

BLOCKCHAIN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ UYGULAMALARI

Arif Furkan MENDİ¹, Alper ÇABUK²

¹ARGE Mühendisi, HAVELSAN AŞ, ARGE, Teknoloji ve Ürün Yönetimi Direktörlüğü, 06510, Çankaya, Ankara, afmendi@havelсан.com.tr

²Prof. Dr., Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, 26555, Tepebaşı, Eskişehir, acabuk@anadolu.edu.tr

ÖZET

Blockchain alıcı ve satıcı tarafın herhangi bir onaylayıcı üçüncü taraf ihtiyacı olmaksızın doğrudan kendi aralarında güvenli bir şekilde alışveriş yapmasına izin veren, yapılan tüm işlemlerin şifrelenmiş bir şekilde bloklar üzerinde tutulduğu merkezi olmayan işlemsel veri tabanı teknolojisidir. İstemci ve sağlayıcı arasındaki bu alışverişin güvenli bir şekilde yapılabilmesi için tüm işlemler kriptografi kullanılarak dağıtık bir veri tabanında tutulur. Bu dağıtık yapı üzerinde tüm işlemler açık muhasebe defteri denen, işlemlerin tutulduğu ve tüm kullanıcılara açık olan, merkezi olmayan dağıtık veri tabanı yapısında muhafaza edilmektedir. Geleneksel yaklaşımda(Merkezi) veri tabanı üçüncü bir dâhil tarafından kontrol edilirken Blockchain yaklaşımında verilerin kontrolü tüm ağ tarafından yapılmaktadır. Dağıtık veri tabanının kopyası tüm katılımcılarda mevcuttur. Böylece, verinin bozulması ve tahrip edilmesi engellenir. Ayrıca, yüksek güvenlik avantajı en önemli avantajlarından biridir. Herhangi bir zincire yapılacak siber saldırıların başarılı olabilmesi için bilgisayarların minimum %50'sinin üzerinde doğrulanması gerekir ki bu da saldırının başarılı olma ihtimalini neredeyse imkânsız seviyesine getirmektedir. Güvenlik, aracısız işlem, veri takibindeki şeffaflık gibi avantajlar Blockchain teknolojisini cazip hâle getirmektedir. 2008 yılında Blockchain temelli Bitcoin para biriminin ortaya çıkmasıyla, Blockchain teknolojisinin avantajları gün yüzüne çıkmaya başlamıştır. Özellikle 2015 yılından sonra Blockchain teknolojisi kullanılarak birçok alanda uygulamalar geliştirilmiş ve hâlen de geliştirilmeye devam edilmektedir. Bu alanlardan biri de Coğrafi Bilgi Sistemleridir. Brezilya, Honduras ve İsveç, Tapu Blockchain sistemleri bunlardan bazılarıdır. Coğrafi bilgi sistemleri, Blockchain teknolojisinin kullanılabileceği öngörülen potansiyel yıldız adayı olan alanlardan biridir. Bu bildiride, Blockchain altyapısının coğrafi bilgi sistemleri üzerine kullanımları anlatılacaktır.

Anahtar Sözcükler: Blockchain, Blockchain CBS uygulamaları, Blockchain CBS uygulamaları, Blockchain coğrafi bilgi sistemleri

ABSTRACT

BLOCKCHAIN GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM APPLICATIONS

Blockchain is a decentralized transactional database technology in which all transactions are encrypted on blocks, allowing the buyer and seller to make a secure exchange between themselves directly without requiring any 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. All transactions on this distributed structure are maintained in a decentralized distributed database structure called "Distributed(Open) Ledger", where transactions are held and open to all users. In the traditional (central) approach database is controlled by a third party, the control of the data in the Blockchain approach is performed by the entire network. A copy of the distributed database is available to all attendees. This prevents the data from being corrupted and destroyed. Moreover, the high security advantage is one of the most important advantages. 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 of the cyber attack almost impossible. Advantages such as security, no-intermediation, and transparency in data acquisition make Blockchain technology attractive. With the advent of the Blockchain-based Bitcoin currency in 2008, the advantages of Blockchain technology have begun to emerge. Especially after 2015, many field applications have been developed using Blockchain technology and are still being developed. Geographical information systems are one of these areas. Brazil, Honduras and Sweden, Land Registry Blockchain systems are some of these. Geographic information systems are one of the potential star candidates for which Blockchain technology can be used. In this article, the use of the Blockchain infrastructure on geographic information systems will be explained.

Keywords: Blockchain, Blockchain GIS applications, Blockchain geographical information system applications

1. GİRİŞ

Blockchain teknolojisi günümüzün en popüler teknolojilerinden olmasına rağmen, bilinirliği Bitcoin'in gölgesinde kalmıştır. Bitcoin, Blockchain teknolojisi kullanarak ortaya çıkarılan bir uygulama olmasına rağmen, finansal açıdan çoğu kimsenin beklemediği yükselişi ile birlikte Blockchain teknolojisinden çok daha fazla bilinirlik kazanmıştır. Blockchain teknolojisi, istemci ve sağlayıcıların onaylayıcı üçüncü bir taraf ihtiyacı olmaksızın doğrudan birbirleri ile güvenli bir şekilde işlem yapabilmelerini sağlamaktadır. İstemci ve sağlayıcı arasındaki bu alışverişin güvenli bir şekilde yapılabilmesi için tüm işlemler kriptografi kullanılarak dağıtık bir veri tabanında tutulur. Bu dağıtık yapı üzerinde değişiklik yapılabilmesi için ilgili değişikliğin sistemdeki tüm bilgisayarlara kaydedilmesi gerekmektedir. Herhangi bir zincire yapılacak siber saldırıların başarılı olabilmesi için bilgisayarların minimum %50'sinin üzerinde

doğrulanması gerekir ki bu da saldırının başarılı olma ihtimalini neredeyse imkânsız seviyesine getirmektedir. Güvenlik, aracısız işlem, veri takibindeki şeffaflık gibi avantajlar Blockchain teknolojisini cazip hâle getirmektedir.

Merkezi olmayan dağıtık bir veri tabanı sistemi olarak tanımlayabileceğimiz Blockchain, teknik olarak bütün kayıtları blok yapısı üzerine tuttuktan sonra ayrılmaz bir zincir hâlinde birleştiren ve ilk bloktan itibaren depolayan bir veri tabanıdır. Blockchain teknolojisinin sağladığı en büyük avantaj elde edilen bilginin kesin olması ve değiştirilememesidir.

Günümüzde Blockchain teknolojisini daha çok finansal işlemlerin kullanımında görmekteyiz. Ancak Blockchain, sadece finansal işlemler için değil, hemen hemen her şeyin değerini kaydetmek için programlanabilen bir sistemdir. Blockchain teknolojisinin siber tehditlere karşı güvenirliliği ile birlikte, istemci ve sağlayıcının güvenli bir şekilde alışveriş yapmak isteme taleplerini birleştirdiğimiz zaman ortaya Blockchain uygulamaları çıkmaktadır. Özellikle 2015 yılından sonra Blockchain teknolojisi kullanılarak birçok alanda uygulamalar geliştirilmiş ve hâlen de geliştirilmeye devam edilmektedir. Bu alanlardan biri de Coğrafi Bilgi Sistemleridir(CBS). Yli Huumo, Blockchain uygulamalarının kripto para uygulamaları ile sınırlı olmayacağını, coğrafi bilgi sistemlerinin de kullanıldığı akıllı mülkiyet alanında dahil olduğu çeşitli alanlarda yapılacak çalışmalar ile Blockchain çalışmalarına çeşitlilik ve bilgi birikimi kazandıracağını savunmaktadır (Yli-Huumo, Ko, Choi, Park, & Smolander, 2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri alanı, Blockchain teknolojisini kullanılabileceği öngörülen potansiyel yıldız adayları olan alanlardır. Brezilya, Honduras ve İsveç'te uygulanan arazi kayıt sistemleri; bunun yanında, önerilmekte olan sınır ihlallerinin tespiti uygulamaları gibi coğrafi bilgi sistemlerinin kullanıldığı uygulama ve sistem önerileri ile CBS-Blockchain kullanımını görmekteyiz. Bu bildiride, Blockchain altyapısının coğrafi bilgi sistemleri üzerine kullanımları anlatılacaktır.

2. AKILLI SÖZLEŞMELER

Blockchain uygulama alanları denildiğinde ilk olarak akla, finansal popülaritesinin de etkisiyle Bitcoin gelmektedir. Blockchain teknolojisi Bitcoin dışındaki kullanım türlerine de uygulanabilmektedir. Örneğin, Blockchain teknolojisi kullanılarak bir bulut hizmetinde dijital sözleşmeler ve eşler arası veri paylaşımı için bir ortam oluşturulabilir (Swan, 2015). Blockchain tekniğinin güçlü noktası olan veri bütünlüğü, kullanımının diğer hizmetlere ve uygulamalara da yayılmasının sebebidir.

Blockchain, ağ üzerindeki katılımcıların birbirine karşılıklı güven duymasa dahi, sağlanan güvenli sistem mimarisi sayesinde alışverişlerini herhangi bir üçüncü parti doğrulayıcısı olmadan yapabilmelerine imkân sağlamaktadır. Aracının ortadan kaldırılmasıyla, alıcı ve satıcı arasında daha hızlı bir mutabakat sağlanabilmektedir. Zincirler üzerindeki verinin kriptografi kullanılarak tutulması ile merkezî otoritenin varlığına olan ihtiyaç ortadan kalkmaktadır. Blockchain Akıllı Sözleşmeler, zincirde yer alan script adındaki komut dosyalarını yürüterek iş akışlarının otomatik bir şekilde; birbiri ile entegre, düzgün, dağıtılmış ve yoğun bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktadır(Christidis & Devetsikiotis, 2016). Blockchain Akıllı Sözleşmeler uygulaması ile yapılmış olan anlaşma çerçevesinde ödeme şartları, koşulları ve işlem adımları belirlenir, ardından tüm bu adımlar üçüncü bir dâhil olmadan uygulamaya konulur.

Blockchain'in temelinde yer alan "Akıllı Sözleşmeler" kullanımının arttırılması Blockchain teknolojisindeki gelişimin hızlanmasını sağlayacaktır. Yli Huumo, 2016 yılına kadar yapılan araştırmaların çoğunun diğer Blockchain ortamlarından ziyade Bitcoin ortamında gerçekleştirildiğini söylemektedir. Kripto para birimleri dışındaki bilgileri (know how) arttırmak için akıllı sözleşmeler gibi farklı tarzda uygulamaların yapılması gerekliliğini savunmaktadır. Buna eklemeye yaparak Blockchain'in diğer ortamlarda kullanılabilecek olanakları üzerinde araştırma yaparak farklı sektörlerde işlem yapmak için daha iyi modeller ve olanaklar ortaya çıkabileceğine işaret etmektedir (Yli-Huumo et al., 2016).

Akıllı sözleşmeler fikri ilk olarak 1997'de Nick Szabo tarafından önerilmiştir (Nick Szabo, 2018). Bununla birlikte, mülkiyet durumunu ve mülkiyet transferini izlemek için Bitcoin Blockchain kullanma fikri ilk olarak "Akıllı Mülkiyet" hakkındaki makalede Mike Hearn tarafından açıklanmıştır (Mike Hearn, 2018). Blockchain teknolojisini giderek yaygınlaşması ve bilinirlik kazanması sonrası, Blockchain Akıllı Sözleşmeler popülerlik kazanmaya başlamış ve birçok uygulama ortaya çıkmıştır. Ethereum, Bithalo, Hyperledger, Blockchain Akıllı Sözleşmelerinin popüler uygulamalarından bazılarıdır. Bu uygulama platformları kullanılarak akıllı sözleşmeler tabanlı uygulamalar geliştirilebilmektedir.

2.1 Ethereum

Akıllı sözleşme altyapısı sunan popüler uygulamalara baktığımız zaman karşımıza ilk olarak Ethereum çıkmaktadır. Ethereum, Bitcoin gibi bir kripto paradır. Blockchain teknolojisini kullanarak merkezi olmayan yani dağıtık bir blok zinciri teknolojisi üzerine kuruludur. Ethereum'un Bitcoin'den temel farkı birtakım akıllı sözleşmelere izin veriyor

olmasıdır (Founder & Gavin, 2017). Ethereum, Vitalik Buterin ve ekibi tarafından tasarlanıp kodlanmış ve ilk olarak 30 Temmuz 2015 yılında gerçekleştirilen Bitcoin konferansında lansmanı yapılmıştır. Ethereum en yaygın kullanılan akıllı sözleşme altyapısını sunmaktadır. Bu popülerlik ile birlikte çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Ethereum'un kullanımı konusunda Huh; akıllı sözleşmeler kullanımı ile Ethereum'un hesaplama platformu hâline getirilebileceğini vurgulamaktadır (Huh, Cho, & Kim, 2017).

2.2 Bithalo

Bithalo bir diğer akıllı sözleşmeler platformu olarak karşımıza çıkmaktadır. Hatta bir adım daha öteye giderek, Bithalo kendisini akıllı sözleşmelerin atası olarak nitelemektedir. Sunmuş olduğu hizmetin bir akıllı sözleşme protokolü olduğunu söyleyebiliriz ("Bithalo," 2018). Ethereum ve Bithalo tamamen aynı hizmeti sunan, akıllı sözleşmeler için hizmet sağlayıcı platformlar gibi algılansa da aralarında farklar bulunmaktadır. Bithalo, anlaşmaları uygulamak için bir protokoldür. Eğer bir iş-oyun teorisi protokolü kullanma ihtiyacı olursa Ethereum'un bile kendi sözleşmelerini uygulamak için Bithalo'yu kullanması gerekeceğini söyleyebiliriz. Piyasadaki sözleşme protokünü en iyi bilen olarak nitelendirilebilir. Bu sebeple, sözleşme protokolü alanında kısa vadede rakibi yoktur diyebiliriz. Ethereum ise; kullanıcılarına akıllı sözleşmeleri kodsız olarak diledikleri gibi geliştirme imkânı vermektedir. Tabii ki geliştirici inisiyatifindeki bu işlemlerin esneklik sebebiyle ortaya çıkacak olan veri büyüklüğü ve güvenlik gibi konuları ele alması gerekmektedir.

2.2 Hyperledger

Blockchain teknolojisini uygulamanın başlıca sorunlarından biri standardın oluşmamasıdır. Açık kaynaklı sistem, pek çok farklı yazılım grubu tarafından, farklı idealler doğrultusunda, farklı şekilde kurgulanması sonucu bir standart oluşturulamamaktadır. Standardın oluşturulamaması problemini çözmek için aralarında IBM, Cisco, Fujitsu gibi büyük teknoloji firmalarının ve J.P. Morgan, Accenture gibi finans kuruluşlarının bulunduğu 54 şirketten oluşan bir grup, "Hyperledger" adlı bir açık kaynak kod topluluğunu kurmuştur ("Hyperledger," 2018). Temmuz 2017'de Fabric 1.0 versiyonunu, Şubat 2017'de de Sawtooth 1.0 versiyonunu piyasaya sürdüler. Kullanıma açtıkları bu iki versiyon ile geliştiricilerin kullanımlarının ardından verecekleri geri bildirimler ile olgun bir sürümün ortaya çıkması hedeflenmektedir.

3. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ UYGULAMALARI

Blockchain'in güvenlik, hız, şeffaflık, aracısız işlem gibi avantajları, uygulama geliştiriciler için cazip hâle gelmesine sebep olmakta ve birçok uygulama fikri ortaya çıkmaktadır. Firmalar tüm bu uygulamalar için kendi platformlarını kullanabilecekleri gibi Ethereum, Hyperledger gibi platformları da kullanabilmektedir. Blockchain teknolojisinin kullanım alanlarına baktığımızda; Bitcoin ve diğer kripto para birimlerini ilk sırada görmekteyiz. Bunların yanında, aracısız işlem ile maliyetler avantajının sağlanması, işlemlerin daha şeffaf ve güvenli bir şekilde yapılması gibi getirilerin elde edilmesi amacıyla Blockchain uygulamalarının tercih edilmekte olduğu birçok alan görülmektedir. Coğrafi bilgi sistemleri de bu uygulama alanlarından biridir. Ylii Huumo, akıllı mülkiyet konusunda çalışmaların yapılabileceğine işaret etmekte, bu konuda prototip uygulamalar belirlediklerini vurgulamaktadır (Yli-Huumo et al., 2016). Diğer çalışmaları incelediğimizde karşımıza "Arazi Kayıt" ve "Sınır İhlalinin" tespiti uygulamaları çıkmaktadır.

3.1 Arazi Kayıt Sistemleri

Arazi Kayıt Sistemleri, Blockchain'in potansiyel yıldız adayı olarak değerlendirilebileceği alanlardan biridir. Ylii Huumo, Blockchain araştırmalarının artırılmasının sistemin gelişimine olan etkisini vurgularken, merkezi olmayan veri tabanını kullanarak şirketlerin sanal ortamda mülklerini satabilmeleri fikrini örnek olarak sunmaktadır. Ayrıca bu fikrin devrim niteliğinde bir çözüm ortaya koyacağı savunulmaktadır (Yli-Huumo et al., 2016). Arazi kayıt işlemlerinin Blockchain üzerinden yürütülmesi, araçların azaltılmasını/ortadan kaldırılmasını sağlayabilecek, işlemlerin güvenli ve şeffaf bir şekilde yapılmasına zemin oluşturacaktır.

Benzer bir yaklaşımla Lamieux, Blockchain'in arazi ve mülkiyet değişimlerinin kaydını radikal bir şekilde değiştirme potansiyeline sahip yeni bir teknoloji olduğunu savunmaktadır. Blockchain teknolojisi kullanılarak yapılmış olan uygulamalara baktığımızda; karşımıza Brezilya, Gürcistan, Gana, Hindistan, Japonya ve İsveç'in çıktığı vurgulanmaktadır (V. L. Lemieux, 2017). Şu ana kadar pilot uygulama şeklinde kullanılsa da sayıların artacağı öngörülmektedir.

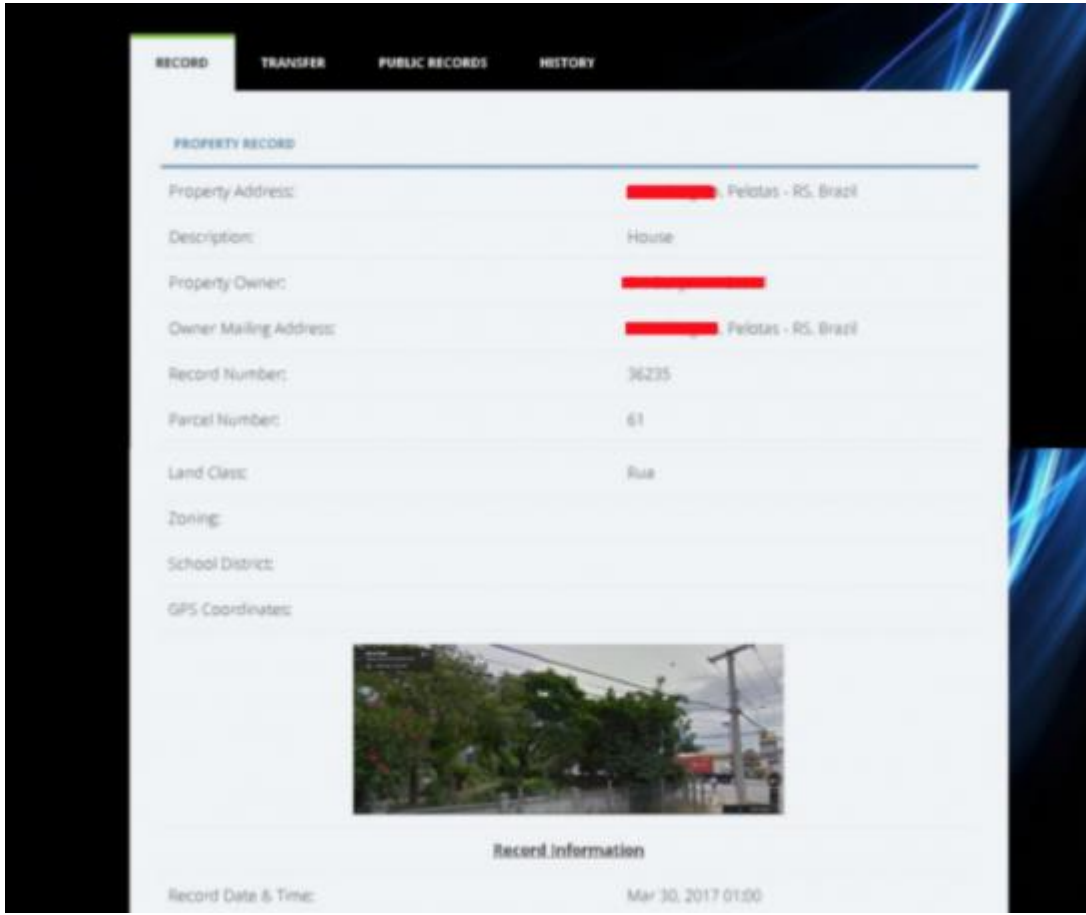
Spielman, bugüne kadar yapılan araştırmaları değerlendirip, Blockchain arazi kayıt sisteminin, tapu-arazi kaydı tutmanın geleceği olduğunu ve mevcut tapu kayıt sistemi üzerinden farklılıklarının belirgin bir şekilde ortaya çıkacağını savunmaktadır. Tapu-arazi kayıt işlemlerinin Blockchain üzerinden yapılmasının getirdiği avantajlar aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır (Spielman, 2016):

- Arazi işlem maliyetini düşüren artan işlem verimliliği
- Mülkiyet değişimindeki sahtekârlığının önlenmesi
- Ek güvenlik seviyeleri
- Denetlenebilirlik
- Şeffaflık
- Doğal afet ya da insan kaynaklı felaketlere karşı daha düşük hassasiyet

Tüm bu avantajların yanında, arazi kayıt sistemi Blockchain üzerinden yapılmaya karar verilmeden önce bazı konuların netleştirilmesi gerekmektedir. Sistem üzerinden sağlanan dokümanların ihtilaf durumlarında yasal kanıt niteliği taşıması gerekir ki sistemin kullanılabilirliği sağlansın. Bu noktada, eski kayıtların sisteme nasıl aktarılacağı, mevzuatın sistem üzerinden nasıl yönetileceği gibi konuların netleştirilip kararların alınması gerekmektedir. Aksi durumda, sistemin kullanılabilirliği azalacaktır (V. L. Lemieux, 2017).

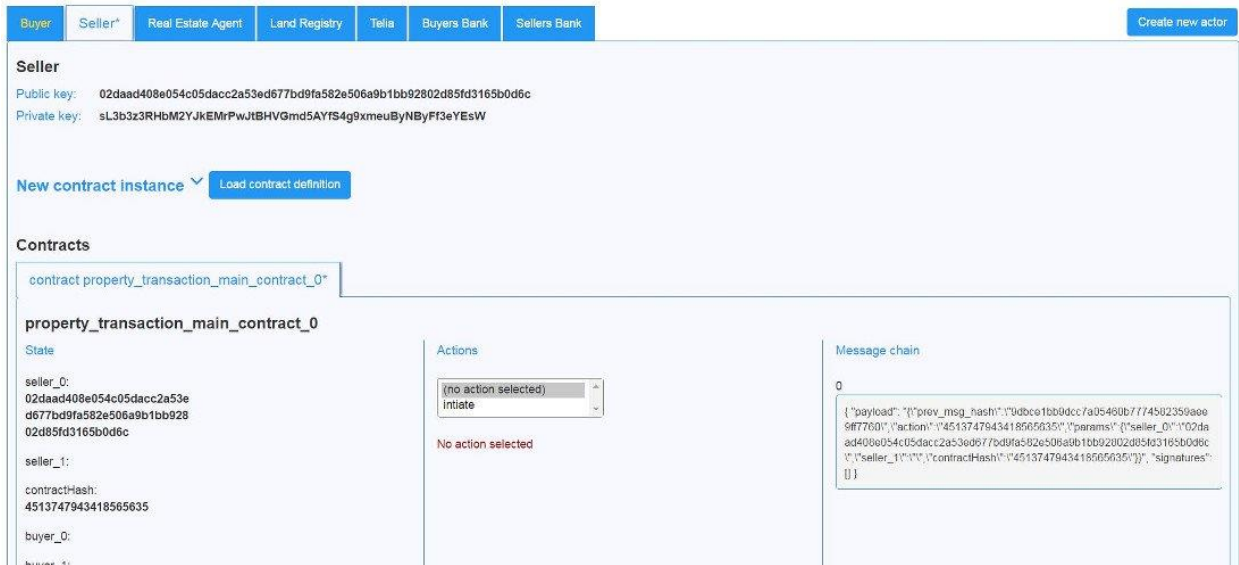
Arazi kayıt sistemindeki uygulamalara baktığımız zaman Brezilya, Honduras ve İsveç'teki uygulamaların ön plana çıktığını görmekteyiz. Honduras için Factom adlı ABD merkezli bir Blockchain teknoloji şirketi Blockchain tabanlı bir çözüm geliştirmiş fakat önerilen proje devam etmemiştir. Honduras uygulaması arazi işlem kaydına yönelik Blockchain teknolojisinin kullanıldığı ilk uygulamadır. Kasım 2015 ve Ocak 2016 arasında toplanan veriler ile birlikte birçok yazı, video, Whitepaper hazırlanmıştır. Neden Blockchain tabanlı bir sisteme geçme ihtiyaçları olduğu konusu araştırıldığında karşımıza arazi kayıt işlemlerinde yaşanan usulsüzlükler çıkmaktadır. Honduras hükûmeti, arazi kayıt işlemleri sırasında yaşanan usulsüzlüklerin önüne geçmek için birtakım yasalar çıkartarak reform yapmayı hedeflemiş fakat bu yeni düzenlemeler tapu sahteciliğini içeren manipülasyona karşı savunmasız kalmıştır. Bu sebeple Factom firması ile Blockchain uygulamasına geçilmesi konusunda anlaşma yapmışlardır (V. L. Lemieux, 2017).

Brezilya'nın Rio Grande do Sul Eyaleti, Pelotas Belediyeleri ve Morro Redondo'daki gayrimenkul sicili ofisi ile Mayıs-Temmuz 2017 yılları arasında uygulamaya alınan Blockchain arazi kayıt uygulaması yine bir Amerikan firması olan "Ubitquity" tarafından geliştirilmiştir. Projenin amacı, bölgedeki resmî arazi kayıtlarına yönelik bir pilot program oluşturmak, maliyetleri düşürmek, aynı zamanda arazi kayıtlarının doğruluğunu, güvenliğini ve saydamlığını artırmaktır. Pilot uygulamayı açıklarken Ubitquity CEO'su Nathan Wosnack Blockchain çözümü ile mülkiyet ve tapu anlaşmazlıklarını adil ve şeffaf bir şekilde ele alınması amacıyla gerçekleştireceklerini açıklamıştır. Sistem sayesinde arazi kayıt sahtekârlığının önüne geçileceği belirtilmiştir. Mülkiyet devir işlemi toplam 13 adımda gerçekleştirilmektedir. Hâlihazırda pilot olarak uygulanmakta olan uygulama ile uzun vadede; mevcut kayıt ve mülk transfer süreçlerini dönüştürmek için Blockchain teknolojisinin özelliklerini içeren bir sistem oluşturmak amaçlanmaktadır (V. L. Lemieux, 2017). Uygulama ile elde edilen verileri değerlendirdikten sonra kayıt işlemi sırasında hatalarda azalma sağlandığı ortaya çıkmıştır. Hatalardaki azalmanın yanı sıra, arşivleme işlemlerinde ciddi bir kolaylaşma elde edilmiştir (Allison, 2018). Uygulamanın arayüzü Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Ubitquity Honduras Blockchain Uygulamasının Kullanıcı Arayüzü (V. Lemieux, 2018).

Brezilya ve Honduras’da yaşanan sahtekârlık ve usulsüzlük durumların aksine, Blockchain teknolojisine geçen bir diğer ülke olan İsveç, Dünya Bankası “İş Yapma Endeksi”nde mülk tescili dünyadaki en yüksek ülkeler arasında yer almaktadır. Tapu ve kadastral işlemler, ayrı ayrı fakat birbirleriyle entegre bir şekilde yapılmaktadır. Yalnızca 7 adımda devir işlemi tamamlanmakta, noter avukat gibi dâhiller işin içerisine girmemektedir. Uygulamaya geçen pilot proje verileri Temmuz-Ekim 2017 tarihleri arasında toplanmıştır. Chromaway firması tarafından geliştirilen uygulama hâlâ kullanılmaya devam etmektedir (V. L. Lemieux, 2017). Uygulamanın kullanıcı arayüz görüntüsü Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2. Chromaway Land Registry Uygulamasının Kullanıcı Arayüzü (“ChromaWay Land Registry,” 2018).

İsveç'teki uygulamanın yakalamış olduğu başarı ile birlikte, Ukrayna Ekim 2017 yılında yaptığı açıklamada arazi kayıt işlemlerinde şeffaflık sağlaması açısından arazi kayıt sisteminde Blockchain'e geçeceklerini duyurmuştur ("Ukrainian Blockchain Land Registry," 2018). Bunun yanında Hindistan eyaletlerinden olan Andhra Pradesh'te Chromaway'ın arazi kayıt sisteminin pilot bölge olarak kullanılmaya başlanacağı Ekim 2017'de duyurulmuştur ("Indian Blockchain Land Registry," 2018).

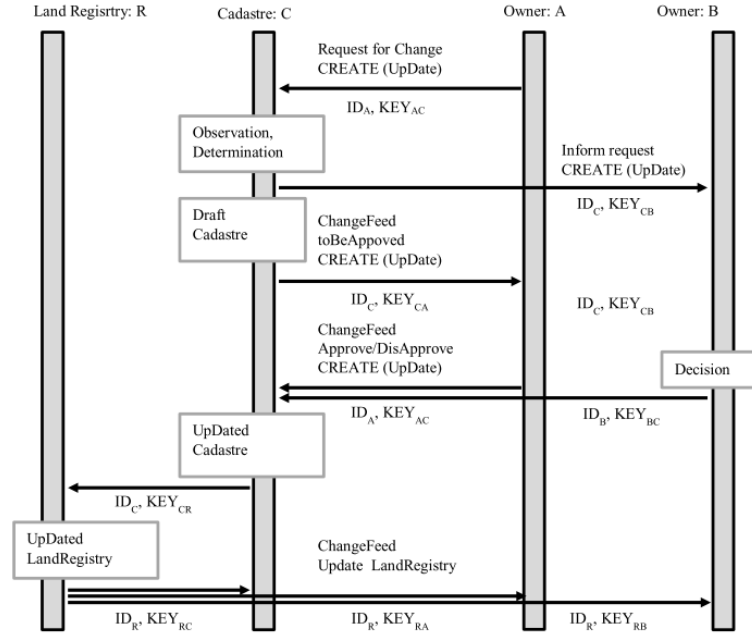
Gerek teknolojinin yeni olması, gerekse uygulamanın birçok dâhil içermesi göz önünde bulundurulduğunda "Arazi Kayıt" uygulamalarının olgunluğa ulaşması için bir süre gerektiği söylenebilir. Uygulamanın avantajlarının yanında, verilerin uzun süre sonunda da erişilebilir olması ve yasal olarak kanıt niteliği taşıyor olabilmesi gibi risk unsuru taşıyan konuların açıklığa kavuşturulması, sistemin devamlılığının sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu konular çoğunlukla bölgesel regülasyonlar ve uygulama mimarisine göre farklılık gösterebilmektedir. Tek bir çözüm ile uluslararası pazarda tek hakim olabilmek çok gerçekçi değildir. Tüm ülkelerin yerel kanunları farklılaşmakta ve sonuç olarak yerel bazda özelleştirmeler yapılması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Şimdiye kadar yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde Chromaway firmasının sunmuş olduğu uygulamanın, gerek ön yüz gerek sistemsel tasarımı ile popülerlik kazandığını söyleyebiliriz. Bu başarı ile birlikte uygulandığı bölge sayısında artış görülmeye başlanmıştır. Blockchain Arazi Kayıt Sistemlerinin avantajları somut olarak ortaya çıkmaya başladıkça kullanım sayılarının daha büyük bir ivme ile artacağını öngörebiliriz.

3.2 Sınır İhlali Tespiti

Blockchain-Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamalarına baktığımız zaman Arazi Kayıt uygulamasından sonra karşımıza çıkan bir diğer uygulama "Sınır İhlali Tespiti" uygulaması olmaktadır. Türkiye-Kırşehir'de yapılan bu kadastral Blockchain uygulaması Abdulvahit Torun'un çalışmasında anlatılmaktadır. Başarılı kadastro araştırmaları arasında tutarsız bir sınır tespiti sorunu ortaya çıkmış ve bu gibi durumları önleyebilecek hiyerarşik blok zinciri mimarisine dayanan bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntemde, tüm paydaşların ortak ve müşterek onayı alınmadıkça, tapu sicilinde bir sınır değişikliği işlemi yapılmamaktadır. Kadastro verisinde benzersiz bir sınır olarak temsil edilen iki ayrı fiziki sınırın bir olgu çalışmasını sunduktan sonra Kırşehir / Türkiye'de bu tür olayları önlemek için Blockchain teknolojisine dayalı bir CAD / GIS etkin yöntemi önerilmiştir (Torun, 2018).

Torun, çalışmasında; Blokzincirinin kadastrada kullanılmasının amacını, arazi katılımcısının çatışmalara neden olan sınır tespiti sürecini yönetmek olarak açıklamaktadır. Mevcut durumda tapu kayıt işlemleri tek bir otorite tarafından merkezî sistem üzerinden kontrol edilmektedir. Blockchain teknolojisi ile arazi kayıt işlemlerinin merkezi olmayan, şeffaf, rezervasyon için herkesin erişimine açık bir sistem olmasını önermektedir. Torun, Blockchain tapu-kadastrо uygulamalarının incelendiği zaman, her ne kadar çeşitli çabaların amacı birbirinden farklı olsa da ortak hedefin; tapu işlemlerinin zaman takibinde herhangi bir bilgi kaybetmeden çok adımlı ve uzun prosedürlerin sayısallaştırılması olduğunu savunmaktadır. İkincil amacın ise, devlet uygulamalarının o kadar güvenilir olmasa da tüm katılımcıların yanı sıra resmî yetkililerin gözetimi altında mülkiyet işlemlerini yürütülmesi olduğunu eklemektedir (Torun, 2018). Süreçlerin sayısallaştırılması amacının Blockchain-Arazi Kayıt uygulamalarındaki (Brezilya, Honduras, İsveç) ile benzerlik gösterdiğini söyleyebiliriz. Bunun yanında Honduras ve Brezilya'nın Blockchain'e geçiş sebeplerinin ülke genelinde kullanımda olan mevcut sistemlerinde yaşanan usulsüzlüklerin giderilmesi olduğu göz önünde bulundurulduğunda ikincil amacın da benzer doğrultuda olduğu çıkarımında bulunulabilir.

Önerilen uygulamada, sınır komşusu iki arazi sahibinin mutabık kaldığı sınırların, arazilerden birinin el değiştirmesi durumunda yeni sahibin bilirkişi raporu ile sınır tayini istemesi durumu anlatılmaktadır. Bu durumda araziler arası 60 cm'lik (Yasal olarak izin verilen maksimum miktar) bir fark oluştuğu ve bu alanın atıl kaldığı, her iki tarafın bu alanı kullanabilmek için ihtilaf çözüm sürecine gireceği anlatılmaktadır. Çözümünün hayli zahmetli ve uzun olduğu bu ihtilafli sürecin Blockchain altyapısı ile kolaylıkla ele alınabileceği belirtilmektedir (Torun, 2018). Uygulama örneğinin Blockchain mimarisi Şekil 3'teki gibidir.



Şekil 3. Sınır Tespiti Blockchain Uygulama Öneri Mimarisi (Torun, 2018).

4. SONUÇ

Blockchain alıcı ve satıcı tarafların herhangi bir onaylayıcı üçüncü taraf ihtiyacı olmaksızın doğrudan kendi aralarında güvenli bir şekilde alışveriş yapmasına izin veren, yapılan tüm işlemlerin şifrelenmiş bir şekilde bloklar üzerinde tutulduğu merkezi olmayan işlemsel veri tabanı teknolojisidir. İstemci ve sağlayıcı arasındaki bu alışverişin güvenli bir şekilde yapılabilmesi için tüm işlemler kriptografi kullanılarak dağıtık bir veri tabanında tutulur. Bu dağıtık yapı üzerinde tüm işlemler açık muhasebe defteri denen, işlemlerin tutulduğu ve tüm kullanıcılara açık olan, merkezi olmayan dağıtık veri tabanı yapısında muhafaza edilmektedir. Geleneksel yaklaşımda (Merkezi) veri tabanı üçüncü bir dâhil tarafından kontrol edilirken Blockchain yaklaşımında verilerin kontrolü tüm ağ tarafından yapılmaktadır. Dağıtık veri tabanının kopyası tüm katılımcılarda mevcuttur. Böylece, verinin bozulması ve tahrip edilmesi engellenir. Ayrıca, yüksek güvenlik avantajı en önemli avantajlarından biridir. Güvenlik, aracısız işlem, veri takibindeki şeffaflık gibi avantajlar Blockchain teknolojisini cazip hâle getirmektedir. 2008 yılında Blockchain temelli Bitcoin para biriminin ortaya çıkmasıyla, Blockchain teknolojisinin avantajları gün yüzüne çıkmaya başlamıştır. Özellikle 2015 yılından sonra Blockchain teknolojisi kullanılarak birçok alanda uygulamalar geliştirilmiş ve hâlen de geliştirilmeye devam edilmektedir. Blockchain 'in güvenlik, hız, şeffaflık, aracısız işlem gibi avantajları, uygulama geliştiriciler için cazip bir teknoloji hâline gelmesine sebep olmakta ve birçok uygulama fikri ortaya çıkmaktadır. Firmalar tüm bu uygulamalar için kendi platformlarını kullanabilecekleri gibi Ethereum, Bithalo, Hyperledger gibi akıllı sözleşmeler yapılması için altyapı sağlayıcısı firmaları da kullanabilmektedir. Aracısız işlem ile maliyetler avantajının sağlanması, işlemlerin daha şeffaf ve güvenli bir şekilde yapılması gibi getirilerin elde edilmesi amacıyla Blockchain uygulamalarının tercih edilmekte olduğu birçok alan görülmektedir. Coğrafi bilgi sistemleri, Blockchain teknolojisinin kullanılabileceği öngörülen potansiyel yıldız adayları olan alanlardan biridir. Blockchain-CBS'nin bir arada kullanıldığı alanları incelediğimizde karşımıza Arazi Kayıt uygulamaları çıkmaktadır. İlk olarak Honduras, ardından Brezilya ve İsveç'te uygulamaya alınan Arazi Kayıt uygulamaları bunlardan en fazla öne çıkanlarıdır. Genel duruma bakıldığında Blockchain Arazi Kayıt Sistemi alanı çok yeni olduğu için olgunluğa henüz ulaşamadığı söylenebilir. Uygulama sayılarının artması, uygulamaların uzun süreli kullanımların ardından alınan geri bildirimlere göre güncellemelerin yapılması ve çoğunlukla yerel kanunlardan kaynaklanan risklerin ortadan kaldırılması ile olgunluk seviyesi yükselecektir. Ayrıca, olgunluk seviyesinin yükselmesi ile birlikte Arazi Kayıt uygulamaların avantajları somut olarak ortaya çıkmaya başlayacak ve kullanım sayıları daha büyük bir ivme ile artacaktır. Bu yükseliş ile birlikte Arazi Kayıt uygulamalarının Blockchain tabanlı uygulamalar arasında öne çıkacağını öngörebiliriz. Bunun gibi Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamaların sayısı yükseldikçe, Sınır İhlali Tespit uygulaması tarzı uygulamalar daha kolay bir şekilde hayata geçirilebilecektir. Başarılı sonuçlar görüldükçe daha fazla çeşitlilikte ve sayıda Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamalarını görüyor olacağımızı söyleyebiliriz. Yapılan çalışmaları ve ileriye dönük yapılabilecekler incelendiğinde; coğrafi bilgi sistemleri alanının, Blockchain teknolojisine kullanılabileceği potansiyel yıldız adayları alanlardan olduğunu söyleyebiliriz.

KAYNAKLAR

- Allison, I.**, 2018. Blockchain-based Ubitquity pilots with Brazil's land records bureau. <https://www.ibtimes.co.uk/blockchain-based-ubiquity-pilots-brazils-land-records-bureau-1615518> [April 1, 2018]
- Bithalo.**, 2018. <http://bithalo.org/> [May 19, 2018]
- Christidis, K., & Devetsikiotis, M.**, 2016. Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things. *IEEE Access*, 4, 2292–2303.
- ChromaWay Land Registry.**, 2018. <https://chromaway.com/landregistry/> [May 26, 2018]
- Founder, G. W., & Gavin, E.**, 2017. Ethereum: A Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger, 1–32. <http://www.cryptopapers.net/papers/ethereum-yellowpaper.pdf>
- Huh, S., Cho, S., & Kim, S.**, 2017. Managing IoT devices using blockchain platform. *International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT*, 464–467. <https://doi.org/10.23919/ICACT.2017.7890132>
- Hyperledger. (2018). <https://www.hyperledger.org/> [May 19, 2018]
- Indian Blockchain Land Registry. 2018. <https://www.coindesk.com/andhra-pradesh-partners-with-chromaway-to-develop-blockchain-land-registry/> [April 7, 2018]
- Lemieux, V.**, 2018. Real Estate Transaction Recording in the Blockchain in Brazil (RCPLAC-01) -Case University of British Columbia Records in the Chain Project, (January). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10569.85606>
- Lemieux, V. L.** (2017). Evaluating the Use of Blockchain in Land Transactions: An Archival Science Perspective. *European Property Law Journal*, 6(3), 392–440. <https://doi.org/10.1515/eplj-2017-0019>
- Mike Hearn.** 2018. Smart Property - Bitcoin Wiki. Retrieved March 31, 2018, from https://en.bitcoin.it/wiki/Smart_Property
- Nick Szabo.** 2018. The Idea of Smart Contracts. Retrieved March 31, 2018, from <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/idea.html>
- Spielman, A.** 2016. Blockchain: Digitally Rebuilding the Real Estate Industry. http://dci.mit.edu/assets/papers/spielman_thesis.pdf
- Swan, M.**, 2015. *Blueprint for a new economy*. O'Reilly Media, Inc. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Torun, A.** 2018. Hierarchical Blockchain Architecture for a Relaxed Hegemony on Cadastre Data Management and Update: A Case Study for, [January].
- Ukrainian Blockchain Land Registry.** 2018. <https://www.coindesk.com/ukrainian-government-to-start-blockchain-land-registry-trial-in-october/> [April 7, 2018]
- Yli-Huomo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., & Smolander, K.**, 2016. Where is current research on Blockchain technology? - A systematic review. *PLoS ONE*, 11(10), 1–27. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163477>