

DERLEME MAKALESİ

## BLOKZİNCİRİ, AKILLI KONTRATLAR VE SAĞLIK ALANINDAKİ ÜÇ UYGULAMA ÖRNEĞİ

Yavuz Selim KIYAK\*  
Özlem COŞKUN\*\*  
Işıl İrem BUDAKOĞLU\*\*\*

### ÖZ

Yenilikleri yok sayan ve gerektiğinde eskiyi değiştirmeyi bilmeyenler, kaybetmeye mahkumdur. Son 10 yılın bir yeniliği olarak Bitcoin ile ortaya çıkan blokzinciri ve akıllı kontratlar da gözden kaçırıldığında büyük fırsatların kaybolmasına neden olacak teknolojilerdir. Blokzinciri teknolojisi ve akıllı kontratların, güven gerektiren işlemlerde 3. kişileri ortadan kaldırarak gizlilik, güvenilirlik ve kolaylık açısından büyük değişimlere kapı açabilme potansiyeli, sağlık alanında da özellikle hasta verilerinin güvenliği ve gizliliği konusunda gelişim fırsatları sunar. Bütün bu fırsatlara rağmen blokzinciri teknolojisinin sağlık alanına yansımaları konusunda yazılmış hiçbir Türkçe yayının olmaması bir kenara, bu teknolojinin temel işleyişini ele alan Türkçe yayın bile oldukça azdır. Bu nedenle, makalede blokzinciri teknolojisinin ve akıllı kontratların nasıl çalıştığı, anlamak için kodlama bilgisi gerektirmeyecek şekilde ifade edildikten sonra sağlık alanındaki üç uygulama örneğine yer verilerek suretiyle Türkçe literatüre katkıda bulunmak amaçlanmıştır.


**Anahtar Kelimeler:** Blokzinciri, Akıllı Kontratlar, Bitcoin, Sağlıkta Veri Güvenliği, Sağlıkta Veri Gizliliği, Holochain.

### MAKALE HAKKINDA


\* Doktora Öğrencisi, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıp Eğitimi ve Bilişimi Anabilim Dalı, yskiyak@outlook.com

 <https://orcid.org/0000-0002-5026-3234>

\*\* Öğretim Görevlisi Dr., Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıp Eğitimi ve Bilişimi Anabilim Dalı, drozlemcoskun@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8800-4433>

\*\*\* Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıp Eğitimi ve Bilişimi Anabilim Dalı, isiliremb@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-1517-3169>

Gönderim Tarihi: 25.10.2018

Kabul Tarihi: 21.02.2019

### Atıfta Bulunmak İçin:

Kiyak, Y.S., Coşkun, Ö., Budakoğlu, I.İ. (2019). Blokzinciri, Akıllı Kontratlar Ve Sağlık Alanındaki Üç Uygulama Örneği. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 22(2): 457-466.

REVIEW ARTICLE

## BLOCKCHAIN, SMART CONTRACTS AND THREE IMPLICATION EXAMPLES IN HEALTHCARE

Yavuz Selim KIYAK<sup>\*</sup>  
Özlem COŞKUN<sup>\*\*</sup>  
İşıl İrem BUDAKOĞLU<sup>\*\*\*</sup>


### ABSTRACT

*The ones who ignore innovations and do not know to change the old, when it is needed, are doomed to fail. With the raise of Bitcoin, blockchain and smart contracts as an innovation of last decade are the technologies that cause to miss great opportunities if they are overlooked. Blockchain technology and smart contracts have a potential that might open a door to big changes in the operations which need privacy, reliability and convenience via eliminating the third parties. In healthcare, these technologies provide opportunities especially about the patients' data security and privacy. Aside from not being any articles in Turkish on the blockchain technology's reflections on healthcare area, despite all of these opportunities, there are a few articles even on basic principles of this technology in Turkish. That is why, in this article it is aimed that first to explain how blockchain technology and smart contracts work, in a way that any coding knowledge will be required to understand, then to mention three implication examples in healthcare, and by these to contribute the Turkish literature on the field.*


**Key Words:** Blockchain, Smart Contracts, Bitcoin, Data Security İn Healthcare, Data Privacy in Healthcare, Holochain.

### ARTICLE INFO


<sup>\*</sup> Gazi Üiversity, yskiyak@outlook.com

 <https://orcid.org/0000-0002-5026-3234>

<sup>\*\*</sup> Gazi University, drozlemcoskun@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8800-4433>

<sup>\*\*\*</sup> Gazi University, isiliremb@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-1517-3169>

Received: 25.10.2018

Accepted: 21.02.2019

### Cite This Paper:

Kiyak, Y.S., Coşkun, Ö., Budakoğlu, I.İ.. (2019). Blokzinciri, Akıllı Kontratlar Ve Sağlık Alanındaki Üç Uygulama Örneği. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 22(2): 457-466.

## I. GİRİŞ

Teknoloji ve bilgi odaklı toplumda başarılı olabilmek için, hayat boyu öğrenmeyi içselleştirmiş ve esnekliğe sahip olmak bir zorunluluktur (Jacobsen et al. 2002). Esnekliğin ve yeniliklere açık olmanın büyük gelişmelere kapı açtığını söyleyen Rigogine ve Stengers, Çin'in; pusula, barut ve matbaayı Avrupa'dan önce bulmasına rağmen Avrupa'dan geri kalmasının sebebini, bu yenilikleri toplumu ivmelendirmek için kullanacak esnek ve yenilikçi iradede yoksun olmasına bağlar (Altuntuğ 2008). Sağlık idaresi alanında yer almaları sebebiyle sağlık teknolojisi hakkında gerek ülke gerek sağlık kurumları bazında karar verici konumda bulunanlar, son yılların büyük yeniliklerinden biri olan blokszinciri teknolojisini göz ardı ederse, tarihin bu alanda da tekerrür etmesi bizce kaçınılmaz olacaktır.

2008 yılında "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System" başlığıyla yayınlanan 9 sayfalık makalenin yazarı Satoshi Nakamoto'ydu (Nakamoto 2008). Nakamoto'nun kim ya da kimler olduğu hâlâ bilinmediği gibi (Hodge 2018), bu 9 sayfalık makaleyle ortaya çıkan blokszinciri teknolojisinin 9 yıl sonra yaklaşık 800 milyar dolar piyasa değerine sahip bir ekosistem oluşturacağı da o yıllarda bilinmiyordu (CoinMarketCap 2018). Aynı şekilde, 2014 yılında Vitalik Buterin tarafından geliştirilen bir diğer blokszinciri teknolojisi türevi Ethereum'un akıllı kontratlarının (Ethereum 2018), günümüzde birçok alanda kullanıldığı gibi sağlık alanında kullanılması da tahayyül edilemiyordu (Kuo et al. 2017). Oysa bugün çok sayıda şirket, blokszinciri teknolojisinin nimetlerinden yararlanarak sağlık alanında gelişim sağlamaya çalışmaktadır (Kuo et al. 2017).

Dünya üzerinde meydana gelen bütün bu gelişmelere rağmen blokszinciri teknolojisinin sağlık alanındaki yansımalarını inceleyen hiçbir Türkçe yayının olmaması bir kenara, bu teknolojinin temel işleyişini ele alan Türkçe yayın bile oldukça azdır. Bu nedenle, makalede Bitcoin üzerinden blokszinciri teknolojisinin, sonra Ethereum'un akıllı kontratlarının ne olduğu ve nasıl çalıştığı özet olarak, anlamak için kod bilgisine ihtiyaç duyulmayacak şekilde açıklandıktan sonra bu teknolojilerin sağlık alanında üç kullanım örneğine yer verilerek Türkçe literatüre katkıda bulunmak hedeflenmektedir.

## II. BLOKZİNCİRİ (BLOCKCHAIN) TEKNOLOJİSİ

Blokszinciri teknolojisi dünya gündemine tarihteki ilk merkeziyetsiz (decentralized) para birimi olan Bitcoin ile girmiştir. Bitcoin'in arkasında hiçbir kişi, devlet ya da kurum yoktur. Bir merkezi, sahibi, kontrol edeni yoktur; sadece ve sadece açık kaynaklı kodlar, koyulmuş kesin ve değiştirilemez kurallar ve kriptografi (şifreleme) vardır. Merkeziyetsizlik fikrinin yönlendirdiği, çalışma prensibi mutabakata (consensus) dayalı ve herkesin işbirliğiyle (collaboration) katkı sağlayabileceği otonom bir yapıdır. Böylelikle 3. kişileri aradan çıkararak herhangi bir kuruma ya da kişiye güvenmek zorunda olma sorununu çözer, yüksek aktarım ücretlerini düşürür, daha kısa sürede (dakikalar içinde) gönderim sağlayarak verimi artırır (Nebulas Non-Technical 2018, Nebulas Technical 2018).

Bitcoin blokszinciri şu şekilde çalışır:

Her cüzdanın "genel anahtar" (public key) adı verilen bir adresi olur. Örnek bir genel anahtar: 1Kfiv1fAzWqvfaVAVDEUKZ3EncaDq3gE. Bu adres, kişiye anonimlik kazandıran özellikte bir IBAN numarası olarak düşünülebilir. Her adresin de o adresten türetilmiş "özel anahtar" (private key) adı verilen bir şifresi olur. Örnek bir özel anahtar: E3843D74C6D87DC0FB3A5778739382F4453214303DA6F20BD67FC233AD33259. Cüzdana erişmek ve aktarım (transaction) yapabilmek için sadece bu şifreye sahip olmak gerekli ve yeterlidir. Şifrenin kırılması veya şifreyi tahmin etmek imkânsıza yakındır (Berentsen, Schär 2018).

Bitcoin'in ilk ortaya çıkışından bugüne kadar yapılmış bütün Bitcoin aktarımları, dünya üzerine dağılmış binlerce bilgisayara (node) aynı şekilde kaydedilmiştir ve isteyen herkes tarafından görülebilir. Aktarımların gerçekleşmesi için bu bilgisayarları (node'ları) çalıştıran madencilere (miner) ihtiyaç vardır. Yapılan her aktarımı birleştirerek bloklara kaydeden ve bu sayede ödül olarak Bitcoin kazanan madenciler, dünyanın dört bir yanına dağılmış ve çoğu birbirlerinden habersiz kişilerdir. Yapılan her aktarım, madencilerin çoğunluğu tarafından doğruluğu onaylandıktan sonra asla ama asla geri dönüşü olmayacak şekilde bloklara işlenir. Geçmişte oluşturulmuş blokları değiştirmek için çok güçlü bilgisayarlara ihtiyaç vardır, henüz dünya üzerinde bunu yapabilecek kapasiteye sahip bir bilgisayar yoktur, dolayısıyla geçmiş kayıtlarla oynamak ve çıkar sağlamak imkânsızdır (Berentsen, Schär 2018).

İşlemlerin geçerliliğini belirleyip bloklara işleyenlerin madenciler olduğu ifade edilmiştir. Geçersiz bir işlemi onaylayarak kendine çıkar sağlamak isteyen madenciler her zaman azınlıkta kalacaktır çünkü madencilerin hepsi bilir ki Bitcoin kazanmak için sistemin devamı gereklidir ve devamlılık için güvenilirlik en önemli husustur. Dolayısıyla madenciler, kendi gelirlerini tehlikeye atmak istemeyecektir (son yıllarda madencilikte meydana gelen tekelleşmeye yönelik gelişmelerin Bitcoin için “%51 atağı” hususunda tehlike arz ettiği de belirtilmelidir). Ayrıca, yapılan bütün aktarımların kaydının bütün madencilerde birer güncel kopyasının olması, bu kayıtların madenci olsun veya olmasın herkes tarafından izlenebilir olması da güvenilirliği artırır (Berentsen, Schär 2018).

Bitcoin'in; gizlilik, güvenilirlik ve kolaylık açısından büyük bir yeniliğe kapı açtığı görülmektedir:

**Gizlilik:** Genel anahtara kimlik bilgisi vermeden sahip olabilmek ve sadece bunu kullanarak aktarım yapabilmek kişilere gizlilik kazandırır (Karasavvas 2016).

**Güvenilirlik:** Özel anahtarın ve sistemin “hack”lenmesinin mümkün olmaması, Bitcoin'in, bir merkez tarafından yönetilen bankalara göre daha güvenilir olduğunu göstermektedir. Çünkü bir bankanın verilerinin tutulduğu merkez “hack”lenebilir veya kayıtları içeren evraklar çalınabilir, değiştirilebilir. Blokzincir teknolojisi sayesinde, paranın bir yerden başka bir yere gönderilmesi için herhangi bir kişiye, bankaya veya kuruma güvenmenin gerekliliği ortadan kalkar; çünkü aktarım direkt olarak kişiden kişiyedir, arada 3. bir kişi yoktur. Ayrıca, arkasında devlet gibi merkezi bir otoritenin bulunmasına ihtiyaç duymaz. Dolayısıyla Bitcoin, devletlerin para basmak suretiyle kişilerin ellerinde tuttukları paranın değerini kaybettirmesi sorununu çözer. Çünkü devletler de dâhil hiç kimse kendi arzusuna göre Bitcoin basamaz (Karasavvas 2016).

**Kolaylık:** Para aktarımı için bankaların mesai saatlerinde işlem yapmak gerekir. Aktarım, gönderilecek yerin uzaklığına göre saatler, hatta günler sürebilir. Yine uzaklığa bağlı olarak artan yüksek komisyon ücretleri ödemek gerekir. Oysa internet bağlantısı olduğu sürece, Bitcoin'i dünyanın herhangi bir yerine herhangi bir saatte çok kısa sürede çok düşük ücretle göndermek mümkündür. Bunların yanında, devletlerin koyduğu sınırlamalara takılmadan işlem yapılabilir (Karasavvas 2016).

Bitcoin'in ve blokzincirinin yanında; blokzincirindeki sorunlardan azade olduğunu, Bitcoin'in yaptığı devrimden daha ötesini gerçekleştirebileceğini iddia eden, tamamen farklı bir teknolojiyle bloksuz bir sistem oluşturan Holochain oluşumu da incelenmeye değerdir (Holochain 2018).

### III. AKILLI KONTRATLAR (SMART CONTRACTS)

Yukarıda görüldüğü üzere Bitcoin, sadece para alıp gönderme özelliğiyle büyük değişimlere yol açabilecekken, blokszinciri üzerine kurulmuş olan ve blokszinciri teknolojisinin taşıdığı gizlilik, 3. kişiyi ortadan kaldıracak düzeyde güvenilirlik, kolaylık gibi özelliklerin hepsini taşıyan, bununla kalmayıp blokszinciri teknolojisine “istendiği gibi kodlanabilirlik” özelliği de ekleyen akıllı kontratlar (Gerring 2016), daha çarpıcı değişimlere yol açabilir.

Vitalik Buterin’in geliştirdiği ve 2014 yılında duyurulan Ethereum, akıllı kontratlar alanında öncüdür. Ethereum, Bitcoin gibi blokszinciri teknolojisiyle oluşturulmuştur ancak daha geniş bir programlama diline imkân verdiği için, sadece para gönderip almanın çok daha ötesini gerçekleştirmeyi sağlar (Gerring 2016).

Akıllı kontratlar, arzunuza göre belirlediğiniz şartlar yerine geldiğinde kendi kendini gerçekleştiren kontratlardır (Berentsen, Schär 2018).

Anlamak için, bir örnek üzerinden gidilecek olunursa (Deloitte Center for Financial Services 2016, Custodio 2017):

Mesela evinizi satacaksınız. Evinizi sattığınız kişi, evinize biçtiğiniz miktarda parayı hesabınıza yatırmalı; siz de evin tapusunu o kişiye vermelisiniz. Bunun için her iki tarafın da birbirine güvenmesi gerekir; ya tapuyu verdikten sonra o kişi parayı hesabınıza yatırmazsa ya da siz parayı aldıktan sonra tapuyu vermeden kaçarsanız?

Günlük hayatta bu güven problemi 3. kişilere güvenilerek aşılmaya çalışılır. Bankanın ve noterin tuttuğu kayıtlara güvenerek işlem yaparız ancak bu da bazı olumsuzluklar barındırır. Bankalar ve noterler yüksek komisyon ücretleri alırlar ve günün her saatinde (mesela gece 2’de), haftanın her gününde (mesela pazar günü) işlem yapmazlar.

Bu sorunlar, Ethereum’un akıllı kontratları ile kolayca çözülür. Basit bir akıllı kontrat kodu yazılır, o kodda “eğer şu kadar Bitcoin ya da Ether (Ethereum’un kriptoparası) şu hesaba yatarsa tapu kaydı şu kişinin adına geçer” yazar. Para sizin hesabınıza geçtiği anda evin tapusu karşı tarafa geçer ve bu işlemler Ethereum ağına (dünyanın dört bir tarafına yayılmış binlerce bilgisayara) yayılır, geri dönüşümsüz olarak kaydedilir.

Burada işlemin “geri dönüşümsüz” olarak kaydedilmesi önemlidir. Bitcoin örneğinde görüldüğü gibi, Ethereum’un blokszinciri ağında gerçekleşen işlemler de asla ama asla geri alınamaz, “hack”lenemez, değiştirilemez. Bu da blokszinciri sistemini; “hack”lenebilen, çalınabilen, yıkılabilen, yakılabilen, çıkar sağlamak için üzerinde değişiklik yapılabilen merkezî kayıtlara güven üzerinden işleyen bankacılıktan ve noterlikten çok daha üstün kılar.

Ethereum’un akıllı kontratlarının bahsedildiği gibi üstün olmakla beraber, verilere herkesin ulaşabilmesinden dolayı gizlilik açısından hâlâ yetersiz olduğunu öne süren ve bu sorunu gizli kontratlar (secret contracts) ile çözdüğünü iddia eden Enigma adlı oluşum da incelenmeye değerdir (Enigma 2018).

### IV. BLOKZİNCİRİ VE AKILLI KONTRATLARIN SINIRLILIKLARI

Blokszinciri teknolojisi ve akıllı kontratlar, çok sayıda olumlu gelişmeye fırsat verse de sınırlılıkları mevcuttur, bunlardan bazıları şunlardır.

**%51 Atağı:** Sistemin devamını sağlayan bilgisayarlara (node) sahip olan madencilerin %51'inin anlaşması sonucunda sistemi çökertebilme gücünü ele geçirmelerini ifade eder. Blokzincirinin bu tehditle muhatap olmak zorunda kalmasının nedeni; merkezî bir otoritenin onayına ihtiyaç duymayarak merkeziyetsiz olmak için işlemleri node'lara doğrulama yöntemini kullanmak zorunda kalmasıdır. Eğer çoğunluk (%51) anlaşıp geçersiz bir işlemi geçerli kabul eder ve onaylayıp blokzincirine kaydederse, sistemin güvenilirliği zarar görür (Yli-Huumo et al. 2016).

**Ölçekleme (Scalability) Sorunu:** Bitcoin blokzinciri saniyede sadece 7 aktarımı işleyebilir. Bu hız, yüksek miktardaki aktarımlara cevap veremez ve gecikmelere neden olur. Ayrıca her blok boyutu 1 MB ile sınırlıdır, daha büyük boyutlu verileri içeremez (Zheng et al. 2017).

**Kaynak İsrafi:** Sistemin devamı için gerekli olan madencilik faaliyetinde sadece Bitcoin blokzinciri için bir yılda harcanan elektrik enerjisi, İsviçre büyüklüğünde bir ülkenin bir yıllık enerji tüketimine eşittir (Lee 2018).

## V. SAĞLIK ALANINDAKİ BAZI BLOKZİNCİR UYGULAMALARI

### 5.1. Nebula Genomics (Nebula Genomics 2018)

İnsan Genom Projesi ile insanın bütün genom dizileri çıkarıldığında milyarlarca dolar harcanmak zorunda kalınmıştı ancak bugün 1000 dolardan daha az bir masrafla kendi genom dizinizi çıkarttırabilirsiniz. Bu fiyatın ilerleyen yıllarda 100 dolara kadar düşebileceği de konuşulmakta. Böyle olunca, genom dizisinden yararlanılarak tanıların daha kolay konulması, hastalıkların önlenmesi, kişiye özel ilaçların geliştirilmesi yaygınlaşacaktır. Bununla beraber, insan genomu gibi önemli bir verinin gizliliğini korumanın önemi de daha iyi anlaşılacaktır.

Nebula Genomics, blokzinciri teknolojisini kullanarak, kişinin kendi genom dizisine 3. kişilere güvenmek zorunda kalmadan sahip olmasını sağlamaktadır. Genom dizisinin çıkarılma ücreti, Nebula'nın oluşturduğu kriptopara ile ödendiği için, genom dizisi sahibi gizli kalmakta; çıkarılan genom dizisinin kime ait olduğu, kişinin kendisi haricindeki kimse tarafından bilinmemektedir. Kişi, blokzinciri sisteminin "hack"lenmesinin imkânsız olmasından dolayı genom dizisini güvenli saklayabilir, istediği kişilerle paylaşabilir, isterse yine kimliğini gizli tutarak ilaç şirketlerine araştırmalarda kullanılması için satabilir ve ücretini kriptopara olarak alır. Kimlerin ne zaman bu verilere eriştiği blokzincirine geri dönüşümsüz ve asla değiştirilemez olarak kaydedilir. Özetle, genom dizisini çıkarttıran kişi, blokzinciri teknolojisi sayesinde kendi genomunun tek ve gerçek sahibi olur.

### 5.2. Medicalchain ve Medibloc (Medicalchain 2018, Medibloc 2018)

Nebula Genomics'in hedeflediği içeriği genişletip sadece genom dizisi verileriyle sınırlı tutmayan, hastaların bütün tıbbi kayıtlarını merkezî olmayan blokzinciri ağında barındırmayı hedefleyen Medicalchain ve Medibloc adlı iki rakip oluşum, tıpkı Nebula Genomics'in yaptığı gibi, hastalara tıbbi kayıtlarının tek gerçek sahibi olma fırsatını verir.

Hastaların tıbbi kayıtlarının ayrı ayrı merkezlerde (her hastanenin kendi kayıt merkezinde) tutuluyor olması, hastalarının bilgilerinin kurumlar arası entegrasyonuna mâni olmasına, bu da aynı tetkiklerin farklı kurumlarda defalarca yapılması sorununa neden olmaktadır. Ayrıca, bu merkezlerin hastaların verilerini yeterince koruyamamasıyla, hasta mahremiyetinin ihlali meydana gelmektedir. Medicalchain ve Medibloc, blokzinciri teknolojisiyle, verileri "hack"lenmesi mümkün olmayan bir sisteme taşır ve bütün verileri

tek bir yerden erişilebilir hâle getirerek entegrasyon sorununu çözer. Hastanın verilerine kimin, ne kadar süre eriştiği bilgisi de blokszincirine geri dönüşümsüz ve asla değiştirilemez şekilde işlendiği için keyfi erişimler anında belirlenir, güvenilirlik artar.

### 5.3. Skychain (Skychain 2018)

Yapay zekâyı blokszinciri teknolojisi üzerinde barındırmayı, geliştirmeyi ve sağlık alanında kullanmayı amaçlayan Skychain adlı oluşum, son 10 yılda tıbbi hatalardan dolayı hayatını kaybeden 10 milyon insanın kurtarılmasını kendisine görev edindiğini söylemektedir.

Yapay zekânın eğitilmesi için devasa miktarda veriye ihtiyaç vardır. Bu miktarda veri de devasa depolama merkezlerini (server) gerektirir. Ancak Skychain, blokszinciri teknolojisiyle, dünyanın dört bir yanına dağılmış bilgisayarları işin içine katarak bu sorunu çözdüğünü iddia eder.

Sistemde dört farklı grup vardır: Blokszincirini işleten madenciler (miner), yapay zekâyı oluşturan geliştiriciler (developer), büyük miktarda tıbbi verilere sahip olanlar, hekimler.

Kendi bilgisayar kaynaklarını blokszincirinin işlemesi için kullanan madenciler, bunu yaptıkları için Skychain Global Token (SKCH) adı verilen kriptopara ile tıpkı Bitcoin’de olduğu gibi ödeme alırlar. Geliştiriciler ise (developers) Skychain’in oluşturduğu ve madencilerin çalıştırdığı blokszinciri üzerine kurulu arayüzü (SkyConstructor) kullanarak, herhangi bir hastalığın tanısını koyup tedavisini ifade etmeyi hedefleyen bir yapay zekâ ağı (artificial neural network) oluşturur. Bu yapay zekâ ağı, büyük miktarda tıbbi veriyi elinde tutanlar tarafından, blokszinciri sistemi üzerinden verilerle beslenerek eğitilir. Bu verileri sağlayanlara, yapay zekâyı oluşturan geliştirici tarafından, tıbbi veri sağlama işi karşılığında SKCH verilir. Bütün kriptopara (SKCH) aktarımları, akıllı kontratlar sayesinde, iş bittiği anda işi yapanın hesabına geçer. Yapay zekânın eğitimi bittiğinde, yapay zekâyı oluşturan geliştirici, bunu blokszinciri ağında yayınlar. Dünyanın dört bir yanındaki hekimler, blokszinciri üzerinden eriştikleri yapay zekâyı kullanarak tanı ve tedaviyi sağlarlar; her kullanımda da yapay zekâyı yayınlayan geliştiriciye SKCH ile ödeme yapmak zorundadırlar.

Bütün işlemler blokszinciri ağında yapılır. Bu sayede büyük miktarda veriyle baş etmek kolay ve daha az masraflı hâle gelir. Geliştiricinin oluşturduğu yapay zekânın mülkiyet hakları korunur ve geliştirici, yapay zekâ kullanıldıkça emeğinin karşılığını, yapay zekâyı kullanarak tanı ve tedavide kendilerine kolaylık sağlayan hekimlerden alır. Yapay zekânın mülkiyeti hakkında sahtecilik, ödeme yapmadan sistemi kullanmak gibi sahtekârlıklar mümkün olmadığı gibi bütün kişisel bilgiler de gizlilik altındadır.

Skychain projesi hâlâ gelişme sürecindedir ve önünde alması gereken çok yol vardır. Bunun yanında, kanser tanısı koymada yapay zekâyı ve blokszinciri teknolojisini kullanan bilimsel çalışmalar da başlamıştır (Matrix AI 2018).

## VI. SONUÇ

Bitcoin ile ortaya çıkan blokszinciri teknolojisi ve sonrasında oluşturulan akıllı kontratlar, güvene dayalı işlemlerde 3. kişileri ortadan kaldırarak büyük bir yeniliğe kapı açmakta, özellikle veri güvenliği sorunlarına çözüm getirmektedir. Bu çözümden, sağlık alanının pek çok noktasında, hasta verilerinin güvenli bir şekilde depolanması ve böylelikle hastaların kendi verilerinin tek gerçek sahibi olması konusu başta olmak üzere yararlanılabilir. Blokszinciri teknolojisinin %51 atağı tehdidi, ölçekleme (scalability) sorunu ve sistemin devamı için gerekli olan madencilik faaliyeti süresince harcanan elektrik enerjisinin çevresel

sorunlara yol açması gibi sınırlılıkları vardır. Bu sınırlılıklar, hasta verilerini güvenli bir şekilde depolamak için blokzinciri teknolojisinden yararlanmayı zorlaştırarak, bu teknolojiyi verimsiz bir çözüm hâline getirir de ileride blokzincirine eklenecek Lightning Network gibi teknolojiler sayesinde bu zorluklar aşılabılır ve böylelikle sağlık alanında blokzinciri kullanımı daha verimli olabilir. Söz konusu sorunlardan arındırıldığında, bu teknolojinin hasta verilerinin güvenliği ve gizliliğine katacağı boyuttan, sağlık teknolojisi alanında istifade edilebilir hâle gelinecektir. Bu noktada, blokzincirinden daha gelişmiş bir teknoloji getirdiği iddiasındaki Holochain'in, blokzinciri teknolojisinin sınırlılıklarından kurtulma gibi vaatlerini gerçekleştirebilmesi hâlinde birçok sektörün yanında sağlık alanında da çok daha önemli değişimlere yol açması ihtimali ifade edilmeden geçilmemelidir.

## KAYNAKLAR

1. Altuntuğ N. (2008) İşletmelerin Sürdürülebilir Başarılarına Ulaşmalarında Yenilikçi Olmalarının Rolü, **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi** 13(2): 361-370.
2. Berentsen A. and Schär F. (2018) A Short Introduction to the World of Cryptocurrencies. **Federal Reserve Bank of St. Louis Review** 100(1): 1-16.
3. CoinMarketCap (2018) CryptoCurrency Market Capitalizations. <https://coinmarketcap.com/historical/20180107/> (Erişim Tarihi: 11.06.2018)
4. Custodio N. (2017) Smart Contracts for Dummies. <https://medium.freecodecamp.org/smart-contracts-for-dummies-a1ba1e0b9575> (Erişim Tarihi: 06.07.2018)
5. Deloitte Center for Financial Services (2016) Blockchain in commercial real estate The future is here! <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/financial-services/us-fsi-rec-blockchain-in-commercial-real-estate.pdf> (Erişim Tarihi: 06.07.2018)
6. Enigma (2018) <https://enigma.co/> (Erişim tarihi: 06.07.2018)
7. Ethereum (2018) What is Ether? <https://ethereum.org/ether> (Erişim Tarihi: 11.06.2018)
8. Gerring T. (2016) Cut and try: building a dream. <https://blog.ethereum.org/2016/02/09/cut-and-try-building-a-dream/> (Erişim Tarihi: 06.07.2018)
9. Hodge M. (2018) Who is Satoshi Nakamoto? Bitcoin creator whose identity is unknown but could be one of the richest people in the world. <https://www.thesun.co.uk/news/5037060/satoshi-nakamoto-bitcoin-inventor-richest-world/> (Erişim Tarihi: 11.06.2018)
10. Holochain (2018) <https://holochain.org/> (Erişim Tarihi: 11.06.2018)
11. Jacobsen D.A., Eggen P. and Kauchak D. (2002) **Methods for Teaching: Promoting Student Learning**. 6th Edition, Merrill Prentice Hall.
12. Karasavvas K. (2016) Introduction to Bitcoin: For first-time non-technical users. <https://www.ihu.edu.gr/attachments/events/demystifying-bitcoin->



20161017/introduction-to-bitcoin-for-new-users--karassavas.pdf (Erişim Tarihi: 06.07.2018)

13. Kuo T.T., Kim H.E. and Ohno-Machado L. (2017) Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and health care applications, **Journal of the American Medical Informatics Association** 24(6): 1211–1220.
14. Lee S. (2018) Bitcoin's Energy Consumption Can Power An Entire Country -- But EOS Is Trying To Fix That. <https://www.forbes.com/sites/shermanlee/2018/04/19/bitcoins-energy-consumption-can-power-an-entire-country-but-eos-is-trying-to-fix-that/#212305f71bc8> (Erişim Tarihi: 06.07.2018)
15. Matrix AI (2018) Inside the MATRIX—#1: How does our AI assisted cancer diagnosis and treatment system work? The National Health and Welfare Commission invited us to share details. <https://medium.com/@matrixainetwork/inside-the-matrix-1-how-does-our-ai-assisted-cancer-diagnosis-and-treatment-system-work-19186363959> (Erişim Tarihi: 06.07.2018)
16. Medibloc (2018) Whitepaper Version 1.0. [https://medibloc-homepage.oss-us-west-1.aliyuncs.com/whitepaper/medibloc\\_whitepaper\\_en.pdf](https://medibloc-homepage.oss-us-west-1.aliyuncs.com/whitepaper/medibloc_whitepaper_en.pdf) (Erişim Tarihi: 06.07.2018)
17. Medicalchain (2018) Whitepaper 2.1. <https://medicalchain.com/Medicalchain-Whitepaper-EN.pdf> (Erişim Tarihi: 06.07.2018)
18. Nakamoto S. (2008) Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (Erişim Tarihi: 11.06.2018)
19. Nebula Genomics (2018) Whitepaper v4.52. [https://www.nebulagenomics.io/assets/documents/NEBULA\\_whitepaper\\_v4.52.pdf](https://www.nebulagenomics.io/assets/documents/NEBULA_whitepaper_v4.52.pdf) (Erişim Tarihi: 06.07.2018)
20. Nebulas Non-technical (2018) White Paper. <https://nebulas.io/docs/NebulasWhitepaper.pdf> (Erişim Tarihi: 06.07.2018)
21. Nebulas Technical (2018) White Paper, April, 2018, v1.0.2. <https://nebulas.io/docs/NebulasTechnicalWhitepaper.pdf> (Erişim Tarihi: 06.07.2018)
22. Skychain (2018) Skychain: The future of artificial intelligence in healthcare! [https://skychain.global/wp-content/uploads/2018/03/wp\\_english-Newest.pdf](https://skychain.global/wp-content/uploads/2018/03/wp_english-Newest.pdf) (Erişim Tarihi: 06.07.2018)
23. Yli-Huumo J., Ko D., Choi S., Park S. and Smolander K. (2016) Where Is Current Research on Blockchain Technology? —A Systematic Review. *PLoS ONE* 11(10): 1-27.
24. Zheng Z., Xie S., Dai H., Chen X. and Wang H. (2017) **An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends**. IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress).

