

## OTEL İŞLETMELERİNDE VARLIK VE MAHAL YÖNETİMİ İÇİN BIM DESTEKLİ TESİS YÖNETİMİ UYGULAMASI

Emre Akdeniz<sup>1\*</sup>, Salih Ofluoğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> mimar48@gmail.com, 0000-0002-7307-951X

<sup>2</sup> Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Antalya Bilim Üniversitesi, Antalya, Türkiye  
salih.ofluoglu@antalya.edu.tr, 0000-0002-3185-8275

### ÖZET

Bu çalışma, Tesis Yönetimi (TY) ve Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) entegrasyonunu ele alarak, bu teknolojilerin kurumsal yönetim faaliyetlerine sağladığı katkıları incelemeyi amaçlamaktadır. İnşaat endüstrisindeki uygulama süreçlerini daha etkin hale getirmek amacıyla kullanılan Yapı Bilgi Modelleme çalışma biçimi, tesis yönetimi faaliyetleriyle birlikte uygulanmaya başlamıştır. Bu entegrasyonun işletmelerdeki varlık ve mahal yönetimlerine katkısı önemli bir araştırma konusudur. Bu araştırma BIM ve TY'nin birlikte kullanımına odaklanmakta, bu faaliyetlerin birbirleriyle uyumlu bir şekilde nasıl çalışabileceğine, aralarında veri aktarımında dikkat edilmesi gereken unsurlara ve sektördeki uygulama örneklerine yer veren literatür araştırmalarına değinmektedir. Çalışmada BIM ve tesis yönetimi entegrasyonunun test edildiği İstanbul Beyoğlu ilçesinde 200 yataklı ve 4 yıldızlı bir otel binasına bir vaka çalışması dahil edilmiştir. Makalede, vaka çalışması için seçilen işletmede halihazırda yürütülen geleneksel Tesis Yönetimi uygulamalarının dijitalleşmesini sağlamak amacıyla kullanılan veri toplama yöntemleri hakkında bilgiler verilmiş ve Tesis Yönetimi faaliyetleri dahilindeki mahal ve varlık yönetimi uygulamalarına altlık hazırlanabilmesini sağlayan yapı bilgi modelleme süreci hakkında açıklamalar yapılmıştır. Varlık yönetimi kapsamında takibi yapılan cihazların belirlenmesi, cihazlara ait semantik verinin yapı bilgi modeline girilmesi, cihazlara poz numaraları tanımlanması ve periyodik bakım programının kâğıt belgeleme ortamından alınarak dijital ortama aktarılma işlemlerinden bahsedilmiştir. Çalışmada, BIM verisinin tesis yönetimi amaçlı kullanılmasında halen üçüncü parti bir programlama ekibi tarafından geliştirilmekte olan DigiTwix adlı bir yazılımdan faydalanılmıştır. Yazılımın uygulandığı otel işletmesinde çalışan personelle geleneksel tesis yönetimi faaliyetleri ile önerilen dijital versiyonu arasındaki farkı kıyaslamak amacıyla mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlar değerlendirildiğinde BIM destekli Tesis Yönetimi uygulamasının geleneksel yöntemlere kıyasla işletme için daha faydalı olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Tesis Yönetimi, Yapı Bilgi Modellemesi, BIM, Varlık Yönetimi, Mahal Yönetimi.

## THE USE OF BIM-SUPPORTED FACILITY MANAGEMENT FOR ASSET AND SPACE MANAGEMENT

### ABSTRACT

This study aims to examine the integration of Facility Management (FM) and Building Information Modeling (BIM) and explore the contributions of these technologies to corporate management activities. Building Information Modeling, which is used to make the application processes in the construction industry more efficient, has started to be applied together with facility management activities. The contribution of this integration to asset and space management at organizations is an important research topic. This study, which is a part of a postgraduate research, focuses on the concepts of BIM and facility management, how these activities can work in harmony with each other, the stages to be considered in data transfer between the two concepts, the process of uploading the space and asset data in the facility to the BIM environment, and literature research that

### ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Geliş/Received: 24.07.2024 Kabul/Accepted: 18.12.2024

\*Başlıca Yazar / Lead Author: Emre Akdeniz

Akdeniz, E. & Ofluoğlu, S (2024), Otel işletmelerinde varlık ve mahal yönetimi için BIM destekli tesis yönetimi uygulaması, KARESİ Journal of Architecture, 3(2), 75-99.

includes application examples in the building sector. The study also includes a case study of a 200-bed 4-star hotel building in Istanbul Beyoğlu district where the integration of BIM and facility management was tested. In the article, information is given about the data collection methods used to digitize the traditional Facility Management practices currently carried out in the business selected for the case study, and explanations are given about the building information modeling process that provides the basis for the space and asset management applications within the Facility Management activities. Within the scope of asset management, the processes of identifying the devices that are tracked, entering the semantic data of the devices into the building information model, defining pose numbers for the devices and transferring the periodic maintenance program from the paper documentation environment to the digital environment were mentioned. In the study, a software called DigiTwix, which is currently being developed by a third party programming team, was used for the use of BIM data for facility management purposes. Interviews were conducted with the staff working in the hotel company where the software was applied in order to compare the difference between traditional facility management activities and the proposed digital version and the results obtained are included. As a result of the evaluation of the interviews, it was seen that BIM-supported Facility Management application was more beneficial for the business compared to traditional methods.

**Keywords:** Facility Management, FM, BIM, Asset Management, Space Management.

## 1. GİRİŞ

Bir yapı veya işletme, genellikle belirli bir amacı yerine getirmek üzere tasarlanır ve inşa edilir. Bu amaç çoğu kez işlevsel ve finansal verimlilik üzerine kuruludur. Ancak, bir tesisin bu hedefleri gerçekleştirememesi durumunda, mal sahibi için ciddi zararlar doğabilir ve tesisin yaşam döngüsünün devamı imkânsız hale gelebilir. Bu nedenle, herhangi bir yapı veya işletmenin varlığını sürdürebilmesi ve etkili bir şekilde çalışabilmesi için periyodik bakım, onarım ve işletme programlarına ihtiyaç vardır. Bu süreçte, tesisin yönetim politikası ve işletme kuralları, tasarımın erken aşamalarından başlanarak tasarıma yön verilmelidir; yapının mimari ve mühendislik projeleri, tesisin işletilebilmesini kolaylaştıracak şekilde tasarlanmalıdır.

İnşaat endüstrisinde, paydaşların bir araya gelerek ortak bir dijital platformda çalışması esasına dayanan BIM veya Türkçedeki karşılığı ile Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) 1970'lerde ortaya çıkmıştır (Eastman ve ark., 1974). Başlangıçta BIM, ağırlıklı olarak yapıların dijital ortamda grafik ve alfa-sayısal özellikleri ile bütünsel olarak 3 boyutlu üretimine odaklanırken ilerleyen yıllarda paydaşlar arası bilgi paylaşımı ve disiplinler arası iş birliği gibi temel özellikleri hedefler hale gelmiş ve devamında inşaat sektöründeki dijital dönüşümü yaygınlaştıracak önemli bir unsur olarak görülmeye başlanmıştır (buildingsmart, 2021). Günümüzde BIM, tasarım, proje yönetimi, sürdürülebilirlik, tesis yönetimi, iş güvenliği ve endüstriyel imalat gibi birçok süreci kapsamaktadır.

Tesis Yönetimi (TY) insan yaşamı ve üretkenliğini geliştirme amacı güden bir ortamda insanları, mahalleri ve görevleri bir araya getiren bir yönetim işlemidir (IFMA, 2023). Tesis yönetimi geçmişte sadece yapıların kendisi, çevredeki varlıklar ve tesis içi tefriş ve ekipmanların bakımı gibi konuları kapsamaktaydı. Ancak, Sanayi Devrimi ile birlikte tesislerin yapılarına ısıtma, havalandırma, aydınlatma ve asansör gibi elektro-mekanik sistemler de dahil edilmiş ve tesis yönetimi kavramı daha

geniş bir perspektife ulaşmıştır (Becker, 1991). Uluslararası Tesis Yönetim Derneği - IFMA tesislerin etkin bir şekilde yönetilmesini sağlamak için 12 tesis yönetimi yetkinliği önermektedir (IFMA, 2022). Finans ve İş, İşletme ve Bakım, Liderlik ve Strateji, Proje Yönetimi, İletişim, Verim ve Kalite, Bilgi ve Teknoloji Yönetimi, İnsan Faktörü, Emlak ve Mahal Yönetimi, Risk Yönetimi, Çevresel Yönetim ve Sürdürülebilirlik olarak belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. IFMA Yetkinlikleri (IFMA, 2022).

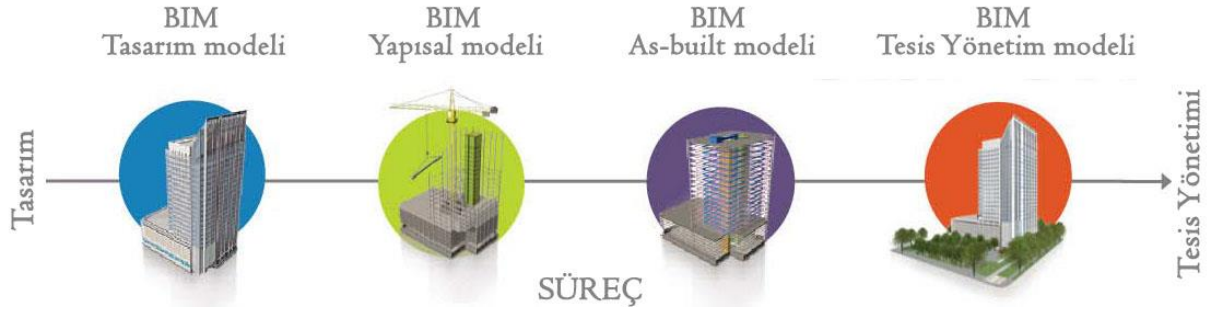
BIM'in tesis yönetimi ile entegrasyonu, bu yetkinliklere destek vererek ve geleneksel yönetim uygulamalarına yeni bir yaklaşım getirerek, tesislerin en yüksek verimlilik düzeyine ulaşmasına yardımcı olmayı amaçlar. Bu şekilde, tesislerin işlevselliği, sürdürülebilirliği ve verimliliği artırılabilir, mal sahipleri için daha iyi getiriler elde edilebilir ve işletmelerin uzun vadeli başarısı sağlanabilir.

### 1.1. BIM ve Tesis Yönetimi (TY)

BIM, projelendirme sürecindeki iş yükünün hafifletilmesi ve zaman kazanabilme amacıyla önerilen bir sistem olarak ortaya çıkmıştır. 1970'li yıllarda, dijital ortamda proje çizimi yapılabilmesi amacıyla bazı çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Eastman ve ark., 1974). Bu örneklerde, yapılan her bir revizyon için tüm kat planları, kesitler ve cephelerde ayrı ayrı düzenlemeler yapılması gerekiyordu. Charles Eastman ve ekibi tüm yapı modelinin kendini tek seferde güncelleyebilmesini sağlamak için araştırmalar yapmışlardır (Eastman ve Henrion, 1977). Bu fikir zaman içinde geliştirilerek bir yapı projesindeki tüm gerekli verinin, yapının dijital ortamdaki modeline yazılabilmesi mümkün hale gelmiştir. Sonuç olarak, bu uygulamadan fayda sağlayacak Tesis Yönetimi dahil tüm alanlar ile bilgi modelinin paylaşılması ve kullanılabilirliği mümkün hale gelmiştir.

BIM, yapının inşaatı sonrasında da yaşam döngüsü boyunca, bina bilgilerini oluşturma, sürdürme ve yapıdan veri alma aşamalarında kullanılması sayesinde paydaşlara faydalar sağlar. Mahal yönetimi, bakım ve onarım, enerji verimliliği, bina güçlendirme, tadilat ve nitelikli yaşam döngüsü yönetimi gibi işlemler yaşam döngüsü yönetimi kapsamında yer alır. Bu faaliyetlerin bina henüz tasarım aşamasındayken planlanabilmesi BIM ile mümkün olabilmektedir (Schley ve ark., 2016). Yapı tasarımının erken evrelerinde başlayan ve uygulama projesine evrilen yaşam döngüsünde elektrik,

mekanik, acil durum senaryoları türündeki tasarım bileşenlerine ait verilerin yapı bilgi modeline yüklenmesi, tesis yönetimi faaliyetlerine altlık hazırlanmasını sağlamaktadır (Şekil 2). Bu bina yaşam döngüsü sürecinde BIM, yapının hizmete açıldıktan sonra işletme verimliliği açısından da önemli maddi tasarruf ve kazançlar sağlayabilmektedir (Eastman ve ark., 2018).



Şekil 2. BIM-Tesis Yönetimi modeli süreci (Schley ve ark., 2016).

BIM, bir modeldeki varlıkların diğer nesnelere olan ilişkilerini barındırmaktadır. Örneğin, bir klima ünitesi monte edileceği duvarla, bir hidrant pompası ise su beslemesini alacağı depo ünitesi ile ilişkili olmalıdır. Bu bağlantılar hem geometrik hem de geometrik olmayan, semantik verilerle oluşturulur ve yapı bilgi modeli olarak tesis yönetimi faaliyetleri için temel sağlar (Teicholz, 2013a). Yapının işletme aşamasına geçilmeden önce varlık ve mahal yönetimi için kullanılacak yapı bilgi modelinin gerekli faaliyetleri karşılayabilmesi için gerekli verilerin girişyle olgunlaştırılması gerekmektedir. Bir tesis yönetim sisteminin BIM ile bağlantısını kurabilmek için öncelikle işletme yönetimine ait bileşenleri belirlemek önemlidir. Bu bileşenler şu şekilde sıralanabilir (Hoang ve ark., 2020):

- **Yapının Günlük İşletme Faaliyetleri:** Bina ekipmanlarının sorunsuz bir şekilde çalışması ya da arızalı olması halinin anlık olarak değerlendirilmesi şeklinde ifade edilebilir. Bina ekipmanlarının durumları, IoT cihazları aracılığıyla BIM ve fiziksel model arasında bağ kurularak gerçek zamanlı izlenebilir ve uzun süreli veri depolaması sayesinde öngörülebilir bakım yapılabilir, bu da yönetim seviyesini yükseltir; bina güvenlik performansını artırır ve acil durumlarla karşılaşma olasılığını azaltır (Hoang ve ark., 2020).
- **Enerji Yönetimi:** Enerji harcamasıyla ilgili verilerin toplanmasını ve analizini kolaylaştırarak TY sürecine yardımcı olurken, aynı zamanda yapı çevresinin yönetimi ve kontrolü, ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerinin yönetimi ile tüketilen enerji miktarının ölçülmesi faaliyetlerini de yerine getirir (Shalabi ve Turkan, 2015).
- **Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm:** Üretim ve tüketim işlemlerinden sonra insan sağlığı ve çevreye zararlı maddelerin toplanması, depolanması ve geri dönüştürülmesini BIM uygulamalarıyla yürütülebilmektedir. Çevreye zararlı kimyasal maddeler incelenmeli ve kayıt altına alınmalı, yapım-söküm aşamasında uygun şekilde bertaraf edilmelidir (Ge ve ark., 2017).

- **Gayrimenkul Yönetimi:** Tesis Yönetimi uygulamaları, gayrimenkul yönetimi ve bakım süreçlerini kapsayarak yaşam döngüsü boyunca yapılarda maliyet tasarrufu sağlamayı hedefler ve bu süreçleri IT ve dijitalleştirme olmadan gerçekleştirmek verimli değildir (Koch ve ark., 2023). BIM entegrasyonu sayesinde kuruluşlar, kiralanabilir alanların yönetiminde, kira gelirlerinin kontrolünde ve gereksiz kullanımın azaltılmasında büyük kolaylıklar elde ederler (Hoang ve ark., 2020).
- **İletişim ve Haberleşme:** BIM sürecinde paydaşlar arasında verimli bilgi paylaşımı için etkin iletişim şarttır ve projelerde BIM kullanımı ile uzman ekiplerin yer alması gerekmektedir. Disiplinler arası bilgi akışı sağlamak için kaliteli veri girişine ve veri aktarma yeteneğine sahip bir veri tabanı oluşturulması gereklidir (Manzanares ve ark., 2023).
- **Taşıma Yönetimi:** BIM yaklaşımı, yeni projeler kadar mevcut tesislerin taşınmasında da kullanılabilir ve altyapı projelerinde veri eksikliğinden kaynaklanan gecikmeleri önleyerek kesintisiz hizmet sağlar (Vilventhan ve ark., 2021). Ayrıca, taşınacak tesislerin BIM ortamında planlanması, varlıkların kodlanması ve taşıma rotalarının belirlenmesi süreçlerini kolaylaştırır (Onyenobi ve ark., 2010).
- **Acil Durum ve Mesai Sürekliliği:** BIM, üç boyutlu veri barındırması sayesinde bir binanın acil durum müdahale gereksinimlerini analiz etmeye ve planlamaya yardımcı olur. Endişe duyulan alanlar için simülasyonlar hazırlanabilir, kaçış koridorları incelenebilir ve acil durum müdahale gereklilikleri önceden belirlenebilir, böylece bina yönetiminde acil durum yetenekleri geliştirilebilir (Teicholz, 2013a; Hoang ve ark., 2020).
- **Bakım ve Onarım:** Bilgisayar-destekli TY'de kullanılan Bakım Yönetimi, Varlık Yönetimi ve entegre Tesis Yönetimi olarak tanımlanan yönetim sistemleri kullanılır. Bu sistemlerin etkin kullanımı için disiplinler arası iş birliği ve doğru veri girişi önemlidir. Bakım ve onarım faaliyetleri bir tesisin bütçesinin büyük bir kısmını oluşturur (NIST, 2004). BIM-destekli işletme ve bakım faaliyetleri, Önlenebilir ve Öngörülebilir Bakım uygulamalarına fayda sağlamaktadır (Teicholz, 2013b).
- **Güvenlik Yönetimi:** Acil durumlarda gereken önlemlerin alınması işlemidir. BIM, güvenlik planlarının oluşturulması ve simülasyonlar yapılması için yapıya özgü bilgileri tek bir modelde toplar (Garzia ve Lombardi, 2018). Böylece karmaşık sahaların nasıl görüneceği ve insanların nasıl hareket edeceği gibi önemli bilgileri sunar (Garzia, 2016).
- **Çoklu Yönetim Faaliyetleri:** BIM, eksiksiz ve güncel veri tabanı sağlayarak tesis yönetimi süreçlerini tüm paydaşlar için kolaylaştırır ve hızlı çözümler sunar (Hoang ve ark., 2020). Bu sayede planlanan uygulamalar daha kısa sürede çözülür, sürdürülebilirlik önlemleri alınır ve çeşitli yönetim hizmetleri sağlanır (Eastman ve ark., 2018b).

## 1.2. BIM ve Tesis Yönetimi (TY)



BIM ve Tesis Yönetimi entegrasyonu ile ilgili BIM'in tasarım ve yapım gibi alanlarda kullanımına göre daha sınırlı bir literatür bulunmaktadır. Aşağıda yer alan çalışmalar bu entegrasyonu okul, havalimanı ve üniversite binaları üzerinde gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmalarla bu makaledeki takip edilen araştırmanın içermiş olduğu konuların benzerliği ve ayrıldıkları noktalar aşağıda belirtilmiştir.

Bu kapsamdaki bir çalışma BIM-destekli bakım-onarım yönetiminin geliştirilmesine odaklanılmıştır. Tayvan'daki bir okul binasında yürütülen bu çalışmada, BIM kullanımını bakım aşamasına kadar genişletmek ve teknik tesis yönetimi için tek bir veri havuzu oluşturmak amaçlanmıştır (Su ve ark., 2011). Bir yapı bilgi modeli oluşturulmuş ve kullanılan BIM yazılımına özel bir ara yazılım (API) tasarlanmıştır. Bakım sürecini renk kodlarıyla ifade edilen varlıklar 3 boyutlu olarak modellenmiştir. Bu çalışma, 3 boyutlu görselleştirme, varlık modellemesi, bakım yönetimi ve belge yönetimi konularında bu makalede anlatılan konularla benzerlik gösterirken, enerji sarfiyatı ve mahal yönetimi konularını kapsamamaktadır (Su ve ark., 2011).

Diğer bir çalışmada, büyük ölçekli MEP projelerinde BIM uygulamasını teşvik etmek için çeşitli model ve teknikler önermektedir. Çin'deki Kunming Changshui Uluslararası Havalimanı konu alan çalışmada, yapı bilgi modeli ve dijital bir iş programı oluşturulmuştur (Hu ve ark., 2016). Teknik tesis yönetimi için özel bir yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılım, varlık tanımları, performans gereksinimleri, işletme ve bakım planları, elektro-mekanik cihazlar arasındaki ilişkiler ve ekipmanların çalışma durumunu yönetmektedir. İnşaat süreci ve tesis yönetimine hazırlık aynı iş programında yürütülmüş, projeler altı farklı detaylandırma ölçeğinde teslim edilmiştir. Bu çalışma, varlık modelleme, bakım-onarım ve mahal yönetimi konularında bu makale konuları ile benzerlik gösterirken, farklılık olarak çalışmada dijital tesis yönetiminin işletme için sağladığı faydalar yer almamaktadır (Hu ve ark., 2016).

Shalabi ve Turkan araştırması BIM'in görselleştirme ve birlikte çalışabilirlik özelliklerini kullanılarak bakım yönetimi için veri kalitesini iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada bina enerji ve otomasyon sistemlerinin yönetiminin sağlanması ile cihaz arızalarının tespiti ve acil onarımı hedeflenmektedir. Bu yönüyle, varlık ve bakım-onarım yönetimi açısından bu makaledeki vaka çalışması ile benzerlik taşımaktadır (Shalabi ve Turkan, 2016). Ancak çalışma hasarlı ekipmanın müdahalesine odaklanırken, bu makaledeki araştırmanın konularından olan tesis için enerji tüketimi ölçümünü içermemektedir.

BIM ve tesis yönetimi birlikte kullanımı araştıran bir başka çalışmada, Georgia Tech Üniversitesi Engineered Biosystems binasında BIM-destekli Tesis Yönetimi'nin pilot uygulamasıdır (Pishdad-Bozorgi ve ark., 2018). Bu çalışmada, BIM ve Tesis Yönetimi entegrasyonunda karşılaşılan zorluklar incelenmiş ve gelecekteki çalışmalar için sistematik bir araştırma çerçevesi önerilmiştir. Bilgi modeli oluşturmak için farklı BIM araçları kullanılmıştır. Tesis Yönetimi için bir yazılım kullanılmış ve BIM-destekli Tesis Yönetimi'nin faydaları incelenmiştir. Çalışma takip edilen adımların anlatımına

odaklanmaktadır, yukarıda yer alan ikinci araştırma gibi uygulanan yaklaşımın tesis için sağlamış olduğu faydalar ölçülmemiştir (Pishdad-Bozorgi ve ark., 2018).

## 2. TESİS YÖNETİMİ, OTEL VE BIM ENTEGRASYONU

Tesis Yönetimi faaliyetleri, çoğunlukla belirli bir büyüklük sınırına sahip yapılarda tercih edilmektedir. Örneğin, bir ailenin ikamet ettiği tek bir konut veya birkaç kişinin işlettiği küçük ölçekli bir ticari işletme için tesis yönetim sistemleri kurmaya ihtiyaç duyulmayabilmektedir. Buna karşılık, çok sayıda çalışanın bulunduğu ofisler, üretim tesisleri, rezidanslar, oteller gibi konaklama binaları, kamu yapıları ve benzeri büyüklükteki işletmelerde tesis yönetimi, işletmenin operasyonlarının düzgün bir şekilde gerçekleştirilmesi için gereklidir.

Bir denetim ve kontrol şekli olarak kabul edilmeye başlayan tesis yönetimi faaliyetleri için 1960'lı yıllardan itibaren bilgisayarlar kullanılmaya başlanmıştır. Bir tesisteki varlıklara ait bakım-onarım, envanter kaydı ve iş emirlerinin girilmesi şeklinde yürütülen bu sistem, zamanla Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi biçimine dönüşecek olan CMMS (Computerized Maintenance Management System) uygulamalarının başlangıcını oluşturmaktadır. 2000'li yılların başlarından itibaren de grafik bilgilerin de dahil olduğu farklı konularda daha kapsamlı tesis yönetim yazılımları kullanılmaya başlamıştır (Aziz ve ark., 2016).

Tesis Yönetimi ve BIM'in birlikte kullanımı ve ilgili standartlara göre uygulanması çoğunlukla 2010'lu yıllarda başlamıştır. Genel anlamda Tesis Yönetimi standartlarını kapsayan ISO41000 serisi, tüm Varlık Yönetimi şartlarını barındıran ISO55000 standardı ve tüm BIM çalışma biçimini tarifleyen ISO19650 serisi bir araya getirilerek ortak bir Tesis Yönetimi ve BIM iş birliği hedeflenmiştir. Yapı bilgi modelinin Tesis Yönetimi yazılımlarında kullanılmak üzere hazırlanması işlemlerinde, ortak model formatı IFC (Industrial Foundation Classes - Endüstri Temel Sınıfları) ve inşaat projesindeki TY için faydalı veriyi tablo formatında toplayabilen COBie (Construction Operation Building Information Exchange – İnşaat İşletme Yapı Bilgi Dönüşümü) temelli açıkBIM uygulamalarından faydalanılabilmektedir (buildingsmart, 2024).

Bu çalışmanın konusu olan otel yapıları, sahip olduğu yoğun müşteri sirkülasyonu nedeniyle dikkatli yönetilmesi gereken yapılardır. Çok sayıda kişinin giriş çıkış yapması, bu kişilere sunulan hizmet ve konfor koşullarının eksiksiz ve kesintisiz sağlanması gibi hizmetler, doğru planlanmış ve yürütülen bir tesis yönetimi ile mümkün olabilir. Konaklama ve ağırlama hizmetlerinin verildiği bir işletme tipinde başlıca faaliyetler aşağıda sıralanmıştır (Magee, 1988):

- Günlük oda hizmetlerinin ve temizlik faaliyetlerinin düzenli olarak devam ettirilmesi,
- Arızalara hızlıca müdahale edilmesi,

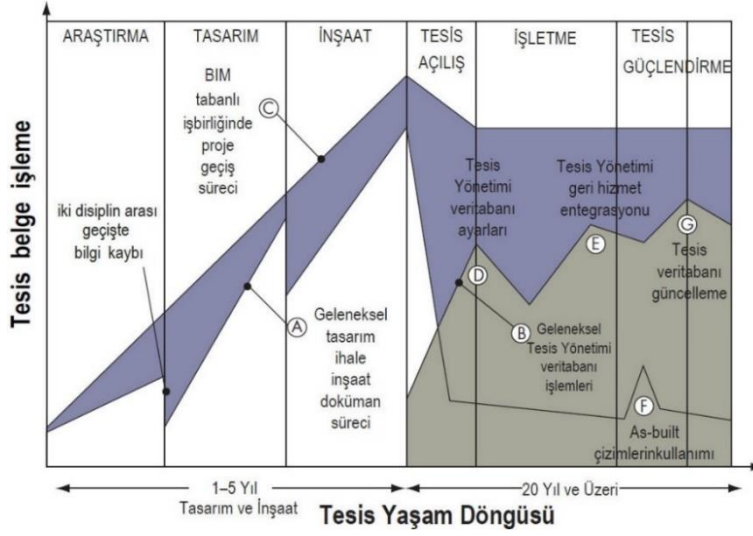
- Varlıkların ömrünü uzatmak için periyodik bakım programlarının planlanıp uygulanması,
- Bakım sorunlarına sürekli olarak etkili çözümler geliştirilmesi,
- Tesiste her açıdan güvenli ve güvenilir bir ortam oluşturup, en ekonomik şartlarda işletilmesinin sağlanması,
- Tüm servis, bakım faaliyetleri ile enerji sarfiyat maliyetlerinin net bir şekilde izlenebilmesi

Yukarıdaki faaliyetlerden günlük oda bakımı ve temizlik faaliyetleri, arızaların tanımlanması ve hızlıca müdahale edilmesi, varlık ömürlerinin uzatılmasını amaçlayan bakım programı düzenlenmesi, enerji harcamalarının takibi ve güvenlik hizmetleri için BIM destekli tesis yönetimi uygulamaları özellikle faydalı olabilmektedir.

## 2.1. BIM ve Tesis Yönetimi (TY)

Tesis yönetimi alanında önemli sorunlardan biri, tesisin öğeleriyle ilgili yeterli içerik ve formattaki bilgiye erişimdir. Çoğunlukla projelerde tasarım, projelendirme ve uygulama sürecinde oluşturulan veriler, tesisin işletmeye açılma aşamasında, etkin yönetilebilmesi için yeterli kapsam ve kalitede aktarılamamaktadır (Eastman ve ark., 2018). Bu nedenle, işletme sürecinde, tesisle ilgili önemli veriler tekrar oluşturulmak zorunda kalınmakta, hem zaman, hem işgücü açısından verimsizliğe sebep olabilmektedir. Şekil 3'te, tesisin yaşam döngüsü boyunca belge işleme yoğunluğunu gösteren bir grafik yer almakta olup, geleneksel proje yönetimi ile BIM tabanlı proje yönetim yaklaşımlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Süreç ilerledikçe, geleneksel proje yönetimi izlendiğinde, Araştırma, Tasarım ve İnşaat aşamaları arasındaki her bilgi aktarımında kayıplar meydana geldiği görülmektedir. Grafik incelendiğinde, en büyük kaybın Tesis Açılış aşamasında olduğu dikkat çekmektedir. Bu aşamada, Tesis Yönetimi için gerekli bilgi düzeyi yaklaşık olarak planlama evrelerinden olan Araştırma aşamasındaki seviyeye düşer ve her bir alan ile her bir varlık yeniden tanımlanmak zorunda kalır. Tesis yeterli bilgi düzeyine ulaşana kadar tesisin verimli çalışması için gerekli veri elde edilemez. Grafikte (A) ile işaretlenen kırıklı çizgi, her bir safha geçişindeki veri kayıplarını göstermekte iken (C) ile tanımlanan sürekli çizgi ise BIM çalışma biçiminin uygulandığı projeleri ifade etmektedir. Yapı bilgi modeli kullanımlarının etkin olduğu proje süreçlerinde, İnşaat ve Tesis Açılış safhaları arasındaki veri kaybı en aza inmektedir.





Şekil 3. Tesis yaşam döngüsü geleneksel ve BIM yöntem karşılaştırması (Eastman ve ark., 2018).

Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan, kısa adı NIST olan Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü'nün 2004 yılına ait bir raporu tesis yaşam döngüsünde veri kaybının en büyük nedeninin, proje paydaşlarının birlikte çalışabilirlik konusunda yetersiz olmasıdır. Raporda, mimarlar, mühendisler, yükleniciler, taşeronlar, tedarikçiler, işverenler ve işletmecilerden oluşan paydaşlar grubunun birlikte çalışmaması nedeniyle, ABD'de meydana gelen maddi kaybın 15,8 milyar dolar olarak hesaplandığı belirtilmektedir (NIST, 2004). Ayrıca, NIST raporunda, imalat durumunu gösteren ve bakım faaliyetleri için gerekli olan uygulama projelerinin genellikle teslim edilmediği vurgulanmıştır; tesisin durumu, bakım-onarım bilgileri ve tesisin mali durumu hakkında bilgi edinmenin zorluğuna dikkat çekilmiştir.

### 3. VAKA ÇALIŞMASI

Böüm 1 ve 2'de belirtildiği gibi BIM ve tesis yönetiminin birlikte kullanımı önemli faydalar sağlamaktadır. Ancak bu bütünleşmenin sağladığı avantajları gerçek yapılar üzerinde inceleyen uygulamalar sınırlıdır. Bu çalışma BIM'in tesis yönetimi ile bütünleştirme sürecini, İstanbul'da bulunan 200 odalı ve dört yıldızlı bir otel işletmesi üzerinden değerlendirmektedir. Belirli bir büyüklükteki bir yapının yapı bilgi modelinin oluşturulması, işletmenin faaliyetlerine BIM ve tesis yönetimi entegrasyonunun sağlanması ve faydalarının saptanmasının uzun zaman alması sebebiyle çalışmada tek bir vaka kullanılabilmiştir.

Vaka çalışmasında BIM-destekli Tesis Yönetimi yaklaşımının uygulanabileceği uygun bir yapı arayışına girilmiştir. İhtiyaç duyulan binanın bir Tesis Yönetimi yazılımına gereksinim duyması, yeterli verinin toplanabilmesi için çok küçük bir işletme olmaması, tez çalışması kapsamında değerlendirilebilmesi için çok büyük ve karmaşık olmaması, tercih kriterleri arasında tutulmuştur. Orta büyüklükte, kullanıcı sayısının ve sirkülasyonun yüksek olduğu tesisler öncelikli olarak değerlendirilmiştir. Bu seçenekler göz önünde bulundurularak, kısa adı UTTMD olan Uluslararası

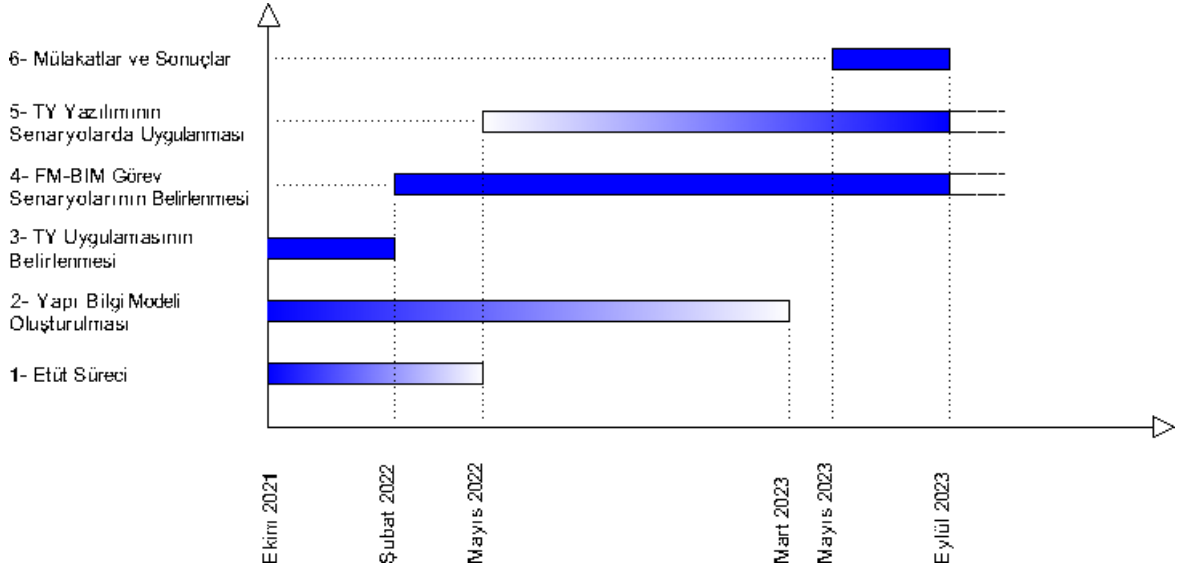
Teknik Tesis Müdürleri Derneği (www.uttmd.org) ile iletişime geçilmiş ve yönlendirme talep edilmiştir. UTTMD yönetimi, vaka çalışması gerçekleştirilen otel işletmesini önermiştir.

Araştırmada yer alacak tesis belirlendikten sonra tesis hakkında veri toplama aşamasına geçilmiştir. Araştırmada öncelikli olarak otelin mimari, elektro-mekanik ve işletmesi ile ilgili özellikleri incelenmiştir. Seçilen otel işletmesi, tesis yönetimi amacıyla geleneksel yöntemler ve belirli işlevlerde kullanılan bazı yazılımlardan faydalanmaktadır; tesis bünyesinde herhangi bir BIM kullanımı ve farklı faaliyetleri kapsayan bütünsel bir tesis yönetimi yazılımı bulunmamaktadır.

### 3.1. Vaka Çalışması Aşamaları

Çalışma aşağıdaki adımları takip edilerek gerçekleştirilmiştir. Ayrıca söz konusu aşamaların zaman eksenine göre ifalendirilmesi için Şekil 4'te yer alan grafik hazırlanmıştır (Şekil 4). 6 aşamanın bazıları diğerleri ile bağlantılı ve eş zamanlı olarak yürütüldüğü için başlangıç ve bitiş tarihleri kesişim yapabilmektedir. Ayrıca, çalışmanın giderek azalan yoğunluğu taramalarda koyu renkten açığa dönecek şekilde ya da tam tersi şeklinde gösterilmiştir.

1. İşletmenin mahal ve varlık yönetimi ile ilgili ihtiyaçları ve kullanmış olduğu yöntemlerin etüt edilmesi,
2. Otel binasına ait mimari ve elektro-mekanik unsurlarını içeren BIM modellerinin geliştirilmesi,
3. Tesis yönetiminin BIM modeli ile bütünleşik gerçekleştirilmesine imkân verecek olan bir uygulamanın belirlenmesi,
4. İşletmede BIM ile bütünleşik tesis yönetimi süreçleri ile ilgili etkinliği test edecek görev senaryolarının belirlenmesi
5. İşletme ihtiyaçlarına uygun olarak özelleştirilen tesis yönetimi yazılımının önceki maddede tanımlanan senaryolarda uygulanması
6. İşletme personeli ile BIM ile bütünleşik tesis yönetimine ait memnuniyeti ölçen mülakatların yapılması



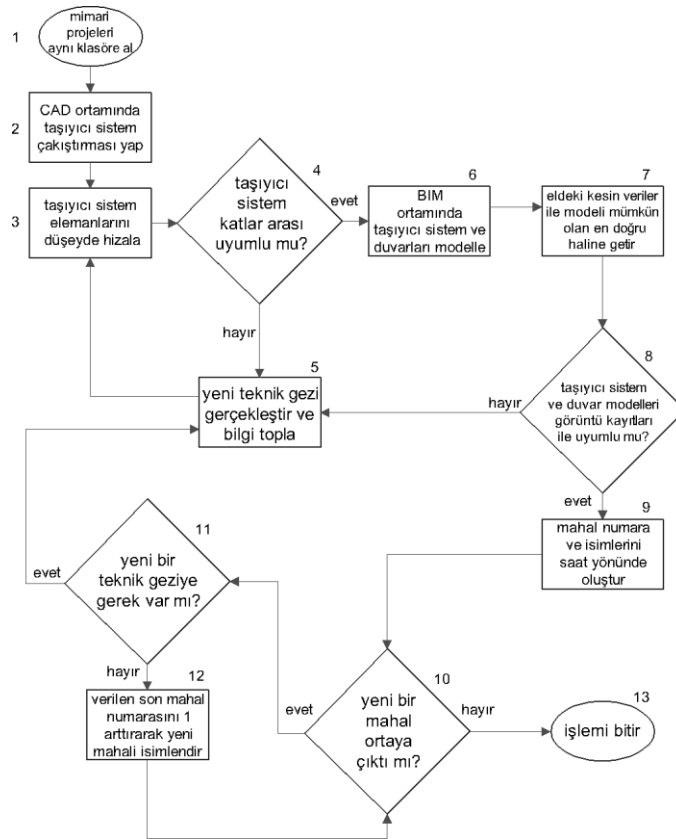
Şekil 4. Vaka çalışmasının aşama / zaman grafiği.

Birinci aşamada otel yönetimi ile görüşmeler yapılarak tesis yönetimi sırasında kullandıkları yöntemler hakkında bilgi alınmıştır. Mahallerin yönetiminde takip edilen senaryo, işletmedeki varlıkların listesi, bu varlıkların hangi birimlerin kapsamında oldukları ve yönetim-bakım faaliyetlerinde izlenen adımlar öğrenilmiştir. İşletme ve bakım amacıyla kullanılan bilgisayar veya mobil yazılımlar hakkında bilgi edinilmiştir. Bu bilgiler, önerilecek dijital tesis yönetimi yaklaşımının otel işletmesine ne tür faydalar sağlaması gerektiği konusunda altlık oluşturmuştur. Etüt süreci, yapı bilgi modelinin oluşturulması ve tesis yönetimi için uygun bir yazılım seçilmesi sürecinde devam etmiştir.

İkinci aşamada, otel binasının yapı bilgi modelinin hazırlanması sağlanmıştır. Bu süreçte binaya ait mimari ve elektro-mekanik sisteme ait CAD formatlı bilgiler edinilmiştir. Gerekli durumlarda binada ilgili mahallerde fiziki olarak mahallerde gözlemler yapılmıştır (Şekil 5). Yapı bilgi modelinin oluşturulma süresi vaka çalışmasının tüm süresi içinde en uzun zaman alan bölümü olmuştur. Bunun sebebi gerçeğe en yakın modelin hazırlanabilmesi için yoğun araştırma ve gözlem faaliyetlerinin gerçekleştirilmiş olmasıdır. Yapı bilgi modelinin oluşturulma sürecinde izlenen yol doğrusal şekilde gösterilemediği için akış diyagramı olarak görselleştirilmiştir (Şekil 6).

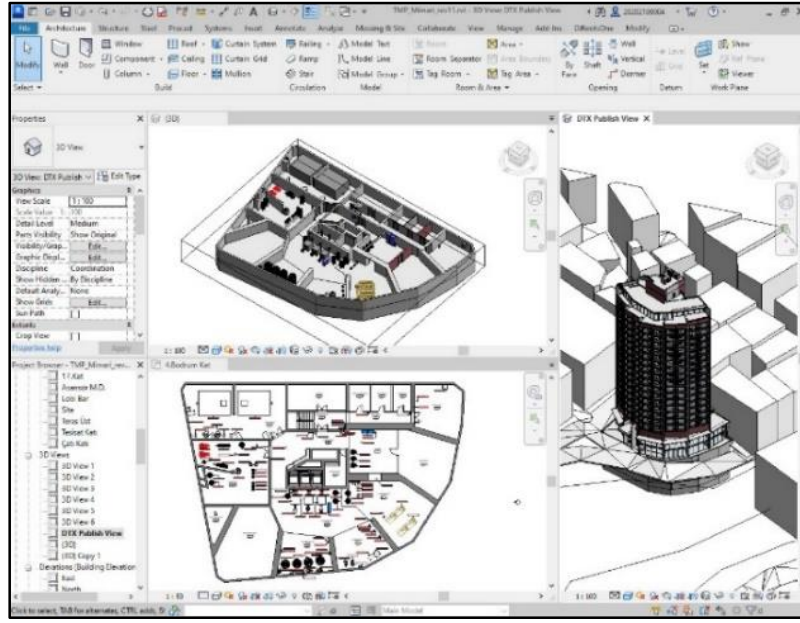


Şekil 5. Otele ait CAD formatlı plan bilgileri (Çelik, 2021).



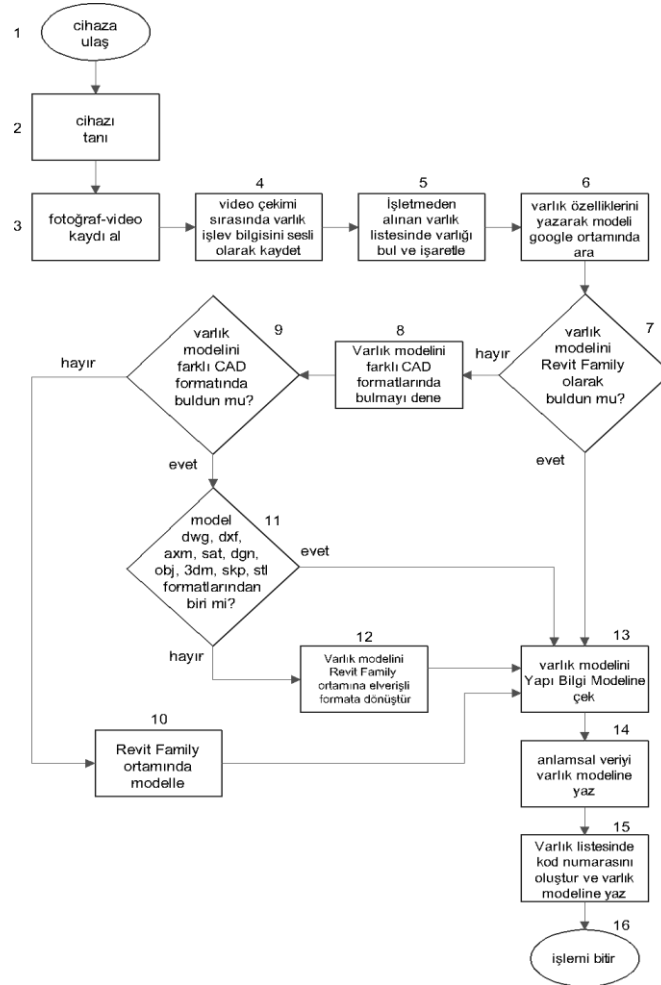
Şekil 6. Yapı Bilgi Modeli mahal oluşturma süreci.

Mahal Yönetimi uygulamaları için tüm yapıdaki mahallere ait kat, konum, alan, kullanım tipi, kiralama ve işletme için gereken bilgiler tespit edilmiştir. Çalışmanın BIM tabanlı yaklaşımı olması sebebiyle, geometrik veri toplanmış, bina modeli oluşturulmuş, mahallere pozlar atanmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Otel binasına ait yapı bilgi modeli.

Varlık Yönetimi faaliyetlerinin sürdürülebilmesi için tesis içindeki varlıklara ait Yapı Bilgi Modeli'nin oluşturulmasında benzer bir süreç izlenmiştir (Şekil 8). Yapılan teknik geziler sırasında fotoğraf ve sesli video kayıtları alınarak, ekipmanlara ait bilgilerin kayıt esnasında belirtilmesi sağlanmıştır. Böylece cihazın görüntüsü ile eş zamanlı olarak işlev, marka, model gibi özellikler örtüştürülmüş ve ayrıca çalışma zamanından tasarruf sağlanmıştır.



Şekil 8. Yapı Bilgi Modeli – Varlık modelleme süreci.

Varlık Yönetimi için elektro-mekanik varlıklar, özel ekipmanlar ve mobilyalar olmak üzere üç kategori oluşturulmuştur. Tüm varlıklara ait marka, model, görev, tip, işlev, adet, bağlı olduğu sistem, hizmet ettiği mahal ya da sistem ve konumlandığı mekânlar belirlenerek poz numaralarına işlenmiştir (Şekil 9). Yapı yerinde incelenerek projelerde yer almayan mahaller ve varlıklara ait bilgiler güncellenmiştir. Hatalı ve eksik veriler tamamlanarak Yapı Bilgi Modeli mevcut kullanımına en yakın durumuna (as-built) getirilmiştir. Çalışmada, sektördeki yaygın kullanıma sahip olması ve çok sayıda tesis yönetimi yazılımı tarafından veri transferine izin vermesi nedeniyle, yapı bilgi modelleme süreçlerinde Autodesk Revit yazılımı tercih edilmiştir. BIM ve TY entegrasyonunda farklı ticari yazılımlar ve açıkBIM formatlı seçenekler de kullanılabilir.



KONU	Tip	Model	Güçü	Garanti	Sıcaklık	Kapasite (Kcal /h )
ALT ZONE AKÜMÜLASYON TANKI	BAR	ATA 1004	5 BAR	2016	50c	1000 LT
ORTA ZONE AKÜMÜLASYON TANKI	BAR	ATA 1004	7 BAR	2016	53c	1000 LT
ÜST ZONE AKÜMÜLASYON TANKI	BAR	ATA 1004	10 BAR	2016	53c	1000 LT
YEDEK AKÜMÜLASYON TANKI	BAR	ATA 1004	0 BAR	2016	0	1000 LT

The screenshot shows the 'Properties' panel for a mechanical equipment model. The 'Identity Data' section is expanded, showing fields for 'Capacity (Kapasite)' set to '1000 LT', 'Product Type (Tip)' set to 'BAR', and 'Model' set to 'ATA 1004'. The 'Type Parameters' table also shows 'Capacity (Kapasite)' as '1000 LT' and 'Product Type (Tip)' as 'BAR'. The 'Comments' field contains '10 BAR / Sıcaklık: 53°C / Garanti: 2016 / Üst Zone (9/17 Katlar)'. The 'Type Properties' panel shows the 'Family' and 'Type' set to 'akumulasyon\_tanki\_ATA1004\_ataboyle'. The 'Type Parameters' table has columns for 'Parameter' and 'Value'. The 'Capacity (Kapasite)' parameter is set to '1000 LT'. The 'Product Type (Tip)' parameter is set to 'BAR'. The 'Model' parameter is set to 'ATA 1004'. The 'Comments' field is set to '10 BAR / Sıcaklık: 53°C / Garanti: 2016 / Üst Zone (9/17 Katlar)'. The 'Type Properties' panel has buttons for 'Load...', 'Duplicate...', and 'Rename...'. The 'Type Parameters' table has a 'What do these properties do?' link and buttons for '<< Preview', 'OK', 'Cancel', and 'Apply'. The 'Project Browser' shows 'TMP\_Mimari\_rev11.rvt'. A photograph of a stainless steel boiler is shown at the bottom, with a red box highlighting a label that reads 'ÜST ZONE 9/17 KATLAR'.

Şekil 9. Bakım amacıyla varlıklara ait bilgilerin modele girişinin yapılması (akümülayon tankı)

Üçüncü aşama, BIM ve TY'nin bütünleşik çalışabilmesine izin veren bir yazılımın seçilmesi ile ilgilidir. Ticari veya açıkBIM yaklaşımına sahip farklı yazılımlar incelenmiştir. Çalışmaya uygun olabilecek ve geliştirilmesinde gerekli esnekliği sağlayabilecek hazır bir yazılım bulunamamıştır. Halihazırda geliştirilme sürecinde olan ve bu süreç için gerçek bir vaka arayışında olan, DigiTwix (www.digitwix.com) isimli yazılımın ekibiyle görüşülmüş ve birlikte çalışma kararı alınmıştır.

Türkiye’den bir ekip tarafından geliştirilen bu yazılım, otel işletmesinin TY ile ilgili ihtiyaçlarına yönelik özel uygulamaların yaratılmasına imkân vermiştir (Şekil 10).



Şekil 10. DigiTwix ekranı.

Dördüncü aşamada, işletmenin halihazırda yürüttüğü tesis yönetim şekillerinin, önerilen tesis yönetimi yazılımında karşılık bulması üzerinde çalışılmıştır. Otelde devam eden temizlik ve düzen işlemleri mahal yönetimi kapsamındadır ve seçilen yazılımda otelin mahal temizliğinde kullandığı kontrol formları yazılıma aktarılmıştır. Ayrıca, teknik servis biriminin elektro-mekanik cihazlar için gerçekleştirdiği bakım takvimi, kontrol faaliyetleri ve işletme düzeni, otel personelinin alışık olduğu biçimde DigiTwix yazılımında karşılık bulacak şekilde dönüştürülmüştür.

Beşinci aşamada, tesis yönetimi yazılımının otel işletmesinin çalışma formatına göre düzenlenmesi belli bir aşamaya getirilmiş; bilgisayar veya mobil cihazlardan İnternet’e bağlanarak Web üzerinden çalışabilmeleri sağlanmıştır. Personelin Temizlik Takibi, Arıza Kaydı, Varlık Bakımları, Enerji Kullanımı ve Karbon Ayak İzi ile ilgili belirtilen görevleri deneyimlemesi sağlanmıştır.

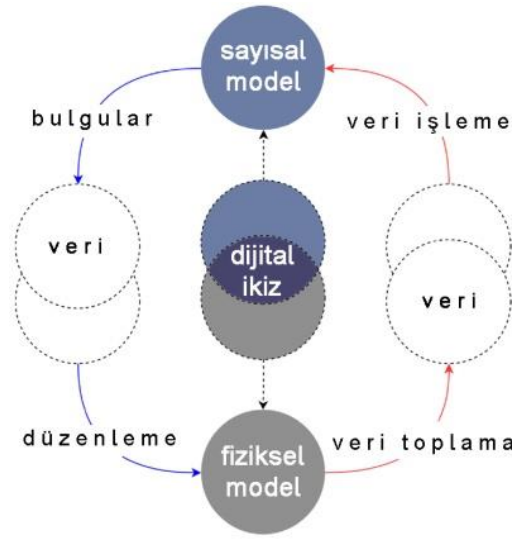
Altıncı aşamada, otel personelinden seçilen 8 kişi tarafından 6 ay boyunca belli dönemlerde deneyimlenen DigiTwix yazılımının, personel ve işletme üzerindeki etkilerinin anlaşılabilmesi amacıyla mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Anket yanıtları değerlendirilerek uygulamadaki eksiklikler tespit edilmiştir. Departmanlar arası iletişim, raporlama, bilgi akış hızı ve içeriği gibi unsurların dijitalleştirilmiş ve iyi kurgulanmış bir Tesis Yönetimi yaklaşımı ile giderilebileceği anlaşılmıştır.

### 3.2. Dijital İkiz Kavramı

Dijital İkiz, yapısında bulundurduğu teknolojik araçlarla, temelde bir gerçekliğin dijital bir kopyasının oluşturulmasıdır. Ayrıca, gerçeklikten elde edilen verilerle dijital kopya eş zamanlı olarak

beslenmekte ve süreç devam ettikçe dijital modelden gerçekliğe veri aktarımı yapılabilmektedir (Babaoğlu ve Memiş, 2024).

BIM destekli dijital ikiz; içinde yer alan/alacak tüm varlıklarıyla birlikte Yapı Bilgi Modeli üretilmiş bir tesisin sayısal ortamda ve dijital ikizi destekleyen yazılımlarla birlikte fiziksel aslı gibi davranmasını konu alır. Fiziksel model üzerine yerleştirilen ve IoT (Internet of Things – Nesnelerin İnterneti) adı verilen sensörler yardımıyla varlıktan veri elde edilebilmektedir. Bu sayede dijital model ile fiziksel model arasında bir iletişim ya da başka bir ifadeyle iki yapının konuşurulması sağlanır (Şekil 11). Bu işlem bir dijital ikiz yazılımı ile mümkün olabilmektedir.



Şekil 11. Dijital ikiz çalışma prensibi (Boje ve ark., 2020)

Sözkonusu uygulama ile önleyici bakım, bakım denetimi ve tesis mahallerindeki kontroller yapılabilmektedir. Ayrıca aşağıda sıralanan faaliyetler BIM destekli dijital ikiz yazılımı sayesinde yapılabilmektedir (Tao ve ark., 2019).

- Sistemin yapısını kavramak
- Sistem optimizasyonu sağlamak
- Enerji tüketimini düşürmek
- Atık yönetimini oluşturmak
- Bakım-onarım maliyetlerini düşürmek
- Kullanıcı etkileşimini arttırmak
- Bilgi teknolojilerini kaynaştırmak
- Yaşam döngüsünü uzatmak

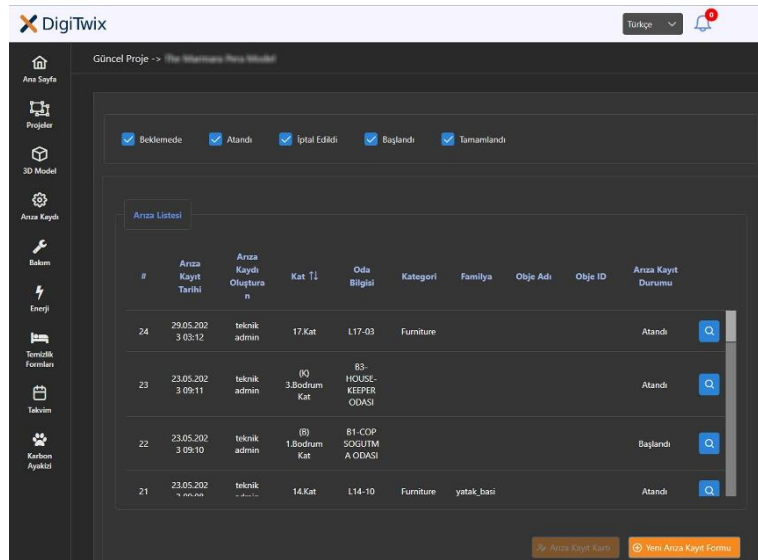
### 3.3. Dijital İkiz Kavramı

Vaka çalışması için Bölüm 3.1’de bahsedildiği üzere, henüz geliştirilme aşamasında olan DigiTwix yazılımı seçilmiştir. DigiTwix bir dijital ikiz platformu olarak geliştirilmiştir. Bir tesisin anlık olarak mahal, varlık ve işletme-bakım yönetimi için kullanılabilmekte, ayrıca tesiste kullanılan farklı tipteki enerji ve su harcamalarını, sayaç okumaları yardımıyla kayıt altında tutabilmekte ve grafik gösterimler ile Tesis Yöneticisi ve teknik personelin bilgisine sunabilmektedir (Duyar, 2023). Yazılımın Autodesk tabanlı BIM araçlarıyla entegre çalışması ve kullanıcıların bilgisayar, tablet veya cep telefonları ile Web tabanlı olarak sisteme giriş sağlaması olumlu yönde katkı sağlamıştır.

Başlangıçta yalnızca Üç boyut model ortamı, Arıza kaydı ve Bakım faaliyetleri için özellikler DigiTwix yazılımında mevcutken, otel yönetiminin talepleri ile Enerji tüketim kontrolü, Karbon ayak izi tespiti ve Kat temizliği kontrolü gibi özellikler programa dahil edilmiştir. Teknik Tesis Müdürlüğü ve temizlik hizmetleri sağlayan Oda hizmetleri birimleriyle yapılan görüşmeler ve geri beslemeler yardımıyla Tesis Yönetimi yazılımı belirli bir kullanılabilirlik seviyesine ulaşmıştır; otel tarafından halen deneme süreci devam etmektedir. Yazılımda aşağıdaki modüller bulunmaktadır:

#### 3.3.1. Arıza Kaydı Modülü

Bu özellik, tesiste meydana gelen bir arızanın sisteme kaydedilmesini sağlar. "Yeni Kayıt" ve "Arıza Listesi" olmak üzere iki sekmeden oluşur; ilki yeni bir arızanın eklenmesini, ikincisi ise devam eden sorunların görüntülenmesini sağlar. Kullanıcı, karşılaştığı veya kendisine bildirilen bir arızayı sisteme kaydedebilir ya da henüz tamir edilmemiş arızalar hakkında bilgi alabilir. Yazılıma erişimi olan her personel arıza kaydı girebilir. Sisteme girilen her kayıt için ilgili yöneticiye e-posta ile anında bildirim yapılır ve yönetici istediği personele iş ataması yaparak onarım sürecini başlatabilir (Şekil 12).



#	Arıza Kayıt Tarihi	Arıza Kaydı Oluşturucu	Kat T1	Oda Bilgisi	Kategori	Familya	Obje Adı	Obje ID	Arıza Kayıt Durumu
24	29.05.2023 03:12	teknik admin	17.Kat	L17-03	Furniture				Atandı
23	23.05.2023 09:11	teknik admin	03 Bodrum Kat	83- HOUSE-KEEPER ODASI					Atandı
22	23.05.2023 09:10	teknik admin	01 1.Bodrum Kat	81-COP SOĞUTMA A ODASI					Başlandı
21	23.05.2023 09:10	teknik admin	14.Kat	L14-10	Furniture	yatak_basi			Atandı

Şekil 12. DigiTwix Arıza Kaydı modülü.

### 3.3.2. Bakım Modülü

Bu bölümden, tüm varlıkların güncel ve geçmiş bakım bilgilerine erişim sağlanabilir. Ayrıca, varlıklara tanımlanmış periyodik bakımlar da bu pencereden görüntülenebilir (Şekil 13). Bu modülde yer alan filtreleme özelliği sayesinde, seçilen kat veya varlık kategorisine göre benzer alanlar veya varlıklar listelenebilir. Seçilen bir varlık için herhangi bir periyodik bakım kaydı girilmişse, bu da görülebilir. Ayrıca, kullanıcı, arızalı ekipmanı veya arızalı cihazın bulunduğu alanı görmek isterse, sağ tarafta bulunan büyüteç simgesini kullanarak 3 boyutlu olarak izleyebilir.

Kat T1	Oda T1	Kategori T1	Familya T1	Tip T1	Son Periyodik Bakım	Bakım Periyodu (Ay)	Sonraki Periyodik Bakım T1
17.Kat		Spaces		Space 42		Seçiniz	
17.Kat		Spaces		Space 41		Seçiniz	
17.Kat		Spaces		Space 40		Seçiniz	
17.Kat		Spaces		Space 39		Seçiniz	

Şekil 13. DigiTwix Bakım modülü.

### 3.3.3. Enerji Modülü

Enerji bölümünde, yapıda kullanılan tüm enerji kaynaklarına ait günlük ve aylık sayaç okuma seçenekleri bulunmaktadır. Enerji sayaç okumaları günlük olarak gerçekleştirilerek sisteme girilir (Şekil 14). Elektrik, su, doğal gaz ve mazot olmak üzere dört farklı unsurun tüketimi takip edilmektedir. Bu veriler, listeleme ve grafik olarak ifade edilmekte, tesis yöneticisi ve ilgili personelin kontrolüne sunulmaktadır. Böylece, işletme bünyesinde tüketim kontrolü sağlanabilmektedir.

Tarih	Elektrik Sayaç(±40 0) (kwh)	Reaktif (kwh)	Kapasitif (kwh)	Ana Tüketim (kwh)	Reaktif Tüketim (kwh)	Kapasitif Tüketim (kwh)	%20 Endf. Oran	%15 Kapasitif Oran	Oran
01.08.2023	37714	317	1850	6400	0	400	0	6	198400
02.08.2023	37731	317	1851	6800	0	400	0	6	204600
03.08.2023	37747	317	1852	6400	0	400	0	6	202533
04.08.2023	37764	317	1852	6800	0	0	0	0	204600
05.08.2023	37781	317	1853	6800	0	400	0	6	205840

Şekil 14. DigiTwix Enerji modülü.

### 3.3.4. Temizlik İşleri Modülü

Mahal Yönetimi faaliyetlerini kapsayan bu uygulama, oda katları ve yapının genelindeki temizlik ve düzen görevlerinin kontrol formlarını içermektedir. Otelin Oda hizmetleri olarak isimlendirilen temizlik ve düzen departmanına hizmet eden bu özellik, yapıdaki tüm alanların temizlik süreçlerinin izlenmesini ve Oda hizmetleri şeflerinin raporlama yapmasını kolaylaştırmayı hedeflemektedir (Şekil 15). Personel hijyeni, temizlik kimyasallarının kontrolü, haşere ilaçlama kontrolü, tek kullanımlık ürünleri kapsayan buklet malzemeleri kontrolü gibi formları barındırmaktadır.

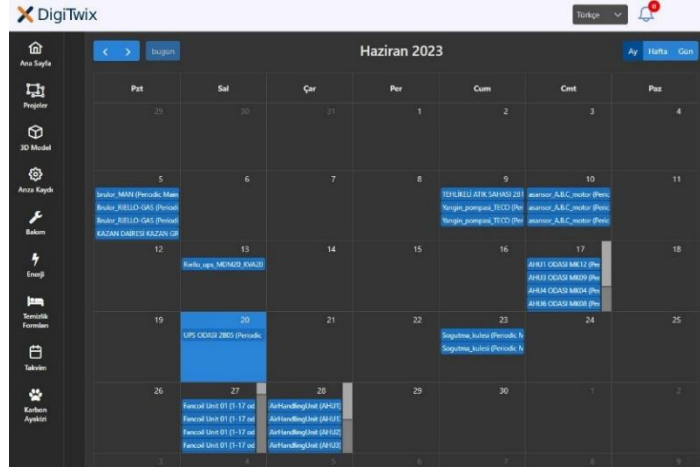
Şekil 15. DigiTwix Temizlik modülü.

Temizlik personeli, rutin işlerini tamamladıktan sonra tesis tarafından kendilerine verilmiş bir tablet ya da şahsi mobil telefonları ile yazılımdaki formda işaretleme yaparak sonucu rapor edebilmekte, mahale gidip imza atmakla zaman kaybetmemekte ve kâğıt harcamalarının azaltılabilmektedir. Bu uygulama kullanıma hazır olmasına rağmen henüz faaliyete geçmemiştir.

### 3.3.5. Takvim Modülü

Takvim bölümü, Varlık Yönetimi kapsamındaki tüm anlık veya periyodik bakımı yapılacak cihaz, ekipman ve mobilyaların kontrol programını içerir. Yetkili müdür veya şef tarafından planlanan bakım tarihleri, takvim üzerinde anlaşılır bir şekilde gösterilmektedir. Ayrıca, bakım faaliyetlerine katılacak personel ve yöneticilere e-posta ile bilgilendirme yapılır. Varlık bakım takibi, varlığın özelliklerine göre günlük, haftalık ve aylık olarak gerçekleştirilebilmektedir (Şekil 16).





Şekil 16. DigiTwix Takvim modülü.

### 3.3.6. Karbon Ayak İzi

Bu bölüm, Enerji modülünde girilen günlük sayaç okumaları ile ilgilidir. Vaka için seçilen otelin işletmesi, kendilerine ait tüm gayrimenkul portföyünde sürdürülebilirlik kriterlerinin sağlanabilmesi amacıyla 2019 yılında girişimlerde bulunmaya başlamıştır. Dünya Bankası'nın, özel şirketler ile iş birliği yapan Uluslararası Finans Kurumu olan kuruluş (International Finance Corporation - IFC) ile bir proje başlatarak yeşil dönüşüm ve sıfır karbon çalışmaları başlatılmıştır (Sungur, 2023). Bu kapsamda, hazırlanan Karbon Ayak İzi ölçümleri yıllık olarak bu kuruluş ile paylaşılmak üzere hazırlanmaktadır (Şekil 17).

Enerji Türü	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Aylık Tüketilen Elektrik (KWH)	11154	97977	10875	10863	12375
Aylık Tüketilen Doğalgaz (m3)	21505	22572	20255	16752	10189
Aylık Tüketilen Motorin (Litre)	0	0	0	0	0
Aylık Tüketilen LPG/LNG (Litre)	0	0	0	0	0
Aylık toplam konaklayan	5409	4072	5004	8400	9226

Şekil 17. DigiTwix Karbon Ayak İzi

#### 4. MÜLAKAT VE DEĞERLENDİRME

Otel personelinden seçilen 8 kişi ile, altı ay boyunca belirli dönemlerde deneyimledikleri BIM-Bütünleşik Tesis Yönetimi yaklaşımının çalışanlar ve işletme üzerindeki etkilerini anlamak amacıyla mülakatlar yapılmıştır. 23 sorudan oluşan mülakatlarda, personelin yazılım hakkındaki görüşleri değerlendirilmiştir. Mülakatta yer alan anket soruları Kaynakça bölümünün ardında, Ek kısmında sunulmuştur. Yanıtlarının analizi sonucunda, çalışanların mevcut çalışma sistemlerinde birtakım iyileştirmelere gereksinim duyulduğu ortaya çıkmıştır. Ön Büro, Rezervasyon, Kat Hizmetleri, Teknik Servis gibi departmanlar, kendi bünyelerinde yalnızca kendi çalışma sistemlerine uygun iş düzenleri geliştirmişler ve zamanla bu düzenlerin dijital ortamdaki karşılıklarını edinerek devam etmişlerdir.

Mülakat sonuçlarına göre, departmanlar arası iletişimi sağlayan bir sistemin eksikliği hissedilmektedir. Her disiplin yalnızca kendi içindeki dahili sistemine ait bir çalışma düzeni kurmuş ve diğer disiplinlerle gerçekleştirmesi gereken iletişimi ancak kişiler üzerinden sözle, telefonla ya da mesaj veya e-posta yoluyla yürütmektedir. Personel, bu iletişim noktalarında kopmalar yaşandığını belirtmiştir. Örneğin, Rezervasyon biriminin bir misafir hakkında oda hizmetleri birimine iletmesi gereken özel bir bilgi, zamanında verilmediğinde veya hiç iletilmediğinde Kat Hizmetleri bölümünde karışıklık yaratabilmekte ve hatta misafirin memnuniyetsizliği veya otel tercihinin değişmesine sebep olabilmektedir. Bu tür bilgi akışlarının hataya yol açmaması için kişiler yerine bir yazılım aracılığıyla yürütülmesi gerektiği anlaşılmıştır. Dijitalleştirilmiş ve iyi tasarlanmış bir Tesis Yönetimi yaklaşımının bu sorunları çözebileceği düşünülmektedir.

Bahsedilmesi gereken bir diğer konu ise enerji tüketimidir. BIM-destekli yaklaşımın otel tarafından kullanılmasından önce, enerji tüketimi takibi, sayaç okumalarının düzenli olarak yapılması ve Excel tablolarına işlenmesi şeklinde gerçekleştirilmekteydi. Bu yöntemin gelişmiş bir sistem olmadığı ve daha nitelikli bir çalışmaya ihtiyaç duyulduğu, Teknik Servis bölümü tarafından belirtilmişti. Vaka çalışması süresince, Tesis Yönetimi yazılımına bu yönde bir özellik eklenmiş ve sayaç takibinin yazılım üzerinden yapılması sağlanmıştır. Ayrıca enerji takip değerleri grafiklerle izlenebilir hale getirilmiştir. Tesis Yönetimi yazılımına ait özelliklerin kullanım sıklıkları incelendiğinde, enerji takibi özelliğinin en verimli şekilde kullanıldığı gözlemlenmiştir. Bu, enerji takip özelliğinin otel Teknik Servis bölümüne fayda sağladığını ve bu nedenle yazılımın bu özelliğinin işletme tarafından benimsenmiş olduğunu göstermektedir. Böylece daha ayrıntılı ölçümler yapılabilecek ve tesisatta bir kaçak varsa fark edilebilecektir.

#### 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bir lisansüstü araştırmanın parçası olarak gerçekleşen bu çalışmanın gerçekleştiği işletmede, BIM-destekli Tesis Yönetimi yaklaşımına ait veri toplama faaliyetleri 2021 yılı Eylül ayında başlamış olup, bu makalenin yazıldığı 2024 yılının Mayıs ayında hala pilot uygulama olarak devam etmektedir.

Yazılımı deneyimleyen otel personelinin talepleri, bu çalışanların uygulama ile ilgili olumlu beklentiler taşıdığını ortaya koymaktadır. Otel için yapılan çalışmaların ve personel görüşlerinin değerlendirilmesi sonucunda, BIM-destekli Tesis Yönetimi yaklaşımının işletme bünyesinde ilgi çektiği, bazı beklentilere cevap verdiği ve daha da geliştirilmesi için umut vaat ettiği sonucuna varılmıştır.

BIM-destekli Tesis Yönetimi yaklaşımını deneyimleyen katılımcılara göre, seçilen yazılımın tesise katkıları aşağıda sıralanmıştır:

- **İş Takibi:** Personelin sorumluluğunda olan görevlerin takibini kolaylaştırmaktadır. Özellikle kâğıda not olarak veya baskı yaparak kontrol edilen işlerde dijital yöntemlerin kullanılması, programlı bir çalışmayı sağlayarak unutma veya erteleme olasılığını ortadan kaldırmaktadır.
- **Arıza ve Bakım:** Özellikle Teknik Servis hizmeti veren birime büyük fayda sağlamaktadır. Arızanın sisteme kaydedilmesi, onarım için görevlendirilen personelin 3B desteği ile cihazı kolaylıkla bulabilmesi, 3B model üzerinden cihazla ilgili tüm dijital bilgi ve belgelere erişebilmesi, periyodik bakımların unutulmadan takibi, dışarıdan destek alınan servisler için otomatik e-posta yoluyla iletişim imkânı sağlaması gibi özellikler tesis yönetimine önemli katkılar sunmaktadır.
- **Arşiv Takibi:** Sisteme girilen her bir mahal ve varlık kaydı süresiz olarak saklanmakta olup, eski tarihli bir veriye ulaşmada herhangi bir sorun yaşanmamaktadır.
- **Tablo ve Rapor Hazırlama:** Düzenli olarak tablo ve rapor hazırlanan görevlerde, istenen formattaki çıktıyı dijital olarak sunabilmektedir. Tesiste halihazırda kullanılan belgeleme formatının elektronik ortamda servis edilmesi, personele zaman kazandırmaktadır.
- **Malzeme Takibi:** Tesis genelinde kullanılan sarf malzemeleri, temizlik malzemeleri, kırtasiye ve yedek parça gibi her tür malzemenin kaydı ilgili birimlerce tutulmakta ve bu sayede kesin bir envanter takibi yapılmaktadır.
- **Kâğıt Belge Tasarrufu:** Bir Tesis Yönetimi faaliyetinin kâğıt belgeler kullanılarak takibi, sunumu ve arşivlenmesi gibi eylemlerin sona ermesini sağlamaktadır. Tüm çalışma dijital ortamda yapıldığından, kâğıt belge arşivlemesine gerek kalmamaktadır. Böylece hem maddi hem de alan tasarrufu sağlanmaktadır.

## KAYNAKLAR

Aziz, N.D., Nawawi, A.H., Ariff, N.R.M. (2016). ICT Evolution in Facilities Management (FM): Building Information Modeling (BIM) as the Latest Technology, ASEAN Turkey ASLI Conferences on Quality of Life 2016.

Babaoğlu, C., Memiş, L. (2024). Dijital İkiz ve Akıllı Şehirler, Özet Bölümü, pp 7, Seta Yayınevi, İstanbul, ISBN: 978-625-6583-41-2

- Becker, F. (1990). Facility management: a cutting-edge field?, *Property Management*, Vol. 8 Iss 2 pp. 108 – 116
- Becker, F. (1991). Workplace, Planning Design and Management, *Advances in Environment, Behavior and Design*, pp. 115-152, Plenum Press, NY.
- Boje, C., Guerriero, A., Kubicki, S., Rezgui, Y. (2020). Towards A Semantic Construction Digital Twin: Directions For Future Research, *Automation In Construction*,2020. 114/103179
- Buildingsmart.org (2021). Buildingsmart Resmi Web Sitesi. What Do We Do, <https://www.buildingsmart.org/about/what-we-do>, Son Erişim Tarihi: 20.05.2024
- Buildingsmart.org (2024). Buildingsmart Resmi Web Sitesi, Facilities Management & Open BIM, <https://www.buildingsmart.org/facilities-management-openbim>, Son Erişim Tarihi: 20.05.2024
- Çelik, U. (2021). Kişisel Görüşme, The Marmara Pera Hotel Teknik Servis Müdürü
- Digitwix.com (2023). DigiTwix Resmî Web Sitesi. Son Erişim Tarihi: 17.03.2024
- Duyar, S. (2023, Haziran). Kişisel Görüşme, DigiTwix Geliştiricisi
- Eastman, C., Fischer, D., Lafue, G., Lividini, J., Stocker, D., Yessios, C. (1974). An Outline of the Building Description System. Institute of Physical Planing, Carnegie-Mellon University. Archive from the original on 13 Dec 2013. Retrieved 13 Dec 2013
- Eastman, C., Henrion, M. (1977), GLIDE a language for design information systems, *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*. 11. 24-33, DOI:10.1145/563858.563863
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. and Lee, G. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*, 4.0 Excutive Summary, pp. 130-149, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ
- Garzia, F. (2016). An integrated multidisciplinary model for security management and related supporting integrated technological system. 1-8. 10.1109/CCST.2016.7815690.
- Garzia, F., Lombardi, M. (2018). The role of BIM for Safety and Security management. *Building Information Systems in the Construction Industry*, 51.
- Ge, X.J., Livesey, P., Wang, J. (2017). Deconstruction waste management through 3d reconstruction and bim: a case study. *Vis. in Eng.* 5, 13 (2017). <https://doi.org/10.1186/s40327-017-0050-5>
- Hoang, G., Vu, D.T., Le, N.H., Nguyen, T.P. (2020). Benefits and challenges of BIM implementation for facility management in operation and maintenance face of buildings in Vietnam. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 869.
- Hu, Z.Z., Zhang, J.P., Yu, F.Q., Tian, P.L., Xiang, X.S. (2016). Construction and facility management of large MEP projects using a multi-Scale building information model, *Advances in Engineering Software*, Volume 100, 2016, Pages 215-230, ISSN 0965-9978, <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2016.07.006>.
- IFMA. (2022). IFMA official web-site, Knowledge library, IFMA's 11 Core Competencies, <https://knowledgelibrary.ifma.org/11-core-competencies-of-facility-management/>, Son Erişim Tarihi: 10.08.2023
- IFMA. (2023). What is facility management? IFMA official web-site. <https://www.ifma.org/about/what-is-fm/> Son Erişim Tarihi: 16.03.2023.

- Koch, S., Kramer, M., Marchionini, M., Schlundt, M., Turianskyj, N. (2023). Digitalization Trends in Real Estate Management, 2.1 CAFM and IWMS, pp. 20-23, ISBN 978-3-658-40830-5 (eBook), Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, Germany
- Magee, G. H., (1988). Facilities Maintenance Management, ISBN: 9780876291009, 0876291000, R. S. Means Company, Inc., Kingston, Mass (1988)
- Manzanares, V., García-Segura, T., Pellicer, E. (2023), Effective communication in BIM as a driver of CSR under the happiness management approach, Management Decision, ISSN: 0025-1747, <https://doi.org/10.1108/MD-02-2023-0284>
- NIST. (2004). National Institute of Standards and Technology official web-site, Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry, NIST GCR 04-867 Report, <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/gcr/2004/nist.gcr.04-867.pdf>, Son Erişim Tarihi: 27.07.2023
- Onyenobi, T., Arayici, Y., Egbu, C., Sharman, H. (2010). Project and facilities management using BIM: University of Salford relocation management to Media City
- Pishdad-Bozorgi, P., Gao, X., Eastman, C.M., Self, A.P. (2018). Planning and developing facility management-enabled building information model (FM-enabled BIM). Automation in Construction, 87, 22-38
- Schley, M., Haines, B., Roper, K., Williams, B. (2016.). BIM For Facility Management V.2.1, IFMA ve Georgia Institute of Technology Ortak Çalışması, 12.08.2016. [https://it.ifma.org/wp-content/uploads/2019/04/BIM-FM-Consortium-BIM-Guide-v2\\_1.pdf](https://it.ifma.org/wp-content/uploads/2019/04/BIM-FM-Consortium-BIM-Guide-v2_1.pdf) Son erişim tarihi: 04.04.2023
- Shalabi, F., Turkan, Y. (2015). A novel framework for BIM enabled facility energy management: a concept paper.
- Su, Y. C., Lee, Y. C., Lin, Y. C. (2011). Enhancing maintenance management using building information modeling in facilities management. In Proceedings of the 28th international symposium on automation and robotics in construction (Vol. 2, pp. 752-757)
- Sungur, E. (2023). Milliyet Executive Haberleri İnternet Sayfası, The Marmara Grubu Finans Müdürü Aslı Erem ile röportaj, Ne kadar az karbon o kadar çok finansman, <https://www.milliyet.com.tr/milliyet-executive/ne-kadar-az-karbon-o-kadar-cok-finansman-6904421>, Son Erişim Tarihi: 02.09.2023
- Tao, F., Zhang, M., Nee, A.Y.C. (2019). Digital Twin Driven Smart Manufacturing. eBook ISBN:9780128176313, Academic Press Publishing
- Teicholz, P. (2013a). BIM For Facility Managers, BIM technology for FM, pp.17-45, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ
- Teicholz, P. (2013b). BIM For Facility Managers, Introduction, pp.1-15, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ
- Vilventhan, A., Razin, S., Rajadurai, R. (2021). 4D BIM models for smart utility relocation management in urban infrastructure projects, Facilities, Vol. 39 No. 1/2, pp. 50-63. <https://doi.org/10.1108/F-08-2019-0091>

