

AR/VR DESTEKLİ BIM TEKNOLOJİLERİ İLE TESİS YÖNETİMİ

Gökçen Ezgi ŞEN (ORCID: 0000-0002-7576-3390)
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik Bölümü
e-posta: gokcenezgisen@gmail.com

ÖZET

Bu makalede AR (Augmented Reality-Arttırılmış Gerçeklik) / VR (Virtual Reality-Sanal Gerçeklik) destekli BIM (Building Information Modeling-Yapı Bilgi Modeli) Teknolojileri'nde meydana gelen gelişim ve yeniliklerin Tesis Yönetimi açısından getirdiği kolaylıklar incelenmiştir. Ayrıca bu teknolojilerin bina yaşam sürecinin disiplinler arası iletişim gerektiren Tesis Yönetimi (FM-Facility Management) evresinde nasıl kullanılabilceği, ne gibi etkileşimler sonucunda sürece katkı sağlayabileceği gibi soruların cevapları araştırılarak, AR/VR Teknolojileri ile BIM ve Tesis Yönetimi konularının birbirleri ile ilişkileri ve gelişimleri anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: BIM; Arttırılmış Gerçeklik; Sanal Gerçeklik; Tesis Yönetimi; Sanal Mimarlık

ABSTRACT

In this article, the developments and innovations in AR (Augmented Reality) / VR (Virtual Reality) supported BIM (Building Information Model) Technologies; ease of architecture, construction and facilities management. In addition, the answers of the questions such as the use of these technologies in interdisciplinary communication in the FM-Facility Management phase and how they can contribute to the process as a result of interactions, and the relationship between AR / VR Technologies and BIM and Facility Management are explained.

Key Words: BIM; Augmented Reality (AR); Virtual Reality (VR); Facility Management; Virtual Architecture

1.GİRİŞ

Her bir tesisin tasarım, yapım, yaşam ve yıkım periyodu olmak üzere dört ana evresi bulunmaktadır. Bir tesisin en uzun ve en önemli evresi ise yaşam periyodudur. Tesis Yönetimi (FM-Facility Management) faaliyetleri de bu süreç boyunca yapılmaktadır. “Tesis Yönetimi terimi, bina, alan veya altyapının İşletme Aşaması sırasında gerçekleştirilen disiplinler arası faaliyetlerini ifade etmektedir. Tesis Yönetimi faaliyetleri tipik olarak operasyon, kiralama, kullanım, bakım, temizlik vb. faaliyetleri içerir” (BIM Dictionary, 2019). Tesis Yönetimi; hava alanları, hastaneler, alışveriş merkezleri, bankalar, okullar, kongre merkezleri, ofisler, oteller, fabrikalar gibi işletme fonksiyonlarına sahip yapıların, mekânsal alanların, altyapının ve çalışan personelin yönetimine yönelik disiplinler arası çalışma düzeni gerektiren bir uzmanlık alanıdır.

Tesis Yönetimi; yönetim, denetim, teknik kontroller, bakım, onarım, atık yönetimi, peyzaj, finans, bilişim, eğitim, danışmanlık vb. hizmetler ile asansör, yürüyen merdiven, dış cephe temizlik üniteleri, ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri, tesisatlar, görüntüleme ve güvenlik sistemleri, enerji sistemleri, yangın sistemleri, dekorasyon malzemeleri vb. gibi pek çok farklı disiplin ürünlerini içeren çok geniş kapsamlı bir faaliyet alanıdır (Alatlı, 2019).

Tesis Yönetimi'nde araştırma ve uygulama, son yıllarda önemli bir artış göstermiştir. Birçok kuruluş, maliyetlerini azaltmaya ve binalardaki yatırımların geri dönüşlerini en iyi hale getirerek performanslarını iyileştirmeye yardımcı olmak için Tesis Yönetimi departmanlarında yeni bilişim teknolojilerini uygulamaya başlamışlardır. (Dennis, 2003; Johnston, 2001). Verimli bir Tesis Yönetimi için farklı bilgi teknolojilerinin yararlılığını inceleyen bir anket ile çeşitli bilgi teknolojisi çözümlerinin kullanım oranları tanımlanmıştır (Johnson, vd., 1999): E-posta: %83, Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD): %68, Bilgisayar Destekli FM (CAFM): %49, CAD standartları: %46 ve paylaşılan veri tabanları: %46

Yöneticiler, tesis bilgilerinin izlenmesi ve depolanması için verimli sistemlerin yanı sıra

planlama ve yönetim için destek sistemlerinin de gerekli olduğunu düşünmektedirler. Tesis işlevinin verimli olarak yürütülebilmesi amacıyla yapılabilecek periyodik planlamalar ve tesisin yaşam sürecinin yönetilmesi konuları bu gerekliliği perçinlemektedir. Bu desteklerin başında ise BIM teknolojileri gelmektedir.

BIM teknolojileri sayesinde elde edilen modeller, haritalar ve resimler, bir tesisin 3 boyutlu modelini oluşturmak için kullanılmakta ve mekânsal olarak entegre edilmektedir. 3 boyutlu modeller ise, maliyet ve zamanlama bilgileri ile entegre edilip izleme cihazları ve kablosuz iletişim ile donatılmış mobil bilgisayarları kullanarak inceleme verilerini toplamak için kullanılmaktadır.

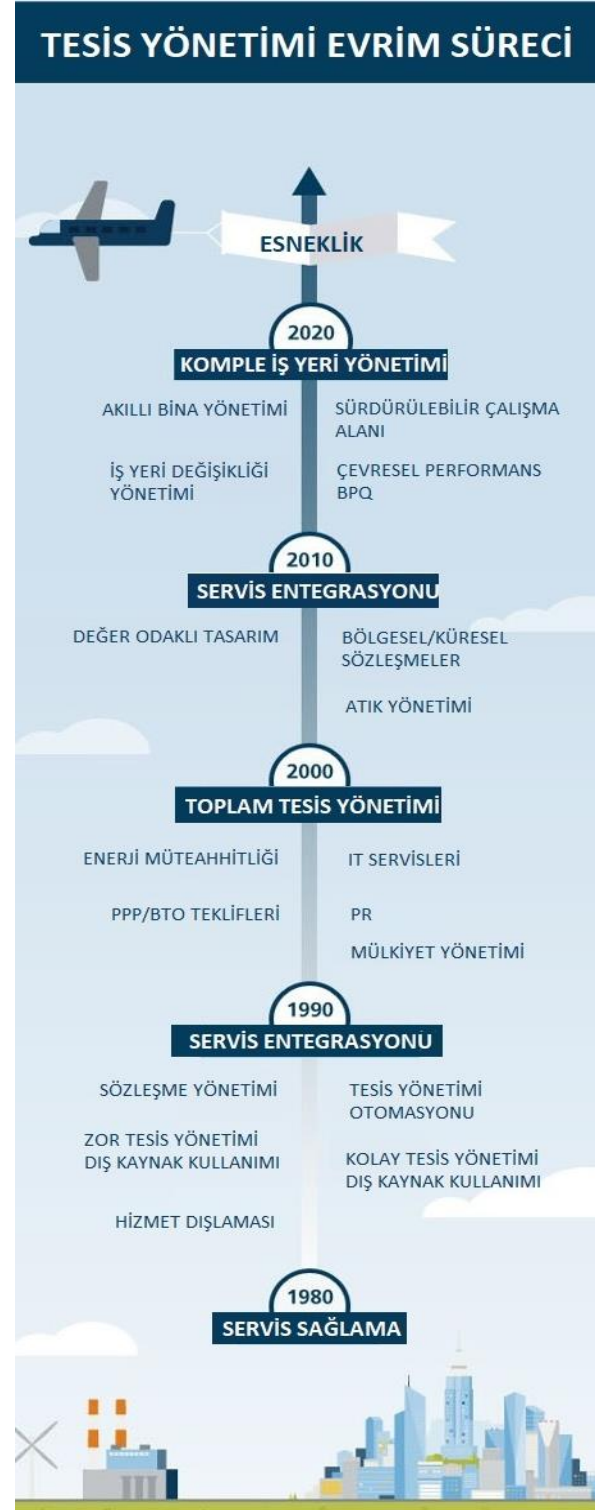
Tesisler için 3D modelleme ve çeşitli iletişim ağları kullanan Tesis Yönetim Bilgi Sistemleri, maliyetleri düşürmenin ve bina sistemlerinin performansını iyileştirmenin beklenen faydaları nedeniyle özellikle entegre Tesis Yönetim Bilgi Sistemi ya da bir bulut teknolojisi üzerinden ulaşılabilen sistemler tercih edilmektedir. Böylece sistem üzerindeki tüm kullanıcılar potansiyel olarak tüm verilere tek ve ortak bir veri kaynağı üzerinden, yani tesislerin 3D modelinden ulaşıp disiplinler arası paylaşım yapabilmektedirler. Ayrıca bu sayede tüm verilerin bilgisayar ortamı üzerinden kontrolü ve denetlenmesi de mümkündür. Bilgisayarlar, bu kontrol ve denetim verilerini toplamakla beraber otomatik olarak FM modelleri ile bağlayabilmektedir. Sistemlerin birlikte çalışabilirliği, mekânsal ve zamansal olarak dağılmış bir şekilde çok sayıda grup tarafından geliştirilebilmesi ve kullanılması ihtiyacı sebebiyle büyük önem taşımaktadır.

Bu makalede, Tesis Yönetimi konusu dahilinde bilgilerin bütünleştirilmesi ve görselleştirilmesi için geliştirilen ve kullanılan yenilikçi yöntemler anlatılmaktadır. Bu alanda AR/VR Teknolojilerinin gelişim ve etkilerinden faydalanılarak Tesis Yönetimi sürecinin kolaylaştırılması amaçlanmaktadır.

2. TESİS YÖNETİMİ'NDE GENEL EĞİLİMLER

1980'lerin başlarında mütevazı bir şekilde ortaya çıkan Tesis Yönetimi kavramı başlarda, şirketlerin hizmetlerin dışsallaştırılmasının yanı sıra dış kaynak kullanımı arayışında olan tesislerin hizmet paketi konsepti ile başlamıştır (Suby vd., 2013). Bu başlangıca paralel olarak emlak sektöründeki hızlı gelişmeyle genişleyen bina stoku binaların niteliklerinde de önemli değişimler ortaya çıkarmıştır. Gerek alışveriş merkezleri ile ofis ve rezidansların bir arada bulunduğu karma projelerin

yaygınlaşması, gerekse otomasyonun öne çıktığı akıllı binaların çoğalması; maliyetlerin ölçülmesi ve yönetilmesinde profesyonel yaklaşımlara ihtiyacı artırmıştır. Buna bağlı olarak teknik bileşenlerin, insan kaynaklarının, yasal yükümlülüklerin ve bu unsurların finansmanının tek elden yönetildiği uygulamaların paydaşlara sağladığı avantajlar görünür hale gelmiştir.



Şekil 1. Tesis Yönetimi gelişim süreci illüstrasyonu (Suby vd., 2013)

Tesis Yönetimi kavramlaşma sürecinin öncesinde güvenlik ve temizlik sektöründe taşeron olarak hizmet veren firmaların, değişen koşullara uyum sağlamaya çalışarak hizmet yelpazelerini genişlettiği ve bir bölümünün zamanla “Tesis Yönetimi” başlığı altında değerlendirilebilecek kuruluşlara dönüştüğü izlenmiştir (Suby vd., 2013).

Gelişim sürecinde ise bahsi geçen tüm kavramlar endüstriyel teknolojinin gelişmesi ile Servis Entegrasyonu, Sürdürülebilirlik Yönetimi ve Tam İşyeri Yönetimi gibi farklı dönüşümler geçirerek ilerlemiştir (Şekil 1). Günümüz gelişmeleri sonucunda FM endüstrisi, hizmet sunumuna yönelik müşteri odaklı yaklaşımlar sağlamak için faaliyetlerini daha iyi merkezlendirmesi gerekliliğini fark etmiştir.

Uluslararası Tesis Yönetimi Birliği (IFMA) gibi kuruluşlar, Tesis Yönetimi konusunda, eğitimler vermekte, kuruluşlar için referanslar oluşturmakta, çeşitli araçlar ve kaynaklar geliştirmektedir. Uluslararası Bina Sahipleri ve Yöneticileri Derneği (BOMA International) gibi diğer kuruluşlar ise, alanların tutarlı bir şekilde ölçülmesi gibi Tesis Yönetiminin belirli yönlerinde kullanım için özel standartlar oluşturmuşlardır.

Şekil 1’deki akış çizgisinin gösterdiği gibi, Tesis Yönetimi gelişim sürecindeki her adım esnekliğe doğru ilerlemektedir. Süreç sözleşme ve çeşitli dokümantasyon süreçleri yönetimi ile başlarken zamanla enerji müteahhitliği, değer odaklı tasarım, akıllı bina yönetimi gibi özelleşmiş alanlarda verilen hizmetlere evrilmiştir. Bu özelleşme, teknolojinin getirisini sonucu gerçekleşmiş olup, teknolojik gelişim devam ettiği sürece de ilerleyerek devam edecektir. Bu nedenle, geleceğin hizmet merkezli işyeri yöneticileri ve FM sağlayıcıları, kuruluşlarının karşılaştığı fırsat ve zorlukları anlayarak, tesislerin işleyiş devamlılığını sağlamak, hızlı değişen küreselleşmiş bir ekonomide hedeflerini daha kolay belirleyebilmek amacıyla Tesis Yönetim süreçlerinde çeşitli standardizasyonlar yapmakta ve BIM gibi destekler kullanmaktadır.

Uluslararası düzeyde, Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) da tesis ile ilgili birtakım standartlar geliştirmiştir. ISO'nun yönetim sistemi standartları, bazı standartlarda olduğu gibi gerekli bir sonucu veya performansı belirtmemektedir. Bunun yerine, bir kuruluşun performansta tutarlılık oluşturmak için kullanabileceği yap-kontrol et modelini oluşturmak için bir çerçeve sağlarlar. Bu çerçeve dahilinde oluşturulan bazı standartlar şunlardır:

- ISO 9001 - Kalite yönetim sistemleri
- ISO 14001 - Çevre yönetim sistemleri
- ISO 22301 - Toplumsal güvenlik – İş sürekliliği yönetim sistemleri

- ISO 45001 - İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri (yayınlanmamış)
- ISO 51001 - Varlık yönetimi - Yönetim sistemleri.
- ISO 19650-3: 2020 - Bina bilgi modellemesini kullanarak bilgi yönetimi - Bölüm 3: Varlıkların işletme aşaması

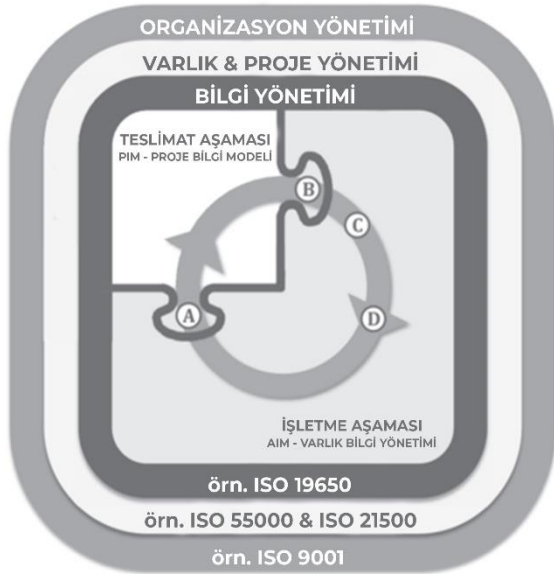
Yukarıda sıralanmış standartlar dahilinde belli kurallara göre oluşturulan, desteklenen ve kontrol edilebilen bir Tesis Yönetimi Sistemi; başta kullanıcı olmak üzere, tesisteki tüm paydaşların güven ve tutarlılık açısından kullanım mantığını pekiştirmektedir.

Özellikle 2020 yılında yayımlanan ISO 19650-3 standardı ile amaçlanan; yapının işletme evresinde görevlendiren bir tarafın (varlık sahibi, operatörü ya da dış kaynaklı varlık yönetimi sağlayıcı vb.) varlığın operasyonel aşamasında bilgi gereksinimlerini belirlemesini sağlamaktır. Bu belge aynı zamanda tesisin ticari hedeflerine ulaşmak için uygun iş birliği ortamını sağlaması için tasarlanmıştır. Bu gibi planlanmış bir ortamda, taraflar gerekli bilgiyi etkili ve verimli bir şekilde üretebilmektedir. Ayrıca belge kapsamındaki tüm standartlar, her boyuttaki ve karmaşıklık düzeyindeki varlıklar için geçerlidir. Buna yapı kompleksleri, kampüsler, altyapı ağları, tekil binalar, yollar, köprüler, kaldırımlar, sokak lambaları, su boruları veya kanalizasyonlar gibi farklı varlıklar dahildir. Bu belgedeki şartlar, varlığın ölçeği ve karmaşıklığı ile orantılı ve uygun bir şekilde uygulanmalıdır (ISO 19650-3: 2020).

Bu belge öncelikle aşağıdaki tarafların kullanması amacıyla tasarlanmıştır (ISO 19650-3: 2020):

- Bir varlığın veya tesisin yönetimiyle ilgili olanlar;
- Bir varlığın tüm yaşam döngüsü boyunca, atamaların belirlenmesine ve iş birliğine dayalı çalışmanın kolaylaştırılmasına dahil olanlar;
- Bir varlığın işletim aşamasında varlık yönetimi ve Tesis Yönetimi hizmeti sunma sürecine dahil olanlar;
- Bir varlığın teslim aşamasında yakalanması gereken operasyonel amaçlar için gerekli bilgilerin belirlenmesini sağlayanlar.

Bir varlığın ömrü boyunca bilgi yönetiminin sürekliliği önemlidir ve bir varlık bir sahibinden diğerine her aktarıldığında aynı yönetimin sağlanabilmesi için tüm uygulanabilir adımların (varlık bilgi modelinin aktarımı dahil) atılması önerilmektedir (ISO 19650-3: 2020).



Şekil 2. ISO 19650-3: 2020 içerik şeması
(ISO 19650-3: 2020)

Şekil 2’de, işletme aşaması (gölgelendirilmiştir) sürecinde teslimat aşaması ile birlikte bilgi yönetimi uygulaması gösterilmiştir. Ayrıca şekil, ISO 19650 serisine göre bilgi yönetiminin, organizasyonel yönetim kapsamında yer alan varlık ve proje yönetimi bağlamında nasıl gerçekleştiğini göstermektedir. Belirtilen ISO 9001, ISO 55000 ve ISO 21500, bu belgenin uygulanması için zorunlu gereklilikler değildir (ISO 19650-3: 2020).

Yayınlanan bu standartlar çerçevesinde genel bir durum değerlendirmesi yapıldığında; bilgi üretimi, bilgi kullanımı, bilgi aktarımı yani genel olarak BIM kavramı Tesis Yönetimi için son derece önemli bir noktada bulunmaktadır. Çalışmaları sürdürmek adına atılan adımlarda yol gösterici standartların olması ise süreci kolaylaştıran faktörlerin başında gelmektedir.

Tesis Yönetimi kavramının, sektöründe daha iyi hizmet sunmak adına kat ettiği tüm gelişimini, yapılan standardizasyon çalışmaları ve genişleyen pazarı ile dikkat çeken bir rekabet ortamına dönüştürdüğü ve sektörde var olan tüm paydaşları kamçılayan bir etki yarattığı söylenebilmektedir. Bu kapsamda sürekli gelişen, yenilenen ve fark yaratan sektörde, gelişen teknoloji ise en önemli rolü oynamaktadır.

3. TESİS YÖNETİMİ İLE İLİŞKİLİLEBİLECEK BAZI YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLER

3.1. Yapı Bilgi Modeli (BIM)

BIM (Building Information Modeling: Yapı Bilgi Modeli); farklı mimari projelerin tasarımı, inşası,

yönetimi ve sürdürülmesi alanında ortak olarak görev üstlenenlerin yararlanabileceği 3 boyutlu bir bilgi aktarım ve erişim süreci olarak tanımlanabilmektedir. Revit, ArchiCAD, Allplan vb. sürecin yönetilmesini sağlayan yazılımlar; işverenler, mühendisler, müteahhitler ve mimarlar gibi projede görev yapan farklı aşama ve görevlerdeki tüm disiplinlerin proje işleyişiyle ilgili bilgilendirmelere, raporlara ve detaylara ulaşabilmesini sağlamaktadır.

Mimari projelerin tasarım aşamasından başlayarak, planlanması, inşaat evresi ve sonlandırılması süreci boyunca tüm seviyelerde aktif bir şekilde kullanılan BIM kavramı ve teknolojisi, uygulama ekiplerinin birbirleri ile iletişimlerini ve disiplinler arasındaki bilgi ve veri aktarımını sağlamaktadır. Özetle BIM, bir mimari yazılım, program ya da bilgi modelinden öte bir bilgi yönetim sistemi olarak tanımlanabilir.

BIM geleneksel olarak; 3D (nesne modeli) model oluşturmanın dışında, 4D (zaman), 5D (maliyet), 6D (sürdürülebilirlik), 7D (çalışma) ve hatta 8D (güvenlik) olarak ifade edilen farklı parametrelerin de dahil olduğu model ortamı sunmaktadır. (Smith, 2014). BIM kavramının bu çok boyutlu yapısı, bina modeline sonsuz sayıda boyut eklenebilmesini mümkün kılan “nD” modelleme düzeni olarak tanımlanmaktadır (Smith, 2014). Bu parametrelerden 7D boyutu ise Tesis Yönetimi kavramını kapsamaktadır

- 2D / 3D: Dijital Modelleme
- 4D: Ölçümler, Çizelgeleme ve Planlama
- 5D: Maliyet Tahmini, Bütçeler ve Miktar Gelirleri
- 6D: Enerji Analizi, Verimlilik Çalışmaları ve Sürdürülebilirlik
- 7D: Tesis Yönetimi ve İşlemleri

BIM parametrelerinden 7D (yedinci boyut Bina Bilgi Modeli), tesislerin yaşam süreçleri boyunca işletilmesi ve bakımı gibi konularda yöneticiler başta olmak üzere çeşitli disiplinler tarafından kullanılmaktadır. BIM’in yedinci boyutu, katılımcıların; bileşen durumları, özelleştirmeler, bakım / kullanma kılavuzları, garanti verileri gibi ilgili varlık verilerini çıkarmasına ve izlemesine imkân sağlamaktadır. Ayrıca BIM’in 7D simülasyon modelleri ile entegrasyonu, Tesis Yönetimi’ni tasarımdan yıkıma kadar optimize ederek, süreçler hakkında önceden fikir sahibi olunabilmesine ve gerekli görülen konularda kolaylıkla müdahale edilebilmesine imkân sağlamaktadır.



Şekil 3. BIM Boyutları (URL 1)

3.2. Sarmal Teknolojiler

3.2.1. AR Teknolojisi

Augmented Reality (AR) yani Artırılmış Gerçeklik (AG) kavramı, bilgisayar ortamında oluşturulan yazı, grafik, video, ses ve GPS gibi sanal verilerin gerçek dünya üzerinde, gerçek zamanlı olarak görüntülenebilmesine olarak sağlamaktadır.

Genel olarak, bir Artırılmış Gerçeklik sistemi dört donanım bileşeninden oluşmaktadır. Bu donanımlar bilgisayar, görüntüleme cihazı, izleme cihazı ve giriş cihazı olarak sıralanabilmektedir (Karapınar, 2018).

Bilgisayar, bilgi modellemesinin haricinde kendisine bağlı diğer cihazların kontrolü ve bu sürece eş zamanlı olarak izleme cihazlarından gelen verileri saklayıp kullanarak ortam geliştirme konumlarının kullanıcının konum ve pozisyonuna göre gerçek ortam içerisinde ayarlanması ve eşleştirilmesinden sorumludur.

Görüntüleme cihazı, kullanıcının model içerisindeki gerçek görüntüsü üzerindeki ölçek değişimlerini, büyüme ve küçülmeleri görüntülemek amacıyla kullanılmaktadır. Görüntüleme cihazının seçim kararı etkileşim türüne bağlı olarak değişebilmektedir. En çok tercih edilen ve kullanılan

teknolojiler, görüntüleme kaskı (Head Mounted Display-HMD), tablet veya akıllı telefon gibi el ekranları (Hand-Held Display -HHD) ve projektör kullanılan uzamsal görüntüleme (Spatial Displays – SR) sistemleridir.

İzleme cihazlarının görevi ise kullanıcının net konumunu, yönünü gerçek zamanlı izleyebilmek ve zenginleştirilmesi istenen konumlara uygun şekilde kaydedebilmektir. Kullanıcı gerçek ortamdaki nesnelere etkileşim halindeyken izleme cihazı, kullanıcının hareket ve eylemlerinin sanal ortam modeline işlenmesini sağlamaktadır.

Giriş cihazları, kullanıcının sanal ortam modelinde etkileşimde bulunmasını sağlamak için kullanılan donanımlardır. Bazı giriş cihazı örnekleri; mikrofonlar, dokunmatik yüzeyler, kablosuz cihazlar, fare ve dokunmatik cihazlardır (Wiedenmaier vd., 2003).

3.2.2 VR Teknolojisi

Virtual Reality yani Sanal Gerçeklik (Virtual Reality/VR) kavramı, gerçek dünyaya ait bir ortamın, bilgisayar kullanıcısı tarafından yaratılan üç boyutlu modelin içinde, kullanıcının bu model ortamını, kullanılan özel cihazlar sayesinde duysal olarak algılayabildiği ve kurgusal ortamı aktif bir şekilde kontrol edebildiği sistemler bütünü olarak tanımlanabilmektedir. Bu sistemler ve kullanılan model ortamlar duysal anlamda kullanıcıya farklı şekillerde sunulabilmektedir (Atakul, 2018):

- **Kısmi Katılımlı Sanal Ortamlar:** Kurgulanan konu özelinde çeşitli fiziksel unsur ve sanal imgelerin bir arada kullanılması ile oluşturulan bu ortamlar, kullanıcının gerçek dünya ile ilişkisini tamamen koparmadan bir sanal gerçeklik ortamı sağlamaktadır. Bu gibi kurgu ortamlara uçuş simülörleri örnek gösterilebilmektedir. Uçuş simülörlerinde, geniş bir ekrandan yansıtılan sanal imgeler ve gerçek pilot kabini gibi fiziksel unsurlar kullanılmaktadır. Kullanıcının, bu ortamlarda herhangi bir sanal gerçeklik cihazı (kask ya da eldiven vb.) kullanması gerekmemektedir.
- **CAVE – Tam Katılımlı Sanal Ortamlar:** CAVE, “Computer Assisted Virtual Environment / Bilgisayar Destekli Sanal Ortam” kullanıcının tüm duysal algılarına hitap etmektedir. Standart bir Cave sistemi; duvar ve zemin projeksiyonu, gerçek dünya algısını arttırmak amacıyla farklı açılardan ses/müzik yayını yapan hoparlörler ve algılayıcılardan oluşmaktadır. Kasklı ekran (Head-Mounted Display / HMD) ve dokunsal algı cihazları (joystick, eldiven vb.) gibi fiziksel unsurlar, katılımcının kurgulanan

sanal ortam ile bütünüyle etkileşime girmesine yardımcı olmaktadır.

- **Ortak(Çoklu) Katılımlı Sanal Ortamlar:** Birçok katılımcının birbiriyle etkileşime girmesine olanak sağlayan geniş sanal evrenler olarak nitelenebilmektedir. Bu tarz sanal ortamlar, eğitim, mimarlık, tıp, sanat, mühendislik gibi farklı disiplinlere ait insanların fikir alışverişinde bulunmalarına olanak sağlayabilmektedir.

Artırılmış Gerçekliğin gerçek dünya ile sanal dünya arasındaki konumu, gerçeklik-sanallık sürekliliğiyle nitelendirilmektedir. Sanal Gerçeklikte ana fikir gerçek dünyanın yerini almak iken artırılmış gerçeklikte ise ana fikir dijital ortamda üretilen içeriklerle gerçek dünyanın desteklenmesidir.

Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik genellikle aynı doğrultuda hareket etmekte olan teknolojilerdir. Sanal Gerçeklik özetle kullanıcının bilgisayar ekranının içindeki kurgu dünyada dolaşması gibi bir algı oluşturmaktadır. Artırılmış Gerçeklik ise, 2016 yılında piyasaya sürülen bir oyun olan Pokémon Go gibi dijital dünyayı gerçek dünya ile bütünleştiren bir ortam yaratmaktadır.

3.3. AR/VR Kullanım Alanları

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi; tasarımcılara, ürün kalitesini artıran ve tasarımın iş akış süreçlerini hızlandıran gerçekçi bir şekilde simüle edilmiş ortamlarda; tasarımlar oluşturabilme, modelleyebilme ve test edebilme imkânı sunmaktadır. Bu sayede, kaybedilen zamanı ve gerçek malzemeler ile prototip üretme maliyetini azaltarak, üretilecek ya da test edilecek yeni ürünlerin kullanım koşulları üzerinde, kolayca değiştirilebilen 3D modeller ile nitelikli değerlendirmeler yapılabilmektedir (Karapınar, 2018).

Tasarım amaçları için AR/VR teknolojisini keşfeden ve kullanan sektörler içinde; mimari tasarım ve inşaat, gayrimenkul, havacılık, otomotiv, endüstriyel ürün tasarımı ve teknoloji gibi farklı disiplinlere sahip pek çok meslek grubu bulunmaktadır.

Ürün ya da tesisin arıza durumlarında, Artırılmış Gerçeklik uygulamaları ile sorun teşhis edebilmekte, operatörlere ya da bakım-onarım personellerine hızlı ve kolay bir şekilde tamir için görsel kaynaklar ile yol gösterilebilmektedir. AR programları, operatörün kullandığı bir görüntüleme cihazı aracılığıyla, belirlenen onarımların nasıl yürütüleceğine dair bilgiler takip edebilmekte ve model üzerine işlenerek disiplinler arası bildirim kolaylıkla sağlanabilmektedir. Örneğin; Boeing, BMW ve Volkswagen gibi şirketler üretim ve montaj süreçlerini iyileştirmek için üretim hatlarında

artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanmaktadır (Uçar, 2021).

Sanal Gerçeklikten (VR) yararlanılan alanlardan biri de eğitimidir. Özellikle mühendislik eğitimlerinde üretilen sanal ortamlarda gerçekleştirilen turlar ile öğretilmek istenen sistemler incelenebilmekte, analiz edilebilmekte ve gerekli görüldüğü durumlarda çeşitli müdahalelerde bulunularak yapılan değişikliklerin uygunlukları test edilebilmektedir (Caudell, vd., 1992). Örneğin; bir İngiliz mühendislik firması olan BAE, ekibinde bulunan mühendislerin eğitimi için, dijital ortamda üretilen sanal gemiler kullanmaktadır. Ayrıca VR, operatörlerin ve bakım görevlilerinin yeni ekipmanlar hakkında eğitilebilmelerine de imkân sunabilmektedir. Ekipmanların içinde dolaşabilen çalışanlar, bu sayede ürünleri daha iyi tanıyabilmekte ve kapsamlı bakım-onarım planları yapabilmektedir.

Artırılmış Gerçeklik yazılımları, kullanıcıların ürün ya da cihazların içini görebilmelerine ve cihazı gerçek ortamda açmadan sorun teşhisi yapılabilmesine olanak sağlayabilmektedir. Bu da ürün ya da yapının genel güvenlik oranını artırabilmekte ve güvenlik risklerini azaltabilmektedir.

Sanal Gerçeklik ise, fabrika ve tesislerde yaşanabilecek, kimyasal madde yayılması, tehlikeli makine ve malzemeler, gürültü gibi durumların simülasyonunun da yapılmasına imkân sağlayarak, gereken müdahalelerin insan yaşamını riske atmadan belirlenmesini sağlayabilmektedir. Bu sayede hesaplanmamış durumlar hakkında sanal ortamda deneyim kazanan personel ve operatörler, olası tehlike durumlarına karşı bilinçli ve hazır olabilmektedirler.

4. TESİS YÖNETİMİNDE BIM KULLANIMI

Yapı yaşam döngüsündeki her süreci kapsayan BIM (Yapı Bilgi Modeli) teknolojisi yapının, inşaat sürecinin tamamlanmasının ardından Tesis Yönetimi, işletilmesi, envanter yönetimi ve bakım-onarım çalışmaları gibi süreçlerin yönetiminde de kullanılabilirliktedir.

Tasarım ve yapım aşamalarının haricinde BIM; bina ile ilgili var olan tüm bilgilerin depolanabildiği ve yaşayan binanın gerçek bir modeline sahip olduğu için bakım faaliyetlerinden, bina süreçlerinin kontrolü gibi tesis yönetimi için önemli konularda kullanılabilirliktedir.

BIM sadece 3D model değildir, gerçek bir yapı bilgi modelidir ve farklı paydaşlar için bilgi

bulundurmaktadır. Tesis Yönetimi için BIM bir nevi veri tabanı görevi üstlenebilmektedir. Bina modelinin üzerine işlenebilen veriler ile bilginin hem güncel kalması hem de geliştirilebilmesi mümkündür. Disiplinler arası bir çalışma platformu olma özelliği de olan BIM programları, farklı meslek gruplarından insanlara tıpkı modeli işlemekte kolaylık sağladığı gibi modelin gerçeği olan yapının yönetilmesi ve işleyişi konusunda da disiplinler arası bir köprü olabilmektedir.

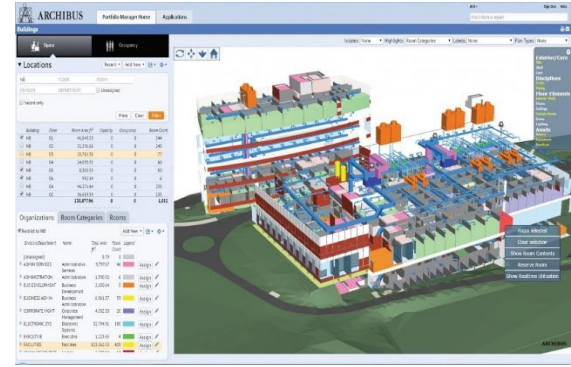
BIM kullanarak, karmaşık yapı bir AVM projesinde bir mağazanın metraj alımı, kanalizasyon hat uzunluğu, klima yerlerinin belirlenmesi gibi metrik işlemlere ek olarak kira getirileri, oranları, müşteri sirkülasyon vb. analizlerin kaydını bulundurabilmekte ve çok çeşitli açılardan bilgiyi hızlı ve kolay elde ederek, bilgiye ulaşmayı kolaylaştırabilmektedir.

BIM yazılımlarını Tesis Yönetimi için bir uygulama ile bağlamanın bazı avantajları aşağıdaki gibidir:

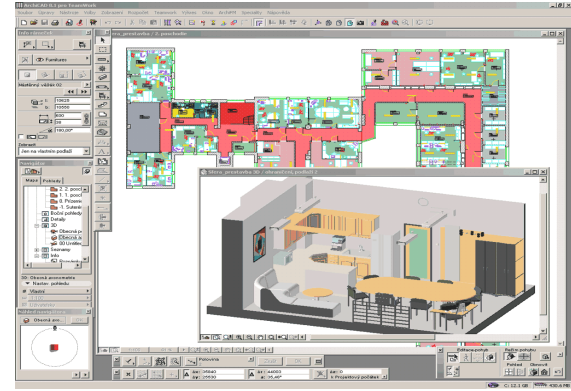
- Binanın tasarım, inşaat, yönetim ve bakım aşamalarındaki veriler gerçek zamanlı oluşturulan çift yönlü bağlantılar ile bir bulut teknolojisi kullanılarak entegre edilebilmektedir.
- BIM modelinin family adı verilen, AutoCAD programındaki block nesnelere gibi tanımlanabilen, hazır olarak kütüphanelerden yüklenilebildiği gibi özel olarak da oluşturulabilen yapı birimi grupları, Tesis Yönetimi ekipleriyle senkronize bir şekilde paylaşılabilir.
- BIM altyapısında kullanılan tüm yapı elemanlarına (örn. mahaller, mobilya ve ekipmanlar gibi) doğru işlenen bilgiler sayesinde tesiste elemanlar özelinde yapılacak tespitler veya bilgi talepleri kısa sürede elde edilebilmekte, raporlanabilmekte ve gerekli görüldüğünde revizyonlar zaman tasarrufu ile yapılabilmektedir.
- Çeşitli disiplinlerdeki operasyon ekiplerinin planları oluşturulabilmektedir.
- Planlanmış aktivite ve uygulamalar için kontrol ve izleme takibi yapılabilmektedir.
- Proje ve yönetim ekibindeki herkesin bilgi modelini görüntüleyebilmesi ve üzerinde çalışabilmesine olanak sağlamaktadır.

BIM yazılımlarını Tesis Yönetimi için bağlayan; Autodesk BIM 360 ürünleri (yeni adıyla Autodesk Construction Cloud), ARCHIBUS, ArchiFM, EcoDomus, IBM Maximo, IMAGINiT Clarity Owner Data Portal gibi uygulamalar bina operatörlerinin bina yönetim modellerinde 3D model verilerini kullanmasına ve bina bilgi modelinin (BIM) değerini artırmasına olanak tanıyan

sistemlerdendir (Bayyari, 2015). Bu gibi çeşitli ara uygulamalar ile BIM, Tesis Yönetimi uygulayıcıları için çok daha kolay ulaşılabilir, anlaşılabilir ve kullanılabilir hale gelebilmektedir.

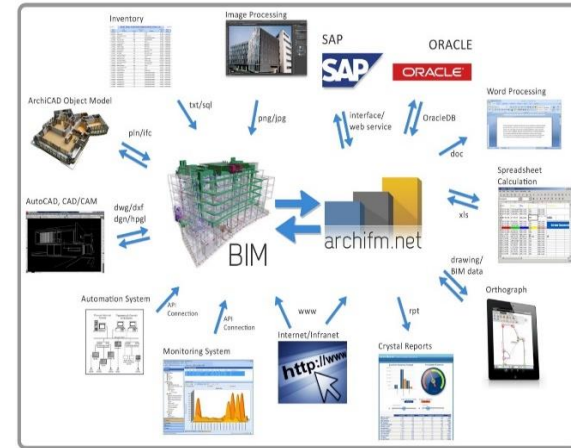


Şekil 4. ArchiBUS kullanıcı ara yüzü (URL 2)



Şekil 5. ArchiFM kullanıcı ara yüzü (URL 3)

Yukarıda örneklendiği gibi çeşitli altyapı ve Tesis Yönetimi çözümleri içeren; BIM içinde çalışıp BIM'den veri alışverişi yapabilen yazılımsal platformlar ile bir binanın yaşam döngüsünün en uzun ve en maliyetli evresi olan operasyonel (kullanım-yaşam) aşamasında kilit paydaşlar arasındaki iletişim gibi problemler çözüme ulaştırılabilmektedir.



Şekil 6. ArchiFM - BIM ve diğer işlevlerin bağlantı şeması (URL 4)

Bahsedilen yazılımların genel amacı, bina, inşaat, mülk yönetimi, işletme ve bakım sistemlerini optimize ederken, aynı zamanda bina ömrü boyunca mal sahipleri ve kullanıcılar için iyi değer yaratılmasına katkıda bulunmak; iyi iç mekân iklimi, uygun enerji kullanımı ve iyi bina bakımını tanımlanmış mali çerçevede birleştirerek sürdürülebilir bina yapılarına ulaşmaktır. Bu amaç, her seviyede iyi etkileşim ve etkili iletişim gerektirmektedir. Yazılımlar; yönetim, işletme ve bakım sistem yöneticilerine bina stoku ile ilgili mevcut tüm bilgilere hızlı erişim imkânı sağlamaktadır. Bu tarz uygulamalarda bulut üzerinden, yerel sunucu ve tablette kurulum gibi imkânlar bulunabilmektedir.

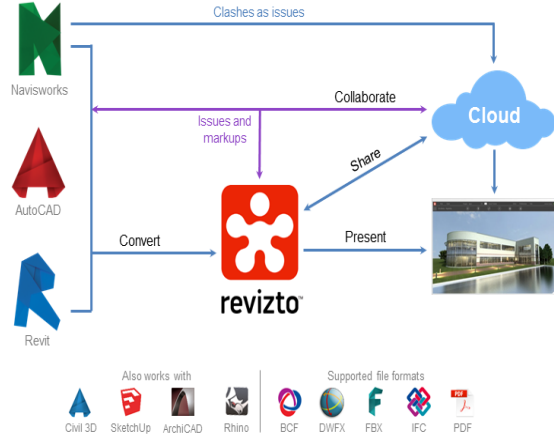
Tesis Yönetim sürecinde BIM yazılımlarından elde edilecek mevcut mekânsal ve varlık verileri ile; iklimlendirme (HVAC) ve elektro-mekanik sistemlerinin düzgün işletilmesi, bina için güvenlik ve izleme sistemlerinin kurulumu, bina afet ve acil durum tahliye planlarının hazırlanması, emlak ve mekân-insan kaynağı yönetimi yapılabilmektedir (Ofluoğlu, 2020).

5. TESİS YÖNETİMİNDE AR/VR & BIM İŞ BİRLİĞİ

AR/VR Teknolojilerinin görsel iş birlikleri ile oyunlaştırma harici alanlarda kullanılmaya başlanması ile mimarlar, inşaat mühendisleri, müteahhitler ve BIM yöneticileri gibi disiplinler arasında yayılarak mimari projelerde yeni bir dönem başlatmıştır. Mimari projelerin çeşitli model programları ile görselleştirilebilmesi ve BIM programları ile bu görsel modellere ek binanın gerçek bilgilerine de sahip bilgi modellerinin yapılabilmesi sonucunda hem projelerin tasarım evresinde hem de yaşayan binanın yönetim sürecinde AR/VR gibi teknolojileri kullanabilmek zaman yönetiminde ve sorun çözümünde olumlu katkıları olan bir gelişmedir.

Bina tasarımı ve inşaat projeleri üzerinde görsel iş birliği sağlamak için güçlü etkileşimli 3D ve bulut teknolojilerini birleştiren çeşitli uygulamalar ile BIM ve CAD modellerini tüm nesne verilerini koruyarak, 3 boyutlu bir ortama dönüştürmektedir. Çeşitli görüntüleyiciler (Revizto vb. Şekil 7), ortaya çıkan modeli herhangi bir platformda (PC veya tabletler) açarak kullanıcıların projeyi 3D olarak keşfetmelerini sağlamaktadır. Sorun izleme sistemleri ve kamera paylaşımı gibi kullanışlı gerçek zamanlı araçlar, profesyonellerin takım arkadaşları ve müşterilerle etkili bir şekilde iş birliği yapmasına olanak sağlamaktadır. Bu tarz görüntüleme sistemleri, iş birliği sırasında iletişim kolaylığı konusunda yardımcı olmakta ve kullanıcıların projeyi daha hızlı oluşturmasını sağlamaktadır. Bu

şekilde ekip içindeki hataları ve yanlış anlamaları azaltmayı amaçlamaktadır.



Şekil 7. Revizto Görüntüleme Sistemi
(URL 5)

Revizto vb. görüntüleme sistemleri, Revit, AutoCAD, Navisworks ve Trimble SketchUp gibi programlar ile çalışabilmekte ve FBX, IFC dosyalarını içe aktarabilmektedir. BIM sürecinin bir parçası olarak, Tesis Yönetimi yoluyla, konsept aşamasından başlayarak tüm proje yaşam döngüsü boyunca kullanılabilir. Revizto, kullanıcıların projeyi gezilebilir bir 3 Boyutlu ortam olarak sergilemelerine ve daha sonra proje ekibi içinde zahmetsiz bir iş birliği yapılabilmesine olanak tanımaktadır.

Bir tesiste mekanik sistemlerinin çoğu, çalışanların ofis görevlerini yerine getirdiği, müşterilere yemek pişirdiği veya derslerin verildiği açık alanlarda bulunmamaktadır. Mekanik sistemler örneğin; duvarların içinde, binaların üstünde veya metro tünellerinde yerin altında bulunmaktadır. Bu gibi yerlerde herhangi bir müdahale veya tamirat işlemleri işçiler için kolay olmamaktadır. Yani herhangi bir problem ortaya çıktığında, Tesis Yönetimi paydaşları, çözümü uygulamaya başlamadan önce sorunun kaynağını bulmak için büyük miktarda zaman kaybedebilmektedir.

Artırılmış gerçeklik (AR), sensörler, video, grafikler, ses ve veri teknolojileri kullanarak bir insan için fiziksel dünyanın sanal bir modelini kurgulamaktadır. Bu kurgu, kişinin fiziksel özelliklerinin ötesine geçebilmekte, böylece belirli durumlarda fiziksel olarak orada olmadan şeyleri görmeye ve duymaya olanak sağlayabilmektedir. Örneğin, bu teknolojiler BIM modelleri ile kurgulanarak işleyen tesisin modeli içinde tesise gitmeden karar vermeye, çözüm üretmeye ya da müdahale etmeye gerçekçi bir şekilde olanak sağlayabilmektedir. Bu olanaklar ile; çalışan ekibinin sağlık durumunu kontrol etmek ya da makinelerin içindeki sensörler ile çalışma sistemlerini izlemek mümkün kılınmıştır. Örneğin

bir tesis yöneticisi, istediği bilgilere, makinelerin dışındaki bir QR kodunun taranmasından, uzak robotlardan gelen sensör bilgilerinin kullanılmasına ve tünellerde gerçek zamanlı ses ve video akışına kadar çeşitli teknolojiler yoluyla erişebilmektedir. Bu bilgiler bize düzenli bakım işlemleri, ekipmanların konum bilgileri, mekân verileri, iş görevleri ve kontrol listeleri için barkod üzerinden bağlantı sağlanabilmektedir. Doğru kurgulanmış bir BIM altyapısında, kullanılan tüm model elemanlarına doğru ve detaylı bir şekilde işlenen bilgiler ve bu bilgilere erişim olanağı sağlayan teknolojiler ile tesislerdeki en büyük problem olan geçmiş ve mevcut bilgiye erişme sorunu çözülebilmektedir. Bilgiye erişim süreci ne kadar kolay ve erişim sonrası müdahale ya da denetim ne kadar teknolojilerle destekleniyorsa tesiste bir o kadar zaman tasarrufu sağlanabilmektedir.

Tesis yöneticileri, ekipmanları görsel bir inceleme için hiç açmadan, sistemdeki bilgileri anında analiz edebilmekte ve verimsizlik alanlarını belirleyebilmektedir. Daha sonra, önleyici bakım stratejileri uygulayarak veya sistem arızalarının tam yerini belirleyebilmektedir. Böylece bakım ekipleri doğru işi zamanlayıcı bir şekilde yapabilmektedir.

AR/VR ve BIM teknolojileri kullanılarak oluşturulan model üzerinden tesis ile ilgili kararlar verebiliyor olmanın haricinde yeni geliştirilen çeşitli fiziksel AR/VR aracı materyalleri ile (gözlükler, kasklar vb.) hazır BIM modeli üzerinden anında verilere ulaşılabilen, o verilerle ilgili daha önce erişim sağlayan kullanıcıların uyarıları görülebilmekte hatta kullanıcıya anında uyarı gönderilebilmektedir. Bu tarz görüntüleme sistemleri ve araçlar ile AR/VR bileşenleri, BIM modelleri ile kaynaştırılarak, Tesis Yönetimi'ni çözümü zor ve karmaşık bir süreç olmaktan çıkarak bir oyun gibi hissettirmeyi amaçlamaktadır.

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Bu makalede anlatılanlar kapsamında Artırılmış Gerçeklik (AR) / Sanal Gerçeklik (VR) teknolojilerinin, Tesis Yönetimi (FM) endüstrisinin iyileştirilmesinde ve gelişmesinde büyük bir değere sahip olduğunu göstermektedir. Bu teknolojiler tarafından yaratılan sanal-yapay ortamlar, büyük proje paydaşlarının ortak anlayışını ve katılımını etkileyebilmekte; bu sebeple de birçok endüstri disiplininin verimliliğinin artırılması konusunda dikkatini çekmektedir.

Ayrıca yapıların yaşam döngüleri içerisinde tasarım ve yapım evreleri kadar önem verilmesi gereken bir diğer evrenin de işletme evresi olduğu aşikardır. Bir yapının işletme evresindeki yaşam süresi; maliyetinin ana kaynağıdır ve yapının yaşam

döngüsü süresince maliyetinin %85'i yapım sonrası dönemde gerçekleşmektedir. Yapılan araştırmalar işletme ve bakım evreleri arasındaki verimsizlik nedeniyle ABD'de tahmini maliyetin üçte ikisinin kaybolduğu göstermektedir (Lee vd., 2012, Jordani, 2010).

Bahsedilen bu sebeplerin sonucu olarak yapının yaşam döngüsü süresince performans ve verimliliği üzerinde çalışmalar yapılması ve bu değerlerin artırılması gerekmektedir. Bunun için ise tesislerin yaşam döngüleri süresince elde edilen bilgilerin BIM altyapısı ile Tesis Yönetimi'ne katkı sağlayacağı görülmektedir (Kelly vd., 2013). Tesis Yönetimi, mekânların özelleştirilmesi ve yapıların son kullanıcılarının ihtiyaçlarına uygun şekilde tasarlanarak tesis performansını iyileştirmeyi de kapsamaktadır (Atkin ve Brooks, 2014).

AR/VR teknolojilerinin diğer alanlardaki uygulamalarından farklı olarak (örn. Dijital ortam oyunları) Tesis Yönetimi alanında kullanılması, BIM modeli gibi resmi olarak onaylanmış tasarım verilerine dayanan bir uygulama ve program geliştirmeyi gerektirmektedir. Bu gereklilik sonucu; diğer kullanım ve uygulama alanlarından farklı olarak çok daha disiplinli ve gerçekçi bir sanal dünya modeli sağlayabilen Artırılmış ve Sanal Gerçeklik sunan programlar Tesis Yönetimi kavramının, özde gerçek dünya düzenininin minimal ve daha kuralcı versiyonu sayılabilecek “yaşayan ve işleyen” bir model yaratabilmesi olanağı yönetim sağlayıcıları ve kurucularına büyük bir dünyayı avuçlarının içerisinde yönetebilmeyi sağlayabilmektedir.

7. KAYNAKLAR

Alatlı, L., 2019. Bilinmeyen Yönleri ile Tesis Yönetim Sektörü & TFMRA, *Tesisat Dergisi*, 281.

Atakul, B., 2018. Sanal Gerçeklik Nedir? Kullanım Alanları Nelerdir?. Erişim Tarihi:15.03.2021 <http://www.teknolo.com/sanal-gerceklik-nedir>

Atkin, B., Brooks, A., 2009. Total Facility Management. *3rd Edition, Oxford: Wiley Blackwell Publishing*.

Bayyari, M., 2015. List of BIM Software & Providers. *theBIMhup*

BIM Dictionary I, 2019. *b.kitap*, 1. Baskı.

BIM Dictionary II, III, 2020. *b.kitap*, 1. Baskı.

BSI, 2020. ISO 19650-3: 2020. Organization and digitization of information about buildings and civil

engineering works, including building information modelling (BIM). Information management using building information modelling. Operational phase of the assets. *bsi*.

Caudell, T.P., Mizell, D.W., 1992. Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes, *Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, Cilt. 2, 659-669.

Dennis, D., 2003. Facility Management Information Systems. Erişim Tarihi:15.03.2021
<http://automatedbuildings.com/news/jan03/articles/dennis/dennis.htm>

Johnson, R.E., Clayton, M.J., and Song, Y., 1999. Operations documents: Addressing the information needs of facility managers. *Durability of Building Materials and Components*, 8.

Johnston, R., 2001. AM/FM/GIS Moves to the Web, *Transmission & Distribution World, Overland Park*, 52-56.

Jordani, D. A., (2010). BIM and FM: The Portal to Lifecycle Facility Management. *Journal of Building Information Modeling, Spring 2010*, 13–16.

Karapınar, B., 2018. Dijital Dönüşüm Sürecinde Endüstride Artırılmış Gerçeklik/Sanal Gerçeklik (AR/VR) Uygulamaları, *Makinatek Dergisi*.

Kelly, G., Serginson, M., Lockley, S., Dawood, N., Kassem, M., 2013. BIM for facility management: a review and a case study investigating the value and challenges. *Proc. of the 13th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality, London*. 30-31.

Lee, S., An, H., Yu, J., 2012. An Extension of the Technology Acceptance Model for BIM-Based FM. *Construction Research Congress*, 602-611.

Liu R., Issa R.R.A., 2013. Issues in BIM for Facility Management from Industry Practitioners' Perspectives. *Computing in Civil Engineering*, 411-418.

Milgram, P., Kishino, F., 1994. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays, *IEICE Transactions on Information Systems*, 1321-1329.

Mozaffari, E., Hammad, A., Ammari, K. E., 2005. Virtual Reality Models for Location-Based Facilities Management systems, *1st CSCE Specialty Conference on Infrastructure Technologies, Management and Policy*.

Ofluoğlu, S., 2020. Bina Bilgi Modelleme (BIM)

ve Tesis Yönetiminde Kullanımı. *Uluslararası Tesis Teknik Müdürleri Derneği (UTTMD) Sunumu*

Özorhon, B., Çağlayan, S., Türkiye'deki İnşaat Mühendisliği Bölümlerinin Lisans Programlarında Açılması Planlanan Yapı Bilgi Modelleme (BIM) Derslerinin İçeriklerinin Belirlenmesi, *4. İnşaat Mühendisliği Eğitimi Sempozyumu*.

Qian, A.Y., 2012. Benefits and ROI of BIM for Multi-Disciplinary Project Management. *National University of Singapore*.

Rose, E., Breen, D., Ahlers, K.H., Crampton, C., Tuceryan, M., Whitaker, R., Greer, D., 1995. Annotating real-world objects using augmented reality. *Rae E, John V (eds) Computer graphics. Academic Press Ltd., London, UK*, 357–370.

Smith, P., 2014. BIM & the 5D Project Cost Manager. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*. 119. 475-484.

Spedding, A. and R. Holmes, 1994. CIOB Handbook of Facilities Management, *Harlow: Longman Scientific & Technical*

Suby, M., Dickson, F., 2015. The 2013 (ISC)² Global Information Security Workforce Study, *A Frost & Sullivan Market Study in Partnership with Booz, Allen, Hamilton Strategy and Technology Consultants*.

Teicholz, P., 2018. BIM for Facility Managers, *Oxford: Wiley Blackwell Publishing*.

Uçar, T., 2021, Şirketin Dijitalleşme Süreci Nasıl Başlar?, *Gazete Gebze*.

Wiedenmaier S, Oehme O, Schmidt L, Luczak H, 2003. Augmented reality (AR) for assembly processes design and experimental evaluation. *Int J Hum Comput Interact*.

Elektronik Kaynaklar:

URL1:<https://skytoptechnologies.com/skytopmedia/blog/blog/trends-shaping-architecture-engineering-and-construction-industry-aec> (Erişim Tarihi: 15.03.2021)

URL2:<https://archibus.com/products/extensions-framework/smart-client-extension-for-autocad-revit/> (Erişim Tarihi:15.03.2021)

URL3:<https://www.sfera.sk/en/products/archifm/examples> (Erişim Tarihi:15.03.2021)

URL4:<https://graphisoft.no/andre-produkter/archifm> (Erişim Tarihi:15.03.2021)

URL5:https://help.revizto.com/user_manual/help_index (Erişim Tarihi:15.03.2021)