



# BLOCKCHAIN

T Ü R K İ Y E

## ÜLKE GENELİNDE UYGULANABİLİR ENERJİ SEKTÖRÜ BLOCKCHAIN KULLANIM ALANLARI, AVANTAJLAR VE RİSKLER



Enerji Çalışma Grubu

ARALIK 2022



TÜRKİYE BİLİŞİM VAKFI



# BLOCKCHAIN

T Ü R K İ Y E



Enerji Çalışma Grubu

**TBV**

TÜRKİYE BİLİŞİM VAKFI

# ÜLKE GENELİNDE UYGULANABİLİR ENERJİ SEKTÖRÜ BLOCKCHAIN KULLANIM ALANLARI, AVANTAJLAR VE RİSKLER

ARALIK 2022

©2022, Blockchain Türkiye Platformu

*Tüm hakları saklıdır. Bu eserin tamamı ya da bir bölümü, 4110 sayılı Yasa ile değişik 5846 sayılı FSEK uyarınca, kullanılmazdan önce hak sahibinden 52. maddeye uygun yazılı izin alınmadıkça, hiçbir şekil ve yöntemle işlenmek, çoğaltılmak, çoğaltılmış nüshaları yayılmak, satılmak, kiralanmak, ödünç verilmek, temsil edilmek, sunulmak, telli/telsiz ya da başka teknik, sayısal ve/veya elektronik yöntemlerle iletilmek suretiyle kullanılamaz.*

*İşbu raporda yer alan bilgi ve görüşler yazarlarına ait olup TBV'nin ve Blockchain Türkiye Platformu'nun görüşlerini temsil etmemektedir. İşbu raporun içeriği, yazarları tarafından her zaman site üzerinde herhangi bir duyuru yapılmadan değiştirilebilir.*

### SORUMSUZLUK BEYANI

Türkiye Bilişim Vakfı altında çalışmakta olan Blockchain Türkiye Platformu'nun "Üretim, Lojistik ve Ulaşım Çalışma Grubu" tarafından hazırlanan işbu rapor blokzincir teknolojisinin mevcut kişisel verilerin korunması mevzuatı ve uygulamaları bakımından incelenmesinden ibaret olup; teknik kapsam ilgili teknolojinin hukuki açıdan özümsebilmesi amacıyla yayımlanmıştır. Kişi ve kurumları bağlayıcı tavsiye veya görüş niteliği taşımaz. İşbu rapor kamuya açık kaynaklardan yararlanılmış bilgileri içermekte olup, söz konusu bilgilerin güncel ve eksiksiz olduğu taahhüt edilmemektedir. İşbu raporda verilen tüm bilgi ve görüşler zamanla değişkenlik gösterebilir. Bu bağlamda işbu raporun içeriğini okuyan kişilere veya herhangi bir üçüncü kişiye karşı sorumluluğu ve yükümlülüğü bulunmamaktadır.



Enerji Çalışma Grubu

## İÇİNDEKİLER

<b>1 Blockchain ve Enerji Sektörü - Genel Bakış</b>	01
<b>2. Enerji Sektöründe Blockchain Teknolojisinin Rolü</b>	02
<b>3. Enerji Sektöründe Blockchain Kullanım Alanları</b>	02
3.1. Elektrik Perakende ve Ticareti	02
3.2. Peer-to-Peer Enerji Ticareti ve Mikrogridler	03
3.3. Elektrik Şebekesi Veri Yönetimi	03
3.4. Akıllı Sayaçlar	03
3.5. Emtia Ticareti	04
3.6. Kamu Hizmet Sağlayıcıları	04
3.7. Petrol ve Gaz Endüstrisi	04
3.8. İklim Finansmanı	04
<b>4. Teknolojik Altyapı ve Yaşanabilecek Olası Sorunlar</b>	05
<b>5. Enerji Sektöründe Blockchain konusundaki Avantajlar, Dezavantajlar ve Riskler</b>	05
5.1. Avantajlar	05
5.2. Dezavantajlar	06
5.3. Riskler	06
<b>6. Yerel Uygulanabilirlik</b>	06
<b>Kaynakça</b>	07
<b>Katkı Verenler</b>	08

## 1. Blockchain ve Enerji Sektörü – Genel Bakış

Blockchain teknolojisi birçok farklı alanda değişim potansiyeli sunan son yıllarda ortaya çıkan en önemli teknolojilerden biridir. En bilinen uygulamaları finansal anlamda olsa da (uluslararası ödemeler, para transferleri, karmaşık finansal ürünler, kripto paralar gibi), blockchain kullanımının sağlık, savunma, tedarik zinciri yönetimi, lüks ürünler, yönetim ve oy kullanma gibi çok farklı alanlarda yaygınlaşması öngörülmektedir.

Blockchain temelinde işe duyulan güveni bir kurum veya kuruluşun yazılıma kaydıran bir dağıtılmış defter teknolojisidir. Likit olmayan birçok varlığı ticareti yapılabilir hale getirmek, akıllı cihazlarımızın tüketiciler olmasını sağlamak, birçok iş alanında karşılıklı güvene olan ihtiyacı, sahtekarlığı ve sahteciliği ortadan kaldırmak gibi faydalar sunmaktadır. Verilerin, kriptografi ile güvence altına alınması ve yeni işlemlerin öncekilerle bağlantılı yapısı verinin sonradan değiştirilmesinin önüne geçmektedir. Blockchain kullanımının birçok sektörde aracılara yerinin alarak operasyonel verimliliği artırma ve maliyetleri düşürme potansiyeli bulunmaktadır.

Kamu hizmeti sağlayıcılarından, çok uluslu petrol ve gaz işletmelerine kadar uzanan birçok enerji şirketi Blockchain teknolojisinin sektörlerindeki dönüştürücü etkisinin farkına varmaya başlamıştır. Enerji endüstrisi son yıllarda güneş panelleri, elektrikli araçlar ve akıllı ölçüm cihazları gibi yeni teknolojilerin ortaya çıkması ile hızlı bir değişim sürecinin içine girmiş durumdadır. Endüstriyi değiştirecek ve yeni iş modelleri yaratacak bir sonraki değişimin ise blockchain teknolojilerinin kullanılmasıyla başlayacağı öngörülmektedir. Akıllı sözleşmeler ve farklı sistemlerin entegrasyonu enerji sektöründeki dönüşümün bir sonraki adımı olabilir.

Blockchain ve enerji dendiğinde son yıllarda dönen tartışmalar mining operasyonlarında fosil enerji kaynaklarının yaygın kullanımı ve sürdürülebilirlik konusundaki endişelere odaklanmasına rağmen, bu teknoloji enerji piyasaları için bir çok yeni iş modelinin uygulanmasının, gerçek zamanlı veri yönetimi ve paylaşımının, karbon kredilerinin veya yenilenebilir enerji sertifikalarının yaygın kullanımının önünü açarak büyük bir sektörel değişimin öncüsü olabilir.

Dağıtılmış defter teknolojisi, hizmet sağlayıcıları için getirdiği şebeke gözetim seçenekleri ile verimliliği artırma potansiyeli sunmaktadır. Kaynakların takibine ek olarak yenilenebilir enerji dağıtımı için de etkin çözümler geliştirilmesine imkân sağlamaktadır. Yaygın olarak kullanılan halka açık blockchain ağlarına ek olarak, özel blockchain ağları önceden onaylanmış taraflara verilere erişim izni ve konsorsiyum erişimi sunmaktadır. Özel ve konsorsiyum blockchainleri bu tarz işletmelerin talep ettiği gerekli gizlilik özelliklerinin uygulanmasını mümkün kılınana kadar geçici bir çözüm sunmaktadır.

Blockchain, yukarıda bahsi geçen tüm kullanım alanlarından da görülebileceği gibi, birçok farklı sektör özelinde olduğu gibi, enerji sektöründe de oldukça umut verici bir teknoloji olarak öne çıkmaktadır.

Nitekim, sektörün etkinliğini, şeffaflığını artırmak, dağıtılmış enerji kaynaklarının entegrasyonunu kolaylaştırmak ve maliyetleri azaltmak için enerji sektöründe (peer-to-peer uygulamalar ön planda olmak üzere) blockchain teknolojisini kullanan yeni girişimlerin bir araya gelmesine yol açmaktadır. Bu durum sektörde blockchain için umut verici bir geleceğin varlığına işaret etmektedir.

Enerji sektöründe blockchain kullanımının sağlayacağı başlıca faydalar şunlardır:

- Sektörün etkinliğinin ve verimliliğinin artması
- Peer-to-peer gibi uygulamalar ön planda olmak üzere blockchain teknolojisini kullanan yeni girişimlerin bir araya gelmesi
- Azaltılmış operasyon maliyetleri
- Dağıtık enerji kaynaklarının entegrasyonunun kolaylaşması
- Çevresel sürdürülebilirlik
- Gizlilikten ödün vermeden paydaşlar arasında arttırılmış şeffaflık

## 2. Enerji Sektöründe Blockchain Teknolojisinin Rolü

Enerji sektörü karbon ayak izini ve merkeziyetçiliği azaltma yolunda büyük bir değişimin içine girmiş durumdadır. Blockchain kullanımı, güven ihtiyacı bulunmayan bir ağ kurulmasını sağlayarak tarafların birbirleriyle işlem yapacakları platformlar kurmalarına fırsat sunmaktadır. Teknoloji henüz çok erken bir aşamada ve büyük gelişmelere açık olmasına rağmen önümüzdeki yıllarda birçok yeni iş alanı ve çözümün ortaya çıkmasına katkı sağlayacaktır.

## 3. Enerji Sektöründe Blockchain Kullanım Alanları

Blockchain teknolojisinin mümkün kılacağı ve gelişmesine katkı sağlayacağı başlıca kullanım alanları aşağıdaki gibidir:

- Toptan elektrik dağıtımı
- Peer to peer enerji ticareti
- Mikrogrid
- Elektrik şebeke veri yönetimi
- Akıllı Sayaçlar (smart meter)
- Emtia ticareti
- Kamu hizmet sağlayıcıları
- Petrol ve gaz endüstrisi
- İklim finansmanı

## 3.1. Elektrik Perakende ve Ticareti

Elektrik dağıtımında blockchain teknolojisi kullanmayı amaçlayan şirketler son kullanıcıları şebekeye bağlamak üzerinde odaklanmaktadır. Blockchain teknolojilerinin akıllı IoT cihazlarıyla birleştirilmesi yoluyla tüketici ve üreticilerin doğrudan birbirleri aralarında enerji ticareti yapmalarına imkân sağlanabilecektir. Elektrik ticaretinde perakende satış şirketlerini tamamen merkeze koyan bir yapı elektrik piyasasındaki şebeke operasyonunun sınırlı bir kısmına sahip olmakla birlikte yalnızca faturalandırma ve ölçüm kullanımı gibi blockchain teknolojisi tarafından otomatize edilebilecek hizmet türlerini yönetmektedirler. Enerji perakendecilerini blockchain tabanlı platformlar ile destekleyerek, operasyonel maliyetlerini azaltmanın tüketici faturalarına da ciddi oranlarda azaltım sağlama potansiyeli içerdiği öngörülmektedir. Blockchain üzerinde geliştirilen uygulamalar yoluyla kullanıcıların doğrudan piyasaya erişimi ile daha uygun maliyetler ile enerji tedarik etmeleri mümkün olabilecektir. Bu gelişmeler son kullanıcılar için daha düşük elektrik maliyetleri ile daha adil ve istikrarlı bir enerji piyasasının sürdürülmesini mümkün kılacaktır.

Bu konuda mevcutta yapılan çalışmalar içerisinden dikkat çeken, Energy Web Foundation tarafından başlatılan proje ile Ethereum blockchain'i üzerinde bir enerji ticareti platformu olmaktadır. Bu platform tarafından sağlanan Software Development kiti Origin ile yenilenebilir kaynaklar için kaynak sertifikalarının basitleştirilmesi ve geliştirilmesi amaçlanıyor. Mayıs 2019'da devreye alınan Enerchain ise farklı platformlar ve veri iletişim süreçleri ile alım satım yapan enerji tüccarlarına hizmet sunarak dünyadaki ilk blockchain tabanlı toptan enerji ticareti projesi olmuştur. Enerchain altapısının gelecekte kömür, petrol ve diğer endüstriyel ürünler için de merkeziyetsiz pazarlar yaratmak adına kullanılması hedefleniyor.

### 3.2. Peer-to-Peer Enerji Ticareti ve Mikrogridler

Toptan enerji dağıtımını birçok enerji şirketi için birincil iş kolu olmasına rağmen gelecekte bu durumun değişebileceği düşünülmektedir. Son yıllarda geliştirilen blockchain enerji projelerinin büyük bir çoğunluğu peer-to-peer enerji piyasalarını inşa etmek üzerine çalışmaktadır. P2P enerji piyasaları, katılımcıların kendileri için fazla olan enerjiyi satmalarına imkân sağlayan bir ağ kurmaktadır. Bu tür enerji piyasaları toptan satış kuruluşlarının merkezi kontrolünü azaltarak daha geniş kitlelere fayda sağlayabilecektir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının erişilebilirliği arttıkça maliyetler geleneksel perakendeci şirketler tarafından sağlanan enerjiye yakın veya daha düşük bir seviyeye gelmektedir. Kendi enerjisini üreten bireylerin komşuları ve çevrelerindeki diğer aktörlerle enerji ticareti yapma olanağına sahip olacaklardır. Bu kullanım alanının yaygınlaştırılması için elektrik mikro şebeke yapılarının son tüketici kullanımına açılması önemli bir ilk adım olarak görülmektedir. Şu anda ulusal şebekelerin üzerinde bir katman olarak bulunan mikro şebekeler bulunmasına rağmen blockchain uygulamalarının yaygınlaşması için ayrı ve kendilerini idame ettirebiliyor olmaları önemli görülmektedir. Bu konuda çözümler geliştiren birçok blockchain enerji girişimi, daha büyük ve tamamen eşler arası şebekelere sahip bir gelecek öngörmektedir. Dünya çapında gerçekleştirilen P2P enerji ticareti konusunda halihazırda birçok proje bulunmaktadır.

Bu alanda şu anda aktif olarak geliştirilen projelerden biri olan LO3 Energy tarafından geliştirilen The Brooklyn Microgrid ile katılımcılar komşuları ile direkt olarak enerji ticareti yapabilmektedirler. Altyapı Transactivegrid isimli, akıllı ölçüm cihazlarının birbirleriyle entegre olmalarını sağlayan bir blockchain üzerinden sağlanmaktadır.

Teknolojinin bizlere yeni kullanım alanları sunduğu bu konuyu çevreleyen yasal bağlam ve sorumluluklar gözden geçirilmeli ve iş dünyasına dahil edilmelidir. Bu aşamada ilk olarak p2p işlemlerin yapısı incelenmeli ve p2p enerji ticaretinin yasal yapısına yerel kurumlar seviyesinde ışık tutulmalıdır. Yasal mevzuata dair adımlar atıldıktan sonra p2p enerji ticaretinin yapılacağı enerji sistem dönüşümü için ele alınacak ekosistem seçenekleri değerlendirilmelidir.

### 3.3. Elektrik Şebekesi Veri Yönetimi

Blockchain, tüketicilere enerji kaynakları üzerinden daha verimli bir hizmet alma ve kontrol imkânı sağlarken buna ek olarak sunduğu depolanan bilginin değiştirilemez yapısı sayesinde enerji kullanım verilerinin güvenli ve gerçek zamanlı bir şekilde takibini mümkün kılar. Piyasa fiyatları, üretim maliyetleri, enerjinin kaynağı veya yakıt fiyatları gibi veriler değiştirilemez bir şekilde blockchain üzerinde kaydedilir. 2018'de Şili Ulusal Enerji Komisyonu tarafından başlatılan programda hükümet, enerji verilerini kaydetmek, depolamak ve izlemek için Ethereum blockchain altyapısını kullanacağını açıklamıştır.

Blockchain temelli bir elektrik şebekesi veri yönetimi, verilerin kasıtlı olarak manipüle edilmesi veya kasıtsız olarak yanlış bildirilmesinin önüne geçer. Bu konuda yapılacak çalışmalar, işletmeler ve hükümetler için mali zararlar yaratabilecek durumların engellenmesine katkı sağlayacaktır. Mali faydalara ek olarak, verinin şeffaf paylaşımı halkın işlem ve fiyat kayıtlarına erişmesine imkân sağlayacaktır.

### 3.4. Akıllı Sayaçlar

Akıllı sayaçlar, güç kullanımlarının gün içinde düzenli aralıklarla belirlenmesi sayesinde tüketicilerin kullandıkları enerjinin daha doğru bir şekilde kaydedilmesini sağlar. Bu bilgi daha sonra geleneksel olarak çeşitli araçlar aracılığıyla hizmet sektörüne geri gönderilir.



Böylelikle, elektirik kaçaklarının, aşırı tüketen ekipmanların ve güneş paneli performansının belirlenmesine yardımcı olup, tedarikçilerin ve işletmelerin verimlerini artırmaya yardımcı olmaktadır.

Akıllı sayaçlar, geleneksel elektrik sayaçlarından daha etkili alternatifler haline geldikçe, üretici, tedarikçi ve tüketiciler dahil herkese fayda sağlayacak olan akıllı elektrik sayaçlarının kurulum ve uygulamalarına da hızla geçilmiştir. Ancak, günümüzde akıllı sayaçlar diğer tüm IoT destekli entegre teknolojiler gibi siber güvenlik riskleri ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu noktada akıllı sayaçların siber saldırılara karşı korunabilmesi için blockchain teknolojisi önemli bir çözüm alternatifi olabilecektir.

### 3.5. Emtia Ticareti

Gaz ve enerji ticareti endüstrisinin blockchain kullanımı yoluyla büyük bir değişim geçirme potansiyeli bulunmaktadır. Emtia ticareti, birçok farklı alanda alım satımları ve el değiştiren varlıkları kaydeden büyük bir kaydın tutulmasını gerektirir. Blockchain teknolojisini emtia ticaretine uygulamak, mevcutta kullanılan sistemlerden daha ucuz ve verimli bir çözüm sunacaktır. Verinin değişmezlik, güvenlik ve aciliyeti gibi özelliklerine daha uygun bir sistem mevcut sistemlerin merkeziyetçi ve yavaş uyarlanabilirliğini kaldırarak blockchain üzerinde programlanabilir.

### 3.6. Kamu Hizmet Sağlayıcıları

Kamu hizmet sağlayıcıları, farklı sektörlerin aksine birbirleriyle rekabet etmemektedirler. Bu firmalar için blockchain teknolojisinin paylaşılan - dağıtılmış defter teknolojisi anlık bilgi paylaşımı için benzersiz fırsatlar sunmaktadır. IoT cihazlardan gelen verinin blockchain üzerine kaydedilmeden önce işlenip doğrulanması, dağıtım şebekesindeki kritik işlem verileri için bir altyapı kurulması verinin güvenilirliğini artırma yönünde katkı sağlayacaktır. Bunlara ek olarak şeffaf bilgi paylaşımı, farklı aktörler arasında enerji depolamak veya işlemek için en verimli seçimin yapılmasını sağlayacaktır.

### 3.7. Petrol ve Gaz Endüstrisi

Energyonomics tarafından 2017 yılında yapılan araştırmaya göre, gaz ticaretini kolaylaştırmak için blockchain teknolojisinin kullanımının toplam maliyetleri %30-40 oranında azaltması öngörülmektedir.

Petrol ve gaz endüstrisi keşfinden, son müşteriye ulaşmasına kadar birçok şirket, süreç ve yasal anlaşmayı içeren bir yapıya sahiptir.

Upstream şirketleri için (endüstrinin kaynak arama ve çıkarma ile ilgili segmenti) tümü diğer firmalar tarafından sağlanan verilere dayanan, birçok paydaşın katılımını sağlayan sistemler gereklidir. Geniş ölçekli ve çok taraflı veri koordinasyonunun sağlanacağı bir sistem blockchain kullanımıyla mümkündür.

Midstream şirketleri için (kaynakların çıkarıldıktan sonra depolanması ve taşınması ile ilgili segment) blockchain sektördeki diğer firmalarla bilgili paylaşımına odaklanarak riskleri azaltmayı mümkün kılar. Varlık takibi için çok paydaşlı bilgi paylaşımı etkili sistemler sağlar.

Downstream şirketleri (kaynakları ürünlere dönüştüren ve son kullanıcılara sunan segment) farklı müşterilere yönelik ve farklı çevresel düzenlemelere sahip birçok ürünün yönetimini sağlamak için blockchain teknolojisini kullanarak etkin ve geniş ölçekli tedarik zincirleri oluşturabilir. Akıllı sözleşmeler kullanan platformlar gelecekte paranın yerini alabilir

### 3.8. İklim Finansmanı

Blockchain teknolojisinin kullanımı, sera gazı emisyonlarının şeffaflığı, hesap verilebilirliği ve izlenebilirliğini büyük oranda artırabilir. Şirketlerin karbon emisyonları hakkında daha doğru, güvenilir ve standartlaştırılmış veriler sağlamasına yardımcı olur. Tüm tedarik zinciri boyunca karbon izinin azaltılması ve raporlanması akıllı sözleşmeler aracılığıyla sağlanabilir.

Bu şekilde, şirketlerin bireysel çalışmaları ağ bağlantılı ve koordineli bir çalışmaya dönüştürülebilir. Blockchain kullanımı tekil aktörlerin karbon ayak izlerini azaltmak için yaptıklarını net bir şekilde belirleyebilir. Rekabet ruhu ve piyasaya dayalı teşvikler herkes için faydalı bir ekosistem yaratabilir. Bu noktada temiz teknoloji girişimleri de kritik bir rol oynayacaktır.

#### 4. Teknolojik Altyapı ve Yaşanabilecek Olası Sorunlar

Proof-of-work temelli konsensüs mekanizmaları kullanan halka açık blockchain'ler enerji sektörünün kullanımı için verimli olarak kabul edilmemektedir. Bu konuda bir şirket, kuruluş veya konsorsiyum tarafından başlatılan ağlar daha etkili bir seçenek olarak görülmektedir. Bu tür ağlara kimlerin katılabileceği kontrol edilebilir, erişim mekanizmaları değiştirilebilir. Özel blockchain ağlarının katılımcıları gelecekteki piyasa katılımcılarına karar verebilir ve düzenleyici otoriteler için katılım lisansı sağlayabilir. Enerji sektöründe blockchain kullanımından maksimum getiri akıllı sözleşmelere sahip blockchain teknolojileri ile sağlanabilir. Akıllı sözleşmeler hem p2p enerji ticareti hem de birçok otomasyon durumu için gereklidir. Ethereum platformunun enerji sektöründe yaygın kullanımının sebeplerinden biri de budur.

#### 5. Enerji Sektöründe Blockchain konusundaki Avantajlar, Dezavantajlar ve Riskler

Blockchain teknolojisi, birçok sektörde yaratabileceği değişim sebebiyle son yıllarda daha da ilgi çeken ve uygulama alanları çeşitlenen bir hale gelmiştir. Bununla birlikte, blockchain'in farklı endüstriler üzerindeki etkisinin ne kadar sürdürülebilir olup olmayacağı hala belirsizliğini korumaktadır. Heyecan verici gelişmelere rağmen bu teknolojinin herhangi bir sorunu doğrudan tek başına çözebilmesi mümkün değildir.

Bu konuda yapılacak altyapı çalışmaları, özellikle akıllı şebekelerin işletilmesi ve diğer uygulama alanlarının yaygınlaştırılması için önemli bir ön koşuldur. Aşağıda blockchain teknolojisinin kullanımının enerji sektörüne sağlayabileceği avantajlar, dezavantajlar ve yaratabileceği riskler belirtilmiştir.

##### 5.1. Avantajlar

- Verinin değişmezliği, erişilebilirliği ve şeffaflığı büyük ölçüde garanti edilir.
- Yüksek güvenilirlik ve hata toleransı: Herkesin blok oluşturma ve bir kopyasını saklama hakkı vardır. Verilere, birkaç düğüme rastgele bir saldırı tüm ağa zarar vermez.
- Verinin ağdaki tüm düğümlerde aynı olması ile bütünlüğü sağlanır.
- Akıllı sözleşmeler sayesinde aracılara ihtiyaç duyulmaz.
- Veri depolama için yeni standartlar, farklı alanlardan işlevleri birleştirmeyi mümkün kılar.
- Teknolojik altyapı, üreten tüketicilere enerji piyasalarına kolay erişim sağlar.
- Tüketiciler güç tüketimlerini daha kolay ve niteliksel olarak analiz edebilir ve değerlendirebilir.
- Blockchain teknolojisini çevreleyen devam eden heyecan, araştırmaların hızla devam etmesine yardımcı oluyor.
- Akıllı sözleşmeler birçok alanda otomasyon potansiyeli sunmaktadır.

## 5.2. Dezavantajlar

Blockchain teknolojisi enerji sektörü üzerinde yaygın bir etkiye sahip olmadan önce, doğabilecek bazı zorlukların hafifletilmesi gerekmektedir. Ölçeklendirmeye ilgili teknik zorlukların yanı sıra, yasal ve regülatif belirsizlikler şu anda sektör bazında bir benimsenmenin önündeki en büyük engeller olarak görülmektedir. Sözleşme hukuku, enerji hukuku ve veri koruma hakları konusunda net düzenlemeler oluşturulması bu konudaki gelişmeler için yasal altyapının oluşturulması gereklidir. Buna ek olarak geleneksel blockchain teknolojilerinin aşağıdaki özellikler açısından bazı dezavantajları bulunmaktadır:

- En yaygın kullanılan konsensüs yöntemi olan Proof-of-Work ile her işlem bir hesaplama gücü ve dolayısıyla enerji harcanması anlamına gelmektedir. Proof-of-Stake ve Proof-of-Authority gibi daha verimli konsensüs mekanizmalarına geçiş başlamış olsa da halka için blockchainler için zaman alan bir süreç olacaktır.
- Bu konudaki yükümlülükler ve tüketici hakları henüz net değildir. Blockchainlerin yapısı gereği tüm veriler genel olarak kamuya açıktır.
- AB Genel Veri Koruma yönetmeliği çerçevesinde GDPR henüz netlik kazanmamıştır.
- Blockchain'ler DDoS ataklarına karşı savunmasızdır. Saldırganlar bir blockchain'in düğümlerinin %51'ini aldıklarında değişiklik yapabilirler. (bkz. %51 saldırısı)
- Ölçeklenebilirlik problemleri bulunmaktadır. Blockchain ağlarının en önemli teknik sorunu ölçeklenebilirlik ve performans sorunudur. Ağdaki katılımcı sayısı arttıkça blockchain üzerindeki işlem yoğunluğu büyür. Ağ içerisindeki merkeziyetçilik azaldıkça, fikir birliğine varmak zorlaşır ve işlem süreleri yavaşlar.
- Yerleştirilen bir blockchain kodundaki değişiklikler ağın bütün düğümleri tarafından onaylanmadığı sürece güncellemeler gerçekleşmez.

- Blockchain API'ları için standartların olmaması farklı teknolojilerin birlikte çalışabilirliğini zorlaştırır.

- Kullanıcıların kimliği özel anahtar kullanarak doğrulanır. Eğer özel anahtar kaybolursa blockchain üzerindeki dijital varlıklara erişim imkânsız hale gelir.

## 5.3. Riskler

Blockchain teknolojisini enerji sektöründe uygulanabilir kılmak adına karşılaşılabilecek engellerin aşılması önemlidir. Blockchain teknolojisinin karmaşık yapısı ve yeniliğinden kaynaklı standart eksikliği ilk adımda benimsenmesini zorlaştırmaktadır. Blockchain teknolojisi güvenli olarak görülmesine rağmen, blockchain üzerinde karmaşık işlemler ve anlaşmalar kodlanmasını sağlayan akıllı sözleşmeler birçok güvenlik açığı içerebilir. Akıllı sözleşmelerde bulunabilecek küçük programlama hataları ve loop hole'lar sözleşmeleri siber saldırılara karşı savunmasız hale getirebilir. P2p ağında oluşabilecek hatalar arz güvenliğini riske atabilir. Ağın merkezi olmayan yapısı, kimin sorumlu olduğunu belirlemeyi neredeyse imkânsız hale getirebilir. Kriptografik şifrelemeleri kırma potansiyeline sahip quantum bilgisayarlar tehdit oluşturabilir. Veri güvenliği açısından bazı verileri merkezi olmayan bir şekilde depolamak güvenli olmayabilir.

## 6. Yerel Uygulanabilirlik

Ülkemiz enerji kaynaklarının kullanımı anlamında dışa bağlı yapısı ve son yıllardaki hızlı enerji tüketimi artışı gereğiyle yenilenebilir enerji kaynaklarının güvenliğini ve sürdürülebilirliğini sağlamak konusunda önemli adımlar atması önemlidir. Enerji Bakanlığı tarafından yayınlanan Türkiye Ulusal Enerji Eylem Planına göre, doğal kaynaklar anlamında Polonya hariç AB içindeki en yüksek enerji kaynağına sahip ülkedir. Son yıllardaki düzenlemeler çatı için kullanılan güneş enerji panellerinden enerji üretimini arttırmış olsa da bu potansiyelin tam anlamıyla kullanılabilmesi için ithal güneş panelleri üzerindeki ithalat vergilerinin kaldırılması gibi daha fazla politik reformlar ve bağımsız projelere kredi tesisini kolaylaştıracak bir ticari bankacılık sistemi gibi yeni adımlar düşünülebilir.

## KAYNAKÇA

1. <https://www.protokol.com/insights/top-5-blockchain-use-cases-in-energy-and-utilities/>
2. <https://www.settlemint.com/energy-blockchain-use-cases/>
3. <https://www.leewayhertz.com/blockchain-energy-use-cases/>
4. <https://www.indigoadvisorygroup.com/blockchain>
5. <https://kpmgoneuk.sharepoint.com/sites/GB-KPMGIMPACTPropositions/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2FGB%2DKPMGIMPACTPropositions%2FShared%20Documents%2FTech%204%20Good%2FBlockchain%2FBlockchain%20in%20Infrastructure%2Epdf&parent=%2Fsites%2FGB%2DKPMGIMPACTPropositions%2FShared%20Documents%2FTech%204%20Good%2FBlockchain>
7. [https://deliverybackbone.kpmg.com/collaboration/display/DECC/Blockchain+in+der+Energiewirtschaft?preview=%2F677860139%2F677861806%2FBDEW\\_Blockchain\\_Energiewirtschaft.pdf](https://deliverybackbone.kpmg.com/collaboration/display/DECC/Blockchain+in+der+Energiewirtschaft?preview=%2F677860139%2F677861806%2FBDEW_Blockchain_Energiewirtschaft.pdf)
8. [https://www-energyonomics-ro.translate.google/en/blockchain-may-bring-30-60-savings-for-energy-companies/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=tr&\\_x\\_tr\\_hl=tr&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://www-energyonomics-ro.translate.google/en/blockchain-may-bring-30-60-savings-for-energy-companies/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=tr&_x_tr_hl=tr&_x_tr_pto=sc)
9. <https://www.pwc.com/gx/en/industries/assets/blockchain-technology-in-energy.pdf>
10. [https://www.ey.com/en\\_gl/digital/blockchain-s-potential-win-for-the-energy-sector](https://www.ey.com/en_gl/digital/blockchain-s-potential-win-for-the-energy-sector)
11. <https://www.enerjigunlugu.net/aksa-elektrikten-blockchain-ile-yesil-elektrik-islemi-42336h.htm>
12. <https://webrazzi.com/2019/06/18/blockchain-tabanli-enerji-dagitimi/>
13. <https://bctr.org/shell-blockchain-tabanli-enerji-girisimine-yatirim-yapti-9728/>
14. <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/smart-meters/blockchain-define-smart-electric-meter-market-trends/>
15. <https://www.thebalancesmb.com/pros-and-cons-of-smart-meters-1182648>
16. <https://www.blockchain-expo.com/2020/01/blockchain/blockchain-to-improve-smart-metering-blockchain-expo/>
17. <https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2019/05/BirolErguvenSunum.pdf>
18. Technology Review & Trends in Energy Business – Koç Sistem R&D
19. <https://consensus.net/blockchain-use-cases/energy-and-sustainability/>
20. <https://www.woodmac.com/our-expertise/capabilities/power-and-renewables/elevating-customer-control/>
21. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589811620300434>
22. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/blockchain-climate-action>
23. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2096720921000038>
24. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032118307184>

## KATKI VERENLER

### **Gökhan Mataracı**

KPMG Türkiye Şirket Ortağı  
Veri, Analitik ve Dijital Lideri

### **Dr. Oğuzcan Samsun**

Enerjisa Strateji  
İş Geliştirme ve Birleşme & Devralma Direktörü

### **Mustafa Daldal**

Enerjisa Satın Alma Direktörü

### **Hakan Ekşioğlu**

Türk Telekom  
Kurumsal Çözümler Grup Satış Müdürü

### **Ayşe Gül Doğru**

N11 Veri Yönetimi Müdürü

### **Dr. İrem Şanal**

Bahçeşehir Üniversitesi Öğretim Üyesi  
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi



# BLOCKCHAIN

T Ü R K İ Y E

## ÜLKE GENELİNDE UYGULANABİLİR ENERJİ SEKTÖRÜ BLOCKCHAIN KULLANIM ALANLARI, AVANTAJLAR VE RİSKLER



Enerji Çalışma Grubu

ARALIK 2022



TÜRKİYE BİLİŞİM VAKFI