

# GSJ JOURNALS SERIE C: ADVANCEMENTS IN INFORMATION SCIENCES AND TECHNOLOGIES (AIST)

*Volume: 4, Issue: 1, p. 76-88, 2021*

## BLOKZİNCİR UYGULAMALARI VE GELECEK ÖNGÖRÜLERİ BLOCKCHAIN APPLICATIONS AND FUTURE PROJECTIONS

Arif Furkan MENDİ<sup>1</sup>

(Received 17.01.2020 Published 01.03.2021) – Review Article

### Özet

Blokzincir teknolojisi, yeni nesil teknolojiler arasında en popüler olanlardan biridir ancak blokzincir teknolojisi nedir diye sorulduğunda cevabın blokzincirden ziyade Bitcoin üzerine olduğunu görmekteyiz. Bitcoin, blokzincir teknolojisi kullanılarak geliştirilmiş bir uygulama olmasına rağmen, finansal açıdan beklenmedik yükselişi sebebiyle blokzincir teknolojisinden daha fazla tanınır hale gelmiştir. Blokzincir teknolojisi, müşterilerin ve sağlayıcıların üçüncü bir tarafın onaylamasına gerek kalmadan birbirleriyle doğrudan güvenli bir şekilde çalışmasını sağlar. Tüm işlemler, kriptografi kullanılarak dağıtılmış bir veritabanında saklanır, böylece istemci ve sağlayıcı arasındaki bu alışveriş güvenli bir şekilde yapılabilir. Bu dağıtık yapının değiştirilebilmesi için, ilgili değişikliklerin sistemdeki tüm bilgisayarlara kaydedilmesi gerekir. Blokzincir teknoloji kullanılarak oluşturulan ağa yapılacak herhangi bir siber saldırının başarılı olabilmesi için, bilgisayarların en az %50'sinden fazlasında doğrulanması gerekir, bu da olasılığı neredeyse imkânsız hale getirmektedir. Blokzincir teknolojisinin siber tehditlere karşı güvenilirliği ve alıcı ile satıcı tarafın güvenli alışveriş yapma talepleri bir araya getirildiğinde blokzincir uygulama alanları ortaya çıkmaktadır. Blokzincir teknolojisi kullanılarak birçok farklı alanda uygulamalar geliştirilmektedir. Akıllı sözleşmeler, nesnelerin interneti (IoT) bu alanların en popülerleridir. Bugüne kadar hâlihazırda çok sayıda uygulama geliştirilmiş olup, önümüzdeki dönemde de uygulama sayısının artacağı öngörülmektedir. Bu çalışmada blokzincir teknolojisi ile geliştirilen uygulamalar gözden geçirip ileride olası kullanım senaryoları tartışılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Blokzincir, Blokzincir Uygulamaları, BlokzincirIoT

---

<sup>1</sup>HAVELSAN, Simülasyon Otonom ve Platform Yönetim Teknolojileri, 06510, Ankara, Türkiye  
afmendi@havelsan.com.tr

### **Abstract**

Blockchain technology is one of the most popular technologies in recent technology trends, but we can see that the answer to be asked about the definition of Blockchain is largely on the bitcoin rather than Blockchain. Although Bitcoin is an application that has been developed using Blockchain technology, it has gained more and more recognition from Blockchain technology, along with the elevation that most people are not expecting from the financial standpoint. Blockchain technology enables clients and providers to operate securely with each other directly without the need for a third party to approve. All transactions are stored in a distributed database using cryptography so that this exchange between client and provider can be done securely. In order to be able to modify this distributed structure, the relevant changes must be recorded on all computers in the system. In order to succeed in any chain of cyber-attacks, it is necessary to verify over at least 50% of the computers, which makes the probability almost impossible. When we combine the reliability of Blockchain technology against cyber threats and the demands of clients and providers to make a secure purchase, Blockchain application areas are emerging. Many different field applications have been developed using Blockchain technology and are still being developed. Smart contracts, the Internet of Thing (IoT) are the most popular of these areas. Up to date a lot of application has already been developed and it is predicted that the number of applications will increase in the coming period. In this work, we will be reviewing the applications developed with the Blockchain technology and describing possible use scenarios in the future.

**Keywords:** Blockchain, Blockchain Applications, BlockchainIoT

## 1. GİRİŞ

Blokzincir, merkezi olmayan bir işlemsel veri tabanı teknolojisidir. İlk olarak Bitcoin kripto para birimi bu teknolojiyi kullanmaya başlamıştır. Blokzincir teknolojisinin geçmişi çok daha eski olmasına rağmen bu teknolojiye olan ilgi, Bitcoin'in 2008'de icat edilmesiyle birlikte ciddi artış göstermiştir. Blokzincir teknolojisine olan ilgi, merkezi olmayan özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Bunlar işlemlerin güvenliği, şeffaflığı ve işlemlerin herhangi bir üçüncü şahıs kontrolü olmaksızın veri bütünlüğünün sağlanmasıdır.

Kişiler veya şirketler arasındaki para işlemleri genellikle merkezileştirilir ve üçüncü bir tarafın kontrolünde yönetilir. Bir dijital ödeme veya para transferi işlemi gerçekleştirilmesi için bir banka veya kredi kartı sağlayıcısı gereklidir. Ayrıca, bu dış dahiller her işlem için ücret alır. Benzer şekilde oyunlar, müzik, yazılım gibi diğer birçok alan için de benzer şekilde uygulanabilmektedir. Mevcut durumda bu süreç tamamen merkezi olarak yürütülmekte; tüm veri ve bilgiler, işlemde yer alan iki taraf dışında üçüncü bir şahıs tarafından kontrol edilip yönetilmektedir. Bu noktada blokzincir teknolojisi aracı işlem imkânı ile çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Blokzincir teknolojisinin amacı işlemlerin ve verilerin herhangi bir üçüncü tarafın kontrolü altında olmadığı merkezi olmayan bir ortam yaratmaktır.

Blokzincir, sürekli büyüyen veri kayıtlarının bir listesinin depolandığı ve düğümlerin (zincirlerin) birbirine eklenmesiyle doğrulama işleminin gerçekleştirildiği dağıtılmış bir veritabanı çözümdür. Veriler, gerçekleştirilen her bir işlemle ilgili bilgilerin kaydedildiği "Dağıtık Defter" içerisine kaydedilir. Blokzincir ağında gerçekleştirilen işlemlerle ilgili bilgiler herkesle paylaşılır ve tüm düğümler tarafından kullanılabilir. Bu özellik, şeffaflık sağlamak ve üçüncü bir dış dâhilin kontrolündeki merkezi sistemlerden farklılaşmaktadır. Ayrıca, Blokzincir ağındaki tüm düğümler anonimdir, bu da diğer düğümlerin işlemleri doğrulamasını daha güvenli hale getirir.

Blokzincir teknolojisi, alıcı ve satıcı tarafların üçüncü bir tarafın onaylamasına gerek kalmadan birbirleriyle doğrudan güvenli bir şekilde çalışmasını sağlar. Tüm işlemler, kriptografi kullanılarak dağıtılmış bir veritabanında saklanır, böylece istemci ve sağlayıcı arasındaki bu alışveriş güvenli bir şekilde yapılabilir. Bu dağıtık yapıda, herhangi bir bloğun değiştirilebilmesi için ilgili değişikliklerin sistemdeki tüm bilgisayarlara kaydedilmesi gerekir. Blokzincir teknoloji kullanılarak oluşturulan ağa yapılacak herhangi bir siber saldırının başarılı olabilmesi için, bilgisayarların en az %50'sinden fazlasında doğrulanması gerekir, bu da olasılığı neredeyse imkânsız hale getirmektedir.

Blokzincir teknolojisinin temel aldığı beş önemli unsur bulunmaktadır (Mooney 2011):

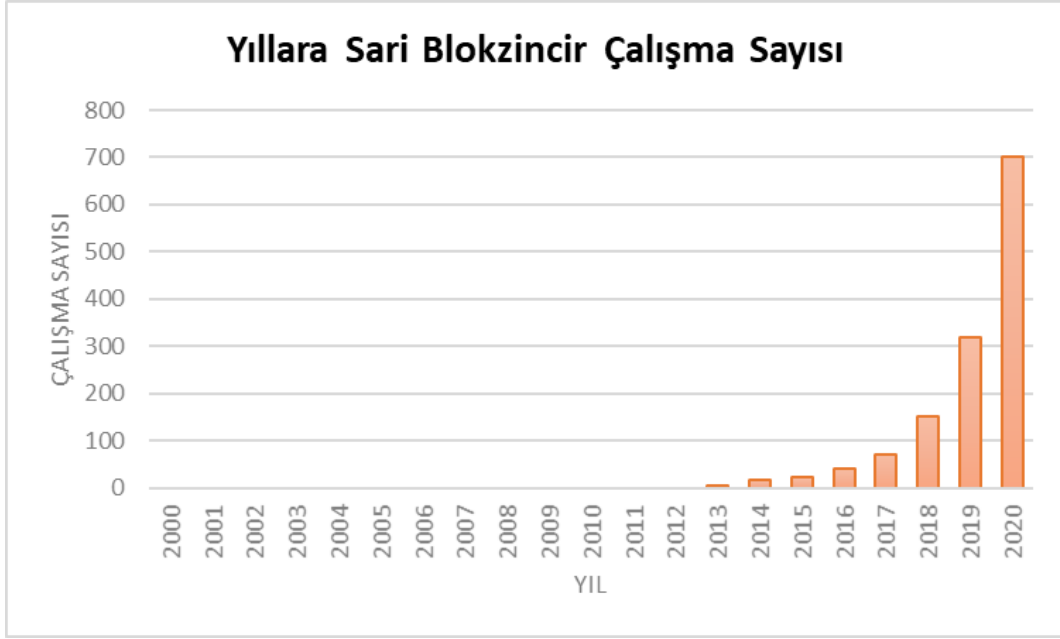
- *Dağıtık Veri Tabanı Yapısı:* Ağdaki her katılımcı, tarihçesi ile birlikte tüm verilere sahiptir. Tek bir kontrol noktası veya merkezi otorite yoktur.
- *Uçtan uça iletişim:* İletişim, merkezi bir düğüm yerine doğrudan eşler arasındadır. Her düğüm bilgileri depolar ve diğer tüm düğümlere iletir.

- *Pseudonymity*: Pseudonymity kavramı blokzincir ile birlikte oluşmuştur. Her işlem ve ilgili değeri, sisteme erişimi olan herkes tarafından görülebilir. Blokzincir ağı üzerindeki her düğüm veya kullanıcının, onu tanımlayan benzersiz bir adresi vardır. Kullanıcılar anonim kalmayı veya başkalarına kimliklerini kanıtlamayı seçebilirler. İşlemler, blokzincir adresleri arasında gerçekleşir.
- *Kayıtların Değiştirilemezliği*: Veritabanına bir işlem kaydedildikten ve hesaplar güncellendikten sonra, kendilerinden önce gelen her işlem kaydına bağlantıları sağlandığı için, kayıtların değiştirilebilmesi veya güncellenebilmesi mümkün değildir. Veritabanındaki kaydın kalıcı, kronolojik olarak sıralı ve ağıdaki diğer herkes tarafından kullanılabilir olmasını sağlamak için çeşitli hesaplama algoritmaları ve yaklaşımları kullanılır. Herhangi bir siber saldırının başarılı olabilmesi için, bilgisayarların en az %50'sinden fazlasında doğrulanması gerekir, bu da olasılığı neredeyse imkânsız hale getirmektedir.
- *Hesaplama mantığı*: Defterin dijital yapısı, blokzincir ağındaki işlemlerinin hesaplama mantığına bağlanabileceği ve özünde programlanabileceği anlamına gelir. Diğer bir ifadeyle, kullanıcılar düğümler arasındaki işlemleri otomatik olarak tetikleyen algoritmalar ve kurallar oluşturabilir.

Tüm bu göz alıcı avantajlar göz önünde bulundurulduğunda birçok şirketin blokzincir teknolojisini kullanarak yeni uygulamalar geliştirmeye başladığı görülmektedir. Blokzincir teknolojisinin siber tehditlere karşı güvenilirliği ve alıcı ile satıcı tarafın güvenli alışveriş yapma talepleri bir araya getirildiğinde blokzincir uygulama alanları ortaya çıkmaktadır. Blokzincir teknolojisi kullanılarak birçok farklı alanda uygulamalar geliştirilmektedir. Akıllı sözleşmeler, nesnelere interneti (IoT) bu alanların en popülerleridir. Bugüne kadar hâlihazırda çok sayıda uygulama geliştirilmiş olup, önümüzdeki dönemde de uygulama sayısının artacağı öngörülmektedir. Bu çalışmada blokzincir teknolojisi ile geliştirilen uygulamalar gözden geçirip ileride olası kullanım senaryoları tartışılacaktır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bitcoin kripto para birimiyle birlikte 2008 yılında kullanılmaya başlansa da blokzincir teknolojisinin geçmişi çok daha eskidir. Fakat Bitcoin'in sanyasyonel yükselişi sebebiyle onun gölgesinde kaldığı görülmektedir. Ancak özellikle son beş yılda blokzincir farkındalığı artmış ve bu alanda birçok çalışma başlatılmıştır. Büyük akademik veri tabanlarında (Science Direct ve Knovel gibi) blokzincir uygulamaları ile ilgili literatür çalışmalarına baktığımızda, 2012 yılına kadar yapılan işlerin büyük çoğunluğunun Bitcoin üzerinde olduğunu görüyoruz. 2012'den sonra blokzincir teknolojisinin diğer alanlarına yönelik çalışmaların da yaygınlaşmaya başladığı, özellikle 2013'ten sonra uygulama sayısında ciddi bir artış olduğu görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1: Kripto paraları dışında blokzincir çalışmalarının yıllara dağılımı

### 3. GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMA

Araştırmaya başlamadan önce Bitcoin ile ilgili araştırmaların çalışma kapsamında yer alıp almayacağı belirlenmesi gerekiyordu. Bitcoin günümüzün sıcak konusu olmasına rağmen yeni bir uygulama alanı değildir, blokzincir teknolojisinin en popüler kullanımınıdır. Kullandıkları blokzincir altyapısı sayesinde Bitcoin ve diğer kripto para birimlerinin gelecekte de var olacağı rahatlıkla ifade edilebilir. Tüm bu sebeplerle, Bitcoin'i çalışma kapsamının dışında tutmaya karar verdik.

Blokzincir teknolojisinin artan popülaritesi ile bu teknolojiye temel alan uygulamaların sayısı da artmaktadır. Blokzincir teknolojisinin uygulama alanları oldukça geniş olmasına rağmen, akıllı sözleşmeler ve nesnelerin interneti (IoT) alanları en popülerleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### 3.1 Akıllı Sözleşmeler

Akıllı sözleşmeler, akıllı sahiplik, dijital içerik dağıtımını, blokzincir teknolojisinin yaygın olarak kullanıldığı alanlardır. Akıllı sözleşmeler tüm bu uygulamaların temelini oluşturduğundan, onu bir uygulama alanı yerine bir uygulama platformu olarak düşünmek daha doğru olacaktır. Akıllı sözleşme platformlarını kullanarak blokzincir uygulamaları geliştirilmektedir.

Akıllı sözleşmeler fikri ilk olarak 1997'de Nick Szabo tarafından önerilmiştir (Szabo 2018). Bununla birlikte, mülkiyet durumunu ve mülkün transferini izlemek için blokzincir teknolojisini kullanma fikri ilk olarak Mike Hearn tarafından "Akıllı Mülkiyet" makalesinde açıklanmıştır (Mike Hearn 2018).

Ethereum, Bithalo, Hyperledger, Filecoin veelektronik sözleşme imzalama sistemi, blokzincir akıllı sözleşmelerin popüler uygulamalarındandır.

### 3.1.1 Ethereum

Akıllı sözleşme altyapısı sunan popüler uygulamalara baktığımızda ilk olarak Ethereum karşımıza çıkmaktadır. Ethereum, Bitcoin gibi bir kripto para birimidir. Ayrıca, blokzincir teknolojisi kullanılarak merkezi olmayan veritabanı yapısına dayanmaktadır. Bitcoin'den temel farkı, bir akıllı sözleşme yapısına izin vermesidir (Founder and Gavin 2017). Ethereum, Vitalik Buterin ve ekibi tarafından tasarlanıp kodlanmış ve ilk olarak 30 Temmuz 2015'te Bitcoin konferansında duyurulmuştur. Ağustos 2015'te çıkış yapan Ethereum, özellikle merkezi olmayan yazılım protokolleri aracılığıyla aynı işletim sistemi içinde ve aynı zincir bloğu üzerinde başka alt kripto paraların oluşturulmasına izin veren protokolleri ile öne çıkmaktadır. Şu anda piyasada bilinen alt kriptopara birimlerinin çoğu Ethereum altyapısını kullanmaktadır. Ethereum, en yaygın kullanılan akıllı sözleşme altyapısını sunar. Bu nedenle bir bilgi işlem platformu olarak kullanılabilir(Huckle et al. 2016).

Yeni bir blok eklerken gereken kısa doğrulama süresi özelliği bir başka önemli avantajıdır. Bitcoin'de bir bloğun oluşması 10 dakika sürerken, Ethereum akıllı sözleşmelerinde bu süre sadece 12 saniyedir (Huh, Cho, and Kim 2017).

Tüm bu avantajlar değerlendirildiğinde; doğrulamak için daha az zamana ihtiyaç duyulması, geliştirilmeye hazır bir platformun sunulması, uygulamayı kullanan başarılı örnekler Ethereum'unne den tercih sebebi olduğunu ortaya koymaktadır.

### 3.1.2 Bithalo

Bithalo kendisini akıllı sözleşmelerin atası olarak tanımlamaktadır. Sundukları servisin bir akıllı bir sözleşme protokolü olduğunu söyleyebiliriz (Anon 2018a).

Ethereum ve Bithalo arasındaki fark nedir diye sordüğümüz önemli bir noktada farklılaştıklarını görüyoruz. Bithalo, anlaşmaların uygulanması için bir protokoldür. Bir iş oyunu teorisi protokolü kullanmamız gerekirse, Ethereum'un bile kendi sözleşmelerini uygulamak için onu kullanmak zorunda kalacağını söyleyebiliriz. Bithalo sözleşme protokolünü; piyasadaki en iyi hazırlanmış protokollerden biri olarak tanımlayabiliriz. Bu nedenle kısa vadede iletişim protokolü alanında rakip bulunmadığını söyleyebiliriz. Öte yandan Ethereum, kullanıcıların esnek konfigürasyona sahip akıllı sözleşmeler geliştirmesine olanak tanır. Bu konfigürasyon esnekliği bir takım konfigürasyon ihtiyaçları ortaya çıkarmakta ve bunlar geliştiricilerin inisiyatifine kalmaktadır. Uygulamayı yapılandırabilmekte ve ayrıca kodlama yapabilmektedirler. Burada dikkat edilmesi gereken husus, esneklik nedeniyle ortaya çıkacak veri boyutu ve güvenliği gibi konuları dikkate almaları gerekliliğidir.

Bithalo'nun örnek bir kullanımına baktığımızda; Bigi'nin kullanımı karşımıza çıkmaktadır. Bigi, Bithalo'dan esinlenerek merkezi olmayan bir akıllı sözleşme

protokolü geliştirmiştir. Bitcoin'in protokolüne dayanan bu protokolün uygulanabilirliğinin doğrulandığını söyleyebiliriz. Yaklaşım, oyun teorisi ile resmi modellerin birleşimidir. Bu örnek kullanımı değerlendirdiğimizde, önerilen sözleşme sisteminin umut verici bir yaklaşım olduğu ve daha fazla çalışma ve geliştirmeye değer olduğu ortaya konmuştur (Bodei, Ferrari, and Priami 2015).

### 3.1.3 Hyperledger

Blokzincir teknolojisini uygulamanın temel sorunlarından biri, henüz bir standardın mevcut olmamasıdır. Açık kaynak sistemi, birçok farklı yazılım grubunun farklı idealler doğrultusunda şekillendirmesi sebebiyle standart bir yaklaşım belirlenememektedir. Bu standart oluşturamama sorununu çözmek için IBM, Cisco, Fujitsu ve JP Morgan gibi birçok büyük teknoloji şirketi ve Accenture gibi finans şirketlerinin de dâhil olduğu toplam 54 şirketten oluşan bir grup, "Hyperledger" adında bir açık kaynak kod grubu oluşturmuştur. Organizasyonun arkasında Linux açık kaynak kod geliştirme grubu vardır. Temmuz 2017'de Fabric 1.0'ı piyasaya çıkarttılar. şubat 2017'de ise, Sawtooth 1.0 sürümünü piyasaya sürdüler. Piyasadaki bu iki sürüm ve daha sonra sürecekleri yeni versiyonlar üzerinden alacakları geri bildirimlerle geliştiriciler için olgun bir sürüm oluşturmayı hedeflemektedirler. Olgunlaşacak çalışmalar ile birlikte, sektörler arası büyük bir altyapı elde edilmesi hedeflenmektedir. Bu altyapı ile internet dünyasında ve finans alanında farkındalık yaratılabileceği düşünölmektedir (Anon 2018d).

### 3.1.4 Filecoin

Filecoin, bir başka akıllı sözleşme uygulama örneğidir. Filecoin, kullanıcıların akıllı sözleşmeler aracılığıyla kullanmadıkları disklerini kiralamalarını sağlar. Kullanıcılar kiraladıkları diskleri karşılığında Filecoin kripto parası kazanırlar. Buna ek olarak, filocoin.io' nun diğer para birimleriyle (USD, BTC, ETH vb.) takası da sistemde desteklenmektedir (Anon 2018c).

### 3.1.5 Merkezi Üçüncü Taraf Kullanmadan Elektronik Sözleşme İmzalama

Elektronik sözleşme imzalama, akıllı sözleşme altyapısının kullanılabilceği diğer bir örnektir. Wan ve diğerleri, potansiyel olarak birbirine güven duymayan veya duymak zorunda olmayan iki tarafın bir ağ üzerinden eşzamanlı olarak bir elektronik belgeyi dijital olarak imzalamasına izin veren bir yöntem sunmaktadır. Elektronik sözleşme imzalama için benzer çözümler olsa da ya güvenilir bir üçüncü tarafın katılımını gerektirir ya da iletişim ve hesaplamada karmaşıklık veya pahalılık mevcuttur. Burada ise, herhangi bir güvenilir üçüncü şahıs onayına ihtiyaç duymadan iki taraf arasında elektronik bir sözleşme imzalama protokolü önerilmekte, imzalayan iki taraf arasında güvenlik garanti edilmektedir. Bugüven, protokolde güvenilir bir zaman damgası hizmeti kullanılarak elde edilmektedir (Chen and Walsh 2015).

### 3.2 Internet of Things (IoT)

Akıllı sözleşmeler kavramının blokzincir uygulamalarının temeli olduğu düşünülse de popülerlik noktasında bu fikri gölgede bırakabilecek bir uygulama alanı daha gündemimize girmeye başlamıştır, o da nesnelerin interneti (IoT)'dir. Dijitalleşme ile birlikte akıllı cihaz sayısı artmakta ve nesnelerin interneti kavramı giderek daha popüler hale gelmektedir. Nesnelerin interneti uygulamalarında güvenlik, cihazların senkronize tutulması, cihazların yazılımlarının güncellenmesi gibi hususlarda devrimsel çözümlere ihtiyaç vardır. Bu noktada "Nesnelerin Blok Zinciri" kavramı, bu kısıtlamaların blokzincir teknolojisinin avantajlarıyla ortadan kaldırılabileceği fikri ile ortaya çıkmaktadır.

IBM, blokzincir-IoT ilişkisinin cihazlar arasındaki iletişim ve koordinasyon için bir çerçeve olduğunu değerlendirmektedir. Her akıllı cihaz kendi rollerini ve davranışlarını yöneterek "Merkezi Olmayan, Otonom Nesnelerin interneti" kavramını ortaya çıkarmaktadır. Bunun dijital dünyanın demokratikleşmesini sağlayacağı belirtilmektedir (Brody and Pureswaran 2015). IoT cihaz sayısının fazlalığı ile cihazların senkronize tutulması ve sunucudaki herhangi bir sorundan etkilenmemesi gerekmektedir. Huh vd. IoT cihazlarının eş zamanlı tutulabileceğini iddia etmektedir. Blokzincir dağıtık defter veri yapısının bu sorunları çözebileceğini, ayrıca mutabakat modeli ile DOS saldırıları gibi siber tehditlere karşı koruma sağlayabileceğini savunmaktadır (Huh et al. 2017).

Ayrıca, Christidis ve diğerleri IoT platformlarının merkezileştirilmiş yaklaşımının sürdürülebilirliğin maliyetini artırdığını, şeffaflık ve güvenliğin sağlanması gerektiğini, bu nedenle blokzincir teknolojisinin önemli bir fırsat olduğunu belirtmektedir. Blokzincir teknolojisine geçilmesi durumunda, üreticiler en son ürün yazılımı güncellemelerini akıllı sözleşmelerle ağ üzerinden gönderecekler, cihazlar bu bilgileri alıp sözleşmenin uygunluğuna göre sipariş edebilecektir. Ayrıca belirli bir süre sonra üretici, istediği takdirde yazılımı sağlamayı kesebilecektir. Tüm bunlar, ağ üzerinden herhangi bir kullanıcı etkileşimi olmadan gerçekleştirilebilecektir. Ayrıca kripto para ile ödemelerin yapıldığı ve transfer işleminin gerçekleştirildiği katmanlar üzerinden hizmet ödemeleri de yapılabilecektir (Christidis and Devetsikiotis 2016).

Dağıtık ağ uygulamaları Dapp olarak tanımlanır. Huckle, IoT ve blokzincir sistemlerinin birlikte çalışan devrim niteliğindeki özelliklerinden bahsetmekte ve bazı uygulama örnekleri vererek bu uygulamaların gelecekte büyüyeceğini ve potansiyel kullanım örneklerini içereceğini savunmaktadır (Huckle et al. 2016). Aşağıda bazı güncel blokzincir Dapp uygulamaları ve fikirleri bulunmaktadır.

#### 3.2.1 Slock.it

Slock.it uygulaması ile Airbnb daireleri tam otomatik hale gelmekte, akıllı nesnelere ve kişisel motorlu araçlar kiralanabilmektedir (Anon 2018e). Kullanıcılar,



üçüncü şahısların dâhili olmadan evlerini ve arabalarını kiralayabilecekler, Ethereum tabanlı akıllı sözleşmelerle alıcı doğrudan satıcıya ödeme yapabilecektir. Anlaşmanın her iki tarafça onaylanmasının ardından akıllı mülk (ev, araba vb.) üzerindeki kilit kaldırılacak ve alıcı mülkü kullanmaya başlayabilecektir. Bu sistem, blokzincir teknolojisinin devrim niteliğindeki bir uygulama alanı olarak sayılabilir. Bu uygulamanın tüm dünyaya yayılacağı tahmin edilmektedir.

### **3.2.2 Micropayment API Market Place**

21 Market Place, API'lerin alışverişinin yapıldığı sanal bir pazar yeri oluşturmuştur. Geliştiricilerin ilk aşamada dijital ürün satın almalarına izin veren bu pazarın başında, alım satım yapabilmek için "21 Bitcoin Bilgisayar" adlı bilgisayarlara sahip olunması gerekmektedir (John Granata 2018). Buna, Bitcoin üzerinden PayPal benzeri uygulamaların yapıldığı bir mikro ödeme pazarı diyebiliriz. İlk mikro ödeme API pazar yeridir. Bu uygulamanın diğer mikro ödeme uygulamalarına yön verdiği söylenebilir.

EtherAPI uygulaması 21 Market Palace uygulaması ile benzerdir. Merkezi olmayan, güvenli bir ağ üzerinden mikro ödemeli API değişimi, bu Ethereum tabanlı uygulamada da yapılabilmektedir.

### **3.2.3 Enerji**

Enerji sektörü, blokzincir teknolojisinin kullanıldığı ve gelecekte kullanım sayısında artış beklenen alanlardan biridir. Uçlar arası iletişim imkânı sayesinde cihazlar enerjilerini satabilir veya enerji satın alabilir. Uygulama örneklerini incelediğimizde karşımıza Transactive Grid şirketinin geliştirdiği güneş enerjisinden üretilen enerjinin akıllı sözleşmelerle alım satımının yapıldığı bir sistem karşımıza çıkmaktadır. New York'taki güneş panellerinde üretilen enerjinin çoğunun, akıllı sözleşmelerle komşu bölgelere satıldığı belirtilmektedir (Rutkin 2018). Dolayısıyla bu, enerji alanında blokzincir teknolojisinin kullanımının canlı örneğidir.

### **3.2.4 Tedarik Zinciri Yönetimi**

Tedarik zinciri yönetimi, özellikle Endüstri 4.0 konsepti ile gündemdeki sıcak konuların başında gelmektedir. Blokzincir uygulamalarının avantajları, tedarik zinciri yönetiminde de kullanılabileceğini göstermektedir. Tedarik edilecek konteynerin yoldaki teslimat trafiği, başka bir katılımcıya ihtiyaç duymadan IoT cihazları ile izlenebilmektedir. Alıcı ve satıcı bir araya geldiğinde akıllı sözleşmelerle mevcut teslimat onaylanarak bir sonraki teslimat adımı için yeni bir akıllı sözleşme hazırlanabilmektedir. Blokzincir teknolojisinin farklı kullanımlarının benimsenebileceğini ve gelecekte Endüstri 4.0 konsepti ile çeşitli uygulamalarla karşılaşacağımızı söyleyebiliriz.

Filament firması, blokzincir tabanlı tedarik zinciri takip sistemi ile öne çıkmaktadır. "Taps" adı verilen uzun menzilli radyo sensörleriyle mash ağları

oluşturulmaktadır (Anon 2018b). Bu ağlar aracılığıyla, Telehash adlı bir protokol üzerinden birbirleriyle güvenli bir şekilde iletişim kurarlar ve blokzincir teknolojisi ile sağlanan ortak bir platformda akıllı sözleşmeler yoluyla birbirleriyle etkileşimde bulunurlar (Anon 2018f). Maliyeti düşürmek için, internet üzerinden gerçekleştirilecek bir bağlantı yerine, kurulan ağ üzerinden bir iletişim gerçekleştirilmektedir.

### 3.2.5 IoT Sensör Verilerinin Alışverişi

IoT sensör verilerinin satın alınması, literatürde pek çok kez karşımıza çıkan bir kavramdır. Dominic Wörner, sensör verilerinin önermiş olduğu sistem sayesinde Bitcoin ile alım satımının yapılabileceğini savunmaktadır. Alıcı ve satıcı, önerilen sistemi kullanarak mutabakata varmalarının akabinde; veri ambarındaki sensör verileri alıcı tarafına aktarılırken, anlaşılan miktardaki Bitcoin de satıcının hesabına aktarılacaktır (Wörner and von Bomhard 2014).

Zhang ve Wen, bu yaklaşımı biraz daha ileri götürerek Bitcoin ve blokzincir protokollerine dayanarak, IoT coin adlı yeni nesil bir kripto para birimi tasarlamıştır. IoT coin kripto para biriminin ücretli sensör verilerinin veya akıllı mülklerindeğişimi için kullanılabileceği savunulmaktadır. IoT coins, akıllı mülk, ücretli veriler ve dijital olarak trafiği kontrol edilebilen enerji gibi birçok IoT ürününün mülkiyetini sunmak için kullanılabilmektedir (Zhang and Wen 2015).

### 3.2.6 IoT Enerji Tasarruf Uygulaması

Akıllı ev sistemlerinde IoT blokzincir uygulamalarına baktığımızda Ethereum akıllı sözleşmelerin kullanıldığı bir enerji tasarrufu uygulama prototipini görmekteyiz. Sistem, bir akıllı telefon ve üç Raspberry Pi kullanmaktadır. Bu üç Raspberry Pi klima, ısıtma sistemi ve ampul gibi yüksek elektrik tüketen cihazların ölçümünde sayaç olarak kullanılmaktadır. Kullanıcı, akıllı telefonu kullanarak sistem politikasını ayarlayabilmektedir. Örneğin, kullanıcı cihazları güç kullanımı 150 kW olduğunda enerji tasarrufu modunu açacak şekilde ayarlayabilir. Kullanıcı konfigürasyonu bir akıllı telefona yüklediğinde, veriler Ethereum ağına gönderilir. Bu arada, ampul veya klima gibi cihazlar da periyodik olarak Ethereum'dan politika değerlerini alır. Sayaç ayrıca elektrik kullanımını izler ve Ethereum'da günceller. Böylece sistemde aynı anda üç farklı işlem gerçekleştirilmiş olur (Huh vd. 2017). Akıllı cihazların evde kullanımının artması ile gelecekte bu tür uygulamaların veya yeni kombinasyonlarının oluşturulması görülecektir. Böylelikle blokzincir teknolojisinin kullanıldığı akıllı ev sistemi uygulamalarının sayısının artacağını da rahatlıkla söyleyebiliriz.

### 3.2.7 Depolama Denetimi

Conoscenti blokzincir teknolojisinin, verilerin herhangi bir şekilde yetkisiz olarak silinmesini veya değiştirilmesini tespit etmek için kullanılabileceğini savunmaktadır. Bu kontroller, verinin hash kodunu blokzincir ağı üzerinde depolayarak gerçekleştirilecektir. Veri sahibi periyodik olarak veri sunucusuna bir istek gönderir ve ağdaki hash değerini kullanarak yanıtın doğruluğunu kontrol eder. Verilerin yetkisiz

bir şekilde silinmesi veya değiştirilmesi durumunda yanlış bir yanıt gelecek, böylelikle de herhangi bir kötüye kullanım kolaylıkla tespit edilecektir (Conoscenti and Carlos De Martin 2016).

### **3.2.8 Autopay**

Blokzincir teknolojisinin araç içinde kullanımı "Autopay" uygulaması ile karşımıza çıkmaktadır. Uygulama ile kullanıcı evden ayrıldığında "Yolculuk Planlayıcı" modülü devreye girer ve işe gitmek için iş rotası otomatik olarak oluşturulur. Yakıt gerekli ise tespit edilir, en uygun akaryakıt istasyonuna ulaşmak için güzergâh güncellenir. Akaryakıt alındıktan sonra ödeme otomatik olarak akıllı sözleşme ile yapılır. Daha sonra işyerindeki otopark dolu ise en yakın otoparka yönlendirilir ve otopark ücret ödemesi için akıllı sözleşmelerle gerçekleştirilir. Ayrıca günlük ev ihtiyaçları için "Akıllı Sepet" modülü mevcuttur. Bu modül kullanılarak en uygun market bulunmakta ve sipariş verilmektedir. Ürünlerin teslimat zamanlaması da kullanıcının eve dönüş zamanına göre planlanır. Yine, bu ödeme için de akıllı sözleşmeler kullanılmaktadır. Autopay uygulamasında, sistem başka bir sürücü tarafından kullanılıyorsa tüm bu özellikleri devre dışı bırakmak veya sınırlamak da mümkündür (Huckle et al. 2016).

### **3.2.9 Akıllı Döviz Kiosku**

İnsanlar uluslararası seyahatlerinden döndüklerinde, genellikle yanlarında o ülkenin para biriminden belirli bir meblağ yanlarında kalmaktadır. Bu para, ana ülkeye döndükten sonra kullanılamaz hale gelir. Uluslararası seyahat sayıları ve ihtiyaçları göz önüne alındığında, bu yabancı para birimlerinin geri dönüşümü önemli hale gelmektedir. Önerilen blokzincir uygulaması ile yurt dışı seyahatlerinin ardından kalan para, akıllı sözleşmelerle havalimanında bulunan akıllı kiosklara bırakılır. Yurt dışına giden ve gideceği ülkenin para birimine ihtiyacı olan kullanıcı kioska gelir. Alıcı, para birimini terk eden kullanıcının belirlediği döviz kuru ile mevcut parayı alır. Böylelikle üçüncü şahıs döviz bürolarının komisyonları piyasadan kaldırılarak alıcı ve satıcının karlı ve güvenilir alım/satım yapmasına olanak sağlanır (Huckle et al. 2016). Sistem, bu aşamada sadece bir fikir olmasına rağmen, bir uygulama haline gelebilir ve gelecekte kullanılabilir.

### **3.2.10 Dijital Hakların Yönetimi**

Günümüzde, birçok eser sahibi eserlerinin ücretini alabilme hususunda sorun yaşamaktadır. Eserleri kullanılmasına rağmen telif ücretleri kendilerine ulaşmamaktadır. Bu sorunun çözümü blokzincir teknolojisi ile mümkündür. Bu noktadan yola çıkarak Kishigami ve arkadaşları, blokzincir tabanlı bir dijital içerik dağıtım sistemi hazırlayıp prototipini sunmaktadır. Önerdikleri fikir içerik oluşturucular, içerik sahipleri ve dijital içerik sahipleri dâhil olmak üzere toplam 100 kişiye sunulmuştur. Geri bildirimler incelendiğinde, merkezi olmayan mekanizmanın son derece başarılı bulunduğu tespit edilmiştir (Kishigami vd. 2015).

Kishigami'nin önerisine benzer şekilde Huckle, dijital hakların korunması için blokzincir teknolojisini önermektedir. Böylelikle telif hakkı sorunsuz bir şekilde tüm sahiplerine (distribütör, mekanik vb.) ödenecek, hem de ödeme anında gerçekleştirilebilecektir (Huckle vd. 2016). Bu tarz blokzincir dijital hak yönetimi uygulamaları ile telif haklarının yönetimi kolaylıkla sağlanabilecektir.

#### 4. SONUÇ

Blokzincir teknolojisi, merkezi olmayan birleşimsel veri tabanı teknolojisidir. Bu teknolojiye olan ilginin son yıllarda giderek arttığını görmekteyiz. Bu ilginin nedeni sistemin merkezi olmayan yapısının sunmuş olduğu avantajlardır. Bunlar işlemlerin güvenliği, şeffaflığı ve işlemlerin herhangi bir üçüncü taraf olmaksızın veri bütünlüğü ile gerçekleştirilebilmesidir. Bu ve bunun gibi göz alıcı avantajları sayesinde blokzincir teknolojisi kullanılarak geliştirilen uygulama sayısı giderek artmaktadır. Blokzincir teknolojisinin uygulama alanları oldukça geniş olmasına rağmen, akıllı sözleşmeler ve nesnelerin interneti (IoT) bu alanlardan en popüler olanlarıdır. Hyperledger ve Ethereum gibi akıllı sözleşme altyapıları kullanılarak birçok uygulama geliştirildiği ve geliştirilmekte olduğunu da görüyoruz. Bu tarz uygulamaların sayısının artacağını, IoT alanında da kullanımın yoğunlaşması ile birlikte "Nesnelerin Blok Zinciri" kavramının oluşmaya başlayacağını öngörebiliriz. Özellikle IoT cihazların güvenlik, cihazların senkronize tutulması ve cihazların yazılımlarının güncellenmesi ihtiyaçlarını karşılama noktasında sunmuş olduğu avantajlar ile blokzincir teknolojisi büyük önem arz etmektedir. IoT alanında blokzincir kullanımı ile alıcı ve satıcının güvenilir bir üçüncü taraf olmaksızın güvenli bir şekilde akıllı cihazlarını ve mallarını kiraya vermesi veya satabilmesi mümkün olacak Slock.it tarzı uygulamaların sayısı artacaktır.

#### KAYNAKÇA

- Anon. 2018a. "Bithalo." Retrieved May 19, 2018 (<http://bithalo.org/>).
- Anon. 2018b. "Enabling the Future of IoT Filament." Retrieved April 8, 2018 (<https://filament.com/>).
- Anon. 2018c. "Filecoin." Retrieved April 8, 2018 (<https://filecoin.io/>).
- Anon. 2018d. "Hyperledger." Retrieved May 19, 2018 (<https://www.hyperledger.org/>).
- Anon. 2018e. "Slock.It." Retrieved May 20, 2018 (<https://slock.it/>).
- Anon. 2018f. "Telehash - Encrypted Mesh Protocol." Retrieved April 8, 2018 (<http://telehash.org/>).
- Bodei, Chiara, Gian-Luigi Ferrari, and Corrado Priami. 2015. *Programming Languages with Applications to Biology and Security Essays Dedicated to Pierpaolo Degano on the Occasion of His 65th Birthday*.
- Brody, Paul, and Veena Pureswaran. 2015. "Device Democracy: Saving the Future of the Internet of Things IBM." *IBM Global Business Services Executive Report*.
- Chen, Thomas M., and Patrick J. Walsh. 2015. *Guarding Against Network Intrusions*.
- Christidis, Konstantinos, and Michael Devetsikiotis. 2016. "Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things." *IEEE Access* 4:2292–2303. doi:

- 10.1109/ACCESS.2016.2566339.
- Conoscenti, Marco, and Juan Carlos De Martin. 2016. "Blockchain for the Internet of Things: A Systematic Literature Review." *The Third International Symposium on Internet of Things: Systems, Management and Security* 1–6. doi: 10.1109/AICCSA.2016.7945805.
- Founder, Gavin Wood, and Ethcore Gavin. 2017. "Ethereum: A Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger." 1–32.
- Huckle, Steve, Rituparna Bhattacharya, Martin White, and Natalia Beloff. 2016. "Internet of Things, Blockchain and Shared Economy Applications." *Procedia Computer Science* 58:461–66. doi: 10.1016/j.procs.2016.09.074.
- Huh, Seyoung, Sangrae Cho, and Soohyung Kim. 2017. "Managing IoT Devices Using Blockchain Platform." *International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT* 464–67. doi: 10.23919/ICACT.2017.7890132.
- John Granata, Ali Fathalian. 2018. "21MarketPalace." Retrieved April 8, 2018 (<https://medium.com/@earndotcom/the-first-micropayments-marketplace-38c321127d12>).
- Kishigami, Jay, Shigeru Fujimura, Hiroki Watanabe, Atsushi Nakadaira, and Akihiko Akutsu. 2015. "The Blockchain-Based Digital Content Distribution System." *Proceedings - 2015 IEEE 5th International Conference on Big Data and Cloud Computing, BDCloud 2015* 187–90. doi: 10.1109/BDCloud.2015.60.
- Mike Hearn. 2018. "Smart Property - Bitcoin Wiki." Retrieved March 31, 2018 ([https://en.bitcoin.it/wiki/Smart\\_Property](https://en.bitcoin.it/wiki/Smart_Property)).
- Mooney, Chris. 2011. "The Truth About ." *Scientific American* (August):80–85. doi: 10.1016/j.annals.2005.11.001.
- Rutkin, Aviva. 2018. "Blockchain-Based Microgrid Gives Power to Consumers in New York." Retrieved April 8, 2018 (<https://www.newscientist.com/article/2079334-blockchain-based-microgrid-gives-power-to-consumers-in-new-york/>).
- Szabo, Nick. 2018. "The Idea of Smart Contracts." Retrieved March 31, 2018 (<http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/idea.html>).
- Wörner, Dominic, and Thomas von Bomhard. 2014. "When Your Sensor Earns Money." *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing Adjunct Publication - UbiComp '14 Adjunct* 295–98. doi: 10.1145/2638728.2638786.
- Zhang, Yu, and Jiangtao Wen. 2015. "An IoT Electric Business Model Based on the Protocol of Bitcoin." *2015 18th International Conference on Intelligence in Next Generation Networks, ICIN 2015* 184–91. doi: 10.1109/ICIN.2015.7073830.