön sözleşmelerin modüler tasarlanabilmesi ile ilgilidir.¹⁸

13 Alexander/Ishikawa/Silverstein/Jacobson/Fiksdahl-King/Shlomo, s. xviii.

14 Gerding, s. 1335; Alexander/Ishikawa/Silverstein/Jacobson/Fiksdahl-King/Shlomo, s. 183-84.

15 Ibid.

16 Gerding s. 1335-1336; Alexander/Ishikawa/Silverstein/Jacobson/Fiksdahl-King/Shlomo, s. 187.

17 Ibid.

18 Gerding, s. 1328.

3. Tasarım Kalıplarının Sözleşme Taslaklarından farkları

Sözleşme tasarım kalıpları sözleşme taslaklarına benzese de temel de farklıdır ve sözleşme taslaklarından kapsamlıdır. Bir sözleşme tasarım kalıbı belirli bir yasal soruna yasal olarak uygulanabilir biçimde kapsüllenmiş bir çözümdür. Bu sorun, iki sözleşme tarafının sözleşme ilişkisi içindeki hedeflerini eşleştirmek de olabilir. Aynı zamanda bu sorun bir yasal tasarım sorunu da olabilir.¹⁹

Sözleşme tasarım kalıpları kavramsaldir. Her sözleşme de tam olarak aynı biçimi ve aynı sözcükleri kullanmaz. Ancak sözleşme taslakların da aynı sözcükler, aynı cümleler tekrar tekrar küçük farklarla kullanılır.²⁰ Dolayısıyla tasarım kalıpları kopyalanıp yapılandırılacak bir çözüm değildir.²¹ Tasarım kalıpları yenilenen bir sorunun çözümü olarak sunulduğundan o sorunun çözümü için özelleştirilerek kullanılır. Aslında temel amacı proaktif hukuk ve önleyici hukuk yaklaşımı ile sorun çıkmasını beklemeden önleyici olarak problem tiplerini toplamak ve çözmeye odaklanmaktır. Kalıp dilleri, bir alandaki ortak sorunların en iyi şekilde nasıl çözüleceğine ilişkin en iyi uygulamaları ve ortak temaları tanımlamaya çalışır.²²

Bir kalıp dili, aynı zamanda, farklı alanlarda çalışan insanların birbirini anlaması için çerçeve oluşturur.²³ Sözleşmelerin yeniden tasarımında kullanılabilecek örnek seçenekler sunar.

19 Gerding, s. 1342-1343. Bu çalışmanın kapsamı bakımından yasal tasarım sorunlarını ele alıyoruz.

20 Gerding, s. 1343.

21 World Commerce and Contracting, A design pattern approach: <https://contract-design.worldcc.com/design-patterns>. Son erişim tarihi, 31.07.2022.

22 *Haapio*, Helena and *Hagan*, Margaret: "Design Patterns for Contracts", Erich Schweighofer et al. (Eds.) Networks. Proceedings of the 19th International Legal Informatics Symposium IRIS 2016, s. 3 vd.

23 *Kaminski*, Halina and *Perry*, Mark: "The Pattern Language of Software Licensing", July 22, 2005, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2254733> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2254733>. Bu makale, yazılım lisanslama sorunlarına tekrar eden çözümleri (yani kalıpları) sunmaktadır. Her biri bir kalıp şeklinde sunulan ve yazılım lisanslama için bir kalıp dili olan yazılım lisans türleri için genel çözümler önerir. Her kalıp, alanda yenilenen çok spesifik bir sorunu çözer. Bu alanda yararlı olabilecek bir kalıp dili sunar. Son erişim tarihi, 31.07.2022.

Şekil 2-Tasarım kalıplarının sözleşme taslaklarından farkı²⁴

Tasarım Kalıpları	Sözleşme Taslakları
Sözleşme oluşturulurken kullanıcı senaryolarına ve etkili iletişime odaklanmak	Kopyala-yapıştır şeklinde kullanılması amaçlanan taslaklar ve hazır çözümler sunmak
Sözleşmelerdeki tipik ve yaygın bilgi problemlerini tanımlamak, bu problemleri önlemeyi ve çözmeyi amaçlamak	Sözleşme içeriğinin doğru olmasına odaklanmak
Sözleşme oluşturmanın yeni ve daha iyi yollarını sunmak ve örnek seçeneklerle ilham vermek	Sözleşmelerde kullanılacak kopyala-yapıştır olarak kullanılabilecek hazır görseller veya metinler sunmak

Belirli bir kalıbı tanımlamak için birden farklı format geliştirilebilir. Ancak klasik bir kalıp yapısı çözümlerin uygulandığında beklenen olumlu ve olumsuz sonuçlarla birlikte belirli bir bağlamdaki sorunların çözümlerini açıklar.²⁵

Sözleşmeler hukuku alanında oluşturulacak tasarım kalıplarının diğer alanlarda kullanılan kalıplar gibi şu öğeleri içeriyor olması beklenir; ancak bunlar temel öğelerdir var sorunun çözümünün gereklilikleri doğrultusunda ekler/süreçler eklenebilir; Sorunun belirlenmesi, sorunun tanımı ve bağlamı (bu aşamada kalıp ile çözülmesi hedeflenen problem veya problemler açıklanır) sorunun çözümü ve sonuçlar. Sözleşmeler hukuku alanında tasarım kalıpları çok yeni olduğu için literatürde bazı çalışmalarda sonuçlar kısmı (tasarım kalıbının bir süre uygulanması sonucu elde edilen sonuçların listelenmesi), hedefler (sorunları çözerek kalıbın ulaşmayı amaçladığı hedefler) olarak değiştirilmiştir.²⁶

24 World Commerce and Contracting: A design pattern approach, <https://contract-design.worldcc.com/design-patterns>. Son erişim tarihi, 31.07.2022.

25 Rossi, Arianna and Ducato, Rossana and Haapio, Helena and Passera, Stefania and Palmirani, Monica: “Legal Design Patterns: Towards A New Language for Legal Information Design”, (February 21, 2019), In Erich Schweighofer, Franz Kummer & Ahti Saarenpää (Eds.): Internet of Things. Proceedings of the 22nd International, s. 3; Pattern oluşturma tekniği ile ilgili ayrıntılı bilgi için bkz. Meszaros, Gerard and Doble, Jim, “A pattern language for pattern writing” 1997, available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-pattern-language-for-pattern-writing-Meszaros-Doble/2c63c4079cac88581c8eec15d3f9e21c5f794fbd>. Son erişim tarihi, 31.07.2022.

26 Rossi/ Ducato/ Haapio/ Passera/Palmirani, s. 3-4.

Hedef kısmı aslında bilgisayar bilimlerinde ve mimari alanda kullanılan kalıplarda sonuçtur.²⁷

4. Akıllı Sözleşme Tasarımı

Akıllı sözleşmeler açısından değerlendirme yaptığımızda bir akıllı sözleşme en basit hali ile iki yönlü olmalıdır. Bu iki yön ardından kendi içinde tasarım yaklaşımına göre bölümlenebilir.

Bu iki yönü ön uç²⁸ ve arka uç tasarımı olarak ayırabiliriz. Bir akıllı sözleşme tasarımı düşünürken ön yüzde kullanıcı odaklı tasarlanmasını hedefleriz arka uça ise iş mantığını düşünürüz. Temeldeki sözleşmenin semantik zenginliğini bozmamasını ve yükümlülükleri doğru yansıtmasını ve iyi performans göstermesini hedefleriz.

Akıllı sözleşmelerin sorunları şu şekilde genellenebilir; sadece kod olması ve açıklama olmaması, tarafların çoğu zaman yükümlülüklerini tam olarak anlayamaması; açıklama yazılsa bile, sözleşmelere ilişkin metinlerin çok uzun ve çoğunlukla hukuki bir dil içermesi sebebi ile anlaşılmasının zor olması ve bu nedenle temel noktaların kaçırılıyor veya yanlış anlaşılabilir ve sonucunda sözleşmenin kurulması ile hedeflenen amaca ulaşamıyor olmasıdır. Akıllı sözleşmelere ilişkin tasarım çalışmaları ön uç açısından anlaşılabilirliğe odaklanırken arka uça performansa odaklı tasarım kalıpları geliştirilmiştir.

5. Akıllı Sözleşmelerin Kullanılabilirlik Açısından Sorunları

Akıllı sözleşmeler sadece kod olarak ifade edildiğinde kullanıcıların çoğunun kod okumasını bilmemesi sebebi ile anlaşılabilirlik sorunları doğar. Sözleşme metni doğal dilde ifade edildiğinde ise bu durumda sözleşmelerin kullanıcılar açısından ne kadar okunabilir ve anlaşılabilir olduğu sorunları ile karşı karşıya geliriz. İş insanlarının yüzde %90'ından fazlası sözleşmelerin okunmasını veya anlaşılmasının zor olduğunu ifade ediyor.²⁹ Bunun nedeni

27 Bilgisayar bilimleri alanındaki tasarım kalıplarına örnek olarak bkz. *Gamma*, Erich and *Helm*, Richard and *Johnson*, Ralph and *Vlissides*, John: Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software, United States 1994.

28 Çalışmada ön uç ile ifade edilmek istenilen tam anlamı ile bir ön uç tasarımı (*front-end design*) değil, sadece sözleşmenin kullanıcıya sunulma biçimi, anlaşılabilirlik ve kullanılabilirlik açısından kullanıcı arayüzüne odaklanmaktadır.

29 The International Association for Contract and Commercial Management (IACCM): "10 Pitfalls in contracting-and how IACCM recommends avoiding them!" 2015, IACCM, araştırma sonucunda sözleşme tasarımında daha iyi yapı, daha basit dil, grafik ve yazılım

avukatların sözleşmeleri anlaşılır olarak hazırlama amacından daha çok mahkemedeki yasal riski en aza indirme amacı taşımasından kaynaklanmaktadır.³⁰ Literatürdeki araştırmalar da sözleşmelerin anlaşılabilir kılınması çağrısını desteklemektedir.³¹ Sözleşmelerin anlaşılabilir kılınması için farklı bir bilgi mimarisine ihtiyaç vardır.³² İçerik mantıklı ve tutarlı bir şekilde ancak farklı bir mimari ile işlevsel ve anlaşılabilir olarak sunulmalıdır. Örnek olarak, sözleşmeler tematik olarak yapılandırılabilir. Bu şekilde farklı gruplara ait bölümlerin nasıl iyileştirileceğine ilişkin çalışmalar yapılabilir.³³ Bu nedenle sözleşmeler aslında arayüzler olarak düşünülebilir.³⁴

6. Sözleşmelerin Arayüz Olarak Tasarlanması ve Tasarım Kalıplarının Kullanılması

Arkada yatan karmaşık iş mantığını kullanıcılar açısından anlaşılabilir kılan arayüzler, sözleşmeler açısından ise arkada yatan karmaşık hukuki ilişkileri ve süreçleri taraflar açısından anlaşılabilir kılabilir. Arayüz tasarımının gerçek amacı kullanıcının amacına ulaşmasına yardımcı olmaktır. Dolayısıyla doğru sorunu çözmek olarak ifade edilebilir.³⁵ Sözleşme tasarımının da gerçek amacı kullanıcının sözleşmeyi anlamasını sağlamak yani o sözleşmenin (sözleşmenin ifa edilmesiyle) ulaşmak istediği hedefe uygun olup olmadığını anlamasını sağlamaktır. Bu nedenle sözleşme tasarımında da temelde kullanıcının amacına ulaşmasına yardımcı olmak hedefi vardır ve bir arayüz tasarımı olarak düşünülebilir.³⁶

kullanımının sözleşmelerin anlaşılması ve yorumlanması için gereken süreyi azaltacağı ve hata oranlarını düşüreceğini belirtmiştir. Available at: <https://nscem.dk/da/10-pitfalls-in-contracting>. Son erişim tarihi, 31.07.2022.

30 Haapio, Helena and Passera, Stefania: “Contracts as interfaces: Exploring visual representation patterns in contract design”, Legal Informatics, In Katz, M. Daniel and Dolin, Ron and Bommarito J. Michael (Eds.), Cambridge 2017, s. 5.

31 Haapio/Passera; Haapio, Helena: “Lawyers as Designers, Engineers and Innovators: Better Legal Documents through Information Design and Visualization”, In: In: Schweighofer, Erich and Kummer, Franz and Hötendorfer, Walter (eds.), Transparency. Proceedings of the 17th International Legal Informatics Symposium IRIS 2014; Haapio, Helena and Barton, D. Thomas: “Business-friendly contracting: how simplification and visualization can help bring it to practice”, Liquid Legal, Management for Professionals, In: Jacob, Kai., Schindler, Dierk, Strathausen, Roger (eds), (e-book) 2018.

32 Haapio/Hagan, s. 2-4.

33 Haapio/Passera, s. 7.

34 Aynı yönde, Haapio/Passera, s. 7 vd.

35 Tidwell, Jenifer and Brewer, Charles, and Valencia, Aynne: Designing Interfaces, Canada 2020, s. 6-7.

36 Haapio/Passera, s. 7.

Akıllı sözleşmeler açısından ise sözleşmenin doğal dilde okunabilir versiyonu veya kullanıcı için yapılan açıklamalar zaten kullanıcıların etkileşime girdiği kullanıcı arayüzüdür. Bu nedenle sözleşmelerin arayüz olarak tasarlanması ve arayüz tasarımına ilişkin anlaşılabilirliği destekleyen standartların akıllı sözleşmelerin tasarımında da düşünülmesi mümkündür. Ancak bir sorunun tekrar tekrar çözümü maliyet gerektirdiği için sözleşmeler hukuku alanında anlaşılabilirliği sağlamak ve sözleşmeleri daha işlevsel hale getirmek amacı ile oluşturulmuş tasarım kalıpları çalışmaları³⁷ ve kütüphaneleri³⁸ vardır. Bu noktada bu çalışmalardan yararlanılması ve bu kütüphanelerin desteklenerek geliştirilmesi her seferinde tekerleğin yeniden icadına gerek kalmadan sözleşmelerin anlaşılabilir ve işlevsel kılınmasını sağlar.

Hukuk alanında tasarlanan sözleşme tasarım kalıplarının da mimari alanda ve bilgisayar bilimlerindeki arayüz alanında tasarlanan tasarım kalıplarının altında benzer süreçleri temel aldığı görülebilir.

Şekil 3-Kalıp Yapısı Örnekleri³⁹

Alexander	Tidwell	Yahoo	Waller et al.	Haapio & Hagan
Mimari	Arayüz tasarımı	Arayüz tasarımı	Sözleşme tasarımı	Sözleşme tasarımı
Sayı ve adı Fotoğraf/resim Yukarı bağlantı (diğer kalıplarla bağı)	Adı İllüstrasyon Ne Ne zaman kullanılır	Adı İllüstrasyon Bu kalıp hangi sorunu çözer? Ne zaman bu kalıp kullanılır? Çözüm nedir?	Adı Challenge Tipik çözüm Tipik sorun Örnek	Adı İllüstrasyon Ne Ne zaman Neden Nasıl Örnekler
Problem Kısa açıklama/özet Açıklama- tanımlama Çözüm Özet Aşağı bağlantılar (diğer kalıplarla bağı)	Neden Nasıl Örnekler Diğer kütüphaneler	Neden bu kalıp kullanılır? Erişebilirlik		

Sözleşme tasarım kalıpları kullanılarak sözleşmelerin görselleştirilmesi veya düz yazı tasarımı kullanılması tarafların, iletişim kurmasına, varsayımları görünür hale getirmesine ve disiplinler arası anlayışı güvence altına almasına

37 Gerding; Haapio/Passera; Rossi, Arianna and Ducato, Rossana and Haapio, Helena and Passera, Setafania: “When Design Met Law: Design Patterns for Information Transparency”, Droit de la consommation – Consumentenrecht (DCCR) 2019, Vol.1; Rossi/ Ducato/ Haapio/ Passera/Palmirani; Haapio/Hagan.

38 World Commerce and Contracting; Contract Design Pattern Library, <https://contract-design.worldcc.com/>. Son erişim tarihi, 31.07.2022.

39 Haapio/Passera, s. 11.

yardımcı olur. Sözleşme tasarımı amaç sözleşmeleri kullanıcılar açısından anlaşılır kılmaktır.⁴⁰ Akıllı Sözleşmeler bağlamında tasarım, işlevsel, kullanışlı ve kullanılabilir süreçler, sistemler ve sonuçlar oluşturmaya yardımcı olabilir.

Kullanılabilirlik kavramı ISO 9241-11⁴¹ standardını kullanmamızı sağlayabilir. Çünkü akıllı sözleşmeler bağlamında aynı zamanda insanların etkileşime girdiği bir arayüzden bahsediyor oluru. Kullanılabilirlik, ara yüzü kullanmanın ne kadar kolay olduğunu gösteren bir kalite unsurudur. Kullanımı zorunlu bir standart değil bir tavsiye niteliğindedir. ISO 9241-11 standardının 3 temel kavramı vardır;⁴²

Etkililik (*Effectiveness*), “kullanıcıların belirli hedeflere ulaşmalarındaki doğruluk ve eksiksizliktir”.⁴³ Akıllı sözleşmeler açısından etkililik, sözleşmenin içeriğini anlamak ile ilişkilendirilebilir.⁴⁴ Bir sözleşme ilişkisi kurarak amaçlanan sonucun elde edilen sonuca uygunluğu, etkililik ile ilgilidir. Bu nedenle sözleşme içeriklerinin okunabilir ve anlaşılabilir olması tarafların sözleşme ilişkisi kurmalarındaki amaçlarına uygun olup olmadığını anlamalarını sağlar. Bu sebeple kullanıcı, sonuçların (sözleşmede kabul edilen şartların sonuçları) önceden bilincinde olmalıdır.⁴⁵

Etkinlik/Verimlilik (*Efficiency*), “elde edilen sonuçlarla ilgili olarak kullanılan kaynaklardır.”⁴⁶ Akıllı sözleşmeler bakımından verimlilik, süreci gerçekleştirmek için harcanan zaman ve kaynak olarak düşünülebilir. Tarafların sözleşme içeriğini anlamak ve yerine getirmesi gereken şartları gerçekleştirmesi için harcadıkları zaman makul bir süre olmalıdır. Dolayısıyla sözleşme içeriğinin düzeni de buna elverişli olarak tasarlanmalı ve sözleşmenin doğru anlaşılmasını sağlamalıdır. Bu nedenle etkileşimli sistemlerde kullanıcının kullanım anında tüm akışı bilmesi gerektiği ifade edilebilir.⁴⁷

Memnuniyet (*Satisfaction*), “kullanıcının bir sistem, ürün veya hizmetin kullanımından kaynaklanan fiziksel, bilişsel ve duygusal tepkilerinin, kullanıcının ihtiyaç ve beklentilerini karşılama derecesidir.”⁴⁸ Bu nedenle

40 Haapio/Hagan, s. 3-5.

41 ISO 9241-11:2018 Ergonomics of human-system interaction - Part 11: Usability: Definitions and concepts.

42 ISO 9241-11:2018 Ergonomics of human-system interaction, s. 15.

43 ISO 9241-11:2018 Ergonomics of human-system interaction, s. 16.

44 Aynı yönde Solarte-Vasquez, C. Maria and Järv, Natalia and Nyman-Metcalf, Katrin, “Usability Factors in Transactional Design and Smart Contracting”, The Future of Law and eTechnologies, In: Kerikmäe, T., Rull, A. (eds), Springer, Cham (e-book) 2016, s. 165-168.

45 Aynı yönde Solarte-Vasquez/Järv/Nyman-Metcalf, s. 165-170.

46 ISO 9241-11:2018 Ergonomics of human-system interaction, s. 15.

47 Aynı yönde Solarte-Vasquez/Järv/Nyman-Metcalf, s. 165-170.

48 ISO 9241-11:2018 Ergonomics of human-system interaction, s. 17.

sözleşmemin sunumu kullanıcının odaklanmasını kolaylaştırmalıdır. Normal kullanıcı için dikkat dağıtıcı veya çok yoğun içerikler olmamalıdır.⁴⁹

Sözleşmeler için tasarlanan tasarım kalıpları sözleşmeleri daha anlaşılabilir kılmak üzerinedir. Bu sebeple “Kullanılabilirlik” standartlarını sağlamak için sözleşme tasarım desenleri de kullanılabilir.

7. Akıllı Sözleşmelerin Performansı Açısından Tasarım Kalıplarının Kullanılması

Akıllı sözleşmeler literatür açısından yeni bir konu olduğu için gelişmekte olan bir alandır. Bu nedenle üzerinde çok fazla tasarım kalıbı çalışması bulunmamaktadır. Ancak akıllı sözleşmeler alanında dağıtık sistem, eşler arası sistem ve genel olarak yazılım tasarım kalıpları için mevcut kalıpları araştıran ve uygulanabilirliği değerlendiren çalışmalar vardır.⁵⁰ Akıllı sözleşmelerin geliştirilmesindeki sorunlara odaklanan çalışmalarda yapılan tespitlere göre; güvenlik, geliştirme ortamlarının sınırlılığı, çok fazla gaz tüketmesi (yapılan bir anket çalışmasında geliştiricilerin %86’sı çok fazla gaz tükettiğini ifade etti) olarak sıralandı.⁵¹ Akıllı sözleşmelerin geliştirilmesi için gaz tasarrufu sağlamayı amaçlayan tasarım kalıbı çalışması vardır. Çalışmada 5 kategoriye ayrılmış 24 tasarım kalıbı örneği vardır.⁵²

Bir diğer çalışmada ise öncelikle sekiz akıllı sözleşme tasarım kalıbı modeli sınıflandırılmıştır. Bu sekiz kalıp modeli dört grupta toplanabilir; “yaratımsal kalıplar (*creational patterns*), yapısal kalıplar (*structural patterns*), davranışsal kalıplar (*inter-behavioral patterns and intra-behavioral patterns*).⁵³

Literatürdeki bir diğer çalışma ise Ethereum ekosistemindeki yaygın tasarım kalıplarını araştırmak ve bu kalıpların Solidity diliyle geliştirilen akıllı

49 Aynı yönde Solarte-Vasquez/Järv/Nyman-Metcalf, s. 165-170.

50 Liu, Yue and Lu, Qinqhua and Xu, Xiwei and Zhu, Liming and Yao, Haonan: “Applying Design Patterns in Smart Contracts”, Blockchain – ICBC 2018, Vol. 10974, In: Chen, Shiping, Wang, Harry, Zhang, Liang-Jie (eds). https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-94478-4_7, Son erişim tarihi 31.07.2022; Destefanis, Giuseppe: "Design Patterns for Smart Contract in Ethereum", IEEE 18th International Conference on Software Architecture Companion (ICSA-C) 2021; Wöhrer, Maximilian and Zdu, Uwe: "Design Patterns for Smart Contracts in the Ethereum Ecosystem," IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData), 2018.

51 Destefanis, s. 121-122.

52 Ibid.

53 Liu/Lu/Xu/Zhu/Yao, s. 93.

sözleşmelerle nasıl eşleştiği üzerinedir. Çalışmada önerilen tasarım kalıpları; eylem ve kontrol (*action and control*), yetkilendirme (*authorization*), yaşam döngüsü (*lifecycle*), yazılım bakımı (*maintenance*) ve güvenlik (*security*) olarak beş kategoride gruplanmış on sekiz kalıbı içermektedir.⁵⁴

Çalışmada önerilen tasarım kalıpları kullanılması zorunlu öğeler değildir. Var olan ve yenilenen sorunların çözümü niteliğindeki tavsiyelerdir. Bu nedenle tasarım ve geliştirme aşamasında benzer problemleri tekrar tekrar çözmek yerine uygun tasarım kalıpları araştırılabilir ve yapılması düşünülen sözleşme tasarımında özelleştirilerek kullanılabilir.

Sonuç

Akıllı sözleşmelerin oluşturulmasında yararlanılabilecek tasarım kalıpları öneri niteliğindedir. Bir sorunun tekrar tekrar çözümü maliyet ve zaman gerektirdiğinden var olan tasarım kalıpları araştırılarak daha iyi bir sözleşme tasarımına sahip olunabilir. Aynı zamanda bu çalışmalara destek olunarak kütüphanelerin gelişmesine de katkıda bulunulabilir. Akıllı sözleşmelerin kullanıcılar anlaşılabilir kılınmasının yanı sıra aynı zamanda güvenli ve düşük maliyetli olmaları da önemlidir. Bu noktada tasarım kalıpları var olan sorunları analiz ederek çözdüğü için akıllı sözleşmelerin tasarımına şu açılardan katkı sağlarlar; tasarım kalıpları akıllı sözleşmelerin anlaşılabilirlik sorunlarını çözerek kullanıcılar açısından verimlilik sağlayabilir. Bu nedenle kullanıcılar açısından daha az yasal risk barındırır. Aynı zamanda hukukçular mühendisler ve tasarımcılar için ortak bir dil oluşturabilir ve bu sayede daha hukuka uygun akıllı sözleşmelerin oluşturulması sağlanabilir. Performans açısından ise geliştirilen modeller daha güvenli ve düşük maliyetli akıllı sözleşmelerin oluşturulmasına katkı sunabilir.

Kaynakça

Alexander, W. Christopher and Ishikawa Sara and Silverstein Murray and Jacobson Max and Fiksdahl-King Ingrid and Shlomo Angel: A pattern language: towns, buildings, construction, New York 1977.

Barton, D. Thomas and Haapio, Helena and Passera, Stefania and Hazard, G. James: “Successful contracts: Integrating design and technology”, Legal Tech, Smart Contracts and Blockchain, In Corrales Marcelo, Fenwick M, Haapio Helena (eds), Singapore 2019, s. 63-91.

54 Wöhrer, s. 1513-1520.

- Destefanis, Giuseppe:** "Design Patterns for Smart Contract in Ethereum", IEEE 18th International Conference on Software Architecture Companion (ICSA-C) 2021, s. 9-15.
- Gamma, Erich and Helm, Richard and Johnson, Ralph and Vlissides, John:** Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software, United States 1994.
- Gerding, F. Erik:** "Contract as Pattern Language", Washington Law Review 2013, Vol. 88, Iss. 4, s. 1323-1356.
- Haapio, Helena and Barton, D. Thomas:** "Business-friendly contracting: how simplification and visualization can help bring it to practice", Liquid Legal, Management for Professionals, In: Jacob, Kai., Schindler, Dierk, Strathausen, Roger (eds), (e-book) 2018, s. 371–396.
- Haapio, Helena and Hagan, Margaret:** "Design Patterns for Contracts", Schweighofer, Erich et al. (Eds.), Networks. Proceedings of the 19th International Legal Informatics Symposium IRIS 2016, s. 381-388.
- Haapio, Helena and Passera, Stefania:** "Contracts as interfaces: Exploring visual representation patterns in contract design", Legal Informatics, In Katz, M. Daniel and Dolin, Ron and Bommarito J. Michael (Eds.), Cambridge 2017, s. 213-238.
- Haapio, Helena and Rooy, de Robert and Barton, D. Thomas:** "New Contract Genres", California Western School of Law Research Paper No. 18-8 2018, 455-460.
- Haapio, Helena:** "Lawyers as Designers, Engineers and Innovators: Better Legal Documents through Information Design and Visualization", In: Schweighofer, Erich and Kummer, Franz and Hötendorfer, Walter (eds.), Transparency. Proceedings of the 17th International Legal Informatics Symposium IRIS 2014, s. 451-458.
- ISO 9241-11:2018** Ergonomics of human-system interaction - Part 11: Usability: Definitions and concepts.
- Kaminski, Halina and Perry, Mark:** "The Pattern Language of Software Licensing", July 22, 2005, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2254733> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2254733>, s. 1-41.
- Liu, Yue and Lu, Qinghua and Xu, Xiwei and Zhu, Liming and Yao, Haonan:** "Applying Design Patterns in Smart Contracts", Blockchain – ICBC 2018, Vol. 10974, In: Chen, Shiping, Wang, Harry, Zhang, Liang-Jie (eds). https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-94478-4_7, s. 92–106.
- Megan Ma:** Writing in Sign: Code as the Next Contract Language? 2020, <https://law.mit.edu/pub/writinginsign/release/1>.
- Meszaros, Gerard and Doble, Jim:** "A pattern language for pattern writing" 1997, <https://www.semanticscholar.org/paper/A-pattern-language-for-pattern-writing-Meszaros-Doble/2c63c4079cac88581c8eec15d3f9e21c5f794fbd>.
- Rossi, Arianna and Ducato, Rossana and Haapio, Helena and Passera, Stefania and Palmirani, Monica:** "Legal Design Patterns: Towards A New Language for Legal Information Design", (February 21, 2019), In Erich Schweighofer, Franz Kummer & Ahti Saarenpää (Eds.), Internet of Things. Proceedings of the 22nd International, s. 517-526.
- Rossi, Arianna and Ducato, Rossana and Haapio, Helena and Passera, Stefania:** "When Design Met Law: Design Patterns for Information Transparency", Droit de la consommation – Consumentenrecht (DCCR), Vol.1/2019, s. 79-122.

- Solarte-Vasquez, C. Maria** and **Järv, Natalia** and **Nyman-Metcalf, Katrin**: “Usability Factors in Transactional Design and Smart Contracting”, *The Future of Law and eTechnologies*, In: Kerikmäe, T., Rull, A. (eds), Springer, Cham (e-book) 2016, s. 149-176.
- Szabo Nick**: *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*, 1996, Nick Szabo -- Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets (uva.nl).
- The International Association for Contract and Commercial Management (IACCM)**: “10 Pitfalls in contracting-and how IACCM recommends avoiding them!” 2015, <https://nscem.dk/da/10-pitfalls-in-contracting>.
- Tidwell, Jenifer** and **Brewer, Charles**, and **Valencia, Aynne**: *Designing Interfaces*, Canada 2020.
- UK The Law Commission**: *Smart legal contracts Advice to Government*, 2021, Smart contracts | Law Commission.
- Walliser-Berger, Gerlinde** and **Barton, D. Thomas** and **Haapio, Hlelena**: “From Visualization to Legal Design: A Collaborative and Creative Process”, *American Business Law Journal Summer 2017*, Vol. 54, No. 2, s. 347-392.
- World Commerce and Contracting**: A design pattern approach, <https://contract-design.worldcc.com/design-patterns>.
- Wöhrer, Maximilian** and **Zdun, Uwe**: "Design Patterns for Smart Contracts in the Ethereum Ecosystem," IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData), 2018, s. 1513-1520.

Deniz Ticaretinde Blokzincir Uygulamalarının Hukuki ve Çevresel Faydaları

Öğr. Gör. Yasin Yıldırım

Çankırı Üniversitesi
Kurşunlu Adalet MYO

Öğr. Gör. Rabia Yıldırım

Çankırı Üniversitesi
Kurşunlu Adalet MYO

Özet

Blokzincir teknolojisi, kullanıcılarına sağlamış olduğu şeffaflık, hızlilik, izlenebilirlik gibi özelliklerinin yanı sıra akıllı sözleşme yapabilme imkânı sağlaması ve merkeziyetsiz yapısı nedeniyle finans, tarım, sanayi, lojistik, sigortacılık ve sağlık gibi pek çok alanda tercih edilmekte ve kullanım sahası her geçen gün genişlemektedir. Blokzincir teknolojisinin uygulama alanlarının genişlemesi ile işlemlerin daha hızlı, daha verimli, daha güvenli ve daha az maliyetle yapılması mümkün olmakta ve de geleneksel sözleşme yapımı ve iş tanımlarının da dışına çıkılarak işlemler yapılabilir hale gelmektedir.

Blokzincir uygulamalarının beraberinde getirdiği avantajların denizcilik gibi gerek hukuki gerek sektörel gerekse ekonomik anlamda hayati öneme sahip bir sahada da söz konusu olabileceğine inanılmaktadır. Günümüzde blokzincir uygulamalarının denizcilik alanında yaygınlaşması ile deniz ticareti ve deniz ticaretine bağlı sahalarda meydana gelen sorunların minimuma indirilmesi sağlanacak, deniz ticareti uygulamalarının daha kârlı ve verimli hale getirilmesi mümkün hale gelecektir. Zira dünya ticaretinin yüzde doksandan fazlasının deniz ticareti ile yapıldığı, denizdeki tehlikelerin diğer taşımacılık alanlarına göre daha fazla olduğu, küresel sermayenin deniz ticaretine ayrılan muazzam miktardaki payı ve deniz ticaretinin ülkeler için stratejik bir öneme sahip olması gibi hususlar dikkate alındığında, teknolojik gelişmelerin bu alanda uygulanmasının devletler, tacirler, tedarikçiler, bankalar, gümrük personelleri ve diğer aktörler bakımından hayati öneme sahip olduğu görülecektir.

Öyle ki 2016 yılında dünyanın en büyük bilişim şirketlerinden biri olan International Business Machines (IBM) ile Danimarkalı lider deniz taşımacılığı şirketi A.P. Møller – Mærsk A/S'nin bir araya gelerek tedarik zincirindeki nakliyecilere, bankalara, limanlara ve diğer paydaşlara güvenli dijital kayıtlar

sunmayı amaçlayan bir blokzincir teknolojisi geliştirmişlerdir. 2016 yılında yürütülen bir pilot çalışma ile blokzincir tabanlı bir uygulama üzerinden Kenya'dan Hollanda'ya gönderilen bir konteynerin takibinin gerçekleştirilmesi, bu pilot uygulama neticesinde blokzincir uygulamalarının maliyetleri düşüreceği ve şeffaf bir bilgi paylaşımını sağlayacağı kanaatine varılması ve netice itibariyle 2018 yılında yeni bir işbirliği ile Hyperledger Fabric 1.0 uygulamasının hayata geçirilmesi blokzincir uygulamaları ile denizcilik arasındaki korelasyonun önemini gözler önüne sermektedir.

Dahası, dünyanın önde gelen denizcilik ülkelerinden biri olan Birleşik Arap Emirlikleri hükûmeti tarafından kontrol edilen liman işletmecisi Abu Dhabi Ports Company'nin bağlı şirketi Maqda Gateway "Silsal" isimli blokzincir uygulamasını hayata geçirerek tedarik zincirindeki aktörler için daha güvenli ve şeffaf bir sürecin işlemlerini amaçlamışlardır. 2017 yılında Pacific International Lines Ltd., PSA International ve IBM Singapore şirketlerinin işbirliği yaparak blokzincir tabanlı *Proof of Concept* (POC) programını başlatmışlar, çok sayıda tarafı içeren ve verimsiz maliyetli süreçlerin yaşanabildiği tedarik zincirlerinde güvenli ve ucuz süreçlerin hedeflemişlerdir. Bu projenin pilot uygulamasında Çin'den Singapur'a gönderilen bir kargonun takibinin yapılması, pilot uygulama neticesinde şeffaf bir izleme sürecinin elde edilmesi, gerçek ve tam zamanlı bir izleme gibi pek çok amaca ulaşarak bu sistemin küresel boyutta genişletilmesi için çalışmalar başlatılmıştır. Belçikalı Antwerp Liman Otoritesi ile bir blokzincir şirketi T-Mining arasındaki işbirliği ile blokzincir tabanlı bir uygulama üzerinden dosya akışının hızlı ve güvenli bir biçimde sağlanarak kârlılığın elde edilmesi sağlanmıştır. Yaşanan tüm bu gelişmeler de blokzincir teknolojileri ile denizcilik arasındaki korelasyonu daha dikkat çekici bir hale getirmektedir.

Dijitalleşmenin ve teknolojik gelişmelerin deniz ticareti hukukuna yansımalarından ve gerek hukuka gerekse doğaya katkı sağlayabileceği alanlardan biri de elektronik konişmentolardır. Elektronik konişmento ile deniz ticaretindeki evrak masrafları azaltılmakta, kâğıtlar üzerinde oynama yapılması ihtimali ortadan kaldırılarak dolandırıcılık riski azaltılmakta ve daha hızlı işlem yapılması sağlanmaktadır. Blokzincir servis sağlayıcılarından biri olan CargoX blokzincir tabanlı bir elektronik konişmento sistemi geliştirerek elektronik konişmentoların güvenliğini, hızını ve verimliliğini artırmayı amaçlamış ve yapılan testlerin başarı ile sonuçlanması neticesinde elektronik konişmentoya yeni, daha güvenli, daha verimli ve çevreci karakterde bir boyut kazandırılmıştır.

Denizcilik sektörü dünya ticareti, hukuk, çevre ve devletlerin ulusal / uluslararası politikaları için hayati öneme sahiptir. Günümüzde, bu derece önemli bir sektörün verimli bir şekilde çalışabilmesine, sektörde yer alan aktörlerin güvenilir ve hızlı bir biçimde en az maliyetlerle işlem yapabilmesine her

zamankinden daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır. Zira küresel ölçekteki Covid-19 salgın hastalığı tedarik zincirlerini ve dünya ekonomisini olumsuz yönde etkilemiştir. Blokzincir teknolojisi sayesinde ise güvenli bilgi paylaşım ağlarının kurularak sınırlı kaynakların verimli bir şekilde kullanılması, daha etkin ve hızlı bir şekilde evrak işlerinin tamamlanması, gemi finansmanının sağlanması ve hızlı ödeme ağlarının kurulması mümkündür. Örneğin konteynır bilgileri güvenlik nedeni dolayısıyla paylaşılmasına rağmen, güvenli bir blokzincir ağı kurularak konteynır doluluk oranlarının paylaşılması suretiyle konteynerlerin kapasitesinin paylaşılması ve nakliye maliyetlerinin konteyner başına 300 Amerikan dolarına kadar düşürülebileceği yönünde araştırmalar yapılmıştır. Ayrıca bu tür konteynerlerin verimli bir şekilde kullanılması ile karbondioksit emisyonunun önemli ölçüde azaltılması ve çevreye verilen zararın da azaltılabileceği öngörülmektedir. Denizcilik sektörünün yüksek maliyetlere sahip olması finansman sorununu da beraberinde getirmektedir ki sektörde yer alan şirketlerin *Initial Coin Offering* (ICO) yolu ile finansman bulabilmesinin sağlanması halinde blokzincir teknolojisi ile mali sorunların önüne geçilmesi mümkün hale gelebilecektir.

Sonuç olarak, blokzincir gibi günümüzün en önemli ve keşfedilmeye açık sanal mecralarından birinin denizcilik gibi hayatın hemen hemen her alanında etkisini hissettiren bir sektörde daha etkin kullanılmasının ve teknik işbirliği süreçlerinin başlamasının ilgili tüm taraflar için faydalı olacağına inanılmaktadır. Bu teknik işbirliği sayesinde; hukuki risklerin ortadan kaldırılmasının, sahtecilik ve dolandırıcılık gibi suçların önlenmesinin, blokzincir üzerinde imal ve transfer edilen elektronik konişmentolar sayesinde hem hukuki güvenlik ve belirliliğin artmasının hem de kağıt, enerji ve harcamalardan tasarruf edilmesinin, denizciliğin çevre ve doğa üzerindeki yüklerinin hafifletilmesinin, hukuki ve ticari muhabere süreçlerinin hızlanmasının, kısacası ziyadesiyle verimli ve sürdürülebilir bir hukuksal-çevresel-sektörel ahengin ortaya çıkmasının mümkün olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Bu minvalde, bu çalışmamızda öncelikle blokzincir uygulamalarının tanımı yapılacak, boyutları keşfedilecek, daha sonra yukarıda sadece birkaç örneğinden kısaca bahsedilen deniz ticaretindeki blokzincir uygulamalarının ve faydalarının detaylarına inilecek, daha sonra blokzincir teknolojisinin diğer potansiyel uygulama alanları üzerinde durulacak ve son safhada ise blokzincir sisteminin hukuk, denizcilik sektörü ve çevre üzerindeki faydaları incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Blokzincir, Deniz Ticareti, Elektronik Konişmento, Navlun Sözleşmeleri, Çevre.

Giriş

Blokzincir teknolojisi finanstan sağlığa, kamu hizmetlerinden sanata kadar hayatımızın her noktasında kendisini göstermeye başlamıştır. Bu çalışmamızda blokzincir teknolojilerinin, uluslararası ticaretin neredeyse yüzde doksanını oluşturan deniz ticareti alanındaki uygulamaları ele alınmıştır. Zira Covid-19 pandemisinin de etkisiyle birçok tüketim ürününün teslim ve taşınmasında sorunların baş göstermesi, maliyetlerin artması, illegal faaliyetler dolayısıyla uluslararası arenada ortaya çıkan güvenlik ihtiyaçları yeni nesil deniz ticareti uygulamalarına olan ihtiyacı arttırmaktadır. Bu çalışmamızda deniz ticareti alanında yaşanan sorunlar, bu sorunlarla mücadelede blokzincir teknolojisinin kullanımı ve uygulama örnekleri ele alınmıştır.

I. Blokzincir Teknolojisinin Tanımı, Tarihçesi ve Avantajları

1. Blokzincir Teknolojisinin Tanımı

Blokzincir kavramı 2009 yılında Bitcoin ile birlikte günlük hayatımıza girmiş ve kripto para sektörünün gelişmesi, kripto para borsası adı verilen platformların kurulması ve bu platformlarla ilgili dolandırıcılık iddiaları ile kripto paraların illegal faaliyetlerde kullanılması gibi çeşitli sebeplerden dolayı tartışmalı bir teknolojik gelişme olarak varlığını devam ettirmiştir. Blokzincir teknolojisi günlük hayatımızda zaman zaman kripto paralar ile eşdeğer bir anlamda kullanılmasına rağmen, esasında kripto paraların teknolojik altyapısına verilen isim olarak kabul edilmesi gerekmektedir.

Doktrinde blokzincire ait yeknesak bir tanım bulunmamakla birlikte tanımlarda yer alan ortak noktalar dikkate alındığında blokzincirin temel özelliklerini anlamak mümkün hale gelecektir. Blokzincir teknolojisi, merkezi bir otorite tarafından kontrol edilmeyen uçtan uca iletişim ağı¹, daha önce yapılmış tüm işlemlerin katılımcıların tamamı ile paylaşıldığı dağıtık veritabanı², ağdaki işlemlerin paydaş kullanıcıların tamamı tarafından kaydedilerek dağıtıldığı veri bütünü³ şeklinde pek çok tanımlamaya tabi tutulmuştur. Tanımlarda ortak olarak kabul gören hususlar ise blokzincirin bir veri bütünlüğü olduğu, blokzincir aracılığı ile veri paylaşımı yapıldığı, blokzincir aracılığı ile yapılan işlemlerin kullanıcıların tamamı ile paylaşılarak değiştirilmesinin

-
- 1 *Tomrukçu*, Tuğçe, Blockchain Teknolojisinin Eser Sahibi Haklarına Hukuki Yansıması, Ankara 2021, s. 76.
 - 2 *Zhou, Yusheng/ Soh, Ying Shan / Loh, Hui Shan / Yuen, Kum Fai*: “The Key Challenges and Critical Success Factors of Blockchain Implementation: Policy Implications for Singapore’s Maritime Industry”, Marine Policy 2020, Vol. 122, p. 1.
 - 3 *Ciğer, Ayşegül / Tili, Ahmet*: Kripto Varlıklar İle İlgili Uluslararası Ve Ulusal Yaklaşımlar, Ankara 2021, s. 18.

neredeyse imkânsız hale getirildiği ve bu sayede işlem güvenliğinin sağlandığı, merkezi bir otorite tarafından kontrol edilmediği ve kullanıcılarına oldukça geniş bir özgürlük sağladığıdır.

Günümüzde bilgi en önemli güç unsurlarından biri olarak kabul edilmekte ve blokzincir teknolojisinin sağlamış olduğu gizlilik, güvenlik gibi imkânlar dolayısıyla kullanım alanları oldukça genişlemiş ve hayatımızın her alanında günlük ilişkilerimizi etkiler hale gelmiştir. Dolayısıyla blokzincir teknolojisinin deniz ticaretinde kullanılması da gizlilik, güvenlik, hızlilik ve verimlilik arayışı gibi çeşitli ihtiyaçlardan kaynaklanmıştır. Çalışmamızın devamında blokzincir teknolojisinin sağlamış olduğu avantajlar ve kullanım alanlarına değinilecektir.

2. Blokzincir Teknolojisinin Avantajları

Blokzincir teknolojisinde veriler bloklar halinde tutulmakta ve yapılan yeni işlemler aracılığı ile zincire yeni bloklar eklenmekte, verilerin çok sayıda bloklar halinde saklanması suretiyle güvenli bir veri akışı sağlanmaktadır. Blokzincir teknolojisinin güvenli veri akışına imkân vermesi gerek gerçek kişiler, gerek özel hukuk tüzel kişileri gerekse kamu tüzel kişileri bakımından cazibe merkezi halinde getirmiştir. Zira bilgisayarların ilk kullanımı ile birlikte 1960'lı yıllardan itibaren kişisel verilerin güvenli bir şekilde saklanmasına yönelik kaygılar giderek artmış ve kişisel verilerin işlenmesindeki artışlar da özel hayatın korunmasına yönelik girişimleri beraberinde getirmiştir⁴. Geleneksel teknolojilerin aksine kişisel verilerin merkezi bir otorite veya üçüncü şahıslarla paylaşılmasına gerek kalmadan veri paylaşımının sağlanmasına imkân veren blokzincirin teknolojisi kullanıcıların gizlilik ve güvenlik arayışlarına cevap vermektedir.

Tarihte takas ile başlayan ticari hayat zaman içerisinde hızla değişim ve dönüşüme uğramıştır. Paranın icadı, kıymetli evraklar, mesafeli sözleşmeler, internetin yaygınlaşması ve Covid-19 gibi salgın hastalıkların da getirdiği yeni alışkanlıklarla beraber e-ticaret⁵ günümüzün vazgeçilmezleri arasında yerini almıştır. Ancak e-ticaret aracılığı ile yapılan işlemlerde dolandırıcılık ve benzeri illegal faaliyetlerin yaygınlaşması, aracı kurumların yüksek aracılık ücretleri talep etmesi, e-ticaret sözleşmelerinde ispat sorunlarının yaşanması blokzincir

4 *Bük, Alaattin: Bilişim Alanında Kişisel Verilerin Korunması*, Ankara 2018, s. 21.

5 E-ticaret kavramı en geniş anlamda internet üzerinden yapılan her türlü alışveriş veya veri değişimi olarak ifade edilebilir (*Karayazgan, Ahmet: Sigortanın Mesafeli Satışı(E-Sigorta)*, Ankara 2018, s. 25).

teknolojisinin bu alanda kullanımını da beraberinde getirmiştir. Blokzincir teknolojisi taraflara üçüncü kişi ve kurumlara aracılık, komisyon, işlem ücreti ve benzeri isimler altında ücretler ödenmesine gerek kalmadan taraflara çeşitli varlıkları göndermeyi mümkün kılmaktadır. Ayrıca bilgi, belge ve çeşitli verilerin blokzincir aracılığı ile gönderilmesi sayesinde değiştirilemeyen⁶ ve tahrip edilemeyen veriler elde edilerek olası bir uyumsuzlukta deformasyona uğramamış verilerin taraflarca ispat vasıtası olarak kullanılması mümkün hale gelmektedir.

Blokzincir ağındaki verilerin ağdaki tüm paydaşlar tarafından saklanması ve görülebilmesi ise taraflara şeffaflık sağlamakta, merkezi otoritenin bulunmaması ise işlemlerin üçüncü kişilerin onayına tabi tutulmaksızın hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesine hizmet etmektedir⁷. Blokzincirin adı geçen avantajları dolayısıyla gerek özel hukuk kişilerinin kişisel faaliyetleri gerekse kamu tüzel kişilerinin kamu hizmetlerinin görülmesinde yaşadığı pek çok sorunun önüne geçmektedir.

3. Deniz Ticaretinde Blokzincir Teknolojisinin Temel Kullanım Alanları ve Uygulama Örnekleri

3.1. Deniz Ticaretinin Önemi ve Deniz Ticaretinde Yaşanan Teknik Sorunlar

19. yüzyılın sonlarından günümüze kadar deniz ticaretinin kapsamı genişlemiş, denizciliğe bağlı sektörler hızla büyüme ve gelişme göstermiş, denizde taşımacılığın yanı sıra deniz yatağında madenlerin çıkarılması ve işletilmesi, boru hatları döşenmesi, liman işletmeciliği, sigortacılık ve benzeri pek çok alan deniz ticaretinin bir parçası haline gelmiştir⁸. Review of Maritime Transport 2021'e göre; dünya çağında uluslararası ticarete taşınan malların %80'inden fazlası deniz yolu ile taşınmakta ve deniz taşımacılığı en önemli taşımacılık yöntemlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır⁹. Dolayısıyla deniz ticaretinin gelişmesi ve güvenle devam etmesi uluslararası ticaret ve deniz ticaretine bağlı sektörler için hayati önem arz etmektedir.

Deniz ticareti her ne kadar diğer taşımacılık sektörlerine nazaran daha hızlı, ekonomik ve sürdürülebilir bir yol olarak kabul edilse de içerisinde pek çok

6 Blokzincir ağındaki verilerin değiştirilemeyeceğine dair bkz. *Ciğer / Tılı*, s. 18.

7 *Ciğer / Tılı*, s. 18.

8 *Demir*, İsmail: Deniz Ticareti Hukuku, Ankara 2021, s. 3.

9 *Zhao, Huida / Liu, Jianguo / Hu, Xiyuan*: "Servitization with Blockchain in the Maritime Supply Chain". *Ocean and Coastal Management* 2022, Vol. 225, s. 1.

tehlike ve riski barındırmaktadır. Gemiler gerek limanda gerekse seyrüsefer halinde denizden gelen tehlikelere açık halde bulunmakta, bu durum başta geminin kendisini olmak üzere, taşınan navlun ve yolcular ile çevreyi büyük tehlike ve risklere açık hale getirmektedir¹⁰. Zira gemide yaşanan bir felaketten dolayı yalnızca gemi ve içerisindeki yük değil çevre de çok ciddi bir risk altındadır. Gemiler aracılığı ile taşınan petrol ve nükleer maddeler gibi kimyasalların muhtemel kazalar neticesinde denize karışması büyük çevre felaketlerine yol açmakta, deniz canlılarını ve ekosistemi muazzam derecede etkilemektedir. Örneğin 1967 yılında yaşanan *Torrey Canyon* kazası neticesinde büyük miktarda ham petrol denize karışmış, İngiltere ve Fransa kıyıları bir çevre felaketi ile karşı karşıya kalmıştır¹¹. 1987 yılında MV Doña Paz isimli geminin *MT Vector* isimli petrol tankeri ile çarpışması neticesinde binlerce yolcu hayatını kaybetmiş ve *MT Vector* isimli petrol tankerinin batması neticesinde büyük bir deniz felaketi yaşanmıştır. Yaşanan felaketler neticesinde Uluslararası Denizcilik Örgütü ("*International Maritime Organization - IMO*") deniz ticaretinin güvenli, sürdürülebilir ve çevre dostu bir şekilde yürütülebilmesi için çalışmalar yürütmektedir. Denizde güvenliğin sağlanabilmesi için blokzincir teknolojisinin etkin ve verimli bir şekilde kullanılması pek çok tehlikenin azaltılmasında önemli bir rol oynayacaktır.

Deniz ticaretinde güvenliğin yanı sıra liman trafiği, evrak işlerinin uzun ve zahmetli olması dolayısıyla gecikmelerin yaşanması, evrak işleri aşamasında dolandırıcılıkların yaşanması¹², kargo zıya ve hasarı, kargonun geç teslimi, liman operasyonlarındaki yavaşlık gibi çeşitli problemler yaşanmaktadır. Yaşanan problemler yargıya intikal ettiğinde taraflar oldukça masraflı, uzun süren ve zahmetli bir yargılama/tahkim süreçleri ile karşı karşıya kalmaktadır. Teknik ve operasyonel sorunların çözülmesi dava sayılarının ve masraflarının azaltılmasına önemli ölçüde katkıda bulunacaktır. Denizcilik sektöründeki bu gibi tıkanıklıkların giderilmesi noktasında blokzincir teknolojisi bir çözüm yolu olarak karşımıza çıkmaktadır.

3.2. Deniz Ticaretinde Blokzincir Uygulama Alanları

Deniz ticaretinde blokzincir uygulamaları yukarıda genel olarak ifade ettiğimiz sorunların çözümüne katkı sağlaması amacıyla kamu iştirakleri ve özel şirketler tarafından geliştirilmiş projeler ile birlikte kendini göstermektedir. Bunlar blokzincir tabanlı elektronik konişmentolar, kargo takip uygulamaları,

10 *Demir*, s. 13.

11 *Demir*, s. 15.

12 *Zhao / Liu / Hu*, s. 2.

denizcilik sigortası uygulamaları, bilgi ve belgelerin paylaşımında blokzincir teknolojisinin kullanılması ve olası diğer uygulamalardır.

A. Elektronik Konişmentoların Tanziminde Blokzincir Uygulamaları

a. Konişmentonun Tanımı, Önemi ve İşlevleri

6102 sayılı Türk Ticaret Kanunu(TTK) madde 1228’de konişmento; “*bir taşıma sözleşmesinin yapıldığını ispatlayan, eşyanın taşıyan tarafından teslim alındığını veya gemiye yüklendiğini gösteren ve taşıyanın eşyayı, ancak onun ibrazı karşılığında teslimle yükümlü olduğu senet*” olarak ifade edilmiştir. Konişmentonun tarihçesi 14.yüzyıla kadar uzanmaktadır. Başta eşyanın durumu, cinsi ve miktarını göstermek üzere kullanılan konişmentolar zaman içerisinde deniz ticaretinde önemli bir yer edinerek 18.yüzyılda kıymetli evrak niteliğine haiz hale gelmiştir¹³. Konişmento deniz ticareti hukukunda navlun sözleşmesinin tarafları arasındaki ilişkiyi belirleme, taşınacak eşyanın taşıyan tarafından konişmentoda yazıldığı şekilde teslim alındığını ve konişmentonun yetkili hamiline teslim edileceği taahhüdünü içermek ve yükü temsil etme gibi hayati işlevleri bulunmaktadır¹⁴.

Taşıyan veya onun yetkilendirdiği bir temsilci tarafından düzenlenen konişmentonun ibrazı karşılığında, taşıyanın yetkili hamile taşınan eşyanın teslimini gerçekleştirmesi zorunludur. Eşyanın teslimini talep eden gönderilenin ise bu talebini konişmentoyu ibraz ederek ileri sürmesi gerekir. Bu sistemin amacı hem yük sahibini hem de taşıyanı korumaktır¹⁵. Uygulamada ise bu aşamada oldukça sık bir şekilde rastlanan sorunlardan biri ise konişmentonun posta yolu ile gönderilmesi ve taşınan eşyanın varma limanına getirilmiş olmasına rağmen gümrük ve posta işlemlerindeki sorunlar nedeniyle konişmentonun gönderilene ulaşmaması durumudur¹⁶. Teknolojik gelişmeler sayesinde gemilerin hızları artmasına rağmen uzayan evrak işleri, bürokratik sorunlar, kıymetli evrak sayılan konişmentonun gönderiminde yaşanan sorunlar neticesinde taşıyan konişmento hamili olmadan eşyayı teslim edememektedir. Eşyanın teslim edilememesi ve uygun bir yerde depolanması durumunda yüksek miktarda depolama masrafları, ürünün depolanması esnasında meydana gelen hasarlar ve bazı durumlarda tüketim maddelerinin bozulması gibi istenmeyen

13 Topsoy, Fevzi: Deniz Ticareti Hukuku I, İstanbul 2020, s. 369.

14 Ber, Ahmet Said, Elektronik Konişmento, Ankara 2018, s. 39-50; Yazıcıoğlu, Emine, Deniz Ticareti Hukuku, İstanbul 2020, s. 375-383.

15 Karan, Hakan: “Deniz Ticaretinde Elektronik Konişmento ve Siber Güvenlik”, Türkiye Adalet Akademisi Dergisi 2019, S. 37, s. 79.

16 Yazıcıoğlu, s. 384.

sonuçlarla karşılaşılmakta, taraflar ve eşya ile ilgili üçüncü kişiler zarara uğramaktadır.

Deniz ticaretinde sahip olduğu önemli yeri dolayısıyla konşimentolardan vazgeçilememesi ancak dezavantajlarının bertaraf edilmesi amacıyla elektronik konişmento kavramı ortaya çıkmıştır.

b. Elektronik Konişmento Kavramı ve Faydaları

Elektronik konişmento, “*Elektronik ortamda düzenlenen, kağıt konişmentonun geçerli olması için gerekli asgari unsurları içeren ve elektronik güvenli imzayla imzalanan, elektronik ortamda depolanan, transfer edilen ve hak sahibine veya temsilcisine teslim edilen, yükün taşınmak üzere teslim alındığını ve taşıma sözleşmesi kapsamında taşınacağını ve varma yerinde teslim edileceğini kanıtlayan taşıma senedi*” şeklinde tanımlanmaktadır¹⁷. Elektronik konişmentonun unsurları dikkate alındığında geleneksel konişmento ile aynı unsurları taşıması gerektiği yalnızca elektronik ortamda düzenlenme şartının bulunduğunu söyleyebiliriz.

Elektronik konişmentonun deniz ticaretinde kullanılmasının işlemlerin hızlandırılması, posta ve banka giderlerinin azaltılması, daha güvenli işlem yapılması gibi yararları bulunmaktadır¹⁸. Teknolojik gelişmeler neticesinde gemilerinin hızının artması, ancak geleneksel konişmentoların posta yolu ile gönderilmesi neticesinde gemilerin varma limanına konşimentodan önce varması uygulamada oldukça sık rastlanan bir durumdur. Dolayısıyla varma limanında gönderilenin eline konişmentonun ulaşmamış olması sebebiyle taşıyan yükü teslim edememekte, taşıyanın garanti mektubu karşılığında teslimi ile taşıyan sorumluluktan kurtulmadığı için yükü teslim etmek yerine güvenli bir depolama alanına tevdi etmekte, bu durum ilave depolama ve benzeri masraflara neden olmaktadır¹⁹. Gecikmelerin yanı sıra posta yoluyla gönderim halinde olası bir zıya hasar veya postada konişmentonun kaybolması durumunda da uluslararası ticaret önemli ölçüde zarar görmektedir. Elektronik konişmentonun hayata geçirilmesi ile bu tür gecikmelerin önüne geçilmekte, taşıma sözleşmesinin tarafları ve sözleşme ile ilgili üçüncü şahısların menfaatleri korunmaktadır. Konişmento tanziminde garanti mektubunun hazırlanması durumunda oluşan maliyetlerin toplam taşıma giderlerinin %15’ini oluşturduğu, elektronik konişmento kullanılması durumunda ise garanti mektubuna dair giderlerin

¹⁷ Karan, s. 82.

¹⁸ Karan, s. 83-85.

¹⁹ Karan, s. 83.

%90'ına kadar azaltılabileceği öne sürülmektedir²⁰. Daha sürdürülebilir, ekonomik ve masrafsız taşıma işlemlerinin yapılması ile deniz ticaretinin gelişmesi önemli ölçüde artacak ve daha rekabetçi bir Türk denizciliği sözü konusu olacaktır. Kâğıt konişmentolar tahrip olabilmekte, kaybolabilmekte, sahteciliklere konu olabilmektedir. Elektronik konişmentolar özel veri tabanlarında oluşturulmakta, imzaların kronolojik olarak kaydedilmesi sayesinde imzaların doğruluğu kontrol edilebilmekte ve sahtecilik risklerinin önüne geçilmektedir²¹.

c. Blokzincir Tabanlı Elektronik Konişmento Uygulamaları

Blokzincir teknolojisinin konişmentodan kaynaklanan sorunları çözmek için en güvenilir yollardan biri olduğu ileri sürülmektedir²². Zira günler hatta haftalar süren konişmento tanzimi güvenilir blokzincir tabanında birkaç dakika içinde işlenerek kayıp, zıya veya hasar riski imkânsız hale getirilebilir²³. Blokzincir teknolojisinde uzman bir firma olan CargoX unvanlı firma konişmentoların dünyanın her yerinden hızlı, masrafsız ve güvenilir bir şekilde yönetilebileceği blokzincir tabanlı bir sistem geliştirmişlerdir. İlk test MANA kıyafet mağazaları ile bilinen Metro d. D. isimli ithalatçı ile ihracatçı firma Hangzhou Doko Garments Co. Ltd. arasında gerçekleştirilmiş, 2018 yılında blokzincir teknolojisi CargoX Smart Bill of Lading™ tarafından sağlanan ilk konteyner olan Slovenia(EU) planlandığı gibi boşaltılmıştır²⁴. Metro d.d., şirketinin lojistik müdürü Miloš Košir blokzincir tabanlı elektronik konişmento uygulamaları sayesinde ithalat maliyetlerini önemli ölçüde düşürerek şirkete değer katacaklarını ifade etmiştir²⁵.

B. Gemi Finansmanında Blokzincir Uygulamaları

Bilindiği üzere deniz ticaretine dair işlemler oldukça büyük sermaye gerektiren ve masraflı işlerdir. Dolayısıyla uygulamada birden fazla gerçek veya tüzel kişinin bulunduğu donatma iştirakleri meydana getirilerek riskin ve masrafların paylaşılması esası benimsenmiştir. Ancak donatma iştirakinde

20 *Karan*, s. 84.

21 *Pu, Shuyi / Lee Lam, Jasmine Siu*, Blockchain Adoptions in The Maritime Industry: A Conceptual Framework, *Maritime Policy & Management* 2021, p. 780.

22 *Li, Ling / Zhou, Honggeng*: "A Survey of Blockchain with Applications in Maritime and Shipping Industry", *Information Systems and e-Business Management* 2021, p. 802.

23 *Li / Zhou*, p. 802.

24 *Li / Zhou*, p. 802.

25 <https://cargox.io/press-releases/first-ever-blockchain-based-cargox-smart-bl-has-successfully-completed-its-historic-mission/> E.T. 07.07.2022.

donatanların geminin işletilmesi, geminin işletilmesi sırasında çevreye ve üçüncü kişilere zarar verilmesi yahut gemi adamlarının vermiş oldukları zararlardan dolayı sorumlu tutulması esasının belirlenmesi deniz ticaretinin gelişmesinde engel teşkil etmektedir. Gemi finansmanında anonim şirketler kurularak halka arzların gerçekleştirilmesi yoluna başvurulması halinde ise 6362 sayılı Sermaye Piyasası Kanunu'nun uzun ve zahmetli bürokratik işlemlerinin yerine getirilmesi gerekmektedir.

Blokszincir teknolojisi ile hayatımıza giren *Initial Coin Offering(ICO)* ve *Security Token Offering(STO)* uygulamaları sayesinde hızlı ve etkin para akışının sağlanması mümkün hale gelmiştir. *Initial Coin Offering(ICO)* ile araçlar ortadan kaldırılarak yüksek şeffaflık sağlanarak gemi finansmanlarının daha verimli ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi sağlanabilir²⁶. Gemi finansmanında blokszincir teknolojilerinin kullanılarak para toplanması halinde tek amacı kâr elde etmek olan ancak, donatan sıfatını haiz olmak istemeyen küçük yatırımcıların paralarının büyük gemi yatırımlarında kullanılması ile Türk denizciliğinin uluslararası arenada söz sahibi olacağı kanaatindeyiz.

C. Denizcilik Sigortalarında Blokszincir Uygulamaları

Sigorta hukukunun ortaya çıkmasında deniz ticaretinin etkili olduğu ileri sürülmektedir. Zira yüksek bütçelerle yola çıkan gemilerin, gemi ile taşınan yük ve yolcuların, geminin işletilmesinin olası zararlarının maliyetlerinin büyüklüğü dikkate alındığında sigorta kavramı büyük önem arz etmektedir. Sigorta taleplerinin doğru ve güvenilir bir şekilde işlenmesi taşıyan, taşıyanın donatan olmadığı durumlarda donatan, yük sahibi ve gönderilen gibi pek çok kişinin menfaati ile doğrudan bağlantılıdır. Günümüzde e-sigorta uygulamaları yaygın olmasına rağmen, sigortacılıkta tarafların eksik veya yanlış evrak teslimi, dolandırıcılık ve benzeri işlemleri nedeniyle pek çok sorun yaşanmaktadır.

Blokszincir teknolojisinin sigortacılık alanında kullanılması evrakların saklanmasına, güvenli elektronik imzaların kullanılması suretiyle olası sahteciliklerin önüne geçilmesine, evrak ve belgelerin sistem üzerinden yüklenerek daha hızlı bir iletişim ağının sağlanmasına katkı sağlayacaktır²⁷. Ayrıca akıllı sözleşmeler ile talepler hızlı ve etkin bir biçimde gözden geçirilecek, farklı menfaat sahipleri arasındaki hak iddiaları sisteme yüklenen ve

26 Pu / Lee Lam, p. 783.

27 Goldstein, Ken: "Blockchain and Distributed Ledger Technology: Insurance Applications, Legal Developments, and Cybersecurity Considerations", Connecticut Insurance Law Journal 2021, Vol. 27, No.2, 519-520.

değiştirilmesi mümkün olmayan kayıtlar aracılığı ile doğru bir biçimde incelenme imkanı sağlanarak katılımcılar arasında şeffaflık tesis edilecektir²⁸.

D. Kargo Takibinde Blokzincir Uygulamaları

Deniz taşımacılığında taşıyanın asli yükümlülüğü navlunun varna limanına taşınmasıdır²⁹. Navlunun zıyaı veya hasarı halinde taşıyandan gönderilene ve gönderilenin sorumlu olduğu üçüncü şahıslara kadar uzun bir mağduriyet listesi oluşmaktadır. Bu nedenle navlun sözleşmesi ile ilgili şahısların tamamının menfaati bakımından kargonun zamanında ve hasarsız teslimi arzu edilse de uygulamada her zaman bu konuda başarılı olduğunu söylemek zordur. Zira kargonun teslimi o derece önemli bir sorun haline gelmiştir ki 1924 tarihli Konişmentoya Dair Brüksel Sözleşmesi, 1968 tarihli Visby Protokolü ile değiştirilmiş Brüksel Sözleşmesi ve 2008 tarihli Deniz Yoluyla Eşya Taşıma Sözleşmesi gibi çeşitli uluslararası metinlerde ve TTK'da gecikmeye, zıya ve hasara bağlı giderlerin tespit ve tazminine dair sorunlara hukuki açıdan çözüm getirilmeye çalışılmıştır. Ancak uygulamada tazminden ziyade gecikmelerin ve hasarların önlenmesine dair çalışmaların yapılması hem daha ekonomik hem de deniz ticaretinin ruhuna daha uygun bir yaklaşım olacaktır.

Uygulamada kargonun hasara uğraması durumunda hasarın hangi sebeplerden kaynaklandığı büyük önem arz etmektedir. Hasar neticesinde taşıyanın sorumluluğuna gidilebilmesi için taşıyanın uluslararası sözleşmelerden veya TTK'dan³⁰ kaynaklanan yükümlülüklerini ihlal etmiş olması gerekmektedir. Zararın meydana gelmesi halinde ise zarar gören zararın miktarını ve taşıyanın ve/veya gemi adamlarının kusurunu ispat etmesi zorunludur. Bu sebeple, konteynerlerin takibi, yolculuğun hangi aşamasında hangi şartlarda hasar veya ziyanın meydana geldiğinin belirlenmesi zarureti hâsıl olmaktadır. Uluslararası sularda seyrüsefer halinde bulunan geminin mevcut bulunduğu yerlerin kâğıt üzerindeki verilerle tespit edilmesi zahmetli ve zor bir durumdur. Bu nedenle konteynerlerin takibi aşamasında blokzincir teknolojisi etkin bir araç olarak kendisini göstermekte ve deniz ticaretinin önde gelen kuruluşları bu yönde aksiyon almaya başlamışlardır.

2016 yılında dünyanın en büyük bilişim şirketlerinden biri olan International Business Machines (IBM) ile Danimarkalı lider deniz taşımacılığı şirketi A.P. Møller – Mærsk A/S'nin bir araya gelerek tedarik zincirindeki nakliyecilere, bankalara, limanlara ve diğer paydaşlara güvenli dijital kayıtlar

28 *Pu / Lee Lam*, p. 783-784.

29 *Topsy*, s. 395.

30 Bkz. TTK m. 1141, 1178, 1150, 1151, 1220, 1241 vd.

sunmayı amaçlayan bir blokzincir teknolojisi geliştirmişlerdir. Bu sayede karmaşık ve masraflı bir süreç olan konteyner takibinin tek bir sistem üzerinden gerçekleştirilmesine yönelik bir pilot çalışma gerçekleştirerek Mombasa'dan Rotterdam limanına gönderilen bir kargonun takibini blokzincir teknolojisi üzerinden gerçekleştirmiştir³¹. Yine 2017 yılında Pacific International Lines Ltd, PSA International ve IBM Singapore blokzincir tabanlı bir tedarik zincir platformu oluşturarak Çin'den Singapur'a giden bir kargonun takibini gerçekleştirerek anlık kargo takibinin paydaş katılımcılarla paylaşımını gerçekleştirmişlerdir³².

E. Gemilerin İşletilmesinde ve Ticari Bilgi-Belge Paylaşımında Blokzincir Uygulamaları ve Sağladığı Temel Avantajlar

a. Evrak İşlerinin Azaltılması, Masrafların Önüne Geçilmesi ve Hızlı Güvenilir Bilgi Paylaşımının Sağlanması

Deniz ticaretinde olağan sözleşmelerin aksine yalnızca iki taraftan bahsetmek oldukça zordur. Zira geminin donatanları, sigortacıları, bankalar, geminin kiracısı, geminin navlun sözleşmesinde kullanılmak üzere işletilmesi halinde taşıyan taşıtan ve gönderilenler, yolcu taşıma sözleşmesi kurulması halinde yolcular, gemi adamları, gümrük ve liman yetkilileri gibi pek çok kişi gemi ile ilgili kişiler konumundadır. Bu kişiler arasındaki iletişim ağının hızlı ve güvenilir olması olası gecikmeler ve zararların minimuma indirilmesi için elzemdir. Olası bir evrak gecikmesi durumunda geminin limanda alıkonulması, limana kabul edilmemesi veya malların teslim edilememesi gibi pek çok sorunla karşı karşıya kalınmaktadır. Evrakların eksik teslimi durumunda ise evrak gönderim maliyetleri katlanarak artmaktadır.

Taşınan yüklere dair sertifika ve benzeri belgelerin gönderimi ve takibi de uzun ve maliyetli süreçler ile gecikmelere neden olmaktadır. Belçikalı Antwerp Liman Otoritesi ile bir blokzincir şirketi T-Mining arasındaki işbirliği ile blokzincir tabanlı bir uygulama üzerinden dosya akışının hızlı ve güvenli bir biçimde sağlanarak kârlılığın elde edilmesi sağlanmıştır.

c. Değiştirilemez Veriler Yolu ile İlegal Eylemlerin Önüne Geçilmesi

Evraklarda sahtecilik ve benzeri illegal aktiviteler ticaret hayatındaki tüm aktörleri tehdit etmektedir. Verilerin tahrif edilememesi ticaret hayatında faaliyet

31 *Li / Zhou*, p. 800.

32 *Li / Zhou*, p. 802.

gösteren tüm aktörler için hayati önem taşımaktadır. Şeffaflığı sağlamak adına, dünyanın önde gelen denizcilik ülkelerinden biri olan Birleşik Arap Emirlikleri hükûmeti tarafından kontrol edilen liman işletmecisi Abu Dhabi Ports Company'nin bağlı şirketi Maqda Gateway "Silsal" isimli blokzincir uygulamasını hayata geçirmişlerdir. Tedarik zincirindeki aktörler için daha güvenli ve şeffaf bir sürecin işlenmesini amaçlayan projede limanın çekirdek müşterileri ile yerel ve uluslararası tedarik zinciri ağı içerisinde bilgi paylaşımı gerçekleştirilmiştir³³. Yapılan pilot çalışma ile daha şeffaf, güvenilir ve etkin bir haberleşme ağının temelleri atılmıştır.

2018 yılında IBM ile A.P. Møller – Mærsk A/S Hyperledger Fabric 1.0 uygulamasını hayata geçirerek tüm katılımcılarla eşzamanlı bilgilerin paylaşılmasını sağlamışlardır. Bu sayede belgelerin teslimini beklemeden, akıllı imzalar yolu ile elde edilen güvenli verilerin hızlı ve ekonomik olarak dağıtımını sağlamıştır. Alanında lider denizcilik firmalarının bu başarısı blokzincir teknolojisinin deniz ticareti uygulamalarına entegre edilmesi durumunda kârlılık ve verimliliğin artacağını göstermektedir.

F. Bilgi Paylaşımı Yolu ile Maliyetlerin Düşürülmesi ve Karbon Salınımının Azaltılması

Tedarik zincirinin ve deniz ticaretinin geliştirilmesinde bilgi paylaşımının önemini yadsınamayacağı bir gerçektir. Günümüzde bilgi paylaşımı ne kadar önemli ise bilginin güvenilir ve doğru paylaşımı da o derece hayati bir öneme sahiptir. Zira pek çok kişisel veri ve ticari sırrın konu olduğu ticari hayatta bilgi paylaşımının güvenli bir şekilde paylaşılması da günümüzde her zamankinden daha önemli bir hale gelmiştir. Güvenli bilgi paylaşımı aynı zamanda maliyetlerin düşürülmesine ve çevreye de önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Keza yapılan bir araştırma neticesinde konteyner doluluk oranlarının etkin bir biçimde paylaşılması suretiyle işbirliği yapıldığı takdirde nakliye masraflarının konteyner başına 300 Amerikan dolarına kadar azaltılabileceği sonucuna ulaşılmıştır³⁴. Yapılan araştırmada yalnızca konteyner doluluk oranlarının paylaşılması ile Amerika Birleşik Devletleri'nde gerçekleştirilen deniz ticaretinde yıllık 6 milyar Amerikan doları maliyetin azaltılması ve 4.5 milyon ton karbondioksit emisyonunun azaltılabileceği ifade edilmiştir³⁵. Netice itibarıyla şirketlerin temel endişelerinden biri olan güvenlik sorunu ortadan kaldırıldığı takdirde katılımcılar arasında güvenli bilgi paylaşımına imkan veren,

33 Li / Zhou, p. 802.

34 Pu / Lee Lam, p. 782.

35 Pu / Lee Lam, p. 782.

değiştirilemez verilerin saklanması sağlayan blokzincir teknolojisi sayesinde deniz ticaretinde kârlılık ve verimlilik sağlanmış olacaktır.

Sonuç ve Öneriler

Blokzincir teknolojisi deniz ticaretinde uluslararası lider şirketler tarafından bugüne kadar gerçekleştirilen uygulamaların ne denli büyük bir potansiyele sahip olduğu aşikardır. Blokzincir teknolojilerinin ve uygulamalarının da sadece kripto para piyasası ya da elektronik ticarete değil esasında ticari ve sosyal hayatın her aşamasında büyük bir gücü ve potansiyeli olduğu da ortadadır. Hal böyleyken gerek denizcilik piyasasındaki özel aktörlerin ve gerekse devlet kademelerinin blokzincir teknolojilerine karşı olumlu ve yeniliğe açık bir tavır takınması gerektiği, operasyonlarını ve iş süreçlerini buna göre yeniden dizayn etmeleri ve kendilerini önümüzdeki yılların normaline hazırlaması gerektiği anlaşılmaktadır.

Bu konuda kanun koyucuya da büyük bir görev düşmektedir. Başta 6102 sayılı Türk Ticaret Kanunu olmak üzere Türk mevzuatının blokzincir teknolojileri ile uyumlu olacak şekilde revize edilmesinin, şimdiden güçlü, modern ve etkili bir hukuki altyapının kurulmasının ne derece elzem olduğu da açık bir gerçektir.

Gerek kanun koyucu gerek devletin idari mercileri gerek üniversiteler ve bilimsel kuruluşlar ve gerekse özel şirketlerin koordineli ve uyumlu bir şekilde gerçekleştireceği projeler ve atacakları ortak adımlar sayesinde konvansiyonel denizcilik uygulamalarından doğan hukuki, ekonomik ve çevresel sorunların önüne geçilebileceğine ve hukukta, çevrenin korunmasında ve denizcilik sektörünün kendi dinamiklerinde maksimal faydanın elde edileceğine inanılmaktadır.

Kaynakça

Ber, Ahmet Said: Elektronik Konışmento, Ankara 2018.

Bük, Alaattin: Bilişim Alanında Kişisel Verilerin Korunması, Ankara 2018, s. 21.

Ciğer, Aysegül / Tılı, Ahmet: Kripto Varlıklar İle İlgili Uluslararası Ve Ulusal Yaklaşımlar, Ankara 2021.

Demir, İsmail: Deniz Ticareti Hukuku, Ankara 2021.

- Goldstein, Ken:** “Blockchain and Distributed Ledger Technology: Insurance Applications, Legal Developments, and Cybersecurity Considerations”, Connecticut Insurance Law Journal 2021, Vol. 27, No.2, 511-528.
- Karan, Hakan:** “Deniz Ticaretinde Elektronik Konışmmento ve Siber Güvenlik”, Türkiye Adalet Akademisi Dergisi 2019, S. 37, s. 75-106.
- Karayazgan, Ahmet:** Sigortanın Mesafeli Satışı(E-Sigorta), Ankara 2018.
- Li, Ling / Zhou, Honggeng:** “A Survey of Blockchain with Applications in Maritime and Shipping Industry”, Information Systems and e-Business Management 2021, p. 789-807.
- Pu, Shuyi / Lee Lam, Jasmine Siu:** Blockchain Adoptions in The Maritime İndustry: A Conceptual Framework, Maritime Policy & Management 2021, p. 777-794.
- Tomrukçu, Tuğçe:** Blockchain Teknolojisinin Eser Sahibi Haklarına Hukuki Yansıması, Ankara 2021.
- Topsoy, Fevzi:** Deniz Ticareti Hukuku I, İstanbul 2020.
- Yazıcıoğlu, Emine:** Deniz Ticareti Hukuku, İstanbul 2020.
- Zhao, Huida / Liu, Jiaguo / Hu, Xiyuan:** “Servitization with Blockchain in the Maritime Supply Chain”. Ocean and Coastal Management 2022, Vol. 225, s. 1.
- Zhou, Yusheng/ Soh, Ying Shan / Loh, Hui Shan / Yuen, Kum Fai:** “The Key Challenges and Critical Success Factors of Blockchain Implementation: Policy Implications for Singapore’s Maritime Industry”, Marine Policy 2020, Vol. 122, p. 1-10.
- <https://cargox.io/press-releases/first-ever-blockchain-based-cargox-smart-bl-has-successfully-completed-its-historic-mission/> E.T. 07.07.2022.

Küresel Ekonomik Yaptırımlara Karşı, Uluslararası Ticarete Ödeme Alternatifi Olarak Blockchain Teknolojisi (Rusya-Ukrayna Savaşı Örneği)

Prof. Dr. Abdullah Takım Dr. M. İhsan Çubukçu Öğr. Gör. M. Serkan Pasinlioğlu
Atatürk Üniversitesi Atatürk Üniversitesi Milli Savunma Üniversitesi

Özet

Ticaret ülkelerin askeri, ekonomik, sosyal ve siyasi gelişimleri için önemli bir etkileşim unsuru olarak değerlendirilmektedir. Son elli yılda ticaretin bölgesel ve yerel ticarettten daha çok uluslararası ticarete dönüşmesi sonucu ticaret kavramı kendini sürekli güncelleyen dinamik bir anlam ifade etmeye başlamıştır. Uluslararası ticaret, farklı kültürden toplumların ve işletmelerin karşılıklı mal, bilgi veya hizmet alışverişini ifade etmektedir. Ticarete konu olan tarafların farklı kültür ve toplumlardan olması karşılıklı anlaşmazlıklara neden olabilmektedir. Bu tür anlaşmazlıklar ve uyuşmazlıkların önüne geçilebilmek için uluslararası ticarete kullanılan birçok standart bulunmaktadır. Bu standartlar genel olarak teslim şekli, ödeme şekli, gümrük işlemleri ve resmi evraklar gibi aşamaları kapsamaktadır.

Uluslararası ticaretin önemli aşamalarından biri olan ödeme şekli, sorumlulukların ve riskin fazla olduğu bir süreç olarak değerlendirilmektedir. Günümüzde takas sistemi dışında kullanılan hemen hemen tüm ödeme yöntemlerinde paranın gönderilmesi için dijital bankacılık sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Küresel finans sisteminin temel yapı taşı olan bankaların, ülkeler arasında güven sağlayan aracı kurum olması ve ödeme sistemlerine teknolojik altyapı imkânı sunması, ticaretin gerçekleşme sürecini daha pratik hale getirmiştir. Ancak bankaların güven sağlayan aracı kurum olarak görülmesi ve dünyanın bankacılık sistemine bağımlılığı, zamanla bankaların politik ve stratejik seviyede güç unsuru olmasına neden olmuştur. Kişisel bilgilerin

* Sempozyum kapsamında sunulan tebliğin özet metnidir.

paylaşılması, yüksek komisyon oranları, ticarete finansman desteği ve yapılan her işlemin merkezi veri tabanına kaydedilmesi bankaların küresel ticaret pazarları üzerindeki güç niteliklerinden bazılarıdır.

Bankacılık sistemi Avrupa’da başlamış ve zamanla bölgesel güçten, küresel güce dönüşmüştür. Günümüzde bilgisayar teknolojilerinin ve anlık internet etkileşimlerinin gelişmesiyle birlikte dijital bankacılık sistemi tüm toplumların ortak kullanılabilirliğini sağlamıştır. Bankacılık sistemine dahil olan toplumların kişisel bilgilerini ve paralarını merkezi dijital bankacılık sistemlerine emanet etmeleri, tamamen bankaların küresel piyasalara verdiği güven duygusuyla açıklanabilir. Ancak bu bilgilerin kötü niyetli kişi veya kişiler tarafından ele geçirilmesi, toplumların ticaret pazarlarını ve sosyal yapılarını analiz etmede kullanılabilir. Sadece kötü niyetli taraflar değil, küresel kriz ortamlarında şeffaf olmayacak şekilde bankaların veri tabanları ülkeler tarafından da kullanılabilir. Bu durum ABD, İngiltere ve diğer küresel finans piyasalarına öncülük eden batılı devletlerin, bankalarla aynı ideolojik zeminde hareket etmelerinden kaynaklanmaktadır. Özellikle NATO ve batılı ülkelerin mevcut finansal sistemin işletmecileri olması, küresel finans piyasalarını “ekonomik silah” olarak kullanmasına imkân vermektedir. Nitekim 24 Şubat 2022 tarihinde Rusya’nın Ukrayna’ya karşı başlattığı askerî harekât, dünyanın birçok ülkesinden olumsuz karşılanmış ve ciddi yaptırımlara neden olmuştur. Bu yaptırımların ekonomik ayağını küresel finans sisteminin güçlü yöneticileri bankalar ve batılı ülkeler oluşturmaktadır. Rusya’nın “Swift” ödeme sisteminden çıkarılması, uluslararası ticaret pazarlarında bulunan büyük şirketlerinin yok sayılması ve küresel finans sistemindeki varlıklarının dondurulması, ülkeye ticarete kullanılabileceği alternatif ödeme sistemleri ihtiyacı doğurmuştur. 2008 yılında yaşanan “Morgage Krizi” ve krizin getirdiği küresel ekonomik buhran, bankaların yeniden sorgulanmasına neden olmuştur. Bankacılık sisteminin kriz karşısında güçlü refleks gösterememesi ve çöküşü toplumları yeni bir ekonomik sistem arayışına sürüklemiştir. 2008 Küresel Ekonomik Krizinden birkaç ay sonra bankacılık sistemine alternatif olarak ortaya çıkan ve son yıllarda kullanılabilirliğini birçok alanda ispatlayan blockchain teknolojisi, dünyaya yeni bir ödeme sistemi kapısı açmıştır. Blockchain teknolojisi altyapısında bulunan kriptoloji bilimiyle oluşturulmuş şifreleme algoritmaları sayesinde güvenli bir şekilde eşten eşe para transferlerini mümkün kılmaktadır. Henüz çok güncel ve yeni bir teknoloji olmasına rağmen taktik seviyede dünyada ki birçok ticari faaliyetin ödeme aşamasında kullanılan blockchain teknolojisi, zamanla hukuk, sağlık, lojistik, sigortacılık ve savunma sanayi gibi birçok alanda kullanılabilirliğini ispatlamıştır. Blockchain teknolojisi, bankaların güven sağladığı dijital ödeme sistemlerine alternatif olarak komisyonsuz, kişisel bilgilerin olmadığı, takip edilemeyen, güvenli ve şeffaf bir ödeme sistemi olarak tanımlanmaktadır.

Dünyadaki birçok toplum küresel finans sistemi ile büyük oranda bütünleşmiş durumdadır. Bugün Batı ve Doğu blokları arasında oluşan gerilimler sadece muharebe sahasında değil, uluslararası ticaret pazarlarında da yaşanmaktadır. Dolayısıyla batı ile yaşanabilecek stratejik ve politik seviyede krizler, ekonomik yaptırımların dayatılmasıyla sonuçlanmaktadır. Çalışma güncel bir kriz olan Rusya-Ukrayna savaşının ekonomik yaptırımlarını uluslararası ticaretin aşamalarından olan ödeme sistemleri kapsamında inceleyerek, blockchain teknolojisinin kullanılabilirlik konseptini ve ülkemizin gelecekte yaşayabileceği ekonomik yaptırımlara karşı alternatif çözüm senaryosu oluşturabilmeyi hedeflemektedir.

Blokzincir Teknolojisinin Dış Ticaret İşlemlerinde Kullanımı

Barış Gökalp

Şişecam

Basit bir ifadeyle Blockchain, sistemdeki kaydı değiştirmeyi, hacklemeyi veya hile yapmayı zorlaştıran veya imkansız hale getiren bir bilgi kayıt sistemidir. Blockchain temelinde sadece bir veri tabanıdır. Fakat kendisini diğer veri tabanlarından ayıran birkaç özelliği bulunmaktadır. Bunların başında blokzincirinin salt-eklenebilir olması gelir. Kısaca blokzincirine veri ekleyebilirsiniz fakat bir kere ekledikten sonra üzerinde herhangi bir düzeltme yapılamaz veya silinemez. Bir diğeri ise blokzincirine kaydedilen her bir giriş(blok) kendinden bir öncekine bağlıdır ve ondan bir iz taşır. Böylece bloklardan birbirine bağlı değişmez bir zincir yaratmış olursunuz.

Blokzinciri teknolojisinden doğan belki de en çok duyduğumuz terim Kripto paralar olabilir. Kripto paralar blok zincirine kaydedilen dijital paralardır. Merkezi otoriteler tarafından kabul gören ödeme araçlarına alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Klasik ödeme sistemleri, bankalar sizin için paranızı tutar ve siz talimat verdiğinizde işlemin gerçekleşeceği diğer tarafın hesabına sizin paranızı transfer eder ve bundan bir komisyon alır. Kripto paralarda bu aracı kuruluşlara gerek yoktur. Paranızı karşı tarafa sadece bir kod çalıştırarak gönderebilirsiniz.

Blokzinciri üzerinde geliştirilen bir başka teknoloji ise akıllı sözleşmelerdir. Akıllı sözleşmeleri "blockchain üzerinde taraflar arasındaki anlaşmanın şartlarını otomatik olarak yerine getiren kendiliğinden uygulamalı kodlar bütünü" olarak tanımlayabiliriz. Akıllı sözleşmeler, çoğunlukla finans ve bankacılık sektöründe kullanılsa da başka birçok alanda kullanılabilir. Tedarik zinciri, sağlık, vergi, sigorta ve sayısız birçok alanda akıllı sözleşmelerden faydalanılabilir. Akıllı sözleşmelerden faydalanabileceğimiz bir alanda uluslararası ticarettir.

Geleneksel dış ticarete alıcı ve satıcı arasında gerçekleşmesi gereken işlemlerin hepsi gümrük, sigorta şirketi, lojistik şirketi gibi birçok aracı kurum veya kurumların dahil olmasıyla gerçekleştirilir. Bununla birlikte, tamamlanması gereken yasal süreçler sebebi ile resmi veya özel birçok kurumundan evrak

* Sempozyum kapsamında sunulan tebliğin özet metnidir.

temini ve söz konusu evrakların asıllarının fiziklen teslimi gerekliliğinin getirdiği lojistik süreçler çoğu zaman beklemelelere sebebiyet vermektedir. Aracı kurumların ayrı ayrı süreçlerle yürüttüğü bu evrak akışının yarattığı zaman, enerji ve emek kaybı, Blockchain teknolojisi ile çok daha hızlı, verimli ve tüm tarafların mutabakatının hızlıca sağlanacağı bir süreç haline gelebilir. Alıcı ve satıcı arasındaki işlemlerin birbirini takip eden süreçler olması yerine eş zamanlı ilerlemesi daha hızlı ve az maliyetli bir iş akışı oluşmasını sağlar. Bununla birlikte, yapılan ticarete ilişkin tüm veriler dağıtık ve değiştirilemez bir sistem üzerine kaydedildiğinden daha şeffaf ve daha hızlı bir süreç yürütülerek işlemlerin denetimi de kolaylaşmış olacaktır.

Blockchain teknolojisi ile dış ticaret süreçlerine yönelik birçok platform bulunmaktadır. Marco Polo bu platformlardan biridir. Şişecam ve Türkiye İş Bankası blockchain teknolojisiyle çalışan ticaret platformu olan Marco Polo üzerinde Türkiye'nin ilk pilot dış ticaret finansman işlemini gerçekleştirmiştir. İşlem, Türkiye İş Bankası, Şişecam, Kuraray Europe GmbH ve Commerzbank arasında Marco Polo platformu üzerinden gerçekleştirilmiştir. Olağan evrak inceleme ve mutabakat süreleri nedeniyle söz konusu işlemin tamamlanması günler alabilecek iken, blockchain ve dağıtık defter (DLT) teknolojisinin sağladığı kolaylık ve güvenle işlem çok kısa zamanda sonuçlandırılmıştır.

Marco Polo platformu üzerinde dünyada yapılan ilk canlı ödeme taahhüt işlemi Şişecam ve Kuraray Europe GmbH arasında, T.İş Bankası'nın garantisi ve Commerzbank'ın garantiyi kabulü ile tamamlanmıştır. İlk olarak, Kuraray GMBH'den planlanan ithalat siparişi, SISECAM tarafından Marco Polo platformunda akıllı bir sözleşme olarak oluşturuldu. Akıllı sözleşmenin taraflarca onaylanmasının ardından İş Bankası vadesinde ödeme sözü vererek işleme finansal teminat sağlamıştır. Commerzbank'ın onayından sonra teminat işlemi tamamlandı.

Sevkiyat yapıldıktan sonra gerekli evraklar Kuraray GmbH tarafından platforma yüklendi ve sistem, evrakların tamam olup olmadığını akıllı sözleşmede belirtilen kurallara göre otomatik olarak kontrol etti. Sadece saniyeler süren bu kontrol ile banka onayı geçerli hale geldi ve fatura son ödeme tarihinden 60 gün sonra ödeme yapıldı ve işlem başarıyla tamamlandı.

Dış ticaret finansman işlemlerinin merkezizsiz bir teknolojiyle gerçekleştirilmesinin avantajlarından bahsettik. Fakat günümüzde mevcut bazı dezavantajlarından da bahsedebiliriz. Henüz blok zinciri ağları için standart protokolün olmaması ve halen bazı dijital belgelerin hazırlanması için yasal süreçlerin gerekliliği önde gelen dezavantajlarındandır. Aynı zamanda blockchain teknolojisinin uyumluluk açısından doğurabileceği sıkıntılar henüz tam olarak üstesinden gelinmiş konular değildir.

Merkez Bankası Dijital Paraları (CBDC) ve Vergi İndirimlerinin Önemi: Dijital Türk Lirası Üzerine Öneriler

Mehmet Şimşek

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Doktora Öğrencisi

Doç. Dr. Özgür Saraç

Dokuz Eylül Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Maliye Bölümü

Hakim siyasi otorite tarafından tedavüle sürülen, ekonomik aktörlerce ödeme aracı olarak kullanılan, üzerinde sayılabilir değer ihtiva eden, standardizasyonu sağlanan nesnedir, para... Bir nesnenin para özelliği kazanabilmesi için olmazsa olmaz sayılan gereklilikten biri *güven* dğeriyse *genel kabuldür*. Buna göre, geçmişte genel kabul görme özelliği kazanan deniz kabuklarından boncuklara uzanan nice nesne, bulunduğu mekan ve zaman içinde para özelliği kazanmıştır. Para, sosyo ekonomik hayatla birlikte değişime uğrayan, işlevleri değişmese de görünümü değişen, evrime uğrayan bir nesnedir.

Krizler beraberinde getirdiği tehditler ve fırsatlarla değişimi tetikler. Bu, 2008 Küresel Krizi için de böyledir ve bu kriz, özellikle paranın evrim sürecinde önemli bir kavşaktır. Olan kabaca şudur: Resmi para otoriteleri olan merkez bankaları, krize yol açan iflaslar ve krizin getirdiği durgunluktan çıkış yolu için her zamanki gibi para arzını genişletirler. Lakin bu genişletmenin diğerlerinden farkı, o zamana kadar görünmemiş ölçüde oluşudur. Öyle ki, Federal Reserve Bank: FED verilerine göre genişlemenin çapı ABD'nin kuruluşundan o yana basılan paranın yaklaşık beş katıdır. Krizden çıkışta diğer merkez bankalarının da benzer hamlelere girişmeleriyle paranın akıbeti kısa zamanda sorgulanır hale gelir. Zira para aslında bir tür kulüp maldır. Kulüp mallar, doğaları gereği sıklıkla maliyetine tabidir. Buna göre, kulübün üye sayısı arttıkça kulübün sağladığı avantajlar azalır ve eski üyelerin yeni arayışlara yönelme eğilimleri güçlenir. Tahmin edileceği üzere bu arayışın 2009 yılındaki adresi Bitcoin olur.

* Sempozyum kapsamında sunulan tebliğin özet metnidir.

Konuyla ilgili herkesin bildiği üzere Bitcoin, blok zincir teknolojisini kullanan ilk kripto paradır. Lakin kripto paraların “para” olma özellikleri tartışmalıdır. Zira bunların değer saklama aracı olma özellikleri olsa da henüz genel anlamda değişim aracı olma özellikleri yoktur. Lakin süreç her geçen gün bu hususta gelişim sağlayacak şekilde ilerlemektedir. Bu ilerlemenin merkez bankaları ve hükümetler için ciddi birer meydan okuma oldukları ortadadır. Zira kripto paraların ödeme aracı olma özelliği kazanması, ulusal mali sistemlerde devasa açıklara sebep olabilir. Diğer bir deyişle kripto paralarda küresel ölçekte genel kabulün oluşması, mali sistemlerin bekası için önemli bir tehdittir. Hükümetlerin bu tehdit karşısında gündeme getirdiği araçlarsa Merkez Bankası Dijital Paraları (Central Bank Digital Currency: CBDC) olarak bilinir. Günümüz merkez bankalarının yüzde 80’i CBDC hazırlıkları yapmaktadır. Kripto paraların aksine CBDC’ler merkezi olarak kontrol edilebilecektir. Bu bakımdan kripto varlıkların ikamesi olma özelliği olan CBDC’lerin genel kabul görüp görmeyecekleri merakla beklenen bir konudur. Zira her hükümetin CBDC’si kullanılan teknoloji ve kendi ihtiyaçlarına göre şekillenecektir.

Günümüz itibari paralarının dijital formları olan CBDC’lerin para olup olmama tartışmaları yoktur. Zira kripto paraların aksine CBDC’ler yasal para birimleri olarak var edilecektir. Bu özellikleri gereği CBDC’ler ister istemez ulusal olma özelliği taşıyacaktır. Lakin bu, günümüz paralarında olduğu gibi onların uluslararası ödemelerde kullanılmayacakları anlamına gelmemektedir. Herhangi bir CBDC’nin para olarak kullanımı için ilgili merkez bankasının her bir vatandaş için evrensel merkez bankası hesabı açması gerekir. Bu, CBDC’lerin genel kabul görmeleri için gerekli, lakin tek başına yeterli değildir. Zira açılan bu hesapların vatandaşlar tarafından kullanılması ve zamanla diğer geleneksel ödemelerin yerini alması gerekir. İşte bu noktada vatandaşların merkez bankalarında hesap açma veya adlarına açılan hesapları kullanma hususunda nasıl ikna edilecekleri belirsizdir.

Bu çalışma, var olan bu belirsizliğin giderilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Ortaya atılan tez şudur: *CBDC’lerin genel kabul görmeleri için vergi indirimleri önemli birer araçtır ve bu araç, ödeme farklılığından kaynaklı fiyat farklılaştırması yoluyla CBDC kullanımı için önemli bir müşevviktir.* Ayrıca bu amaç kapsamında izlenecek vergi indirimleri, söz konusu indiriminin alıcı ve satıcı arasındaki paylaşımı hususunda da hükümete net bir izleme imkanı sağlamakta ve CBDC’lerin gelir dağılımını düzenleme işlevlerinin de olabileceğini görme imkanı vermektedir. CBDC’lerin taşıdığı bu potansiyelin vergi indirimleri üzerinden işlevsel hale getirilebileceğini ortaya koyan çalışma, son dönemde üzerinde çalışılan dijital Türk lirası için yapılan çalışmalara ilham verebilir. Bu maksatla çalışmada dijital Türk lirası için çeşitli öngörülere yer

verilmekte ve vergi indirimlerinin bu yeni paranın genel kabulü için sağlayacağı kazanımlara dikkat çekilmektedir.

Günümüzde stabil coin çalışmaları ve binlerce kripto para birimlerinin ortaya çıkması ile birlikte merkez bankalarının da kendi para birimlerini dijitalleştirme adı altında devletler özelinde CBDC projelerine de ilgiyi arttırmıştır.

Merkez Bankası CBDC'leri, bir değişim aracı, hesap birimi, borç verme – alma veya bir değer saklama deposu görevi görmesi ve tıpkı dolaşımdaki mevcut banknot paralar gibi çalışması beklenmektedir. Dijital ekonominin bir parçası olarak, Dijital ekonomiye geçişte vergilendirme ve vergi kontrolünün verimliliğini arttırmak için CBDC'lerin bu alanda faydaları da olabilecektir.

Merkez bankalarının mevcut para birimlerinin dijitalleştirilmesi ile ona yasal bir statü verilmesi sonucunda nakit para kullanımı ile birlikte CBDC'lerin ödemelerde kullanımı, kara para aklama ve vergi kaçakçılığının önüne geçilmesi için bir çözüm getirirse de, CBDC teknolojisinin vergi tasarrufu için ek bir aracı olmasını temsil edebilmektedir. Örneğin; Arjantin ve Kore'de KDV indirimi gibi vergi teşvikleri veya elektronik ödemelerde dijital para birimlerinin kullanımını teşvik etmeyi amaçlayan gelir vergisi oranları belirlenmiştir. Kolombiya'da, 1 Ocak 2014'ten bu yana, indirilebilir vergi giderleri bankada mevduat gibi ödeme yöntemleriyle yapılabilmektedir. 1 Ocak 2020'den itibaren İtalya'da belirli giderler vergiden düşülmektedir.

Anahtar Kelimeler: CBDC, Vergileme, Kripto Para, Vergi İndirimi, Fiyat Farklılaştırması.

Dijital Kimlik ve Açık Bankacılık Bankaların Müşterini Tanı Yükümlülüğüne Farklı Bir Bakış

Arş. Gör. Zeynep Özkan

Ankara Üniversitesi
Siyasal Bilgiler Fakültesi
Ticaret Hukuku Anabilim Dalı

Giriş

Sayın Korkut Hocama bu güzel takdim için hepinizin huzurunda teşekkür ederek başlamak istiyorum sözlerime. Bugün sizlerin karşısında bulunuyor olmak benim için oldukça anlamlı. Keza, sempozyum düzenleme kurulunun da bir üyesi olarak paydaşı olduğum üniversitede, ilgili olduğum alanda bir sunuş yapıyor olacağım. Bu sebeple hem çok mutlu hem de çok heyecanlıyım. Olur da mutluluğum ve heyecanım birbirine karışır ise şimdiden affınıza sığınıyorum.

Ben kendimi ticaret hukuku anabilim dalına mensup bir araştırma görevlisi olmanın yanında teknolojiye ve teknolojinin alana etkilerine ilgi duyan ve araştıran biri olarak addediyorum. Keza, tez konum da merakımın ürünü. Sunum sırasında bana katılmadığınız veya söylediklerimi geliştirmek istediğiniz bir konu olur ise değerli katkılarınızı sunum sonunda memnuniyetle bekliyor olacağım.

Sözü daha fazla uzatmadan sunuma geçiyorum. Öncelikle kısaca sunum planımdan bahsedeceğim. Ben bugün sizlere, “Dijital Kimlik ve Açık Bankacılık” başlığı altında aslında bankaların müşterilerini tanıma yükümlülüğüne farklı bir perspektiften bakmayı teklif edeceğim. Bu kapsamda bildiri başlığımız “Dijital Kimlik ve Açık Bankacılık: Bankaların Müşterini Tanı Yükümlülüğüne Farklı Bir Bakış”. Bu başlık altında sempozyum tamamıza da uyumlu olacak şekilde blokzinciri uygulamalarından bahsetmeye çalışacağım.

Öncelikle, genel olarak bankaların müşterilerini tanıma yükümlülüğüne bakacağız. Konunun hukuki çerçevesi ile banka ve müşteri ilişkisini irdeleyeceğiz. Karşılaşılan sorunları dile getirmeye çalışacağız. Ardından dijital

kimlik ve açık bankacılık çözümlerinin, tabi ki blokzinciri modeli ile harmanlayarak, müşteri tanıma sürecine etkilerini ele alacağız. Ben burada çalışma metodumuzu da anlatabilmek adına bir parantez açmak istiyorum.

Bizim bu çalışmamızda temel çıkış noktamız, hiçbir zaman blokzincirinin nimetlerinden hangi alanda faydalanabiliriz olmadı. Sonda söyleyeceğimi başta söylüyorum; esasen ne dijital kimlik ne de açık bankacılık çözümlerini blokzinciri üzerinden kurgulamak zorunda değiliz. Zaten bu iki sistem günümüzde blokzinciri tabanlı olmadan kullanılıyor. Biz bu sürecin zayıf noktalarına gayri merkezi bir model olan blokzinciri ile nasıl bir şifa bulabiliriz, bu soruyu sorduk kendimize.

Yeri gelmişken belirtmek istiyorum ki, bu konunun biz sosyal bilimcilerin bu kadar dikkatini çekmesinin ana sebebi blokzincirinin bir iş yapış modeli oluşudur. Şanslıyım ki Egemen Hocam açılış oturumda ve benden önceki her biri alanında uzman konuşmacılarımız sunuşları kapsamında teknik kısımlara ilişkin açıklamalarda bulundu. Süremiz de kısıtlı olduğunda ben teknik kısımlara sadece değinmekle yetineceğim. Günün sonunda, bizim durduğumuz nokta biraz daha sonuç odaklı.

I. Bankaların Müşterilerini Tanıma Yükümlülüğü

Günümüzde, hukuka aykırı yollarla elde edilen malvarlığı değerlerinin meşru bir zemine oturtulması için bankacılık sistemleri sıklıkla kullanılmaya çalışılmaktadır. Suçtan kaynaklanan mal varlığı değerleri, genellikle sahte kimlik kullanılarak veya üçüncü kişiler üzerinden bankalara mevduat olarak getirilmekte, bu şekilde bir kere sisteme giren değer artık kolaylıkla başka hesaplara aktarılabilen ya da menkul kıymetlere dönüştürülebilmektedir. Bu gibi durumlarla mücadele amacıyla finansal kuruluşlar için öngörülen tedbirlerin başında, müşteri tanıma ve kimlik tespiti süreçleri gelmektedir.

Hukuki çerçeveyi özetleyecek olursak, mevzuatımızda 5549 sayılı Suç Gelirlerinin Aklanmasının Önlenmesi Hakkında Kanun'un "Müşterinin Tanınması" kenar başlıklı 3. maddesi konu açısından dikkat çekicidir. Maddeye göre; bankalar, *müşterinin tanınmasına ilişkin esaslar kapsamında; kendileri nezdinde yapılan veya aracılık ettikleri işlemlerde işlem yapılmadan önce, işlem yapanlar ile nam veya hesaplarına işlem yapılanların kimliklerini tespit etmek ve gerekli diğer tedbirleri almak zorundadır*. Görüldüğü gibi, mevzuatımızda müşteri tanıma süreçleri bankalar için bir yükümlülük olarak düzenlenmiştir.

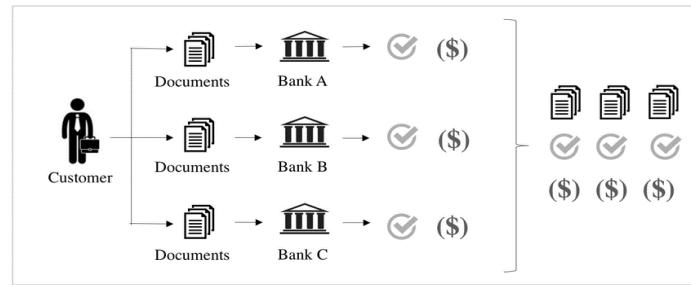
Müşterinin tanınmasına ilişkin esaslar, 9 Ocak 2008 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanan "Suç Gelirlerinin Aklanmasının ve Terörün Finansmanının Önlenmesine Dair Tedbirler Hakkında Yönetmelik" ile

ayrıntılına kavuşturulmuştur. Bu sunum kapsamında yönetmelikteki maddelerin tek tek incelenmesi mümkün olmadığından, yeri geldikçe önemli noktalara değinilecektir.

Geleneksel bankacılık anlayışında, müşterini tanı süreçleri fiziksel ortamda yürütülmektedir. Öte yandan, internet bankacılığı ve çevrimiçi uygulamalar sayesinde, kişiler geleneksel bankacılıkta alışagelmışin aksine fiilen bir banka personeli ile muhatap olmaksızın işlemlerin tamamını veya büyük bir kısmını elektronik ortamlarda gerçekleştirebilmektedir. Ancak ben bu noktada bir parantez açmak istiyorum. Diyelim bugün mobil bankacılık uygulamaları üzerinden bir hesap açtınız, e-imza gibi bir alternatifiniz yok ise bankanın size en yakın şubesine gidip sözleşmeyi fiziken imzalamanız gerekiyor. Yani hala tam olarak dijitalleşebilmiş değiliz. Ancak pandemi süresinde, birçok işlemin çevrimiçi ve uzaktan yapılmaya başlanması ile uygulamayı oldukça hızlandırdı. Bu durum, bir yandan gündelik hayatı ve işlemleri kolaylaştırmakla birlikte diğer yandan, bankacılık sistemlerinin sınıstimal edilmesi gibi riskler de barındırmaktadır. Esasen, elektronik bankacılık işlemlerinde kimlik doğrulaması her zaman kolay olmayabiliyor. Hem MASAK (mali suçlar araştırma kurulu) hem de *Financial Action Task Force* (FATF) tarafından bu gibi uzaktan işlemler riskli işlem olarak kabul edilmekte olup daha sıkı tedbirler alınması öngörülmüştür. Uzaktan kimlik doğrulaması ile ilgili 2020 yılında Türkiye’de de mevzuatta birtakım gelişmeler yaşandı. Bununla birlikte, en üst seviyede güvenlik önlemleri alınsa dahi, elektronik bankacılık işlemlerinin etkin bir şekilde denetlenemeyebileceği de vurgulanmaktadır.

Buraya kadar anlatılanların ara değerlendirmesini yapacak olursak, müşteri tanıma süreçlerinde, uzaktan ve çevrimiçi uygulamalarda yaşanan sorunlar dikkatimizi çekiyor.

Şekil-I¹



1 <https://merehead.com/blog/blockchain-for-know-your-customer-kyc-use-cases/>.

Müşteri ve Banka arasındaki ilişkiyi, Şekil-I’de de gördüğümüz üzere, bir örnek ile açıklayalım:

Bir müşteri, bir banka ile işlem yapmak istediğinde, banka tarafından risk değerlendirilmesi yapmak için birtakım bilgiler talep edilmektedir. Bu kapsamda, müşterinin mesleki bilgileri, vatandaşlık ve ikametgah bilgileri, çalıştığı sektör, bankaya başvuru ya da işlem yapma amacı, daha önce gerçekleştirdiği işlemler gibi birçok faktör değerlendirmeye alınmaktadır. Aynı müşteri, daha sonra başka bir banka ile işlem yapmak istediğinde süreç yeniden işletilmektedir.

Bu uygulamada karşılaşılan başlıca sorunlar;

- Aynı işlemlerin her seferinde tekrarlanması,
- İhtiyaç duyulandan fazla bilgi paylaşılması riski,
- Sürecin uzunluğu,
- Maliyetin yüksek oluşu,
- Müşteri işlemleri ile sistemin senkronize olamaması,
- Çok sayıda belgenin fiziken saklanması gereği,
- Bilgileri açık bir şekilde paylaşmaktan doğabilecek güvenlik zafiyetidir.

II. Müşterinin Tanınması Sürecindeki Engellere Çözüm Önerisi Olarak Blokzinciri Tabanlı Dijital Kimlik Modeli Önerisi

Dijital kimlik, en genel anlamıyla, bir kişiyi elektronik ortamda tanımlamaya yarayan verilerin bütünü, adeta sürekli büyüyen ve gelişen sanal ortamdaki ayak izidir. Ancak burada, sadece sosyal medya hesaplarındaki kayıtlar kastedilmemektedir. Çok daha ötesinde, kişinin kimlik bilgileri, adresi, iletişim bilgileri, finansal verileri, öğrenim durumu, sağlık bilgileri gibi birçok veri grubu dijital kimliğin unsuru olabilir. Bankacılık sektörü açısından önem arz eden husus ise kurumsal müşterilerin finansal bilgileri, müşterinin karşılıksız çeklerinin sayısı, tacirler için konkordato talep edip etmediği veya iflas edip etmediği gibi bilgiler ile ad, soyad, TC kimlik numarası, yabancı uyruklu kişilerin pasaport numarası, ticaret unvanı, vergi numarası, iletişim bilgileri vb. verilerdir.

Sunumun başında da belirttiğimiz gibi, dijital kimlikte blokzinciri tabanlı sistemler zorunlu unsur değildir. Günümüzde, neredeyse herkesin farklı otoriteler nezdinde oluşturulmuş birden fazla dijital kimliği vardır ve dijital kimlik verileri, her bir otorite kendi sunucularında saklanmaktadır. Bugün geçerli

olan senaryoda, kurumlar arası işbirliği bulunmadığından, bir platformda üretilen verinin başka bir platformda kullanılması ihtimali söz konusu değildir. Bir bakıma dijital kimlik bakımından günümüzde geçerli olan sistem, birden fazla merkezi otoritenin varlığına işaret etmektedir.

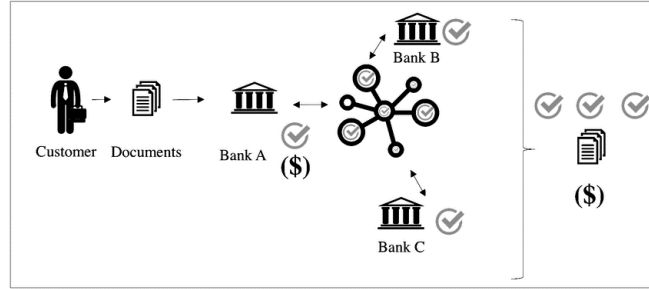
Verilerin tek bir merkezde tutulması, veri güncelliğini sağlamak adına iyi bir yöntem olarak görülmektedir. Öte yandan, bu sistemlerde de güvenlik zafiyetleri meydana gelebilmektedir. Zira, her otorite aynı seviyede güvenlik önlemini alamayacağı gibi, tek bir merkezdeki verinin kötü niyetli olarak ele geçirilmesi, merkezi olmayan sistemlere göre daha kolaydır.

Bu noktada blokzincirinin önerdiği ise, verilerin yüksek güvenlik merkezi veri tabanlarında tutmak yerine dağıtık noktalarda tutulmasıdır. Böylelikle güvenlik zafiyetlerinin aşılabilecektir. Her bir blokta bulunan zaman damgası verilerin güncelliğini sağlamakta aynı zamanda ispat unsuru olarak da güvenli saklama olanağı sunmaktadır.

Az önceki örnekten devam edecek olursak;

Bir müşterinin A Bankası ile ilk kez işlem gerçekleştireceğini düşünelim. Banka tarafından temel müşterini tanı süreci yürütülecektir. Müşteri, belgelerini banka ile paylaşacak ve daha sonra bu belgeler banka tarafından değerlendirilecektir. Belgeler analiz edildikten sonra bankanın müşteri ile ilgili ret ya da onay kararı, banka tarafından akıllı sözleşme aracılığıyla blokzincirine kaydedilecektir. Bu akıllı sözleşme, aynı müşteri için diğer bankalarca yürütülen müşterini tanı süreci sonuçlarını da içerecektir.

Blokzinciri modelinde (*Şekil-II*), her bir banka müşteriden talep ettiği verileri, kendi veri tabanında saklar (Örneğin A Bankası). Müşteri ne zaman ki başka bir banka ile çalışmak isterse (Örneğin B Bankası), yalnızca müşterini tanı süreci doğrulama belgelerinin ve A Bankası tarafından doğrulama sonucunun saklandığı orijinal akıllı sözleşme adresinin paylaşılması yeterli olacaktır. B Bankasının doğrulama sonucu da müşteriye ait akıllı sözleşme üzerinde saklanacaktır. Bu örnekte, blokzinciri modeli ve akıllı sözleşmeler sayesinde, müşteriye ait akıllı sözleşmenin, müşterinin çalıştığı finansal kuruluşlar hakkında eksiksiz bilgi içermesi beklenmektedir.

Şekil-II²

Blokzinciri tabanlı dijital kimlik modeli, finansal kuruluşların, bir müşteri için halihazırda yürütülmüş olan kimlik doğrulama sürecinin sonucunu doğrulayabileceği, kronolojik olarak görebileceği, merkezi olmayan bir finansal kuruluşlar arası dijital kayıt defterinin oluşmasını sağlar. Blokzinciri modelindeki dağıtık defter teknolojisi, finansal kuruluşlara bir müşteriyle çalışmadan önce müşterinin daha önceden geçirdiği müşteri tanı süreçlerinin şeffaf bir kaydı görebilme imkanı tanımaktadır. Ayrıca, yürütülen müşteri tanı faaliyetlerinin maliyetleri finans kuruluşları arasında orantılı olarak paylaşılabilir ve bu sayede, kimlik tanıma süreci maliyetleri ciddi oranda azaltılabilir.

Merkezi olmayan dijital kimlik modelinde, verilerin dijital ortamda paylaşılmasında söz hakkı veri sahibindedir. Verilen örnekte, müşteri verilerine blokzinciri üzerinden açık bir şekilde erişilemiyor. Müşteri verileri, yalnızca müşterinin verdiği izin doğrultusunda, doğrulama amacıyla paylaşılabilir.

Bir diğer dijital kimlik modeli ise “kullanıcı egemen kimlikler”dir. Bu modelin merkezinde müşteri yer alır. Adeta müşteri kimim diyorsa odur. Dijital kimlik, müşteri tarafından oluşturulmakta ve bizzat yönetilmektedir. Bu modelde, finans kuruluşları müşteriye ait bir veriye sahip değildir. Bir finans kuruluşunun müşteri verisine ihtiyaç duyması halinde, erişim izni yine müşteri tarafından verilecektir.

Blokzinciri tabanlı dijital kimlik modelinin, müşterini tanı süreçlerini daha işlevsel bir hale getireceği öngörülmekle birlikte, bu modelin yaygınlaşmasının önünde çeşitli engeller bulunmaktadır. Bunların başında, finans kuruluşlarının tabi olduğu yaptırımlar gelmektedir. Müşteri tanı süreçleri mevzuatta sıkı şartlara bağlanmıştır ve bu şartlara uyulmadığı takdirde, finans kuruluşları mevzuatta öngörülen yaptırımlarla muhatap olacaktır. Nitekim, Suç Gelirlerinin Aklanması ve Terörün Finansmanının Önlenmesine Dair Tedbirler Hakkında Yönetmelik’in

2 <https://merehead.com/blog/blockchain-for-know-your-customer-kyc-use-cases/>.

21. maddesinde de öngörüldüğü üzere, müşteri tanı süreçlerinde başka finans kuruluşlarınca elde edilen bilgilere güvenerek işlem tesis edilebilir ancak bu halde nihai sorumluluk üçüncü tarafa güvenerek işlem yapan finans kuruluşuna ait olmaktadır. Bu sebeple, günümüzde finans kuruluşları müşteri tanıma süreçlerini bizzat yürütme eğilimindedir. Bu sorunların mevzuatta yapılacak düzenlemelerle aşılması gerektiği kanaatindeyiz.

III. Açık Bankacılıkta Blokzinciri Modeli Mümkün Mü?

Ben sunumun bu kısmında, akimlik doğrulama süreçleri açısından açık bankacılıktan bahsetmek istiyorum. Açık bankacılık, müşterinin birden fazla finans kuruluşundaki finansal verilerinin tek bir ekrandan görüntüleyebilmesi ve işlem yapabilmesine izin veren sistemdir. Mevcut uygulamada, açık bankacılık modelinde uygulama programlama ara yüzü denilen ve kısaltması İngilizce karşılığının (*Application programming interfaces*) baş harfleri olan “API”ler aracılığıyla veriler üçüncü kişilerce erişilebilmekte ve ilgili hizmetlerde kullanılabilir.

Açık bankacılık modeli, kimlik doğrulama açısından birtakım avantajlar sunmaktadır. Şöyle ki, bu sistemde veriler daha günceldir, yeni bir finans kuruluşu ile ilişki kurulduğunda müşteri tanıma süreçleri daha hızlı ve daha az maliyetli olarak gerçekleşmektedir. Ara değerlendirme olarak açık bankacılık modeli müşteri tanıma süreçlerini daha efektif hale getirmeyi vaat ediyor demek yanlış olmayacaktır.

Bu noktada, bizim temel çekincemiz, yeni bir aracı yaratılmasının gerekli olup olmadığı noktasındadır. Burada müşteri verileri birden fazla finans kuruluşunda bulunmanın aksine tek bir kaynak toplanabiliyor ve kolaylıkla takip edilebiliyor ancak yine merkezi bir sistemden bahsediyoruz. Haliyle, yukarıda da belirttiğimiz, güvenlik endişelerimiz devam ediyor.

Burada bir soruyla devam etmek istiyorum. Acaba açık bankacılığı blokzinciri üzerinden kurgulayabilir miyiz?

Blokzincirinin çıkışına baktığımızda, temel felsefenin araçların kaldırılması ve güven şekil değiştirerek sistemin kendisine güvenilmesi olduğunu görüyoruz. Bu noktada sesli düşünüyorum ve diyorum ki açık bankacılıkta vaat edilen “*rekaberlik*” (*coopetition*) ortamı, blokzinciri üzerinden kurgulanırsa finansal verilerin gizliliğini daha üst düzeyden korunabilir. Sesli düşünmeye devam ediyorum. Acaba *decentralized applications* yani DAPPs derdimize derman olabilir mi? DAPP merkezi bir sunucu yerine blokzinciri üzerinden çalışan yazılım uygulamaları olarak tanımlanmaktadır.

Ben sunumumu bu sorularla tamamlıyorum. Sabrınız için çok teşekkür ederim.

Hazır mikrofonu bulmuşken, düzenleme kurulu adına katkıda bulunan tüm katılımcılarımıza bir kez de huzurunuzda teşekkür etmek isterim. Ayrıca, Sempozyum Düzenleme Kurulu ve isimleri görünmese de kadronun sac ayakları idari personelimiz, destek veren asistan arkadaşlarıma da teşekkür ediyorum.

Keyifli ve sağlıklı günler diliyorum.

Bağımsız Denetim Alanında Blokzinciri Çağı

Ezgi İvecan

EY Türkiye Şirket Ortağı

Blokzinciri adını *Bitcoin* gibi kripto varlıklar ile duyurmuş olsa da yalnızca finansal hizmetler özelinde değil, iş dünyası ve bir bütün olarak toplum üzerinde etkiler yaratmaya hazırlanan bir teknoloji gelişimi olarak yeni bir çağa geçişi temsil ediyor.

Örneğin, tedarik zincirinde bütün işlemler e-postalar, dahili sistemler ve kâğıt belgeler üzerinden takip edilirken blokzinciri ile tedarik zinciri üzerindeki bütün kullanıcılar işlemleri dijital ortamda eşzamanlı bir şekilde takip edebilir hale geldi. Bir başka örnek olarak, ödeme işlemlerinde birden çok aracı kendi defterlerini tutarken ve taraf oldukları ödemelerin doğruluğunu ayrı ayrı kontrol ederken Blokzinciri ile birlikte bir bloktaki yapılan işlemler hem tüm katılımcılarla paylaşılıyor hem de blok içerisinde bulunan tarihsel verilerle işlemlerin doğruluğu eşanlı kontrol edilebiliyor.

Pek çok sektörü etkileme potansiyeline sahip bu teknoloji, hali hazırda insan gücü ile gerçekleştirilen faaliyetleri önemli ölçüde otomatikleştirerek ve daha da önemlisi iş yapış şekillerini temelden değiştirerek finansal denetim sektörünü de dönüştürmeye hazırlanıyor.

1. Mali Denetimde Sık Karşılaşılan Zorluklar İçin Blokzinciri Teknolojisi Çözüm Sunabilir

Malum olduğu üzere bağımsız denetçiler denetim standartları, sıkı düzenlemeler ve mesleki etik kuralları çerçevesinde denetledikleri işletmelerin finansal tablolarının önemli yanlışlık riski içerip içermediği, şirketin finansal raporlama üzerindeki iç kontrollerinin etkin bir şekilde işleyip işlemediği hakkında makul bir güvence sağlamak üzere tarafsızlık ve mesleki şüphecilik ile görevlerini yerine getirirler. Bu sayede denetlenen bilgilere kamuoyunda güven artarak ticari ekosisteminin sağlıklı bir şekilde işlemesi sağlanmış olur.

Söz konusu denetim faaliyetlerini gerçekleştirirken en çok karşılaştığımız zorluklar ise, finansal denetim alanındaki manuel süreçlerden doğan riskler, maliyetli ve güvensiz veri saklama problemleri, dağınık düzensiz tutulan verilerin tutarsızlıklar içermesi ve böylece yapılmak istenen analizlerde zaman kayıplarına neden olması ve sağlıklı sonuçlara ulaşamaması, geleneksel sistemlerin siber saldırılara açık olması ve bunun da tüm organizasyonu tehlikeye sokabilme riskidir. İşte bunlar gibi denetim alanında kritik rol oynayan bu zorlukları blokzinciri teknolojisi ortadan kaldırabilir.

Bu yeni teknolojinin hayatımıza girmesi ile muhasebe ve denetim uygulamaları geleneksel formdan çıkararak daha hızlı, şeffaf ve gerçek zamanlı verilere dayanılarak yapılabilir. Nitekim blokzinciri eski muhasebe ilkelerine benzerliği nedeniyle “dijital çağda çift kayıtlı defter tutma” olarak da adlandırılmaktadır. Bu sistemde taraflar kayıtlarını ayrı olarak değil, aynı defterde birbiri ile ilişkili ve bağlantılı olarak tutmaktadır.

Diğer taraftan, işletmelerin ve süreçlerin blok zincir sistemlerine dahiliyeti arttıkça denetçilerin bilgilere erişimi de daha kolay hale gelecek, veriler standart bir formata dönüşerek emek yoğun ve zaman alıcı veri çıkarma ve düzenleme faaliyetleri ortadan kalkabilecektir. Böylece denetime hazırlık süresi kısılacak, denetim neredeyse gerçek zamanlı olarak gerçekleştirilirken denetçiler daha riskli ve/veya karmaşık işlemlere odaklanarak finansal raporlama ve denetimin etkinliği artırılabilir, şirket finans yöneticileri ve ekipleri ise daha stratejik ve yaratıcı rollere vakit ayırarak şirketin gelecekteki değerini artırmaya odaklanabileceklerdir.

Denetim faaliyetleri mevcut düzende sistem entegrasyonu düşük ve birbirinden yalıtılmış bilgilere dayalı olarak daha çok manuel süreçlerle yürütülmektedir. Blokzinciri ilişkili taraflar arasında paylaşılan, güvenilir ve korunaklı bir ortamda eş anlı çalışmayı sağlayan dağınık bir defter teknolojisi olduğundan, bu teknoloji ile denetim faaliyetleri, tek bir bilgi kaynağından beslenecek şekilde, taraflar arasında eş zamanlı bilgi alışverişine olanak veren ve otomasyona dayalı bir sürece dönüşebilir.

Somutlaştırmak gerekirse, bir katılımcıdan diğerine bir işlem başlatıldığında, ağdaki diğer tüm düğümler, yeni işlemin geçerli olduğunu kontrol etmek için önceden belirlenmiş bir mekanizma kullanarak birbirleriyle iletişim kurar. Bu mekanizma, bir uzlaşma algoritması olarak adlandırılır. Ağ tarafından bir işlem kabul edildiğinde, defterin tüm kopyaları yeni bilgilerle güncellenir. Birden çok işlem genellikle deftere eklenen bir "blok"ta birleştirilir. Her blok, önceki bloklarda bulunan bilgileri içerir ve böylece zincirdeki tüm bloklar, dağıtılmış özdeş kopyalarda bir araya gelir. Katılımcı düğümler yeni, zaman damgalı işlemler ekleyebilir, ancak katılımcılar ağ tarafından doğrulandıktan ve kabul edildikten sonra girişleri silemez veya değiştiremez. Bir

düğüm önceki bir bloğu değiştirirse, ağın geri kalanıyla senkronize olmaz ve blok zincirinden hariç tutulur. Düzgün işleyen bir blok zinciri, merkezi bir yönetici olmamasına rağmen değiştirilemez.

Günümüz sermaye piyasalarında, iki taraf arasındaki değer transferi genellikle bankalar veya kredi kartı ağları gibi merkezi işlemcilerini gerektirir. Bu işlemciler, aracı olarak hizmet ederek taraflar için karşı taraf riskini azaltırken, kendi içlerinde bu riskleri merkezileştirirler.

Bu merkezi işlemcilerin her biri kendi ayrı defterini tutar; işlem yapan taraflar, işlemleri doğru ve güvenli bir şekilde yürütülmesi konusunda bu işlemcilerle güvenirlir.

Buna karşılık, bir blok zinciri, tarafların tek bir dağıtılmış defter aracılığıyla birbirleriyle doğrudan işlem yapmasına izin verir ve böylece merkezi işlemcilerine olan ihtiyacı bu anlamda ortadan kaldırır.

Blok zinciri defterinin tam kopyaları tüm aktif düğümler tarafından tutulduğu için güvenilir kabul edilir. Bu nedenle, bir düğüm çevrimdışı olursa, defter ağıdaki diğer tüm katılımcılar tarafından hala hazır durumda olur. İlave olarak, zincirdeki her blok, blok zincirine eklendikten sonra işlemlerin silinmesini veya geri alınmasını önleyen önceki bloklara atıfta bulunur.

Bir blok zinciri ağındaki düğümler gelip gidebilir, ancak ağ bütünlüğü ve güvenilirliği, kullanıldığı sürece bozulmadan kalacaktır. Bu şekilde, tek bir taraf bir blok zincirini kontrol edemez ve hiçbir taraf onu değiştiremez veya iptal edemez.

2. Denetim Blokzinciri Teknolojisi ile Nasıl Gelişebilir?

Bütün bu gelişmeler ile blokzinciri teknolojisi denetimlerin gelişimine olumlu katkılarda bulunabilir.

A. Karmaşık Analizler

İlk gelişim alanı olarak, blokzinciri teknolojisi denetim faaliyetlerinin analitik kapasitesini artıracak diyebiliriz. Ağ içerisindeki bütün bilgiler yapılandırılmış ve tutarlı bir şekilde depolandığından, karmaşık analizler güvenilir bir şekilde gerçekleştirilebilir ve ilgililerin ihtiyaç duyduğu *dashboardlar* sık sık güncellenebilir.

B. Gerçek Zamanlı Denetim

İkinci olarak, bu teknoloji eş zamanlı denetime olanak verebilir. Şöyle ki tüm işlemler, belirli karşı taraflar da dahil olmak üzere ortak bir deftere kaydedildiğinden, blok zinciri işlemleri gerçekleştikleri anda gerçek zamanlı olarak denetlenebilir. Diğer bir ifade ile denetçiler, işlemleri gerçek zamanlı olarak izlemek ve belirlemek için blok zincirinde salt okunur bir düğüm tutabilir ve rutin işlemlerin denetimini otomatikleştirmek için analitik araçlar yaratabilirler.

C. Daha Kısa Denetim Süreci

Bir diğer unsur, denetimin süresinin kısılmasıdır. Denetçiler anlamlı sonuçlar elde edebilmek için genellikle verileri toplamak, düzenlemek ve temizlemek için çok zaman harcarlar. Bir blok zincirinde, işlem verileri yukarıda belirtildiği gibi yapılandırılmış ve tutarlı bir şekilde saklandığından, bunlara gerçek zamanlı olarak erişilebilir. Bu ayrıntılı, anlık bilgiye erişim, daha bilinçli ve hedefe yönelik bir risk değerlendirmesi sağlayabilir ve bu da denetimin planlanması için gereken süreyi azaltır. Ayrıca, testler için destekleyici belgeler sağlamaları üzere süreç sahiplerine güvenmek yerine, denetçiler blok zinciri boyunca işlemleri kendi başlarına izleyebilir ve bu da denetim döngüsünü daha kısa ve güvenilir hale getirir. Burada örneğin, bir sektör için önemli bir işlem sınıfı blok zincirinde kayıtlıysa, denetçinin blok zincirini kullanan bu işletmeleri denetlemek için yazılım geliştirmesi mümkün olabilir. Çünkü artık veriler standart bir formattadır, zaman alıcı veri çıkarma ve düzenleme faaliyetleri ortadan kalkar.

Denetim hazırlık faaliyetlerinin hızlandırılması, işlem ve doğrulama tarihleri arasındaki gecikmenin azaltılması finansal raporlamanın en büyük eleştirilerinden birine çözüm sağlamış olur. Hızlanan süreç ile de denetçiler daha riskli ve/veya karmaşık işlemlere odaklanarak finansal raporlama ve denetimin etkinliği artırılabilirken, şirket finans yöneticileri ve ekipleri ise daha stratejik ve yaratıcı rollere vakit ayırarak şirketin gelecekteki değerini artırmaya odaklanabilirler.

D. Sözleşme Kontrollerinin Otomasyonu

Sözleşme uyumu (CRC) tarafında, belirli sözleşme şartlarına uygunluğun izlenmesi diğer bir önemli konudur. Özellikle iç denetçiler için bu kontroller oldukça manuel ve zaman alıcı bir faaliyetken, üzerinde mutabık kalınan belirli iş koşullarına göre yürütülmek üzere kodlanmış akıllı sözleşmeler, bu süreci hızlandırabilir. Akıllı sözleşmeleri destekleyen blok zinciri tabanlı bir sistemle,

sözleşme risk uyumluluğu neredeyse tamamen otomatikleştirilebilir, böylece denetçilerin odaklarını örneklem tabanlı sözleşme risk uyumluluğu testinden daha yüksek değerli bir faaliyet olan otomatikleştirilmiş işlevsellik testine kaydırmalarına olanak tanır.

E. Mutabakatlaşma Gereksiniminin Azalması

Denetimde bir diğer önemli konu mutabakat ve bu mutabakatın en güvenli şekilde yapılmasıdır. Veriler işletmeler arasında tutarlı ve güvenilir olduğundan, bazı mutabakat kontrollerinin blok zinciri ortamında test edilmesi gerekmeyebilir ve bu da denetçilerin denetimle ilgili diğer konulara odaklanmasına olanak tanır. Blok zinciri tabanlı dijitalleştirme ile denetçiler, ilgili tarafları olağandışı işlemler hakkında neredeyse gerçek zamanlı olarak uyarmak gibi daha fazla otomasyon, analitik ve makine öğrenimi yeteneklerini hayata geçirebilirler.

F. Hızlı Veri Kurtarma

Blok zincirinde her bir tarafça barındırılan defterlerin fazlalığı nedeniyle, beklenmeyen bir olay sırasında veriler daha kolay kurtarılabilir. Bu özellik de veri saklama ve alma kontrollerini düşük risk kategorisine sokar.

Blokzinciri sayesinde merkezi olmayan ağ yapısı ve kayıtların her bir kullanıcı tarafından görüntülenebilmesi, işlemlerin harici kaynaklar tarafından onaydan geçmek zorunda olması, işlemlerin gerçek zamanlı olarak kayıtlarının tutulması ve akıllı sözleşmeler ile geleneksel muhasebedeki problemleri ortadan kaldırarak daha kolay anlaşılır ve güvenilir denetim süreçleri ortaya çıkaracaktır.

3. Blokzincirin Denetime Entegrasyonunda Güven ama Doğrula Prensibi

Bu noktaya kadar blokzinciri teknolojisinin süreçleri nasıl kolaylaştırdığı ve güveni arttıracığına değinildi, sistem kendi içerisindeki doğrulama mekanizmaları ile güveni sağlıyor ancak gerçek dünyaya entegrasyon sırasında birtakım problemler ile karşılaşılması için işlemlerin doğrulanarak takip edilmesi de önem arz ediyor.

Blokzinciri işlemlerinde ortaya çıkabilecek birkaç problemi örnek göstermek gerekirse:

- Zincir üzerinde oluşturulan *token*lar zincir dışı varlıklarla eşleşmediği ya da zincir dışı ödemelerin zincir üzerindeki varlıklarla eşleşmediği durumlar ortaya çıkabilir.
- İçerisinde hata içeren akıllı sözleşmeler oluşturulabilir.
- İstenmeyen hatalı geri alınamaz işlemler ortaya çıkabilir.
- *Token*lar fiziksel varlıklara birden çok kez atanabilir.

Peki Bağımsız kuruluşlar işletmelerin güven ikileminin çözümünde aşağıdaki uygulamalardan faydalanabilir:

- Blok zincir içerisindeki ve zincir ile bağlantısı kurulmuş zincir dışı işlem ve verilerin incelenmesi,
- Akıllı sözleşme ve cüzdan etkinliklerinin takibi,
- Anormal işlemleri takip etme gibi hizmetler sunularak işletmelerin blokzincirlere güvenleri sağlanabilir.
- Bu sürede Bilgi teknolojileri de işlemlerin güvenilirliğinin artması için blokzincir protokollerini geliştirecek, özel anahtarların güvenliğini arttıracak, akıllı sözleşmeler için risk değerlendirmeleri yapacak ve bu şekilde sisteme olan güveni arttıracaklardır.

4. Denetim Sektöründe Blokzinciri Yatırımları

Blokzincirin iş yapış şekillerini değiştiren bir Bilgi Teknolojileri devrimi olduğu denetim sektöründe de kabul görmekte ve bu alanda uzun zamandır faaliyet gösteren büyük denetim şirketleri söz konusu alana para, zaman ve enerji yatırımı yapmaktadır.

Dört büyük denetim şirketinden biri olan Ernst Young bu alanda geliştirdiği blokzinciri çözümlene aracı ile hem özel ağlar (private network) hem de genel ağlarda (public network) analizler yaparak denetim faaliyetlerini gerçekleştirebilmektedir. Araç, kripto para birimleri ve şirketlerin blok zincir üzerindeki ticari işlemlerini derinlemesine inceleme yeteneğine haiz bir dizi denetim, vergi ve analitik teknolojinin bir araya getirilmesi ile oluşturulmuştur.

Söz konusu araca farklı kaynaklardan aktarılan girdiler neticesinde akıllı sözleşmeler ve tokenlar incelenebilmekte, denetlenen şirkete ait işlemler takip edilebilmekte, anomaliler belirlenerek usulsüzlükler tespit edilebilmekte, vergi hesaplamaları yapılabilmekte ve tüm bunların sonucunda elde edilen veriler görselleştirilebilmektedir. Örneğin aracın uygulamalarından biri olan akıllı sözleşme inceleme özelliği ile statik ve dinamik kod analiz yöntemleri sayesinde yüzlerce test çalıştırılarak akıllı sözleşme değerlendirme süreci

otomatikleştirilmektedir. Burada süreç, kullanıcının, örneğin Ethereum ağındaki kaynak kodu ya da sözleşme adresini sağlaması ile başlamaktadır. Sözleşmeler için güvenlik ve kalite testleri çözümleyici içinde otomatik şekilde gerçekleştirilmekte, akabinde sanal makineler kullanıcıların farklı parametreleri çalıştırmasına ve uç durumlar ile toplu işlemleri test etmesine olanak tanımaktadır.

5. Gelişime Açık Konular

Tüm bu gelişmelerin yanında herhangi bir merkeze bağlı olmadan düzenli ve güvenli çalışan bir ağın ortaya çıkması için bu alanda geliştirilmesi gereken bazı konular mevcut. Aşağıda bu konulardan öne çıkan alanlara değinilmiştir.

A. İzole Blokzincirlerden Geniş Ağlara Geçiş

Endüstri çapındaki ağlar da dahil olmak üzere büyük ağların, silolanmış(izole) blok zincirlerin yerini alması gerekir. Bildiği üzere, özünde Blokzinciri teknolojisi, bilgi ve değerini verimli bir şekilde alışverişini sağlar ve potansiyeli en iyi, merkezi bir otorite olmadan bilgiyi sorunsuz bir şekilde sürdürmesi ve dağıtımını gerçekleştirdiğinde anlaşılır. Bununla birlikte, bugüne kadarki çoğu blok zinciri uygulaması, genellikle tek bir kilit oyuncu etrafında toplanmış kapalı işletme gruplarında konuşlandırılmıştır. Oysaki örneğin, otomobil parçaları tedarikçileri, büyük bir otomobil üreticisi tarafından geliştirilen bir blok zincirine katılabilir. Bu çözüm belirli avantajlar sunarken, bir otomobil parçası tedarikçisi, iş yaptığı tüm otomobil üreticileriyle bağlantı kurmak için birden fazla blok zincirine katılmak istemeyebilir. Bu sorunlar, geniş bir ekosistemde bilgi akışını kolaylaştıracak endüstri çapında bir blok zinciri oluşturularak ele alınabilir.

B. Özel Blokzincirlerden Kamuya Açık Blokzincirlere Geçiş

İşletmelerin özel blok zincirlerinden genel blok zincirlerine geçiş yapması gerekiyor. Özel blok zincirleri, hassas bilgilere erişimi sınırlamak ve rakipler de dahil olmak üzere yetkisiz tarafların blok zinciri üzerinde kontrol sahibi olmasını engellemek gibi belirli avantajlar sunmakla birlikte, tam ağ bağlantısı ve ilgili faydaları yalnızca daha fazla ölçeklenebilirlik sunan genel blok zincirlerinde mevcuttur. Genel blok zincirleri genellikle kurcalamaya ve diğer siber saldırılara karşı dirençlidir ve ağ katılımcıları (örneğin, veri doğrulama gerçekleştiren düğümler) arasında sağlıklı rekabeti teşvik eder.

C. Varlık Tokenizasyonu

Varlık tokenizasyonunun geniş çapta kabul görmesi gerekir. Günümüzde birçok blok zinciri girişimi, noter tasdik adı verilen süreçte, üretim bilgilerini kaydetme ve ürün teslimatını doğrulama gibi zaman damgası ve bilgilerin senkronizasyonuna odaklanmaktadır. Blok zincirlerdeki ticari işlemleri serbest bırakmanın anahtarının varlıkların tokenleştirilmesinde yatıyor. Bu, gerçek dünyada var olan bir varlığın dijital bir temsilini (yani bir jetonu) oluşturmak anlamına geliyor. Bu dijital belirteç daha sonra işlemleri gerçekleştirmek ve temel varlıkla ilgili önemli bilgileri (ör. mülkiyet hakları, coğrafi konum, fiziksel durum) izlemek için kullanılabilir. Bununla birlikte, varlık tokenizasyonunun potansiyelini tam olarak gerçekleştirmek için şirketler, düzenleyiciler ve hükümetler bir blok zincirinde tutulan bilgilere güvenebilmeli ve doğrulayabilmelidir.

D. Kripto Para Birimlerinin Güvenilirliği

Kripto para biriminin güvenilir bir değişim aracı olarak yaygın olarak kabul görülmesi gerekir. Akıllı sözleşmelerle birleştirilen kripto para birimleri ile örneğin, bir üretim süreci için ihtiyaç duyulan hammaddelerin otomatik satın alınması, bir blok zincirinde bulunan akıllı bir sözleşme ile başlatılabilir ve ardından bir kripto para birimine yerleştirilebilir. Ancak işletmeler, finansal kurumlar ve hükümetler, dalgalanma ve piyasa manipülasyonu riskleri nedeniyle kripto para birimini bir değişim aracı olarak yaygın olarak kullanmıyor. Çeşitli olası çözümler görüşülmekle birlikte, düzenleyici ve yasal ortamın dijital para birimlerinin kabulünü nasıl ve ne zaman teşvik edeceği belirsizliğini koruyor.

E. Regülasyonlar

Düzenlemeler, herkesin bildiği hassas kripto pazarında daha fazla istikrar ve güvenlik anlamına gelebilir ve aynı zamanda uzun vadeli yatırımcıları koruma, kripto ekosistemindeki dolandırıcılığı önleme ve şirketlerin kripto ekonomisinde yenilik yapmalarına izin vermek için net rehberlik sağlama potansiyeline de sahiptir.

Blokzinciri dünyasına uyumlanmış bir dijitalleşme ile daha fazla otomasyona dayalı, analitik ve makine öğrenim yetenekleri ile donatılmış neredeyse gerçek zamanlı denetimler gerçekleştirebilir. Nitekim denetlenmiş mali tablolar iş dünyasının temel unsurlarındandır ve sermaye piyasalarına açılmaktan birleşme ve satın almalara kadar pek çok sürecin işleyişinde kilit rol oynarlar. Blokzinciri teknolojisi önümüzdeki dönemde internet devrimine benzer şekilde ticari ekosistemi daha üst bir seviyeye taşıyarak ticaret hacmini artırma

potansiyeline sahipken, denetçiler de bu sistemin bir parçası olarak söz konusu teknolojilere uyum ile denetim faaliyetlerinin daha verimli hale gelmesini hedefleyerek finansal tablolara güven ile piyasalara sağladıkları katkıyı artırma yolunda ilerleyeceklerdir.

Muhasebe Kayıt Sistemi İçin Blokzinciri

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Doğan

Ankara Üniversitesi
Siyasal Bilgiler Fakültesi
İşletme Bölümü

Sosyal bilimler alanında yaygın kabule göre yerleşik hayata geçtikten sonra insanlık tarihi tarım toplumu, sanayi toplumu ve bilgi toplumu olmak üzere farklı yaşam ve örgütleniş biçimlerine sahip üç önemli döneme ayrılmaktadır¹. Buhar makinesinin endüstriyel amaçla kullanılmaya başlanması ile tarım toplumundan sanayi toplumuna, yarı iletkenlerin geliştirilmesi ile birlikte bilgisayarların veri toplama ve işleme amacıyla kullanılmaya başlandığı 1960'larda ise sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçilmiştir.

Her dönem kendine özgü ekonomik, sosyal, kültürel ve siyasi ortamını oluşturur. İkel toplumda insanlar avcılık, toplayıcılık ve balıkçılık ile geçinmekte, göçebe olarak yaşamaktaydılar. Yerleşik hayatın başlaması ve karasabanın bulunması ile tarım toplumuna geçilmiştir. Tarım toplumunun ana enerji kaynağı kas gücü, ana üretim faktörü toprak ve temel yerleşim birimi köy idi. Tarımsal üretimin artması ile birlikte nüfusun artması, yeni ihtiyaçların ortaya çıkması ve savaşlar ilk bilimsel çalışmaları ortaya çıkarmış, düşünce hareketlerinin de hız kazanmasıyla sanayi toplumuna geçişin ayak sesleri duyulmaya başlanmıştır.

Sanayi devriminin başlangıcı buhar makinesinin üretimde kullanılması olarak kabul edilir. Fransız İhtilali ise bu yeni dönemin sosyal ve siyasi koşullarını oluşturmuştur. Sanayi toplumun ana enerji kaynağı hidrokarbon temelli yakıtlar, temel yerleşim birimi kentler olmuş, üretim fabrikalarda ve seri üretim biçiminde gerçekleştirilmiştir. Aristokratlar yerlerini burjuvaziye, köylüler ise yerlerini işçilere bırakmışlardır. Büyük aile, çekirdek aileye dönüşmüştür. Bilgi üretimi, kullanımı ve dağıtımını ayrı ellerde toplanmıştır².

1 Çukurçayır, Mehmet Akif ve Çelebi, Esra: "Bilgi Toplumu ve E-Devletleşme Sürecinde Türkiye". ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 2009, Cilt: 5, Sayı: 9, sayfa: 60.

2 Toffler, Alvin: Üçüncü Dalga (Çeviren: Selim Yeniçeri), Koridor Yayıncılık, 2018.

İkinci Dünya Savaşından sonra kapitalist ve sosyalist blokların rekabeti çok önemli teknolojik gelişmeler olmuştur. Özellikle elektronik, iletişim ve bilgisayar alanındaki gelişmeler çeşitli düşünürlerce bilgi çağı olarak adlandırılan yeni bir dönemin başlangıcı olarak kabul edilmiştir. Bilgi çağının toplumu da bilgi toplumu olarak adlandırılmaktadır. Bilgi toplumunun temeli bilgiye ve bilişim teknolojilerine dayalıdır. Geleneksel ağır sanayinin yerini de bilgi teknolojileri almıştır. Bilgi toplumunda, mal üretiminden hizmet üretimine yönelme olmuştur, “bilgi işçisi” olarak nitelendirilen “beyaz yakalı” çalışanlar önem kazanmıştır. Sanayi toplumunun üretim biçimi olan kitlesel üretimin yerini kişiselleştirilmiş üretime bırakmaya başladığı, e- ticaret gibi çağdaş hizmet alanlarının gelişmeye başladığı, bilgi ve iletişim tabanlı bilgi ekonomisine sahip bir toplum oluşmaktadır. Tarım toplumu ve sanayi toplumu gibi kendine özgü ekonomik ve siyasal sistem oluşturmamış olan bilgi toplumu, gelişimini devam ettirmektedir. İçinde yaşamakta iken değerlendirilmesi güç olmakla birlikte, son otuz yılda İnternet’in ve iletişim teknolojilerinin toplumsal değişimdeki etkisi gözlemlenebilirken, blokzinciri gibi görece yeni teknolojilerin de önümüzdeki birkaç on yılı şekillendirebilecek potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

1. Muhasebe

Muhasebe sistemi, finansal olaylara ilişkin bilgileri toplayan, işleyen ve raporlayan bir sistemdir³. Bir kayıt ve raporlama sistemi olan muhasebe, yazının icadı kadar eskiye dayandırılmaktadır⁴. Modern finansal muhasebe, yaklaşık sekizyüz yıl geriye doğru izlenebilen, beşyüz yıldan biraz fazla bir zaman önce de yazılı hale getirilen iki yanlı kayıt sistemine dayanmaktadır.

İnsanlık tarihinin geçirdiği evrelere benzer bir gelişim süreci muhasebe için de gözlemlenmektedir. Muhasebenin geçirdiği dönemler aşağıda kısaca özetlenmiştir:

Manuel dönem: Sanayi devrimi öncesi dönemde işlemler, gözleme dayanarak ticari işlemleri kağıt ve kalem ile kaydedilmekteydi. Muhasebe kayıtlarını yapanlar, yaşadıkları döneme ve kültüre bağlı bir kayıt düzeni kullanmaktaydı. Bununla birlikte, manuel sürecin düşük hız, düşük verimlilik ve yüksek hata oranı ve kayıtların başkaları tarafından anlaşılmasını zorlaştıran özgün biçimlerde yapılması gibi dezavantajları söz konusuydu.

3 *Karapınar, Aydın ve Ayıkoğlu Zaif, Figen: Finansal Analiz, Gazi Kitabevi, Ankara, 2012, sayfa: 9.*

4 *Bayazıt, Ercan; Çelik, Orhan ve Gürdal, Kadir: Genel Muhasebe, Siyasal Kitabevi, 2. Baskı, Ankara, 2016, sayfa: 2.*

Mekanik dönem: On dokuzuncu yüzyılın sonundan itibaren sanayileşmenin sonucu olarak işletmeler büyümüş, muhasebecilerin iş yükü de artmıştır. Ticari işlemlere ilişkin verilerin toplanması, kaydedilmesi ve saklanması için mekanik ve elektronik araçlardan yararlanılmaya başlanmıştır. Bu dönemde muhasebe kayıtları fiziksel defterlere yapılmaktadır. Paydaşlarla bilgi paylaşımı finansal raporlarla sınırlıdır. Mekanik süreç muhasebecilerin hem çalışmalarını hızlandırmış, hem de hataları azaltmıştır, ancak kullanılan mekanik ve elektronik araçlar hem ağır, hem de pahalı idi.

Elektronik dönem: 1960'lı yıllardan itibaren elektronik ve bilgi teknolojileri alanında geliştirilen yeni teknolojiler, muhasebe uygulamalarında da değişikliklere neden olmuştur. Elektronik süreç, bilgi teknolojilerinde kısa sürede yaşanan hızlı gelişim göz önünde bulundurularak bilgisayarlaşma dönemi, ağa bağlı dönem ve büyük veri dönemi olarak üç alt dönem olarak incelenebilir. Gelecekte belki de elektronik döneme yeni alt dönemler eklenecektir.

Bilgisayarlaşma alt dönemi: Bilgisayarların işletmelerde kullanılmaya başlandığı 1960'lı yılların sonunda başlamış, 1980'li yıllarda kişisel bilgisayarların yaygınlaşması ile hız kazanmıştır. Muhasebe kayıtlarının tutulması ve depolanması için bilgisayarlardan yararlanılması verimliliği, muhasebe bilgilerinin güncelliğini ve doğruluğunu arttırmıştır. Bilgisayar sürecinde bilgi, manyetik ve optik veri saklama ortamları aracılığıyla paylaşılmaktadır. Muhasebe birimi ile diğer işletme birimleri arasında bir entegrasyon henüz yoktur. Ancak yine de ihtiyaç duyulan verilere erişim hızlanmıştır.

Ağa bağlı alt dönem: İnternet ve ağ teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, muhasebe verileri iletişim ağları kullanılarak paylaşılmaya başlamıştır. Özellikle kurumsal kaynak planlaması (*Enterprise Resource Planning - ERP*) sistemleri, verilerin işletme birimleri arasında paylaşılmasını sağlamıştır. Bu süreçte veriler veritabanlarında saklanan yapılandırılmış veri biçimindedir.

Büyük veri alt dönemi: Nesnelerin İnterneti (*Internet of Things - IoT*) ve bulut bilişimin geliştirilmesiyle muhasebe uygulamalarında büyük veri dönemi başlamıştır. Bu süreçte muhasebe verilerinin içeriği daha zengin, yapısı ise daha karmaşıktır. Verilerin analizi daha önemli hale gelmiştir. Muhasebe kayıtları siber-fiziksel sistemlerden gelen veriler işlenerek insan müdahalesine ihtiyaç olmadan yapılabilmektedir. Bu sürecin devamında ise blokzinciri teknolojilerinin de etkisiyle muhasebe kayıtlarının küresel çapta dağıtık defterlere yapılabileceği tartışılmaktadır.

2. Dağıtık Defter Teknolojileri

Dağıtık defterler, verileri farklı konumlardaki farklı kurum, kuruluş ve bireylerin paylaşımına imkân veren dağıtık veri tabanlarıdır. Dağıtık defterlere sayısal hale getirilebilen her tür veri kaydedilebilir⁵.

Dağıtık defterlerde, en azından teorik olarak, yeni veri eklemek, mevcut veriyi değiştirmek veya silmek mümkündür. Dağıtık deftere kaydedilecek yeni veriler veya mevcut verilerde yapılacak değişiklikler kısa sürede ağa dâhil olan tüm katılımcılara (düğümlere) ulaştırılır. Böylece ağda yer alan her düğüm veritabanının bir eş kopyasına sahip olabilir. Ancak her düğümde verilerin bir eş kopyasının bulunması, veriler genellikle şifrelenerek saklandığından, her düğümün (*node*) kaydedilmiş bu verileri işleyebileceği anlamına gelmez.

Dağıtık defter teknolojileri, bir elektronik belgenin delil değerini koruyan, bütün belge paydaşlarının belge üzerindeki işlemleri takip edebilmesine imkan veren, ilgili belgeye güvenilirlik unsuru katan bir saklama teknolojisi olarak kullanılabilir. Bazen dağıtık defterde saklanan verilerdeki değişiklikler ağa dâhil tüm düğümlere çeşitli teknik sorunlar nedeniyle zamanında ulaşmayabilir ve düğümler arasında veri tutarsızlıkları oluşmaya başlar. Oluşabilecek veri tutarsızlıklarını çözmek ve verileri yeniden eşlenik hale getirmek için mutabakat mekanizmaları (*consensus mechanisms*) adı verilen yöntemler kullanılır⁶. Mutabakat mekanizmaları dağıtık defterlerin güvenliğinin ve güvenilirliğinin devamına katkı sağlar.

3. Blokzinciri

Blokzinciri, dağıtık defter teknolojileri üzerine inşa edilen, veri saklama ve doğrulama protokolleri içeren bir teknolojidir. Henüz üzerinde uzlaşmış bir tanımı olmasa da, blokzincirinin birçok farklı uygulaması vardır⁷. Her blokzinciri bir dağıtık defterdir, ancak her dağıtık defter blokzinciri değildir. Blokzincirleri dağıtık defterlerin aksine, sadece veri eklenebilen yapıdadır. Blokzincirine kaydedilen veriler değiştirilemezler ve silinemezler.

Blokzinciri, finansal kayıtların oluşturulması, saklanması ve güncellenmesi ile ilgili köklü değişiklikler vaat etmektedir. Blokzincirinde

5 Hancock, Matthew and Vaizy, Ed: Distributed Ledger Technology: Beyond Block Chain, UK Government Office for Science, 2016, sayfa: 5.

6 Scardovi, Claudio: Restructuring and Innovation in Banking, Springer, 2016, sayfa: 36.

7 Sheldon, Mark D.: "A Primer For Information Technology General Control Considerations On a Private and Permissioned Blockchain Audit", Current Issues in Auditing, 2019, Cilt: 13, Sayı: 1, sayfa: 16.

merkezî bir kayıt sistemi yerine dağıtık defter teknolojileri ve dağıtık bir kayıt sistemi kullanılarak veriler tüm düğümlere kopyalanır. Dağıtık defter teknolojileri, biraz gecikme yaşansa bile, karmaşık mutabakat mekanizmaları kullanarak tüm uçlarda verilerin, üzerinde uzlaşmış ve doğrulanmış bir kopyasının saklanması sağlar⁸. Bu özellikleri ile blokzinciri, güvenli ve güvenilir bir muhasebe bilgi sistemi altyapısı oluşturulmasında önemli bir potansiyele sahiptir⁹.

Blokzinciri muhasebe kayıt işlevine benzer biçimde işleyen bir teknolojidir. Blokzinciri başlangıçta, kripto varlıkların mülkiyetinin devri ve doğru finansal bilgilerin kayıtlarının tutulması için geliştirilmiştir¹⁰. Muhasebe mesleği, genel olarak finansal bilgilerin ölçülmesi, kaydedilmesi, raporlanması, iletilmesi ve söz konusu bilgilerin analizi ile ilgilenir. Muhasebe kayıtlarının tutulması için blokzinciri kullanmak, varlıkların mülkiyeti ve yükümlülüklerin ispatı konusunda netlik sağlar ve mutabakat ihtiyacını azaltarak verimliliği önemli ölçüde artırabilir. Böylece işletmelerin daha güvenilir hale gelen finansal verileri daha değerli hale gelecektir.

Blokzinciri genellikle tarafların birbirine yeterince güvenmediği koşullarda tercih edilir. Bu nedenle blokzincirine eklenecek veriler bir araya getirilerek “blok” adı verilen yapılar oluşturulduktan sonra şifrelenir ve bloka ait özet bilgisi hesaplanır. Oluşturulan yeni blok ile bir önceki blok, bir önceki bloğun özet bilgisi ile birbirine bağlanır. Mevcut bir blokta değişiklik yapıldığında ilgili blok ve sonraki tüm blokların ve özet bilgilerinin yeniden hesaplanması gerekir. Bu hesaplamaların sadece bir düğümden yapılması, ağdaki düğüm sayısının çokluğu ve mutabakat mekanizmaları tarafından sağlanan koruma dolayısıyla anlamlı değildir. Yapılan değişiklikler diğer düğümlerce kabul edilmeyecektir. Blokzinciri ağındaki düğümlerin yarısından fazlası blokzincirindeki mevcut verileri değiştirmek için anlaşmadıkça sistem güvenilir biçimde çalışmasını sürdürür.

Blokzinciri, muhasebecilerin mevcut kaynaklar ve yükümlülükler konusunda ihtilafa yer vermeyecek biçimde kayıtlara ulaşmalarına yardımcı olabilir ve ayrıca kayıt tutmak yerine muhasebecilerin planlama ve değerlemeye odaklanmalarını sağlayabilir. Özellikle nesnelerin İnterneti ve akıllı sözleşmelerin iş hayatında daha yoğun kullanılması ile birlikte muhasebe

8 *Hancock and Vaizey*, 33.

9 *Moll, Jodie and Yigitbasioglu, Ogan*: “The Role of Internet-Related Technologies in Shaping the Work of Accountants: New Directions for Accounting Research”, *The British Accounting Review*, 2019, Cilt: 51 Sayı: 6, sayfa: 8.

10 *Iansiti, Marco and Lakhani, Karim R.*: “The Truth About Blockchain”, *Harvard Business Review*, 2017, Cilt: 95 Sayı: 1, sayfa: 5.

mesleği, muhasebe kayıtlarının denetimine, analiz ve yorumlanmasına yoğunlaşacaktır.

4. Akıllı Sözleşmeler

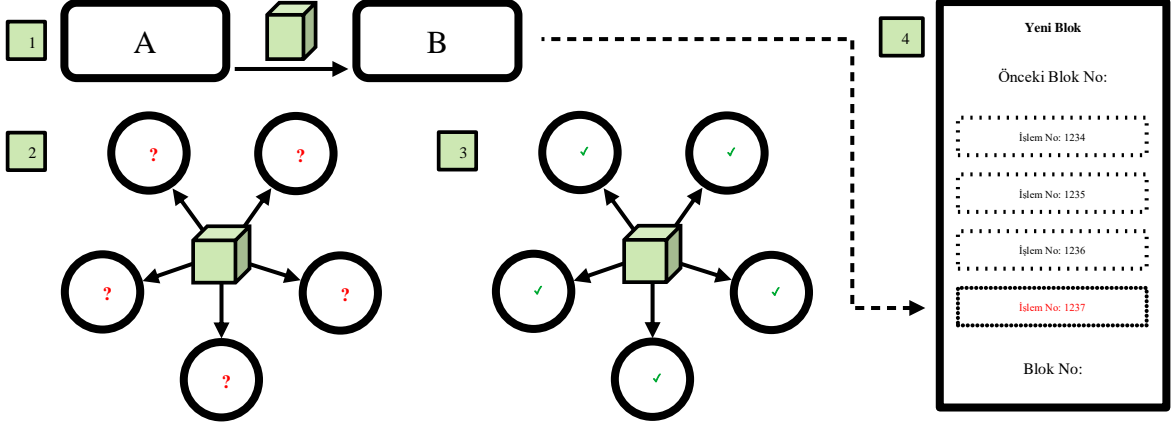
Akıllı sözleşmeler, belirli koşullar gerçekleştiğinde işletilen ve geleneksel bir sözleşme benzeri hukuki sonuç doğuran bir iş gerçekleştiren yazılımlardır. Akıllı sözleşme, bir sözleşmede belirtilen tüm şartların otomatik olarak doğrulanmasını, yürütülmesini ve çözümlenmesini sağlayan güvenilir bir işlem protokolüdür. Akıllı sözleşmeler, blokzinciri ile birlikte tanınmış olsa da, blokzincirinden ayrı olarak da işletilebilir.

Akıllı sözleşmeler, sözleşmenin taraflarının birbirine güvenmediği koşullarda, ilgili tarafların sözleşme konusu üzerinde anlaşmalarından sonra taraflarca imzalanarak blokzincirine yeni bir blok olarak eklenirler. Sözleşme koşulları gerçekleştiğinde ise sözleşmede tanımlanmış olan kurallarının yürütülmesi sağlanır. Örneğin ödemelerin otomatik olarak gerçekleştirilmesi, para birimlerinin veya diğer varlıkların kararlaştırılan koşullarla belirli bir hesaba aktarılması sağlanabilir. Bir kez koşullarda anlaşılıp blokzincirine eklenen akıllı sözleşmeler değiştirilemezler ve akıllı sözleşmelerin koşulları geçerli olduğu sürece otomatik olarak yürütülürler.

Geleneksel sözleşmeler ile akıllı sözleşmeler arasındaki farklılığı örnek üzerinden anlatmak gerekirse, A ve B işletmeleri arasında mal ticareti yapmak üzere bir yıllık bir sözleşme düzenlenmiş olsun. A ve B işletmelerinin sözleşmeyi imzaladıkları andan itibaren sözleşme yürürlüktedir. Geleneksel ticaretin işleyişinde çok fazla adım, gecikmeler, çalışanlar tarafından gerçekleştirilecek incelemeler, olası veri giriş hataları, evrakın kaybolması riski, sevk edilecek mal ve miktarı, ödenecek tutarlar üzerinde ihtilaf gibi pek çok potansiyel sorun ile karşılaşılabilirdiği söylenebilir.

Aynı sözleşmenin akıllı sözleşme olarak düzenlenmesi ve blokzinciri ile kayıt altına alınması Şekil 1'deki gibi gerçekleşecektir.

Şekil 1: Akıllı Sözleşmelerin Blokzinciri ile Kayıt Altına Alınması



1. A ve B işletmeleri tarafından aralarında yapacakları ticaretin koşullarını içeren bir akıllı sözleşme düzenlenir ve sözleşmenin taraflarınca dijital olarak imzalanarak blokzincirine kaydedilmek üzere gönderilir.

2. Blokzincirinde yer almak üzere gönderilen veriler (sözleşmeler, muhasebe kayıtları ve muhasebe kayıtlarına konu olan para ve diğer değerlerin transferine ilişkin kayıtlar gibi) yeni bir blokta yerini almak üzere blokzincirindeki düğümlere gönderilir. Blokzinciri ağındaki tutarsızlıkları önlemek için bu aşamada mutabakat mekanizmaları devreye girer.

3. Blokzincirine gönderilen veri, mutabakat mekanizması ile işleyen bir sürecin sonunda yeni bir blok içerisinde yerini alır. Mutabakat mekanizması tarafından seçilen düğüm tarafından hazırlanan ve kriptografik olarak mühürlenmiş yeni blok, diğer düğümler tarafından da doğrulanarak blokzincirine eklenir.

4. Yeni oluşan blok, kendisinden önceki blokların zincirleme biçimde özet değerleri (*hash*) kullanılarak oluşturulan, bir önceki blok özet değerini ve blokta saklanacak verileri içerecektir. Önceki bloklar gibi, oluşturulan son blok da bir önceki blok özet değerinin de kullanılmasıyla üretilen ve üretilecek bir sonraki blok tarafından da saklanacak bir özet değerine sahiptir.

Sözleşmenin kaydedilmesinden sonra, sözleşme koşulları çerçevesinde ticari işlemler gerçekleştirilir. Akıllı sözleşmeler belirli koşulların gerçekleşmesi ile tetiklenen ve sözleşme koşullarının otomatik olarak yerine getirildiği yazılımlar olduğundan, sipariş, sevkiyat, fatura ve tahsilat işlemleri otomatik olarak yürütülür. Geleneksel sözleşme akış şemasında karşılaşılan sorunlar, akıllı sözleşmelerin devreye girmesi ile en aza indirilmiş olacaktır. İşlemlere ait

verilerin blokzincirine gönderilmeden önce geçerliliğinin akıllı sözleşmeler tarafından kontrol edilmesinden dolayı sözleşmenin taraflarının zamanını alan muhasebe mutabakatları ve süreçleri de daha kısa sürede tamamlanacaktır.

Akıllı sözleşmelerin öne çıkan başlıca üstünlükleri şöyle sıralanabilir¹¹:

- Yazılım tabanlı olarak sözleşme koşulları otomatik işletildiği için iş akışları daha hızlıdır,
- İnsan kaynaklı hatalar daha azdır,
- Blokzinciri yapısı üzerinde saklandığından, sözleşmeyi inkâr etme, imha etme, değiştirme, sözleşme koşullarına uymama gibi riskler azdır,
- Eşler arasında gerçekleştirildiği için aracı kuruluşlara ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır,
- İnsan emeğine daha az ihtiyaç duyulduğu için sözleşme maliyeti de daha düşüktür.

5. Muhasebe, Akıllı Sözleşmeler ve Blokzinciri

Bilgi toplumuna geçişin başlangıcı olarak kabul edilen 1960'lı yıllardan bu yana yarım asırdan biraz fazla bir zaman geçmesine rağmen, bilişim teknolojilerindeki gelişmeler işletmeleri ve çalışma hayatını geri döndürülemez biçimde değiştirmiştir. Bu değişim muhasebe uygulamalarını da etkilemiştir, ancak değişim muhasebe kayıt araçlarında olmuş, yüzyıllardır muhasebe kayıtları için kullanılan fiziksel defter ve mürekkebin yerini bilgisayarlar, yazıcılar ve dijital kayıt ortamları almıştır. E-dönüşüm çalışmaları ile bazı belgeler doğrudan sayısal ortamda üretilmekte, bu belgeler kağıda yazdırılmadan da sonuç doğuran işlemlere dayanak oluşturmaktadır. Usulüne uygun biçimde elektronik ortamda üretilen belgeler, kanıtlayıcı bir belge olmak bakımından kağıda basılı belgelere eşdeğer kabul edilmektedir. Yine de yüksek hızlı bilgisayarlar, bulut tabanlı bilgi işlem, nesnelerin İnterneti, yapay zeka gibi yeni teknolojiler, iki yanlı kayıt sistemini ve muhasebenin geleneksel işleyişini henüz değiştirememiştir.

Muhasebenin temel kavramlarından biri, gerçekleşen mali karakterdeki her işlemin objektif bir belgeye dayanması gerektiğini ifade eden tarafsızlık ve belgelendirme kavramıdır. Dijital olarak saklanan kayıtlara olan güvenin artması

11 *Usta, Ahmet ve Doğantekin, Serkan: Blockchain 101 v2, Bankalararası Kart Merkezi, 2018, sayfa: 133.*

ile birlikte belgeye dayalı muhasebe kayıtlarının yanı sıra, işlemin gerçekleşmiş olmasını önceleyen işleme dayalı muhasebe kayıtlarına da yer verilmeye başlanmıştır¹². İşleme dayalı muhasebe kayıtlarına, aynı zamanda akıllı sözleşmelerin ilk örnekleri olarak da nitelendirilebilecek olan, banka ATM'leri ile yapılan parasal işlemlerin ve madenî para karşılığında otomatlar tarafından yapılan satışların muhasebe kayıtları örnek olarak verilebilir.

İki yanlı kayıt sisteminde her işlemin tutarı hesap adı verilen en az iki çizelgeye bir kez borç, bir kez de alacak olarak kaydedilmektedir. İki yanlı kayıt sistemi, tacirlerin yaptıkları muhasebe kayıtlarının doğru ve tutarlı olduğuna emin olmalarını sağlamıştır. Başka bir deyişle, iki yanlı kayıt sisteminde kayıtlar özünde işletmenin muhasebe kişiliği adına tutulmaktadır. Bu nedenle işletmeler arasında gerçekleşen bir ticari işlem, her işletme tarafından iki yanlı kayıt sistemi kullanılarak ayrı ayrı kaydedilir. Bu durum, zaman ve kaynak israfına neden olduğu gibi, ticari işlemin tarafı olan işletmeler birlikte gerçekleştirdikleri işleme ilişkin bir diğerinin yaptığı muhasebe kaydı hakkında bilgi sahibi değildir. İşletme dışındaki paydaşlara ise iki yanlı kayıt sisteminin ürettiği finansal tablolar aracılığı ile sınırlı bilgi sunulmaktadır. Finansal tablolar aracılığı ile sunulan bilgilerin gerçeğe uygun, yani tam, tarafsız ve hatasız sunulduğuna ilişkin makul bir güvence sağlamak üzere finansal tablolar bağımsız denetime tabi tutulur. Her ne kadar kamuya açıklanan finansal tablolar denetimden geçiyor olsa da, Enron örneği, bağımsız denetimin de yanıltıcı finansal raporların kamuya açıklanmasını tam olarak önleyemediğini göstermiştir.

Blokzincirinin muhasebe kayıtlarının saklanması, finansal raporların hazırlanması ve denetim amacıyla kullanılması fikri, blokzincirinin bizatihi kendisinin dağıtık defter teknolojilerine dayanıyor olmasından doğmuştur. Muhasebede hesap adlı çizelgelerin kaydedildiği büyük defterin İngilizcesi “*ledger*”dir. Dağıtık defterin İngilizcesi de “*distributed ledger*”dir. Güvenilir üçüncü bir tarafa ihtiyaç duyulmaksızın kripto para ile gerçekleştirilen işlemlerin muhasebede kullanılan hesapların işleyişine benzer biçimde kaydedilmesi, saklanması ve izlenmesi için blokzinciri kullanılıyor olması, aynı altyapının muhasebe kayıtları ve devamla diğer muhasebe ile bağlantılı süreçler için de başarıyla kullanılabilmesi düşüncesini doğurmuştur.

Muhasebe kayıtlarına konu işlemler gerçekleştiği anda, gerçekleşen işlemi inkar edilemeyecek ve tüm tarafların onaylarını içerecek biçimde kaydetmeyi sağlayacak araçlar geliştirilmektedir. Geliştirilen bu kayıt sistemine, muhasebenin gelişmesinde çok önemli bir yere sahip olan iki yanlı kayıt sistemini çağrıştırmak ve en az iki yanlı kayıt sisteminin geliştirilmesi kadar

12 Pekdemir, Recep ve Önal, M. Mete: “Bilgi Teknolojisindeki Gelişmelerin Muhasebe Mesleğine Etkileri”, Yönetim Dergisi, 1999, Sayı: 34, sayfalar: 8-9.

devrimsel olduğunu vurgulamak için “üç yanlı kayıt sistemi” adı verilmektedir. Üç yanlı kayıt sisteminde borçlu hesaplar ile alacaklı hesapların yanına Şekil 3’teki gibi “dağıtık defter” de eklenmektedir. Böylece işlemin tüm tarafları açısından tahrif, tahrip ve inkar edilemez yeni bir muhasebe kayıt sistemi ortaya çıkmaktadır¹³.

Şekil 2’de verilen üç yanlı kayıt örneğinde, kayıt yapısının anlaşılmasını kolaylaştırmak için A ve B işletmelerine ait kasa veya bankalar hesabı gibi karşılıklı olarak bir işletmenin borç, diğer işletmenin alacak kaydı yapabileceği bir hesabın kullanımı basitleştirilmiş olarak gösterilmiştir. Bir ticari işlemin kaydedilmesi için aynı hesapların karşılıklı kullanılması zorunluluğu yoktur. İşletmelerin kullandıkları farklı hesaplar da benzer şekilde blokzinciri teknolojilerine dayalı olarak ticari işlemlerinin kaydedilmesinde kullanılabilir. İşletmeler, amortisman giderleri gibi işletme içi değer hareketlerini de blokzincirine dayalı muhasebe yazılımları ile kaydedebilirler. Bu durumda dağıtık defter kaydında işlemin tarafı tek işletme, kullanılan hesaplar ise farklı hesaplar olacaktır.

Şekil 2: Blokzinciri ile Üç Yanlı Kayıt Örneği

A İşletmesi X Hesabı		B İşletmesi X Hesabı	
Borç	Alacak	Borç	Alacak
500			500
	650	650	
800			800
Dağıtık Defter Kaydı			
		A İşletmesi X H.	B İşletmesi X H.
		500	-500
		-650	650
		800	-800

Blokzincirinin muhasebe kayıtları için kullanılması ile birlikte işletmelerin gerçek zamanlı muhasebe kayıtları yapmaları gerekecektir. İki işletme arasında gerçekleşen bir ticari işlemin kaydının işlemin tarafı olan işletmelerin yanı sıra üç yanlı kayıt sisteminin gereği olarak blokzinciri tarafından da işlemin

¹³ Potekhina, Anastasiia and Riumkin, Ivan: Blockchain - A New Accounting Paradigm, Umeå School of Business and Economics, 2017, sayfalar: 12-13.

gerçekleşme anında kaydedilmesi gerekir. Böylece kaydedilen her işlem, zaman damgasıyla damgalanır ve blokzincirine eklendikten sonra değiştirilemez ve silinemez. Muhasebe kayıtlarında düzeltme yapılmasını gerektiren durumlarda, hatalı kayıt doğrudan değiştirilemeyeceği için, düzeltme kaydı da blokzincirine ayrı bir muhasebe kaydı olarak eklenmek zorundadır. Böylece ticari işlemlere ilişkin kayıtlarla birlikte düzeltme kayıtları da izlenebilir hale gelecektir. Gerçek zamanlı muhasebe kayıtları, hazır olmayan işletmelerde sorunlara neden olabilecekse de, muhasebe kayıtlarının şeffaflığını ve güvenilirliğini arttıracaktır.

Muhasebe kayıtlarının yapılmasında akıllı sözleşmeler önemli bir role sahip olabilir. Ticari bir işlem gerçekleştiğinde, bu işleme ilişkin muhasebe kayıtları akıllı sözleşmeler tarafından yapılabilir. İletişim teknolojilerinin gelişmesi ve İnternet kullanımının yaygınlaşması ile birlikte sıkça söz edilen nesnelerin İnterneti ile akıllı sözleşmeler arasında sıkı bir ilişki vardır. Blokzinciri teknolojileri ile entegre edilmiş olsun veya olmasın, genellikle içinde akıllı sözleşme unsurları barındıran nesnelerin İnterneti teknolojisinin yakın gelecekte muhasebe kayıtlarının tutulmasında insan emeğinin yerini neredeyse tümüyle alacağı tartışılmaktadır¹⁴.

Finansal verilerin insan müdahalesi olmaksızın bilgisayarlar arasında aktarılabilmesi için standart hale getirilmiş ortak bir veri değişim dili kullanılmaktadır. Muhasebe bilgi sistemi tarafından sağlanan verilerin bilgisayar sistemleri arasında düşük maliyetle ve hızlı biçimde aktarılmasını sağlamak amacıyla Genişletilebilir İşletme Raporlama Dili (*eXtensible Business Reporting Language - XBRL*) geliştirilmiştir.

XBRL, verilerin bilgisayar sistemleri arasında aktarılmasını sağlayan XML (*eXtensible Markup Language*) adı verilen bir dil ailesinin üyesidir. XML dil ailesinin çeşitli sektörlerde veri aktarım sorunlarına sağladığı çözümlerin finansal verilerin aktarılması için de kullanılabilmesi fikrinden doğan¹⁵ XBRL, finansal nitelikteki verilerin aktarılmasını, raporlanmasını ve denetlenmesini kolaylaştırmak için geliştirilen standartlaştırılmış bir dildir¹⁶.

XBRL, muhasebe uygulamalarının gelişen bilişim teknolojileri ile entegrasyonunun sağlanması açısından önem taşımaktadır. Blokzinciri temelli muhasebe yazılımlarında finansal verilerin ilgili taraflara aktarılması için XBRL kullanılabilir. Blokzinciri ve XBRL'nin birlikte kullanılması farklı blokzinciri

14 *Valentinetti*, Diego and *Muñoz*, Francisco Flores: "Internet of Things: Emerging Impacts on Digital Reporting", *Journal of Business Research*, 2021, Sayı: 131, sayfa: 549.

15 *Kernan*, Karen: *The Story of Our New Language*, American Institute of Certified Public Accountants, Inc., 2009, New York, sayfa: 4.

16 *Bayazıtı*, Ercan: "Sürekli Denetim: Geleceğin Denetimi" *Muhasebe ve Denetim Bakış*, 2002, Sayı: 5, sayfa: 119.

ağları arasında gerek ortak muhasebe kayıtlarının yapılması, gerekse finansal nitelikli diğer verilerin iletilmesinde anahtar role sahip olabilir.

6. Sonuç ve Öneriler

Blokszinciri, muhasebe kayıtlarının oluşturulması, saklanması ve ilgili tarafların erişimi için önemli olanaklar sunarken, aynı zamanda çözülmeyi bekleyen bazı sorunları da barındırmaktadır.

Muhasebe kayıtlarının gerçek zamanlı olarak yapılacağı ve kayıtların değiştirilmesinin ve silinmesinin mümkün olamayacağı blokszinciri teknolojisi üzerine inşa edilmiş bir muhasebe bilgi sistemi verilerin güvenliğini ve güvenilirliğini ve şeffaflığı arttıracaktır, ancak artan şeffaflığın da bir maliyeti olacağı ifade edilmektedir¹⁷.

Bir dağıtık defterin parçası olan her düğüm defterin tamamına erişebildiği için, ticari açıdan hassas verilerin ifşa olması ile ilgili endişelerin giderilmesi için blokszinciri kullanılarak tutulacak muhasebe kayıtları ile ilgili çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Blokszincirinde veriler şifrelenerek saklanmaktadır, ancak bir blokszincirindeki veriler şifrelenmiş olsa da, verilerin bir kopyası tüm uçlarda bulunmaya devam edecektir¹⁸. Ortaya çıkabilecek güvenlik zafiyeti kaydedilmiş şifrelenmiş verilerin çözülebilmesi riskini doğurabilir.

Üç yanlı kayıt sistemi, kripto paraların ve kripto para benzeri (NFT gibi) varlıkların transferine ilişkin kayıtların tutulması üzerine kurgulanmıştır. Varlıklar, yükümlülükler, gelirler ve giderler gibi farklı nitelikteki hesapların ve bu hesaplarda değişiklik yapacak işlemlere ilişkin muhasebe kayıtlarının blokszincirine taşınması için yapılacak yeni çalışmalara ve biraz daha zamana ihtiyaç vardır.

Gerek blokszinciri tabanlı muhasebe kayıt sisteminin kurulması, gerekse aralarında veri değişimi yapacak dağıtık defter sistemlerinin haberleşmelerinin sağlanması için öncülük eden bir kurumun yokluğu, muhasebe kayıtlarının dağıtık defterlere taşınmasını geciktirmektedir. Türkiye’de vergi alanında başlatılan e-dönüşüm sürecine benzer düzenlemeler ile muhasebe kayıt sistemlerinin blokszinciri teknolojilerini kullanan ve verilerin güvenliğini ve bütünlüğünü sağlamaya dönük gerekli önlemleri taahhüt eden kurum ve kuruluşlar eliyle kurulması etkili ve verimli bir çözüm olabilir.

17 Yermack, David: “Corporate Governance and Blockchains”, Review of Finance, 2017, Cilt: 21, Sayı: 1, sayfa: 17.

18 “Blockchain and the environment – European Environment Agency”, <https://www.eea.europa.eu/publications/blockchain-and-the-environment>, Erişim tarihi:02.02.2022.

Uluslararası çapta ise Türkiye'nin de üyesi olduğu Uluslararası Mali Eylem Görev Gücü (*Financial Action Task Force - FATF*) gibi örgütler küresel çapta kara paranın aklanmasının önlenmesi amacıyla çalışmalar yürütmektedirler. Türkiye'nin de taraf olduğu kara paranın aklanmasının ve terörün finansmanının önlenmesine yönelik sözleşmelerin bir parçası olarak parasal işlemlerin bankalar ve finans kurumları aracılığı ile gerçekleştirilmesine yönelik yasal düzenlemeler vardır. Bu düzenlemelere örnek olarak işletmelerin 7.000 TL'yi aşan tahsilat ve ödemelerinin banka veya finans kurumları aracılığı ile yapılmasına ilişkin 459 sayılı Vergi Usul Kanunu Genel Tebliğini verebiliriz. Ayrıca (taahhüt kiralama da dâhil) kira ve ücret, prim ikramiye ve bu nitelikteki ödemelerinin banka veya finans kurumları aracılığı ile yapılmasına ilişkin de yasal düzenlemeler (yönetmelik, Resmî Gazete Tarihi: 18.11.2008 Resmî Gazete Sayısı: 27058) vardır. FATF ve benzer uluslararası kuruluşların, bu kuruluşlara üye ülkelere yapacakları tavsiyeler ile blokzinciri temelli muhasebe sistemlerinin yaygınlaşmasına öncülük edebileceği düşünülebilir.

Para akışının merkezinde bankalar ve finans kurumları, kısaca finans sektörü yer almaktadır. Nakit para ile gerçekleştirilebilecek işlemler oldukça azalmıştır. Her işletmenin bir blokzinciri kurarak işlemlerini kaydetmesi anlamsız ve gereksizdir. Gerek Türkiye'de, gerekse küresel çapta blokzinciri tabanlı finansal sistemlerin kurulup işletilmesinde finans kurumlarına (örneğin bankalara) para transferlerine aracılık etmelerinin yanında işletmelere ait parayla ifade edilebilecek tüm işlemlerin muhasebe kayıtlarının blokzinciri teknolojisi ile saklanması imkanı sağlanabilir.

Yaygın olarak kullanılan mutabakat mekanizmalarından bazıları aşırı elektrik enerjisi tüketimine neden olmaktadır. Kripto para madenciliğinin yıllık enerji tüketimi 120 terawatt-saatten fazladır. Bu miktar, Hollanda'nın toplam enerji tüketiminden daha fazladır¹⁹. Muhasebe kayıtlarının oluşturulması ve saklanmasında uçlar arasındaki veri tutarsızlığının çözülmesi için kullanılacak mutabakat mekanizmalarının seçimi, çevre açısından önem taşımaktadır.

Doğanın korunması bakımından daha az enerji tüketen mutabakat mekanizmalarına ihtiyacı vardır. Bu nedenle blokzincirinin muhasebe verilerinin oluşturulması ve saklanması için kullanımında sıfır güven ortamı varsayımı yerine birbirine kısmen güvenen taraflar yaklaşımı benimsenebilir. Muhasebe belge düzeni ile ilgili e-dönüşüm uygulamalarındaki entegratörler, finans sektöründeki aracı kurumlar ve açık bankacılık uygulamaları gibi belirli koşulları sağlayan kuruluşların (bankalar veya bankaların iştirakleri finansal kuruluşlar tarafından) blokzinciri altyapısının kurulması, farklı dağıtık defterlerin aralarında

19 "What's the Environmental Impact of Cryptocurrency?", <https://www.investopedia.com/tech/whats-environmental-impact-cryptocurrency>, Erişim tarihi: 02.02.2022.

veri değişimi gerçekleştirilebilecek tasarımın ve mutabakat mekanizmalarının oluşturulması gerekecektir. Böylece işletmelerin bireysel olarak blokzinciri teknolojilerine yapacakları yatırımdan ve düşük enerji tüketimine sahip (tablet ve cep telefonu gibi) cihazlarla muhasebe işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi ile bu sistemlerin harcayacakları enerjiden önemli bir tasarruf sağlanabilir. Bu tasarruf, enerji tüketimini azaltacağı için doğanın ve çevrenin korunmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Muhasebe, Blokzinciri, Dağıtık Defterler, e-Dönüşüm.

Kaynaklar

- Bayazıtlı, Ercan:** “Sürekli Denetim: Geleceğin Denetimi”, Muhasebe ve Denetime Bakış, 2002, Sayı: 5, sayfalar: 119-128. (Zabihollah Rezaee, Rick Elam, Ahmad Sharbatoghlie, “Continuous Auditing: The Audit of the Future”, Managerial Auditing Journal, 16/3, 2001, s.150-158’den çeviri)
- Bayazıtlı, Ercan; Çelik, Orhan ve Gürdal, Kadir:** Genel Muhasebe, Siyasal Kitabevi, 2. Baskı, 2016, Ankara.
- Çukurçayır, Mehmet Akif ve Çelebi, Esra:** “Bilgi Toplumu ve E-Devletleşme Sürecinde Türkiye”, ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 2009, Cilt: 5, Sayı: 9, sayfalar: 59-82.
- Hancock, Matthew and Vaizey, Ed:** Distributed Ledger Technology: Beyond Block Chain, UK Government Office for Science, 2016.
- Iansiti, Marco and Lakhani, Karim R.:** “The Truth About Blockchain”, Harvard Business Review, 2017, Cilt: 95 Sayı: 1, sayfalar: 3-11.
- Karapınar, Aydın ve Ayıköğlü Zaif, Figen:** Finansal Analiz, Gazi Kitabevi, Ankara, 2012.
- Kernan, Karen:** The Story of Our New Language, American Institute of Certified Public Accountants, Inc., 2009, New York.
- Moll, Jodie and Yigitbasioglu, Ogan:** “The Role of Internet-Related Technologies in Shaping the Work of Accountants: New Directions for Accounting Research”, The British Accounting Review, 2019, Cilt: 51 Sayı: 6, sayfalar: 1-20.
- Pekdemir, Recep ve Önal, M. Mete:** “Bilgi Teknolojisindeki Gelişmelerin Muhasebe Mesleğine Etkileri”, Yönetim Dergisi, 1999, Sayı: 34, sayfalar: 7-14.
- Potekhina, Anastasiia and Riumkin, Ivan:** Blockchain - A New Accounting Paradigm, Umeå School of Business and Economics, 2017.
- Scardovi, Claudio:** Restructuring and Innovation in Banking, Springer, 2016, ISBN: 9783319402048.
- Sheldon, Mark D.:** “A Primer For Information Technology General Control Considerations On a Private and Permissioned Blockchain Audit”, Current Issues in Auditing, 2019, Cilt: 13, Sayı: 1, sayfalar: 15-29.
- Toffler, Alvin:** Üçüncü Dalga (Çeviren: Selim Yeniçeri), Koridor Yayıncılık, 2018.

Usta, Ahmet ve Doğantekin Serkan: Blockchain 101 v2, Bankalararası Kart Merkezi, 2018.

Valentinetti, Diego and Muñoz, Francisco Flores: “Internet of Things: Emerging Impacts on Digital Reporting”, Journal of Business Research, 2021, Sayı: 131, sayfalar: 549-562.

Yermack, David: (2017). “Corporate Governance and Blockchains”. Review of Finance, 2017, Cilt: 21, Sayı: 1, sayfalar: 7-31.

European Environment Agency, “Blockchain and the environment – European Environment Agency”,<https://www.eea.europa.eu/publications/blockchain-and-the-environment>, 02.02.2022.

Investopedia, “What's the Environmental Impact of Cryptocurrency?”,<https://www.investopedia.com/tech/whats-environmental-impact-cryptocurrency>, 02.02.2022.