

**MODERN MİMARLIK MİRASININ BLOKZİNCİR  
TABANLI DOKÜMANTASYONU: DOCOMOMO odaklı  
kavramsal çerçeve**Abdullah GÜÇ<sup>1</sup>, Tuba BÜLBÜL BAHTİYAR<sup>2</sup>**Araştırma Makalesi****Yazar Bilgileri**

<sup>1</sup> Sakarya Üniversitesi, İşletme  
Enstitüsü, Adapazarı, Türkiye  
gucabdullah@gmail.com  
ORCID 0000-0002-2540-5827  
Sorumlu Yazar

<sup>2</sup> Necmettin Erbakan Üniversitesi,  
Güzel Sanatlar ve Mimarlık  
Fakültesi, Mimarlık Bölümü,  
Konya, Türkiye  
tubabulbulbahtiyar@gmail.com  
ORCID 0000-0001-5204-8338

Geliş: 29.01.2026

Kabul: 18.05.2026

DOI: 10.71298/maddergi.1874213

**Atıf için:**

Güç, A. & Bülbül Bahtiyar, T.  
(2026). Modern mimarlık  
mirasının blokzincir tabanlı  
dokümantasyonu: DOCOMOMO  
odaklı kavramsal çerçeve,  
*Mekansal Araştırmalar Dergisi*,  
4(1):114-133. [https://doi.org/  
10.71298/maddergi.1874213](https://doi.org/10.71298/maddergi.1874213)

**Özet**

Modern mimarlık mirası, dönüştürülen yapılarıyla dinamik bir karaktere sahiptir. 20. yüzyılın modern yapıları, dönüşüm süreçleri nedeniyle belgelenmiş olsalar bile kısa süre içinde güncelliğini yitiren kayıtlara konu olmaktadır. DOCOMOMO gibi örgütler konferanslar ve envanter çalışmaları aracılığıyla çok sayıda yapıyı gündeme getirirler de bilgi altyapıları merkezi, zor erişilebilir ve güncellenmesi güç sistemler olarak kalmaktadır. Bu makale, modern mimarlık mirası dokümantasyonuna ilişkin sorunları blokzincir teknolojisi temelli kavramsal bir çerçeve üzerinden ele almaktadır. Çalışma, her modern miras yapısı için kalıcı bir "miras kimliği" (heritage ID) tanımlayan ve bu kimliğe zaman içinde eklenen tüm sürümleri izlenebilir biçimde ilişkilendiren, izne dayalı (permissioned) bir blokzincir mimarisi tasarlamaktadır. Önerilen modelde, araştırmacılar ve öğrenciler "katkıcı", ulusal komiteler ve uzmanlar "doğrulamacı" rollerini üstlenmekte; akıllı sözleşmeler aracılığıyla kayıt ekleme, gözden geçirme ve onay süreçleri tanımlanmaktadır. Blokzincir üzerinde kriptografik özetler ve üst veriler saklanmakta, asıl belgeler dış depolama çözümlerine bağlanmaktadır. Böylece veri bütünlüğü ve değiştirilemezlik korunurken, depolama maliyetleri yönetilebilir düzeyde tutulmaktadır. Çalışma, günlük aktörler arasında paylaşılmış ve kolektif olarak güncellenebilir bir kayıt sisteminin olanaklarını kuramsal ve mimari açıdan tartışmakta; sonuç bölümünde önerinin literatüre katkısı ile güçlü ve zayıf yönleri eleştirel biçimde değerlendirilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Modern mimarlık mirası, blokzincir, kültürel miras envanteri, DOCOMOMO, heritage ID

**BLOCKCHAIN-BASED DOCUMENTATION OF MODERN  
ARCHITECTURAL HERITAGE: A DOCOMOMO focused conceptual  
framework****Abstract**

The modern architectural heritage possesses a dynamic character through its transformed structures. Even though 20th-century modern buildings are documented due to their transformation processes, they quickly become outdated records. Although organizations such as DOCOMOMO bring numerous buildings to the fore through conferences and inventory studies, their information infrastructures remain centralized, difficult to access, and challenging to update. This article addresses the problems related to the documentation of modern architectural heritage through a conceptual framework based on blockchain technology. The study designs a permissioned blockchain architecture that defines a permanent "heritage ID" for each modern heritage structure and links all versions added over time to this ID in a traceable manner. In the proposed model, researchers and students take on the role of "contributors," while national committees and experts act as "validators"; processes for adding, reviewing, and approving records are defined through smart contracts. Cryptographic hashes and metadata are stored on the blockchain, while the actual documents are linked to external storage solutions. The study discusses the prospects of such a distributed, collectively updatable record from conceptual and architectural angles; the concluding section situates the proposal in the literature and critically weighs its strengths and limitations.

**Keywords:** Modern architectural heritage, blockchain, cultural heritage inventory, DOCOMOMO, heritage ID

## 1. GİRİŞ

Modern mimarlık mirası, uluslararası literatürde çoğunlukla 19. yüzyıl sonu ile 20. yüzyıl ortaları arasında yeni malzeme, yapım tekniği ve mekânsal kurguyla şekillenen yapı, yerleşim ve peyzajlar olarak tanımlanır (ICOMOS, 2017). Bu miras nicelik olarak geniş ve görece "genç" ya da gündelik görüldüğü için klasik anıt odaklı koruma söyleminin dışında kalmış, belgelenmesi gecikmiştir (Stubbs, 2009). 20. yüzyıl konut, kamu ve endüstri yapıları bir yandan koruma gündemindeyken öte yandan piyasa, kullanım ve kentsel dönüşüm baskısı altındadır; bu ikilik, belgeleme ve yönetim için kullanılan bilgi sistemlerinde gerilim yaratmaktadır. Yapıların önemli bir kısmının hâlâ kullanımda olması, miras niteliklerinin tanımlanması ile güncel işlev ve dönüşüm baskıları arasındaki gerilim, dokümantasyon çalışmalarını özellikle kritik hale getirmektedir (ICOMOS, 2017; Macdonald, 2013). Belirli bir tarihli envanter kayıtları kısa sürede eskiyeilmekte; işlev değişikliği, ekleme, kısmi yıkım veya güçlendirme ise sistemlere çoğu zaman izlenebilir biçimde yansımamaktadır.

Kültürel miras alanında dijital envanter ve kayıt sistemleri, 1990'lardan bu yana bilgi teknolojileriyle birlikte koruma politikasının ayrılmaz bir bileşeni hâline gelmiştir (Parry, 2007). Ulusal envanterler, Dünya Miras Listesi ve tematik veri tabanları koruma öncelikleri ile planlama süreçleri için başvuru kaynaklarıdır (UNESCO, 2012); çoğunlukla GIS ve ilişkisel veri tabanlarıyla entegre çalışan sistemler, mekânsal, tipolojik ve idari veriyi standart formlar üzerinden toplayarak hangi varlığın hangi ölçekte ve araçlarla korunacağına ilişkin kararlara zemin hazırlar (Jokilehto, 1999; Cameron & Kenderdine, 2007). Dünya Mirası Sözleşmesi adaylık dosyaları, alanın tarihsel, mimari, işlevsel ve yönetsel boyutlarını standart bölümlerle belgeleyip çevrimiçi arayüzler üzerinden araştırmacı ve kamuya açılırken; kimi ulusal veri tabanları da envanter fişi, fotoğraf arşivi ve planları dijital olarak barındırarak arama ve filtreleme olanağı sunmaktadır (UNESCO, 2012).

DOCOMOMO International, Modern Hareket'in belgelenmesi ve korunmasına odaklanan ilk uluslararası ağlardan biri olarak 1988'de kurulmuş; bültenden 1993'ten itibaren hakemli DOCOMOMO Journal'a geçmiştir (DOCOMOMO International, t.y.). Kurumun belge üretimi dergiyle sınırlı değildir; ulusal komitelerdeki envanter, kayıt fişi, konferans ve poster pratikleriyle Modern Hareket'in belgelenmesinde dünya ölçeğinde rol oynamaktadır.

Son yirmi yılda dijital miras sistemleri veri bütünlüğü, erişilebilirlik ve görselleştirmede ilerlemiş olsa da kayıtların zamansal evriminin şeffaf izlenmesi, katkıların ayırt edilmesi ve çoklu sürümlerin birlikte yönetilmesi bakımından sınırlı kalmıştır (UNESCO, 2012; Graves, 2012). Dönüşüm sürecindeki modern mimarlık mirasında bu eksiklik belirginleşir; tek ve sabit "doğru" envanter yerine, zaman içinde güncellenen ve birbirine referans veren kayıt katmanları gerekir (Giaccardi, 2012). Bu nedenle geleneksel dijital envanter ve registry platformlarının sağladığı güçlü temelin, versiyonlama, katkı izleme ve dağıtık veri yönetimi gibi işlevlerle tamamlanması gerektiği değerlendirilebilir (Zorich, 2012). Özellikle modern mimarlık mirasının dinamik doğası düşünüldüğünde yeni nesil dokümantasyon modellerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışma, DOCOMOMO bağlamında önerdiği blokzincir tabanlı çerçeve ile bu eksik halkaya kavramsal katkı sunmayı amaçlamaktadır. Belgelenmeye ilişkin sorun yalnızca teknik veya yönetsel değil, mirasın ontolojisiyle ilişkilidir: 20. yüzyıl modern mimarlık ürünleri, klasik anıt yapılarından farklı olarak "tamamlanmış" ve durağan varlıklar değil; kullanım, müdahale ve dönüşüm süreçleri içinde yeniden üretilen, katmanlanan ve anlamı zamanla değişen yapılardır. "Bitmemişlik", "sürekli dönüşüm" ve "dinamik eskime" ile tarif edilebilecek akışkan bir ontoloji söz konusudur. Giaccardi (2012) kültürel mirası, sabit nesne yerine zaman içinde evrilen ve farklı aktörlerin etkileşimiyle sürekli yeniden tanımlanan "yaşayan varlıklar" olarak ele almayı vurgularken; Latour (2005) nesnelere insan ve insan-olmayan aktörler ilişkiler ağında sürekli yeniden kurulan varlıklar sayar; Ingold (2013) yapıyı çevreyi tamamlanmış nesnelere ziyade "süreç içinde oluş" (becoming) olarak kavramsallaştırır.

Ancak mevcut envanter ve dokümantasyon sistemleri çoğunlukla akışkan ontolojiyi tek zamana ait sabit kayıtlarla sınırlamakta; değişim süreçleri, çoklu katkı ve sürümleri bütüncül ve izlenebilir biçimde gösterememektedir. Bu çalışma blokzinciri yalnızca depolama veya güvenlik aracı değil, bu dinamik ontolojiye yanıt veren bir dokümantasyon paradigması olarak ele alır: zincirin silinmeyip genişleyerek büyümesi, dönüşümleri ardışık ve izlenebilir katmanlar olarak kaydetmeye elverişli ve modern mimarlık mirasını "nihai durum"dan çok "sürekli oluş" süreci olarak düşünme biçimiyle örtüşür. Böylece önerilen modelde blokzincir, bütünlük altyapısının ötesinde, mirası yaşayan, çoğul ve zamansal olarak katmanlanan bir varlık olarak temsil eden dokümantasyon metodolojisinin kurucu bileşenidir.

Son yıllarda kültürel mirasta blokzincir; sanat eserlerinin köken takibi, arşiv bütünlüğü ve telif yönetimi gibi alanlarda pilotlar üretmiştir. Buna karşın modern mimarlık mirasında, özellikle DOCOMOMO tipi sürekli ve çok

aktörlü dokümantasyonda versiyonlama ve topluluk katkısını merkeze alan bir model yeterince tartışılmamıştır. Bu çalışma, blokzincir tabanlı bir dokümantasyon çerçevesi önererek şu sorulara yanıt aramaktadır:

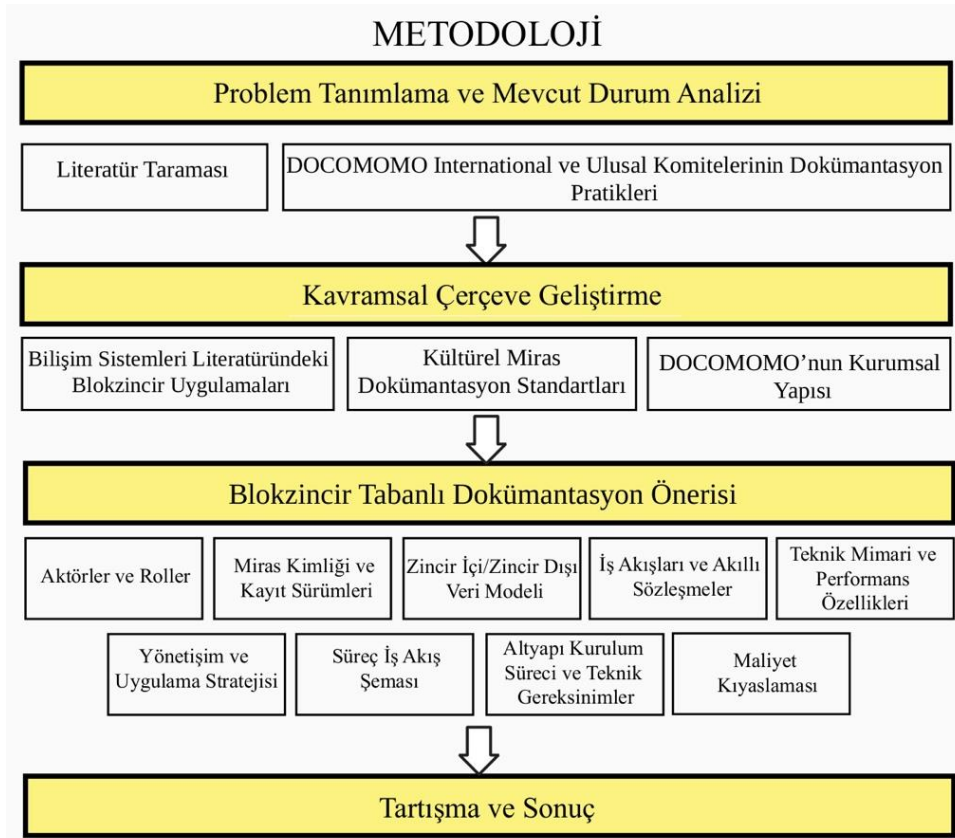
- DOCOMOMO bağlamında modern mimarlık mirası niteliğindeki yapıların envanterlenmesi, güncellenmesi ve erişilebilir kılınmasında karşılaşılan başlıca bilgi sistemleri sorunları nelerdir?
- Blokzincir mimarisi, her bir yapı için kalıcı bir miras kimliği altında farklı zamanlarda üretilen kayıtların versiyonlanmasını ve katkı sağlayanların izlenebilirliğini nasıl sağlayabilir?
- Böyle bir çerçeve, DOCOMOMO gibi örgütler için erişim, maliyet, yönetim ve veri bütünlüğü açısından ne tür fırsatlar ve riskler barındırmaktadır?

Makalenin amacı, tam anlamıyla uygulanmış bir sistem sunmaktan ziyade, gelecekte geliştirilebilecek pilot projelere yön verebilecek kavramsal bir mimari ve tasarım ilkeleri seti ortaya koymaktır.

## 2. METODOLOJİ

Bu çalışma, yönetim bilişim sistemleri ve bilgi sistemleri tasarımı literatüründe yaygın olarak kullanılan tasarım bilimi (design science) metodolojisini temel almaktadır (Hevner vd., 2004; Peffers vd., 2007). Tasarım bilimi, bilgi sistemleri alanında yeni çözümlerin, yapıların ve modellerin geliştirilmesine odaklanan bir araştırma yaklaşımıdır.

Çalışma, kavramsal tasarım araştırması (conceptual design research) olarak sınıflandırılabilir. Bu yaklaşım, henüz uygulanmamış ancak gelecekteki pilot projelere yön verebilecek kavramsal mimari ve tasarım ilkeleri seti geliştirmeyi hedeflemektedir (Gregor & Hevner, 2013). Araştırmanın metodolojisi Şekil 1’de açıklandığı üzere dört ana aşamadan oluşmaktadır. Çalışmada öncelikle modern mimarlık mirası dokümantasyonu, dijital envanter ve kayıt platformları ile kültürel miras alanında blokzincir uygulamalarına ilişkin literatür özetlenmiş ve mevcut boşluklar tartışılmıştır. Ardından DOCOMOMO International ve ulusal komiteleri üzerinden mevcut pratikler ve sınırlılıklar ele alınmıştır. Sonrasında blokzincir üzerinde kurgulanan dokümantasyon önerisi sunulmuştur. Son olarak teorik ve pratik çıkarımlar, olası zorluklar tartışılmış sonuç bölümünde gelecekteki araştırma yönleri özetlenmiştir.



Şekil 1. Çalışmanın metodolojisi (Yazarlar tarafından üretilmiştir).

### 3. DİJİTAL MİRAS DOKÜMANTASYONU ENVANTER VE KAYIT PLATFORMLARI

Dijital teknolojiler, modern mimarlık mirasının belgelenmesi, korunması ve kamusal erişime açılması süreçlerinde giderek daha belirleyici bir rol üstlenmektedir. Dijital envanterler, çevrimiçi arşivler ve harita tabanlı registry platformları, yalnızca yapıların kayıt altına alınmasını değil, aynı zamanda bu mirasın ulusal ve uluslararası ölçekte karşılaştırılabilir, güncellenebilir ve erişilebilir hale gelmesini sağlamaktadır. DOCOMOMO International ağı içinde geliştirilen dijital platformlar ve ulusal komitelerin çevrimiçi envanter pratikleri, modern mimarlık mirasının dijital dokümantasyonuna ilişkin güncel yaklaşımları ve bu alandaki eşitsizlikleri görünür kılan önemli araçlar sunmaktadır. Çalışmada öncelikle DOCOMOMO International'ın dijital envanter platformu incelenmiş, ardından ağ bünyesinde yer alan 85 ulusal komitenin web siteleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

DOCOMOMO International'ın MoMove Virtual Exhibition platformu, modern mimarlık mirasını küresel ölçekte harita tabanlı ve veri odaklı bir çevrimiçi envanter olarak sunan kapsamlı bir dijital girişimdir. 2015 yılında geliştirilen MoMove, başlangıçta 36 ulusal çalışma grubundan derlenen 3.200'ü aşkın yapı ve site kaydını içermekte; her yapı için ad, mimar, yapım yılı, koruma durumu ve GPS konumu gibi temel bilgileri etiketleme ve filtreleme sistemleriyle erişilebilir kılmaktadır. Platform, kullanıcıların modern hareket mimarlığını coğrafi dağılımı içinde keşfetmesine olanak tanırken, ulusal komitelerin daha ayrıntılı envanterlerine bağlantılar sunarak uluslararası ölçekte bütünlüklük bir dijital belgeleme aracı işlevi görmektedir (Tostöes, 2016).

DOCOMOMO International ağı içindeki 85 ulusal komitenin web sitesi, sosyal medya, envanter listesi, detaylı envanter, envanter fişi özelliklerine ilişkin yapılan inceleme sonuçlarına Şekil 2'de yer verilmiştir. Şekil 2'de yer alan veriler DOCOMOMO International'ın ana sayfasında yer alan "Chapters" bölümündeki ulusal komiteler listesinde verilen bilgilere ve ulusal komitelerin web sitesi incelemelerine dayanmaktadır. Buna göre, DOCOMOMO'nun 85 ulusal komitesinin web varlığı ve envanter pratikleri arasında belirgin bir eşitsizlik bulunmaktadır. Ülkelerin yarısından fazlası (%56) aktif bir web sitesine sahipken, sosyal medya kullanımı daha yaygın olup komitelerin %73'ü bu mecralarda görünürlük göstermektedir. Buna karşın, modern mimarlık mirasının temel aracı olan envanter listeleri yalnızca 19 ülkede (%22) açık biçimde yayınlanmakta, 13 ülkede (%15) ise bu listeler sınırlı sayıda örnekle temsil edilmektedir; ülkelerin büyük çoğunluğunda (%63) ise kamusal bir envanter erişimi bulunmamaktadır. Daha ayrıntılı bir belgeleme düzeyi sunan detaylı envanterler yalnızca 22 ülkede (%26) mevcuttur ve DOCOMOMO International'ın yayınladığı standart bir envanter fişini kullanan ülke sayısı oldukça düşüktür (7 ülke, %8). Bu veriler, DOCOMOMO ağının kurumsal olarak geniş bir coğrafyaya yayılmış olmasına rağmen, dijital envanterleme ve sistematik belgeleme kapasitesinin çoğu ulusal komitede sınırlı kaldığını, güçlü ve erişilebilir envanter sistemlerinin ise istisnai örnekler olarak öne çıktığını göstermektedir.

Örnekler arasında, Avustralya, Avusturya, Fransa, İtalya ve ABD gibi ülkelerin kapsamlı web siteleri ve detaylı envanter sistemleri bulunmaktadır. DOCOMOMO\_US, modern mimarlık mirasının dijital envanteri konusunda, DOCOMOMO ağı içinde görece ileri bir örnek sunmaktadır. Kurumun "Explore the Register" başlığı altında erişime açtığı çevrimiçi platform, Amerika'daki modern miras yapıları için kapsamlı bir kayıt sistemi işlevi görmektedir. Kullanıcılar, platform üzerinden yapıları ada göre listeleyebilmekte, harita üzerinden konuma göre arama yapabilmekte ve kayıtları durum, stil, sınıflandırma ve tanım gibi çeşitli ölçütlere göre filtreleyebilmektedir. Her bir yapı için tasarımcılar, inşa tarihi, üslup, açıklama metinleri, fotoğraflar ve kimi durumlarda planlar gibi ayrıntılı bilgiler sunulmakta; böylece hem uzmanlar hem de ilgilenenler için güçlü bir keşif ortamı sağlanmaktadır (DOCOMOMO\_US, 2025).

DOCOMOMO\_Italia, modern mimarlık mirasını belgelemek için sistematik bir ulusal katalog (Catalogo) oluşturmuş ve DOCOMOMO International'ın Register çerçevesine paralel bir belge seti sunmaktadır. Ancak interaktif dijital araçlar (ör. harita, filtreler) bakımından DOCOMOMO\_US gibi daha ileri düzey seçeneklere sahip olduğu söylenemez. Bunun yerine dokümantasyon ve yayın odaklı akademik içeriklerle desteklenen ve tamamlayıcı katalog bileşenleri içeren bir envanter sistemi mevcuttur (DOCOMOMO\_Italia, 2026).

DOCOMOMO\_France, modern mimarlık mirasını detaylı veri sunumu ve gelişmiş filtreleme ile keşfedilebilir bir envanter halinde yayınlamaktadır. Sitelerinde yer alan "Inventaire des bâtiments" bölümü, organizasyonun ulusal envanter/modern yapı kayıt sistemini temsil eder. Şehir, mimar, koruma statüsü ve risk durumu gibi birden çok ölçüt üzerinden filtreleme olanağı, kullanıcıların yapıları farklı açılardan analiz etmelerine imkan vermekte ve harita bazlı görselleştirme de sunmaktadır (DOCOMOMO\_France, 2026). Web sitesi, modern yapıların sistematik olarak dijital envanter içinde sınıflandırılması ve erişilebilir hale getirilmesi bakımından ileri bir örnektir.



DOCOMOMO Türkiye de bu ağın parçası olarak, özellikle Türkiye Mimarlığında Modernizmin Yerel Açılımları gibi poster etkinlikleri, çalıştaylar ve seminerler yoluyla Türkiye'deki modern mimarlık mirasına ilişkin yoğun bir bilgi üretimi gerçekleştirmektedir. Her yıl 50-100 arası yapının sunulduğu bu poster etkinliklerinde, araştırmacılar ve öğrenciler modern yapıların tarihini, mevcut durumunu ve korunma sorunlarını ortaya koymakta; detaylı envanter formları ve görsel belgeler hazırlamaktadır. Ne var ki bu üretim, etkinlik sonrasında kurum içi arşivlerde kalmakta, web sitesinde yalnızca sunulan yapıları listeleyen bir tablo ile sınırlı bir kamusal görünürlük kazanmaktadır (DOCOMOMO\_Türkiye, 2026). Sunum yapılan yapılara ait ayrıntılı envanterlere, planlara, fotoğraflara ve güncel durum bilgilerine topluca ve standartlaştırılmış bir arayüz üzerinden erişilememekte; sitede "Envanter" başlığı yer almasına rağmen bu bölümde içerik bulunmamaktadır. Bu durum, daha sonrasında tez, makale veya saha çalışmalarıyla derinleşen bilgilerin ilk envanterlerle bütünleştirilmesini de zorlaştırmaktadır. Dolayısıyla DOCOMOMO Türkiye pratiği, zengin ve sürekli genişleyen bir modern mimarlık mirası "bilgi evreni" üretmesine rağmen, bu evreni envanter düzeyinde bütüncül, versiyonlanabilir ve kamusal olarak gezilebilir bir dijital arayüze dönüştürmekte zorlanmaktadır.

İncelenen tüm bu ulusal komitelerin web siteleri bağlamında, modern mimarlık mirasına ilişkin kayıtların zaman içinde nasıl evrildiği, hangi bilgilerin hangi kaynaklardan ve aktörlerden geldiği ve bir yapıya dair farklı belgelerin birbirleriyle nasıl ilişkilendiği tam anlamıyla görünür ve izlenebilir değildir. Bu makalede önerilen blokzincir tabanlı çerçeve, tam da bu noktada bir çözüm sunmayı hedeflemektedir. Amaç, DOCOMOMO Türkiye'nin üretmekte olduğu zengin belge ve envanter setlerini, makalede incelenen örnek platformların sunduğu türden keşif ve erişim imkanlarıyla birleştiren; aynı zamanda her bir yapının zaman içindeki dokümantasyon tarihini, versiyonları ve katkıcılarıyla birlikte şeffaf ve değiştirilemez bir kayıt sistemi üzerinde izleyebilmektir. Bu makalede sunulan kavramsal çerçeve, DOCOMOMO'nun mevcut pratiklerini ortadan kaldırmak değil, aksine bu pratiklerin ürettiği değeri daha kalıcı, erişilebilir ve izlenebilir kılabilecek yeni bir bilgi altyapısı önermek üzere tasarlanmıştır.

### 3.1. Blokzincir Teknolojisi ve Kültürel Miras Uygulamaları

Blokzincir, dağıtık defter teknolojisi olarak, verilerin merkezi otorite yerine ağdaki çok sayıda düğüm tarafından ortaklaşa tutulduğu, bloklar halinde zincirlenerek kriptografik olarak güvence altına alındığı bir kayıt yapısı sunar (Nakamoto, 2008). Her bir blok, önceki bloğun özetini içerdiği için, geriye dönük bir değişiklik tüm zincirin bütünlüğünü bozmakta ve kolayca tespit edilebilmektedir. Bu özellik, blokzinciri değiştirilemezlik, izlenebilirlik ve şeffaflık gerektiren uygulamalar için cazip kılmaktadır (Tapscott & Tapscott, 2016; Zheng, Xie, Dai, Chen, & Wang, 2017). Kültürel miras alanında da arşiv belgelerinin, müze koleksiyonlarının veya miras varlıklarına ilişkin dijital kayıtların bütünlüğünü sağlamak üzere blokzincir temelli çeşitli pilot projeler geliştirilmekte veya kavramsal önerilerde bulunmaktadır.

Son yıllarda dijital kültürel miras kaynakları (digital cultural heritage resources, DCHR) yönetimi özelinde alan yazını belirgin biçimde genişlemiştir. Del Vacchio ve Bifulco (2022) blokzincir kullanımını provenans/özgünlük, tokenizasyon ve hak yönetimi eksenlerinde tipolojileştirirken; Trček (2022) kültürel miras korumasında blokzincir mimarisini turizm ve teşvik mekanizmalarıyla birlikte ele almaktadır. Liu vd. (2025) DCHR bağlamında belgeleme ve doğrulama, sahiplik aktarımı, telif ve kurumsal iş birliği boyutlarını "Digital Dunhuang Open Material Library" ve Salsal gibi uygulamalar ile konsensus tartışmasıyla birleştiren yöntemsel bir çerçeve sunmaktadır. Migliorini, Gambini ve Belussi (2025) bağışların provenans ve izlenebilirliğini akıllı sözleşmelerle güvence altına alarak kültürel miras projelerinde güven ve hesap verebilirliği güçlendirmeyi hedeflemektedir; Zhang, Taib ve Taib (2025) VR/metaverse/dijital ikiz ekosisteminde blokzincir ve NFT tabanlı doğrulamanın "dijital özgünlük" ve koruma etkinliğiyle ilişkisini ampirik olarak incelemektedir; O'Sullivan (2025) sanat ve beşeri bilimler perspektifinden eleştirel bir değerlendirmede blokzincirin yalnızca teknik çözüm değil, standartlaşma, yönetim ve kurumsal uyum başlıklarıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır; mimari miras özelinde Hsiao ve Shen (2023) Liben Building örneği üzerinden DAO/metaverse bağlamında blockchain tabanlı dijital korumanın yöntemsel ve yönetsel zorluklarına dikkat çekerken; Aldweesh (2023) araştırmacı, koruma uzmanı ve kamu gibi paydaşlar arasındaki koruma/restore süreçlerini akıllı sözleşme, dijital token ve şeffaf erişim kontrolüyle kurgulayan merkeziyetsiz bir çerçeve önermekte, olası yarar ve sınırlılıkları tartışmaktadır. Bu gövde, kültürel mirasta blokzincir tartışmasının arşiv pilotlarının ötesine geçtiğini; uygulama senaryoları, yönetim ve standartlaşma başlıklarında ise soruların sürdüğünü göstermektedir.

Bu alandaki uygulama örneklerinden biri, kamu arşivlerinde saklanan dijital belgelerin güvenilirliğini sağlamak amacıyla geliştirilen ARCHANGEL projesidir. ARCHANGEL, dağıtık defter teknolojisini kullanarak, arşivlenen her belgenin belirli bir sürümüne ait kriptografik özeti (hash) blokzincir üzerinde kaydetmekte; böylece

yıllar içinde farklı kurumlara taşınsa veya farklı formatlara dönüştürülse dahi belgenin orijinal halinin doğrulanabilmesini amaçlamaktadır (Espley vd., 2018). Benzer şekilde ARCHAIN projesi, Tataristan Cumhuriyeti Devlet Arşiv Komitesi için geliştirilen ve belgelerin arşive transfer işlemlerini blokzincir üzerinde kaydederek, işlem geçmişinin değiştirilemezliğini garanti altına alan bir sistemdir (Galiev vd., 2019). Bu tür somut projeler, arşiv ortamında “kanıt değeri” taşıyan dijital belgelerin, saklama ve erişim süreçlerinde güvenilirliğinin nasıl korunabileceğine dair önemli bir tartışma zemini oluşturmuştur.

### 3.2. İzne dayalı Blokzincir Platformları ve Kurumsal Uygulamalar

Blokzincir teknolojisi, genel olarak public (açık) ve permissioned (izne dayalı) olmak üzere iki ana türdür. Açık blokzincirler (ör. Bitcoin, Ethereum), herkesin katılabileceği açık ağlar iken; izne dayalı blokzincirler, yalnızca yetkilendirilmiş düğümlerin katılabileceği kapalı ağlardır (Tasca & Tessone, 2019). Kurumsal uygulamalarda, konsorsiyum yapıları içinde çalışan organizasyonlar arasında güven ve şeffaflık sağlarken performans, ölçeklenebilirlik ve gizlilik gereksinimlerini karşılayabilmek için izne dayalı blokzincirler daha uygun görülmektedir (Xu vd., 2019). Bunlar arasında Hyperledger Fabric, Linux Foundation tarafından geliştirilen açık kaynaklı bir izne dayalı blokzincir platformudur ve modüler mimarisi, akıllı sözleşme desteği ve yüksek performans özellikleriyle kurumsal uygulamalar için yaygın olarak kullanılmaktadır (Androulaki vd., 2018). Fabric, channel (kanal) yapısı sayesinde farklı veri gizliliği gereksinimlerini karşılayabilmekte; consensus mekanizması olarak PBFT (Practical Byzantine Fault Tolerance) veya Raft gibi algoritmaları desteklemektedir. Bu özellikler, DOCOMOMO gibi çok uluslu ağlar için farklı ulusal komitelerin farklı gizlilik seviyelerinde veri paylaşmasına olanak tanımaktadır. Corda ise finansal hizmetler sektörü için geliştirilmiş ancak diğer sektörlerde de kullanılan diğer bir platformdur. Corda'nın temel özelliği, yalnızca işlemle ilgili tarafların işlem verilerini görebilmesi (privacy by design) ve notary (noter) düğümleri aracılığıyla çift harcama önleme mekanizması sağlamasıdır (Brown vd., 2016). Bu yaklaşım, DOCOMOMO bağlamında farklı ulusal komitelerin kendi verilerini korurken, ortak heritage ID ve sürüm kayıtlarını paylaşabilmesine imkan tanımaktadır. Ethereum Enterprise (Quorum), Ethereum'un kurumsal versiyonu olup, izne dayalı ağ yapısı ve gizlilik özellikleri sunmaktadır. Akıllı sözleşme geliştirme açısından zengin bir araç setinden yararlanmayı sağlamaktadır (Wood, 2025).

İzne dayalı blokzincirlerin kurumsal uygulamalardaki avantajları arasında, daha yüksek işlem hızı (TPS), daha düşük enerji tüketimi, daha iyi gizlilik kontrolü ve daha kolay yönetim sayılabilir (Xu vd., 2019). DOCOMOMO bağlamında hangi platformun seçilebileceği, özel gereksinimler, ölçek, performans ve yönetim modeline bağlıdır.

### 3.3. Dijital Miras Dokümantasyonu ve Metadata Standartları

Dijital miras dokümantasyonunda, verilerin standartlaştırılması ve birlikte çalışabilirliğini (interoperability) sağlamak için çeşitli metadata standartları geliştirilmiştir. Bu standartlar, farklı kurumlar ve sistemler arasında veri paylaşımını kolaylaştırmakta ve uzun dönemli erişilebilirliği garanti altına almaktadır. CIDOC-CRM (Conceptual Reference Model), kültürel miras alanında en yaygın kullanılan ontolojik modeldir ve ICOM (International Council of Museums) tarafından geliştirilmiştir. CIDOC-CRM, kültürel miras varlıklarının, olayların, aktörlerin ve zaman-mekan ilişkilerinin kavramsal olarak modellenmesini sağlar (Doerr, 2003). Model, varlık-ilişki (entity-relationship) yaklaşımına dayanır ve kültürel miras bilgisinin yapılandırılması için kapsamlı bir çerçeve sunar. Modern mimarlık mirası dokümantasyonunda, CIDOC-CRM kullanılarak yapıların, tasarımcıların, inşa tarihlerinin, koruma müdahalelerinin ve bunlar arasındaki ilişkilerin standartlaştırılmış biçimde temsil edilmesi mümkündür. Dublin Core Metadata Initiative (DCMI), daha genel amaçlı bir metadata standardıdır ve dijital kaynakların temel tanımlayıcı bilgilerini (başlık, yazar, tarih, konu vb.) standartlaştırmak için kullanılır (Weibel & Koch, 2005). Dublin Core'un 15 temel elementi, farklı disiplinlerde ve uygulama alanlarında yaygın olarak kabul görmüştür ve modern mimarlık mirası envanterlerinde temel metadata şeması olarak kullanılabilir. Europeana Data Model (EDM), Avrupa dijital kütüphanesi Europeana için geliştirilmiş bir metadata modelidir ve Dublin Core'u genişleterek, kültürel miras nesnelerinin daha zengin tanımlanmasını sağlar (Isaac, 2013). EDM, CIDOC-CRM ile uyumlu çalışacak şekilde tasarlanmıştır ve çok dilli, çok kültürlü içeriklerin temsil edilmesine olanak tanır.

Blokzincir tabanlı dokümantasyon sistemlerinde, metadata standartlarının kullanılması, zincir üzerinde saklanan üst verilerin farklı sistemlerle birlikte çalışabilirliğini ve uzun dönemli erişilebilirliğini sağlayacaktır. Özellikle heritage ID ve sürüm kayıtlarının CIDOC-CRM veya Dublin Core uyumlu metadata şemalarıyla yapılandırılması, sistemin gelecekteki entegrasyonlarını ve veri migrasyonlarını kolaylaştırabilir.

Yukarıdaki literatür, modern mimarlık mirasının belgelenmesi ile dijital envanter ve blokzincir çizgilerini ayrı ayrı zenginleştirmekle birlikte bu iki çizginin kesişiminde belirgin bir boşluk olduğunu göstermektedir. Çalışmaların ortak noktası, blokzincirin içerik deposu değil, kurumsal saklama ortamları arasında dolaşan dijital nesnelere için üst düzey bir güven katmanı olarak konumlanmasıdır: belge veya medyanın kendisi arşiv, sunucu veya bulutta tutulurken zincirde özet ve temel üst veri saklanmakta; böylece depolama maliyeti sınırlanırken özgünlük ve değiştirilemezlik bağımsız bir kanıt mekanizmasıyla doğrulanabilmektedir (Espley vd., 2018; Galiev vd., 2019). Blokzincir temelli arşiv ve benzeri uygulamalar ise ağırlıklı olarak belge veya eser düzeyinde köken ve bütünlük doğrulamasına odaklanmakta; çok aktörlü, süreklilik taşıyan ve kurumsal ile amatör üretimin iç içe geçtiği envanter süreçlerinin nasıl kurgulanacağına dair ayrıntılı bir model sunmamaktadır (Espley vd., 2018; Galiev vd., 2019; Tapscott & Tapscott, 2016). Özetle, literatürde modern mimarlık mirasının dinamik niteliği, DOCOMOMO benzeri ağların çok katmanlı belge üretim pratiği ile blokzincirin dağıtık, değiştirilemez ve şeffaf kayıt altyapısı bir araya getirilerek her yapı için zamanda evrilen, sürümleri açıkça izlenebilen ve farklı aktörlerin katkısını görünür kılan bir model geliştirmeye yönelik çalışma bulunmamaktadır.

## 4. BLOKZİNCİR TABANLI DOKÜMANTASYON ÖNERİSİ

Bu bölümde, modern mimarlık mirası için DOCOMOMO bağlamında önerilen blokzincir tabanlı dokümantasyon çerçevesinin temel bileşenleri ve işleyiş mantığı ortaya konulmaktadır. Çerçeve, teknik ayrıntı düzeyinde eksiksiz bir uygulama tarifinden ziyade, ileride geliştirilebilecek prototip ve pilot projelere yön verebilecek bir kavramsal mimari olarak tasarlanmıştır.

### 4.1. Aktörler ve Roller

Önerilen sistem, klasik DOCOMOMO yapısını ve modern mimarlık mirası alanındaki çok aktörlü üretim pratiklerini yansıtacak biçimde, üç ana aktör grubu etrafında kurgulanmıştır:

- **Katkıcılar (contributors):** Araştırmacılar, lisansüstü öğrenciler, DOCOMOMO poster sunum yazarları, yerel inisiyatifler ve gerektiğinde profesyonel uygulayıcılar (ör. koruma uzmanı mimarlar). Bu aktörler, yeni yapı kayıtları açma, mevcut kayıtlara ek bilgi veya revizyon önerme, fotoğraf ve belge yükleme gibi işlemlerden sorumludur.
- **Doğrulayıcılar (validators):** DOCOMOMO ulusal komiteleri, uzman kurullar veya DOCOMOMO International tarafından yetkilendirilmiş editör grupları. Bu aktörler, katkıcılar tarafından önerilen yeni kayıtları veya güncellemeleri gözden geçirir; doğrulama, reddetme ya da revizyon talep etme kararlarını verir.
- **Tüketiciler (consumers):** Araştırmacılar, öğrenciler, yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları ve geniş kamuoyu. Bu grup, sisteme yeni veri girmekle birlikte, kayıtları görüntüleme, filtreleme ve analiz etme işlevlerinden yararlanır.

Bu noktada kavramsal bir ayırımın altının çizilmesi önemlidir: Bu bölümde tanımlanan "doğrulayıcı" rolleri, içerik/alan bilgisi temelinde yapılan kurumsal ve uzman onayını ifade etmektedir; blokzincir ağındaki teknik konsensus (ör. Raft, PBFT) ise düğümlerin işlem sırası ve defter tutarlılığı üzerinde uzlaşmasını sağlayan altyapı mekanizmasıdır.

İzne dayalı bir blokzincir mimarisi öngörüldüğü için, ağdaki düğümler de bu roller etrafında örgütlenir (Xu vd., 2019). Örneğin, farklı ülkelerdeki DOCOMOMO ulusal komiteleri ve belirli akademik kurumlar hem katkıcı hem de doğrulayıcı işlevleri üstlenen tam düğümler (full node) olarak yer alabilir; daha sınırlı yetkilere sahip aktörler ise istemci arayüzleri üzerinden sisteme bağlanır. İzne dayalı blokzincirler, konsorsiyum yapıları içinde çalışan kurumlar arasında güven ve şeffaflık sağlarken, aynı zamanda performans ve ölçeklenebilirlik açısından da avantajlar sunmaktadır (Tasca & Tessone, 2019).

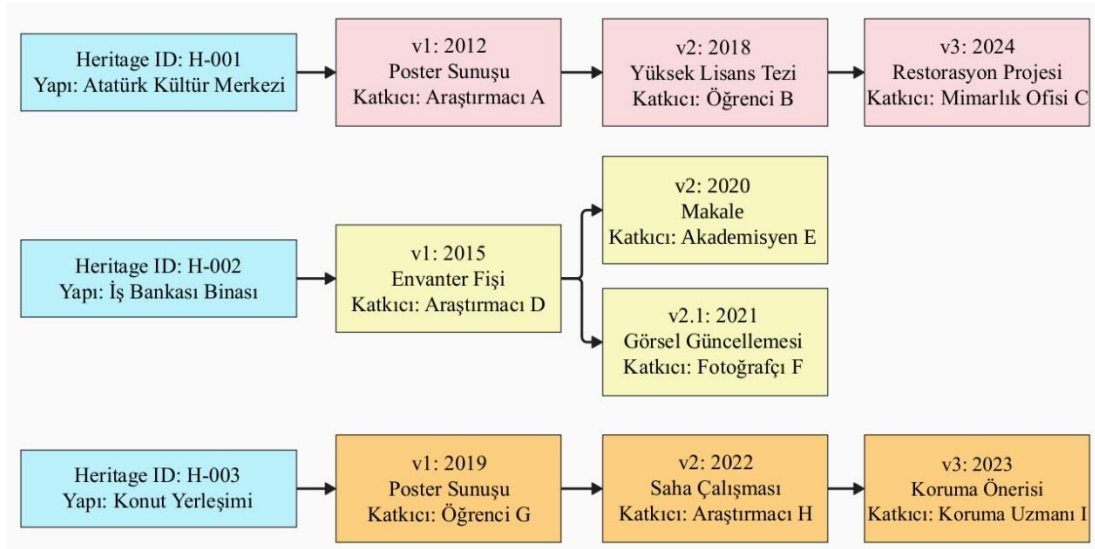
Önerilen blokzincir tabanlı dokümantasyon modelinin önemli bileşenlerinden biri olan "dallanan sürümler" (branching) mekanizması, yalnızca teknik bir versiyonlama aracı olarak değil, aynı zamanda mimarlık tarihyazımının doğasına ilişkin kuramsal bir açılım sunmaktadır. Mimarlık tarihi ve koruma alanı, uzun süre boyunca tekil, doğrusal ve çoğu zaman otorite merkezli anlatılar üzerinden kurgulanmış; ancak özellikle son dönem tartışmalarında bu yaklaşım, farklı aktörlerin, yerel bağlamların ve alternatif okumaların görünür kılındığı daha çoğul ve eleştirel bir tarihyazımı anlayışıyla sorgulanmaya başlanmıştır. Nitekim Hayden White, tarihyazımının nesnel bir geçmiş aktarımından ziyade anlatı kurma süreçleriyle biçimlenen çoklu yorumlara açık bir alan olduğunu ortaya koyarken

(White, 1973); Alois Riegl'in miras değerlerine ilişkin yaklaşımı, aynı varlığın farklı dönemlerde ve aktörler tarafından farklı değerlerle anlamlandırılabilirliğini göstermektedir (Riegl, 1982). Benzer biçimde Laurajane Smith, "yetkili miras söylemi" (authorized heritage discourse) eleştirisi üzerinden, mirasın tekil ve merkezi bir anlatı yerine çoğul ve müzakereye açık bir bilgi alanı olarak ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır (Smith, 2006).

Bu bağlamda bir yapıya ilişkin farklı dönemlerde üretilmiş belgelerin, yorumların ve değerlendirmelerin tek bir "nihai kayıt" altında eritilmesi yerine, birbirine referans veren ancak kendi bütünlüğünü koruyan çoklu sürümler halinde var olabilmesi, mimarlık mirasının epistemolojik çoğulluğunu yansıtan bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Önerilen modelde branching mekanizması, farklı araştırmacıların, kurumların veya kullanıcı gruplarının aynı miras varlığına ilişkin alternatif okuma ve belgeleme biçimlerini paralel sürümler olarak geliştirebilmesine olanak tanımaktadır. Bu durum, yalnızca teknik bir veri yönetimi çözümü değil; aynı zamanda farklı akademik görüşlerin, yerel bilgi üretimlerinin ve eleştirel yaklaşımların bir arada var olabileceği, şeffaf ve izlenebilir bir dijital tarihyazımı ortamı önermektedir. Böylece blokzincir altyapısı, tekil ve sabit bir "doğru kayıt" üretmek yerine, mimarlık tarihinin ve koruma pratiğinin doğasında yer alan çok seslilik, tartışma ve yeniden yorumlama süreçlerini destekleyen demokratik bir dokümantasyon platformuna dönüşmektedir. Bu yönüyle önerilen çerçeve, teknik bir altyapının ötesine geçerek, modern mimarlık mirasının temsiline ilişkin epistemolojik ve metodolojik bir katkı sunmaktadır.

#### 4.2. Miras Kimliği ve Kayıt Sürümleri

Sistemin merkezinde, her bir modern miras yapısı için tanımlanan kalıcı bir "miras kimliği" (heritage ID) bulunmaktadır. Bu kimlik, yapının farklı yıllarda, farklı etkinlik ve çalışmalar kapsamında üretilen tüm envanter ve belge katmanlarının ilişkilendirildiği sabit bir referans noktasıdır. Heritage ID, yapı adı veya adresi gibi değişebilir niteliklere bağlı olmaksızın, zincir üzerinde oluşturulan benzersiz bir tanımlayıcı olarak kurgulanır. Her heritage ID'ye bağlı olarak, zaman içinde çok sayıda kayıt sürümü (v1, v2, v2.1, v3...) oluşur. Bu sürümlerin her biri, blokzincir üzerinde birer işlem (transaction) olarak temsil edilir ve ilgili heritage ID ile birlikte; sürümü üreten katkıcının kimliği, oluşturulma tarihi, kısa özet, referanslandığı önceki sürüm(ler) gibi üst verilerle kaydedilir. Böylece, belirli bir yapının dokümantasyon tarihçesi, zincir üzerinde ardışık ya da dallanan bir sürümler dizisi olarak izlenebilir hale gelir. Şekil 3'te görüldüğü gibi, heritage ID'ler kalıcı referans noktaları olarak işlev görürken, sürümler zaman içinde ardışık veya dallanan bir yapı oluşturabilir.

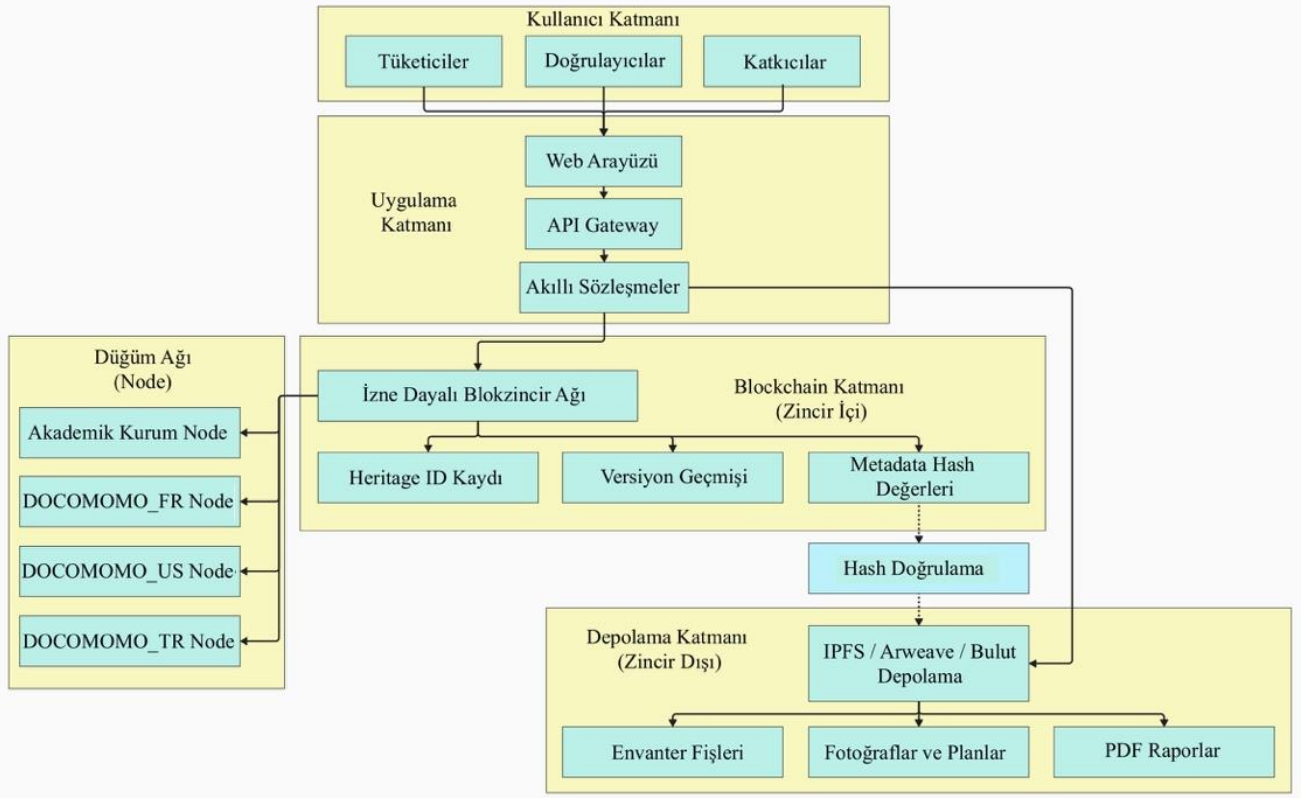


Şekil 3. Heritage ID ve sürüm ilişkisi (Yazarlar tarafından üretilmiştir).

#### 4.3. Zincir İçi-Zincir Dışı Veri Modeli

Blokzincirin depolama kapasitesi ve maliyet sınırlamaları dikkate alındığında, tüm envanter formlarını, yüksek çözünürlüklü fotoğrafları veya çizimleri doğrudan zincir üzerinde saklamak pratik değildir. Bu nedenle zincir içi (on-chain) ve zincir dışı (off-chain) bileşenlerden oluşan hibrit bir veri mimarisi önerilmektedir (Şekil 4).

- **Kullanıcı Katmanı:** Farklı aktör grupları web arayüzü veya API üzerinden sisteme erişir.
- **Uygulama Katmanı:** Web arayüzü ve API Gateway, kullanıcı isteklerini işler ve akıllı sözleşmelere yönlendirir. Akıllı sözleşmeler, iş mantığını uygular ve blokzincir işlemlerini başlatır.
- **Blokzincir katmanında,** her bir içerik dosyasının kriptografik özeti (hash değeri), dosya türü, temel açıklayıcı üstveriler (metadata) ve bu dosyaya ait kalıcı bağlantı (persistent identifier/URL) kaydedilir.
- **Hash Doğrulama:** Blokzincirdeki hash ile off-chain depolamadaki dosyaların hash'leri karşılaştırılarak veri bütünlüğü doğrulanır.
- **Depolama Katmanında,** yapı envanter fişleri, PDF raporlar, görüntü ve çizim dosyaları gibi içerik; DOCOMOMO'nun veya iş birliği yapılan kurumların sunucularında tutulur.



Şekil 4. Sistem mimarisi ve veri akışı (Yazarlar tarafından üretilmiştir).

#### 4.4. Veri Modeli ve Metadata Şeması

Veri modeli ve bunlar için blokzincir üzerinde saklanabilecek temel üstveri (metadata) alanları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Metadata şeması (Yazarlar tarafından üretilmiştir).

<b>Heritage ID</b>	Benzersiz tanımlayıcı (ör. H-001, H-002)
<b>Yapı Adı</b>	Yapının orijinal veya yaygın bilinen adı
<b>Alternatif Adlar</b>	Yapının farklı dillerde veya dönemlerde bilinen adları
<b>Konum</b>	Coğrafi koordinatlar (enlem, boylam) ve adres bilgisi
<b>Yapım Tarihi</b>	Yapının inşa edildiği yıl veya tarih aralığı
<b>Tasarımcılar</b>	Mimarlar, mühendisler ve diğer tasarım ekibi üyeleri
<b>Yapı Tipi/İşlevi</b>	DOCOMOMO TR tarafından tanımlanan kodlar (EGT, SGK vb)
<b>Koruma Durumu</b>	Korunmuş, tehlike altında, kaybedilmiş, dönüştürülmüş vb.
<b>Oluşturulma Tarihi</b>	Heritage ID'nin blokzincire eklenme tarihi
<b>Oluşturan</b>	İlk kaydı oluşturan katkıcının kimliği

**Tablo 1.** Metadata şeması (devamı).

<b>Version ID</b>	Sürüm tanımlayıcısı (ör. v1, v2, v2.1)
<b>Heritage ID</b>	İlişkili heritage ID referansı
<b>Önceki Sürüm(ler)</b>	Bu sürümün referans verdiği önceki sürüm(ler)
<b>Sürüm Tipi</b>	Poster sunuşu, envanter fişi, tez, makale, restorasyon projesi vb.
<b>Oluşturulma Tarihi</b>	Sürümün oluşturulma tarihi
<b>Katkıcı</b>	Sürümü oluşturan katkıcının kimliği
<b>Doğrulayıcı</b>	Sürümü onaylayan doğrulayıcının kimliği
<b>Doğrulama Tarihi</b>	Sürümün onaylandığı tarih
<b>Durum</b>	Onay bekliyor, onaylandı, reddedildi, revizyon talep edildi
<b>Kısa Özet</b>	Sürümün içeriğine ilişkin kısa açıklama
<b>İlgili Etkinlik/Yayın</b>	Poster sunuşu, konferans, dergi makalesi vb. referansı
<b>Belge ID</b>	Benzersiz belge (envanter fişi, fotoğraf, plan, PDF rapor vb.) tanımlayıcısı
<b>Sürüm ID</b>	İlişkili sürüm referansı
<b>Dosya Hash</b>	SHA-256 hash değeri (veri bütünlüğü için)
<b>Dosya Türü</b>	PDF, JPG, PNG, DWG, XML vb.
<b>Dosya Boyutu</b>	Byte cinsinden dosya boyutu
<b>Zincir Dışı URL</b>	Dosyanın saklandığı zincir dışı depolama bağlantısı
<b>Başlık</b>	Belgenin başlığı
<b>Açıklama</b>	Belgenin içeriğine ilişkin açıklama
<b>Oluşturulma Tarihi</b>	Belgenin oluşturulma tarihi
<b>Yazarlar</b>	Belgeyi hazırlayan kişi veya kurumlar
<b>Telif Hakkı</b>	Telif hakkı bilgisi ve lisans türü
<b>Erişim Seviyesi</b>	Herkese açık, sınırlı erişim, gizli

**İlişkisel Yapı:** (i) Her heritage ID, birden fazla sürüme sahip olabilir (1:N ilişki), (ii) Her sürüm, birden fazla belgeye referans verebilir (1:N ilişki), (iii) Her sürüm, bir veya daha fazla önceki sürüme referans verebilir (N:M ilişki, dallanan yapılar için), (iv) Her belge, yalnızca bir sürüme ait olabilir (N:1 ilişki)

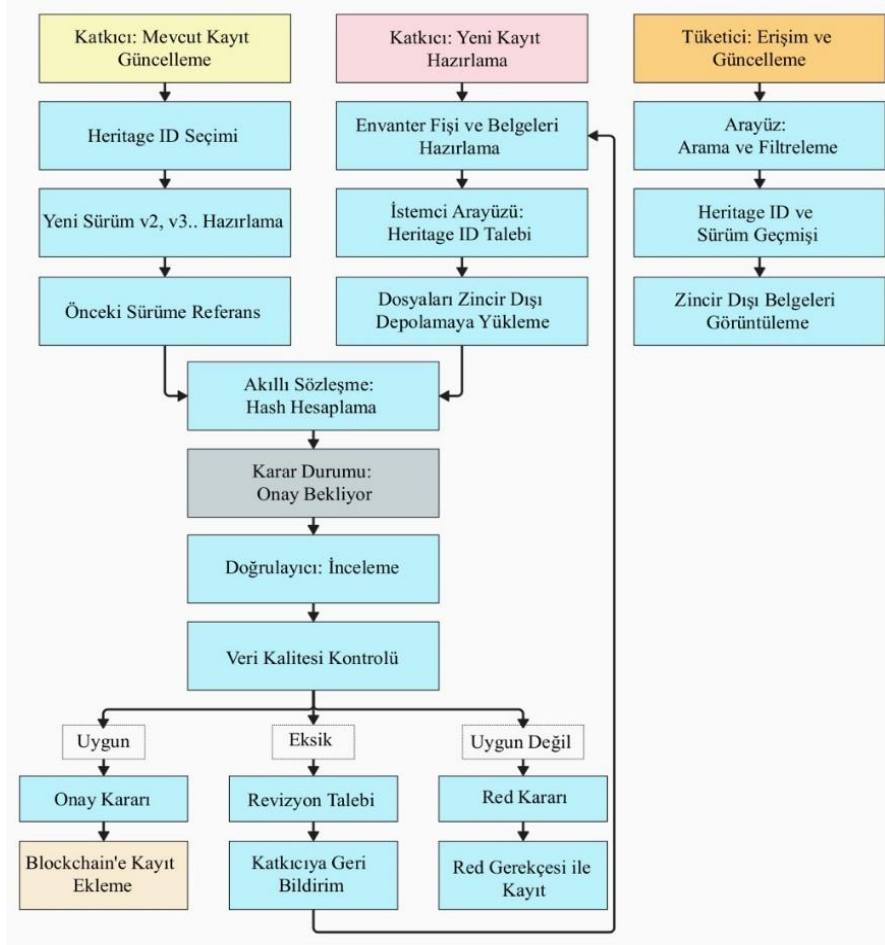
Bu metadata şeması, CIDOC-CRM ve Dublin Core standartlarıyla uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır. Özellikle CIDOC-CRM'in "E5 Event" (olay), "E39 Actor" (aktör) ve "E53 Place" (yer) gibi temel kavramları, heritage ID ve sürüm kayıtlarında kullanılabilir. Dublin Core'un temel elementleri (title, creator, date, subject vb.) ise belge metadata şemasında doğrudan kullanılabilir.

#### 4.5. İş Akışları ve Akıllı Sözleşmeler

Önerilen çerçevede temel iş akışları, akıllı sözleşmeler aracılığıyla tanımlanır. Akıllı sözleşmeler, önceden tanımlanmış koşullar ve kurallar doğrultusunda otomatik olarak çalışan, blokzincir üzerinde saklanan programlardır (Szabo, 1997; Alharby vd., 2018). Kavramsal düzeyde yeni yapı kaydı oluşturma, mevcut kayıtları güncelleme (yeni sürüm ekleme) ile kayıtları görüntüleme ve analiz etme şeklinde üç ana süreç öne çıkmaktadır. Önerilen iş akışı, DOCOMOMO'nun mevcut editörlük ve değerlendirme süreçlerini blokzincir altyapısı üzerinde şeffaf ve izlenebilir yaparken, katkıcıların sürekli katılımını ve doğrulayıcıların kalite kontrolünü dengeli bir biçimde bir araya getirmektedir (Şekil 5).

#### 4.6. Konsensus Mekanizması

İzne dayalı blokzincirlerle uyumlu konsensus algoritmaları, bilinen ve güvenilir düğümler arasında çalıştığı için açık blokzincirlerden daha verimli mekanizmalar kullanabilir. Önerilen sistem için Raft değerlendirilebilir. Raft daha basit ve anlaşılır bir konsensus algoritmasıdır ve Hyperledger Fabric'in son versiyonlarında varsayılan olarak kullanılmaktadır. Raft, lider seçimi ve log replikasyonu mekanizmaları üzerine kuruludur (Ongaro & Ousterhout, 2014). Raft, çoğunluk oyu prensibiyle çalışır ve ağdaki düğümlerin yarısından fazlası çevrimiçi olduğu sürece sistem çalışmaya devam eder. DOCOMOMO gibi 10-20 ulusal komite düğümü içeren orta ölçekli ağlar için Raft, uygun bir seçenek olabilir.



Şekil 5. İş akış şeması (Yazarlar tarafından üretilmiştir).

#### 4.7. Performans Özellikleri ve Ölçeklenebilirlik

**İşlem Hızı (Throughput):** İzne dayalı blokzincirler, açık blokzincirlerden önemli ölçüde daha yüksek işlem hızları sağlayabilir. Hyperledger Fabric, laboratuvar ortamlarında saniyede 3.500-20.000 işlem (TPS) aralığında performans gösterebilmektedir (Androulaki vd., 2018). DOCOMOMO bağlamında, günlük işlem hacmi görece düşük olduğu için (ör. günde 50-200 yeni kayıt veya güncelleme), bu performans seviyeleri fazlasıyla yeterlidir.

**Gecikme (Latency):** İzne dayalı blokzincirlerde işlem onay süresi, konsensus mekanizmasına ve ağ yapısına bağlı olarak saniyeler ile dakikalar arasında değişebilir. Raft konsensüste, normal koşullarda işlem onayı 1-5 saniye içinde gerçekleşir. Bu süre, DOCOMOMO'nun dokümantasyon süreçleri için kabul edilebilir düzeydedir; çünkü envanter kayıtları genellikle acil işlem gerektirmez ve doğrulayıcıların inceleme süreleri daha uzun sürebilir.

**Ölçeklenebilirlik Stratejileri:** Blokzincir sistemlerinin ölçeklenebilirliği, genellikle düğüm sayısı, işlem hacmi ve depolama gereksinimleri açısından ele alınır. Önerilen sistem için şu stratejiler ön görülmektedir:

- **Channel (Kanal) Yapısı:** Hyperledger Fabric'in channel özelliği, farklı veri setlerini farklı kanallarda izole ederek ölçeklenebilirliği artırabilir. Örneğin, farklı ülkelerin envanterleri farklı kanallarda tutulabilir; yalnızca ortak heritage ID kayıtları tüm kanallarda paylaşılabilir.
- **Sharding (Parçalama):** Büyük ölçekli sistemlerde, veriler coğrafi veya tematik olarak parçalara ayrılabilir. Ancak, heritage ID'nin global benzersizliğini korumak için merkezi bir kayıt mekanizması gerekecektir.
- **Off-Chain Depolama:** Büyük dosyaların (fotoğraflar, planlar) blokzincir dışında tutulması için IPFS (InterPlanetary File System) veya Arweave gibi dağıtık depolama çözümleri avantajlı olabilir.
- **State Database Optimizasyonu:** Hyperledger Fabric, state database olarak LevelDB veya CouchDB kullanılabilir. CouchDB, karmaşık sorgular ve indeksleme için daha uygun olabilir; ancak performans

açısından LevelDB daha hızlıdır. DOCOMOMO bağlamında, arama ve filtreleme gereksinimleri düşünüldüğünde, CouchDB daha uygun görünmektedir.

#### 4.8. Güvenlik Mekanizmaları

**Kimlik Doğrulama ve Yetkilendirme:** İzne dayalı blokzincirlerde, tüm düğümler ve kullanıcılar kimlik doğrulamasından geçmelidir. Hyperledger Fabric, Public Key Infrastructure (PKI) tabanlı kimlik yönetimi kullanır. Her düğüm ve kullanıcı, bir sertifika otoritesi (Certificate Authority - CA) tarafından verilen dijital sertifikalarla tanımlanır. DOCOMOMO bağlamında, ulusal komiteler ve yetkili akademik kurumlar CA olarak görev yapabilir.

**Gizlilik ve Veri Koruma:** Channel yapısı sayesinde, hassas veriler yalnızca ilgili taraflar tarafından görülebilir. Örneğin, henüz yayınlanmamış tez verileri veya restorasyon projeleri, yalnızca ilgili ulusal komite ve doğrulayıcılar tarafından erişilebilir olabilir. Ayrıca, GDPR gibi veri koruma mevzuatlarına uyum için, kişisel verilerin anonimleştirilmesi veya şifrelenmesi gerekebilir.

**Değiştirilemezlik ve Veri Bütünlüğü:** Blokzincirin temel özelliği olan değiştirilemezlik, hash tabanlı veri bütünlüğü kontrolü ile sağlanır. Her işlem, önceki bloğun hash'ini içerir; bu nedenle geçmişteki bir bloğu değiştirmek, tüm sonraki blokları geçersiz kılar. Bu özellik, envanter kayıtlarının uzun dönemli güvenilirliğini garanti eder.

**Saldırı Senaryoları ve Önlemler:** İzne dayalı blokzincirler, açık blokzincirlerden farklı güvenlik riskleri taşır. Özellikle, düğümlerin çoğunluğunun ele geçirilmesi (%51 saldırısı) veya içeriden kötü niyetli davranışlar riski vardır. Bu riskleri azaltmak için, düğüm sayısının yeterli olması, coğrafi dağılımın sağlanması ve düzenli güvenlik denetimlerinin yapılması önerilmektedir.

#### 4.9. Yönetişim Yapısı, Karar Alma Mekanizmaları, Rol Dağılımı ve Yetkilendirme

Önerilen çerçevenin başarısı yalnızca teknik mimariye değil, aynı zamanda yönetim modeline bağlıdır. İzne dayalı blokzincir sistemlerinde, teknik kararların yanı sıra kurumsal, politik ve sosyal boyutlar da kritiktir.

**Konsorsiyum Yapısı:** İzne dayalı blokzincir sistemleri, genellikle bir konsorsiyum yapısı içinde işletilir. DOCOMOMO bağlamında, konsorsiyum üyeleri şunları içerebilir:

- **Kurucu Üyeler:** DOCOMOMO International ve seçilmiş ulusal komiteler
- **Ortak Üyeler:** Akademik kurumlar, araştırma laboratuvarları ve teknik destek sağlayabilecek kuruluşlar
- **Gözlemci Üyeler:** Üye olmayı hedefleyen ulusal komiteler veya ilgili kurumlar

Konsorsiyum, sistemin stratejik yönelimini belirleyen, teknik standartları onaylayan ve çatışmaları çözen bir yönetim kurulu tarafından yönetilmelidir. Bu kurul, her üye kurumdan bir temsilci içermeli ve kararları çoğunluk oyu veya oybirliği ile almalıdır.

**Karar Alma Süreçleri:** Farklı karar türleri için farklı mekanizmalar önerilmektedir:

- **Teknik Standartlar:** Metadata şemaları, veri formatları, API standartları gibi teknik kararlar, teknik çalışma grubu tarafından önerilir ve konsorsiyum tarafından onaylanır. Bu tür kararlar, çoğunluk oyu ile alınabilir.
- **Yönetişim Politikaları:** Yeni üye ekleme, düğüm yetkilendirme, doğrulayıcı rol dağılımı gibi yönetim kararları, daha yüksek bir onay eşiği (ör. üçte iki çoğunluk) gerektirebilir.
- **Akıllı Sözleşme Güncellemeleri:** Akıllı sözleşmelerin güncellenmesi, sistemin işleyişini etkileyebileceği için, oybirliği veya yüksek çoğunluk (ör. dörtte üç) gerektirebilir.
- **Acil Durumlar:** Güvenlik açıkları, sistem arızaları gibi acil durumlarda, teknik ekip hızlı karar alma yetkisine sahip olmalı; ancak bu kararlar sonradan konsorsiyum tarafından onaylanmalıdır.

**Düğüm İşletme Yetkisi:** Her ulusal komite veya ortak kurum, kendi düğümünü işletebilir. Ancak, düğüm işletme yetkisi, konsorsiyum tarafından onaylanmalı ve teknik gereksinimlerin karşılanması koşuluna bağlı olmalıdır. Düğüm işleten kurumlar, sistemin güvenilirliği ve performansından sorumludur.

**Doğrulayıcı Roller:** Doğrulayıcı rollerinin dağılımı, coğrafi, tematik veya kurumsal kriterlere göre yapılabilir:

- **Ulusal Doğrulayıcılar:** Her ulusal komite, kendi ülkesindeki yapılara ilişkin kayıtları doğrulama yetkisine sahip olabilir.
- **Tematik Doğrulayıcılar:** Belirli yapı tipleri (ör. sanayi yapıları, konut yerleşimleri) için uzman doğrulayıcı grupları oluşturulabilir.
- **Genel Doğrulayıcılar:** DOCOMOMO International veya seçilmiş uzman kurullar, tüm kayıtları doğrulama yetkisine sahip olabilir. Doğrulayıcı atamaları, konsorsiyum tarafından onaylanmalı ve düzenli olarak gözden geçirilmelidir.

**Katkıcı Yetkilendirme:** Katkıcılar, genellikle açık kayıt sistemi üzerinden yetkilendirilir. Ancak, belirli hassas veri türleri için sınırlı erişim kontrolleri uygulanabilir.

#### 4.10. Çatışma Çözümü ve Uyuşmazlık Yönetimi

**Teknik Çatışmalar:** İki farklı doğrulayıcının aynı kayıt için farklı kararlar vermesi durumunda, bir üst doğrulayıcı (ör. DOCOMOMO International) veya konsorsiyum yönetim kurulu devreye girebilir. Akıllı sözleşmeler, bu tür çatışmaları otomatik olarak tespit edebilir ve üst seviye inceleme için işaretleyebilir.

**Kurumsal Uyuşmazlıklar:** Konsorsiyum üyeleri arasındaki uyuşmazlıklar, öncelikle müzakere yoluyla çözülmeye çalışılmalıdır. Gerekirse, bağımsız bir hakem kurulu veya DOCOMOMO International'ın yönetim organı devreye girebilir.

**Veri Çelişkileri:** Aynı yapıya ilişkin farklı kaynaklardan gelen çelişkili bilgiler, sürümleme mekanizması sayesinde izlenebilir. Ancak, hangi sürümün "resmi" veya "öncelikli" olduğuna dair kararlar, doğrulayıcılar veya konsorsiyum tarafından verilmelidir.

#### 4.11. Ağ Genişlemesi

Yeni ulusal komitelerin veya kurumların ağa katılması, konsorsiyum tarafından onaylanmalı ve teknik gereksinimlerin karşılanması koşuluna bağlı olmalıdır. Yeni üyeler, başlangıçta gözlemci statüsünde olabilir.

#### 4.12. Altyapı Kurulum Süreci ve Teknik Gereksinimler

Blokzincir tabanlı bir dokümantasyon sistemine geçiş, kademeli bir süreç olarak planlanmalıdır (Tablo 2).

**Tablo 2.** Kurulum süreci (Yazarlar tarafından üretilmiştir).

<b>Hazırlık ve Planlama Aşamaları</b>	Docomomo International ve ulusal komiteler düzeyinde teknik çalışma grubu oluşturulması
	Pilot uygulama için kapsam belirlenmesi (ör. belirli bir ülke veya tematik alt küme)
	Yönetişim modeli ve politika çerçevesinin tanımlanması
	Bütçe ve kaynak planlaması
<b>Teknik Altyapı Seçimi</b>	İzne dayalı blokzincir platformu seçimi (Hyperledger Fabric, Ethereum Enterprise, vb.)
	Konsorsiyum yapısının belirlenmesi (hangi kurumlar düğüm işletecek)
	Zincir dışı depolama çözümü seçimi (IPFS, Arweave, geleneksel bulut depolama vb.)
	İstemci ve kullanıcı arayüzü ve API tasarımı
<b>Geliştirme ve Test Aşamaları</b>	Akıllı sözleşmelerin yazılması ve test edilmesi
	Veri migrasyonu stratejisinin belirlenmesi (mevcut envanterlerin sisteme aktarılması)
	Güvenlik ve performans testleri
<b>Pilot Uygulama</b>	Sınırlı sayıda heritage ID ve kayıt sürümü ile pilot başlatılması
	Kullanıcı geri bildirimlerinin toplanması
	Teknik ve kurumsal öğrenmelerin dokümanite edilmesi
<b>Ölçeklendirme</b>	Pilot sonuçlarına göre sistemin iyileştirilmesi
	Kademeli olarak daha fazla ülke ve yapı kategorisinin eklenmesi
	Sürekli bakım ve güncelleme süreçlerinin kurulması

**Uzman Desteği ve Teknik Kapasite:** Blokzincir tabanlı bir sistemin kurulması ve sürdürülmesi için belirli bir teknik kapasite gerekmektedir. Bu çerçevede, blokzincir ekosistemindeki büyük ağ/altyapı sağlayıcılarının kurumsal sosyal sorumluluk, teknik görünürlük veya ekosistem geliştirme programları kapsamında sunduğu sponsorluk ve teknik destek modelleri potansiyel bir finansman kaynağı olarak değerlendirilebilir. Pilot aşamada, altyapı kredileri, teknik mentorluk, düğüm barındırma destekleri veya eğitim fonları gibi katkılar, ilk kurulum

maliyetlerini sıfırlayabilir veya azaltabilir. DOCOMOMO'nun gönüllülük esaslı yapısı göz önüne alındığında, aşağıdaki destek mekanizmaları önerilmektedir:

- **Akademik Ortaklık:** Üniversitelerin bilgisayar, yönetim bilişim sistemleri laboratuvarlarıyla iş birliği
- **Teknik Danışmanlık:** Blokzincir uzmanları ve yazılım geliştiricilerden danışmanlık hizmeti
- **Proje Desteği:** Araştırma projeleri, hibeler veya kurumsal sponsorluklar aracılığıyla finansal destek
- **Açık Kaynak Topluluğu:** Açık kaynak kodlu çözümler ve topluluk desteği

**Üyelik ve Platform Yapısı:** Sistemin DOCOMOMO ulusal komiteleri ve yetkilendirilmiş akademik kurumlar tarafından işletilen düğümler üzerinde çalışması, katkıcılar ve kullanıcılar, web tabanlı bir arayüz üzerinden ücretsiz olarak sisteme erişebilmesi yaklaşımı DOCOMOMO'nun sivil toplum ve akademik ağ karakteriyle örtüşmektedir.

Çalışma kavramsal düzeyde olduğundan ayrıntılı arayüz tasarımlarına yer verilmemiştir. Ancak pilot uygulama aşaması için (a) Heritage ID kayıt ekranı, (b) Sürüm karşılaştırma/zaman çizelgesi ekranı, (c) Doğrulayıcı onay-red-revizyon ekranı, (d) Kamuya açık görüntüleme ve filtreleme ekranını içeren asgarî bir mock-up seti önerilmektedir.

**Sunucu ve Altyapı Yatırımı:** Blokzincir tabanlı sistem, geleneksel merkezi veritabanı yaklaşımından farklı olarak, dağıtık bir altyapı gerektirir. Dağıtık yapı, tek bir merkezi sunucuya bağımlılığı azaltırken, maliyetlerin farklı kurumlar arasında paylaşılmasına imkan tanımaktadır. Ancak, başlangıç aşamasında pilot uygulama için merkezi bir altyapı kullanılıp sistem olgunlaştıkça daha dağıtık bir yapıya geçilebilir. Önerilen dağıtık yapı şöyledir:

- **Düğüm Sunucuları:** Her bir ulusal komite veya ortak kurum, kendi düğüm sunucusunu işletir (fiziksel sunucu veya bulut tabanlı)
- **Zincir Dışı Depolama:** Belgeler ve görseller için merkezi veya dağıtık depolama çözümü (IPFS, Arweave veya geleneksel bulut depolama)
- **İstemci Arayüzü Sunucusu:** Web arayüzü ve API'ler için sunucu altyapısı

#### 4.13. Maliyet Kıyaslaması: Geleneksel Veritabanı ve Blokzincir Tabanlı Sistem

Geleneksel merkezi veritabanı yaklaşımı ile blokzincir tabanlı sistem arasında maliyet karşılaştırması yapıldığında, her iki yaklaşımın farklı maliyet yapıları olduğu görülmektedir. Aşağıdaki karşılaştırma, DOCOMOMO bağlamında orta ölçekli bir envanter sistemi (ör. 1000 yapı, 5000 kayıt sürümü) için kavramsal bir değerlendirme sunmaktadır (Tablo 3).

**Tablo 3.** Maliyet Kıyaslaması (Yazarlar tarafından üretilmiştir)

Geleneksel Merkezi Veritabanı		Blokzincir Tabanlı Sistem	
Maliyet Kalemi	Tahmini Maliyet (Yıllık)	Maliyet Kalemi	Tahmini Maliyet (Yıllık)
Geliştirme (Web uygulaması, veritabanı tasarımı, kullanıcı arayüzü)	50.000-100.000 USD (tek seferlik)	Geliştirme (Blokzincir altyapısı, akıllı sözleşmeler, arayüz geliştirme)	80.000-150.000 USD (tek seferlik)
Sunucu Altyapısı (Merkezi sunucu, veritabanı barındırma, yedekleme)	5.000-15.000 USD	Düğüm Altyapısı (Dağıtık düğüm sunucuları (5-10 kurum arasında paylaşımlı))	3.000-8.000 USD (kurum başına)
Bakım ve Güncelleme (Yazılım güncellemeleri, güvenlik yamaları, teknik destek)	10.000-25.000 USD	Zincir Dışı Depolama (Belgeler ve görseller için depolama (IPFS, bulut vb.))	2.000-5.000 USD
Veri Yönetimi (Veri girişi, doğrulama, arşivleme (personel maliyeti))	20.000-40.000 USD	Bakım ve Güncelleme (Akıllı sözleşme güncellemeleri, ağ yönetimi, teknik destek)	15.000-30.000 USD
		Veri Yönetimi (Veri girişi, doğrulama (dağıtık yapı nedeniyle daha düşük))	15.000-30.000 USD
<b>Toplam (İlk Yıl)</b>	<b>85.000-180.000 USD</b>	<b>Toplam (İlk Yıl)</b>	<b>100.000-223.000 USD</b>
<b>Toplam (Sonraki Yıllar)</b>	<b>35.000-80.000 USD</b>	<b>Toplam (Sonraki Yıllar)</b>	<b>35.000-73.000 USD (kurumlar arası paylaşımlı)</b>

Tablo 3'te verilen değerler, kesin bütçe olmayıp; kavramsal tasarım düzeyinde bir maliyet aralığı tahmini sunmaktadır. Hesaplama şu parametrelere dayanmaktadır: (i) tek ülkede pilot başlangıç ve kademeli ölçeklenme, (ii) ilk yıl için geliştirme + kurulum, sonraki yıllar için işletme + bakım ayrımı, (iii) blokzincir modelinde 5-10 kurum arasında düğüm ve operasyon maliyet paylaşımı, (iv) büyük dosyalar için zincir dışı depolama kullanımı, (v) maliyet

kalemlerinde personel, teknik altyapı, yazılım geliştirme/güncelleme ve güvenlik giderlerinin birlikte değerlendirilmesi. Aralıklar, kurumsal dijital altyapı projelerinde görülen tipik maliyet bantlarına göre belirlenmiştir.

**Maliyet Analizi ve Değerlendirme:** İlk yıl maliyetleri açısından, blokzincir tabanlı sistem geleneksel yaklaşıma göre %15-25 daha yüksek olabilir; bu fark, öncelikle geliştirme aşamasındaki teknik karmaşıklıktan kaynaklanmaktadır. Ancak, uzun vadede blokzincir sisteminin avantajları şunlardır:

- **Dağıtık Maliyet Paylaşımı:** Düğüm altyapısı ve bakım maliyetleri, 5-10 ulusal komite veya ortak kurum arasında paylaşıldığında, her bir kurumun yükü önemli ölçüde azalır.
- **Ölçeklenebilirlik:** Blokzincir sistemi, yeni ülkeler ve kurumlar eklendikçe, merkezi altyapı yatırımı gerektirmeden ölçeklenebilir.
- **Versiyonlama ve İzlenebilirlik:** Geleneksel sistemlerde versiyonlama ve değişiklik geçmişi için ek yazılım ve depolama maliyetleri gerekirken, blokzincir bu özellikleri doğal olarak sağlar.
- **Güvenlik ve Bütünlük:** Merkezi sistemlerde güvenlik yatırımları (firewall, saldırı önleme sistemleri vb.) sürekli güncellenirken, blokzincirin dağıtık yapısı bazı güvenlik maliyetlerini azaltabilir.

Zincir dışı depolama maliyetleri hizmet sağlayıcıya, veri hacmine, erişim sıklığına ve yedeklilik politikasına göre değiştiği için bu çalışmada kesin fiyat yerine senaryo tabanlı bir yaklaşım benimsenmiştir. Pilot bütçeleme açısından birim maliyet hesaplaması Depolama birim maliyeti (USD/GB-ay), Veri çıkışı/erişim birim maliyeti (USD/GB) ve API işlem maliyeti (USD/1000 istek) kalemleri üzerinden yapılabilir. Örnek yıllık hesaplama formülü şu şekildedir:

$$\text{Yıllık maliyet} = (\text{Depolama GB} \times \text{USD/GB-ay} \times 12) + (\text{Yıllık veri çıkışı GB} \times \text{USD/GB}) + (\text{Yıllık API istek adedi}/1000 \times \text{USD}/1000 \text{ istek})$$

Bu formül, IPFS tabanlı veya benzeri zincir dışı depolama çözümleri için kuruma özgü fiyat teklifleriyle doldurularak Tablo 3'teki aralıkların kurumsal bağlamda yeniden hesaplanabilmesi mümkündür. Tablo 3'teki değerler ülkeler, kurum kapasitesi, ücret düzeyi, barındırma tercihi (bulut/kurum içi) ve ölçüğe göre değişebilir.

#### 4.14. Uygulama Stratejisi

Başarılı bir sonuç için önerilen kademeli bir uygulama stratejisi Tablo 4'te sunulmaktadır.

**Tablo 4.** Uygulama stratejisi (Yazarlar tarafından üretilmiştir).

<b>Faz 1:</b> Pilot Uygulama (6-12 ay)	(i) Belirli bir ülke veya tematik alt kümede (ör. bir kentteki modern miras yapıları) pilot başlatılması, (ii) Teknik altyapının test edilmesi ve iyileştirilmesi, (iii) Kullanıcı geri bildirimlerinin toplanması
<b>Faz 2:</b> Bölgesel Genişleme (12-24 ay)	(i) Pilot başarılı olduğunda, daha fazla ülke veya tematik kategori eklenmesi, (ii) Yönetişim mekanizmalarının olgunlaştırılması, (iii) Teknik kapasitenin artırılması
<b>Faz 3:</b> Tam Ölçekli Sistem (24+ ay)	Tüm Docomomo ulusal komitelerinin sisteme entegre edilmesi, (ii) Mevcut envanterlerin sisteme aktarılması (veri migrasyonu), (iii) Sürekli bakım ve güncelleme süreçlerinin kurulması

### 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma, modern mimarlık mirasının belgelenmesine ilişkin mevcut dijital envanter sistemlerinin sınırlılıklarını, blokzincir teknolojisi temelli kavramsal bir çerçeve üzerinden yeniden değerlendirmeyi amaçlamıştır. Çalışmada ortaya konulan temel argüman, modern mimarlık mirasının durağan ve tekil bir “nihai kayıt” modeliyle temsil edilemeyecek kadar dinamik, çok katmanlı ve sürekli dönüşüm halinde olduğudur. Özellikle DOCOMOMO ağları içinde üretilen poster sunuşları, çalıştaylar, seminerler, envanter fişleri, tezler ve saha çalışmaları incelendiğinde, aynı yapıya ilişkin bilginin zaman içinde farklı aktörler tarafından sürekli genişletildiği, yeniden yorumlandığı ve güncellendiği görülmektedir. Buna karşın mevcut dijital envanter sistemleri, çoğunlukla belirli bir ana ait sabit kayıtlar üretmekte; sürüm geçmişini, katkı süreçlerini ve alternatif yorum katmanlarını bütüncül biçimde görünür kılamamaktadır.

Bu bağlamda önerilen blokzincir tabanlı model, modern mimarlık mirasını yalnızca korunması gereken yapılar olmasından ziyade zaman içinde evrilen bilgi ağları olarak ele alan alternatif bir dokümantasyon yaklaşımı önermektedir. Çalışmanın literatüre temel katkısı, kültürel miras alanındaki blokzincir tartışmalarını modern mimarlık mirasının dinamik doğasıyla ilişkilendirmesi ve DOCOMOMO benzeri çok aktörlü belge üretim süreçleri

için kavramsal bir mimari geliştirmesidir. Mevcut blokzincir çalışmaları çoğunlukla provenans takibi, telif yönetimi veya dijital arşiv güvenliği üzerine yoğunlaşırken (Espley vd., 2018; Galiev vd., 2019; Liu vd., 2025), bu çalışma blokzinciri farklı zamanlarda üretilen bilgi katmanlarını birbirine bağlayan, sürümleyen ve çoğul tarihyazımını görünür kılan bir dokümantasyon altyapısı olarak tartışmaktadır.

Önerilen modelin en güçlü yönlerinden biri, her yapı için tanımlanan kalıcı “heritage ID” sistemi aracılığıyla farklı dönemlerde üretilen kayıtların birbirine referans veren izlenebilir bir bütün haline getirilebilmesidir. Böylece bir yapının sadece mevcut durumunu değil, zaman içerisindeki dönüşüm süreçlerini, farklı araştırmacılar tarafından üretilen yorumları ve yeni belgeleri de görünür hale getirmektedir. Bu yaklaşım, modern mimarlık mirasının “tamamlanmış nesnelere” yerine sürekli değişen süreçler olarak ele alınması gerektiğini savunan çağdaş miras kuramlarıyla da uyumludur (Giaccardi, 2012; Ingold, 2013). Aynı zamanda önerilen “branching” mekanizması, mimarlık tarihyazımının tekil ve otoriter anlatılar yerine çoğul ve tartışmalı bilgi üretim süreçleri üzerinden okunabileceğine ilişkin kavramsal tartışmalarla ilişkilendirilebilir (White, 1973; Smith, 2006). Bu yönüyle çalışma, teknik bir veri yönetim modeli önermenin ötesine geçerek, modern mimarlık mirasının temsil biçimlerine ilişkin epistemolojik bir açılım sunmaktadır.

Bununla birlikte önerilen yaklaşımın önemli sınırlılıkları da bulunmaktadır. Öncelikle çalışma, uygulanmış bir prototip veya çalışan bir sistem sunmamakta; kavramsal mimari ve tasarım ilkeleri düzeyinde kalmaktadır. Dolayısıyla önerilen modelin gerçek veri yoğunluğu, kullanıcı davranışları, işlem hacmi ve uzun dönemli sürdürülebilirlik gibi pratik koşullar altında nasıl performans göstereceği henüz test edilmemiştir. Özellikle blokzincir tabanlı sistemlerin teknik bakım gereksinimleri, uzman ihtiyacı, altyapı maliyetleri ve yönetim süreçleri, gönüllülük esaslı çalışan DOCOMOMO ağları açısından önemli zorluklar meydana getirebilir. Ayrıca her ne kadar “izne dayalı blokzincir” yapıları açık ağlara göre daha düşük enerji tüketimi ve daha yüksek performans sunsa da, sistemin uzun vadeli işletimi için sürekli teknik koordinasyon ve kurumsal iş birliği gerekecektir.

Bir diğer önemli tartışma alanı, “değiştirilemezlik” ilkesi ile kültürel miras bilgisinin doğası arasındaki gerilimdir. Blokzincir teknolojisi çoğunlukla kayıtların silinemezliği ve bütünlüğü üzerinden tanımlansa da mimarlık tarihi ve miras alanındaki bilgi üretimi çoğu zaman yorum değişiklikleri, yeni bulgular ve eleştirel yeniden okumalar üzerinden ilerlemektedir. Bu nedenle önerilen sistemin amacı, tek ve mutlak bir “doğru kayıt” üretmek değil; aksine farklı sürümlerin ve yorumların birlikte var olabildiği şeffaf bir bilgi ekosistemi oluşturmaktır. Ancak bu durum aynı zamanda doğrulama, yetkilendirme ve “resmi kayıt” tanımı gibi konularda yeni yönetim sorunlarını da beraberinde getirebilir. Özellikle farklı ulusal komiteler veya uzman grupları arasında ortaya çıkabilecek yorum farklılıklarının nasıl yönetileceği, sistemin yalnızca teknik değil kurumsal ve politik bir mesele olduğunu göstermektedir. Çalışmanın bir diğer sınırlılığı, önerilen modelin mevcut koruma mevzuatları ve resmi envanter sistemleriyle entegrasyonunun ayrıntılı biçimde ele alınmamış olmasıdır. Ulusal miras kurumlarının veri standartları, telif politikaları ve erişim kısıtları ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Bu nedenle önerilen çerçevenin uluslararası ölçekte uygulanabilmesi için CIDOC-CRM, Dublin Core ve benzeri metadata standartlarıyla birlikte çalışabilirliğin yanı sıra, farklı hukuki ve kurumsal bağlamlara uyum sağlayabilecek esnek yönetim modellerine ihtiyaç duyulacaktır.

Tüm bu değerlendirmeler ışığında çalışma, modern mimarlık mirasının belgelenmesine ilişkin mevcut dijital envanter anlayışının yeniden düşünülmesi gerektiğini ileri sürmektedir. Önerilen blokzincir tabanlı yaklaşım, modern mirası yalnızca arşivlenen bir geçmiş nesnesi olarak değil; farklı aktörler tarafından sürekli yeniden üretilen yaşayan bir bilgi alanı olarak sunan alternatif bir modeli öne sürmektedir. Bu yönüyle çalışma, dijital miras tartışmalarına teknik olduğu kadar kavramsal bir katkı yapmayı hedeflemektedir. Gelecekte geliştirilecek pilot uygulamalar ve prototipler aracılığıyla, önerilen modelin teknik uygulanabilirliği, kullanıcı deneyimi, yönetim süreçleri ve koruma pratiğine olası etkileri daha somut biçimde değerlendirilebilir. Ancak mevcut haliyle dahi çalışma, modern mimarlık mirasının dokümantasyonu için merkezi ve durağan veri tabanı modelleri yerine, dağıtık, sürümlenebilir ve kolektif olarak güncellenebilir sistemlerin tartışılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Yazarlar bu çalışmada herhangi çıkar çatışması bulunmadığını beyan eder.

**Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı:** Etik kurul izni ve/veya yasal/özel izin alınmasına gerek olmayan bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

**Destek Beyanı:** Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kuruluşun destek alınmamıştır.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı:**

**Abdullah Güç:** Kavramsallaştırma (eşit), metodoloji (eşit), yazma - orijinal taslak (eşit), yazma - gözden geçirme & düzenleme (eşit), görselleştirme (eşit), kaynaklar (ana), araştırma (ana), biçimsel analiz (eşit), süpervizyon (ana).

**Tuba Bülbül Bahtiyar:** Kavramsallaştırma (eşit), metodoloji (eşit), yazma - orijinal taslak (eşit), yazma - gözden geçirme & düzenleme (eşit), görselleştirme (eşit), kaynaklar (destek), araştırma (destek), biçimsel analiz (eşit), süpervizyon (destek).

**TEŞEKKÜR**

Bu makalenin hazırlanması sürecinde hiçbir aşamada üretken yapay zeka aracı kullanılmamıştır.

**KAYNAKLAR**

- Aldweesh, A. (2023). Decentralized framework for cultural heritage conservation using blockchain. *İçinde, 2023 3rd International Conference on Computing and Information Technology (ICCIT)*, Tabuk, Saudi Arabia, September 13-14, 2023, 591-596. <https://doi.org/10.1109/ICCIT58132.2023.10273979>
- Alharby, M., Aldweesh, A., & Van Moorsel, A. (2018). Blockchain-based smart contracts: A systematic mapping study of academic research. *İçinde, 2018 International Conference on Cloud Computing, Big Data and Blockchain (ICCCB)*, Fuzhou, November 15-17, 2018, 1-6. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8756390> adresinden 01.11.2025'te alınmıştır.
- Androulaki, E., Barger, A., Bortnikov, V., Cachin, C., Christidis, K., De Caro, A., Enyeart, D., Ferris, C., Laventman, G., Manevich, Y., Muralidharan, S., Murthy, C., Nyugen, B., Sethi, M., Singh, G., Smith, K., Sorniotti, A., Stathakopoulou, C., Vukolić, M., Cocco, S. W., & Yellick, J. (2018). Hyperledger fabric: A distributed operating system for permissioned blockchains. *İçinde, Proceedings of the Thirteenth EuroSys Conference*, Porto, April 23-26, 2018, 1-15. <https://dl.acm.org/doi/epdf/10.1145/3190508.3190538> adresinden 18.10.2025'te alınmıştır.
- Beck, R., Müller-Bloch, C., & King, J. L. (2018). Governance in the blockchain economy: A framework and research agenda. *Journal of the Association for Information Systems*, 19(10), 1020-1034. <https://doi.org/10.17705/1jais.00518>
- Brown, R. G., Carlyle, J., Grigg, I., & Hearn, M. (2016). Corda: An introduction. *R3 CEV*. <https://docs.r3.com/en/pdf/corda-introductory-whitepaper.pdf> adresinden 19.09.2025'te alınmıştır.
- Cameron, F., & Kenderdine, S. (Eds.). (2007). *Theorizing digital cultural heritage: A critical discourse*. Cambridge: MIT Press.
- De Filippi, P., & Hassan, S. (2016). Blockchain technology as a regulatory technology: From code is law to law is code. *First Monday*, 21(12). <https://doi.org/10.5210/fm.v21i12.7113>
- Del Vacchio, E., & Bifulco, F. (2022). Blockchain in cultural heritage: Insights from literature review. *Sustainability*, 14(4), 2324. <https://doi.org/10.3390/su14042324>
- Doerr, M. (2003). The CIDOC conceptual reference module: An ontological approach to semantic interoperability of metadata. *AI Magazine*, 24(3), 75-92. <https://doi.org/10.1609/aimag.v24i3.1720>
- DOCOMOMO\_Australia. (2026). DA Buildings register. [https://docomomoaustralia.com.au/category/db\\_bld/](https://docomomoaustralia.com.au/category/db_bld/) adresinden 12.08.2025'te alınmıştır.
- DOCOMOMO\_Austria. (2026). Bautenregister. <https://www.docomomo.at/gebaeude/> adresinden 15.07.2025'te alınmıştır.
- DOCOMOMO International. (n.d.). *About the journal*. DOCOMOMO Journal. <https://DOCOMOMOjournal.com/index.php/journal/about> adresinden 19.08.2025'te alınmıştır.
- DOCOMOMO\_Türkiye. (2026). Türkiye mimarlığında modernizmin yerel açılımları-sunulan yapılar. <https://www.DOCOMOMO-tr.org/etkinlikler/poster-sunuslari/turkiye-mimarliginda-modernizmin-yerel-acilimleri-sunulan-yapilar> adresinden 15.08.2025'te alınmıştır.

- DOCOMOMO France. (2026). Inventaire des bâtiments. <https://www.docomomo.fr/inventaire-des-batiments> adresinden 19.08.2025'te alınmıştır.
- DOCOMOMO Italia. (2026). Minimum documentation fiche. <https://www.docomomoitalia.it/fiche/> adresinden 27.09.2025'te alınmıştır.
- DOCOMOMO US. (2025). Explore the register. <https://www.DOCOMOMO-us.org/explore-modern/explore-the-register> adresinden 29.10.2025'te alınmıştır.
- Espley, R., Collins, E., Marriott, P., & Thompson, D. (2018). ARCHANGEL: Trusted archives of digital public documents. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/1804.08342> adresinden 03.11.2025'te alınmıştır.
- Galiev, A., Ishmukhametov, S., Latypov, R., Prokopyev, N., Stolov, E., Vlasov, I. (2019). ARCHAIN: A novel blockchain-based archival system. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/1901.04225> adresinden 05.11.2025'te alınmıştır.
- Giaccardi, E. (Ed.). (2012). *Heritage and social media: Understanding heritage in a participatory culture*. London: Routledge.
- Graves, M. (2012). *Digital archaeology: The art and science of digital forensics*. New Jersey: Addison-Wesley Professional.
- Gregor, S., & Hevner, A. R. (2013). Positioning and presenting design science research for maximum impact. *MIS Quarterly*, 37(2), 337-355. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37.2.01>
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75-105. <https://doi.org/10.2307/25148625>
- Hsiao, T.-C., & Shen, S. (2023). A study of digital architectural heritage preservation based on blockchain technology. *The Journal of Engineering*, 2023(1), e12213. <https://doi.org/10.1049/tje2.12213>
- Ingold, T. (2013). *Making: Anthropology, archaeology, art and architecture*. London: Routledge.
- Isaac, A. (2013). Europeana data model primer. *Europeana Foundation*. [https://pro.europeana.eu/files/Europeana\\_Professional/Share\\_your\\_data/Technical\\_requirements/EDM\\_Documentation/EDM\\_Primer\\_130714.pdf](https://pro.europeana.eu/files/Europeana_Professional/Share_your_data/Technical_requirements/EDM_Documentation/EDM_Primer_130714.pdf) adresinden 05.12.2025'te alınmıştır.
- ICOMOS. (2017). The Madrid New Delhi document approaches to the conservation of twentieth-century cultural heritage <http://www.icomos-isc20c.org/pdf/madrid-new-delhi-document-2017.pdf> adresinden 06.11.2025'te alınmıştır.
- Jokilehto, J. (1999). *A history of architectural conservation* (Butterworth-Heinemann series in conservation & museology). London: Routledge.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199256044.002.0001>
- Liu, X., Dong, F., Shui, W., & Geng, G. (2025). Blockchain in digital cultural heritage resources: Technological integration, consensus mechanisms, and future directions. *npj Heritage Science*, 13, Article 235. <https://doi.org/10.1038/s40494-025-01818-4>
- Macdonald, S. (2013). *Memorylands: Heritage and identity in Europe today*. London: Routledge.
- Migliorini, S., Gambini, M., & Belussi, A. (2025). A blockchain-based platform for ensuring provenance and traceability of donations for cultural heritage. *Blockchain: Research and Applications*, 6(3), 100278. <https://doi.org/10.1016/j.bcra.2025.100278>
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. *Bitcoin.org*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> adresinden 08.11.2025'te alınmıştır.
- Ongaro, D., & Ousterhout, J. (2014). In search of an understandable consensus algorithm. İçinde, *2014 USENIX Annual Technical Conference*, Philadelphia, June 19–20, 2014, 305-319. <https://www.usenix.org/conference/atc14/technical-sessions/presentation/ongaro> adresinden 06.11.2025'te alınmıştır.

- O'Sullivan, J. (2025). Blockchain for the arts and humanities. *Future Humanities*, 4(1), e70020. <https://doi.org/10.1002/fhu2.70020>
- Parry, R. (2007). *Recoding the museum: Digital heritage and the technologies of change*. London: Routledge.
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45-77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-122240302>
- Riegl, A. (1982). *The modern cult of monuments: Its character and its origin* (K. W. Forster & D. Ghirardo, Trans.). *Oppositions*, 25, 20-51.
- Smith, L. (2006). *Uses of heritage*. London: Routledge.
- Stubbs, J. H. (2009). *Time honored: A global view of architectural conservation*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Szabo, N. (1997). Formalizing and securing relationships on public networks. *First Monday*, 2(9). <https://doi.org/10.5210/fm.v2i9.548>
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2016). *Blockchain revolution: How the technology behind Bitcoin is changing money, business, and the world*. New York: Penguin.
- Tasca, P., & Tessone, C. J. (2019). A taxonomy of blockchain technologies: Principles of identification and classification. *Ledger*, 2, 1-39. <https://doi.org/10.5195/ledger.2019.140>
- Tostões, A., Ferreira, Z., & Alves, J. G. (2016). MoMove: The docomomo Virtual Exhibition. *Docomomo Journal*, (54), 86-88. Retrieved from <https://docomomojournal.com/index.php/journal/article/view/394> adresinden 15.11.2025'te alınmıştır.
- Trček, D. (2022). Cultural heritage preservation by using blockchain technologies. *Heritage Science*, 10, 6. <https://doi.org/10.1038/s40494-021-00643-9>
- UNESCO. (2012). *Managing cultural World Heritage*. UNESCO World Heritage Centre. <https://whc.unesco.org/document/117412> adresinden 25.10.2025'te alınmıştır.
- Weibel, S., & Koch, T. (2005). The Dublin Core metadata initiative: Mission, current activities, and future directions. *D-Lib Magazine*, 11(12). <https://www.dlib.org/dlib/december00/weibel/12weibel.html> adresinden 16.11.2025'te alınmıştır.
- White, H. (1973). *Metahistory: The historical imagination in nineteenth-century Europe*. Maryland: Johns Hopkins University Press.
- Wood, G. (2025). Ethereum: A secure decentralised generalised transaction ledger shanghai version, *Ethereum Project Yellow Paper*, 151, 1-32. <https://ethereum.github.io/yellowpaper/paper.pdf> adresinden 16.11.2025'te alınmıştır.
- Xu, X., Weber, I., & Staples, M. (2019). *Architecture for blockchain applications*. Cham: Springer.
- Zhang, W., Taib, N., & Taib, M. (2025). Reimagining cultural heritage conservation through VR, metaverse, and digital twins: An AI and blockchain-based framework. *PLOS ONE*, 20(11), e0335943. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0335943>
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2017). An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. İçinde, *2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)*, Honolulu, June 25-30, 2017, 557-564. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8029379> adresinden 19.11.2025'te alınmıştır.
- Zorich, D. M. (2012). Transitioning to a digital world: Art history, its research centers, and digital scholarship. [https://bmmweb.blob.core.windows.net/kressmedia/media/kress/media/resources/sponsored%20research/zorich\\_transitioningdigitalworld.pdf](https://bmmweb.blob.core.windows.net/kressmedia/media/kress/media/resources/sponsored%20research/zorich_transitioningdigitalworld.pdf) adresinden 28.11.2025'te alınmıştır.