

DOI: [10.38027/ICCAUA2021TR0072N25](https://doi.org/10.38027/ICCAUA2021TR0072N25)

Historic Building Information Modelling (HBIM)

* Esranur Kömürçü¹ and Dr. Nuray Benli Yıldız²

Duzce University, Faculty of Art, Design and Architecture, Duzce, Turkey^{1,2}

E-mail¹ : esranurkmc@gmail.com , E-mail² : nuraybenli@gmail.com

Abstract

Cultural heritage conservation and restoration work is a complex process that includes documentation, data collection, interpretation and production. By integrating the BIM (Building Information Modeling) methodology into this process, the concept of HBIM (Historic Building Information Modeling) has been formed. In this article, the progress of this process with the HBIM methodology in the restoration, protection and management studies of cultural heritage buildings and sites requiring collective and holistic work, the evaluation of access to the information obtained, and the provision of interdisciplinary information exchange were analyzed. By using the SWOT analysis method, the opportunities and threats offered by using the HBIM working methodology were evaluated and the strengths and weaknesses of the HBIM technology were determined. As a result of the SWOT analysis, it has been determined that the HBIM application will positively contribute to the heritage structures and increase in the direction of potential opportunities by eliminating the weaknesses.

Keywords: HBIM (Historic Building Information modelling); Digital Heritage; Cultural heritage; SWOT analysis.

Tarihi Yapı Bilgi Modellemesi (HBIM)

Özet

Kültürel mirası koruma ve yenileme çalışmaları belgeleme, veri toplama, yorumlama ve üretim aşamalarını içeren karmaşık bir süreçtir. Bu sürece BIM (Building Information Modelling) metodolojisinin entegre edilmesiyle HBIM (Historic Building Information Modelling) kavramı oluşmuştur. Bu makalede kolektif ve bütüncül çalışma gerektiren kültürel miras yapı ve sit alanlarında onarım, koruma ve yönetme çalışmalarında HBIM metodolojisi ile bu sürecin ilerletilmesi, elde edilen bilgilere ulaşımın değerlendirilmesi, disiplinler arası bilgi alışverişinin sağlanması analiz edilmiştir. SWOT analizi yöntemi kullanılarak HBIM çalışma yöntemini kullanmanın sunduğu fırsatları ve tehditleri değerlendirip HBIM teknolojisinin güçlü ve zayıf yönleri tespit edilmiştir. SWOT analizi sonucunda, HBIM uygulamasının miras yapılar üzerinde olumlu katkılarda bulunacağı, zayıf yönlerinin giderilmesi ile potansiyel fırsatlar yönünde artış sağlayacağı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tarihi Yapı Bilgi Modellemesi (HBIM); Dijital Miras; Kültürel Miras Yapıları; SWOT Analizi.

1. Giriş

Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle birlikte birçok sektörün içinde Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) adında önemli bir gelişme yaşanıyor. BIM teknolojisi, yapılan çalışmanın tüm gereksinimlerini ve süreç için gerekli bilgiyi tek bir dosyada toplamaktadır (Miettinen & Paavola, 2014; Pavlidis et al., 2007). Yapı Bilgi Modellemesi bir yapının üretimi değil, yapının üretilme süreci olarak düşünülmelidir. Projenin tüm bilgilerini modelin 3B nesnelere bağlayan parametrik modelleme sistemidir (Azhar et al., 2012). Parametrik nesnelere "akıllı modeller" de denir ve akıllı modelin tüm öğeleri ilgili meta verileri içeren veritabanına bağlanır.(Dore et al., 2015),(Dore & Murphy, 2015),(Fai & Filippi, 2013),(Sydor, 2013).

Bina Bilgi Modellemesi, binaların planlanması adımıyla başlayıp yönetimine, bakımına ve restorasyonuna kadar tüm sürecin yönetilmesi imkanını sunar (Dore & Murphy, 2015). Bu sebepten dolayı BIM, yeni bina yapım sürecinden sonra tarihi binaların korunması süreçlerinde de kullanılmaya başlanmıştır. BIM metodolojisinin tarihi binalara entegre edilmesiyle Heritage_Historic-BIM(HBIM) olarak tanımlanan, miras yapılarına uygun çalışma metodolojisi oluşmuştur (Murphy, 2012).

Kültürel mirası koruma ile ilgili çalışmaların ilk ve en önemli adımı belgeleme, veri toplama, yorumlama ve üretim aşamalarını içeren karmaşık süreçtir. Bunun kısa bir tanımı, yapının mevcut durumu ve çevresinin raporlar, çizimler ve fotoğraflar ile kayıt altına alınmasıdır (Yılmaz et al., 2007). HBIM metodolojisi bu sürecin daha hızlı ilerlemesini sağlar. Aynı zamanda esnek çalışma imkanı tanıdığından projedeki farklı paydaşların ihtiyaç duyduğu bilgilere erişebilmelerini kolaylaştırır.(Doreni, 2013).

HBIM metodolojisi kültürel mirasın korunmasında her ne kadar güncel ve teknolojik bir gelişme olsa da, HBIM metodolojisindeki zayıflıklar ve tehdit edici unsurlardan dolayı bu alanda çalışma yapan kişiler ve kurumlar bu teknolojiyi

kullanmada çekimser davranmaktadırlar. HBIM konusundaki kararsızlıkları ve çekimserlikleri ortadan kaldırmak için HBIM metodolojisinin güçlü yönlerine ve oluşturacağı fırsatlara yoğunlaşarak zayıflıkların ve tehdit unsurlarının hızlı bir şekilde giderilip çalışma sisteminin potansiyelinin artırılmasına odaklanılmalıdır.

Bu sebeple, HBIM ile ilgili çalışmalar incelenerek bu çalışmada SWOT analizi metodu kullanılmıştır. Bu çalışmanın amacı BIM ve HBIM kavramlarının incelenip kültürel mirasın korunması çalışmalarında, HBIM metodolojisinin uygunluğunu SWOT analizi kullanarak değerlendirmektir.

2. Yöntemler ve SWOT Analizi

Bu çalışmada kültürel mirasın korunması ve sürdürülebilmesi ile ilgili çalışmalarda HBIM metodolojisi kullanmanın uygunluğunu tespit edebilmek için SWOT analizi yöntemi kullanılmıştır.

SWOT analizi, belirli bir konuda çalışma stratejisi oluşturulurken yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Mevcut durumun tespit edilip gelecekte yapılacak çalışmaların daha sağlıklı, etkili ve stratejik olmasını sağlayan sıklıkla kullanılan bir tür teşhis yöntemidir. SWOT, belirli bir kuruluşun kaynaklarını ve çevresini tanımlayan kelimelerin ilk harflerinden oluşturulmuş bir kısaltma olup bu analizin iç ve dış olmak üzere iki aşaması vardır. İç boyut organizasyonun güçlü ve zayıf yönlerini içerirken, dış boyutu ise fırsatlar ve tehditleri içerir (Nkuda, 2018). SWOT analizi yapılacak çalışmanın güçlü yönlerinden ve fırsatlardan faydalanmayı, zayıf yönlerini azaltmayı ve tehditlere karşı önlemler almayı kolaylaştırır. Kısaca şöyle özetlenebilir:

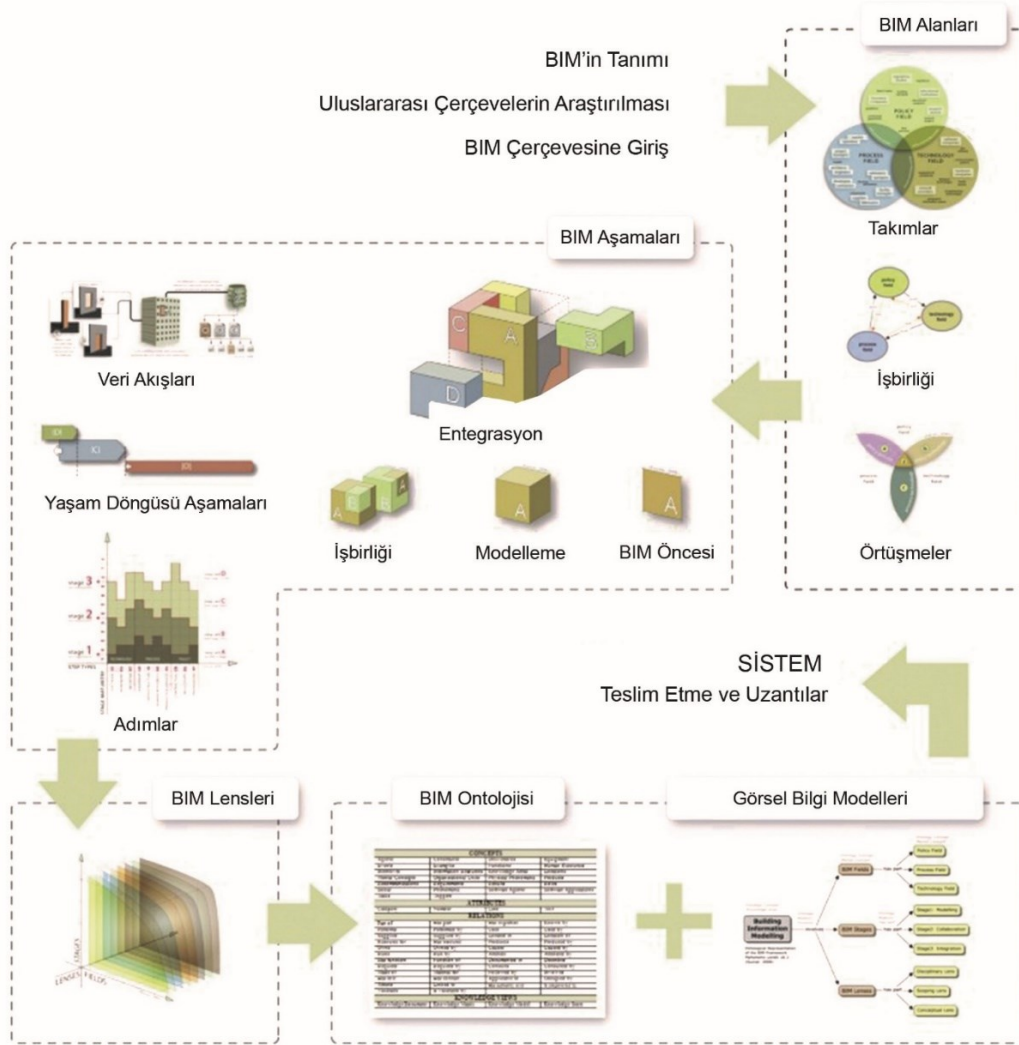
- **S: Strengths (Güçlülük):** Çalışmanın güçlü/üstün olduğu yönlerin tespit edilmesidir.
- **W: Weakness (Zayıflık):** Çalışmanın güçsüz/zayıf olduğu yönlerin tespit edilmesidir.
- **O: Opportunities (Fırsatlar):** Çalışmanın sahip olduğu fırsatları ifade eder.
- **T: Threats (Tehditler):** Çalışmanın karşı karşıya olduğu tehdit ve tehlikelerdir.

Bu analiz yöntemi kullanılarak HBIM çalışma metodolojisini kullanmanın sunduğu fırsatları ve tehditleri değerlendirip HBIM teknolojisinin güçlü ve zayıf yönleri belirlenecektir. Böylece HBIM metodunu kullanma hakkındaki çekimserliklerin giderilip kültürel mirası koruma çalışmalarında HBIM kullanımının yaygınlaşması hedeflenmektedir.

3. BIM ve HBIM Teknolojisi

3.1. BIM Nedir?

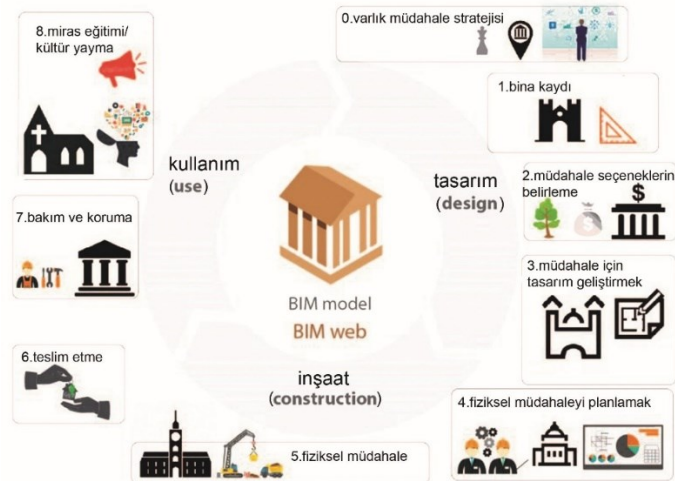
Yapı Bilgi Modellemesi(BIM) kavramı çok kapsamlı ve tarihsel yönden karmaşık bir fenomen olarak geliştiği için tek bir tanımla anlatılması güçtür. Fakat BIM için ilk olarak; geliştirilen yazılım uygulamaları ve iş ağı arasındaki ilişkileri ve bilgi alışverişini kolaylaştırmak için, bir binanın dijital temsili yani projenin bilgi deposu olarak tanımlanabilir (Miettinen & Paavola, 2014). BIM araçları projenin parametrik tasarım sürecini desteklerken binanın davranış simülasyonu ile proje yönetim süreçlerini hızlandırır ve daha verimli kılar. BIM; tasarım, inşaat, tesis yönetimi ve sonrasında binanın bakımı aşamalarını kapsadığı için süreç boyunca birlikte çalışılabilirlik ve işbirliği sisteminin neticesinde bu süreçte tasarım hataları azalır ve inşaat endüstrisinin üretkenliği artar. Bu nedenle BIM için inşaat yönetiminde yeni bir metodoloji ve ya "Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat endüstrisinde teknolojik veya prosedürel bir değişim ağıdır." denebilir (Succar, 2009).



Şekil 1. BIM aşamalarının görsel soyutlamayla anlatılması (Succar, 2009). (Çeviren: E.Kömürcü)

3.2. HBIM Nedir?

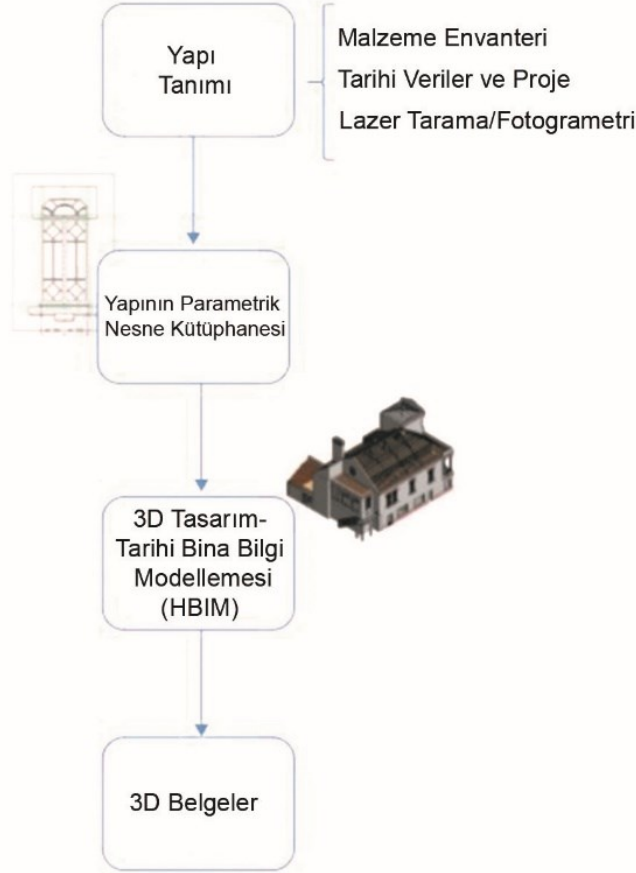
Tarihi Yapı Bilgi Modellemesi (HBIM), tarihi yapıların modellenmesi olarak tanımlanan, nokta bulutlarından BIM geometrisi oluşturan araçlardır (Murphy, 2012). Bu araçlar, lazer tarama ve fotogrametriden elde edilen verilerle çalışır (Yılmaz et al., 2007). Bu çalışma sürecinde yapı modeli çalışmaları hızlandırılır, hata payı en aza indirilir ve BIM için akıllı nesne tabanlı kütüphanelerin gelişme imkanı sağlanmış olur.



Şekil 2. HBIM'e genel bakış (Jordan-Palomar vd., 2018). (Çeviren: Esranur K.)

HBIM'in çalışma metodolojisi şu şekildedir: Öncelikle lazer tarama ve fotogrametriden alınan veriler toplanır ve işlenir. Daha sonra yapı ile ilgili tarihsel ayrıntılar kaynaklardan taranır ve tarihsel parametrik nesnelere tasarlanır. Tüm bu çalışmaların sonucunda proje üretimi gerçekleşir. Çalışma metodolojisinden anlaşılacağı üzere HBIM aracılığıyla üç boyutlu modeller, detaylar, planlar ve kesitler içeren projeler üretmek mümkündür (Murphy et al., 2013).

Bu özelliklerin yanı sıra, paylaşılan parametreler ve proje parametreleri aracılığıyla projeye ve nesnelere yeni bilgiler eklenebilir veya hızlıca düzenlenebilir. Başka türlü birleştirmesi zor olan bilgileri birleştirmek ve iş ağını kolaylaştırması yönünden bu parametrelerin tarihi bina yönünden BIM'de kullanılması önemlidir (Pauwels & Bod, 2013).



Şekil 3. HBIM metodolojisi Rodrigues et al., 2019). (Çeviren: E.Kömürcü)

3.2.1. HBIM Çalışma Süreci

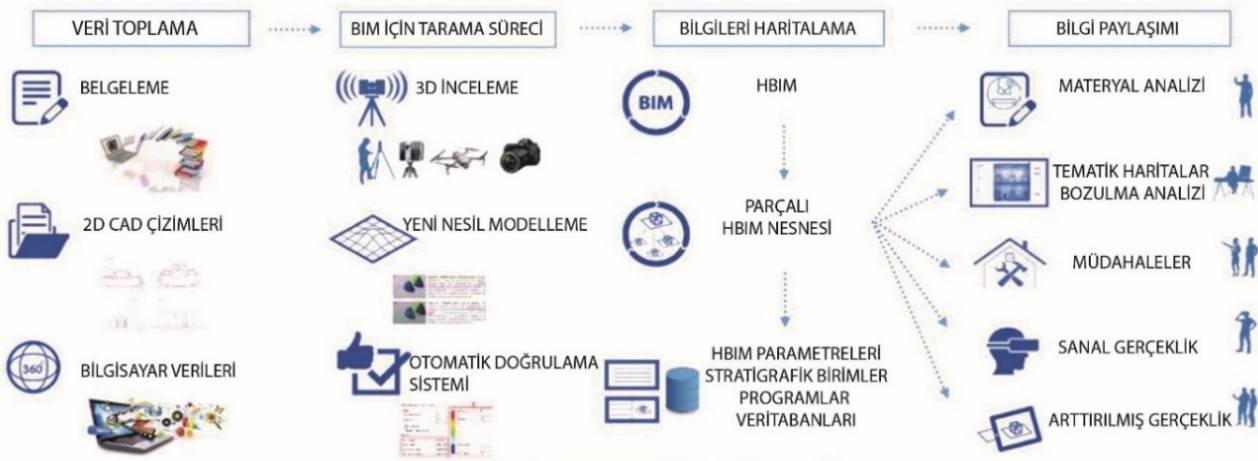
HBIM çalışma süreci ilk olarak grafik, semantik, morfolojik ve tipolojik verilerle ilgili bilgilerin toplanmasıyla başlar. 3D lazer tarama ve fotogrametri yöntemleri kullanılarak grafik veriler elde edilir. Bu yöntemlerle taranan obje yüzeylerinin geometrik düzleme aktarılmasını sağlayan nokta bulutları oluşur. Semantik, morfolojik ve tipolojik verilere ulaşmak için ise yazılı ve tarihi belgeler kullanılır. Bu bilgiler, yapının malzeme ve yapım teknikleri, mimari özellikleri, yapının yapıldığı ilk zamanlardan günümüze gelene kadar geçirdiği dönüşümler hakkında bilgi verir. HBIM kütüphanesi nesnelere modellemek için tarihi verilerin kullanılması önemlidir. Tarihi veriler kullanılarak, malzeme ve yapı bileşenlerinin, kültürel ve tarihi anılarının yanı sıra parametrik objelerin yüzeyinin arkasında saklanan ayrıntıları geliştirme fırsatı sunar (Brumana et al., 2020). Bu sebeple HBIM kütüphanesi oluşturmak çalışma yapılacak kültürel miras yapıları ve alanlarının daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Ayrıca yapının 2D teknik çizimleri ve 3D modellerini yarı otomatik olarak üretmek için de HBIM kütüphanesi kullanılabilir.

HBIM çalışma sürecinin ikinci aşaması, toplanan tüm bilgilerin bir veri tabanı olarak kullanılmasını kapsar. İlk aşamada dijital fotogrametri, lazer tarama ve insansız hava araçları (İHA) kullanılarak elde edilen nokta bulutlarını parametrik olarak modellemek (Scan-to-BIM) için otomatik ve manuel yöntemler kullanılabilir (Allegra et al., 2020). Otomatik yöntem, düz yüzeyler veya ilkel geometriler için mümkün olan belirli algoritmalar ve yazılım eklentileri kullanılarak nokta bulutlarından otomatik segmentasyon ve parametrik nesnelere oluşturulmasından meydana gelir. Manuel yöntemde filtrelenmiş nokta bulutları doğrudan BIM ortamlarına entegre edilmelidir.

HBIM çalışma sürecinin üçüncü aşaması ise elde edilen bilgileri haritalama çalışmalarına dayanır. Bu adımda modellenecek nesnelere tanımak amacıyla bütünleşmiş nokta bulutu manuel olarak ayrılır ve belli kural ve kalıplar ile

sınırlandırılır. Ardından mevcut BIM Kütüphanesi ve harici olarak oluşturulmuş nesnelere, çalışılan yapıyı parametrik olarak modellemek için kullanılır. Bu aşamada yeni öğeler ve farklı bilgi türlerini modele dahil etmek için genel modelin 3B alt bölümlenmesi sürecini gerektirir. BIM çalışma mantığında 'Eğer bir nesne uygun bir şekilde modellenmişse o nesneye bilgi eklemek mümkündür.' prensibi vardır. Bu prensipten yola çıkarak içerisinde yüksek düzeyde 'anlamsal ayrışım' bulunduran HBIM nesnelerinde de bu yöntem kullanılarak HBIM modelini belirli bilgilerin bağlantısına ve paylaşımına yönlendirebilmek için, eserin derinlemesine incelenmesine ve daha sonra hem modelleme açısından hem de anlambilim açısından alt öğelere ayrılıp çalışma kolaylığı sağlanmış olur (Banfi, 2020).

HBIM çalışma sürecinin son aşaması elde edilen bilgilerin paylaşımıdır. Bu sürecin sonrasında yapıyla ilgili tarihsel analizler, enerji simülasyonları, zaman ve maliyet hesaplamaları, bakım, onarım ve yapıya yapılacak müdahale süreçleri ile ilgili çalışmalar yapılabilir. HBIM modeli ile, dijital modele bağlı verilerin zenginliğini farklı VR cihazları aracılığıyla iletebilen ve kullanıcıların çok seviyeli etkileşimli bir ortama adapte olmalarını kolaylaştıran bir dönüştürme süreci başlatılabilir.



Şekil 4. HBIM çalışma aşamaları ve bilgi düzeyi ayrıştırması (Banfi, 2020). (Çeviren: E.Kömürcü)

HBIM çalışma sisteminin ilk adımı çalışılacak alan veya bina hakkında incelemeler yapıp bilgi toplamak, elde edilen bilgileri belgelemek ve BIM'e aktarmaktır. Elde edilen verilerinin doğru organizasyonu, HBIM'in kullanımını ve uygulanmasını kolaylaştıracaktır. HBIM çalışma sürecindeki paydaşlar ve yapılan işler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Araştırmacılar: Verileri iyi organize ederler ve özellikle karmaşık ve entegre verileri, bu süreç içerisinde geliştirilen herhangi bir veri tabanına kaydedip, yapılacak çalışmanın kontrollü ve planlanan zaman içerisinde yönetilmesine katkıda bulunurlar.
- Modelleyiciler: Herhangi bir tutarsızlık olursa orijinal verileri alana gitmeden kontrol edebilirler;
- Restoratörler: Bilgileri kontrol edebilir ve doğrudan nokta bulutlarından kesin geometrik bilgileri çıkarabilir ve 3B model üzerinden plan, kesit, cephe gibi teknik çizimleri elde edebilirler.
- Varlık yönetiminden sorumlu kurum: Benzersiz bir erişim noktasıyla varlıkla ilgili eksiksiz dokümantasyondan yararlanabilirler ve bilgileri istedikleri zaman doğrulayabilirler (Bruno & Roncella, 2019).
- Simülasyon yapan ekip: Binanın enerji, malzeme, güneşiği, havalandırılması gibi simülasyonlarının yanı sıra, çeşitli tarihlere yapının farklı kullanım, inşaat, yıkım gibi aşamalarını da simüle edip kayıt altına alabilirler.
- Tarihi yapının işletmesini yürüten kurum: Binaya ilişkin üç boyutlu modelle ilgili işletme bilgilerini, bakım ve onarım gerekliliklerini ve tarihlerini takip edebilirler.

3.2.2. HBIM'in Değerlendirilmesi

Kültürel miras koruma çalışmaları disiplinler arası çalışma gerektirdiğinden çok sayıda uzman ve paydaş ortak bir noktada buluşur. Böylelikle miras çalışmalarında rol alan kişi ve kurumlar arası bilgi paylaşımı önem kazanır. Elde edilen tüm bilgilerin tek bir çalışma ortamında toplanması ve bu bilgilere erişimin kolaylaştırılması, miras alanlarının korunması ve sürdürülebilmesi için önemli bir faktördür. Dijital teknolojiler ile gelişen yeni bilgi yönetim sistemleri, toplanan verileri yönetme ve işleme imkanı sunduğundan, BIM metodolojisinin kültürel mirasa entegre edilmesini sağlamıştır. Böylelikle kültürel miras çalışmalarında HBIM uygun araç haline gelmiştir. HBIM, metodolojisindeki kolaylıklar ve sunduğu fırsatlar yönünden kültürel miras ile ilgili çalışmalarda farklı türdeki miras yapılarına uygulanabilmektedir.

Çok karmaşık tarihi bir su kemerinin (Caserta Kraliyet Su Kemerini) parçası olan on sekizinci yüzyıl altyapısına sahip Carlo III köprüsü çalışmasında HBIM kullanılmıştır. Tarihi köprü; lazer tarayıcı, fotogrametri ve topografya kullanılarak entegre bir yaklaşımla incelenip elde edilen veriler ile bakım ve restorasyon projelerinde kullanılacak, grafiksel ve grafik

olmayan bilgilerle tamamlanmış, metrik olarak güvenilir HBIM modeli üretmişlerdir. Böylece HBIM metodolojisinin kültürel miras çalışmalarında bilgi toplamak ve bilgiyi paylaşmanın yanında miras için tasarım aracı olarak kullanılabileceği anlaşılmıştır (Conti et al., 2020).

Başka bir çalışma ise Palermo'daki (İtalya) Maradolce Kalesi'nin HBIM modelini elde etmeyi amaçlamıştır. Çalışmanın sonucunda Maradolce Kalesi gibi karmaşık tarihi yapılarla ilgili çalışmalarda da HBIM metodolojisi kullanmanın, bilgileri tek bir dijital ortamda bulundurmak, bilgilerin zaman içinde güncellenip dokümantasyonunu hazırlamak ve yapının yönetimini sağlamak için en uygun araç olduğu kanıtlanmıştır (Allegra et al., 2020).

Arkeolojik alanlarda da BIM metodolojisinin kullanılabilirliğine örnek olacak bir çalışma da Panoria'nın (Granada, İspanya) megalitik nekropolünün mimari özelliklerinin incelenmesidir. Bu çalışma miras alanının yönetimi ve tüm kullanıcılar arasında bilginin paylaşımını gösteriyor ve HBIM ve VR gibi gelişmiş dijital teknolojilerin entegre kullanılıp, mirasın gelecek nesillere somut olmayan yollarla (dijital miras) aktarımını açıklamaktadır (López et al., 2016).

Dünya üzerinde sayısız kültürel miras alanı olduğu düşünülürse, mirasın korunması, dokümantasyonu ve gelecek nesillere aktarılması önemli bir konudur. Bu bölümde BIM, HBIM ve kültürel miras çalışmalarında HBIM aracının kullanıldığı çalışmalar incelenmiştir, diğer başlıkta bu dijital teknolojilerin kültürel miras çalışmalarına uygunluğu SWOT analizi yöntemiyle analiz edilmiştir.

4. HBIM Kullanımının SWOT Analizi

Yöntemler ve SWOT Analizi başlığında SWOT analizi ve çalışma adımları açıklanmış olup bu başlıkta tarihi yapılarda HBIM metodolojisinin kullanımı analiz edilecektir.

4.1. Güçlü Yönler

- Mirasın mimari temsili, kültürel dokümantasyon ve çizim ilkelerini karşılamak için yüksek düzeyde ayrıntı gerektirir. HBIM modellemesini hızlandırmak için kullanılan program modelleme önerileri içerir ve her aşama için net bir LOD (Level of Development, gelişmişlik seviyesi) oluşturur. Ayrıntılı modelleme, modelleyicilere bina hakkında büyük bilgi sağlar (Logothetis et al., 2015).
- Tarihi yapılar zaman içinde farklı süreçlerden geçmişlerdir. Bu yapılar üzerinde çalışma yaparken tüm tarihsel evrelerin tek bir dosyada birleştirilmesi binanın yaşadığı dönemler hakkında bilgi verip daha net anlaşılmasını sağlar.
- HBIM modellerinde bilgilerin birleştirilmesi ve çakışma tespiti, genellikle veri dağılımı nedeniyle oluşan hataların azalması nedeniyle yeniden çalışmayı ve dolayısıyla miras müdahalelerinin maliyetlerini azaltma potansiyeline sahiptir.
- Önerilecek çalışma modeli, tarihi mirasın genel yönü gibi yönetim birimlerinin, mirasın bakımı ve muhafazası için bir kaynağa sahip olmasına yardımcı olabilir ve dijital bir platform aracılığıyla yönetimine ve bakımına izin verebilir. Bu yönetim modelinin pratik kullanışlılığı, mirastaki tüm mevcut kaynakların kullanımını artıracaktır. Bilgiler, projelerle ilgili tüm bilgileri yönetebilen ve sistem ile kullanıcı arasındaki birlikte çalışabilirliği sağlayan bir yönetim platformunda dijital formatta saklanabilir (Rodríguez & Moreno et al., 2018).
- HBIM sanal modelleri, yapı hakkındaki teknik dokümantasyonu otomatik olarak üretmek için kullanılabilirken aynı zamanda yapı, enerji ve zamansal analizler yapmak için de kullanılabilir.
- Miras yapıları için iş akışlarını içerir ve paydaşların faaliyetlerini önerilen çevrimiçi platform aracılığıyla HBIM modelleriyle senkronize ederek müdahaleye aktif katılımlarını sağlar.
- Mimari unsurların basitleştirildiği fakat alan yönetimi ve bileşenlerin korunmasına yönelik değerlerin doğruluğunu sağlayan bir HBIM modeli üretmenin binanın yönetimi, bakımı, anlaşılması ve iyileştirilmesi için gereklidir. Veri görselleştirme aşamasında koruma alanında BIM metodolojisinden faydalanmanın acil durumlarda verileri korumak ve bina yönetimini teşvik etmek için etkili bir çözüm olduğu söylenebilir (Osello et al., 2018).

4.2. Zayıflıklar

- Tarihi binalarda BIM kullanımını büyük ölçüde zorlaştıran önemli bir faktör düzenli yüzeylerin ve standartlaştırılmış nesnelerin eksikliğidir.
- Tarihi yapıların mimari bileşenlerinin karmaşık ve düzensiz oluşu, tarihi binaların günümüze ulaşana kadar farklı dönemlerde farklı ekler alması ve mimari üslubunun katmanlaşmasıdır (Khodeir et al., 2016).
- Miras niteliğindeki anıtların yapısal ve geometrikeri tipik BIM yazılım kütüphanesi nesneleriyle uyumlamasıdır.
- Bağlantısız protokollerin ve farklı tekniklerin kullanılması tarihi binalardan BIM metodolojinin uygulanmasını zorlaştırır. 3B sistemler için lazer tarama gibi modern teknolojiler, zaman zaman miras binalarda kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bunlar yalnızca belirli görevleri desteklemek için kullanıma eğilimindedir ve birçok durumda bunlar projenin genel amacı ile bağlantılı değildir. Ayrıca, birlikte çalışabilirliği engelleyen farklı veriler üreten geleneksel yöntemler ve dosyalar kullanılmaktadır (Jordan-Palomar et al., 2018).
- HBIM'in LOD seviyelerinin standart bir düzeyde tanımlanmamış olması tarihsel aşamaların doğru bir şekilde temsil edilmesini zorlaştırmaktadır (Jordan-Palomar et al., 2018).

4.3. Fırsatlar

- Parametrik nesnelerin incelenmesi ve oluşturulmaya başlanması tarihi binalar üzerindeki BIM çalışmaları için yeni perspektifler oluşturmaktadır (Jiang et al., 2020).
- BIM teknolojisinin tüm dünyada uygulanması hız kazanmış olup bazı ülkelerin yürürlükte mevzuatları vardır ve İngiltere gibi ülkelerde belli bir meblağın üstündeki kamu projelerinde BIM kullanımının zorunlu olduğu bilinmektedir. Kültürel mirası koruma çalışmalarında yönetmeliklerin oluşturulması ile BIM kullanmanın önemi artacaktır (Bruno & Roncella, 2018).
- Tarihi çevrede korumaya ilişkin yapılacak çalışmalarda yer alacak kuruluşların hem fayda hem de kayıplara ilişkin paydaş farkındalığını arttırmak, pazarda güvenli ortam oluşturmaktadır. Bu sebeple kuruluşlar arası HBIM çalışma metodolojisi yaygınlaşmaktadır ve hızlı bir şekilde bu çalışma metodolojisine adapte olmak gereklidir.
- İnşaat sektöründe tarihi çevrede yapılan çalışmalar genellikle geleneksel yöntemlerle ilerlemektedir. Bu yüzden süreç oldukça uzun sürmektedir. Bu çalışmalarda BIM yöntemlerini kullanmak çalışma sürecini kısaltacaktır (Khodeir et al., 2016).
- Günümüzde BIM konusundaki farkındalık artmaktadır. Bu durum tarihi yapılarda da BIM teknolojisi kullanmaya geçişi hızlandırmıştır. Bu sebeple HBIM süreçlerinin öğrenilmesinin ve alanında yeterli donanımda uzmanlaşılması istihdam açısından faydalı olacaktır.

4.4. Tehditler

- HBIM teknolojisini kullanan ülkeler arasında ortak kabul edilen yönetmeliklerin olmaması ve çalışma metodolojisinin standartlaşmaması, HBIM kullanılarak yapılacak çalışmaları olumsuz etkilemektedir (Trizio et al., 2019).
- Tarihi yapılarda çalışma yapan şirketlerin HBIM çalışma metodolojisinin faydalarını ve sisteme getireceği kolaylıkları bilmemeleri, önemsememeleri ya da çalışma alışkanlıklarını değiştirmek istememeleri de HBIM kullanımına olumsuz etki yapmaktadır.
- Tarihi yapılarda BIM yöntemlerini kullanarak çalışmak için bu konuda nitelikli ve deneyimli kadroya ihtiyaç vardır. Nitelikli iş gücünün yetişmesi zaman alacak olması, HBIM proje sürecini uzatacağından her kuruluş ve firmalar tarafından kabul edilmemektedir. Proje teslim süresinin uzayacağı düşünülerek, HBIM'e geçiş fikri ötelenmektedir.

5. Sonuç

Kültürel mirasın korunması günümüzde dünya çapında önemli bir konudur. Son yıllarda miras yapıtlarının geçmişimizin önemli bir parçasını oluşturduğuna dair bilinçlendirilme çalışmalarında artış vardır. Tüm dünyada sayısız kültürel miras alanı vardır. Bunların korunması ve dokümantasyonu önemli bir konudur. Dünya üzerindeki savaşlar, Vandalizm ve yapı elemanlarının ömürlerinin bitmesi gibi sebeplerle miras yapıtlar bir yandan da kaybolmaktadır. Bazı alanlarda ise farklı kültürlere ait yapıtlar üst üste inşaa edilmişlerdir. Bu yapıtların altta olanına ulaşmak üst katmana zarar vermek anlamına gelebileceği için de dijital miras çalışmaları önem kazanmıştır. Ayrıca küresel bir pandemi sürecinden geçiyor olmamız, seyahatlere kısıtlılık getirmiş, büyük müzeler sanal müzeler dönüşme çabasına girmişlerdir. Kültürel miras alanlarının korunması ve yönetilmesi konusunda HBIM çalışma modeli önerilmektedir. Bu çalışmada HBIM'in kullanılabilirliğinin anlaşılması için SWOT analizi yapılmıştır.

SWOT analizi sonucunda, HBIM uygulamasının miras yapıtlar üzerinde olumlu olacağı, HBIM metodolojisindeki zayıflıkların giderilmesi ile çalışmanın fırsatları yönünden potansiyelinin artmasına sebep olacağı anlaşılmaktadır. Güçlü yönlerin ve fırsatların kullanımının en üst düzeye çıkarılması için uygun çalışma stratejisinin oluşturulmasının gerekli olduğu tespit edilmiştir.

Teknolojik gelişmelerin giderek hızlandığı son yıllarda, Türkiye'de de inşaat sektöründe BIM tanıtlarının yapılıp, BIM'in kullanılmasının teşvik edildiği gibi tarihi yapıtların korunması ve miras alanlardaki kültürün muhafazası ve sürdürülebilmesi için de HBIM modeli oluşturulup tanıtımı yapılmalıdır. Tanıtım yapılırken SWOT analizindeki başlıklar dikkatle ele alınmalı, HBIM için güçlü yönler ve fırsatlar ön plana çıkarılıp, tehditlerin ise nasıl ortadan kaldırılıp avantaja çevrileceği konusu tartışılmalıdır.

Bu kapsamda özellikle üç konu dikkat çekmektedir. Birincisi yetişmiş eleman eksikliği; Türkiye'de Mimarlık Fakültesi mezunlarının ilgi duyanların bu konuya yönlendirilmesi veya mimari restorasyon bölümü mezunlarının gerekli eğitimleri almasıyla kolay aşılabilir bir konudur. İkincisi HBIM geleneksel eleman kütüphanesinin eksikliği, yetiştirilen iş gücü buldukları yörenin geleneksel öğelerini modelleyerek, yerelden genele bir çalışma yöntemi izlenebilir. Anıtlardaki yapı elemanlarının modellenmesi ise daha profesyonel firmalar aracılığıyla sürdürülebilir. Bu modelleme tekniklerinde parametrik tasarım yöntemleriyle daha az emekle daha çok yapı elemanı oluşturulması mümkündür. Üçüncüsü ve en önemlisi ise yasal zorunlulukların önünün açılması, standartlaştırılmasıdır. Türkiye'de Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü tarafından yasal standartlar geliştirilmelidir. Rölöve ve Anıtlar Müdürlükleri'nde geleneksel yöntemlerle çizilen rölöve, restitüsyon ve restorasyon projelerini kontrol edilme süreçleri dijitalleştirilmelidir. Bu kurumlar tarafından LOD seviyelerinin net olarak ifade edileceği standartlar oluşturmak mümkündür.

Medeniyetin beşiği olarak da adlandırılan Mezopotamya, Anadolu coğrafyası başta olmak üzere tüm Türkiye’de kültürel miras alanları çok katmanlı ve sayıca fazladır. Buradaki kültürel mirasın korunması ve sürdürülebilmesi sadece Türkiye için değil tüm dünya için önem arz ettiğinden bu alanlarda yapılacak çalışmalarda güncel olan HBIM teknolojisini kullanmanın gerekli olduğu SWOT analizi sonucunda anlaşılmaktadır. Güncel olan HBIM teknolojisini kullanılarak geleneksel yöntemlerle yapılan çalışmalara hız, kalite ve güvenilirlik kazandırılması, kültürel mirasın korunmasından sorumlu kurumların ve proje müelliflerinin iş yükünü hafifletmesi ve yeni iş istihdamlarının oluşması beklenmektedir. HBIM’in işletme aşamasında da kullanılması sonucu yapının bakım, onarım ve tadilatlarının daha rahat takip edilmesi; dijital veri olarak saklanabilmesi, yönetimdeki değişikliklerden muaf izlenmesi mümkündür.

Kaynaklar

- Allegra, V., Di Paola, F., Lo Brutto, M., & Vinci, C. (2020). Scan-to-BIM for the management of heritage buildings: The case study of the Castle of maredolce (PALERMO, ITALY). *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 43(B2), 1355–1362. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2020-1355-2020>.
- Azhar S, Khalfan M, M. T. (2012). *Building Information Modelling (BIM): now and beyond*. *Australas J Constr Econ Build*. <https://doi.org/https://doi.org/10.5130/AJCEB.v12i4.3032>.
- Banfi, F. (2020). HBIM, 3D drawing and virtual reality for archaeological sites and ancient ruins. *Virtual Archaeology Review*, 11(23), 16–33. <https://doi.org/10.4995/var.2020.12416>.
- Brumana, R., Oreni, D., Barazzetti, L., Cuca, B., Previtali, M., & Banfi, F. (2020). Survey and scan to BIM model for the knowledge of built heritage and the management of conservation activities. İçinde *Research for Development* (ss. 391–400). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33570-0_35.
- Bruno, N, & Roncella, R. (2018). *A Restoration oriented HBIM system for cultural heritage documentation: the case study of parma cathedral*. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-171-2018>.
- Bruno, Nazarena, & Roncella, R. (2019). HBIM for conservation: A new proposal for information modeling. *Remote Sensing*, 11(15). <https://doi.org/10.3390/rs11151751>.
- Conti, A., Fiorini, L., Massaro, R., Santoni, C., & Tucci, G. (2020). HBIM for the preservation of a historic infrastructure: the Carlo III bridge of the Carolino Aqueduct. *Applied Geomatics*, 1–11. <https://doi.org/10.1007/s12518-020-00335-2>.
- D., O. (2013). From 3D content models to HBIM for conservation and management of built heritage. İçinde *Computational Science and Its Applications*. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-642-39649-6_25.
- Dore, C., Murphy, M., McCarthy, S., Brechin, F., Casidy, C., & Dirix, E. (2015). Structural simulations and conservation analysis-historic building information model (HBIM). *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 40(5W4), 351–357. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-5-W4-351-2015>.
- Dore, Conor, & Murphy, M. (2015). Historic building information modelling (HBIM). İçinde *Handbook of Research on Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation* (ss. 233–273). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-8379-2.ch007>.
- Fai S., Filippi M., P. S. (2013). Parametric modelling (BIM) for the documentation of vernacular construction methods: a BIM model for the commissariat building, Ottawa, Canada. *ISPRS Ann Photogramm Remote Sens Spat Inf Sci*. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-5-W1-115-2013>.
- Jiang, Y., Li, A., Xie, L., Hou, M., Qi, Y., & Liu, H. (2020). Development and application of an intelligent modeling method for ancient wooden architecture. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/ijgi9030167>.
- Jordan-Palomar, I., Tzortzopoulos, P., García-Valldecabres, J., & Pellicer, E. (2018). Protocol to manage Heritage-Building interventions using Heritage Building Information Modelling (HBIM). *Sustainability*, 10(4), 908. <https://doi.org/10.3390/su10040908>.
- Khodeir, L. M., Aly, D., & Tarek, S. (2016). Integrating HBIM (Heritage Building Information Modeling) tools in the application of sustainable retrofitting of heritage buildings in Egypt. *Procedia Environmental Sciences*, 34, 258–270. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.04.024>.
- Logothetis, S., Delinasiou, A., & Stylianidis, E. (2015). Building information modelling for cultural heritage: A review. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2(5W3), 177–183. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-5-W3-177-2015>.
- López, J. A. B., Jiménez, G. A., Romero, M. S., García, E. A., Martín, S. F., Medina, A. L., & Guerrero, J. A. E. (2016). 3D modelling in archaeology: The application of Structure from Motion methods to the study of the megalithic necropolis of Panoria (Granada, Spain). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 10, 495–506. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.11.022>.

- Miettinen, R., & Paavola, S. (2014). Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. *Automation in Construction*, 43, 84–91. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.03.009>.
- Murphy, M. (2012). Historic Building Information Modelling (HBIM). For recording and documenting classical architecture in Dublin 1700 to 1830. *Handbook of Research on Emerging Digital Tools for Architectural Surveying, Modeling, and Representation*, April, 233–273. <http://services.igi-global.com/resolvedoi/resolve.aspx?doi=10.4018/978-1-4666-8379-2.ch007>.
- Murphy, M., McGovern, E., & Pavia, S. (2013). Historic Building Information Modelling - Adding intelligence to laser and image based surveys of European classical architecture. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 76, 89–102. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2012.11.006>.
- Nkuda, M. (2018). Enriching and deepening strategic management through case methodology: A conceptual approach. *International Journal Of Management And Economics Invention*, 1852–1866. <https://doi.org/10.31142 / ijmei / v4i8.01>.
- Osello, A., Lucibello, G., & Morgagni, F. (2018). HBIM and virtual tools: A new chance to preserve architectural heritage. *Buildings*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/buildings8010012>.
- P. Pauwels, R. Bod, D. D. M. and R. D. M. (2013). "Integrating building information modelling and semantic web technologies for the management of built heritage information," 2013 Digital Heritage International Congress (DigitalHeritage), Marseille, 2013,. İçinde *Integrating building information modelling and semantic web technologies for the management of built heritage information*. <https://doi.org/10.1109/DigitalHeritage.2013.6743787>.
- Pavlidis, G., Koutsoudis, A., Arnaoutoglou, F., Tsioukas, V., & Chamzas, C. (2007). Methods for 3D digitization of Cultural Heritage. *Journal of Cultural Heritage*, 8(1), 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2006.10.007>.
- Rodrigues, F., Teixeira, J., Matos, R., & Rodrigues, H. (2019). Development of a web application for historical building management through BIM technology. *Advances in Civil Engineering*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/9872736>.
- Rodríguez-Moreno, C., Reinoso-Gordo, J. F., Rivas-Lpez, E., Gmez-Blanco, A., Ariza-Lpez, F. J., & Ariza-Lpez, I. (2018). From point cloud to BIM: an integrated workflow for documentation, research and modelling of architectural heritage. *Survey Review*, 50(360), 212–231. <https://doi.org/10.1080/00396265.2016.1259719>.
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>.
- Sydor, S. F. and M. (2013). Building Information Modelling and the documentation of architectural heritage: Between the 'typical' and the 'specific. 2013 Digital Heritage International Congress (DigitalHeritage). <https://doi.org/doi:10.1109/DigitalHeritage.2013.6743828>.
- Trizio, I., Savini, F., Giannangeli, A., Boccabella, R., & Petrucci, G. (2019). The archaeological analysis of masonry for the restoration project in HBIM. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42(2/W9), 715–722. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-715-2019>.
- Yilmaz, H. M., Yakar, M., Gulec, S. A., & Dulgerler, O. N. (2007). Importance of digital close-range photogrammetry in documentation of cultural heritage. *Journal of Cultural Heritage*, 8(4), 428–433. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2007.07.004>.