



# Ankara'da Blokzincir Tabanlı Arazi Kayıt Sistemi Kullanımı

Arif Furkan Mendi<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup> HAVELSAN, Ankara, Türkiye (ORCID: 0000-0002-0750-4012), [afmendi@havelsan.com.tr](mailto:afmendi@havelsan.com.tr)

(International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT) 2021 – 21-23 October 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.1009659)

**ATIF/REFERENCE:** Mendi, A. F. (2021). Ankara'da Blokzincir Tabanlı Arazi Kayıt Sistemi Kullanımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (29), 193-199.

## Öz

2009 yılında piyasaya çıkan Bitcoin kripto para biriminin temelinde yer alan blokzincir teknolojisi vadettiği avantajlar sebebiyle birçok uygulamada kullanılmaya başlanmıştır. Blokzincir teknolojisi; gıda takibi, tedarik zinciri yönetimi, nesnelere internet, otonom sistemler gibi birçok uygulama alanında kendisine yer bulmaktadır. Bu uygulama alanlarından biri de arazi kayıt sistemleridir. Dünyadaki örneklere bakıldığında birçok ülkenin mevcut arazi kayıt işlemleri için blokzincir teknolojisine yatırım yaptığı görülmektedir. Türkiye'deki mevcut arazi kayıt sürecini incelediğimizde de özellikle tapu sicil dairelerine beyan edilen satış değerinin gerçekleşenden düşük gösterilmesi gibi sorunlar olduğu gözlemlenmektedir. Bunun temelinde, mülk sahiplerinin değer artış vergisinden kaçınmak istemeleri yatmaktadır. Değer artış vergisinin doğru belirlenmesi, devletin bölgelere yapmış olduğu yatırımların tüm vatandaşlara eşit şekilde dönüşünün sağlanması açısından kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, Türkiye'deki mevcut arazi kayıt süreçlerine uygun blokzincir tabanlı bir arazi kayıt sisteminin oluşturulması ve oluşturulan arazi kayıt sisteminin Ankara-Çankaya bölgesinde kullanımı ve elde edilen sonuçlar anlatılacaktır. Çalışma kapsamında yalnızca arsa alanları üzerinde çalışılmış; konut ve işyeri mülkleri kapsama dâhil edilmemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Blokzincir, Blokzincir Mimarisi, Dağıtık Defter

## Blockchain-Based Land Registry System Usage in Turkey-Ankara

### Abstract

Blockchain technology, which is the basis of the Bitcoin cryptocurrency, which was released in 2009, has started to be used in many applications due to the advantages it promises. Blockchain technology; It finds its place in many application areas such as food tracking, supply chain management, internet of things, autonomous systems. One of these application areas is land registration systems. Looking at the examples in the world, it is seen that many countries have invested in blockchain technology for existing land registration transactions. When we examine the current land registration process in Turkey, it is observed that there are problems such as showing the sales value declared to the land registry offices lower than the actual one. At the root of this is the desire of property owners to avoid the value increase tax. The correct determination of the value increase tax is of critical importance in terms of ensuring that the investments made by the state in the regions are returned equally to all citizens. In this study, the creation of a blockchain-based land registration system in accordance with the existing land registration processes in Turkey and the use of the created land registration system in the Ankara-Çankaya region and the results obtained will be explained. Within the scope of the study, only the land areas were included; it has been decided to exclude residential and workplace properties from the scope.

**Keywords:** Blockchain, Land Registration, Blockchain-Based Land Registration

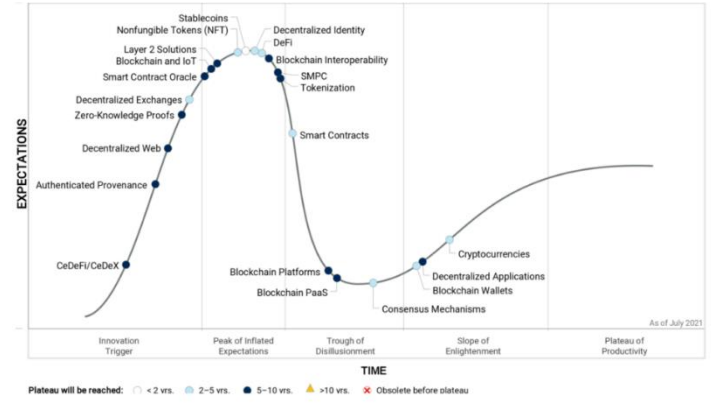
\* Sorumlu Yazar: HAVELSAN, Simülasyon Otonom ve Platform Yönetim Teknolojileri, Ankara, Türkiye, ORCID: 0000-0002-0750-4012, [afmendi@havelsan.com.tr](mailto:afmendi@havelsan.com.tr)

## 1. Giriş

Blokzincir teknolojisi 1992 yılında keşfedilen, günümüzün popüler teknolojilerinden birisidir. Ancak adı Bitcoin'in sansasyonel yükselişine duyulmuştur. Bu teknolojinin sunduğu yetenekler, Bitcoin'in yaygınlaşmasıyla ortaya çıkmaya başlamıştır. Blokzincir, merkezi olmayan dağıtık bir veritabanı teknolojisidir. Veriler bloklar üzerinde toplanır ve onları ilk bloktan itibaren depolayan entegre bir zincir olarak birleştirir. Blokzincir teknolojisini öne çıkaran avantaj, sistemde saklanan verilerin kesin olması ve hiçbir şekilde değiştirilememesidir. Blokzincir sadece finansal işlemler için değil; değer attığımız herhangi bir şeyi kaydetmek için programlanabilen ve işlemlerin bozulmamış bir dijital dağıtık defterde saklandığı teknolojidir. Bu değer, kodla ifade edilebilecek herhangi bir şey olabilir. Gıda takibi, tedarik zinciri yönetimi, arazi kaydı gibi değerler bu şekilde kolaylıkla yönetilebilmektedir. Nesnelerin birbirleriyle doğrudan ve güvenli bir şekilde iletişim kurmasını sağlayan IoT ile birlikte kullanılabilen blokzincir teknolojisi, insanların aracı olmadan birbirleriyle iletişim kurmaları için önemli bir çözümdür. Akıllı evler, şehirler, sağlık sistemleri, tarım, enerji yönetimi de blokzincir teknolojisinin birlikte kullanılabilmesi alanlarıdır. Bu geniş uygulama alanları ve örnekleri ile blokzincir teknolojisine olan ilginin giderek daha popüler hale geldiğini görmekteyiz. Hatta, göz alıcı avantajları ve sansasyonel popüleritesi ile bazı teknoloji uzmanlarının blokzincir teknolojisini, internetteki sonraki en büyük buluş olarak tanımladığı da görülmektedir. İnternet nasıl iletişim için bir altyapı sağlıyorsa, blokzincir teknolojisinin de bilgi paylaşımı için benzer bir anlamı olacağı tartışılmaktadır. Bu iddialı yaklaşım, blokzincir teknolojisinin devrimsel özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Dağıtık defter yapısı, bu tür devrim niteliğindeki özelliklerin ortaya çıktığı temel unsurdur. Dağıtık defter, sistemin kurulduğu andan itibaren oluşturulan, sistemde kurulu ağdaki tüm paydaşlara dağıtılan, üzerine kaydedilen verilerde değişikliğe izin vermeyen bir yapıdır. Ağda meydana gelen her işlem bu yapıda kaydedilip saklanmakta ve katılan tüm üçler paylaşmaktadır. Böylece güvenilir bir üçüncü taraf ihtiyacı ortadan kalmakta ve dağıtık veritabanı yapısı bir nevi dijital noter görevi görmektedir. Blokzincir nispeten yeni bir teknoloji olmasına rağmen, bu kadar güvenli bir yapı sunması nedeniyle üzerinde yapılan çalışmaların sayısının son dönemde önemli bir şekilde arttığını, büyük şirketlerin bu teknolojinin vadettiği göz alıcı avantajlardan yararlanmak için önemli yatırımlar yaptığı görülmektedir.

Bir teknolojiye yatırım yapılırken, ilgili teknoloji ile üretilecek ürünün pazar analizinin ayrıntılı şekilde ortaya konması, başarılı çıktılarının elde edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu tür raporların hazırlanması önemli bir deneyim, bilgi ve piyasa izleme gerektirir. Teknoloji şirketleri günlük rutinlerinde bu kadar derin analiz yapma imkânını bulamayacağı ve/veya yeterli bilgi derinliğine sahip olamayacağı için bazı araştırma şirketleri bu tür araştırmalar yapmakta ve çeşitli raporlar sunmaktadır. Genellikle büyük teknoloji şirketlerinin, teknolojik yatırımlar yaparken bu tür dış analizleri takip ettiğini ve çıktılarını analiz ettikten sonra yatırım kararı aldığı görülmektedir. Gartner bu firmalardan biri olarak pazarda yer alan; teknoloji ve pazar analizi yapan dünyanın önde gelen şirketlerinden biri olarak bilinmektedir. Özellikle yeni nesil teknolojileri takip eden ve birçok detaylı analizler sunan prestijli bir firmadır. Beklendiği gibi Gartner, blokzincir teknolojisinin sunduğu dikkat çekici avantajlara duyarsız kalmamış ve bu

teknoloji hakkında da bir araştırma gerçekleştirmiştir. Yapılan araştırma neticesinde hazırlanan raporda, merkezi olmayan açık blokzincir uygulamalarının gelişiminin ve olgunluğunun arttığı, ancak başarılı özel kurumsal blokzincir projelerinde benzer sonuçların henüz elde edilemediği vurgulanmaktadır. Blokzincir uygulamalarının türlerine göre incelemelerin yapıldığı hype eğrisini incelediğimizde, finansal uygulamaların “aydınlanma eğilimi” aşamasında olduğunu; 2 ile 5 yıl arasında olgunluk düzeyine geçeceği görülmektedir. Blokzincir teknolojisinin finansal uygulamaları dışında çokça kullanılan; akıllı sözleşme uygulamalarının ise şu an “hayal kırıklığı” aşamasında olduğu, olgunluk seviyesine ulaşabilmesinin biraz daha uzun süreceği; fakat 5 ile 10 yıl arasında bu alanda da olgunluk düzlüğüne çıkılacağı görülmektedir (Görsel 1) (Litan, 2021).



Görsel 1: Blokzincir Hype Eğrisi (Litan, 2021)

Her ne kadar “hayal kırıklığı aşaması” isim olarak olumsuzluk çağırırsa da tüm yeni nesil teknolojilerin geçtiği/gececeği bir faz olduğunu söyleyebiliriz. Teknoloji ile ilgili öngörülen abartılı beklentilerin boşa çıktığının somut olarak görülmesi hayal kırıklığı olarak adlandırılmaktadır. Bu aşamadan sonra, teknolojinin kabiliyeti daha gerçekçi olarak ele alınmaya başlanacak, uygulamaların başarı oranı da yükselecektir. Blokzincir teknolojisinin finans alanının dışında kalan uygulamaların çoğunluğu akıllı sözleşme yapısı ile sağlandığını düşündüğümüzde, şu anki hayal kırıklığının olumsuz bir durum teşkil etmemesi gerektiği, yakın zamanda yapılacak çalışmalar ve uygulama sayısındaki artış sayesinde olgunluk seviyesinin de yükseltileceğini rahatlıkla öngörebiliriz.

2015 yılından itibaren farklı alanlarda, blokzincir teknolojisini kullanan birçok uygulamanın geliştirildiğini görmekteyiz. Akıllı mülkiyet de bu alanlardan birisidir. Birçok uzman, blokzincir uygulamalarının kripto para uygulamaları ile sınırlı olmadığını ve blokzincir teknolojisinin getirdiği akıllı mülkiyet kavramının çeşitli alanlarda kullanılabilmesini savunmaktadır. Akıllı mülkiyet kavramının farklı alanlarda kullanılmasıyla çeşitliliğin sağlanacağı ve teknoloji hakkında bilgi birikiminin artacağı öngörülmektedir (Yli-Huumo et al., 2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve blokzincir teknolojisinin bir arada kullanılabilmesi birçok uygulama bulunmaktadır. Arazi kayıt sistemleri, bu kullanımların en popüler ve potansiyel yükselen yıldızlarından birisidir. Arazi kayıt sistemleri genellikle tapu kanıtını sağlamak, işlemleri kolaylaştırmak ve yasadışı elden çıkarmayı önlemek için mülkiyet veya diğer haklara ilişkin konuların kaydedilebildiği sistemleri tanımlar. Bu süreç genellikle devlet kurumları tarafından kontrol edilir. Arazi kayıt sistemlerinin gereksinimleri ülkeden ülkeye farklılık gösterse de hepsinin ortak özelliği böyle bir sistemin getireceği göze alıcı avantajlar ve kolaylıklardır. Türkiye’deki mevcut arazi kayıt

sürecini incelediğimizde de özellikle tapu sicil dairelerine beyan edilen satış değerinin gerçekleşenden düşük gösterilmesi gibi sorunlar olduğu gözlemlenmektedir. Bunun temelinde, mülk sahiplerinin değer artış vergisini ödemek istememeleridir. Değer artış vergisinin doğru belirlenmesi ve temini; devletin bölgelere yapmış olduğu yatırımların tüm vatandaşlara eşit şekilde dönüşünün sağlanması açısından kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, Türkiye'deki mevcut arazi kayıt süreçlerine uygun blokzincir tabanlı bir arazi kayıt sisteminin oluşturulması ve oluşturulan arazi kayıt sisteminin Ankara-Çankaya bölgesinde kullanımı ve elde edilen sonuçlar anlatılacaktır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Çalışma kapsamında blokzincir teknolojisi ile ilgili literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Teknolojinin detaylı anlatımları ve uygulama örneklerinin yer aldığı birçok akademik makale incelenmiştir. Blokzincir tabanlı arazi kayıt sistemlerinin dünyadaki örnek uygulamaları incelenmiş ve kullanım kılavuzlarından yararlanılmıştır. Türkiye'de mevcut mevzuata uygun blokzincir tabanlı arazi kayıt sistemlerinin başarılı bir şekilde kurulabilmesi için; ana materyal olarak Türkiye'de yürürlükte olan arazi kayıt süreç rehberi kullanılmıştır. Pazar ve teknoloji analizlerinin yapıldığı kaynaklar da birincil malzeme olarak kullanılmıştır.

Blokzincir teknolojisi kullanılarak oluşturulacak sistemde; faydalanılacak materyallerden en önemlilerinden biri kullanılacak blokzincir altyapısı olacaktır. Birçok altyapı tedarikçisi, kullanıcılarına uygulamalarını oluşturmaları için platform sağlamaktadır. Tüm bu altyapı sağlayıcıları değerlendirildikten sonra akıllı sözleşmeler altyapısı sunan çeşitli alternatifler arasında Hyperledger Fabric kullanılmasına karar verilmiştir. Araştırmanın detayları gerçekleştirilen çalışma bölümünde açıklanmıştır.

### 2.2. Metot

Metodolojiyi incelediğimizde öncelikle literatür taraması yapılmış ve dünyadaki uygulama örnekleri incelenmiştir. Literatür taramasının tamamlanmasının ardından, uygulamanın oluşturulması aşamasına geçilmiştir. Bunun için Türkiye'de mevcut durumda yürürlükte olan arazi kayıt süreci araştırılmıştır. İnceleme sonucunda gereksinimler hazırlanmış ve sistem tasarımı yapılmıştır. Sonraki aşamada blokzincir tabanlı sistemin geliştirilmesi için uygun altyapı seçenekleri değerlendirilmiş ve geliştirilecek uygulama için en uygun altyapı üzerine geliştirim tamamlanmıştır. Ardından, pilot çalışma bölgesi olan Ankara-Çankaya bölgesinde, kurulan bu sistemin çalıştırılması faaliyeti gerçekleştirilmiştir. Ayrıntılı çalışma yöntem adımları Görsel 2'de verilmiştir.

### 2.3. Literatür Özeti

Lemieux, blokzincir teknolojisini arazi kayıt işlemlerini kökten değiştirme potansiyeline sahip yeni bir teknoloji olduğunu savunmaktadır. Yazar Brezilya, Gürcistan, Honduras, Gana, Hindistan, Japonya ve İsveç'teki gereksinimler doğrultusunda geliştirilen blokzincir tabanlı arazi kayıt uygulamalarını teknik olarak ele almaktadır. Bu ülkeler içerisinde belirlenen bölgelerdeki pilot uygulamalar anlatılmaktadır. Ayrıca, Lemieux blokzincir tabanlı arazi kayıt sistemlerinin tam zamanlı kullanıcılarının sayısının artacağını da öngörmektedir (Lemieux, 2017).

Spielman, Blockchain teknolojisini arazi kayıt süreci üzerinde devrim niteliğinde bir etkiye sahip olacağını ve sürecin gidişatını olumlu yönde değiştireceğini iddia etmektedir. Mevcut arazi kayıt süreçlerinin blokzincir teknolojisi ile yönetilmesine başlanması ile işlemlerde verimliliğin artacağı, işlemlerde yaşanan dolandırıcılığın önlenebileceği, işlemlerin daha yüksek güvenlik, izlenebilirlik ve şeffaflık ile gerçekleştirilebileceği öne sürülmektedir (Spielman, 2016).

ABD merkezli blokzincir teknoloji şirketi Factom, Honduras için blokzincir tabanlı bir arazi kayıt çözümü geliştirmiştir. Honduras için geliştirilen bu uygulama, arazi kaydı için blokzincir teknolojisini kullanan ilk uygulamadır. Honduras hükümetinin blokzincir tabanlı bir tapu kayıt sistemine geçmek istemesinin temel nedeni, arazi kayıt sürecindeki usulsüzlükleri önlemektir. Kurulan sistem Kasım 2015 tarihinden itibaren 3 ay süreyle çalıştırılmıştır (Lemieux, 2017).

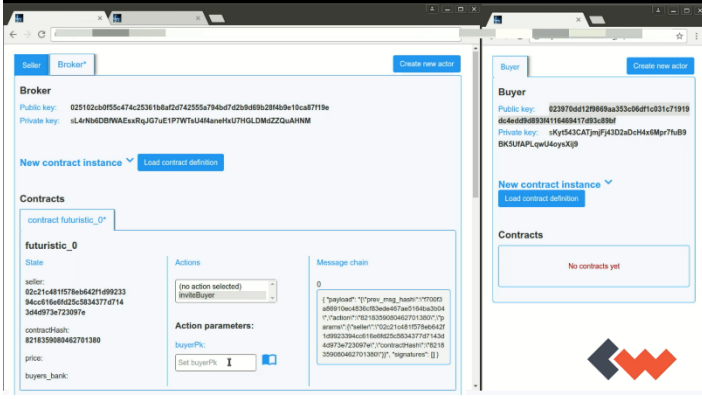
13 adımda arazi kayıt işlemlerini gerçekleştiren Brezilya, blokzincir tabanlı arazi kayıt sistemine geçiş yapan bir diğer ülkedir. Brezilya hükümeti, maliyetleri ve usulsüzlükleri azaltmanın yanı sıra işlemlerde doğruluk, şeffaflık, izlenebilirlik ve yüksek güvenlik sağlamak için blokzincir teknolojisini kullanmaya karar vermiş ve Ubitquity firması tarafından geliştirilen bir çözümü Mayıs 2017'de Rio Grande do Sul Eyaletinde kullanıma almıştır. 3 aylık bir süre boyunca çalıştırılan sistem sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiş, kayıt sistemindeki hataların azaldığı ve arşivlemede önemli bir kolaylık sağlandığı görülmüştür (Allison, 2018).

İsveç, arazi kayıt sürecini blokzincir tabanlı bir sisteme taşıyan başka bir ülke olmasına rağmen, kullanım nedeni diğer ülkelerden farklıdır. İsveç "Dünya Bankası İş Endeksi" verilerine göre emlak tescil işlemlerinde en güvenilir ülkelerden biridir. Brezilya ve Honduras gibi ülkelerin arazi kayıt işlemlerini blokzincir teknolojisine geçirmesinin temel nedeni tapu işlemlerindeki usulsüzlüklerin önüne geçmek iken, İsveç'te böyle bir durum yoktur. Mülk devir sürecini toplamda 7 adımda yöneten İsveç'te ChromaWay şirketi, blokzincir teknolojisinden yararlanarak dijital bir atılım yaparak süreçleri blokzincir teknolojisine taşımıştır. Temmuz-Ekim 2017 arasında kullanılan sistemin yaygınlaştırılması için çalışmalar devam etmektedir (Lemieux, 2017). Geliştirilen sistemde arazi sahibi ve alıcı taraf arasındaki işlemi gösteren bir kullanıcı arayüz gösterim örneği Görsel 3'te verilmektedir.



Görsel 2: Çalışma Yöntem Adımları





Görsel 3: ChromaWay Blokzincir Tabanlı Arazi Kayıt Sistemi Ekran Görüntüsü

## 2.4. Gerçekleştirilen Çalışma

### 2.4.1. Sistem Tasarımı ve Kullanılacak Altyapı Seçimi

Arazi kayıt işlemleri, ülkelerin yerel operasyonlarına göre değişiklik gösteren işlemlerdir. Her ülkenin yerel yapısına uygun işleyişi benimsediği görülmektedir. Bu sebeple ilk olarak, Türkiye'de arazi kayıt sistemi sürecinin incelenmesi faaliyeti gerçekleştirilmiştir. Türkiye'de arazi kayıt sürecinin tapu müdürlüklerinin kontrolünde olduğu tespit edilmiştir. Arazi kayıt işleminin, mülk sahibi ve alıcı taraflar arasında anlaşmaya varıldıktan sonra toplam sekiz adımda gerçekleştirildiği tespit edilmiştir (Görsel 4). Bu adımlar aşağıda verilmektedir:

- Rayıç Bedel Belirleme:** Arazinin bulunduğu belediyeye başvurularak, rayıç bedel belirlenir.
- Borcu Yoktur Yazısının Alınması:** Yine arazinin bulunduğu belediyeye başvurularak, borcu yoktur yazısı alınır.
- Tapu Harçları Yatırılır:** Belediye tarafından belirlenen rayıç bedel üzerinden hem alıcı hem satıcı taraf %2'lik tapu harcını bankaya yatırır.
- İpotek Başvurusu:** Eğer alıcı taraf banka kredisi kullanacak ise, bu işlem başlatır. Gerekli evraklar hazırlanır.
- Devir Evrakları:** Hem satıcı hem alıcı taraf, devir için istenen; kimlik fotokopisi, vesikalık resim, tapu fotokopisi gibi belgeleri hazırlar.
- Evrakların Tapu Sicil Dairesine Teslimi:** Harç ödeme dekontu, kimlik fotokopileri gibi devir için gerekli evraklar Tapu Sicil Dairesine teslim edilir.
- Tapu Devir Randevusu:** Devir işlemini gerçekleştirmek için Tapu Sicil Dairesinden randevu alınır.
- Sürecin Tamamlanması:** Süreçte herhangi bir sorun görülmemesi durumunda alıcı ve satıcı taraf tapu sicil dairesine başvurur, ıslak imzaların ardından süreç tamamlanır.



Görsel 4: Türkiye'deki Mevcut Arazi Kayıt Süreci

Mevcut durumda tüm bu adımların gerçekleşmesi en az 2-3 gün sürmektedir. Bu süre içerisinde Tapu Sicil Dairesi, söz konusu arazi kayıt işleminin uygunluğu için çalışma yapmakta ve herhangi bir olumsuzluk yoksa işleme onay vermektedir. Türkiye'de yürürlükte olan kanunları incelediğimizde; mülk sahibi, beş yıl içinde mülkünü satması durumunda, satış ile alış fiyatı arasındaki fark üzerinden değer artış vergisi ödemekle yükümlü olduğu görülmektedir. Bu vergi, devlet tarafından yapılan kamu yatırımlarının ilgili mülk sahibinin değer artışı üzerindeki etkisinin mali olarak tahsil edilmesini ve bu gelirin diğer bölgelere yatırım olarak aktarılmasını sağlamak amacıyla kurulmuş bir mekanizmadır. Devletin tüm vatandaşlarına eşit hizmet sunabilmesi için bu verginin doğru tespiti büyük önem taşımaktadır. Ne yazık ki, bu vergiden kaçınmak veya düşük vergi ödemek için bazen arazi satış değerlerinin gerçekte olduğundan daha düşük beyan edildiği görülmektedir. Mevcut durumda, alıcı ve satıcı, gayrimenkul alım satımı sürecinde; anlaşılacakları mülk satış fiyatına karar verdikten sonra, belediyenin belirlediği rayıç değer ile birlikte Tapu Sicil Dairesine başvururlar. Bu başvuru sırasında alıcı ve satıcı taraflar, aralarında yaptıkları pazarlık sonucunda anlaşılacakları satış tutarını da Tapu Sicil Dairesine bildirirler. Para alışverişi genellikle taraflar arasında fiziki olarak yapıldığından, Tapu Sicil Dairesi beyan edilen satış fiyatının doğruluğunu kontrol edemez. Satış fiyatlarının tahrip edilmiş bir şekilde kayıtlara geçilmesi, doğru satış değerlerinin elde edilememesine neden olmaktadır. Para alışverişi genellikle taraflar arasında fiziki olarak yapıldığından, Tapu Sicil Dairesi beyan edilen satış tutarının doğruluğunu kontrol edememektedir. Değer artış vergisinin doğru belirlenmesi, devletin vatandaşlarına adil bir model ortaya koyması açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle fiili satış değerlerinin elde edilmesi toplum refahı açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca arazi kayıt işleminin tamamlanması için birçok kuruma fiziki başvuru yapılması, çok sayıda fiziki belge hazırlanması ve yüksek miktarda fiziksel aktivite gerekmektedir.

Kurulacak sistemin akışı belirlendikten sonra, kullanılacak blokzincir altyapısının belirlenmesi aşamasına geçilmiştir. Bu noktada akıllı sözleşmeler yapısı sayesinde blokzincir teknolojisinin avantajlarından faydalanılması planlanmıştır. Akıllı sözleşmeler ve akıllı mülkler blokzincir teknolojisinin birlikte duyurulduğu terimlerdir. Akıllı sözleşmeler fikrini, blokzincir teknolojisinin kalbi olarak niteleyebiliriz. Akıllı sözleşmeler ile iş akışları, herhangi bir harici tetikleme ihtiyacı duymadan yönetilip yürütülmektedir. Otomatik çalışan iş kuralları sayesinde herhangi bir merkezi güvenilir otorite olmadan akış sağlanmaktadır. Akıllı sözleşmeler fikri ilk olarak 1997 yılında Nick Szabo tarafından önerilmiş olmasına rağmen (Szabo, 2018), "Akıllı Mülkiyet" kavramı ilk olarak Mike Hearn tarafından mülk devir sürecini takip etmek için önerilmiştir (Mike Hearn, 2018). Ethereum ve Hyperledger, akıllı sözleşme altyapısı sunan en popüler ve güçlü altyapı sağlayıcıları olarak karşımıza çıkmaktadır.

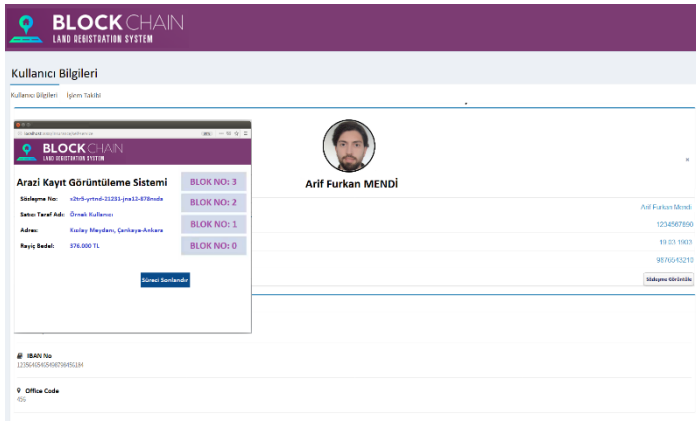
Ethereum ve Hyperledger gibi iki güçlü alternatif arasından seçim yapabilmek için kriterleri doğru belirlemek gerekmektedir. Bunlardan en önemlisi düğümlerin ağa katılım iznidir. Burada iki seçenek var; açık veya özel yapı. Açık ağ oluşturma durumunda, katılımcıların ağa katılması için herhangi bir kontrol mekanizması yoktur. Bunun en iyi örneği Bitcoin kripto para ağıdır. Burada herkes ağa katılabilmekte, açık muhasebe defterinin birer kopyasını alabilmektedir. Ancak kurumsal düzeyde bir uygulama oluşturulacağı zaman, katılımcıları belirlemek ve yetkilerini atamak için özel bir yapının kurulması

gerekmektedir. Özel yapıda, yalnızca yetkili okuyucuların ve yazarların katılabileceği bir ağ oluşturulmaktadır. Bu noktada kuracağımız sistemde böyle özel bir yapıya ihtiyacımız olduğunu görmekteyiz. Ethereum, kullanıcılarına açık bir ağ ve özelleştirmesi zor bir yapı sunmaktadır. Diğer taraftan Hyperledger, kullanıcılarına açık veya özel olarak bir ağ oluşturma imkânı sağlamaktadır. Ayrıca Hyperledger, kullanıcılarına daha esnek bir ağ kurulum imkânı sağlar (Valenta & Sandner, 2017). Tüm bu avantajlar ve kuracağımız sistemdeki ihtiyaçlarımız göz önünde bulundurularak Hyperledger tercih edilmesinin daha uygun olacağı değerlendirilmiştir.

Hyperledger'in sunmuş olduğu birçok altyapı çözümü mevcuttur. Bunlardan biri ve en popülerleri Hyperledger Fabric'tir. Modüler bir yapıya sahip uygulamalar veya çözümler geliştirmek için bir temel olarak tasarlanan Hyperledger Fabric, fikir birliği ve katılımcı yönetimi gibi bileşenlerin tak ve çalıştır olarak kullanılabilmesini sağlar. Ayrıca, genel programlama dillerinde belirli bir standarda göre yazılmış uygulamaları, kripto para birimine sistemik bir bağımlılık olmaksızın çalıştıran ilk blokzincirdir. Tüm bu avantajlar değerlendirildikten sonra kurulacak blokzincir tabanlı sistem için Hyperledger Fabric'in kullanılmasına karar verilmiştir. Ayrıca ağın Hyperledger Fabric üzerinde kurulumu ve gösterimi için Hyperledger'in sunduğu araçlardan biri olan Hyperledger Composer tercih edilmiştir. Composer aracı, kolay arayüzü ile blokzincir akıllı sözleşme yapısının kolayca oluşturulmasını sağlamakta, ağ dağıtım noktasında esneklik ve kolay kullanım imkânı sunmaktadır (Hyperledger, 2018).

#### 2.4.2. Sistemin Kurulması

Blokzincir akıllı sözleşme altyapı sağlayıcısı ve sistem akışı belirlendikten sonra, tasarlanan sistemin geliştirme aşamasına geçilmiştir. Tasarlanan sistemin ilk adımında, mülk sahibi sisteme giriş yapar ve sahip olduğu mülkler listesinden satışa çıkarmak istediği mülkü seçer. Mutabakat ile ilgili detaylı bilgileri (fiyat, alıcı taraf bilgisi vb.) girer. Mutabakat bilgileri girildikten sonra mülk sahibi tarafından akıllı sözleşme akışı oluşturulur ve alıcı tarafın işleme dâhil edilebilmesi için sistem tarafından mülk satış kodu oluşturulur. Alıcı taraf bu satış kodu ile sisteme giriş yapar ve mülkün mekânsal bilgilerini ve mutabakat hakkında detaylı bilgileri görüntüler. Bu bilgileri kontrol ettikten sonra uygun bulmazsa, sözleşmeyi ilerletmeyi durdurur. Böyle bir durumda akış iptal edilir ve işlem sonlandırılır. Arazinin mekânsal bilgilerini ve anlaşma koşullarını kabul ettiği takdirde onaylar ve süreci ilerletir (Görsel 5).



Görsel 5: Kurulan Blokzincir Tabanlı Arazi Kayıt Sistemi Alıcı Onay Ekran Görüntüsü

Alıcının işlemi onaylamasından sonra taşınmazın bulunduğu belediye işleme dâhil edilir. Mülkün rayiç bedelini belirler ve borcu olmadığını teyit eder. Mülkün borcu olduğu tespit edilirse akış iptal edilir ve işlem sonlandırılır.

Belediyenin onayını takiben, ödeme işlemlerinin yapılabilmesi için mülk sahibi ve alıcı tarafların bankaları sisteme dâhil edilir. Alıcı tarafın bankası ödeme işlemini gerçekleştirdikten sonra sistem üzerinden ödeme talimatını onaylar. Bu ödeme talebinin banka kredisi, taksit, nakit vb. ile yapılıp yapılmayacağı tamamen banka ile alıcı arasındaki anlaşmaya bağlıdır. Sistem bu noktada banka ile alıcı taraf arasındaki sözleşmeye müdahale etmemektedir. Mülk sahibinin bankası, ödeme talimatının geldiğini onaylarsa işlem bir sonraki aşamaya ilerler. Ödeme işlemlerinde bankalar tarafından herhangi bir uygunsuzluk görülmesi halinde akış iptal edilir ve işlem sonlandırılır.

Tarafların bankaları ödeme işlemlerini onayladıktan sonra Tapu Sicil Dairesi sürece dâhil edilir. Tüm süreci inceledikten sonra satışa engel herhangi bir durum tespit etmezse işlemi onaylar. Bu onay ile para ve mülk transferi aynı anda güvenli bir şekilde gerçekleşir. Ardından süreç başarıyla tamamlanmış olur.

#### 2.4.3. Sistemin Çalıştırılması

Geliştirilen blokzincir tabanlı arazi kayıt sisteminin kullanılması, veri takibinde güvenlik, aracısız işlem, şeffaflık gibi devrim niteliğinde avantajlar sağlayacaktır. Hazırlanan sistem, Türkiye'deki mevcut arazi kayıt sürecine göre tasarlanmış olsa da, sistem ülke genelinde kullanıma alınır, ölçeklenebilirlik ve sistemin yönetimi gibi bazı önemli konuların ele alınması gerekecektir. Devletin desteği olmadan ve sistemin kullanımını yaygınlaştıracak yeterli sayıda teknik ekip kurulmadan böyle bir uygulamanın yapılması mümkün değildir. Daha önce kendi yerel işleyişlerine uygun tasarladıkları blokzincir tabanlı arazi kayıt sistemini hayata geçiren Brezilya, İsveç, Honduras gibi ülkelerin bile bunu ülke genelinde yapmak yerine pilot bölge seçerek yaptığını görmekteyiz. Bu nedenle çalışmamızı kullanacağımız bir pilot bölgenin seçilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Türkiye'nin başkenti olan Ankara'nın nüfusu en kalabalık ilçesi olan Çankaya pilot çalışma bölgesi olarak seçilmiştir. Ayrıca, çalışma kapsamının biraz daha özelleştirilebilmesi için yalnızca arsaların kapsama dâhil edilmesi; konut ve işyeri mülklerinin kapsam dışında tutulmasına karar verilmiştir.

Pilot çalışma alanı ve kapsamı belirlendikten sonraki adım, sistemin bu bölgede çalıştırılması olmuştur. Kurulan sistem mevcut arazi kayıt işlemlerine göre hazırlanmış olsa da kullanımı ancak devlet teşviki ve kanunların desteği ile mümkündür. Uygulamanın mevzuat ile desteklenerek sistemin kullanımının sağlanması ile sistem üzerinden yapılan işlemler hukuki delil olarak kabul edilecek ve böylece sistem üzerinde gerçekleşen işlemler resmi bir dayanak haline gelecektir. Ancak çalışma kapsamında böylesine köklü bir değişiklik yapma imkânımız olmadığı için geliştirilen sistemi işletmek için alternatif bir çözüm bulmamız gerekti. Bu sorunun çözümü için, kurmuş olduğumuz sisteme günlük arazi satış verilerinin sağlanması için bir çalışma yürüttük. Türkiye'nin en çok bilinen ve kullanılan online arsa satış platformundan 6 ay (Mart 2021 – Ağustos 2021 arası) süre ile günlük arazi satış verilerinin kurmuş olduğumuz sisteme (günlük olarak) aktarımını gerçekleştirdik. Bu sayede geliştirdiğimiz sistemin gerçek zamanlı veriler ile beslenmesi sağlamış olduk.

Sistemin 6 ay boyunca işletilmesi sonucunda Çankaya ilçesi mahalle bazında ortalama arsa satış değerleri elde edilmiştir (Tablo 1). Bu pilot çalışma döneminde mahallelerin arsa satış değeri değerlendirildiğinde, Çankaya bölgesinin m<sup>2</sup> başına ortalama arsa satış değerinin 2.599 ₺ olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Çankaya Mahalleleri Arsa Satış Verileri

Mahalle Adı	m <sup>2</sup> Satış Fiyatı (₺)	Ortalama Brüt Alan (m <sup>2</sup> )	Ortalama Satış Fiyatı (₺)
100.yıl	7.067	580	4.098.850
50.yıl	1.384	486	672.410
Ahlatlıbel	1.289	330	425.320
Akpınar	371	1.190	441.020
Alacaatlı	1.525	1.800	2.745.400
Aşağı Dikmen	77	1.000	77.300
Aşağı İmrahor	1.736	590	1.024.450
Aşağı Öveçler	2.962	614	1.818.406
Aşıkpaşa	2.182	235	512.660
Ata	5.562	734	4.082.200
Aydınlar	634	525	333.110
Ayrancı	641	690	442.120
Aziziye	7.341	1.338	9.822.300
Bademlidere	2.233	181	404.173
Bağcılar	2.540	1.572	3.992.400
Bahçelievler	2.964	2.800	8.298.980
Balgat	3.250	883	2.870.040
Barbaros	6.832	580	3.962.300
Beytepe	1.307	540	706.000
Birlik	2.268	673	1.526.364
Boztepe	1.296	190	246.300
Büyükesat	4.610	850	3.918.220
Cebeci	315	300	94.600
Cevizlidere	1.050	1.400	1.470.520
Çamlıtepe	2.930	389	1.139.860
Çankaya	1.404	1.700	2.386.050
Çavuşlu	209	756	157.860
Çayyolu	1.727	384	662.990
Çiğdem	3.953	287	1.134.500
Çukurambar	278	206	57.334
Devlet	7.980	1.000	7.980.480
Dilekler	1.802	136	245.100
Dodurga	741	1.140	845.100
Doğuş	2.725	745	2.030.110
Emek	8.401	300	2.520.300
Ertuğrulgazi	1.308	602	787.660
Esatoğlu	7.251	580	4.205.350
Fakülteler	2.231	446	995.200
Gaziosmanpaşa	7.718	600	4.630.500
Gökkuşluğu	1.038	425	441.150
Göktürk	1.786	437	780.482
Güvenevler	3.576	165	590.020
Güzeltepe	2.312	20.000	46.232.500
Harbiye	208	631	131.450
Huzur	1.971	312	615.100
İlkadım	2.674	674	1.802.500
İlkbahar	2.128	400	851.100
İncesu	7.046	240	1.691.000
İşçi Blokları	339	507	172.120
Karahasanlı	106	472	50.040
Karapınar	470	700	329.050
Karataş	690	300	207.060
Kavaklıdere	5.609	560	3.141.050
Kazım Özalp	6.391	642	4.103.020

Keklik Pınarı	1.290	240	309.500
Kırkkonaklar	2.367	621	1.470.020
Kızılay	841	1.000	841.020
Konutkent	1.805	241	434.980
Kömürcü	106	472	50.110
Küçükesat	7.518	560	4.210.030
Kültür	9.270	1.000	9.270.040
Malazgirt	1.934	260	502.950
Mebusevleri	548	314	172.095
Meşrutiyet	3.917	927	3.631.080
Metin Akkuş	2.259	932	2.105.035
Mimar Sinan	1.682	120	201.850
Muhsin Ertuğrul	1.755	360	631.640
Mustafa Kemal	8.613	1.025	8.828.060
Mutlukent	3.775	630	2.378.040
Mürsel Uluç	1.677	567	951.000
Oğuzlar	610	11.132	6.792.650
Oran	5.113	560	2.863.130
Orta İmrahor	1.079	218	235.200
Osman Temiz	2.183	1.092	2.384.120
Öveçler	5.085	950	4.831.100
Prof. Dr. Ahmet Taner Kışlalı	1.946	325	632.350
Sağlık	6.925	400	2.769.960
Sancak	3.288	309	1.015.840
Seyranbağları	847	416	352.440
Şehit Cevdet Özdemir	496	451	223.750
Tınaztepe	157	477	74.910
Tohumlar	107	550	58.650
Topraklık	1.014	485	491.800
Ümit	3.001	320	960.330
Üniversiteler	2.775	384	1.065.600
Yakupabdal	274	504	137.950
Yaşamkent	1.497	249	372.840
Yayla	56	1.025	57.550
Yeşilkent	689	300	206.660
Yıldızevler	2.057	600	1.234.060
Yukarı Dikmen	2.984	1.020	3.043.770
Yukarı Öveçler	288	180	51.850
Zafertepe	1.475	232	342.250

### 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Türkiye'deki mevcut arazi kayıt sürecinin doğru bir şekilde tespiti, kurulan sistemin tutarlılığı için büyük öneme sahiptir. Bu sebeple, arazi kayıt süreci ile ilgili mevzuat derinlemesine analiz edilmiş, tapu sicil daireleri ile görüşmeler gerçekleştirilerek mevcut sürece hâkimiyet sağlanmıştır. Diğer taraftan, kurulacak blokzincir tabanlı sistemin hangi altyapı üzerine inşa edileceği de önemli hususlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Mevcut durumda, piyasada Ethereum ve Hyperledger altyapıları üzerine geliştirilen birçok blokzincir uygulaması olduğu bilinmektedir. Ethereum tabanlı uygulamaların çoğunluğu finansal alanda iken, Hyperledger altyapısını kullanan uygulamaların çok çeşitli alanlarda olduğu görülmektedir. Bunun temel sebebi, Hyperledger'in sunmuş olduğu esnek mimarisi ve akıllı sözleşmeler yapısıdır. Ethereum biraz daha standart bir akıllı sözleşme yapısı sunarken, Hyperledger ise blokzincir ağının yapısının geliştiriciler tarafından düzenlenmesine imkân sağlamaktadır. Bu sebeple geliştirilen sistem için Hyperledger Fabric ve Composer altyapıları tercih edilmiştir. Uygulamanın geliştirilmesi aşamasında ise yapılan bu tercihin ne denli doğru olduğunu gözlemlene fırsatı elde edilmiştir. Açık kaynaklı bir altyapı olan Hyperledger için dünyanın her yerinde geliştiriciler bulunmakta, çalışmalar birçok platformda paylaşılmaktadır.



Böylelikle, yeni nesil teknolojilerin geliştirimi aşamasında karşılaşılan en büyük problemlerden olan kaynak (doküman ve karşılaşılan sorunlara benzer çözümlerin paylaşımı) bulma sıkıntısını bu çalışmada aştığımızı söyleyebiliriz. Karşılaşılan birçok problemi gidermek için kaynak bulmak kolaylaşmış, bu da geliştirim süresini kısaltmıştır.

Kurulan blokzincir tabanlı sistem, Türkiye'deki mevcut arazi kayıt sürecine göre tasarlanmış olsa da devletin desteği olmadan ve sistemin kullanımını yaygınlaştıracak yeterli sayıda teknik ekip kurulmadan böyle bir uygulamanın yapılması mümkün değildir. Bu nedenle çalışmamız için bir pilot alan belirledik. Türkiye'nin başkenti olan Ankara'nın nüfusu en kalabalık ilçesi olan Çankaya pilot çalışma bölgesi olarak seçilmiştir. Ayrıca, çalışma kapsamının biraz daha özelleştirilebilmesi için yalnızca arsaların kapsama dâhil edilmesi; konut ve işyeri mülklerinin kapsam dışında tutulmasına karar verilmiştir.

Kurulan sistemin kullanımı için mevzuatsal değişiklikler yapılması, kanunlar tarafından desteklenmesi gerekmektedir. Ancak bu çalışma kapsamında böylesine köklü bir değişiklik yapma imkânımız olmadığı için geliştirilen sistemi işletmek için alternatif bir çözüm uygulanmıştır. Türkiye'nin en çok bilinen ve kullanılan online arsa satış platformundan 6 aylık (Mart 2021 – Ağustos 2021 arası) günlük arazi satış verileri sistemimize aktarılmıştır. Bu sayede geliştirdiğimiz sistemin gerçek zamanlı verilerden beslenmesi sağlanmıştır. Bu süre zarfında elde edilen veriler değerlendirildiğinde Çankaya ilçesi için m<sup>2</sup> başına ortalama arazi satış değerinin 2.599 ₺ olduğu tespit edilmiştir.

#### 4. Sonuç

İçinde bulunduğumuz teknoloji çağının getirmiş olduğu dijitalleşme sayesinde teknolojik gelişim hızlanmış, günlük hayat da dâhil olmak üzere pek çok alanda önemli değişiklikler görülmeye başlanmıştır. Özellikle COVID-19 dönemindeki fiziki kısıtlamalar, dijitalleşmenin önemini somut olarak ortaya çıkartmıştır. Blokzincir teknolojisi, dijitalleşme çağının en önde gelen teknolojilerinden biridir. Sunmuş olduğu aracısız işlem, şeffaflık ve yüksek güvenlik avantajları diğer teknolojilerden bir adım öne çıkmasına sebep olmaktadır. Blokzincir teknolojisi gıda takibi, tedarik zinciri yönetimi, nesnelerin internet, otonom sistemler gibi birçok uygulama alanında kendisine yer bulmaktadır. Bu uygulama alanlarından biri de arazi kayıt sistemleridir. Dünyadaki örneklere bakıldığında birçok ülkenin mevcut arazi kayıt işlemleri için blokzincir teknolojisine yatırım yaptığı görülmektedir. Türkiye'deki mevcut arazi kayıt sürecini incelediğimizde de özellikle tapu sicil dairelerine beyan edilen satış değerinin gerçekleşenden düşük gösterilmesi gibi sorunlar olduğu gözlemlenmektedir. Bunun temelinde, mülk sahiplerinin değer artış vergisinden kaçınmak istemeleri yatmaktadır. Değer artış vergisinin doğru belirlenmesi, devletin bölgelere yapmış olduğu yatırımların tüm vatandaşlara eşit şekilde dönüşünün sağlanması açısından kritik öneme sahiptir. Bu ihtiyaçtan yola çıkarak, Türkiye'deki mevcut arazi kayıt süreçlerine uygun olacak blokzincir tabanlı bir gayrimenkul el değişim sistemi kurulmuştur. Kurulan sistemin Türkiye'de kullanımı için mevzuatsal değişiklikler yapılması, kanunlar tarafından desteklenmesi gerekmektedir. Ancak bu çalışma kapsamında böylesine köklü bir değişiklik yapma imkânımız olmadığı Ankara-Çankaya pilot çalışma bölgesi olarak seçilmiştir. Sistemin Ankara-Çankaya pilot bölgesinde kullanılmasının önündeki yasal engelleri aşmak için Türkiye'nin en çok bilinen ve kullanılan online arsa satış platform ile entegrasyonu

sağlanmıştır. Böylelikle 6 ay süre ile çalıştırılan sistem üzerinden ciddi veriler toplanmış, mahalle bazında ortalama arazi değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değerlerin tapu sicil dairelerine beyan edilen değerlerin üzerinde olduğunu düşündüğümüzde, sistemin başarılı olduğu görülmektedir. Şu an ihtiyaç olan nokta, kurulan bu sistemin ülke genelinde kullanıma alınmasıdır. Böylelikle değer artış vergisinin doğru belirlenmesinin önündeki engeli kaldırabilmek için bir araç edinilmiş olacaktır. Ayrıca geliştirilen sistemin kullanımının yaygınlaşması ile blokzincir teknolojisinin olgunluk seviyesinde artış elde edilmesine de katkı sağlanacaktır.

#### Kaynakça

- Allison, I. (2018). *Blockchain-based Ubiquity pilots with Brazil's land records bureau*. <https://www.ibtimes.co.uk/blockchain-based-ubiquity-pilots-brazils-land-records-bureau-1615518>
- Hyperledger. (2018). *Hyperledger Projects - Hyperledger*. <https://www.hyperledger.org/projects>
- 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>
- Litan, A. (2021). *Hype Cycle for Blockchain 2021; More Action than Hype*. Gartner. <https://blogs.gartner.com/avivah-litan/2021/07/14/hype-cycle-for-blockchain-2021-more-action-than-hype/>
- Mike Hearn. (2018). *Smart Property - Bitcoin Wiki*. [https://en.bitcoin.it/wiki/Smart\\_Property](https://en.bitcoin.it/wiki/Smart_Property)
- Spielman, A. (2016). *Blockchain: Digitally Rebuilding the Real Estate Industry*. [http://dci.mit.edu/assets/papers/spielman\\_thesis.pdf](http://dci.mit.edu/assets/papers/spielman_thesis.pdf)
- Szabo, N. (2018). *The Idea of Smart Contracts*. <http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/idea.html>
- Valenta, M., & Sandner, P. (2017). Comparison of Ethereum, Hyperledger Fabric and Corda. *FSBC Working Paper*, June, 1–8. <https://doi.org/10.1063/1.3615642>
- Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., & Smolander, K. (2016). Where is current research on Blockchain technology? - A systematic review. *PLoS ONE*, 11(10), 1–27. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163477>