ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TESİS YÖNETİMİNDE BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ali Mert GÜRDÜN

GAYRİMENKUL GELİŞTİRME VE YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2024

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TESİS YÖNETİMİNDE BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ali Mert GÜRDÜN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yeşim TANRIVERMİŞ

Tesis yönetimi, başlangıçta güvenlik ve temizlik hizmetlerine odaklanarak ortaya çıkmış, zamanla uzmanlık alanlarını genişleterek yüksek performans sergileme amacına yönelmiştir. Bu gelişim, insan ihtiyaçları ve tesislerin kullanım amaçlarına göre şekillenmiştir. Konutlar, kamu kurumları, alışveriş merkezleri, hava limanları, hastaneler, oteller ve fabrikalar gibi yapıların işlevlerindeki değişimle birlikte tesis yönetimi kapsamı karmaşıklaşmış ve genişlemiştir. Bu durum, tesis yönetiminde değişim gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Kuruluşlar, maliyetleri azaltarak verimlilik ve performanslarını artırmayı hedeflerken, bilgi teknolojilerinden faydalanarak bu çabalarını desteklemiştir. Bilgi teknolojileri, başlangıçta maliyet azaltma ve performans artırma amacıyla kullanılırken, zamanla enerji tüketiminin kontrolü, kaynak kullanımının sistematik hale getirilmesi ve arıza durumlarında hızlı müdahale gibi alanlarda da etkili olmuştur. Bu araştırmada, Türkiye'de faaliyet gösteren Türkiye Tesis Yönetimi Derneği (TRFMA) ve Entegre Tesis Yönetim Derneği (ETYD) üyesi olan tesis yönetimi firmaları örneklem grubu olarak belirlenmiştir. Seçilen örneklem grubu ile yapılan saha çalışması sonucunda bilgi teknolojileri ve uygulamalarının tesis yönetimindeki önemi, sağladığı avantajlar, Türkiye'de kullanılan bilgi teknolojileri, bu teknolojilerin etkinliği ve kullanım sırasında karşılaşılan sorunlar değerlendirilmiştir. Bilgi teknolojileri tesis yönetiminde önemli bir avantaj sunmakta, ancak bu avantajlardan her işletmenin eşit ölçüde yararlanamadığı anlaşılmaktadır. Firmaların bilgi teknolojilerini daha etkin bir şekilde kullanabilmeleri için, eğitim ve destek mekanizmalarının güçlendirilmesi, sektördeki en iyi uygulamaların paylaşılması ve yenilikçi çözümlerin benimsenmesi önem kazanmaktadır. Tesis yönetim firmalarının dijital dönüşüm süreçlerini hızlandırmaları, rekabet avantajı elde etmelerini sağlayabilmektedir. Bu bağlamda, bilgi teknolojilerinin tesis yönetimi süreçlerine entegrasyonu, sadece operasyonel verimlilik değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik ve maliyet tasarrufu gibi önemli hedeflere ulaşılmasına da katkıda bulunacaktır. Bu bağlamda, tesis yönetiminde bilgi teknolojileri kullanımı, stratejik bir zorunluluk haline gelmektedir.

Kasım 2024, 141 sayfa

Anahtar Kelimeler: Tesis yönetimi, bilgi teknolojileri, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, yapı bilgi modellemesi.

ABSTRACT

Master Thesis

EVALUATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS IN FACILITY MANAGEMENT

Ali Mert GÜRDÜN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Real Estate Development and Management

Supervisor: Prof. Dr. Yeşim TANRIVERMİŞ

Facility management initially emerged by focusing on security and cleaning services, and over time, it expanded its areas of expertise and aimed to demonstrate high performance. This development has been shaped by human needs and the intended use of facilities. With the changes in the functions of structures such as residences, public institutions, shopping malls, airports, hospitals, hotels and factories, the scope of facility management has become more complex and expanded. This situation has revealed the need for change in facility management. While organizations aim to increase their efficiency and performance by reducing costs, they have supported these efforts by utilizing information technologies. While information technologies were initially used for cost reduction and performance increase, over time they have also been effective in areas such as controlling energy consumption, systematizing resource use and rapid intervention in case of failure. In this research, facility management companies operating in Türkiye and members of the Turkish Facility Management Association (TRFMA) and the Integrated Facility Management Association (ETYD) were determined as the sample group. As a result of the survey conducted with the selected sample group, the importance of information technologies and their applications in facility management, the advantages they provide, information technologies used in Türkiye, the effectiveness of these technologies and the problems encountered during use were evaluated. Information technologies offer significant advantages in facility management, but it is understood that not every business benefits from these advantages equally. In order for companies to use information technologies more effectively, it is important to strengthen training and support mechanisms, share best practices in the sector and adopt innovative solutions. Facility management companies can accelerate their digital transformation processes and gain competitive advantage. In this context, the integration of information technologies into facility management processes will contribute to achieving important goals such as not only operational efficiency but also environmental sustainability and cost savings. In this context, the use of information technologies in facility management is becoming a strategic necessity.

November 2024, 141 pages

Key Words: Facility management, information technologies, augmented reality, virtual reality, building information modeling.

TEŞEKKÜR

Tesis yönetiminde teknik uzmanlıkların entegrasyonu, sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesi ve teknoloji odaklı yatırım kararları, sistemlerin etkin kullanımını artıracaktır. Türkiye'de tesis yönetim sistemlerinin uluslararası standartlarla uyumlu hale getirilmesi ve profesyonel kadroların yönetim süreçlerine dahil edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çerçevede, tesis yönetiminde bilgi teknolojilerinin etkin kullanımını engelleyen faktörler incelenmiş ve bu engellerin aşılmasına yönelik stratejiler geliştirilmiştir. Araştırma, dijitalleşme sürecinin hızlandırılması, verimliliğin artırılması ve sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleştirilmesi açısından kritik bir adım olarak görülmekte olup, Türkiye'deki tesis yönetim sektörünün uluslararası rekabet gücüne önemli katkılar sağlaması beklenmektedir.

Araştırma sürecinin her aşamasında olduğu gibi lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca, yol göstericiliğini eksik etmeyen ve tecrübeleri ile çalışmama büyük katkıları bulunan değerli Danışman Hocam sayın Prof. Dr. Yeşim TANRIVERMİŞ'e, varlığı ve eşsiz katkıları ile tüm çalışma sürecimde sonsuz desteğini eksik etmeyen Anabilim Dalımız Başkanı sayın Prof Dr. Harun TANRIVERMİŞ'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Kendileriyle çalışmaktan mutluluk duyduğum ve tez çalışmam süresince bana güzel katkılarıyla her zaman destek veren başta Dr. Öğr. Üyesi Sibel CANAZ SEVGEN ve Arş. Gör. Dr. Toygun ATASOY olmak üzere Arş. Gör. Dr. Abdurrahman TURSUN, Y. Şehir Plancısı Berna GÖRGÜLÜ, Arş. Gör. Parla GÜNEŞ, Y. Müh. Buket ÜLGER, Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Uzmanı Öznur BİLGİLİ ile Ankara Üniversitesi Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı'nın bütün akademik, teknik ve idari personeline teşekkür ederim. Aldığım her kararda arkamda olan, desteklerini her zaman yanımda hissettiğim başta yakın zamanda aramızdan ayrılan sevgili babam Mehmet GÜRDÜN olmak üzere annem Leyla GÜRDÜN'e, ablam Gökçen GÜRDÜN'e, abim İstemi Kağan GÜRDÜN'e ve Meltem BENEK'e çok teşekkür ederim. Son olarak araştırmanın bu alanda yapılacak olan yeni çalışmalara altlık teşlik etmesini temenni ederim.

Ali Mert GÜRDÜN

Ankara, Ekim 2024

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI
ETİK ..... **i**
ÖZET ..... **ii**
ABSTRACT ..... **iii**
TEŞEKKÜR ..... **iv**
KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **ix**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Araştırmanın Önemi **2**
1.2 Araştırmanın Amacı **3**
1.3 Araştırmanın Kapsamı **5**
1.4 Materyal ve Araştırma Yöntemleri **6**
1.5 Literatür Özeti **7**
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE **17**
2.1 Tesis Yönetimi Kavramı ve Tanımı **18**
2.2 Tesis Yönetiminin Tarihsel Gelişimi **20**
2.2.1 Türkiye'de tesis yönetiminin tarihsel gelişimi **20**
2.2.2 Dünyada tesis yönetiminin tarihsel gelişimi **21**
2.3 Tesis Yönetiminin Amaç ve Kapsamı **25**
2.4 Tesis Yönetim Firmalarının Sağladığı Hizmetler **28**
2.5 Sektör Bazında Tesis Yönetimi **30**
2.5.1 Kamu sektöründe tesis yönetimi **30**
2.5.2 Özel sektörde tesis yönetimi **31**
2.5.3 Eğitim sektöründe tesis yönetimi **33**
2.5.4 Kâr amacı gütmeyen kuruluşlarda tesis yönetimi **33**
2.5.5 Sağlık sektöründe tesis yönetimi **34**
2.6 Bilgi Teknolojisi Kavramının Tanımı **37**
2.7 Bilgi Teknolojisi Kavramının Kapsamı ve Gelişim Süreci **39**
3. TESİS YÖNETİMİNDE KULLANILAN BİLGİ TEKNOLOJİSİ SİSTEMLERİ **42**
3.1 Bilgisayar Destekli Bakım Yönetim Sistemleri (CMMS) **46**
3.2 Bina Enerji Yönetim Sistemi (BEMS) **48**

3.3 Direkt Dijital Kontrol Sistemi (DDC) 52
3.4 Bina Otomasyon Sistemi (BAS) 52
3.5 Bilgisayar Destekli Tesis Yönetim Sistemleri (CAFM) 55
3.6 Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) 57
3.7 Kurumsal Varlık Yönetimi (EAM) 60
3.8 Entegre İşyeri Yönetim Sistemleri (IWMS) 61
4. TESİS YÖNETİMİ İLE İLİŞKİLENDİRİLEBİLECEK YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLER 64
4.1 Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) 67
4.1.1 BIM'in gelişim süreci 70
4.1.2 BIM'in tesis yönetimine katkıları 71
4.1.3 Dünyada ve Türkiye'de BIM kullanımı 71
4.1.4 Tesis yönetiminde yapı bilgi modellemesi kullanımı (7D) 73
4.1.5 BIM ve tesis yönetimi entegrasyonu: faydalar, zorluklar ve fırsatlar 83
4.2 Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik Teknolojileri ile Tesis Yönetimi 84
4.3 Nesnelerin İnterneti (ioT) ve Tesis Yönetimi 89
4.4 Dijital İkiz ve Tesis Yönetimi 92
5. TESİS YÖNETİMİNDE KULLANILAN BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE SİSTEMLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARI SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ 100
5.1 Örneklem 100
5.2 Saha Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi 101
5.2.1 Firmalarda bilgi teknolojisi kullanımına ilişkin betimsel istatistikler ve teknoloji kullanım düzeyleri 102
5.2.2 Firmalarda bilgi teknolojileri kullanım düzeylerinde etkili olabilecek değişkenlere ilişkin ki-kare analizleri 111
5.2.3 Firmalarda bilgi teknolojisi kullanım düzeylerini etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi 115
6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER 122
KAYNAKLAR 128
EK - TESİS YÖNETİMİNDE BİLGİ TEKNOLOJİLERİ KULLANIM DÜZEYİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ"ADLI ARAŞTIRMA PROJESİ SORU FORMU 132
ÖZGEÇMİŞ 141

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AR	Augmented Reality (Artırılmış Gerçeklik)
AVM	Alışveriş Merkezi
BAS	Bina Otomasyon Sistemleri
BEMS	Building Energy Management System (Enerji Yönetim Sistemi)
BIM	Building Information Modeling (Yapı Bilgi Modellemesi)
BMS	Building Management System (Bina Yönetim Sistemi)
BLE	Bluetooth Low Energy (Düşük Enerjili Bluetooth)
BİT	Bilişim Teknolojileri
CAFM	Computer-Aided Facility Management (Bilgisayar Destekli Tesis Yönetim Sistemleri)
CAD	Computer-Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
CMMS	Computerized Maintenance Management System (Bilgisayarlaştırılmış Bakım Yönetim Sistemi)
CPS	Cyber-Physical Systems (Siber-Fiziksel Sistemler)
DDC	Direct Digital Control (Direkt Dijital Kontrol)
DT	Dijital İkiz Teknolojisi
EAM	Enterprise Asset Management (Kurumsal Varlık Yönetimi)
ERP	Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlaması)
ESG	Environmental, Social, and Governance (Çevresel, Sosyal ve Yönetişim)
ETYD	Entegre Tesis Yönetim Derneği
EYS	Enerji Yönetim Sistemleri
FM	Facility Management (Tesis Yönetimi)
FMI	Facility Management Institute (Tesis Yönetim Enstitüsü)
IFC	Industry Foundation Classes (Sektör Temel Sınıfları)
IFMA	International Facility Management Association (Uluslararası Tesis Yönetimi Derneği)
IoT	Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
ISO	Uluslararası Standardizasyon Örgütü
IT	Information Technology (Bilgi Teknolojileri)
IWMS	Entegre İşyeri Yönetim Sistemleri
İK	İnsan Kaynakları

HVAC	Isıtma, Havalandırma ve Klima
KVKK	Kişisel Verilerin Korunması Kanunu
MEP	Mekanik, Elektrik ve Tesisat
MR	Karma Gerçeklik
NFC	Near Field Communication (Yakın Alan İletişimi)
NFMA	National Facility Management Association (Ulusal Tesis Yönetimi Derneği)
PMS	Property Management System (Mülk Yönetim Sistemi)
RFID	Radio-Frequency Identification (Radyo Frekansı ile Tanımlama)
RICS	Royal Institution of Chartered Surveyors (Lisanslı Değerleme Uzmanları Kraliyet Kurumu)
SG	Smart Grid (Akıllı Şebeke)
SHM	Structural Health Monitoring (Yapısal Sağlık İzleme)
SVM	Destek Vektör Makinesi
TCO	Total Cost of Ownership (Toplam Mülkiyet Maliyeti)
TL	Türk Lirası
TRFMA	Türkiye Tesis Yönetimi Derneği
TY	Tesis Yönetimi
UPS	Kesintisiz Güç Kaynağı
VR	Virtual Reality (Sanal Gerçeklik)
YSA	Yapay Sinir Ağı
VR	Virtual Reality (Sanal Gerçeklik)
WSN	Kablosuz Sensör Ağları

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Bilgi teknolojileri sistemlerinin tesis yönetimindeki rolleri 45
Çizelge 4.1 Yenilikçi teknolojiler ve tesis yönetimindeki rolleri 66
Çizelge 4.2 Tesis yönetim sistemleri ve yenilikçi teknolojilerin entegrasyonu 97
Çizelge 4.3 Tesis yönetiminde sistemler ve teknolojiler arası entegrasyon ve ilişkiler 99
Çizelge 5.1 Tesis yönetimi firmalarının bilgi teknolojisi sistemlerini kullanımı 102
Çizelge 5.2 Tesis yönetimi firmalarının yenilikçi teknoloji kullanımı 103
Çizelge 5.3 Bilgi teknolojilerinin tesis yönetiminde fayda sağladığı alanlar 104
Çizelge 5.4 Bilgi teknolojileri kullanımındaki yasal düzenlemeler 104
Çizelge 5.5 Bilgi teknolojileri kullanımında dikkate alınan yasal düzenlemeler ile ilgili zorluklar 105
Çizelge 5.6 Bilgi teknolojilerinin kullanımı ile ilgili yaşanan zorluklar 106
Çizelge 5.7 Bilgi teknolojilerinin kullanımı ile ilgili yaşanan sorunlar 106
Çizelge 5.8 Bilgi teknolojileri sistemlerinin entegrasyon zorlukları 108
Çizelge 5.9 Bilgi teknolojileri sistemlerinin tesis yönetiminde iş akışlarını otomatikleştirmesi 108
Çizelge 5.10 Bilgi teknolojileri ve sistemlerinde yaşanan arızaların iş sürekliliğine olumsuz etkisi 110
Çizelge 5.11 Tesis yönetim firmalarının bilgi teknolojilerine yatırım yapması ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasındaki ilişki 112
Çizelge 5.12 Tesis yönetim firmalarında çalışan personelin teknik bilgilerinin yüksek olması ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasındaki ilişki 112
Çizelge 5.13 Tesis yönetim firmalarında çalışan personelin teknik bilgilerinin yüksek olması ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasındaki ilişki 113
Çizelge 5.14 Tesis yönetimi süreçlerindeki iş akışlarının otomatikleştirilmesi ile hizmetlerin sunumunun aksamaması ve iş sürekliliğinde sorunların yaşanmaması arasındaki ilişki 114
Çizelge 5.15 Modele dahil edilen değişkenler ve açıklamaları 116
Çizelge 5.16 Model 1'in sonuçları 118
Çizelge 5.17 Model 2'nin sonuçları 119
Çizelge 5.18 Tesis yönetimi firmalarının bilgi teknolojisi sistemlerini kullanmaları ile durumu firmalarının tesis yönetimi bilgi teknolojilerine yıllık yatırım tutarları arasındaki bağlantı 119

Çizelge 5.19 Tesis yönetimi firmalarının bilgi teknolojisi sistemlerini kullanmaları ile bilgi teknolojileri kullanımında yasal düzenlemelerle ilgili zorluk yaşanması arasındaki bağlantı 120

Çizelge 5.20 Firmaların yenilikçi teknolojilerden faydalanmaları ile firmaların tesis yönetimi bilgi teknolojilerine yıllık yatırım tutarları 120

Çizelge 5.21 Firmaların yenilikçi teknolojilerden faydalanma düzeyleri ile bilgi teknolojileri kullanımında yasal düzenlemeler ile ilgili zorluk yaşanması arasındaki ilişki 120

1. GİRİŞ

Teknolojinin değişim içinde olması, toplumları ve toplumsal dinamikleri etkilediği gibi, bireylerin yaşamını da etkilemiştir. Teknoloji sayesinde insanların yaşadığı, çalıştığı ve sosyalleştiği alanlar da değişime uğramış ve gelişmiştir. Önceden yalnızca temel ihtiyaçları karşılamak ve işlevlerini yerine getirmek üzere kullanılan gayrimenkuller, güncel durumda konforlu yaşamı destekleyen, çok fonksiyonlu ve karma kullanımlı yapılar haline gelmiştir. Bu yapılar, sadece temel ihtiyaçları gidermenin ötesinde, insanların çeşitli ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik olarak tasarlanmaya başlamıştır. Gayrimenkullerin kapsamını genişleterek değişim gösterdiği bu süreç her geçen gün ilerlemesini sürdürmeye devam etmektedir.

Gayrimenkullerin çok fonksiyonlu, karma kullanımlı yapılar haline gelmesi belli başlı zorlukları da peşinden getirmiştir. Teknoloji ile bütünleşerek gelişim gösteren gayrimenkuller artık daha profesyonel, etkili ve çözüm odaklı yönetim yaklaşımlarını benimsemek zorunda kalmıştır. Bu profesyonel yönetim anlayışının zorunluluk olarak görülmeye başlanmasından itibaren ise tesis yönetimi kavramı ortaya çıkmış ve zamanla yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Tesis yönetimi ilk zamanlarda sadece güvenlik, temizlik ve teknik hizmetler kapsamında faaliyetlerini sürdürürken teknolojideki gelişime uyumlu bir biçimde değişim yaşamıştır.

Tesis yöneticileri güvenlik ve temizlik hizmetlerinin yanı sıra teknik bakım ve onarım, finans, çağrı merkezi, haşere kontrol, bitki bakım, catering, eğitim ve danışmanlık gibi hizmetler sunarak faaliyet alanlarını genişletmişlerdir. Tesis yönetiminin faaliyet alanlarını genişletmesiyle birlikte tesisler daha karmaşık bir hal almakta ve bu kapsamda uygulanılan yönetim anlayışınıda değişime zorlamış, tesis yönetimi faaliyet alanlarında bilgi teknolojilerinden faydalanarak verim ve performanslarını artırma çabasına gitmişlerdir. Sadece maliyetlerin azaltılması ya da verimliliğin sağlamanması değil aynı zamanda tesis yönetiminin doğru uygulanması, tesis yöneticilerin doğru verilere ulaşması, tesis kullanıcılarının konforunun artırılması, enerji tüketiminin azaltması, performansların denetiminin sağlanması, tüm bakım ve onarım kayıtlarının tek bir yerde toplamanması, daha ideal ve güvenilir bir maliyet yönetiminin gerçekleştirilmesi için bilgi teknolojilerinden yararlanılmaya başlanmıştır.

Bu araştırma, tesis yönetiminde kullanılan bilgi teknolojileri ve uygulamalarının tesis yönetimindeki önemi, bu teknolojilerin tesis yönetimine sağladığı avantajlar, Türkiye'de tesis yönetiminde kullanılan bilgi teknolojilerinin çeşitliliği ve etkinliği üzerinde yoğunlaşmaktadır. Araştırma kapsamında, bilgi teknolojilerinin kullanımında karşılaşılan zorluklar detaylı bir şekilde incelenmekte ve tesis yönetimi süreçlerinde kullanılan yenilikçi teknolojilerin entegrasyonu, sürdürülebilirlik hedeflerine etkisi, enerji verimliliği, güvenlik, veri analitiği ve personel eğitimi gibi çok yönlü unsurlar ele alınmaktadır. Türkiye'deki tesis yönetim şirketlerinin bilgi teknolojilerini nasıl kullandığı, karşılaştıkları güçlükler, bu teknolojilerin sağladığı faydalar ve gelişim ihtiyaçları araştırmanın temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Ayrıca tesis yönetiminde bilgi teknolojilerinin entegrasyonu, yasal düzenlemelere uyum sağlama, dijitalleşme sürecinin geleceği ve bu süreçte yapılacak yatırımların geri dönüşü gibi konular da kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, araştırma, tesis yönetiminde bilgi teknolojilerinin etkin kullanımını engelleyen faktörleri ve bu engellerin aşılabilmesi için gerekli stratejileri ortaya koymakta, sektördeki dijital dönüşümü yönlendirecek önemli bulgular sunmaktadır.

1.1 Araştırmanın Önemi

Tesis yönetimi, ilk ortaya çıktığı dönemde yalnızca güvenlik ve temizlik hizmetlerinin sağlanmasıyla sınırlı iken, zamanla kapsamını genişleterek, hizmet verdiği kuruluşlarda yüksek performans sergilemeyi hedeflemektedir. Bu gelişim, tesislerin insan ihtiyaçlarına göre şekillenmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Konutlar, kamu kurumları, alışveriş merkezleri, hava limanları, hastaneler, oteller ve fabrikalar gibi yapılar, zamanla yüksek katlı ve karmaşık hale gelmektedir. Tesis yönetiminin faaliyet alanlarının genişlemesi ve tesislerin karmaşıklığının artması, yönetim anlayışında değişim gerekliliğini doğurmaktadır. Birçok kuruluş, maliyetlerini azaltarak verimlilik ve performanslarını artırmayı hedeflemekte; bu amaç doğrultusunda bilgi teknolojilerini kullanarak operasyonlarını optimize etmeye çalışmaktadır.

Başlangıçta, bilgi teknolojileri maliyetleri düşürmek ve performans verimliliğini artırmak amacıyla kullanılmaya başlanmış olsa da, zamanla enerji tüketiminin kontrolü, kaynak

kullanımının sistematik hale getirilmesi, arızalara doğru müdahale imkânı, güvenilir veri saklama ve veriye kolay erişim gibi pek çok alanda da kullanılmaya başlanmaktadır. Ayrıca, bakım süreçlerinin sistemli bir şekilde yürütülmesi, ekipman amortismanlarının yönetimi, departman verimliliğinin ölçülmesi ve kullanıcı konforunun artırılması gibi hedefler de bilgi teknolojileri sayesinde gerçekleştirilmektedir.

Tesis yönetimi alanında, teknik uzmanlıkların yönetimde yer alması, sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesi ve yatırım kararlarının teknoloji odaklı olması, sistem ve teknolojilerin etkin kullanımını artıracaktır. Türkiye'de tesis yönetimi sistemlerinin uluslararası standartlarla uyumlu hale getirilmesi ve profesyonel kadroların yönetim süreçlerine entegre edilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Bu bağlamda araştırma, tesis yönetiminde kullanılan bilgi teknolojilerinin etkin kullanımını engelleyen faktörleri, karşılaşılan zorlukları ve bu engellerin aşılabilmesi için önerilen stratejileri ortaya koyarak, tesis yönetimi literatürüne katkı sağlayacak bir nitelik taşımaktadır. Saha çalışması ile elde edilen veriler, tesis yönetiminde bilgi teknolojilerinin kullanımını daha kapsamlı bir şekilde analiz ederek, sektördeki mevcut uygulamalarla ilgili önemli bulgular sunmakta ve bu alandaki dijital dönüşümün yönlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

1.2 Araştırmanın Amacı

Teknolojinin sürekli gelişimi, insan yaşamını köklü bir şekilde etkilemiş ve bu etki, insanların yaşadığı, çalıştığı ve sosyalleştiği alanların dönüşümüne yol açmaktadır. Geçmişte yalnızca temel ihtiyaçların karşılanması için kullanılan gayrimenkuller, mevcutta konforlu yaşamı destekleyen, çok işlevli ve karma kullanım alanları olarak yeniden tasarlanmaktadır. Bu dönüşüm, gayrimenkul sektörünün kapsamını genişletirken, yapıların işlevselliğini de artırmaktadır. Ancak gayrimenkullerin karmaşık hale gelmesi, beraberinde bazı zorlukları da getirmektedir.

Gelişen teknolojilerle birlikte, gayrimenkullerin yönetiminde daha profesyonel, etkili ve çözüm odaklı yaklaşımların benimsenmesi zorunluluk haline gelmektedir. Bu noktada tesis yönetimi kavramı, ilk olarak yalnızca güvenlik, temizlik ve teknik hizmetlerin

sağlanmasıyla sınırlıyken, zamanla daha geniş bir hizmet yelpazesine dönüşmüştür. Tesis yöneticileri, güvenlik ve temizlik hizmetlerinin yanı sıra, teknik bakım, finansal yönetim, çağrı merkezi hizmetleri, haşere kontrolü, bitki bakımı, catering, eğitim ve danışmanlık gibi alanlarda da faaliyetlerini artırmışlardır.

Tesis yönetimindeki bu genişleme, yönetim anlayışında da bir değişim ihtiyacını doğurmaktadır. Kuruluşlar, maliyetleri düşürme ve verimliliği artırma hedefleri doğrultusunda bilgi teknolojilerinden faydalanmaya yönelmektedirler. Bu, sadece maliyetlerin azaltılması ve verim artışı sağlamakla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda tesis yöneticilerinin doğru verilere ulaşmasını, tesis kullanıcılarının konforunu artırmayı, enerji tüketimini azaltmayı, performans denetimini sağlamayı ve bakım-onarım kayıtlarını tek bir sistemde toplamayı mümkün kılmaktadır. Ayrıca, daha güvenilir ve ideal bir maliyet yönetimi gerçekleştirmek amacıyla da bilgi teknolojilerinden yararlanılmaktadır.

Araştırmanın amacı, bilgi teknolojileri ve uygulamalarının tesis yönetimindeki önemini vurgulamak, bu teknolojilerin sunduğu avantajları ortaya koymak ve Türkiye'deki tesis yönetiminde hangi bilgi teknolojilerinin etkin biçimde kullanıldığını derinlemesine incelemektir. Ayrıca, bu teknolojilerin etkinliğini analiz etmek ve süreç içinde karşılaşılan zorlukları irdelemek, araştırmanın kritik bir parçasını oluşturmaktadır. Bu bağlamda, tesis yönetimi şirketlerine yönelik gerçekleştirilen saha çalışması, katılımcıların bilgi teknolojilerine dair deneyimlerini, sağladıkları verimlilik artışlarını ve karşılaştıkları zorlukları kapsamlı bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Yapılan saha çalışmasından yola çıkarak, tesis yönetiminde bilgi teknolojilerinin etkin kullanımını engelleyen faktörler, karşılaşılan zorluklar ve bu engellerin aşılabilmesi için önerilen stratejiler ortaya konmakta; böylece sektördeki dijital dönüşüm süreçlerine katkı sağlayacak önemli bulgular elde edilmesi amaçlanmaktadır. Araştırma, ayrıca Türkiye'deki tesis yönetimi uygulamalarının mevcut durumunu ve gelişim potansiyelini analiz ederek, bu alandaki bilgi teknolojisi uygulamalarının daha verimli hale getirilmesi için yol gösterici öneriler sunmayı hedeflemektedir.

1.3 Araştırmanın Kapsamı

Araştırmada tesis yönetiminde yaygın olarak kullanılan sistemler ele alınmış ve değerlendirme yapılmıştır. Bu sistemler arasında; Bilgisayar Tabanlı Bakım Yönetim Sistemi (CMMS), Bina Enerji Yönetim Sistemi (BEMS), Direkt Dijital Kontrol Sistemi (DDC), Bina Otomasyon Sistemleri (BAS), Bilgisayar Destekli Tesis Yönetimi (CAFM), Kurumsal Kaynak Planlama (ERP), Kurumsal Varlık Yönetimi (EAM) ve Entegre İşyeri Yönetim Sistemleri (IWMS) yer almaktadır. Ayrıca, yenilikçi teknolojiler olarak tanımlanan Yapı Bilgi Modellemesi (BIM), sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamaları ile Nesnelerin İnterneti (IoT), Dijital İkiz (DT) teknolojilerine de odaklanmaktadır.

Araştırmanın örneklem grubu, Türkiye'de faaliyet gösteren Türkiye Tesis Yönetimi Derneği (TRFMA) ve Entegre Tesis Yönetim Derneği (ETYD) üyesi tesis yönetimi firmalarından oluşmaktadır. Bu firmalarla gerçekleştirilen saha çalışması sonucunda, bilgi teknolojileri ve uygulamalarının tesis yönetimindeki önemi, sağladığı avantajlar, Türkiye'de kullanılan bilgi teknolojileri, bu teknolojilerin etkinliği ve kullanım sırasında karşılaşılan sorunlar değerlendirilmektedir.

Araştırmanın kapsamı, bu teknolojilerin tesis yönetimi süreçlerine entegrasyonunu ve bunların operasyonel verimlilik üzerindeki etkilerini derinlemesine incelemekle sınırlı tutulmaktadır. Saha çalışması sonuçları, tesis yönetimi uygulamalarında bilgi teknolojilerinin rolü ve önemi hakkında değerli bilgiler sunmakta ve sektördeki mevcut durumun açıkca resmini çizmektedir.

Araştırma altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, araştırmanın önemi, amacı, kapsamı ele alınmış olup araştırmada kullanılan materyal ve yöntemlere yer verilmektedir. İkinci bölümde, tesis yönetimi kavramı, tarihsel gelişimi, amaçları ve kapsamı üzerine kapsamlı bir literatür özeti sunulmaktadır. Bu bölümde ayrıca, tesis yönetim firmalarının sağladığı hizmetler, tesis yönetimi organizasyon türleri ve bilgi teknolojilerinin kapsamı ile gelişim süreci de incelenmektedir. Üçüncü ve dördüncü bölümde, tesis yönetiminde kullanılan sistemler ve teknolojiler tanıtılmakta, bu sistem ve teknolojilerin işleyişi ile tesis yönetimi entegrasyonu araştırılmaktadır. Beşinci bölümde,

Türkiye'de tesis yönetiminde kullanılan bilgi teknolojileri ve sistemlerine yönelik tesis yönetim şirketlerine yapılan saha çalışması sonuçları değerlendirilmektedir. Son bölümde ise Türkiye'deki tesis yönetim şirketlerinin kullandıkları bilgi teknolojileri ve sistemleri genel olarak değerlendirilmekte; sektördeki eksiklikler, karşılaşılan zorluklar ve gelecekteki kullanım potansiyelleri detaylı bir şekilde ele alınmaktadır.

1.4 Materyal ve Araştırma Yöntemleri

Araştırmada literatür tarama yöntemi kullanılarak öncelikle araştırmanın kapsamı ve kavramsal çerçeve ile tesis yönetiminde kullanılan sistem ve teknolojilerin entegrasyonu, tesis yöntemine sağlamış olduğu avantajlar ve kullanım sınırlılıkları ortaya koyulmaktadır. Aynı zamanda saha çalışması ile araştırma desteklenmektedir. Saha çalışmasının sonuçları değerlendirilerek, Türkiye'deki tesis yönetiminde bilgi teknolojilerinin en doğru ve etkin şekilde kullanılacağı bir anlayış geliştirilmesi hedeflenmektedir.

Literatür incelemesi aşamasında öncelikle kuramsal bir çerçeve oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bu kapsamda tesis yönetimi kavramı tanımlanarak kapsamı ve amacı belirlenecek daha sonrasında ise tesis yönetiminin geçmişi ve gelişim süreci hem dünya hem de Türkiye çerçevesinde irdelenmektedir. Bu çerçevede farklı alanlarda kullanım gösteren bazı sistemler (Bilgisayar Destekli Bakım Yönetim (CMMS), Bina Enerji Yönetim Sistemi (BEMS), Direkt Dijital Kontrol Sistemi (DDC), Bina Otomasyon Sistemi (BAS), Bilgisayar Destekli Tesis Yönetim Sistemleri (CAFM), Kurumsal Kaynak Planlama (ERP), Kurumsal Varlık Yönetimi (EAM) ve Entegre İşyeri Yönetim Sistemleri (IWMS)) ve teknolojiler (Yapı Bilgi Modellemesi (BIM), Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik, Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Dijital İkiz (DT)) tesis yönetimi kapsamında irdelenmiştir.

Araştırma kapsamında Türkiye'de profesyonel anlamda çalışmalar yapan tesis yöneticilerine bir saha çalışması gerçekleştirilmiştir. Örneklemde yer alan derneklere üye olan 48 firmadan, rastgele örnekleme yöntemiyle %95 güven düzeyiyle 43 firma seçilmiştir. Örneklemde yer alan firmalardan 39'unun üst düzey yöneticilerine ulaşılmış

ve saha çalışması tamamlanmıştır. Saha çalışması için hazırlanan formlar, hem yüz yüze görüşmelerle hem de dijital ortamda uygulanmıştır. Bu saha çalışmasında genel olarak Türkiye'de tesis yönetiminde hangi sistem ve teknolojilerin kullanıldığı, kullanılan sistem ve teknolojilerin yönetim alanında tesise ne gibi kolaylıklar sağladığı, kullanılan sistem ve teknolojilerin ne kadar verimli kullanıldığı konusunda tesis yöneticilerine sorular yöneltilmiştir. Bunlara ek olarak, Türkiye'de tesis yönetiminde kullanılan sistem ve teknolojiler konusunda yaşanan zorlukların neler olduğu, bu zorlukların tesiste yönetim alanında veya başka bir alanda ne gibi sıkıntılara yol açtığı ve olası sıkıntıların nasıl giderilebileceğine yönelik sorular da yer almaktadır. Saha çalışması sonucunda ortaya çıkan verilerle Türkiye'de tesis yönetiminde kullanılan sistem ve teknolojilerin eksiklikleri, zorlukları ve sorunları irdelenerek diğer ülkelerde bilgi teknolojileri kapsamında başarılı örneklere değinilmiş ve Türkiye'nin bilgi teknolojileri kapsamında yönetim yanlışları ve eksikleri değerlendirilmiştir.

1.5 Literatür Özeti

Araştırma, Türkiye'de tesis yönetiminde kullanılan sistem ve teknolojilerin etkinliğini, karşılaşılan zorlukları ve bu zorluklara yönelik çözüm önerilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, saha çalışması ile tesis yöneticilerinin deneyimleri ve görüşleri doğrultusunda mevcut uygulamalar analiz edilmiştir. Ayrıca, kullanılan sistemlerin verimliliği, sağladığı kolaylıklar ve karşılaşılan zorluklar üzerine detaylı bir değerlendirme yapılmıştır. Çalışma, tesis yönetiminde dijital dönüşüm sürecine yönelik önerilerde bulunmayı hedeflemekte olup, literatüre bu alandaki eksiklikleri giderecek önemli katkılar sunacağı düşünülmektedir.

İlgen (2015) "Hastanelerde Tesis Yönetimi ve Güvenliği Konusunda Yöneticilerin Görüşlerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma" başlıklı tezinde; tesis yönetiminin büyük şehirlerde artan nüfus ve değişen taleplerle birlikte giderek daha önemli bir hale geldiğini belirtmektedir. Nitelikli bina projeleri, profesyonel yönetim hizmetlerine olan ihtiyacı ön plana çıkarmıştır. Apartman, bina ve sitelerde teknoloji kullanımının artmasıyla birlikte tasarımların modernleştiğini ve profesyonel yönetim sistemlerinin uygulandığını ifade ederek hizmetlerin sorunsuz bir şekilde sağlanması ve sosyal

aktivitelerin kalitesi sayesinde yerli ve yabancı yatırımcıların dikkatini çekmektedir. Entegre tesis yönetiminin, tüketicilerin taleplerine bağlı olarak genişlediğini ve concierge hizmetlerinin eklenmesiyle konutlarda otel konforunun sunduğunu vurgulamaktadır.

Deniz (2019) "Türkiye'de Tesis Yönetimi: Perakende Zinciri Tesis Yönetimi Şirketi Örneği İçin Strateji Analizi Geliştirme" adlı tezinde; tesisleri insanların yaşadığı ve çalıştığı her tür yapı ve mekan olarak tanımlamaktadır. Araştırmada, insanların yerleşik hayata geçişleriyle birlikte birçok farklı tesis inşa ettiklerini vurgulanmaktadır. Teknoloji ve sanayi alanındaki ilerlemelerin, tesislerin çeşitlenmesine ve daha karmaşık yapılar haline gelmesine neden olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, tesislerin çeşitli sistemlerle donatılması ve farklı kullanım amaçlarının, yönetim ihtiyacını beraberinde getirdiğini ifade etmektedir. Bu ihtiyaç, tesis yönetimi kavramının ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Tesis yönetiminin 20. yüzyılın sonlarına doğru batıda gelişen bir kavram olduğunu ve temel amacının, bağlı olduğu organizasyonun verimliliğini artırmak ile paydaşların konforunu sağlamak olduğunu açıklamaktadır. Tesis yönetiminin, organizasyon içinde birçok alanla ilişkili bir alt fonksiyon olarak görüldüğünü dile getirmektedir. Bu alanın geniş kapsamı, tesisle ilgili tüm süreçlerin sistemli bir şekilde yönetilmesi gerekliliğini doğurmuş ve profesyonelleşmeyi gerektirmiştir. Deniz (2019), tesis yönetiminin profesyonel bir alan olarak ayrı bir yer edinmesiyle birlikte dış kaynaklardan hizmet alma talebinin arttığını da ifade etmektedir. Bu talep, tesis yönetimi sektörünü günümüzde hızla büyüyen global bir alan haline getirmiştir. Türkiye'de tesis yönetimi sektörünün yaklaşık 25 yıllık bir geçmişe sahip olduğunu belirten Deniz (2019), sektörün gayrimenkul yatırımlarıyla paralel olarak büyüdüğünü vurgulamaktadır. Alışveriş merkezi ve plazaların yönetimi, Türkiye'de tesis yönetimi pazarında en büyük payı alan alanlar arasında yer almaktadır. Sonuç olarak, tesis yönetimi alanında dış kaynak hizmet talebinin arttığını ve farklı tesis türlerinin, kendine özgü yönetim yapıları gerektirdiğini belirterek, bu durumun tesis yönetimi alanında çeşitliliği artırdığını ve yeni alt sektörlerin ortaya çıkmasına yol açtığını ortaya koymaktadır.

Yurdakul (2019) "Kamu Yapılarında Tesis Yönetimi" adlı tezinde; insanların tarih boyunca müstakil evlerden yüksek katlı binalara kadar çeşitli yapı türlerinde yaşamlarını sürdürdüğünü vurgulamaktadır. Bu eğilim, günümüzde teknolojik gelişmelerle birlikte

daha büyük ölçeklere ulaşmaya devam etmektedir. Bunun yanı sıra, otel, hastane, alışveriş merkezi ve spor tesisleri gibi farklı yapı fonksiyonlarındaki nüfus artışı ve talep çeşitliliği, tesis yönetiminin bir gereklilik haline gelmesine neden olmuştur. Bu değişim, yönetim anlayışını yeniden şekillendirmiştir; profesyonel tesis yönetimi sistemleri, farklı hizmet birimlerinin düzenli ve koordineli bir şekilde çalışmasını sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Sadece temel hizmetlerin (temizlik, güvenlik vb.) sunulmasının yeterli olmadığı, kullanıcı beklentelerinin değişmesiyle birlikte tesislerin yönetimi kavramının planlama aşamasından işletme, bakım yöntemleri ve dış kaynak kullanımı gibi birçok süreci kapsadığı ifade edilmektedir. Tesis yönetiminin ticari bir sektör olarak hızla büyüdüğü ve yeni tesis yönetimi firmalarının kurulduğu vurgulanmaktadır. Türkiye'deki tesis yönetimi sektörünün, geçmişte pek köklü bir yapıya sahip olmamakla birlikte son yıllarda önemli bir gelişim gösterdiği belirtilmektedir. Uluslararası firmaların Türkiye'deki varlığının artmasıyla yerel tesis yönetimi firmalarının büyümesine katkı sağladığı ifade edilmektedir. Bununla birlikte, kamu yapılarında tesis yönetiminin yeterince gelişemediği ve genellikle mevcut idari yapılar çerçevesinde yürütüldüğü, bu süreçte tesis yönetimi fonksiyonlarına yeterli yer verilmediği vurgulanmaktadır. Ayrıca, bu durumun, bütçe, iş gücü ve zaman yönetimini etkili bir şekilde gerçekleştirmeyi zorlaştırdığı belirtilmektedir. Kamu yapılarında tesis yönetimi hizmetlerinin nasıl ve kimler tarafından yürütüldüğü ile süreç içinde karşılaşılan sorunlar ele alınmaktadır. Tesis yönetimi hizmetleri sırasında yaşanan zorluklar ve bu zorlukların üstesinden gelmek için alınabilecek önlemler hakkında bilgi verilmektedir.

Yılmaz (2020) "Tesis Yönetiminde Karma Gerçeklik Teknolojisinin Kullanım Gereksinimlerinin Belirlenmesi (Determining The Requirements of Using Mixed Reality Technology in Facility Management)" başlıklı tezinde; tesis yönetimini yapılı çevrenin işlevselliğini sağlamak için insanları, mekânları, süreçleri ve teknolojiyi bütünleştiren çok disiplinli bir meslek olarak tanımlamaktadır. Tesis yönetimi, bilgisayar sistemlerinin analizi, varlık yönetimi ve günlük bakım gibi birçok unsuru içermektedir. Yılmaz (2020), tesis yönetiminde etkili karar verme sürecini zorlaştıran önemli bir engelin, geleneksel bilgi yönetiminde kullanılan manuel süreçler ve iki boyutlu çizimler olduğunu belirtmektedir. Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) sayesinde sağlanan görselleştirme, analiz ve kontrol olanaklarının, tesis yönetimi süreçlerini iyileştirmek için büyük bir potansiyele

sahip olduğunu vurgulamaktadır. Ancak hem bina kullanıcıları hem de teknik personelin BIM tabanlı yazılımları kullanmada zorluklar yaşadığı ve bu sistemleri benimsemede isteksiz oldukları gözlemlenmiştir. Literatürde, BIM kullanımını artırmak ve insan-bilgisayar ile insan-bina etkileşimini etkinleştirmek amacıyla çevreleyici teknolojilerin uygulanması sıkça önerilen bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Karma gerçeklik (MR) teknolojisi, bina elemanları ile eşleştirilmiş BIM modelinin son kullanıcılar tarafından görünmesini, bu modelle etkileşimde bulunulmasını ve bulundukları yerlerdeki bina elemanları ile ilgili bilgilere anında erişim sağlanmasını mümkün kılmaktadır. Bununla birlikte, tesis yönetiminde BIM tabanlı MR teknolojisinin kullanımı henüz yeni bir yaklaşım olup, bu alanda yapılan çalışmaların sayısı sınırlıdır. Tesis yönetimi alanındaki bu boşluğu doldurmak için atılması gereken ilk adımın, son kullanıcıların BIM modellerini etkin bir şekilde kullanabilmesini sağlayan BIM tabanlı bir MR ortamının gereksinimlerini belirlemek olduğunu ifade etmektedir.

Tütüncüler (2020) "Kamu Yapılarında Yapı Bilgi Modellemesi İle Tesis Yönetimi" başlıklı tezinde; işletme aşamasının bina yaşam döngüsündeki uzun ve maliyet açısından yüksek aşama olduğunu vurgulamaktadır. Bu durum, tesislerin etkili bir yönetim ve kontrol ihtiyacı doğurmakta, aksi takdirde binaların işlevselliği tehlikeye girmekte ve iş sürekliliği olumsuz etkilenmektedir. Bu nedenle, işletme döneminin etkin bir şekilde planlanması, düzenlenmesi ve kontrolü amacıyla tesis yönetimi kavramı ortaya çıkmıştır. Tesis yönetimi, geniş bir alan yelpazesi sunmakta, ancak bina bakımı, tasarım aşamasıyla yakın ilişkisi nedeniyle özellikle dikkat çekmektedir. Bu alan, tesis verimliliğini artırma potansiyeline de sahiptir. Mevcut bakım uygulamaları ve yönetim süreçlerinin daha etkin hale getirilebilmesi için yenilikçi teknolojilere duyulan ihtiyacın belirgin olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda, BIM devreye girmekte; üç boyutluluk, parametrik modelleme ve birlikte çalışabilirlik gibi özellikler sunarak tesis yönetiminin her alanına, özellikle bakım süreçlerine önemli faydalar sağlamaktadır.

Şen (2021) "AR/VR Destekli BIM Teknolojileri İle Tesis Yönetimi" başlıklı makalesinde, artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) destekli yapı bilgi modelleme (BIM) teknolojilerindeki gelişim ve yeniliklerin tesis yönetimi açısından sunduğu avantajları incelemektedir. Makalede, bu teknolojilerin bina yaşam sürecinin

disiplinler arası iletişim gerektiren tesis yönetimi aşamasında nasıl kullanılabileceği ve hangi etkileşimlerin sürece katkıda bulunabileceği gibi sorulara yanıt aranmaktadır. Ayrıca, AR/VR teknolojileri ile BIM ve tesis yönetimi arasındaki ilişkiler ve gelişmeler detaylandırılmaktadır. Sonuç olarak, araştırmada, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojilerinin tesis yönetimi endüstrisinin iyileştirilmesi ve gelişiminde büyük bir öneme sahip olduğunu belirtilmektedir. Bu teknolojiler, büyük proje paydaşlarının ortak anlayışını ve katılımını sağlamakta, dolayısıyla birçok endüstri disiplininin verimliliği artırma çabalarına dikkat çekmektedir.Yapıların yaşam döngüsü içerisinde, tasarım ve yapım aşamaları kadar işletme evresinin de önem taşıdığı ifade edilmektedir. Bir yapının işletme evresindeki yaşam süresi, maliyetinin ana kaynağını oluşturmakta ve yapının yaşam döngüsü süresince maliyetinin %85'inin bu dönemde gerçekleştiği vurgulanmaktadır. Araştırmalar, işletme ve bakım evreleri arasındaki verimsizlik nedeniyle Amerika Birleşik Devletlerin (ABD)'de tahmini maliyetin üçte ikisinin kaybolduğunu göstermektedir. Bu nedenlerle, yapının yaşam döngüsü süresince performans ve verimlilik üzerine çalışmalar yapılması gerektiği belirtilmektedir. Tesislerin yaşam döngüleri boyunca elde edilen bilgilerin, BIM altyapısı ile tesis yönetimine katkı sağlayacağı ifade edilmektedir. Tesis yönetimi, mekânların özelleştirilmesi ve yapıların son kullanıcılarının ihtiyaçlarına uygun olarak tasarlanması yoluyla tesis performansını iyileştirmeyi de kapsamaktadır. AR/VR teknolojilerinin tesis yönetimi alanında kullanılması gerektiğini, bu uygulamaların BIM modeli gibi resmi olarak onaylanmış tasarım verilerine dayanması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu gereklilik, diğer alanlardaki uygulamalardan farklı olarak daha disiplinli ve gerçekçi bir sanal dünya modeli sağlayan programların geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Böylece, artırılmış ve sanal gerçeklik sunan bu programlar, tesis yönetimi kavramının "yaşayan ve işleyen" bir model yaratabilmesine olanak tanımakta ve yönetim sağlayıcılarına geniş bir alanı avuçlarının içinden yönetme imkânı sunmaktadır.

Vurğun Çelikel (2021) "BIM İle İnşaattan İşletmeye Geliştirilmiş Proje Teslimi ve Tesis Yönetimi: İstanbul Havalimani Vaka Çalışması (Enhanced Project Delivery From Construction to Operations and BIM Use in Facility Management: Istanbul Airport Case Study)" başlıklı tezinde, BIM'in inşaat projelerinde ve proje yaşam döngüsünün her aşamasında verimliliği artırmaya yönelik bir yönetim metodolojisi olarak tanımlandığını

ortaya koymuştur. Araştırmada, bu metodolojinin, projelerin planlama, tasarım ve inşaat aşamalarının yanı sıra tesis yönetiminde de önemli avantajlar sağladığını vurgulanmaktadır. Tesis yönetiminde BIM kullanımı, varlık yönetimi, enerji yönetimi ve diğer operasyonel süreçlerin verimliliğini artırma konusunda birçok fırsat sunmaktadır. Çelikel, tesis yönetimi için BIM'in etkin bir şekilde uygulanması ve entegrasyonu gerektiğini belirtmektedir. Bu durum, proje süresince başarılı bir BIM uygulamasının sağlanması için kritik bir öneme sahiptir. Çalışmada, BIM'in tesis yönetimi alanındaki potansiyel faydaları detaylı bir şekilde incelenmiş, özellikle enerji yönetimi ve varlık yönetimi gibi süreçlerde sağladığı avantajlara dikkat çekilmiştir. Araştırma, BIM'in projelerin her aşamasında sağladığı verimliliğin, tesis yönetimi uygulamalarını nasıl geliştirebileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, bu tez, BIM'in inşaat ve tesis yönetimi süreçlerinde verimliliği artırma ve değer yaratma potansiyelini gözler önüne sermektedir.

Telliel (2022) "Tesis Yönetiminde BIM Entegrasyonunun Enerji Analizi ve Proaktif Bakıma Etkileri" başlıklı makalesinde; bir tesisin yaşam döngüsündeki maliyetlerin büyük bir bölümünün işletme döneminde ortaya çıktığını vurgulamıştır. Araştırmada, bu maliyetleri düşürmek amacıyla tesis yönetimi sistemlerinin BIM ile entegrasyonunun sektörde yeni fırsatlar sunduğunu belirtilmektedir. Araştırmasında, BIM ile tesis yönetimi entegrasyonunun daha verimli enerji tüketim analizleri ve etkili bakım planları oluşturmak için bir yol haritası sunduğunu ifade etmektedir. Ayrıca, bu entegrasyon sürecinin bir binanın yaşam döngüsü açısından derinlemesine araştırmalar gerektirdiğini gösterilmektedir. Mevcut çalışmaların, bu entegrasyonun tesis yönetimi sistemlerini daha kullanıcı dostu, otomatik hale getireceğini ve anlık veri alışverişine imkan tanıyacağını ortaya koyduğunu belirtmektedir. Ancak birçok mevcut binanın BIM modelinin bulunmaması, yazılımların uyumsuzluğu ve sektördeki aktörlerin değişime henüz hazır olmaması gibi nedenlerin bu geçişin yavaş ilerlemesine yol açtığını vurgulanmıştır. Buna rağmen, vaka analizleri sayesinde BIM ve tesis yönetimi entegrasyonunun erken aşamalarda bile somut faydalar sağladığını gözlemlemiştir. Tesis yöneticileri, işletme sürecinde kök nedenleri belirlenemeyen sorunların, BIM ortamında mekansal ve zamansal analizlerle çözülebileceğini ifade etmektedir. Tesis yöneticilerinin enerji verimliliği ve bütçelerde olumlu değişimler gördükçe BIM kullanımını daha çok tercih edecekleri belirtilmiştir. Son olarak, sektördeki bilinç düzeyinin artması ve uzun vadeli

araştırma sonuçlarının paylaşılmasıyla BIM ile tesis yönetimi entegrasyon sürecinin hız kazanacağına dair öngörülerde bulunmaktadır.

Kaya (2023) "Tesis Yönetiminde Yapı Bilgi Modellemesi ve Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Kullanım Engelleri ve Kullanıcı Algıları Analizi" başlıklı tezinde; günümüzün karmaşık ve hızla değişen ortamında, inşa edilmiş yapıların etkin ve maliyet etkin bir şekilde yönetilmesinin kritik öneme sahip olduğunu belirtmektedir. Tesis yönetimi, bina sakinlerinin konforu, güvenliği ve üretkenliğine katkıda bulunması nedeniyle büyük bir önem taşımaktadır. Son yıllarda, Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) ve Sanal Gerçeklik (VR) teknolojilerinin tesis yönetimi süreçlerinde önemli kolaylıklar sağladığı ve sektördeki firmalar için yeni fırsatlar sunduğu vurgulanmaktadır. BIM'in, binaların dijital temsilini oluşturmayı ve yönetimini basitleştirdiği; VR'ın ise profesyonellere sanal ortamda bu modellerle etkileşim kurma imkanı tanıyan etkileyici deneyimler sunduğu belirtilmektedir. BIM ve VR'ın bir arada kullanılmasının, geleneksel yöntemleri dönüştürdüğü ve operasyonel kolaylıklar, geliştirilmiş görselleştirme, maliyet tasarrufları ile artırılmış işbirliği gibi birçok avantaj sağladığı ifade edilmektedir. Bu teknolojilerin tesis yönetiminde yeni bir dönem açtığı vurgulanmaktadır. Ancak Kaya (2023), bu gelişmiş araçların başarılı bir şekilde benimsenmesinin bazı zorluklar içerdiğini vurgulamaktadır.

Akdeniz (2023) "Otel İşletmelerinde Varlık ve Mahal Yönetimi İçin BIM Destekli Tesis Yönetimi Uygulaması" adlı tezinde; tesis yönetimini insanların yaşam kalitesini artırmayı ve işletmelerin verimliliğini sağlamayı hedefleyen kurumsal bir yönetim süreci olarak tanımlamaktadır. 2000'li yılların ortalarından itibaren tesis yönetiminin, inşaat sektöründeki sorunların çözümüne yönelik olarak geliştirilen Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) ile entegrasyona başladığını belirtmektedir. Tez, BIM'in tesis yönetimi üzerindeki katkılarını ve sağladığı kolaylıkları incelemeyi amaçlamaktadır. İçerik, BIM ve tesis yönetimi kavramlarının tanımları ve tarihçeleri üzerine kapsamlı bilgiler sunmakta; geçmişten günümüze kadar olan gelişmeleri ve bu kavramların nasıl oluştuğunu detaylı bir şekilde açıklamaktadır. BIM-destekli tesis yönetimi uygulamalarının faydalarını ele almakta ve geleneksel yöntemlere kıyasla sayısallaştırılmış yöntemlerin sağladığı avantajları incelemektedir. Sonuç olarak çalışma, BIM uygulamalarının tesis yönetimine sunduğu kolaylıkları vurgulamaktadır.

Keskin (2023) “Kentsel Dönüşüm Projeleri Uygulama Alanlarında Tesis Yönetimi Gereksinimi: Kuzey Ankara Girişi ve Dikmen Vadisi Kentsel Dönüşüm Projeleri Örneği Çerçevesinde Yönetim Modelinin Değerlendirilmesi” başlıklı tez çalışmasın kapsamında yapılan saha çalışmaları neticesinde, konut yönetiminde profesyonel yaklaşımların eksik olduğunu, malikler tarafından seçilen yönetim kurullarının mevcut yönetim yapısının etkinliğini olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur ve dönüşüm alanlarının yönetiminde entegre kentsel tesis yönetimi anlayışının benimsenmesi ve profesyonel yönetim modellerinin geliştirilmesi gerektiği sonucuna varmıştır. Hem yasal düzenlemelerin gözden geçirilmesi hem de konut projelerinde tesis yönetimi hizmetlerinin zorunlu hale getirilmesi, bu alandaki sorunlarının çözümüne katkı sağlayacağı belirtilmiştir.

Terzioğlu (2023) “Türkiye’de Hastanelerde Tesis Yönetiminin Uluslararası Standartlar Yönünden Değerlendirilmesi: Ankara Şehir Hastanesi Örneği” tez çalışmasında; tesis yönetimi kavramının genel çerçevesi ile birlikte sağlık hizmetleri sistemleri, sağlık tesisleri ve sağlık tesis yönetimi arasındaki ilişkileri konuları üzerinde durmuştur. Birleşik hastane yönetimi, sağlık tesislerinde entegre hizmet süreçleri ve risk yönetimi gibi konular incelenmiş; ayrıca uluslararası standartlar ve Amerika'daki sağlık tesis hizmetleri üzerine de bilgi verilmiştir. Saha çalışması, Ankara Bilkent Şehir Hastanesi özelinde gerçekleştirilmiş ve burada sağlık tesis yönetimi anlayışı detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında tesis yönetiminin mevcut durumu analiz edilerek çeşitli öneriler sunulmuştur. Bu çalışma, sağlık tesis yönetimi alanında daha önce yapılmış olan çalışmalardan farklılık göstererek, büyük ve entegre bir sağlık tesisinde tesis yönetimini bütüncül bir perspektiften incelemeyi amaçlamaktadır. Bu yolla, hem tesis yönetimi anlayışı hem de sunulan hizmetlerin durumu hakkında derinlemesine bir araştırma gerçekleştirilmiştir.

Tezel (2023) “Mimarlık, Mühendislik ve Yapım Sektöründe BIM-Tabanlı Süreçlerin Tesis Yönetimi (FM) Üzerindeki Etkisi (BIM-Based Facilities Management: A Aconceptual Framework for BIM Implementation of The FM Industry)” başlıklı tezinde; BIM-tabanlı süreçlerin sadece inşaat sektörünü değil, aynı zamanda tesis yönetimi (FM) sektörünü de dönüştürdüğünü vurgulamaktadır. FM perspektifinden bakıldığında, BIM, dijital varlık oluşturma, yapıyı ve bileşenlerini 3 boyutlu görselleştirerek doğru

konumlandırma, bakım ve onarım izleme, alan planlaması ve yönetimi, bina performans takibi gibi işlevler için kullanılan güçlü bir platform olarak değerlendirilmektedir. BIM tabanlı FM, geleneksel bilgi yönetimi yöntemlerinin karşılaştığı tamlık, doğruluk, güncellik ve erişilebilirlik gibi sorunları minimize ederek, karar alma süreçlerini veri ve bilgi temelli hale getiren bir yönetim metodolojisi sunmaktadır. Ancak, BIM özellikle tasarım ve yapım aşamalarında yaygın olarak benimsenmesine rağmen, işletme aşamasında beklenen ölçüde kullanılmamaktadır. Tezel (2023), BIM ile FM entegrasyonunu engelleyen çeşitli faktörlerin bulunduğunu belirtmektedir. BIM'in FM alanında daha az kullanılmasının başlıca sebepleri arasında, sektörün BIM'in FM süreçlerindeki potansiyelini tam olarak fark etmemesi, BIM'in FM için gerekli bilgi gereksinimlerini tanımlamanın zorluğu, entegrasyon için gerekli standart ve yönetmeliklerin eksikliği, FM hizmetlerinin çok disiplinli yapısı ve farklı FM yazılımlarının birlikte çalışabilirlik sorunları yer almaktadır. Ayrıca, BIM modelinin kim tarafından, nasıl, ne zaman oluşturulacağı ve güncelleneceği gibi belirsizlikler de entegrasyonun önünde engel teşkil etmektedir. Bununla birlikte, uluslararası alanda birçok araştırmacı ve endüstri paydaşı, BIM tabanlı FM sistemleri üzerinde çalışmalar yapmaya devam etmekte ve bu alandaki bilgi birikimini artırmaktadır. Ayrıca, Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı (ISO), bina yaşam döngüsü boyunca BIM tabanlı bilgi yönetimini yönlendiren ve katılımcılar arasında bilgi değişimini sağlayan ISO 19650 standart serisini yayınlamış olup, bu serinin ülkelerin yerel koşullarına uygun ek prosedürlerle desteklenmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Erciyas (2024) "Verimli Tesis Yönetimi İçin Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) Uygulaması (Building Information Modelling (BIM) Implementation for Efficient Facilities Management)" başlıklı tezinde; BIM tabanlı projelerde tasarım aşamasında geliştirilen proje modellerinin, tesis yönetimi (FM) aşamasında doğrudan kullanılamadığını vurgulamaktadır. Tasarım aşamasındaki bu modellerin, FM aşamasında yeniden üretilmeden kullanılabilmesi, tasarım ile FM arasındaki geçişi kolaylaştırarak süreci hızlandıracaktır. Ancak, büyük ölçekli BIM projelerinde bu konuya özel bir dikkat gösterilmesi gerektiği belirtilmektedir. Çalışmada, FM amaçlarına yönelik BIM sistemlerinin kullanıldığı projelerde genellikle veri yetersizliği ve düşük kalite gibi sorunlarla karşılaşıldığı ifade edilmiştir.

Kopuz (2024) “Tesis Yönetimi İçin Artırılmış Gerçeklik ve Yapı Bilgi Modellemesi Entegrasyonunu Kullanan Şikayet İşleme Sistemi (Complaint Processing System for Facility Management Using Augmented Reality and Building Information Modeling Integration)” başlıklı tezinde; tesis yönetiminde çalışan personel açısından uygulamanın gerçek etkisini değerlendirmenin zorluklarına dikkat çekmektedir. Tesis yönetimi operasyonlarının özgün doğası nedeniyle, uygulamanın etkinliğini doğru bir şekilde ölçebilmek için, profesyonel tesis yönetimi personelinin gerçek tesis yönetimi sorunlarıyla karşılaştığı senaryolarda test edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Kullanılabilirlik testlerinin tesis yönetimi personeli için bilgilendirici olsa da, bu testlerin yapay ve simüle edilmiş koşullarda yapılması, farklı profesyonel ve akademik geçmişlere sahip katılımcılar nedeniyle sınırlı sonuçlar elde edilmesine yol açabilmektedir. Bu durum, gerçek dünya senaryolarındaki karmaşıklıkları tam anlamıyla yansıtamayarak, uygulamanın pratik etkilerinin değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Kullanılabilirlik testlerinin artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanıcılar üzerindeki olumlu etkilerini gösterdiği, ancak tesis yönetimi personelinin üzerinde tam anlamıyla etkili olabilmesi için profesyonel ortamlarda gerçek dünya testlerinin yapılması gerektiği sonucuna varılmaktadır. Gerçek dünyadaki karmaşık tesis yönetimi sorunlarının yer aldığı senaryolarda uygulamanın bu zorlukları çözme yeteneği, etkinliğinin doğrulanması ve iyileştirilmesi için kritik öneme sahip olduğunu belirtmiştir.

Literatür taraması sonucunda, tesis yönetiminde bilgi teknolojisi sistemlerinin kullanımı üzerine yapılan mevcut çalışmaların genellikle belirli sistemler veya teknolojiler üzerine yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Buna karşın, bu araştırma Türkiye’deki tesis yönetiminde kullanılan farklı sistem ve teknolojileri kapsamlı bir şekilde ele almakta ve bu teknolojilerin verimli kullanım düzeyini değerlendirmek amacıyla doğrudan firmalarla gerçekleştirilen saha çalışmalarından elde edilen verileri sunmaktadır. Bu bağlamda, araştırma, Türkiye’deki tesis yönetim sektöründeki dijital dönüşüm sürecine dair geniş bir bakış açısı sunmayı amaçlamakta olup, alandaki bilgi birikimine önemli katkılarda bulunmayı hedeflemektedir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Teknolojinin sürekli evrimi, toplumların dinamiklerini ve bireylerin yaşam standartlarını derinden etkilemiştir. Bu evrim, insanların yaşam alanları, çalışma koşulları ve sosyal etkileşimleri üzerinde büyük dönüşümlere yol açmıştır. Geçmişte yalnızca temel ihtiyaçların karşılanmasına yönelik inşa edilen gayrimenkuller, son yıllarda çok işlevli ve karma kullanımlı yapılar haline gelmiştir. Bu yapılar, yalnızca temel gereksinimleri karşılamanın ötesine geçerek, bireylerin çeşitli ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik tasarlanmıştır. Gayrimenkulün kapsamı ve fonksiyonelliği, her geçen gün daha da genişlemekte ve evrim geçirmektedir (Yurdakul 2019).

Çok fonksiyonlu ve karma kullanımlı yapıların ortaya çıkması, beraberinde birtakım zorlukları da getirmektedir. Teknolojiyle bütünleşen gayrimenkuller, daha profesyonel, etkin ve çözüm odaklı yönetim yaklaşımlarını benimseme ihtiyacı duymaktadır. Bu profesyonel yönetim anlayışının zorunluluk haline gelmesi, tesis yönetimi kavramının doğmasına ve zamanla yaygınlaşmasına yol açmaktadır. Başlangıçta güvenlik, temizlik ve teknik hizmetlerle sınırlı olan tesis yönetimi, teknolojik gelişmelerin etkisiyle; güvenlik, temizlik, teknik bakım, onarım, finans, çağrı merkezi hizmetleri, haşere kontrolü, bitki bakımı, catering, eğitim ve danışmanlık gibi pek çok farklı hizmeti de kapsayarak faaliyet alanını önemli ölçüde genişletmiştir. Tesis yönetiminin faaliyet alanlarının genişlemesi ve tesis yapılarındaki artan karmaşıklık, yönetim anlayışında değişim ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Birçok kuruluş, maliyetleri azaltarak verimlilik ve performanslarını artırmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda, tesis yönetimi alanında bilgi teknolojilerinin kullanımı, etkinlik artırma çabalarını ön plana çıkarmaktadır (Tanrıvermiş 2019).

Maliyetlerin azaltılması ve verimliliğin artırılması, tesis yönetiminin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için kritik öneme sahip olmakta ve bu faktörlere giderek daha fazla odaklanılmaktadır (Kaya 2023). Tesis yöneticilerinin doğru verilere ulaşması, kullanıcı konforunun artırılması, enerji tüketiminin düşürülmesi, performans denetiminin sağlanması ve bakım-onarım kayıtlarının merkezi bir yerde toplanması, bilgi teknolojilerinin sağladığı olanaklarla mümkün olmaktadır.

2.1 Tesis Yönetimi Kavramı ve Tanımı

Tesis yönetimi; tesislerin inşa edilmesi ile tesislerden faydalanan insan sayısının artması sonucu ortaya çıkan yönetim sorunlarını gidermek amacıyla faaliyet gösteren, değişen insan ihtiyaçları ile gelişim gösteren, özellikle son yıllarda pek çok kurum ve kişi tarafından bilinirlik kazanmaya başlayan bir yönetim anlayışı olarak kabul görmektedir (Yurdakul 2019). Tesis yönetimi kavramı son yıllarda bilinirlilik kazanmasına rağmen asıl ortaya çıkışı 20. yüzyıla dayanmaktadır. Ortaya çıkış sebebi her geçen gün artan insan ihtiyaçlarının faaliyet halindeki tesisleri ve tesis kullanıcılarını da etkiliyor olmasından kaynaklanmaktadır. Artan kullanıcı sayısı ve yönetim zorlukları da tesis yönetimi kavramının ortaya çıkması ve gelişmesini de zorunlu hale getirmektedir. Tesis yönetimi kavramı temel olarak bir tesisin asli işleri dışındaki tüm tali işlerini bir şirket tarafından organize edilmesi olarak sınırlandırılabilmektedir ancak bu sınırlandırma tesis yönetimi kavramını tanımlama konusunda yetersiz kalmaktadır. Tesis yönetimi, sadece tali işlerin devredildiği bir kavram olarak tanımlanmasının dışında, insanları, mekanları, süreçleri ve teknolojiyi bir araya getiren, farklı disiplinlerle çalışan, uzmanlık gerektiren geniş ve her geçen gün gelişen bir alan haline gelmektedir (Yılmaz 2020).

Tesis yönetimi, binalar, hastaneler, havaalanları, alışveriş merkezleri, okullar, ofisler, oteller gibi farklı işlevsel alanlarda, organizasyon yapısındaki çeşitli iş kollarında profesyonelleşerek, ihtiyaca yönelik hizmetler sunan ve disiplinler arası bir çalışma gerektiren bir uzmanlık alanı olarak tanımlanmaktadır (Deniz 2019). Tesis yönetimi kavramı, literatürde henüz ortak bir tanıma kavuşturulamamıştır. Ancak genel olarak tesis yönetimi, bir organizasyonun hedeflerine en uygun maliyetlerle ulaşabilmesi için gerekli olan kaliteli çalışma ortamı ve destek hizmetlerinin sağlanması süreci olarak tanımlanmaktadır (Memiş 2018).

Tesis yönetimini, şirketin ana iş alanıyla doğrudan bağlantılı olmayan bina yönetimi, veri yönetimi, yemek hizmetleri, güvenlik, basım ve dağıtım gibi hizmetlerin dış kaynaklardan yönetilmesi olarak tanımlanmaktadır (Erentürk 2016). Kabul edilen bir diğer tanımda tesis yönetimi, işletme, mimari, davranış bilimleri ve mühendislik prensiplerinin bir entegrasyonu ile fiziksel işyerinin insan ve iş ile uyumlu hale getirilmesi

olarak ifade edilmektedir. Teknik sözlüklerde ise, mühendislik bağlamında "facility", "bir fonksiyonun yapılmasını veya bir görevin yerine getirilmesini kolaylaştıran fiziki bir kuruluş veya tesisat" olarak tanımlanmakta ve haberleşme alanında “haberleşme hizmetleri için kullanılan veya kullanılmaya hazır olan her şey” olarak belirtilmektedir (Atkın ve Brooks 2009).

Tesisler, bir organizasyonun temel işlevlerini destekler ve bu işlevler, organizasyonun ürün veya hizmet üretimini yönlendirmektedir. Tesis kavramı genellikle yalnızca binaları veya belirli unsurları ifade etmemektedir. Daha çok soyut bir anlam taşıyan ve işlevsel bir rol oynayan bir terim olarak kabul görmektedir (Yurdakul 2019). Tesislerin etkili bir şekilde yönetilmesi gereklidir ve bu yönetim süreci, belirli bir amaca ulaşmak için gereken beceriyle yönlendirilme olarak tanımlanmaktadır. Tesis yönetimi, özel bir amaca hizmet etmek üzere yapılandırılmış tesislerin, işyerinin işleyişini veya uygulamalarını kolaylaştıran yönetim faaliyetlerini kapsamaktadır. Tesis yönetimi, organizasyonun fiziksel iş yeri ile çalışanlar arasındaki koordinasyonu sağlamaya yönelik bir faaliyet olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım, tesis yönetiminin teknik ve finansal yönlerini içeren 14 temel faaliyeti kapsamaktadır. Bu faaliyetler arasında bina ve sistemlerin, ekipmanların, bilgi teknolojisi (IT) sistemlerinin, güvenlik önlemlerinin yanı sıra genel hizmetler, yemek hizmetleri, lojistik ve basım yer almaktadır. Tesis yönetiminin rolü, hızla değişen bir dünyada rekabet avantajı elde etmek için organizasyonun yeteneklerini artıran bina sistemleri, ekipman ve mobilyaların tasarım, planlama ve yönetimini koordine etme olarak tanımlanmaktadır. Tesis yönetimi, tesisin tasarım aşamasından itibaren etkili olmaya başlamakta ve özellikle tesisin tesliminden sonra önem kazanmaktadır. Bu süreç, sağlanan hizmetlerin kalitesini tesisin ihtiyaç ve gereksinimleriyle uyumlu hale getirmeyi amaçlamaktadır (Tanrıvermiş 2019).

Tesis yönetimi uzmanlık alanları çeşitlilik gösterdiği için tek bir tanım ile sınırlandırılması mümkün olmamaktadır. Bu yüzden tesis yönetimi konusunda çalışmaları olan veya bu konuda faaliyet gösteren birden fazla kurumun da tanımları farklılık göstermektedir. Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO)’ne göre tesis yönetimi, kullanıcıların yaşam kalitesini ve tesislerin verimliliğini artırmak amacıyla tasarlanan çevre içerisinde kullanıcıları, mekânı ve zamanı birleştirip bütünleştiren bir

organizasyon yapısıdır. Uluslararası Tesis Yönetimi Kuruluşu (IFMA) tesis yönetimini, yapılı çevrenin verimliliği ve işlevselliğini artırmak için insan, mekân, zaman ve teknolojiyi entegre ederek birçok farklı disiplini bir araya getiren meslek organizasyonu olarak ifade etmektedir. Türkiye'de Tesis Yönetim Derneği (TRFMA) tarafından tesis yönetimi, insanların yasadıkları, çalıştıkları ve ihtiyaçlarını karşıladıkları tüm gayrimenkullerin sürdürülebilir olması amacıyla kullanıcı, mekân, teknoloji ve zaman faktörlerini birleştiren, çok farklı disiplinleri içeren ve bundan dolayı uzmanlık gerektiren yeni bir anlayış ve meslek olarak tanımlanmaktadır. ISO, IFMA, TRFMA gibi kuruluşların tesis yönetimi tanımları temel olarak tesis yönetiminin insan, mekân ve süreç unsurlarını bir araya getiren yeni bir uzmanlık alanı olduğu konusunda ortak paydada buluştuğu görülmektedir (Deniz 2019).

2.2 Tesis Yönetiminin Tarihsel Gelişimi

Gayrimenkullerin fonksiyonlarının zamanla değişim ve gelişim göstermesi, yapıların büyümesi ile gayrimenkullerin yönetiminde zorluklar yaşanmaya başlamıştır. Yönetimde yaşanan bu zorluklar profesyonel bir yardım alma gerçeğini ortaya çıkarmıştır. Tesis yönetimi konusu ise bu değişimlerden sonra daha çok gündeme gelmeye başlamıştır. Son yıllarda gayrimenkul yönetimi geçmişe göre çok büyük gelişim göstermiştir ve bu gelişim teknoloji ile çok daha farklı boyutlara taşınmıştır (Deniz 2019). Önceki zamanlarda tesis yönetimi kavramı sadece bina yönetiminden ibaretken zamanla çok daha büyük kompleks siteler, şehir hastaneleri, karma gayrimenkuller, çok fonksiyonlu alışveriş merkezleri gibi gayrimenkullerin yönetimi de tesis yönetimi kavramının bünyesine girmektedir. Tesis yönetimi kavram olarak ortaya çıktığı tarihten itibaren büyük gelişmeler göstermiştir. Tesis yönetimindeki gerçek bir uzmanlık ve profesyonellik ihtiyacı ise günden güne artış göstermeye devam etmektedir (Tanrıvermiş 2019).

2.2.1 Türkiye'de tesis yönetiminin tarihsel gelişimi

Tesis yönetimi kavramı, insanların temel barınma ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla tesislerin kullanılmaya başlandığı günden itibaren varlık göstermekte; ancak bilinirlik kazanması ve adının duyulması uzun yıllar almıştır (Erentürk 2016). Bu durumun en

temel sebeplerinden biri, nüfusun artmasıyla birlikte tesislerden faydalanan insan sayısının artış göstermesi ve tesislerin fonksiyonlarını ihtiyaçlar doğrultusunda şekillendirerek gelişim göstermesiyle birlikte, bir takım yönetim zorluklarının gündeme gelmesi olarak öne çıkmaktadır. Yönetim zorlukları ve profesyonel destek ihtiyacının artmasıyla birlikte, tesis yönetiminin önemi günden güne daha fazla hissedilmekte ve sürekli olarak artmaktadır. Türkiye'de de benzer durum söz konusudur. Amerika ve Avrupa'nın bazı ülkelerine kıyasla Türkiye tesis yönetimini tanıma ve bu alanda çalışmalar yapma konusunda daha az yaygın bir farkındalığa sahiptir (Tezel 2023).

Türkiye'de konut projelerinin artış göstermesi ve karma yapıların yaygınlık kazanması ile tesis yönetimi hem kullanıcılar hem de üretici firmalar açısından bir destek göreviyle varlığından söz ettirmeye başlamıştır (Keskin vd. 2024). Tesis yönetimi üretici firmalarının iş yüklerini hafifleterek onlara kendi işlerine odaklanabilecekleri bir ortam oluşturmuştur. Konut sakinleri içinse daha yaşanabilir bir ortam ve profesyonel hizmet yönetimi güvenilirliği sağlamaktadır. Türkiye'de tesis yönetimi ile ilgili ilk hareketlenme 1980'li yıllarda lüks otellerin yurt dışından yönetim desteği almasıyla başlamıştır. Bu dönemde, yurt dışından hizmet desteği alan oteller, diğerlerinden farklı bir yol izleyerek adlarını duyurmuşlardır (Keskin 2023).

1980'li yıllardaki belli başlı otellerde meydana gelen gelişmelerden sonra 1990'lı yıllarda özellikle şehir merkezinde yaşayan insanların sayısının artması ve bu insanların ihtiyaçlarının farklılaşması ile çok katlı karma kullanımlı konut projelerinin sayıları da talepler doğrultusunda artmaya başlamış ve bu artışın beraberinde de yönetim zorlukları daha görünebilir bir hal almıştır (Yurdakul 2019). Yönetim anlamında yaşanan bu zorluklardan dolayı, konut projelerinin sahipleri bina yönetim şirketleri kurarak faaliyet göstermeye başlamıştır. 1990'lı yılların ortalarına doğru tesis yönetimine daha uzman bir bakış açısı oluşmuş ve bu alanda profesyonel hizmet veren ilk örnekler ortaya çıkmıştır (Tanrıvermiş 2019).

2.2.2 Dünyada tesis yönetiminin tarihsel gelişimi

Tesis yönetimi faaliyetleri dünyada iki temel hizmet (güvenlik ve temizlik) üzerinden profesyonelleşerek tesislere sunulmaya başlanmıştır. Zamanla gelişen teknolojinin

etkisiyle ihtiyaçlar da farklılaşmış ve çeşitlenmiştir. Değişen ihtiyaçlarda yönetim anlayışında da değişiklikleri ortaya çıkarmıştır. Temel olarak güvenlik ve temizlik hizmetleri üzerinden faaliyet gösteren tesis yönetimi şirketleri bilgisayar destekli yönetim araçları ve bilgi teknolojilerinin gelişmesine paralel olarak hizmet alanlarını genişletmeye başlamışlardır (Erentürk 2016).

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra, 1900'lü yılların ikinci yarısında tesis yönetimi, sistemli ve modern bir yaklaşımla ele alınan bir kavram olarak önemli bir gelişim göstermiştir. İlk organize ve koordineli tesis yönetimi uygulamaları, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki demiryolu endüstrisinde kökenlerini bulmaktadır. Demiryollarının geniş ağlarındaki sorunsuz operasyonların sağlanabilmesi için kapsamlı gözetim ve etkili yönetim uygulamaları gerekmekteydi. Bu gereklilik, tesis yönetiminin ilk temel prensiplerinin oluşmasına zemin hazırlamıştır (Deniz 2019).

Zamanla, özellikle 1950'lerden itibaren Amerika ve Avrupa'daki ofis ve ofis binalarının hızla genişlemesi, bu alanların artan taleplerini karşılamak için profesyonel yönetim stratejilerine olan ihtiyacı artırmıştır. Ofislerin ve çeşitli iş ortamlarının yönetiminin karmaşıklığı, etkili bir şekilde üstesinden gelinmesi gereken bir dizi yapılandırılmış ve uzmanlaşmış yaklaşımı gerekli kılmıştır (Erentürk 2016).

Dünyada ve özellikle Amerika'da tesis yönetimi kavramı 1970'li yıllarda tanınırlık kazanmaya başlamıştır. Ancak kavram olarak değil uygulamaya geçiş evresi ve bilgisayar destekli programların kullanılmaya başlandığı 1980'li yıllardan sonra gerçek faaliyet göstermeye başlamıştır. Amerika sadece tesis yönetimi kavramından bahsedilmeye başlanan ilk ülke olmasının yanı sıra tesis yönetiminin önde gelen uygulamalarının kullanıldığı ve bu konuyla ilgili ilk örgütlenmenin de gerçekleştiği ilk ülke konumunda olmaktadır. 1980'li yıllar aynı zamanda tesis yönetiminin en önemli örgütlerinden biri olan Uluslararası Tesis Yönetimi Derneği (International Facility Management Association)'nin kuruluşunun gerçekleştiği ve tesis yönetimi konusunda önemli adımların atıldığı bir yıl olarak görülmektedir. 1980'lerdeki kuruluşundan itibaren Uluslararası Tesis Yönetimi Derneği o yıllarda henüz tanımlanmamış ve temsil

edilmemiş bir meslekten saygın bir küresel endüstriye dönüşmesi boyunca tesis yönetimine rehberlik ettiği görülmüştür (Tanrıvermiş 2019).

"Tesis yönetimi" teriminin kökenleri, bilgisayar teknolojisi ve ağ yönetimi konusunda uzmanlaşmış Amerikalı girişimci Ross Perot'un çabalarına dayanmaktadır. Başlangıçta Electronic Data Systems (EDS) bağlamında kullanılan bu kavram, hızla daha geniş bir kapsam kazanarak çeşitli ofis ve bina yönetim ihtiyaçlarını da kapsayacak şekilde gelişmiştir. Bu genişletilmiş yaklaşım, teknik yönlerin yanı sıra insan kaynakları, yasal yükümlülükler ve mali hususların karmaşık etkileşimlerini de içeren kapsamlı çözümleri dahil etme olanağı sağlamıştır (Yurdakul 2019).

1970'lerin başındaki enerji krizine verilen yanıt olarak, maliyetlerin azaltılması giderek artan bir öneme sahip olmuştur. 1979 yılında, ünlü ofis malzemeleri üreticisi Herman Miller, çeşitli mülk danışmanlarını, ofis kullanıcılarını ve bina paydaşlarını bir araya getirerek Tesis Yönetim Enstitüsü'nün (FMI) kurulmasına önemli katkılar sağlamıştır. Bu, tesis yönetiminin endüstride temsil edilmesi ve gelişimi açısından önemli bir dönüm noktası teşkil etmiştir (Tanrıvermiş 2019).

1980 yılı Mayıs ayında, George Graves tarafından düzenlenen bir toplantı, ABD'nin Teksas eyaletindeki Houston'da gerçekleştirilmiştir. Bu toplantıda, Ulusal Tesis Yönetimi Derneği (NFMA) için resmi bir organizasyon temeli atılmıştır. Toplantı sonucunda, dernek için bir anayasa, tüzük ve geçici görevli bir yönetim oluşturulmuş ve genişleme planları yapılmıştır. Ekim 1980'de gerçekleştirilen ilk NFMA toplantısına 47 kişi katılmış ve bunlardan 25'i derneğin doğrudan üyesi olmuştur. Houston'daki katılımcılar, derneğin ilk bölümünü oluşturma ve ikinci yıllık ulusal konferansa ev sahipliği yapma taahhüdünü üstlenmişlerdir (Kaya 2023).

1982 yılında, NFMA tarihinde önemli bir gelişme yaşanmış ve dernek Toronto Bölümü'nde bir kanun çıkararak Uluslararası Tesis Yönetimi Derneği ismini almıştır. Bu değişiklik, sadece kuruluşun küresel varlığını yansıtmakla kalmamış, aynı zamanda tesis yönetiminde uluslararası bir lider olarak hizmet etme hedefini de ortaya koymuştur. Ann Arbor, Michigan merkezli olarak kurulan IFMA, tesis yönetimi alanında güçlü bir itici

güç olarak konumunu sağlamlaştırmıştır. 1982 yılında, 400'den fazla üyenin ihtiyaçlarını karşılamak için iki personelden oluşan özel bir ekip oluşturulmuş, bu da derneğin profesyonel gelişim ve büyüme konusundaki kararlılığını göstermiştir.1984 yılında, IFMA ofisini Houston, Texas'a taşımış, bu hareket derneğe gelişmiş bir varlık ve üyelerle daha yakın işbirliği fırsatları sağlamıştır (Erentürk 2016).

Eğitimin önemini vurgulayan IFMA, 1985 yılında bir Eğitim Komitesi kurmuştur. Bu komite, eğitim kurumları ve profesyoneller için bilgi ve uzmanlık sağlama konusunda önemli bir rol oynamış ve tesis yönetiminin geleceğini şekillendirmiştir. 1986'da IFMA, tesis yönetimine ilişkin ilk resmi bildirisini yayınlamış ve bu belge, mesleğin tanımlanmasını ve IFMA'nın tesis yönetimi alanındaki konumunu netleştirmeyi amaçlamıştır. Bu bildirge, endüstri standartlarının belirlenmesine ve açık rehberlik sağlanmasına katkıda bulunarak IFMA'nın tesis yönetiminin profesyonelleşmesine ve tanınmasına önemli ölçüde destek olmuştur (Tanrıvermiş 2019).

IFMA'nın genel merkezinin taşınması, eğitim girişimleri ve resmi açıklamalar gibi önemli gelişmeler, derneği küresel tesis yönetimi liderliği açısından ön sıralara taşımıştır. Profesyonel gelişim, bilgi paylaşımı ve endüstri standartlarına bağlılık, IFMA'nın tesis yönetimi uygulamalarını geliştirmeye adanmış önde gelen uluslararası kuruluş olarak konumunu güçlendirmiştir (Deniz 2019). 1990'larda IFMA, sektörde eğitimli tesis yönetimi profesyonellerinin sayısını artırma gereğini fark etmiş ve bu doğrultuda kapsamlı eğitim ve beceri geliştirme programları başlatmıştır. Bu dönemde modern bilgisayarların tesislere entegrasyonu, sektörde büyük bir değişime yol açmıştır. Bilgi teknolojilerinin ilerlemesi, enerji yönetimi, performans takibi, iş emri yönetimi ve otomasyon gibi görevlerde bilgisayar destekli tesis yönetim yazılımlarının kullanımını artırmıştır. Ayrıca, mekansal planlama, enerji yönetimi, varlık yönetimi, gayrimenkul yönetimi ve sözleşme yönetimi gibi yeni odak alanları ortaya çıkmıştır. Bu gelişmeler, klasik tesis yönetiminin evrimini işaret etmektedir (Yurdakul 2019).

2000'li yıllarda, klasik tesis yönetimi anlayışının yerini alan Toplam Tesis Yönetimi kavramı ön plana çıkmıştır. Bu yeni bakış açısı, temel tesis ihtiyaçlarının ötesinde iş süreçlerinin entegrasyonunu vurgulamaktadır (Deniz 2019). Dış kaynak kullanımı,

bordro, insan kaynakları, finans gibi işlevleri kapsayacak şekilde genişlemiş ve atık yönetimi de bu dönemde önemli bir yer edinmiştir. Son yıllarda, tesis yönetimi alanı bütünsel ve dinamik bir yapıya evrilmiştir. İşletmeler ve kuruluşlar, kâr amacı odaklı olmadan, destek hizmetlerini kapsayan bir yaklaşım benimsemiştir (Erentürk 2016). Bu dönemde işyeri yönetimi, değişim yönetimi, sürdürülebilirlik, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı, karbon salınımını azaltma çabaları, akıllı bina yönetimi, risk azaltma, teknoloji yönetimi ve müşteri deneyimi gibi alanlar üzerinde yoğunlaşılmıştır. Tesis yöneticileri, operasyonel verimliliği optimize etmek ve kuruluşlarına daha fazla değer katmak amacıyla bu yeni kavramları benimsemek zorunda kalmaktadır (Kaya 2023).

2.3 Tesis Yönetiminin Amaç ve Kapsamı

Tesis yönetimi, ilk dönemlerde yalnızca bina yönetimi, temizlik, güvenlik ve teknik destek gibi hizmetlerin organizasyonu ile sınırlıyken, son yıllarda bilgi teknolojileri sayesinde kapsamını genişletmiş ve gayrimenkul sektörüne entegre olarak karma projeler ve çok fonksiyonlu tesislerde farklı iş kollarında faaliyet göstermeye başlamıştır. Tesis yönetiminin kapsam olarak benimsediği ve bünyesine dahil ettiği konular zaman, mekân gibi değişkenlere göre farklılık göstermektedir (Yurdakul 2019). Her tesisin faaliyet göstermeye başlamadan önce ve başladıktan sonra kendine özgü bir yapısı, amacı, işlevi ve karakteri ortaya çıkmaktadır. Tesislerin bu derece birbirinden farklı özelliklere sahip oluşu da tesis yönetiminin kapsamının çok genişlemiş ve pek çok farklı alandan uzmanın bünyesinde barındırmasıdır. İnsan ihtiyaçlarının değişim göstermesi gibi tesislerde zamanla kendi yapısını ve ihtiyaçlarını değiştirmeye başlamıştır. Gerçekleşen bu değişimlerde tesis yönetiminin kapsamını günden güne genişletmekte ve derinleştirmektedir (Tanrıvermiş 2019).

Tesis yönetiminin kapsamı dört ana öğe oluşturmaktadır. Bunları finansal yönetim, alan yönetimi, operasyon yönetimi ve davranış yönetimi olarak sıralanabilmektedir. Tesis yönetimi esas olarak tesisin kullanıcıları veya müşterilerinin mevcut ihtiyaçlara yönelik hizmet vermeyi amaçlar. Fakat sadece ihtiyaca yönelik hizmet vermesinin ötesinde bunu en etkili ve sürdürülebilir şekilde gerçekleştirmek de tesis yönetiminin esas amaçlarından

sayılabilmektedir (Deniz 2019). Tesis yönetimi kullanıldığı tesislere organizasyon bakımından kolaylık sağlamasının yanı sıra o tesisin pazardaki rekabeti konusunda da büyük katkı sağlamaktadır. Tesis yönetimini kullanan tesisler asli işlerine odaklandıkları için kendi iş kollarında daha başarılı olabilecekler ve bu da onlara büyük bir rekabet avantajı sağlayacaktır. Tesis yönetim şirketlerinin, tesis yöneticilerinin bir diğer önemli amacı da kullanıldığı şirketi daha profesyonel kılacak rekabet avantajları sağlamaktır (Karakuş 2015).

Tesis yönetimi kapsam olarak günümüzde hala gelişim göstermektedir. Kullanılacak olduğu tesisin ihtiyaçlarına göre tesis yönetiminin uzmanlaşacakları alanlar geliştirilmektedir (Yurdakul 2019). Tesis yönetiminin kullanıcılar ve şirketler bakımından tek bir amacı yoktur. Tesisin kendisine, ihtiyaçlarına, fonksiyonlarına göre yönetim hizmetlerinin amacı da çeşitlilik göstermektedir. Tesis yönetiminin iki temel amacı bulunmaktadır. İlk temel amaç, örgüt kültürünün ve verimliliğin en üst düzeylerde sağlanmasıdır. Tesis yönetimi hizmeti alanlar ile tesis yönetimi doğrudan bir ilişki içerisindedir ve birbirlerinin organizasyon yapılarına uyumlu bir şekilde faaliyet göstermeye çalışmaktadır. Tesis yönetimi bu hizmetten yararlanmak isteyenlerin istekleri doğrultusunda pek çok olanak sağlamakta ve bu olanakların yürütülüp sürdürülebilir kılınması noktasında iş birlikleri oluşturarak tesisin amaç ve isteklerine ilerleme yolunda birlikte hareket etmektedir (Deniz 2019). İkinci temel amaç ise; tesis yönetimi ve bu yönetim hizmetinden yararlananların oluşturulan iş birliği ile birlikte oluşan ortak ekonomik anlayışı ve profesyonellik gücünü piyasadaki rekabette öne çıkan ve hız kazanan bir oluşum haline getirmektir. Bu amaç da tesis yönetiminin uzun vadede hizmet almak isteyen tesislere profesyonel destek sunması ve maliyetleri düşürerek uygun bir ekonomik ortam sunacağının göstergesi olmaktadır. Değişen ihtiyaçlar, artan rekabet ortamı, iş yaşamının gereksinimlerinin çeşitlilik göstermesi de bu konuda profesyonel bir yönetim ihtiyacının gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Tüm bunların sonucunda da son yıllarda gayrimenkuller fiziksel olarak var olan ve sadece temel ihtiyaçları karşılayan yapılardan ziyade kullananların pek çok amacına hizmet ederek onlara en uygun hizmetleri sunabilen canlı bir oluşuma dönüştürülmesi zorunluluğu gündeme gelmeye başlamıştır (Erentürk 2018).

Küreselleşme ile birlikte piyasalarda etkililiğini artıran rekabet faktörü, yüksek kâr oranları ile verimli faaliyet gösteren şirketleri bile daha fazla verimlilik elde etmek amacıyla ek çabalar sarf etmeye zorlamıştır. Firmalar sadece bugünün rekabet ortamından değil gelecekte de karşılaşacağı rekabet ortamına hazır olmak için çalışmalar başlatmıştır. Tüm bu amaçlar doğrultusunda yapılan çalışmalar şirketleri gelecekteki rekabet ortamında da etkin faaliyet gösterebilmek için tesis yönetimi hizmetinden faydalanmaya yönlendirmekte ve tesis yönetiminin önemi gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır (Tanrıvermiş 2019).

Tesis yönetiminin en önemli hedeflerinden biri, tesisin faaliyete geçiş aşamasından itibaren maliyetlerin düşürülmesi ve sürekli olarak denetlenmesi olarak görülmektedir. Bu strateji, tesisin işletme sürecinde ortaya çıkabilecek maliyetlerin önceden tahmin edilmesini ve kontrol altına alınmasını sağlamaktadır. Böylece, beklenmedik maliyet sorunlarıyla karşılaşılmadan etkili bir yönetim gerçekleştirilmektedir. Tesis yönetiminin bir diğer önemli amacı, geçmiş yıllara ait bütçe bilgilerine erişim sağlamak ve bu veriler ışığında gelecekteki bütçeleri gerçekçi bir şekilde oluşturmaktır. Bu bilgi, tesislerin mali planlamalarını daha sağlam temellere dayandırarak, finansal stratejilerini daha isabetli bir şekilde belirlemelerine yardımcı olmaktadır (Karakuş 2015).

Ayrıca, tesislerde kullanılan cihazların ortak bir envanterde toplanması, olası durumlara karşı önlem alınmasını ve tesisin farklı birimleri arasında koordinasyon sağlanarak iş akışının kolaylaştırılmasını hedeflemektedir (Deniz 2019). Ortak envanter, cihazların yönetimi ve bakım süreçlerinin daha etkili bir şekilde yürütülmesini sağlamaktadır. Tesis yönetiminin bir diğer amacı, tesis bünyesindeki çalışanların ve kullanılan materyallerin optimize edilmesini sağlamaktır. Bu optimizasyon, tesisin gelecekteki yönetsel kararlarını eksiksiz bilgiye dayanarak belirlemesine ve olası senaryolara karşı yeni planlar geliştirmesine olanak tanımaktadır. Bu süreç, tesis yönetiminin stratejik düşünme yeteneğini ve yaratıcılığını da ortaya koymaktadır. Organizasyon yapısındaki departmanlar ve birimler arasındaki faaliyetlerin gözlemlenmesi, bilgi eksikliğinden kaynaklanabilecek sorunları önlemek açısından kritik öneme sahip olmaktadır. Bu gözlem, bilgi akışının etkin bir şekilde sağlanmasına ve departmanlar arası koordinasyonun güçlendirilmesine katkıda bulunmaktadır (Tanrıvermiş 2019).

Bir diğer önemli husus ise tesisin fiziksel konum değişiklikleri veya taşınmalarının uyum içerisinde gerçekleştirilmesidir. Bu süreç, iletişim eksikliklerini önleyerek tesisin sorunsuz bir şekilde taşınmasını ve organizasyon yapısının bozulmamasını sağlamaktadır. Personel yönetimi de tesis yönetiminin önemli bir parçasıdır. Personelin kontrolü ve performans takibinin etkin bir şekilde yapılması, tesisin verimliliğini artırmaya yönelik stratejilerin oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. Bu süreç, personelin başarılarının doğru bir şekilde analiz edilmesini ve yönetilmesini sağlamaktadır (Yurdakul 2019).

Teknolojinin rolü, tesis yönetiminin modernleşmesinde büyük bir önem taşımaktadır. Envanterlerin dijital ortama aktarılması, denetim ve takip süreçlerinin daha kolay ve verimli bir şekilde yürütülmesini sağlamaktadır (Memiş 2018). Teknolojik yenilikler, tesis yönetiminin etkinliğini artırır ve bilgi akışını hızlandırmaktadır. Son olarak, tesis yönetiminin esnekliği, organizasyon içindeki değişen şartlara uyum sağlamayı mümkün kılmaktadır. Bu esneklik, tesisin ihtiyaçlara uygun şekilde hareket etmesini ve değişen koşullara adapte olmasını sağlamaktadır. Bu uyum, tesislerin rekabetçi ortamda başarılı bir şekilde varlıklarını sürdürmelerine ve uzmanlık alanlarına odaklanmalarına olanak tanımaktadır (Erentürk 2016).

Bu hedefler, tesis yönetiminin kurum ve kuruluşlar için neden bu kadar gerekli olduğunu, tesislerin etkili bir şekilde yönetilmesinin zorluklarını ve destek almadan yapılan yönetim çabalarının verimsizliği ve odaklanma sorunlarını nasıl beraberinde getirebileceğini açıkça ortaya koymaktadır. Tesis yönetimi, sadece tesislerin verimli işletilmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda tesislerin uzmanlık alanlarına odaklanmalarına ve uzun vadeli başarılarını güvence altına almalarına da yardımcı olmaktadır (Tanrıvermiş 2019).

2.4 Tesis Yönetim Firmalarının Sağladığı Hizmetler

Tesis yönetimi firmaları, apartmanlar, rezidanslar, siteler ve oteller gibi çeşitli yapılar için çok sayıda hizmet sunmaktadır. Bu hizmetler, müşterinin ihtiyaçlarına göre şekillenen birçok alt birimi içermektedir. Müşteriler bu hizmetlerden istediklerini seçebilmektedir. Temel hizmetler genellikle zorunlu olup, destek hizmetleri ise isteğe bağlı olarak

değişiklik gösterebilmektedir. Tüm bu hizmetlerin birleşimi "Entegre Hizmet Çözümleri" olarak adlandırılabilmektedir. Güvenlik hizmetleri, temizlik hizmetleri, enerji yönetimi, teknik bakım hizmetleri, yönetim ve ofis destek hizmetleri, bahçe bakımı, peyzaj düzenlemesi ve ilaçlama hizmetleri ile concierge hizmetleri tesis yönetim firmalarının sağlamış oldukları hizmetler arasında görülmektedir (İlgen 2015).

Güvenlik hizmetleri, tesislerin güvenliğini sağlamak için kritik bir role sahiptir. Bu hizmetler, tesis yönetim firması tarafından veya alt işveren aracılığıyla sunulabilmektedir. Ancak hizmeti sağlayacak firmanın gerekli izinlere sahip olması ve personelin özel güvenlik sertifikasına sahip olması gerekmektedir. Güvenlik personeli, işe başlamadan önce ilgili eğitimleri alarak göreve hazır hale gelmektedir (Yurdakul 2019).

Temizlik hizmetleri, yapıların ortak alanları ve sosyal yaşam alanlarının hijyenik bir şekilde korunmasını hedeflemektedir. Yönetim firmaları, temizlik için kendi personelini kullanabileceği gibi dış kaynaklardan da faydalanabilmektedir. Kimyasalların doğru kullanımı ve yüzeylerin dezenfekte edilmesi önem arz etmekte ve personelin bu konudaki eğitimlerinin sürekli güncellenmesi gerekmektedir. Enerji yönetimi, son yıllarda azalan kaynaklar ve artan maliyetler nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Kurumsal firmalar, enerji tasarrufu sağlamak için sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir. Enerji yönetimi kapsamında enerji optimizasyonu, kayıpların önlenmesi, enerji ön etüdlerinin yapılması ve enerji tasarruf projelerinin uygulanması gibi birçok işlem gerçekleştirilmektedir. Doğru bir enerji yönetimi ile %5 ila %40 arasında tasarruf sağlanması mümkün olmaktadır. Ayrıca, toplum sağlığını korumak için enerji kaynaklarının dikkatli kullanılması gerekmektedir (İlgen 2015)

Teknik bakım hizmetleri ise, tesisin büyüklüğüne ve mekanik sisteminin yapısına göre değişiklik göstermektedir. Bu alanda uzman teknikerler veya mühendisler, 7/24 hizmet vererek tesisin ihtiyaç duyduğu teknik desteği sağlamaktadır. Özellikle akıllı binalar için gelişmiş bilgi ve deneyim gerekli görülmektedir. Yönetim ve ofis destek hizmetleri, tesislerin ve içindeki demirbaşların etkin bir şekilde yönetilmesi amacıyla sunulmaktadır. Yönetim firmaları, yıllık bütçelerin hazırlanması, aidatların toplanması, hukuki işlemlerin yürütülmesi gibi konularda sorumluluk taşımaktadır. Ayrıca, tesis içinde çalışan

personelin seçimi, iş güvencesi ve eğitim süreçleri de bu hizmetler arasında yer almaktadır (Yurdakul 2019).

Bahçe bakımı, peyzaj düzenlemesi ve ilaçlama hizmetleri inşaat firması tarafından tamamlandıktan sonra düzenli olarak yürütülmesi gerekmektedir. Bu hizmetlerin sıklığı mevsimsel değişiklikler gösterebilmektedir, ancak aksatılmadan uygulanması gerekli görülmektedir. Havuz bakımı, tesislerdeki açık ve kapalı havuzların hijyeninin korunması için önemlidir. Havuz suyunun pH seviyesinin dengede tutulması, kullanıcı sağlığı açısından kritik bir nokta olmaktadır. Bakım yapılmayan havuzlar, çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Concierge hizmetleri, otellerden başlayarak lüks konut projelerine kadar geniş bir yelpazede sunulmaktadır. Bu hizmetler, danışma, vale, evcil hayvan bakımı gibi birçok konuyu kapsar ve yaşamı daha konforlu hale getirmektedir. Concierge hizmetleri, tesislerin değerini artırarak pazarlama avantajı sağlamaktadır (İlgen 2015).

2.5 Sektör Bazında Tesis Yönetimi

Organizasyonların çoğu diğer organizasyon yapılarından farklı, kendine özgü bir yapıya sahip olmaktadır. Tesis yönetimi alanında da bu durum gözlemlenebilmektedir. Tesis yöneticileri yönetim anlayışlarında bazı ortak yaklaşımlar gösterebilmektedirler; ancak esas dikkat edilmesi gereken nokta, organizasyon türüne göre yönetim anlayışının farklılık gösterebilmesidir. Tesis yönetimini kendi içinde barındıran önemli organizasyon türleri; kamu sektörü, eğitim tesisleri, özel sektör, uluslararası şirketler ve kâr amacı gütmeyen kuruluşlar olarak sıralanabilmektedir (Deniz 2019).

2.5.1 Kamu sektöründe tesis yönetimi

Kamu sektöründe faaliyet gösteren tesis yöneticilerinin sahip oldukları kaynaklar özel sektördeki tesis yöneticilerinin kaynakları ile kıyaslandığında çeşitlilik bakımından yetersizdir. Kamu sektöründe, bürokrasinin baskın faaliyet gösterdiği bir kültür vardır. Kamu sektöründe yapılan her faaliyet bir yönetmelik tarafından yönetilmektedir.

Bunların yanı sıra, kamu sektöründe bütçe kısıtlamaları, departmanlar arası işbirliğinin kolay olmaması gibi durumlarda tesis yönetimi alanında yapılacak herhangi bir eylem için zorluk oluşturmaktadır (Yurdakul 2019).

Kamu sektöründe tesis yönetiminde özellikle personel bulma ve tedarik temini alanlarında büyük zorluklar yaşanmaktadır. Kamu sektöründe tedarik alanında esnek olmayan yaklaşımlar bulunmaktadır. Yönetmelikler ile sınırlandırılmış olan tedarik süreçleri tesis yöneticisinin faaliyet alanını daraltmakta ve işini zorlaştırmaktadır. Kamu sektöründe tesis yönetiminde nitelikli işgücünün temin edilmesi konusunda da zorluklar yaşanmaktadır. Eğitimli ve tecrübeli çalışanların yönetime dahil olması için bürokratik süreç dahilinde kadro oluşturulması gerekmektedir. Nitelikli işgücü için bürokratik şartlarda bir kadro oluşturulması süreci de yönetim anlayışında zorluklar yaşatmaktadır. Esnek olmayan bu yönetim anlayışına çözüm olarak kamu sektöründeki tesis yönetimi anlayışında birçok alanda dış kaynağa yönelinmektedir. Kamu tesislerinin yönetimleri için dışardan profesyonel tesis yönetimi şirketleri ile sözleşmeler yapılmaktadır. Kamu sektöründe yapılan her faaliyet bir yönetmelik tarafından yönetilmekte olduğu için kamu sektöründeki tesis yöneticisinin bürokrasiye hakim ve hukuki bilgi seviyesinin yüksek olması gerekmektedir (Deniz 2019).

2.5.2 Özel sektörde tesis yönetimi

Kamu sektöründe tesis yönetiminde yönetmelikler ile sınırlandırılmış esnek olmayan bir anlayış hâkim olsa da özel sektörde tesis yönetiminde daha esnek bir anlayış vardır. Özel şirketlerin her biri birbirlerinden farklı kurumsal kültüre sahiptir. Özel sektörün tüm birim ve personelleri ürün ve hizmet odaklı bir anlayış içerisindedir. Tesis maliyetlerinin en yüksek maliyetlerden olması sebebiyle özel sektör tesis yöneticilerine maliyetleri azaltma konusunda baskı oluşturabilmektedir (Deniz 2019). Özel sektörde kuruluşlar daha fazla kar elde etme amaçlı politikalar izlediği için yöneticiler organizasyonların verimli ve etkin bir şekilde faaliyet göstermelerini beklemektedir. Özel sektörde kamu sektöründe görülen bürokrasinin etkisi daha azdır ve bu sebeple özel sektördeki ortaklıklar, ilişkiler ve anlaşmalar daha hızlı ve etkili yapılabilmektedir. Özel sektörde tesis yöneticileri tesisin tasarımının verimi artırabileceği düşüncesi ile hareket ettikleri için tasarım özel

sektör için çok önemli bir aşama olmaktadır. Özel sektörde bütçelerin optimize edilmesi her zaman büyük önem arz etmektedir. Bütçelerin optimize edilmesi tesis yönetimi alanında da aynı şekilde önemli görülmektedir. Özel sektörde bütçe optimizasyonu ne kadar başarılı olursa tesis yönetiminin başarısı da aynı şekilde yüksek olur düşüncesi hakim olmaktadır (Erentürk 2016).

İletişim özel sektörün her departmanında önem arz eden ve şirketin başarılı faaliyet gösterebilmesi için gerekli olan temel unsurlardan biridir. Bu sebeple özel sektör tesis yöneticisinin de iletişimi kuvvetli bireyler olmalıdır. Tesis yönetimi organizasyonunun başarısı genellikle iletişim yeteneği olan yöneticiler sayesinde olmaktadır. Tesis yöneticilerinin iyi iletişimci olmalarının yanı sıra finansal yetenekleri olan, maliyet bilincine sahip, hizmet odaklı faaliyet göstermeleri beklenmektedir. Özel sektör son zamanlarda tesis yönetiminde dış kaynak kullanımını yaygınlaştırmaya başlamıştır. Tesis yönetimi alanında ihtiyaç duyulan tüm kadro ihtiyacı dış kaynak aracılığı ile temin edilmektedir. Bu kadar yaygınlık gösteren dış kaynak kullanımı ilerde tesis içerisinde oluşabilecek sıkıntıları önleyerek hizmet kalitesinin devamlı bir şekilde korunmasını sağlamaktadır (Deniz 2019).

Tesis yöneticilerinin uluslararası şirketlerdeki faaliyet gösterme oranı her geçen gün artmaktadır. Çok kültürlü ve uluslararası faaliyet gösteren organizasyonlarda tesis yönetimi diğer organizasyon yapılarından farklı anlayışlara sahiptir (İlgen 2015). Bazı organizasyon yapılarında verilen kararlar devamlı bir şekilde gözden geçirilmektedir ve bu organizasyon yapıları önerilere her zaman açık fikirli bir anlayış göstermektedirler. Uluslararası faaliyet gösteren şirketler sadece gelişmiş ekonomilere sahip ülkelerde değil gelişmekte olan ekonomilere sahip ülkelerde de tesis açmaktadırlar. Bu durum tesis yönetiminde tedarik ve lojistik anlamında belli başlı sıkıntılara da yol açabilmektedir. Bazı departmanlarda kaliteli bir hizmet almak için düşünülen rakamın çok daha üzerinde bir rakamla ödeme yapma zorunluluğu ile karşılaşılabilmektedir. Bu gibi durumlarda profesyonel ve teknik becerilere sahip olan çalışanlara ihtiyaç duyulmaktadır fakat bu yetkinliklere sahip çalışan temini de kolay olmamaktadır (Deniz 2019).

2.5.3 Eğitim sektöründe tesis yönetimi

Eğitim tesisleri kamu ve özel olarak ikiye ayrılmaktadır. Her iki eğitim tesisinde de kamu sektöründeki tesis yönetimine benzer bir yapı ve anlayış hakim olmaktadır. Yapı ve anlayış bakımından hakim olan bu benzerliğin sebebi eğitim tesislerinin büyüklüğü ve çeşitliliğinin kamu tesislerinin büyüklüğü ve çeşitliliği ile benzerlik göstermesinden kaynaklanmaktadır (Yurdakul 2019). Üniversitelerde tesis yöneticileri kaynak temini ve kaynakların doğru kullanımı gibi konularda alacağı kararlarda teknik bilgiye sahip olmasının yanı sıra alacağı kararların akademik anlayışa uygun olması için de bir akademik statüye sahip olması da beklenmektedir. Geniş alana yayılmış bir kampüs imkanına sahip eğitim tesislerinde, bina ve sistemler çeşitlilik göstermektedirler. Özellikle üniversitelerde kampüs içerisine bulunan her tesis birbirinden farklıdır. Pek çok üniversite kendi bünyesindeki birbirinden farklı tesisleri etkin bir şekilde yönetememektedir. Eğitim tesislerinde yönetim alanında yaşanan bu zorluklar profesyonel tesis yönetimine olan ihtiyacı artırmaktadır. Yükseköğretim kurumlarının pek çoğu daha etkili bir tesis yönetimi için iç ve dış kaynakları birlikte kullanmaktadır. İç kaynak anlamında kadrolu ve tecrübeli personeller bulunurken güvenlik, bahçe bakımı ve temizlik gibi alanlarda dış kaynaklardan yararlanılmaktadır (Deniz 2019).

2.5.4 Kâr amacı gütmeyen kuruluşlarda tesis yönetimi

Kâr amacı gütmeyen kuruluşların bütçe durumları düzensiz olmakta ve sınırlı kalmaktadır. Bu organizasyondaki tesis yöneticilerinin sayısı artıkça genel olarak tesis yönetimi alanı da profesyonelliklerini arttıracak ve büyüme gösterecektir (Yurdakul 2019). Kâr amacı gütmeyen kuruluşlardaki tesis yöneticileri, diğer organizasyonlardaki tesis yöneticilerinden daha ikna edici karakterde olmalıdır. Bunun sebebi bu kuruluşların bütçe durumlarının düzensiz ve sınırlı olmasından dolayı bağışçılara ve gönüllülere oldukça ihtiyaç duymaktadır. Bu bireyleri de genellikle ikna kabiliyeti yüksek tesis yöneticilerinin ortak bir amaç uğruna bir araya getirmesi beklenmektedir. Fon toplama becerisine sahip olan tesis yöneticilerinin kâr amacı gütmeyen kuruluşlardaki etkisi oldukça büyük olmaktadır (İlgen 2015).

Merkezi hakimiyet anlayışı çok olmayan dernekler gibi organizasyonlarda, tesis yöneticilerinin çok girişimci karakterde olmaları beklenmektedir. Girişimci yönleriyle öne çıkan bu tesis yöneticileri diğer tesis yöneticilerinden farklılık göstermektedir. Bir tesisin etkin yönetimi, organizasyonun kültürünün, müşteri ihtiyaçlarının ve beklentilerinin derinlemesine anlaşılmasını gerektirmektedir. Organizasyonun dinamiklerini ve işleyişini kavrayarak, tesis yönetimi, operasyonlarını bu anlayış doğrultusunda uyarlayabilir. Bu, tesisin tüm süreçlerinin ve stratejilerinin organizasyonun özel gereksinimlerine göre optimize edilmesini sağlamaktadır (Deniz 2019).

2.5.5 Sağlık sektöründe tesis yönetimi

Sağlık tesislerinin etkin yönetimi, mevcut duruma sağlık hizmetlerinin kalitesini doğrudan etkileyen en önemli unsurlardan biri olmaktadır. Sağlık tesisleri, yalnızca tıbbi hizmetlerin sunulduğu alanlar olmanın ötesinde, hastaların güvenli ve sağlıklı bir ortamda tedavi edilmesini sağlayacak bir altyapıya ihtiyaç duymaktadır. Bu bağlamda, tesis yönetimi, sağlık hizmetlerinin verimli bir şekilde sunulabilmesi için kritik bir rol oynamaktadır. Sağlık tesislerinde tesis yönetimi, fiziksel altyapının bakımından güvenliğin sağlanmasına, hasta yemekleri ve temizlik hizmetlerinden enerji yönetimine kadar geniş bir yelpazede hizmet sunmaktadır (Terzioğlu 2023).

Tesis yönetiminin en önemli hedeflerinden biri, sağlık hizmetleri sunumunun kesintisiz ve en yüksek standartlarda sürdürülmesini sağlamaktır. Bu süreç, hastaların tedavi edileceği ortamın temiz, güvenli, rahat ve hijyenik olmasını gerektirmektedir. Ayrıca, sağlık tesislerinde sunulan hizmetlerin etkinliğini artırmak için teknolojik altyapıların doğru bir şekilde yönetilmesi, enerjinin verimli kullanılması ve bakım hizmetlerinin zamanında yapılması büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, sağlık tesislerinde yapılan her tür hizmet, klinik faaliyetlerin başarılı bir şekilde gerçekleşebilmesi için destekleyici bir rol üstlenmektedir (Karakuş 2015).

Sağlık tesislerinin yönetiminde "hasta merkezli bakım" modeli, tüm hizmetlerin hastaların ihtiyaçlarına göre şekillendirilmesini öngörmektedir. Bu modelde, tesis

yönetimi yalnızca sağlık hizmetlerinin altyapı desteklerini sunmak dışında, aynı zamanda bu hizmetlerin hastalar için en uygun şekilde sunulabilmesi için gerekli düzenlemeleri yapmaktadır. Sağlık tesislerinde çalışan personel, hastalar ve diğer paydaşlar (tedarikçiler vb.) ile sağlanan hizmetlerin entegrasyonu da tesis yönetiminin etkinliğini artıran faktör olarak öne çıkmaktadır. Sonuç olarak, sağlık tesislerinin yönetimi, yalnızca fiziksel yapının korunmasını ve sürdürülmesini değil, aynı zamanda hastaların tedavi sürecinin kalitesini doğrudan etkileyen bir dizi faktörün yönetimini de içermektedir. Bu bağlamda, tesis yönetimi, sağlık hizmetlerinin başarısında kritik bir unsur olup, sağlık tesislerinin sürdürülebilirliği ve verimliliği açısından temel bir rol oynamaktadır (Terzioğlu 2023).

Hizmet gereksinimlerinin ve hedeflerinin anlaşılması, tesis yönetiminin bir diğer temel unsuru olarak öne çıkmaktadır. Tesis yönetimi, sunulan hizmetlerin gereksinimlerini doğru bir şekilde belirlemeli ve bu doğrultuda planlamalar yapması gerekmektedir. Bu, hem hizmet kalitesini hem de tesisin genel verimliliğini doğrudan etkileyen bir faktör olmaktadır. Paydaşlar arasında etkili hizmet aracılığı, tesis yönetiminin başarısı için kritik bir strateji olarak değerlendirilmektedir. Tesis yönetimi, paydaşlar arasındaki etkili iletişim ve işbirliğini sağlamak suretiyle, tesisin amaçlarına ulaşmayı hedeflemektedir. Bu strateji, tesisin işleyişini desteklemekte ve paydaşlar arasındaki koordinasyonu artırmaktadır (Vurğun Çelikel 2021).

Dış kaynak yönetimi, tesis yönetiminin önemli unsurlarından biri olarak kabul edilmektedir. Dış kaynak kullanımının etkin bir şekilde yönetilmesi, tesisin işlevselliğini ve performansını artırmaktadır. Bu, dış kaynak sağlayıcılarıyla olan ilişkilerin ve işbirliklerinin etkin bir şekilde yönetilmesini içermektedir. Risk yönetimi, tesisin geleceğini korumak için etkili bir stratejiyi gerektirmektedir. Tesis yönetimi, potansiyel riskleri belirleyerek ve bu risklere karşı stratejiler geliştirerek, tesisin sürdürülebilirliğini sağlamayı hedeflemektedir. Bu yaklaşım, olası risklerin etkilerini minimize etmeye yönelik proaktif bir tutum yansıtmaktadır (Erentürk 2016).

İzleme standartlarının benimsenmesi, tesis yönetiminin hizmetlerin etkin bir şekilde izlenmesini sağlamaktadır. Belirli standartların uygulanması, hizmetlerin kalitesini ve performansını düzenli olarak izlemek için kritik bir rol oynamaktadır.Yüklenici yönetimi

ve performans izleme, tesis yönetiminin kritik unsurlarından olmaktadır. Yüklenicilerin etkili bir şekilde yönetilmesi ve performanslarının düzenli olarak izlenmesi, tesisin operasyonel başarısını doğrudan etkilemektedir. Bu süreç, yüklenicilerin performansını değerlendirmeyi ve gerekli iyileştirmeleri yapmayı içermektedir (Deniz 2019).

Servis performansının düzenli olarak sınanması, tesislerin sunduğu hizmetlerin kalite standartlarını korumak için önemlidir. Performans sınamaları, hizmetlerin kalitesini değerlendirmek ve sürekli iyileştirmek için kullanılmaktadır. Kullanıcı memnuniyeti ölçümü, tesis yönetiminin sürekli iyileştirme süreçlerinin bir parçası olarak değerlendirilmektedir. Kullanıcıların hizmetlerden memnuniyet seviyelerinin ölçülmesi, tesisin hizmet kalitesini artırmaya yönelik önemli geri bildirimler sağlamaktadır (Vurğun Çelikel 2021).

Yönetim raporları, tesis yönetiminin performansı ve hizmet kalitesi hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Bu raporlar, karar alıcıları bilgilendirmek ve tesisin genel yönetimini desteklemek için kullanılmaktadır. Servis seviyelerinin düzenli olarak gözden geçirilmesi, değişen ihtiyaçlara uyum sağlamak için gerekli olmaktadır. Bu süreç, tesisin hizmet seviyelerini güncel tutarak, müşteri beklentilerini karşılamayı hedeflemektedir (Deniz 2019). Teslimat stratejilerinin geliştirilmesi, hizmetlerin etkili bir şekilde sunulabilmesi için stratejik planların oluşturulmasını içermektedir. Hizmet sağlayıcılarıyla işbirliği içinde geliştirilen bu stratejiler, hizmetlerin kalitesini ve verimliliğini artırmaktadır (Karakuş 2015).

Değişikliklerin kabul edilmesi, servis sağlayıcılarıyla olan ilişkilerde esneklik ve adaptasyon sağlar. Servis gereksinimlerindeki değişikliklerin açıkça kabul edilmesi, tesisin esnekliğini ve uyum yeteneğini güçlendirmektedir. Yeniden ihale yeteneğini koruma, tesis yönetiminin rekabet avantajını sürdürmesini sağlamaktadır. Gerektiğinde yeniden ihalelere katılabilme yeteneği, tesisin pazar rekabetindeki gücünü pekiştirmektedir (Memiş 2018).

Pazar analizi ve gelişmelerinin kavranması, tesis yönetiminin sektördeki değişikliklere uyum sağlamasını mümkün kılmaktadır. Pazar dinamiklerinin ve gelişmelerinin

anlaşılması, stratejik planlamayı destekler ve tesisin rekabet gücünü artırmaktadır. Stratejik planlama, tesisin uzun vadeli hedeflerine ulaşmasını yönlendiren bir süreçtir. Bu planlama, tesisin gelecekteki yönelimlerini ve stratejilerini belirlemektedir (Erentürk 2016).

Kamu fonlarının korunması, etik ve sorumlu mali yönetimin bir parçası olmaktadır. Kamu fonlarının etkin bir şekilde yönetilmesi, tesisin mali sürdürülebilirliğini sağlamaktadır. Eğitim ve beceri geliştirme, personelin yetkinlik seviyesini artırmak için sürekli olarak eğitim almasını gerektirmektedir (Deniz 2019). Bu eğitimler, tesisin genel performansını artırmak ve personelin profesyonel gelişimini desteklemek için önemli olmaktadır. Mesleki gelişimin teşvik edilmesi, personelin güncel kalmasını ve sürekli öğrenmeyi sürdürmesini sağlamaktadır. Bu, tesisin uzun vadeli başarısını destekleyen bir diğer önemli unsur olarak görülmektedir. Bu unsurlar, tesis yönetiminin başarısını ve etkinliğini artırmak için kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır. Bu unsurlar, tesisin genel yönetim stratejilerine ve operasyonel hedeflerine hizmet ederken, aynı zamanda tesislerin sürdürülebilirliğini ve performansını artırmayı amaçlamaktadır (Yurdakul 2019).

2.6 Bilgi Teknolojisi Kavramının Tanımı

Teknoloji ve bilimdeki gelişmelerin hızlı olması toplum yapılarını da etkilemektedir. Özellikle bilgisayar ve belli başlı akıllı teknolojilerin ortaya çıkarak günden güne gelişmelerini sürdürmeleriyle insanların ihtiyaç ve beklentileri de farklılaşmaya başlamaktadır (Anonim 2019). Farklılaşan bu ihtiyaç ve beklentiler de doğrudan insanların var olduğu toplumları etkilemektedir ve bilgi teknolojileri, verileri oluşturmak ve verilere erişmek için faydalanılan bir sistem olarak görülmektedir. İşlerin daha hızlı, sistemli ve etkili ilerlemesi amacıyla faaliyette bulunan bu sistemler, bilgiye dayalı olarak işlev göstermektedir. Bilgi teknolojileri kavramı 20. yüzyılın ortalarından itibaren insan hayatına girmiştir. İnsan hayatına girmeye başladıktan sonra hızla gelişmeye başlamış ve son yıllarda da gelişimini sürdürmektedir (Viegas 2024).

Bilgi teknolojileri, modern çağın vazgeçilmez unsurlarından biri olarak, bilgiyi toplama, işleme, iletme ve depolama süreçlerini kapsayan geniş bir yelpazeyi içermektedir. Bu

teknolojiler, çevrimiçi alışveriş, eğitim, sağlık hizmetleri, bankacılık ve sosyal etkileşimler gibi birçok alanda günlük yaşamı etkileyen unsurlar olarak işlev göstermektedir. Bilgi teknolojilerinin temel amacı, verilerin yönetimini ve paylaşımını daha etkili hale getirmek için bilgisayar sistemleri, yazılımlar ve ağların geliştirilmesi olarak öne çıkmaktadır. Mevcutta bilgi teknolojilerinin önemi, insanların kendi yöntemleriyle iş süreçlerini geliştirme fırsatına sahip olmalarıyla kendini göstermektedir. Bu alan, bireylerin yaratıcılıklarını artırarak daha üretken bir toplum oluşturmalarına olanak tanımaktadır. Bilgi teknolojileri daha önce erişilemeyen bilgilere ulaşmayı mümkün kılarak, çeşitli durumları fırsata çevirme imkanı sunmaktadır (Anonim 2019).

Bilgi teknolojilerinin sağladığı faydalar arasında, iletişimin kolaylaşması ve verimliliğin artması yer almaktadır. İnternet aracılığıyla insanlar, aileleri ve arkadaşlarıyla hızlı bir şekilde iletişim kurabilmekte; çevrimiçi bankacılık ve elektronik tablolar gibi araçlar sayesinde mali durumlarını yönetebilmektedir (Viegas 2024). Bu teknolojiler, ürün ve hizmetlerin zamanında ve etkili bir şekilde sunulmasını sağlarken, müşteri davranışlarının daha iyi anlaşılmasına da yardımcı olmaktadur. Böylece, işletmelere daha fazla satış yapma imkanı doğmaktadır. Ayrıca, bilgi teknolojileri sayesinde makine hatalarının önlenmesiyle büyük tasarruflar elde edilebilmektedir. Bu durum, şirketlerin mali durumlarının daha şeffaf olmasına ve kaynak tahsis planlarının daha iyi yapılmasına katkı sağlamaktadır (Danziger ve Andersen 2002).

Bilgi teknolojilerinin kullanım alanları oldukça çeşitlenmektedir. İşletme, eğitim, finans, sağlık hizmetleri ve güvenlik gibi birçok sektörde bu teknolojilerden yararlanılmaktadır. İşletmeler, farklı departmanların koordineli çalışmasını sağlamak ve müşteri davranışlarını analiz etmek için bilgi teknolojilerinden faydalanmaktadır (Anonim 2019). Eğitim alanında, özellikle Covid-19 pandemisinin getirdiği dijital dönüşümle birlikte, bilgi teknolojileri eğitim süreçlerini dönüştürmüştür. Bulut teknolojileri ve dijital araçlar, eğitimde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Finans sektörü, müşteri verilerinin güvenli bir şekilde saklanması ve işlenmesi konularında bilgi teknolojilerinden önemli ölçüde yararlanmaktadır. Mevcut durumda bankalar, bu teknolojiler sayesinde teknolojik şirketler haline dönüşmüştür. Sağlık hizmetlerinde de bilgi teknolojileri, doktorların hasta bilgilerine hızlı erişimini sağlamış ve hasta takibini kolaylaştırmıştır. Güvenlik alanında

ise, çevrimiçi işlemlerin daha güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesi mümkün hale gelmektedir (Anonim 2022). Nesnelerin entegrasyonu, gelişmiş güvenlik sistemlerinin kullanılmasını sağlar, böylece insanların yaşam kalitesi artırılmaktadır. İletişim alanındaki gelişmeler, küreselleşme sürecini hızlandırmış; bilgi, dünyanın dört bir yanından hızlı ve kolay bir şekilde paylaşılabilir hale gelmektedir. Bilgi teknolojileri yeni mesleklerin ortaya çıkmasına yol açarak, programcılar, donanım ve yazılım geliştiricileri gibi farklı alanlarda uzmanlaşmayı teşvik etmektedir. Bu teknolojilerin yaşamın her alanında sağladığı katkılar, bireylerin ve toplumların gelişimi için kritik bir öneme sahip olmaktadır (Viegas 2024).

2.7 Bilgi Teknolojisi Kavramının Kapsamı ve Gelişim Süreci

Bilgi teknolojilerinin 20. yüzyılın ortalarından itibaren insanların hayatlarına girmesi ve birlikte her geçen yıl gelişimini artırmaya devam etmiş ve pek çok alanda da gelişim sürecini hızlandırmıştır. Bilgi teknolojilerinden faydalanılmaya başlandıktan sonra verilere ulaşma ve takip etme konusunda büyük erişim kolaylıkları gözlemlenmeye başlanmıştır. Özellikle 1950'li yıllarda bilgi teknolojilerinin büyük bir parçası olan bilgisayarların iş hayatında aktif rol almasıyla zamanla iş yerlerindeki çalışan sayısında gözle görülür bir düşüş gerçekleşmeye başlamıştır. Bilgi teknolojilerinin gündeme gelmesinden önce insan gücüyle halledilmeye çalışılan işler zamanla bilgisayar destekli teknolojiler ile halledilmeye başlanmıştır. 1970'li yıllarda otomasyon kavramının ortaya çıkmasıyla da insan gücü önemini büyük oranda yitirmiş ve yerini bilgisayar destekli sistemlere bırakmıştır (Danziger ve Andersen 2002).

Bilgi teknolojilerinin 1970'li yıllarda önemini artırması ile birlikte de bilgiye verilen önem de artmaya başlamış ve bu gelişmeler bilgi işlem devrinin başlamasını sağlamıştır. Bilgi işlem devrini mikro ve ağ dönemi takip etmektedir. Bu iki dönemin sonrasında ise bilgi toplumu kavramı ortaya çıkmıştır. Önceki süreçlerde finansal açıdan önem arz etmeyen bilgi artık parasal değer kazanmaya o dönemlerde başlamıştır. Bilgi toplumu, bilgiyi yeni bir kazanç kaynağı olarak gören ve bilgiyi hayatlarının her döneminde faydaların en üstü olarak nitelendiren topluma verilen bir kavramdır. Bilgi teknolojileri kavramının yaygınlaşması ile birlikte şirketlerde bu alanların yönetimini üstlenecek

departman gereksinimi oluşmuştur. Bilgi işlem birimi bu gereksinimlere cevap vermek üzere kurulmuştur. Bilgi işlem birimi sanal düzlemde işlerin herhangi bir zorluk yaşanmadan hızlı bir şekilde tamamlanmasını sağlamıştır. Bilgi işlem birimi şirketlerin bilişim ve yazılım işlerini tamamlamak, oluşabilecek herhangi bir sorunda doğrudan müdahale ederek sorunları ortadan kaldırmak ve şirketin faaliyetlerini izleyerek analiz yapmakla yükümlüdür (Anonim 2022).

Bilgisayar destekli programlar ve yazılımların ortaya çıkmasından sonraki süreçte bilgi teknolojileri, mobil ve bulut teknolojileri gelişim göstermiştir. İlk dönemlerde, internetten faydalanabilmek için ev veya iş yeri gibi mekânlara ihtiyaç duyulmakta iken zamanla bir mekân gerekliliği kalmamış her yerde bağlanabilme kolaylığı oluşmuştur. Akıllı telefonların sürece dahil olmasıyla mobil teknolojiler de gelişmeye başlamıştır. Hızlı iletişim ve veri aktarımına hızlı uyum sağlayan kullanıcıların artan ve değişen talepleri doğrultusunda birçok yeni uygulama geliştirilmiştir. Oluşturulan veri üretimi sayesinde ise ülkenin gelişimine katkı sağlanmıştır. Bulut teknolojileri ise basit bir tanımla depolama sistemi olarak işlev göstermektedir (Danziger ve Andersen 2002). Genellikle kurumların bilgi işlem verileri bulut sistem içerisinde muhafaza edilmektedir. Böylelikle bulut teknolojisinden faydalanan kurumlar maliyet avantajları elde etmektedirler. Bulut teknolojisi sadece kurumlar için kullanılmasının ötesinde günlük yaşamda bilgisayarlardan akıllı telefonlara kadar pek çok cihazda kullanılmaktadır. Kullanıcılar fotoğraflarını ve belgelerini bulut teknolojisi içerisinde muhafaza edebilmekte ve bu verileri internette başka kullanıcılar veya birimlerle paylaşabilmektedirler. İnternet ortamında gerçekleştirilmeye çalışılan kamusal işlemlerin çoğunda güvenden kaynaklı birtakım sorunlar meydana gelmektedir. İşlemler sırasında oluşan güvensizlik ortamının ortadan kaldırılması için bilgi teknolojilerinden faydalanılmaya başlanmıştır (Anonim 2022).

Yukarda belirtilen bütün hususlar dikkate alınarak elektronik imza olarak tanımlanan bir yazılım geliştirilmiştir. Elektronik imza ile çoğu işlem hukuka uygun olarak güven içerisinde gerçekleşmeye başlamıştır. Kullanıcıların elleriyle attıkları imzalardaki hukuki yükümlülük, elektronik imzada da geçerlilik göstermektedir. Siber güvenlik, elektronik posta gibi kullanıcılara erişim kolaylıkları sağlayan, güvenlik risklerine karşı önlemler

alan ve kolay veri aktarımını sağlayan teknolojiler de bilgi teknolojileri kapsamında değerlendirilmektedir. Değişen dünya ve insan gereksinimleri bilgi teknolojilerini de doğrudan etkilemektedir. Bilgi teknolojileri, kullanıcı ihtiyaçları ve rahatlığı doğrultusunda talep edildikçe gelişmeye devam etmektedir (Anonim 2019).

3. TESİS YÖNETİMİNDE KULLANILAN BİLGİ TEKNOLOJİSİ SİSTEMLERİ

Tesis yönetimi, bir tesisin amacına uygun kullanılabilmesi için uygulanan yöntemleri içeren bir geleneği ifade etmektedir. Tesis yönetim sistemi oluşturulurken, öncelikle bileşenlerin tanımlanması gerekli olmaktadır. İnsan, çevre ve işlevsellik, tesis yönetimi sürecinde temel bileşenleri oluşturmaktadır. Bu bileşenler, sadece tesis yönetimi bağlamında değil, ofis veya şirket yönetiminde de önemlidir ve tesis yönetimi, daha büyük ölçekli bir yönetim şemasını içermektedir. Ancak tesis yönetimi sistemleri sadeleştirildiğinde, temelinde benzer bileşenler bulunmaktadır (Akdeniz 2023).

Tesis yönetimi yapısı hakkında farklı kaynaklar incelendiğinde veya insan, çevre ve işlevsellik kelimeleri bir aratıldığında, aynı şemanın paylaşıldığı görülmektedir. Yönetim aşamasında, bu üç öğenin etkileşimini sağlamak için bileşenlerin bağlayıcı unsurlarını tanımlamak ve doğru bir şekilde uygulamak önem teşkil etmektedir. Francis Becker, herhangi bir çalışma alanının planlama, tasarım ve yönetim aşamalarında yer alan bağlayıcı unsurları; kontrol, iletişim, çevresel değişim süreçleri, işlevsellik ve uluslararası etkiler olmak üzere beş başlıkta sıralamıştır. Kontrol, insanların çevre üzerinde kontrol sağlama eğilimini değerlendirmek; iletişim, fiziksel çevre ile iletişim faaliyetleri arasındaki bağlantının incelenmesi; çevresel değişim süreçleri, insanların çevresel değişimlere direncini anlamak ve tesis yönetimi sürecinde personel yönetimi için uygun yöntemlerin düşünülmesi; işlevsellik, çalışma ortamının işlevselliği üzerindeki etkilerin anlaşılması ve uluslararası etkiler, kâr amacı güden tesislerde kültürel farklılıkların yönetim ve planlama üzerindeki etkilerine odaklanmaktadır. Bu bağlamda, farklı ulusal düzenlemelerin işyeri kararlarına etkileri araştırılmakta ve kültürel çeşitlilikten kaynaklanan yeteneklerin yönetim politikalarına etkisi değerlendirilmektedir. Tesis yönetiminin gelişimine odaklanarak bu beş unsurun insan-çevre-işlevsellik bileşenleriyle entegre bir şekilde planlama, tasarım ve yönetim sistemlerine olumlu katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir; bu sistemler, geleneksel veya sayısal tesis yönetimi formatlarına dahil olmayı hedeflememekte, daha çok temel yönetim kavramlarını anlama ve tanımlama amacına yönelik girişimleri yansıtmaktadır (Telliel 2022).

Tesis yönetimi bilgi teknolojilerinin sürece dahil olmasına bağlı olarak "Erken Dönem" ve "Güncele Yakın Dönem" olmak üzere iki dönemde incelenmektedir. Bu ayrımın temeli, tesis yönetimi kavramının "Ofis" yapısının evrimine bağlı olarak gelişmesi ve sonrasında özelleşmesine dayanmaktadır. 1960 yılı öncesi ve sonrasında çalışma ortamı koşulları ve ofis yapısı önemli ölçüde farklılık göstermektedir. İnceleme ve kaynak taramaları, 1960 yılı öncesi dönemde uzun süredir kabul gören bir tesis veya işyeri ortamının kullanıldığını gösterirken, 1960 yılı ile birlikte ofis tanımının devrim niteliğinde yeniden yorumlandığına dair bulgulara ulaşmıştır. Birleşik Krallık tarihinde, 1820 ile 1914 yılları arasındaki Victoria Dönemi'nde ofis ve tesis yönetimi evrimleşmeye başlamıştır. Bu dönemde, fabrika, değirmen ve depo gibi binaların içindeki alanlar, başlangıçta evrak işlerinin gerekliliği nedeniyle çalışma ortamı olarak kullanılmıştır. Victoria Dönemi'nin sonlarına doğru, özellikle ofis amacıyla tasarlanan binalar ortaya çıkmıştır. Bu dönemdeki iş süreçleri, metin yazma, kopyalama, kayıt işlemleri, envanter tutma ve müşterilerle iletişim kurma gibi temel işlemleri içermiştir (McGregor ve Shin Then 1999).

1960 yılına kadar, özellikle ABD'de yüksek katlı binaların artışı ve geniş ofis alanlarına çok sayıda personelin yerleştirilmesi gözlemlenmiştir. Ancak 1950'lerin sonlarına doğru Almanya'da ortaya çıkan "Bürolandschaft" veya "Ofis Peyzajı" akımı, ofis ortamlarına farklı bir bakış açısı getirmiştir. Bu akım, çalışan gruplar arasında serbestçe hareket eden iletişimi teşvik eden bir anlayışa dayanmaktadır. 1960 yılı öncesi dönemde, tesis yönetimi adında özelleşmiş bir yapı bulunmamıştır ve tesis yönetimiyle ilgili görevler, farklı birimler veya dış kaynaklar tarafından yerine getirilmiştir .Bu dönemde bilgisayarlar ve elektronik cihazlar henüz kullanılmamıştır ve iletişim; kağıt evraklar, sabit telefonlar ve basit mobilyalar aracılığıyla gerçekleşmekteydi (Keane 2016).

1930'lu yılların ikinci yarısı ile 1950'li yılların sonları arasında, Johnson Wax Şirketi yönetim binası gibi öne çıkan tasarımlar ortaya çıkmıştır. Bu dönemde Almanya'da ortaya çıkan "Bürolandschaft" akımı, çalışma ortamlarında düzensiz ve serbest bir dağılımı benimseyerek işbirliği ve iletişimi teşvik etmeye odaklanmıştır. 1960'ların başlarından itibaren ofis ve yönetim yapılarında değişiklikler gözlenmiştir. Ancak bu döneme kadar paralel bir gelişim süreci yaşanmıştır 1960 yılına gelindiğinde, Herman

Miller Araştırma Ofisi adını alarak ABD'de tanınan bir şirket haline gelmiştir. Tasarımlar, değiştirilebilir panellere dayanan masaüstleri, raflar ve depolama ünitelerini içermektedir. Bu yeni anlayış, belirli bir alana uyacak mobilya parçalarını sağlamak yerine, ortamın kendisini yaratmaktadır. 1960'lı yılların sonlarına gelindiğinde, Herman Miller firması büyük bir değişim başlatmıştır. "Action Office I" adlı yeni bir ofis tasarım modeli ortaya çıkmıştır. İlerleyen süreçte "Action Office II" duyuruldu ve çok ilgi görmüştür. Ancak 1970 yılına gelindiğinde, bu tasarımların etkisiyle, yaygın ofis yerleşimlerinin "cubicle" olarak bilinen formata dönüştüğü ve teknolojik cihazların ofislere girişi gibi iki önemli olay yaşanmıştır. Bu dönem, bireysel çalışma odalarından iş istasyonlarına geçişin gerçekleştiği bir dönem olmuştur. Ancak bu hızlı değişim, tesis yönetimini zorlayan bir süreci başlattırmıştır. Daha karmaşık HVAC ve iletişim sistemleri, hızla değiştirilmesi gereken elektronik cihazlar, hızlı bakım gerektiren mobilya ve ekipmanlar gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu dönemde, tesis yönetimine henüz bir isim verilmemiş olmasına rağmen, yöneticiler ve teknik personel için çözüm odaklı bir sistem gerekliliği belirmiiştir (Akdeniz 2023).

1978 yılında, Herman Miller firması "Action Office" kurgusunu yaratarak Tesisin Üretkenlik Üzerindeki Etkisi üzerine bir konferans düzenlenmiştir. Bu etkinlik sonucunda, Tesis Yönetimi Enstitüsü (The Facility Management Institute- FMI) 1980 yılında ise bu girişim ve ABD yönetiminin teşviki ile Ulusal Tesis Yönetim Birliği (National Facility Management Association- IFMA) kurulmuştur. Bu dönemde, tesislerin bakım-onarım, envanter kaydı, iş emirleri gibi işlemleri için teknolojik cihazlar kullanılmaya başlanmıştır (Goodman 2022). 1960'lı ve 1970'li yıllar arasında, tesis yönetimi için Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi (CMMS) oluşmaya başlamıştır. IBM tarafından üretilen büyük bilgisayarlar ve delikli kartlar, dışarıdan bilgi girişi için kullanılmıştır. Ancak bu dönemde tesis yönetimi adıyla bir tanımlama henüz yapılmamıştır. Tesis yönetiminde kullanılan sistemler tesis yönetiminin doğru ve verimli bir şekilde uygulanabilmesinde tesis yöneticilerinin büyük bir payı olmaktadır. Tesis yöneticilerinin almış olduğu kararlar tüm tesisi ve tesisin yönetim anlayışını etkilemektedir. Yöneticiler tarafından alınan herhangi yanlış veya eksik bir kararın uygulanması tesisin yönetim veya operasyonundan tesisin yaşam ömrüne kadar neredeyse tüm faaliyet alanını olumsuz yönde etkileyebileceği için yöneticilerin almış

olduğu kararlar her zaman gerçek verilere dayandırılarak verilmesi gerekmektedir (Akdeniz 2023). Yöneticilerin gerçek verilere ulaşarak karar verebilmeleri birçok sistemden elde edilen verilere bağlı olmaktadır. Sistemlerden elde edilen verilerin gerçekliğinin sorgulanması yine yöneticilerin üstlenmesi gereken önemli faaliyetlerden biri olarak görülmektedir. Tesis yöneticileri doğru verilere ulaşmak için pek çok sistemden yararlanmaktadır. Bu sistemlerden doğru bir şekilde faydalanılması da tesis yönetiminin doğru bir şekilde uygulanılmasına olanak sağlamaktadır (Telliel 2022).

Sistem ve teknolojiler, tesis yönetiminin çeşitli alanlarında önemli işlevler üstlenmektedir. Her bir sistem, belirli bir alanda verimliliği artırmak, maliyetleri düşürmek ve operasyonel süreçleri optimize etmek amacıyla tasarlanmıştır. Bakım yönetiminde CMMS ve EAM sistemleri, tesislerin bakım süreçlerini dijitalleştirerek verimliliği artırmakta ve maliyetleri düşürmektedir. Enerji yönetimi açısından BEMS ve DDC sistemleri, enerji tüketimini izleyerek optimize etmekte, çevresel etkiyi azaltırken maliyetleri kontrol altında tutmaktadır. BAS, tesislerdeki çeşitli sistemleri otomatikleştirip izleyerek, enerji verimliliğini sağlamakta ve güvenliği artırmaktadır. CAFM, tesisin tüm alan, bakım ve güvenlik süreçlerini entegre ederek operasyonel verimliliği artırırken, ERP sistemi ise tesis yönetimindeki tüm süreçleri entegre eden bir yazılım olarak, finans, insan kaynakları, envanter ve satın alma gibi kritik alanlarda verimlilik sağlamaktadır. IWMS, çalışma alanı yönetimi ile varlık bakımını entegre ederek hem alan verimliliğini hem de enerji tasarrufunu optimize etmektedir. Bu sistemler, tesis yönetiminde tüm süreçleri daha etkin bir şekilde birbirine bağlayarak, daha akıllı ve sürdürülebilir bir tesis yönetimi sağlamaktadır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Bilgi teknolojileri sistemlerinin tesis yönetimindeki rolleri

Sistem	**İşlev**	**Tesis Yönetimindeki Rolü**
CMMS	Tesislerin bakım süreçlerini otomatikleştirmekte ve yönetmektedir.	Bakım talimatları, iş emirleri, varlık yönetimi ve envanter kontrolü sağlamakta Operasyonel verimliliği artırmaktadır.
BEMS	Enerji kullanımını izlemekte, analiz etmekte ve optimize etmektedir.	Enerji tüketimini kontrol altında tutarak maliyetleri düşürmekte ve çevresel etkiyi azaltmaktadır.
DDC	HVAC, aydınlatma ve diğer bina sistemlerini dijital ortamda merkezi şekilde kontrol etmektedir.	Bina içindeki faktörleri (sıcaklık, nem, hava kalitesi) optimize etmekte ve enerji verimliliği sağlamaktadır.
BAS	Çeşitli bina sistemlerini otomatikleştirmekte ve izlemektedir.	Bina altyapısını yönetmekte, enerji tüketimini optimize etmekte ve güvenliği artırmaktadır.

Çizelge 3.1 Bilgi teknolojileri sistemlerinin tesis yönetimindeki rolleri (devam)

Sistem	İşlev	Tesis Yönetimindeki Rolü
CAFM	Tesis yönetimindeki alan, bakım ve güvenlik süreçlerini dijitalleştirmektedir.	Operasyonel süreçleri entegre etmekte ve varlık yönetimini optimize etmektedir.
ERP	Tesis yönetimindeki tüm süreçleri entegre eden kurumsal bir yazılımdır.	Finans, insan kaynakları, envanter ve satın alma gibi süreçleri entegre ederek verimliliği artırmaktadır.
EAM	Tesis varlıklarını yönetir ve bakım süreçlerini optimize etmektedir.	Varlık ömrünü uzatmakta, arızaları önceden tahmin etmekte ve bakım maliyetlerini düşürmektedir.
IWMS	Çalışma yeri yönetim sistemini entegre etmektedir. Tesis yönetimi, yerleşim planlaması ve varlık bakımını birleştirmektedir.	Çalışma alanlarının verimli kullanımını sağlamakta, varlık yönetimini ve enerji verimliliğini optimize etmektedir.

3.1 Bilgisayar Destekli Bakım Yönetim Sistemleri (CMMS)

Tesis yönetimi, fiziksel ekipmanların farklı lokasyonlarda etkin bir şekilde çalışmasını sağlamak amacıyla çeşitli sektörlerde kritik bir işlevi yerine getirmektedir. Bu işlev, genellikle pahalı varlıkların ve karmaşık sistemlerin bakımını kapsamaktadır. Teknolojinin ilerlemesi ve yapay zekanın öngörücü bakım işlevlerinde artan kullanımıyla birlikte, birçok kuruluş, tesis bakım operasyonlarını daha verimli hale getirmek ve iş hedeflerine ulaşmak için Bilgisayar Destekli Bakım Yönetim Sistemlerine (CMMS) yönelmektedir. CMMS, tesis bakım faaliyetlerini merkezi bir platformda planlamayı, düzenlemeyi ve izlemeyi sağlayan kapsamlı bir yazılım olarak tanımlanmaktadır (Telliel 2022).

CMMS yazılımı, tesislerde varlık yönetimi ve takibi, iş emri yönetimi, önleyici bakım yönetimi ve raporlama gibi kritik işlevleri üstlenmektedir. Varlık yönetimi ve takibi, her varlığın satın alma tarihi, konumu, bakım çizelgeleri, performans verileri ve diğer kritik bilgilerini içermektedir. İş emri yönetimi, otomatik iş emri oluşturma ve izleme işlemlerini gerçekleştirmektedir. Önleyici bakım yönetimi, planlı bakım çizelgelerini otomatikleştirir ve bu işlemleri takip etmektedir. Raporlama ve analiz işlevleri, tesis yönetimi kararlarını destekleyen kapsamlı veri sağlamaktadır. CMMS yazılımının sunduğu avantajlar arasında envanter yönetiminin iyileştirilmesi, ekipman aksama süresinin azaltılması, varlık ömrünün uzatılması, güvenlik ve uyumluluğun artırılması, veri odaklı karar alma desteği, düşük onarım ve bakım maliyetleri ile yüksek çalışan verimliliği bulunmaktadır (Akdeniz 2023).

CMMS'in çeşitli endüstrilerdeki uygulamaları farklı avantajlar sunmaktadır. Perakende sektöründe, CMMS yazılımı, birden fazla mağaza lokasyonunun yönetilmesindeki karmaşıklığı basitleştirmekte ve müşteri deneyimini iyileştirmektedir. Marketlerde, CMMS, envanter seviyelerini izler, ekipman performansını takip eder ve gıda bozulma riskini azaltmaktadır. CMMS ekipman arızalarını önler ve operasyonel zorluklarla başa çıkmada yardımcı olurken, restoranlarda ise iyi bakım görmüş ekipmanların yanı sıra araç filolarının takibini ve optimizasyonunu sağlamaktadır. Bu bağlamda, CMMS yazılımı, her sektörde tesis yönetimini daha etkin ve verimli hale getirmektedir (Telliel 2022).

Her işletme varlığının devamlılığını sağlamak ve faaliyetlerini kontrol edebilmek için gerekli gördüğü işlemleriyle ilgili kayıtlar tutmaktadır. İşletme, faaliyetlerinin kaydına ilişkin herhangi bir karışıklık yaşanmaması ve kayıtların güvenli bir şekilde muhafaza edilebilmesi için faaliyet kayıtlarını belirli bir sistem çerçevesinde ve düzenli olarak tutmakta ve bu sayede veri güvenliğini sağlamaktadır. Bilgisayar Destekli Bakım Yönetim Sistemi, tesiste oluşabilecek herhangi bir kayıt karışıklığını önlemek ve kayıtları sistemli bir şekilde muhafaza etmek amacıyla, tesisteki varlıkların başından sonuna kadarki tüm yaşam döngüsünün en önemli ve gerekli süreci olan bakım yönetimi çalışmalarının dijital bir tabanda kontrolünü sağlamaktadır (Beşer 2020).

Tesislerin ileride önemli kararlar alırken ihtiyacı olan veriye istediği zaman, hızlı ve kolay bir şekilde ulaşabileceği, kayıtların hepsini bünyesinde bulundurabilen böylelikle de tesisin geçmişteki çalışmalarını analiz edip gelecek için çalışmalara başlaması konusunda yardımcı olacak bir sisteme ihtiyacı bulunmaktadır. Tesislerin bu önemli ihtiyaçları Bilgisayar Destekli Bakım Yönetim Sistemi ile karşılanabilmektedir (Telliel 2022). Tesislerin bakım süreçlerini doğru ve planlı bir şekilde yönetmeleri gerekmektedir. Bu bakım süreçlerinin doğru planlanması ve yönetilmesinin yanı sıra süreçlerin CMMS gibi teknolojik sistemlerle desteklenmesi de tesisin varlık ömrünün daha doğru yönetilmesini ve varlık ömürlerinde büyük oranda bir artış gözlemlenmesini sağlamaktadır. Tüm varlık ve faaliyetlerin bir arada bulunduğu Bilgisayar Destekli Bakım Yönetim Sistemi, insan hatasına yer bırakmamaktadır. Tüm işlemler planlanan zamanda, uyumlu bir şekilde gerçekleşmekte ve bakım süreçlerinde işlerin işleyiş şekli belli başlı standartlar doğrultusunda ilerlemektedir. Böylelikle her çalışanın kendi tecrübe ve iş anlayışına göre

hareket etmesinden farklı olarak kurumsal hafıza oluşturulmaktadır. Kurumsal hafızanın tesis bünyesinde kabul görmesiyle de ortak bir sistem çevresinde tüm bakım yönetimi işleri yapılmaktadır (Beşer 2020).

Bilgisayar Destekli Bakım Yönetim Sistemi tesis yöneticilerine bakım süreçlerinde yürütülen işlerin ne kadar verimli gerçekleştiğini izleme ve kontrol etme olanağı sağlamaktadır. Böylece yönetici o departmandaki performans ve verimlilik konusunda fikir sahibi olarak ilerisi için olası bir performans düşüklüğünde sonuç odaklı olarak sürece müdahale etmektedir. Aynı şekilde tüm sürecin izlendiğinin farkında olan çalışan da çalışmalarındaki titizliğini korumaktadır. Bu izleme ve ölçme sisteminin doğru uygulanmasıyla sürecin verimliliğinde artış gözlemlenmekte olup, bu durum yüksek olasılıkla gerçekleşmektedir (Telliel 2022).

CMMS, tesise eskiye göre daha ideal bir maliyet yönetimi sağlamaktadır. Bakım yönetim sürecinde arızalardan kaynaklanan maliyetlerin daha güvenilir bir şekilde yönetilmesi fırsatı sunmaktadır. Dijital ortamda düzenlenen ve optimize edilen bir plan doğrultusunda izlenilen makine ve ekipmanların enerji tüketimlerini kontrol ederek bunları azaltma yolunda faaliyetlerde bulunmaktadır. Tüm bu çalışmalarda tesisin genel enerji verimliliğine olumlu yönde katkı sağlamaktadır. CMMS, tesiste meydana gelebilecek herhangi bir arıza veya müdahale edilmesi gereken olası bir durumda hangi operatörün durumla ilgileneceğini önceden belirlemektedir. Böylelikle daha çözüm odaklı, işlevsel ve verimli bir yönetim süreci sürdürülmektedir. CMMS tesiste meydana gelebilecek olası arızalara yetkin operatörün belirlenmesinin yanı sıra yapay zekâ destekli arıza tespit sistemleri ile arıza meydana gelmeden bakım takip sistemine bilgisi gelerek arızalar meydana gelmeden engellenmektedir. Tüm bunların sonucunda CMMS sayesinde bakım yönetim sürecinin tamamı hızlı, güvenilir, yüksek verimli, enerji tasarrufu yüksek, maliyet olarak daha karlı, sürekli izlenebilen ve ölçülebilen bir anlayışla sürdürülebilir kılınabilecektir (Beşer 2020).

3.2 Bina Enerji Yönetim Sistemi (BEMS)

Bina Enerji Yönetim Sistemleri (Building Energy Management - BEMS), bir binanın enerji kullanımını otomatikleştiren ve optimize eden teknolojik çözümler olarak

tanımlanmaktadır. Bu sistemler, binanın normal kullanım modellerini analiz ederek enerji israfını en aza indirmeyi hedeflemekte ve mekanik ile elektrik hizmetleri arasında denge kurarak bina sakinlerinin konforunu sağlamaktadır. BEMS, enerji yönetiminde önemli avantajlar sunmaktadır; bunlar arasında enerji faturalarında %40'a kadar bir azalma, işletme maliyetlerinde ve bakım yükünde düşme gözlemlenmektedir. Ayrıca personel, kullanıcılar ile ziyaretçiler için geliştirilmiş konfor seviyeleri bulunmaktadır. Özellikle kesintisiz güç kaynağının (UPS) sürdürülmesinin kritik olduğu hastaneler ve veri merkezleri gibi ortamlar için, güvenilir ve sağlam bir BEMS'in önemi büyük olmaktadır. Bu sistemler, enerji yönetimini iyileştirerek, hem maliyetleri azaltmakta hem de bina içindeki konforu artırmaktadır (Telliel 2022).

BEMS, bir binanın enerji kullanımını izlemek, kontrol etmek ve optimize etmek amacıyla geliştirilmiş bir sistem olmakta olup, bina yönetim sistemlerinin (BMS) özel bir alt kümesi olarak kabul edilmektedir. BEMS, enerji tüketiminin kapsamlı bir görünümünü sunmakta ve çeşitli bina sistemleri ile enerji kaynaklarıyla entegrasyon sağlayarak iyileştirme fırsatlarını belirlemektedir. BEMS'in temel bileşenleri ve işlevleri, enerji ölçümü ve izlemeyi, enerji analitiğini, talep yanıtı ve yük yönetimini ve enerji verimliliği önlemlerini kapsamaktadır. Enerji ölçümü ve izleme, bina içindeki çeşitli sistemler ve kaynaklar genelinde enerji tüketiminin takip edilmesini sağlamaktadır. Enerji analitiği ise tüketim verilerinin detaylı bir şekilde analiz edilerek eğilimlerin ve verimsizliklerin belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Talep yanıtı ve yük yönetimi, enerji kullanımını otomatik olarak ayarlayarak şebeke koşullarına veya kamu hizmeti fiyatlandırma sinyallerine yanıt vermektedir. Ayrıca, enerji verimliliği önlemleri, enerji tüketimini azaltmak için yenileme, sistem optimizasyonu veya davranış değişiklikleri gibi stratejilerin uygulanmasını içermektedir (Kula 2019).

BEMS'in sağladığı faydalar arasında enerji maliyetlerinde azalma, sürdürülebilirliğin artırılması, düzenleyici uyumluluğun geliştirilmesi ve enerji kullanımına dair daha fazla içgörü elde edilmesi yer almaktadır. Enerji maliyetlerini minimize etme amacıyla enerji tüketimini optimize eden BEMS, aynı zamanda sera gazı emisyonlarının ve çevresel etkinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Enerji performans standartlarını ve sertifikalarını karşılamak veya aşmak suretiyle düzenleyici uyumluluğu artırmakta ve

uzun vadeli enerji yönetimi için veri odaklı kararlar almayı mümkün kılmaktadır (Yurdakul 2019).

Bir BEMS uygulamasına dair vaka çalışması olarak, yüksek enerji maliyetleriyle mücadele eden ve karbon ayak izini azaltmayı hedefleyen bir üniversite kampüsü ele alınabilir. Üniversite, enerji tüketimini izlemek ve yönetmek amacıyla bir BEMS kurarak, enerji kullanım verilerini toplamış ve analiz etmiştir. Bu süreç, aydınlatma sistemlerinin LED'e yükseltilmesi, HVAC sistemlerinin yeniden düzenlenmesi ve talep yanıt stratejilerinin uygulanması gibi çeşitli enerji verimliliği önlemlerinin devreye alınmasına olanak tanıyan eyleme geçirilebilir içgörüler sağlamıştır. Sonuç olarak, üniversite hem işletme maliyetlerinde hem de sera gazı emisyonlarında belirgin bir azalma sağlamış ve önemli enerji tasarrufları elde etmiştir. BEMS ayrıca, gelecekteki enerji verimliliği girişimlerini bilgilendirmek için değerli veriler sunmuş ve üniversitenin çevresel düzenlemelere ve standartlara uyum sağladığını göstermiştir (Telliel 2022).

Enerji sistemleri, yüksek maliyetlerle ilişkilendirilen ve işletmelerin başarı faktörleri arasında önemli bir rol oynayan bina ve tesislerin temel unsurları olarak kabul edilmektedir. Enerji yönetimi, bu sistemlerin ve enerji tedarikinin doğru ve otomatik bir şekilde yönetilmesini sağlayarak temel işletme faaliyetlerinin sürekliliğini korumaktadır. Enerji yönetim sistemleri (BEMS), binalardaki mekanik ve elektrikli ekipmanlardan elde edilen tüm enerjiyle ilgili sistemleri izleyen ve kontrol eden bilgisayar tabanlı otomatik sistemler olarak tanımlanmaktadır. Benzer şekilde, bina yönetim sistemleri (BMS), binadaki tüm hizmetleri ve işlevleri otomatikleştirmek amacıyla enerji yönetimini de içeren bir yapı sunmaktadır. BMS, bina bileşenlerini merkezi bir bilgisayara bağlayarak, binadaki çeşitli değişkenlerin ve parametrelerin kontrolünü sağlamaktadır (Anonim 2021).

Mevcut durumda, kurum ve kuruluşların büyük bir kısmı enerji tasarrufu konusunda bilinçli hale gelmiş bulunmaktadır. Enerji tasarrufunun önemi her geçen gün artmakta ve bu konudaki bilincin de giderek yükselmesi, enerji yönetimi ve akıllı sistemlere geçiş gibi seçeneklerin kullanımını yaygınlaştırmaktadır (Telliel 2022). Enerji yönetimi açısından, akıllı binalar, sundukları pek çok seçenekle diğer bina yönetim sistemlerine kıyasla daha

ileri düzeyde kabul edilmektedir. Bundan dolayı pek çok işletme enerji tasarrufu konusunda avantajlı konumda olmak için akıllı bina sistemini kendi bünyesine dahil etmeye çalışmaktadır. İşletmeler bünyesinde çalışan insanları enerji tasarrufu konusunda bilinçlendirmeye ve sistem ile çalışanları arasında bir uyum yakalayarak devam etmektedir (Anonim 2021). Binalarda enerji yönetimi ile ilgili çalışmalarda IoT teknolojisinden faydalanılmaktadır. Bina içerisinde kullanılan sistemlerin her birinden elde edilen veriler doğrultusunda binanın enerji verimi değerlendirilmesi yapılmakta ve bu şekilde enerjinin performansı ve verimliliği üzerinden yönetimi sağlanmaktadır (Erciyas 2024).

Bina Enerji Yönetim Sistemi, verimli şekilde çalışmayan klimaları, çalışanların çalışma saatleri dışında açık bıraktıkları cihazları tespit etme konusunda fayda sağlamaktadır. Bunun yanı sıra binadaki hangi katın veya katın hangi kısmında ne kadar enerji tüketildiği ile ilgili enerji tüketim miktarını tespit edebilmektedir. Bahsedilen tespit, yalnızca katlara ve belirli departmanlara özgü olmayıp, daha geniş bir kapsamda geçerli görülmektedir. Bina veya tesis içerisinde faaliyet halindeki cihazların, sistemlerin enerji tüketiminin ne ölçüde olduğunu tespit edebilmektedir (Telliel 2022).

Bina Enerji Yönetim Sistemi, binanın veya tesisin yıllık ve aylık periyotlarda ne kadar enerji kullandığını, enerji tüketiminin zamana göre nasıl farklılık gösterdiğini veya göstermediğini analiz etme konusunda gerekli verileri ve sonuçları göstermektedir. Bina Enerji Yönetim Sistemi yeni binalarda özellikle yüzde beşlik orandan az olmayacak şekilde enerji tasarrufunu amaçlamaktadırlar (Erciyas 2024). Sonuç olarak Bina Enerji Yönetim Sistemi, bina veya tesisin tümüne yayılmış halde olan kontrol makineleri ve yazılımları bünyesinde barındıran mikrobilgisayarlardan elde edilen veriler yardımıyla tesisin performansının gözlemlenmesi ve optimize edilmesine olanak sağlamaktadır. Bina Enerji Yönetim Sistemi bina veya tesisin tüm aydınlatma, iklimlendirme gibi binanın operasyon rahatlığını şekillendirecek durumları kontrol etmektedir. Tesis yöneticisi, uyguladığı optimizasyonlar aracılığıyla önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlayabilmektedir. Aynı zamanda bu sistem tesisin veya binanın enerji performansını olumsuz anlamda etkileyebilecek tüm durumları tespit edebilmekte ve bunlara karşı önlemler alarak zararı en aza indirgemeye çalışmaktadır (Anonim 2021).

3.3 Direkt Dijital Kontrol Sistemi (DDC)

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, tesislerde analog kontrol sistemlerinin yerini, daha kapsamlı ve verimli sonuçlar elde etme potansiyeline sahip yazılımla desteklenen kontrol sistemleri almıştır (Telliel 2022). Direkt Dijital Kontrol Sistemleri (DDC), tesis içerisindeki gündelik faaliyetleri etkileyebilecek doluluk oranı, hava durumu ve kalitesi gibi verileri sensörler aracılığıyla veri toplayarak, bu verilerin tesis yönetim sisteminde kontrol edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca olası hatalı durumlarda, sistemlerin sahip olduğu algılayıcılar sayesinde müdahale edilmesine olanak tanımaktadır. DDC, esnek yapılarıyla yapılacak herhangi bir kontrol ve değişiklik için fiziksel müdahale gerektirmeksizin, yalnızca yazılımda yapılan kod değişiklikleriyle faaliyet gösterebilmektedir. Kontrol stratejisi açısından, oldukça karmaşık yapıdaki sistemleri bünyelerinde barındırabilmesi ve geliştirebilmesi sağlanabilmektedir (Yılmaz 2020).

3.4 Bina Otomasyon Sistemi (BAS)

Bina Otomasyon Sistemi (BAS), insan ihtiyaçları doğrultusunda önceden belirlenmiş olan önemli durum senaryolarını çalışır hale getirmek, insanların erişmek istedikleri konfor şartlarını gerçekleştirmek ve enerji tasarrufu sağlamak amaçları ile geliştirilmektedir. BAS, gerçekleştirmeye çalıştığı amaçlar doğrultusunda mekanların aydınlatılmada ve havalandırmada kullanılan sistemleri, her türlü pencere, panjur ve perde sistemlerini, su sayaçları, elektrik enerjisinin ölçülmesini ve sürekli izlenmesini sağlayan cihazların, jeneratör, ısı değerlerinin ölçülmesini sağlayan kalorimetrenin, gibi birçok sistemin uzaktan tek bir yerden izlenmesi ve kontrol edilerek raporlanması konusunda destek sağlayarak az sayıda çalışanla yüksek derecede verimlilikle binanın denetimini de sağlamaktadır (Anonim 2022).

BAS, sistemlerin kontrol edilmesi ve izlenmesinde insan faktörünün etkisini azaltarak maliyetlerin düşürülmesini ve etkin bir şekilde denetlenmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Konfor şartlarının bozulmasının önüne geçerek kullanıcılara kendi konfor alanlarını şekillendirme kolaylığı sağlamaktadır. Tesiste gerçekleşebilecek olası acil durumlarda gerekli önlemleri belirleyerek insandan bağımsız bir şekilde otomatik

olarak uygulamaktadır. İnsan faktörünü geri planda bıraktığı için insandan kaynaklanabilecek hata ve kazaların gerçekleşme ihtimalini de azaltmaktadır. İnsan faktörünün geri planda kalması çalışan personel sayısını da azaltmaktadır. BAS kullanımı ile hem insan kaynaklı hata ve kazaların azalarak birtakım masraflardan kaçınılmakta hem de personel sayısında azalmaya giderek tesislerde maliyetleri düşürmektedir. Tesisteki aydınlatma, otomatik açma-kapama ve hava kontrolü sistemleri ile gereksiz enerji kullanımının da önüne geçilmiş olmaktadır (Al-Shalabi ve Turkan 2015).

Bir BAS, operatörlerin bağlı olduğu tüm bina sistemlerine tek bir arayüz aracılığıyla erişim sağlamalarını, bu sistemleri kontrol etmelerini ve izlemelerini mümkün kılmaktadır. Bu teknolojinin kullanımı, ağa bağlı elektronik cihazlar yardımıyla bina sistemlerinin merkezi bir kontrolünü elde etmeyi sağlamaktadır. Geçmişte, HVAC (ısıtma, havalandırma ve klima), aydınlatma, güç yönetimi ve erişim kontrol sistemlerinin ayrıntılı bir şekilde ayarlanması kapsamlı manuel müdahaleler gerektirmektedir. Ancak günümüz bina otomasyon çözümleri, bu tarihsel olarak bağımsız olan sistemlerin entegrasyonunu gerçekleştirmenin ötesinde, bu sistemlere tek bir ekran üzerinden tam görünürlük ve kontrol sağlamaktadır. Bu durum, karar verme süreçlerini basitleştirmekte ve zamandan tasarruf sağlamaktadır (Telliel 2022).

Bina otomasyonu, konfor ile enerji verimliliği arasındaki uzun süredir devam eden denge sorununu çözme açısından önemli bir avantaj sunmaktadır. Gelişmiş veri analizleri sayesinde, enerji israfını en aza indirmek ya da tamamen ortadan kaldırmak konusunda bilinçli kararlar almak mümkün hale gelmektedir. Örnek olarak, odaların boş olduğu durumlarda, aydınlatmaları kapatmak ya da HVAC sisteminin çıkışını azaltmak gibi uygulamalar yapılabilmektedir. Ayrıca, sakinlerin geri döndüklerinde, uygulama tabanlı oda kontrolleri aracılığıyla yaşam alanları üzerinde daha fazla denetim sahibi olmaları sağlanmaktadır. Bu durum, hem enerji maliyetlerinde düşüş hem de yaşam konforunda artış ile sonuçlanmaktadır (Akdeniz 2023).

BAS, büyük binalarda özellikle 100.000 fit kareden fazla olan yapılar arasında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. ABD'deki büyük binaların yarısından fazlası, bu tür sistemleri uygulamaktadır. Yapılan araştırmalar, son on yıl içinde bina otomasyon sistemlerinin

önemli derecede enerji tasarruf sağladığını ortaya koymaktadır. Bu tasarruf oranları sıfırdan %30'un üzerine kadar değişkenlik göstermektedir. Özellikle eski binalarda veya bakım gerektiren yapılar için bu maliyet tasarruflarının daha belirgin olduğu öngörülmektedir (Telliel 2022).

Bir bina otomasyon sisteminin pek çok avantajı bulunmaktadır. Etkin bir bina otomasyon sistemi, yangın ve sel güvenliği, havalandırma ve güvenlik gibi çeşitli sistemleri aynı anda kontrol edebilme kapasitesine sahip olmaktadır (Al-Shalabi ve Turkan 2015). Bu durum, insan hatası riskini önemli ölçüde azaltarak sistemlerin daha verimli çalışmasını sağlamaktadır. Ayrıca, çeşitli sistemlerin performansını izleme yeteneği sunarak, arıza durumlarında devreye girecek güvenlik mekanizmalarını sağlamaktadır. Bu mekanizmalar, özellikle tehlikeli ve yüksek riskli çalışma ortamlarında kritik öneme sahip olmaktadır. Bina otomasyon sistemleri, bina içindeki diğer sistemlerin verimliliğini artırarak genel performansı iyileştirmekte ve enerji tüketimini azaltmaktadır. Bu da işletme giderlerini ve onarım sıklığını azaltarak tesisatların kullanım ömrünü uzatmaktadır (Anonim 2022). Aynı zamanda, sakinler için sürekli bir konfor seviyesi sağlamakta ve makinelerin yalnızca gerektiğinde çalışmasını sağlayarak enerji verimliliğini artırmaktadır. Ayrıca, sıcaklık, basınç ve akış gibi parametreleri izlemek için tanılama çalışmaları yapmakta ve sistemler arasında oluşabilecek yedekliliği ortadan kaldırmaktadır. Tahmin edici bakım mekanizmaları sayesinde sorunlar ortaya çıkmadan önlenmekte, bu da maliyetleri azaltmakta ve bakım süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Entegre gözetim ve erişim kontrolü sayesinde güvenlik artırılmaktadır (Akdeniz 2023).

Bir bina otomasyon sistemi, çeşitli sistemleri kontrol edebilmektedir. Örnek olarak, HVAC sistemleri bina yönetim sistemlerinin en enerji verimli şekilde çalışmasını sağlamakta ve bu, BAS'ın bina içindeki elektronik ve mekanik sistemlerle entegrasyonunun en yaygın yollarından biri olarak görülmektedir (Anonim 2022). Ayrıca, aydınlatma sistemlerini odanın gerçek doluluğuna göre veya gün ışığı ve gece saatlerine göre yönetebilmektedir. Güvenlik sistemlerinin ne zaman devreye alınacağı veya devreden çıkarılacağı gibi kontroller sağlamakta ve video gözetimi, anahtarsız girişler, şifreler ve uzaktan erişim gibi işlevleri yönetmektedir. Havalandırma ve hava arıtma sistemlerini yönetmekte, özellikle hayati önem taşıyan binalarda bu sistemlerin

insan müdahalesi olmadan çalışmasını sağlamaktadır. Hava işleyicilerinin bakımı, petrol rafinerileri, kimyasal tesisler veya nükleer santrallerde güvenlik önlemleri ile gerçekleştirilmektedir. Sterilizasyon ve dezenfeksiyon sistemlerinin düzgün çalışmasını sağlamakta ve sürdürülebilir ortamların tutarlı bir şekilde çalışmasına katkıda bulunmaktadır. Bu gibi durumlarda, ortamı yöneten tamamen otomatik bir sürecin kullanılması en uygun çözüm sayılmaktadır (Telliel 2022).

Bina otomasyon sistemlerinin sağladığı yardımlar, kullanıcıların farklı gereksinimlerine göre çeşitlilik göstermektedir. Tesis yöneticileri için, bina kontrol sistemleri tesislerin işletilmesini kolaylaştırmakta ve enerji kayıpları ile verimsizliklerin daha etkili bir şekilde yönetilmesine yardımcı olmaktadır (Al-Shalabi ve Turkan 2015). İşletme sahipleri için, enerji maliyetlerini düşürmekte, ekipman ömrünü uzatmakta ve kiracı konforunu artırmaktadır. Hastane CEO'ları veya COO'ları için ise, kapsamlı ve güncel bir bina otomasyon sistemi kritik bir gereklilik olarak görülmektedir. Bu sistemler, hastanelerin verimli bir şekilde çalışmasını sağlamak için HVAC, aydınlatma, havalandırma, sterilizasyon sistemleri ve hava temizleme gibi gereksinimleri karşılamaktadır. Tesis yöneticileri ve bina sahipleri için ise, tüm otomatik sistemlerin toplandığı tek bir panoya anında erişim sağlamakta, bu da aydınlatma, HVAC, asansörler ve güvenlik gibi sistemlerin tek bir merkezden yönetilmesine olanak tanımakta ve yönetim sürecini daha verimli hale getirmektedir (Akdeniz 2023).

3.5 Bilgisayar Destekli Tesis Yönetim Sistemleri (CAFM)

Bilgisayar Destekli Tesis Yönetim Sistemleri (CAFM) , tesis yönetiminde verimlilik ve etkililiği sağlamak için bilgi teknolojilerinden faydalanılmasını sağlayan sistemler olarak tanımlanmaktadır. CAFM, tesisin uzun vadeli yönetim raporlarını içerdiği gibi tesisin havalandırma, aydınlatma gibi sistemlerini de içermektedir. Bunların yanı sıra tesisin fiziki olarak bilgilerini, planlarını içeren sistemleri de kapsamaktadır (Erciyas 2024).

CAFM, tesis hakkında yöneticilere bilgi verme, o tesisin genel yapısı ve işleyişi hakkında kuşbakışı bir görünüm sağlamak için bir veri tabanı oluşturabilmektedir. CAFM, verilerin kalitelerinin artırılması konusunda önemli bir yere sahip olmaktadır. Tesis yönetimi,

çalışmalarının sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla verilerin doğruluğuna, muhafaza edilebilirliğine ve kolay erişilebilirliğine önem vermektedir (Telliel 2022). Bilgisayar Destekli Tesis Yönetim Sistemlerinin kullanımına başlamadan önce özellikle çoğu verinin kâğıttan oluşan dokümanlar şeklinde muhafaza edilmesi yönetimde ciddi anlamda verim düşüklüklerine neden olmaktadır. CAFM sayesinde, analog yönetim anlayışı terk edilmiş ve verimli izleme sistemleri ile uyumlu olan, verilere hızlı erişilebilen yeni yönetim anlayışları gelişmiştir (Anonim 2021).

Bilgisayar Destekli Tesis Yönetim Sistemleri, tesislerin fiziksel alanlarında ne gibi durumların gerçekleştiği ile alakalı detaylı ve kapsamlı bir analiz sağlamaktadır. CAFM, tesisin konumlandığı mekânın maliyetinin de ötesinde, tesisin bünyesindeki fiziki tek bir eşyanın bile envanterine kadar kontrol ve takip etme olanağı sağlamaktadır. Ofislerde özellikle herhangi bir alanın ne zaman ve kimler tarafından kullanacağı konusunda bir takım planlama karmaşıklıkları yaşanabilmektedir. CAFM ofiste çalışanlar arasında yaşanan en ufak bir karmaşıklıkta bile entegre edildiği iş yerlerinde kolaylık sağlayabilmektedir (Telliel 2022).

Tesisin değişim gösteren ihtiyaçlarını karşılayabilmek için tesise esneklik ve hareketlilik kazandırabilecek bir Bilgisayar Destekli Tesis Yönetim Sistemine ihtiyaç bulunmaktadır. CAFM, aynı zamanda çalışanların verimliliğini gözlemleyip analiz edebilmekte ve olası sorunların ortaya çıkması durumunda bunları en az zararla atlatabilmektedir. Ofis ortamında çalışanların arasındaki ilişkileri güçlendirebilmekte ve hangi durumda yönetim desteğinin gerekli olup olmayacağı konusunda yardımcı olmaktadır. Gözlem ve faaliyete geçme aşamaları, maliyet boyutu, müşteri ve çalışan memnuniyeti herhangi bir CAFM için büyük önem taşımaktadır (Anonim 2021).

CAFM, tesisin yerini değiştirme işleminden günlük mekân yönetimine kadar tüm işlemleri daha verimli, kolay ve iyi hale gelmesi konusunda önemli destek sağlamaktadır. CAFM yazılımı, işletmelere bir tesisin çeşitli yönlerini etkili bir şekilde yönetme ve izleme konusunda yardımcı olan kapsamlı bir araç olarak görülmektedir. Bu yazılım, alan yönetimi, fiziksel varlıkların bakımı ve onarımı gibi kritik işlevleri içermektedir. Ayrıca, oda rezervasyonları, ziyaretçi yönetimi, enerji tüketimi, anahtar kontrolü, izinler ve diğer

mülk yönetim işlemleri de CAFM yazılımı tarafından kapsamlı bir şekilde ele alınmaktadır (Akdeniz 2023).

CAFM yazılımı, özellikle çok sayıda varlık ve çalışanı bulunan tesisleri organize etmek, yönetmek ve sürdürmek zorunda kalan şirketler tarafından kullanılmaktadır (Telliel 2022). Bu yazılım, üretimden işletme operasyonlarına ve gayrimenkul yönetimine kadar her sektördeki işletmeler için uygun bir çözüm olarak görülmektedir. CAFM, işletmelere maliyetleri düşürme, üretkenliği artırma ve tesislerinin kaynaklarını en verimli şekilde kullanma konularında önemli avantajlar sağlamaktadır (Anonim 2021).

CAFM yazılımı, tesis yöneticilerinin bir tesisteki alanı planlamasını, izlemesini ve optimize etmesini sağlamaktadır. Ayrıca, varlıkların reaktif, planlı ve önleyici bakımını izleme işlevini de yerine getirebilmektedir. Kuruluş içindeki diğer departmanlar ve bölümlerle planları paylaşma imkanı da sağlamaktadır (Akdeniz 2023). Örneğin bir tesisteki makinelerin düzeninin değiştirilmesi gerektiğinde, CAFM yazılımı aracılığıyla bu değişiklikler kolayca iletilebilmekte ve ekiplerle paylaşılabilmektedir. Ayrıca, bakım maliyetlerini takip ederek hangi varlıklara onarım veya yükseltme önceliği verilmesi gerektiği konusunda bilgi sağlamaktadır. İş emirlerinin oluşturulması ve onarımların hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmesini kolaylaştırmakta, böylece gereksiz gidip gelmelerin önüne geçilmiş olunmaktadır. Bu bağlamda CAFM yazılımı, tesis yönetimi süreçlerini optimize ederek işletmelerin operasyonel verimliliğini artırmalarına yardımcı olmaktadır (Erciyas 2024).

3.6 Kurumsal Kaynak Planlama (ERP)

Kurumsal Kaynak Planlama (ERP), bir kuruluşun operasyonlarını ve işlevlerini insan müdahalesi olmaksızın tüm yönleriyle yönetebilen bir yazılım olarak kabul edilmektedir. ERP sistemleri, tesis yönetiminin tüm kapsamını etkili bir şekilde sağlamakta önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, Varlık Yönetim Sistemleri (Property Management System - PMS) ERP çözümleri, tesis yönetimini basit ve etkili bir şekilde yürütmek için tasarlanmıştır. PMS ERP sistemleri, sermaye ve ortak yönetimiyle ilgili görevleri sınıflandırarak tesis yönetimi süreçlerini düzenlemektedir. Bu sistemler, tesislerde

meydana gelen giderleri tahsis etmek amacıyla onarım merkezleri oluşturarak, gelir ve gider raporlarının oluşturulmasında eşzamanlı filtreleme seçeneği sunmakta ve genel bir gider tablosunun birleşmesini sağlamaktadır. Böylece tesis yöneticileri, mülk sahipleri ve bakım ekipleri için kapsamlı ve güvenilir bir tesis çözümü sunarak optimum fayda sağlamaktadır (Anonim 2021).

PMS ERP sistemlerinin sunduğu bazı önemli özellikler; hatırlatıcılar ve uyarılar, hizmet seviyesi anlaşmaları (SLA) yönetimi, sözleşme yönetimi, onarımlar için görev programları ve servis planlayıcıları gibi işlevleri içermektedir. Ayrıca onarım geçmişini takip etme, kullanıcı dostu işlevsellik ve arayüz sunma, takvim bazlı raporlama ve konut yönetimi politikalarına uyum desteği gibi özelliklerle donatılmıştır. Kiracı memnuniyetini artırmaya yönelik otomatik e-posta ve SMS destek sistemi, onarım çağrısı rezervasyonlarında yardım masası desteği gibi ek fonksiyonlar da yer almaktadır. Bu özellikler, tesis yönetiminde verimliliği artırarak, etkili bir yönetim ve bakım süreci oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. ERP, öncelikle bir tutum, ardından bir süreç ve en nihayetinde bir araç seti olarak tanımlanabilmektedir. Bu bakış açısıyla, tesis yönetimi hizmet sunumu son on yılda hızla gelişmekte ve kavramın çeşitli işletmelere sağladığı faydalar kanıtlanmaktadır. Ancak bu büyüme, ihtiyaçların ve yönetim becerilerinin de büyük bir gelişim ve iyileştirme gerektirdiğini ortaya koymaktadır (Anonim 2019).

Tesis yönetiminde, yetenekli bir ERP sistemine sahip olmak, insan kaynaklarına dayalı bu işin verimliliğini artırmada büyük bir avantaj sağlamaktadır. Bu sistemlerin tüm destekleyici işlevleri iş çekirdeğiyle (operasyon) entegre edilerek, hizmet sunumunun kontrolünü sağlamak, maliyetleri ve israfları minimize etmek ve kar ile istikrarı maksimize etmek mümkün hale gelmektedir. ERP sistemleri, tanımları gereği Kurumsal Kaynak Planlaması anlamına gelmekte olup, bir kuruluşun finansal sonuçlarını planlama, bütçeleme, tahmin etme ve raporlama işlemlerini destekleyen yazılım çözümleri olarak işlev görmektedir. Bu sistemler, çok sayıda iş sürecini bir araya getirmekte ve aralarındaki veri akışını sağlamaktadır. Bir tesis yönetiminde uyumlu bir ERP sistemi, varlık yönetimi, insan gücü tahsisi, maliyet tabloları, performans yönetimi, faturalama süreci ve doğru kar ve zarar raporlarının takip edilmesini sağlamaktadır. ERP sistemleri, önleyici bakım planlamasından, müşteri biletlerine yanıt vermeye, malzeme taleplerinden satın alma

siparişleri ve teslimat notlarına kadar kapsamlı bir satın alma döngüsüne, alt yüklenicilerin kontrolünden performans ve KPI'ların ölçümüne kadar pek çok işlevi desteklemektedir. Ayrıca, fatura sürecinin ve gecikmelerin takibi, hizmet kalitesinin kontrolü ve karar verme süreçlerini kolaylaştıran net gösterge panelleri gibi işlevler sunmaktadırlar (Akdeniz 2023).

Kontrol maliyeti, açıkça hataların maliyetini aşmamakta ve bu bağlamda, bir ERP sistemine sahip olmanın temel faydalarından biri, maliyet kontrolü sağlamakta ve maliyetleri düşürme noktasında önemli bir katkı sağlamaktadır. Özelleştirilebilirlik cazip görünse de, bu genellikle yüksek maliyetler ve sürekli geliştirme ihtiyaçları ile sonuçlanmaktadır. Bu nedenle, önceden yapılandırılmış standart çözümler tercih edilmeli ve abonelik ücretleri, kullanıcı maliyetleri ve modül maliyetleri gibi faktörlere dikkat edilmekte; bu unsurların göz ardı edilmesi, ERP sisteminin sağladığı faydalardan daha fazla bir mali yükümlülükle sonuçlanabilmektedir. ERP sisteminin canlı yayına geçmeden önce doğru verilerle gerekliliklerin karşılandığından emin olmak hayati önem taşımaktadır (Anonim 2021). ERP sisteminin en verimli şekilde kullanılabilmesi için paydaşlarla düzenli toplantılar yapılmalı; bu paydaşlar arasında ERP'nin gerçek kullanıcıları, departman başkanları, üst düzey yönetim ve müşteriler yer almalıdır. Steve McConnell'ın vurguladığı gibi, "Müşterinizin beklentilerini anlamak için çaba sarf etmek, çok fazla sürtüşmeyi ve ekstra işi önleyebilir." Ayrıca, süreç entegrasyon sorunlarının yalnızca teknik değil, aynı zamanda insan doğasından kaynaklanan direnci de içerebileceği göz önünde bulundurularak tüm tarafların uygulama sürecine dahil edilmesi gerekmektedir. Bilgisayar sistemlerinin entegrasyonu, iş süreçlerinin entegrasyonu ile doğrudan bağlantılı olup tüm tarafların katılımına önem verilmektedir (Telliel 2022).

ERP sistemleri, çok çeşitli görevleri yönetme kapasitesine sahip olup, çeşitli sektörlerde geniş bir kullanım alanına sahip olmaktadır (Akdeniz 2023). Şirketler, genellikle finansal işlemleri izleme ve çalışan performansını değerlendirme yetenekleri nedeniyle ERP sistemlerini tesis yönetimi çözümleri olarak tercih etmektedirler. Bir ERP sistemi, genellikle birkaç varlık yönetimi ve izleme işlevini kapsamaktadır. Ancak belirli temel özellikler içermektedir. Bu özellikler arasında toplam yaşam döngüsü yönetimi, merkezi

varlık bilgisi, envanter yönetimi, risk yönetimi ve varlık performans yönetimi bulunmaktadır (Anonim 2019).

Toplam yaşam döngüsü yönetimi, varlıkların başlangıcından sonuna kadar tüm süreçlerinin yönetilmesini sağlamaktadır. Merkezi varlık bilgisi, tüm varlık verilerinin tek bir merkezde toplanarak yönetilmesine olanak tanımaktadır. Envanter yönetimi, mevcut varlıkların düzenli olarak takip ve kontrol edilmesini sağlamaktadır. Risk yönetimi, varlıkların karşılaşabileceği riskleri belirleyip bu risklerle başa çıkma stratejilerini geliştirmeye yardımcı olmaktadır. Varlık performans yönetimi ise varlıkların verimliliğini ve performansını izleyerek sürekli iyileştirme sağlamaktadır. Bu işlevler, ERP sistemlerinin tesis yönetiminde sağladığı kapsamlı ve bütünsel çözümün bir parçası olarak görülmektedir (Anonim 2021).

3.7 Kurumsal Varlık Yönetimi (EAM)

Kurumsal Varlık Yönetimi (EAM) sistemi, karmaşık fiziksel varlıkların yaşam döngülerinin izlenmesi ve sürdürülmesi için kullanılan bir yazılım çözümü olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2021). Fabrika ekipmanları, tesis sistemleri ve araçlar gibi fiziksel varlıklar, EAM sistemlerinin kapsamına girmekte ve bu sistemler, varlıkların yaşam döngülerini optimize ederek kullanılabilirliğini artırmayı ve bakım ile değiştirme maliyetlerini azaltmayı hedeflemektedir. EAM sistemleri genellikle merkezi depolama, bakım sistemleri, planlama ve zamanlama, tedarik zinciri yönetimi ve varlık yönetimi gibi özelliklere sahip olup, bu işlevler varlık yönetiminin etkin bir şekilde yürütülmesine olanak sağlamaktadır (Anonim 2019).

ERP ile EAM sistemleri arasında benzerlik ve farklılık içeren durumlar bulunmaktadır. Her iki sistem de fiziksel varlıkları yönetme amacını güder, ancak farklı platform türleri ve odak alanları sunmaktadır. EAM ve ERP sistemleri, varlık bakımında önemli bir örtüşme bulunmaktadır. EAM sistemleri, fiziksel varlıkların bakımını ve yaşam döngülerini daha derinlemesine yönetirken, ERP sistemleri genellikle organizasyonun genel bir görünümünü sunar ve temel düzeyde varlık yönetimi ve bakım işlevlerini içermektedir (Telliel 2022).

Her iki sistem de merkezi bir depo sağlar ve bu depo, verilerin düzenli ve verimli bir şekilde erişilmesini ve analiz edilmesini mümkün kılmaktadır. Bu merkezileştirilmiş veri yönetimi, farklı departmanlar ile ekiplerin bilgilere erişimini ve bunları paylaşmasını sağlayarak, çapraz iş birliği ve uyumlu çalışma süreçlerini desteklemektedir. Veri yönetimi açısından, EAM sistemleri genellikle fiziksel varlıkların durumu ve bakım ihtiyaçları gibi varlığa özgü verilere odaklanırken, ERP sistemleri daha geniş bir iş operasyonları perspektifine sahiptir ve finans, satış, üretim takibi gibi çeşitli iş süreçleriyle ilgili verileri yönetmektedir (Anonim 2019).

EAM ve ERP sistemleri arasındaki temel farklar, amaç ve kapsam, işlevsellik ve kullanım örnekleri açısından belirgin olmaktadır. EAM çözümleri, varlık yönetimine ve bakım görevlerinin planlanmasına odaklanırken, ERP sistemleri daha geniş kapsamlı bir iş süreçleri yönetimini desteklemektedir. EAM yazılımları genellikle endüstriyel ortamlarda, bakım ve operasyon ekipleri için ideal olmakta iken, ERP yazılımları ofis ortamları ve müşteri etkileşimli işletmeler için daha uygun olmaktadır. Bu farklılıklar, büyük ölçekli işletmelerin her iki sistemi de entegre bir şekilde kullanarak her alanda verimlilik sağlayabilmelerini mümkün kılmaktadır (Anonim 2021). EAM yazılımı, ekipman ve fiziksel varlık yönetimi için odaklanırken, ERP çözümleri daha karmaşık iş operasyonlarını yönetmektedir. Bu entegrasyon, büyük şirketlerin operasyonel etkinliklerini artırarak her iki yönden de daha verimli çalışmalarına katkıda bulunmaktadır (Akdeniz 2023).

3.8 Entegre İşyeri Yönetim Sistemleri (IWMS)

Gayrimenkul ve tesis yönetimi maliyetleri, genellikle bir şirketin toplam maliyetlerinin %20'sinden fazlasını oluşturmaktadır. Bu bağlamda, Entegre İşyeri Yönetim Sistemleri (IWMS), bu maliyetleri önemli ölçüde azaltma ve işletme verimliliğini artırma potansiyeline sahip yazılım çözümleri olarak değerlendirilmektedir. IWMS'nin temel avantajları, tesis yönetimi süreçlerinde verimliliği, şeffaflığı, esnekliği ve müşteri memnuniyetini artırmaktır. Bir çalışmada IWMS'nin tesis bakım maliyetlerini %14 oranında azaltabileceğini, çalışma alanı yönetiminde %40'a varan artış sağlayabileceğini ve tesis kullanım verimliliğinde %42 oranında bir iyileşme yaratabileceğini ortaya

koymuştur. IWMS, tesis ve gayrimenkul yönetimi süreçlerini destekleyen yazılım çözümleri için global çapta tanınan bir terim olup, ilk kez 2004 yılında teknoloji araştırma enstitüsü Gartner tarafından tanımlanmıştır. Gartner, IWMS'yi, tek bir teknoloji platformu ve veri tabanı havuzundan yönetilen, işlevselliğin beş ana bileşenini entegre eden hızlı ve güvenilir bir yazılım platformu olarak tanımlamaktadır (Tanrıvermiş 2019). IWMS, gayrimenkul yönetimi, varlık ve bakım planlama ve kontrolü, alan ve işyeri yönetimi, hizmet yönetimi, proje yönetimi ve sürdürülebilirlik yönetimi gibi iş süreçlerini desteklemektedir. Son yirmi yılda, tesis ve gayrimenkul yönetimi yazılımı hızlı bir gelişim göstermiştir. 1990'ların başında bu sistemler, temel veriler ve CAD çizimleriyle alan yönetimi ve teknik varlık kayıtlarını desteklemiştir. 2000'li yıllarda, iş süreçlerini destekleme ve verimliliği artırma amacı ön plana çıkmış, iş akışı yönetiminin tanıtılması ve yönetim bilgisine duyulan ihtiyaç, satıcıları yazılımlarını genişletmeye veya yeniden yapılandırmaya zorlamıştır. İnternet ve yeni teknolojiler bu dönüşümü daha da ileriye taşımıştır. Son on yılda, IWMS tedarik alanında birçok değişiklik yaşanmış, bazı tedarikçiler piyasadan çekilmişken, diğerleri çözümlerini tamamen yeniden geliştirmiştir. Bu değişiklikler günümüz pazarında hala etkisini göstermektedir. Şu anda yalnızca çok sınırlı sayıda IWMS, modern mimarlık, güvenlik, dağıtım kolaylığı ve sistem entegrasyon yeteneklerini karşılamaktadır (Öğüt 2024).

IWMS'nin evrimi ile birlikte standart yazılım talebi büyük ölçüde artmış; projeye özgü özelleştirmeler ve kullanıcıya özel yazılımlar pahalı, zaman alıcı ve bakım açısından zorlu bulunmuştur. İş süreçlerinin zamanla değişmesi nedeniyle, birçok kuruluş standart yazılım ile genişleyen ihtiyaçlara uyum sağlayan IWMS çözümlerini tercih etmektedir. Bu değişiklikler, özel yazılımla değil, standart çözüm kullanılarak yapılandırılarak gerçekleştirilmekte; bu da esnekliği artırmakta, toplam mülkiyet maliyetini (TCO) azaltmakta ve yeni yazılım sürümleri ile uyumluluğu sağlamaktadır. Standart yazılım içindeki yapılandırılabilirlik, başarılı ve gelecekteki kanıtlanmış IWMS uygulamaları için kritik bir gerekliliktir ve yapılandırma yetenekleri tedarikçiye göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle, gereksinimlerin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi önerilmektedir. IWMS, ayrıca ERP, İnsan Kaynakları (İK), Bina Yönetim Sistemleri (BMS) ve akıllı sayaçlar gibi çeşitli bilgi teknolojileri çözümleriyle entegre olabilmektedir. ERP sistemleri, tesis yönetimi ve gayrimenkul yönetimi süreçleriyle ilgili

verileri içermekte; örneğin maliyet merkezleri, bütçe kodları veya tedarikçi verileri, ERP ve IWMS arasında sık sık değiştirilen veriler olarak görülmektedir. İK sistemleri personel verisi sağlarken, BMS teknik veriler göndermekte ve akıllı sayaçlar, IWMS'ye çevrimiçi enerji tüketimi verisi sunmaktadır. Bu veri değişimi çoğu durumda çift yönlü bir etkileşim içermektedir (Tanrıvermiş 2019).

4. TESİS YÖNETİMİ İLE İLİŞKİLENDİRİLEBİLECEK YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLER

Yapı Bilgi Modellemesi (BIM), artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR), nesnelerin interneti (IoT) ve dijital ikiz (DT) gibi yenilikçi teknolojileri ile birlikte tesis yönetiminde önemli bir dönüşüm yaşanmaktadır. Bu sayede tesisler daha verimli, sürdürülebilir ve etkin bir şekilde yönetilebilmektedir. Teknolojilerin entegrasyonu ile hem yönetim süreçlerini kolaylaştırmakta hem de tesislerin operasyonel performansını artırmaktadır. BIM, mimari projelerin tasarımından hizmete açılışına kadar tüm süreçlerde yer alan paydaşların faydalanabileceği üç boyutlu (3D) veri aktarım ve erişim süreci olarak tanımlanmaktadır. BIM, yalnızca bir mimari yazılım olmaktan öte, yapı projelerinin yönetimini kolaylaştıran bir sistem olarak değerlendirilmektedir. Bu model, projenin yaşam döngüsü boyunca çeşitli avantajlar sunarak yapı sahiplerinin ve diğer paydaşların süreçten en iyi şekilde yararlanmalarını sağlamaktadır. Yapının işletme aşamasına geçmeden önce oluşturulması gereken bu model, tesis yönetimi için kritik bir önem taşımaktadır. Tesis yönetiminde, bakım-onarım, enerji verimliliği, güvenlik gibi işlemlerin daha etkili bir şekilde yönetilmesine olanak tanımaktadır (Şen 2021).

Artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) teknolojileri, BIM ile entegre edildiğinde tesis yönetiminde devrim niteliğinde gelişmeler sağlamaktadır. AR, kullanıcıların gerçek dünya üzerine sanal nesneler yerleştirerek etkileşimde bulunmasını sağlarken; VR, kullanıcılara tamamen sanal ortamlarda deneyim sunmaktadır. Bu iki teknoloji, mimarlık, mühendislik ve inşaat alanlarında, projelerin görselleştirilmesi ve sorunların daha etkin bir şekilde çözülmesi amacıyla kullanılmaktadır (Yılmaz 2020).

Artırılmış gerçeklik, ilk olarak havacılık sektöründe uygulama bulmuş, kablo yerleştirme sürecindeki belirsizlikleri ortadan kaldırmayı hedeflemiştir. Bu teknoloji, gerçek dünyaya sanal verilerin entegre edilmesiyle çalışmakta ve kullanıcıların mevcut ortamda daha fazla bilgi edinmesini sağlamaktadır. Artırılmış gerçeklik sistemleri, görüntüleme, izleme ve giriş cihazları gibi donanımlar ile desteklenmekte, böylece kullanıcıların etkileşim düzeyi artırılmaktadır (Bingöl 2018).

Sanal gerçeklik ise, kullanıcılara gerçek dünyadan bağımsız bir deneyim sunarak, onları tamamen sanal ortamlara dahil etmektedir. Bu teknoloji, özellikle eğitim, sağlık ve eğlence sektörlerinde geniş uygulama alanlarına sahip olmakta, kullanıcıların simülasyon ortamlarında deneyim kazanmalarına olanak tanımaktadır. Sanal gerçeklik, kullanıcıların fiziksel dünyadan kopmadan etkileşimde bulunmalarını sağlayarak, birçok sektörde verimliliği artırmaktadır (Kaya 2023).

Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisi, tesis yönetiminde operasyonel performansı artırmakta önemli bir rol oynamaktadır. IoT cihazları, envanter takibi, güvenlik sistemleri ve enerji yönetimi gibi alanlarda kullanılmakta, tesislerin verimliliğini ve güvenliğini artırmaktadır. Örneğin akıllı sensörler sayesinde güvenlik tehditleri anında tespit edilmekte ve ilgili yetkililere uyarılar gönderilmektedir. Ayrıca, enerji verimliliği sağlamak amacıyla hava sıcaklığı ve insan sayısı gibi faktörler izlenerek kaynak kullanımı optimize edilmektedir (Sarkar 2021). IoT'un sağladığı önleyici ve öngörücü bakım süreçleri, reaktif bakım yöntemlerine göre önemli maliyet avantajları sunmaktadır. Bu süreçler, ekipman arızalarının önceden tespit edilmesi ve zamanında müdahale edilmesi imkanını sağlayarak, operasyonel kesintileri ve maliyetleri minimize etmektedir. Bunun yanı sıra, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak adına IoT verilerinin Çevresel, Sosyal ve Yönetişim (ESG) raporlamasında kullanımı da giderek artmaktadır (Hocaoğlu 2022).

Yapı Bilgi Modellemesi, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve nesnelerin interneti gibi teknolojilerin entegrasyonu, tesis yönetiminde önemli bir dönüşüm sürecini tetiklemektedir. Bu teknolojiler, projelerin daha etkili bir şekilde yönetilmesi, maliyetlerin düşürülmesi ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılması adına önemli fırsatlar sunmaktadır. Tesis yöneticilerinin bu teknolojilere yatırım yapması ve mevcut sistemlerle uyumlu akıllı çözümler geliştirmesi, gelecekteki başarıları için kritik bir adım olarak değerlendirilmektedir (Sarkar 2021).

Bu yenilikçi teknolojiler ile birlikte, tesis yönetimini daha verimli, sürdürülebilir ve maliyet etkin bir hale getirmektedir. Her biri bina yönetiminin farklı alanlarında verimlilik artışı sağlamaktadır. Bu teknolojiler enerji tasarrufu, maliyet azaltımı ve performans izleme gibi önemli avantajlar sunarak, tesislerin daha etkili bir şekilde

yönetilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca bu teknolojiler geleceğin akıllı binalarının altyapısını oluşturmakta ve tesis yöneticilerine daha bilinçli ve stratejik kararlar alabilme fırsatı sunmaktadır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Yenilikçi teknolojiler ve tesis yönetimindeki rolleri

Teknoloji	**Özellikler / Tanım**	**Tesis Yönetimindeki Rolü**
BIM	BIM, fiziksel ve işlevsel özelliklerini dijital ortamda modelleyen bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır. 3D modelleme, inşaat sürecinden bakım ve işletme aşamasına kadar bina yönetimini optimize etmek için kullanılmaktadır.	Proje yönetimi açısından, tasarım ve inşaat aşamalarında detaylı 3D modeller kullanılarak daha verimli bir planlama süreci sağlanmaktadır. Operasyonel verimlilik açısından, bina bakım süreçleri dijital ortamda izlenip optimize edilerek daha etkili bir yönetim elde edilmektedir. İşletme süreci bakımından ise dijital veri kullanımı, tesis yönetiminde hızlı ve doğru karar alma olanağı tanımaktadır.
IoT	Nesnelerin İnterneti (IoT), fiziksel cihazların birbirine bağlanarak veri paylaşmasını ve analiz edilmesini sağlamaktadır. Bina içindeki cihazlar, sensörler, aydınlatma, HVAC sistemleri gibi unsurlar IoT aracılığıyla birbirine bağlanmakta ve veri toplamaktadır.	Gerçek zamanlı izleme açısından, bina içindeki cihazlar ve sistemler IoT teknolojisi ile sürekli olarak izlenebilir, enerji tüketimi, hava kalitesi, sıcaklık gibi parametreler anlık olarak takip edilmektedir. Veri analitiği açısından, toplanan verilerle binadaki performans ve enerji verimliliği analiz edilmekte, bu sayede yönetim stratejileri optimize edilmektedir. Tahminsel bakım açısından ise IoT, cihazların arıza yapma olasılıklarını tahmin ederek, arızalar meydana gelmeden önce bakım yapılmasına imkan sağlamaktadır.
AR	Artırılmış Gerçeklik (AR), gerçek dünyaya dijital öğeler ekleyerek kullanıcıya zenginleştirilmiş bir ortam sunmaktadır. Bu teknoloji, bina yönetimi ve bakım süreçlerinde kullanılarak görsel bilgileri artırmaktadır.	Eğitim ve simülasyon açısından, bakım ve onarım personeli, AR teknolojisi ile sanal eğitim alabilmekte veya gerçek zamanlı talimatlar alabilmektedir. Bakım yardımı açısından, AR gözlükleri, bakım görevlerini kolaylaştıran görsel rehberler sunmaktadır. Uzaktan destek açısından ise uzmanlar, AR teknolojisiyle yerinde bakım yapan personele adım adım rehberlik edebilmektedir.
VR	Sanal Gerçeklik (VR), kullanıcıyı tamamen sanal bir ortamda gerçek dünyadan bağımsız bir deneyim yaşatmaktadır. Tesis yönetiminde VR, özellikle eğitim ve planlama süreçlerinde kullanılmaktadır.	Eğitim ve simülasyon açısından, çalışanlar bina bakım prosedürlerini VR ortamında güvenli bir şekilde deneyimleyebilmektedirler. Tesis planlama ve tasarım açısından, VR teknolojisi, bina tasarımını ve yerleşimini 3D ortamda simüle ederek daha sağlıklı ve bilinçli kararlar alınmasına yardımcı olmaktadır. Planlama ve karar verme açısından ise, VR, bina yönetiminde kullanıcıların tesisin farklı bölümlerini sanal olarak gezmelerine ve detaylı analizler yapmalarına olanak tanımaktadır.
Dijital İkiz	Dijital ikiz, gerçek bir nesnenin ya da sistemin sanal bir modelini oluşturan bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır. Bina ve tesislerde dijital ikizler, gerçek zamanlı veri ile güncellenen sanal kopyaları oluşturmaktadır.	Gerçek zamanlı izleme ve yönetim açısından, bina performansı gerçek zamanlı olarak izlenmekte ve sıcaklık, nem, enerji tüketimi gibi veriler dijital ikiz üzerinden yönetilmektedir. Performans analizi ve optimizasyonu açısından, dijital ikiz teknolojisi sayesinde tesis yönetimi, binanın durumunu sürekli olarak izleyebilir ve bu verilere dayanarak operasyonları optimize etmektedir. Proaktif bakım açısından ise, bina varlıklarının durumu dijital ikiz ile izlenerek bakım ihtiyaçları daha proaktif bir şekilde yönetilebilmektedir.

4.1 Yapı Bilgi Modellemesi (BIM)

Yapı Bilgi Modellemesi (Building Information Modeling – BIM), bazı uzmanlar tarafından karmaşık ve çok boyutlu bir kavram olarak değerlendirilse de literatürde bu teknolojiye ilişkin farklı tanımlar bulunmaktadır. Bu tanımlar, BIM'in çeşitli yönlerini vurgulamakla birlikte, genel olarak binanın tüm yaşam döngüsü boyunca bilgi sağlayan bir modelleme süreci olarak tanımlanabilmektedir. Bu süreç, binanın geometrisini parametreli bir biçimde oluşturmayı ve bu bilgileri bir veri tabanına dönüştürmeyi içermektedir. Böylece, tasarım aşamasından bakım ve onarım süreçlerine kadar her aşama izlenebilir hale gelmektedir (Öğüt 2024). BIM, 2D CAD sistemlerinin ötesine geçerek, bina projelerinin tüm yaşam döngüsünü kapsayan kapsamlı ve işbirliğine dayalı dijital bir platforma duyulan ihtiyaçtan doğmuştur. BIM'in gelişiminde ilk önemli adım, yapısal çelik endüstrisi tarafından atılmıştır. Bu sektör, parametreli ve akıllı modellerin kullanımına öncülük etmiş ve teknolojinin ilerlemesiyle bu modeller daha güçlü hale gelmiştir. BIM, tasarım, inşaat ve işletme süreçlerinde potansiyel barındıran bir teknoloji olarak kabul edilmektedir (Kopuz 2024).

BIM, binanın gerçek zamanlı izlenmesini ve mevcut durumunun takip edilmesini sağlayan dinamik bir nesne olarak işlev görmektedir. Bu modelleme süreci, programlama, inşaat, işletme ve yıkım aşamalarında veri tabanı yönetimi ve analiz imkanları sunmaktadır. Yalnızca bina projelerinin daha verimli bir şekilde yönetilmesini sağlamakla kalmayıp aynı zamanda proje süresince meydana gelebilecek olası hataları önceden tespit etmeye ve çözüm geliştirmeye katkıda bulunmaktadır (Döşer 2016).

BIM, mimari projelerin tasarım aşamasından başlayarak planlama, inşaat ve nihai tamamlanma süreçlerinde yer alan tüm paydaşların faydalanabileceği 3D veri aktarım ve erişim mekanizması olarak tanımlanmaktadır (Tezel 2023). Bu model, projenin yaşam döngüsünün her aşamasında aktif bir rol üstlenmeyi hedefleyerek, sadece bir mimari yazılım olmanın ötesinde kapsamlı bir yönetim sistemi olarak işlev görmektedir. BIM'in, üçten fazla boyut sunabilme kapasitesi, onu diğer modelleme yazılımlarından ayıran belirgin bir özellik olarak öne çıkmaktadır. Bu çok boyutlu yapısı, yapı projelerinin yönetiminde önemli bir katkı sağlamakta ve çeşitli avantajlar sunmaktadır (Şen 2021).

Çok boyutlu yapıya sahip olması söz konusu projenin yaşam ömrünün tamamını gözlemleyebilmelerini ve tüm bunları simüle etmelerine olanak sağlamaktadır. BIM sağlamış olduğu bu katkılar ile süreçlerdeki belirsiz durumları azaltarak doğru analizi yapmalarını kolaylaştırmaktadır. Yapı Bilgi Modellemesi, zamanla 3 boyutludan 7 boyutluya kadar gelişim göstermiştir. Planlama sürecinden sonlandırma sürecine kadar faydalanılan yaşam döngüsünün veri tabanı olarak nitelendirilebilmektedir. BIM bir yapının ilk süreçlerinde, birçok analiz için kullanılabilmektedir. Yapım sürecinde ise 4,5 ve 6 boyutlu süreç, maliyet ve verimliliği doğru bir şekilde analiz etme imkânı sağlamaktadır. Yapım sürecinden sonra da operasyonel faaliyetler için tesis yöneticilerine devredilmektedir. Tesis yöneticilerinden bu aşamada Yapı Bilgi Modellemesinin nesne odaklı faaliyetlerinden ve beraber çalışılabilirlik özelliğinden faydalanmaya çalışması beklenmektedir (Tütüncüler 2020).

BIM, yapının planlanma sürecinden yıkım sürecine kadar gerçekleşen aşamaların bir kısmında veya tamamında görev alan uzmanlar arasında güçlü iletişim kurabilecekleri, birlikte çalışabilecekleri ve doğru bilgi alışverişinin sağlanabileceği bir platform oluşturmaya çalışmaktadır. Yapının aşamalarında görev alan uzmanlar arasında yaşanabilecek sağlıksız iletişim doğru bir iş çıkarılmasının önünde güçlü bir engel olarak görülmektedir. BIM, süreçlerde parametrik modelleme kullanarak yapının 3 boyutlu görünümünün çıkarılmasının ötesinde yapının detaylı ve sistemli olacak şekilde sanal bir kopyasını oluşturmaktadır (Kaya 2023). Yapı Bilgi Modellemesinin yapıyı gerçeğe yakın bir şekilde sunması, yapının karar vermeyi gerektiren aşamalarında daha hızlı ve doğru kararlar vermesine yardımcı olmaktadır. Ayrıntılı bir BIM ile pek çok alternatif değerlendirilebilmektedir. Değerlendirmeler sonrasında yapının performansı ve kalitesine göre kararlar verilip yapının geliştirilmesi yoluna gidilebilmektedir. BIM ile yapım süreci simüle edilebilmektedir. Bundan dolayı herhangi bir hata olması ihtimalinde hatanın çözümü için çalışmalar yapılabilmektedir. BIM ile sanal ortamda oluşturulan tasarımlar değerlendirilerek herhangi bir hata veya uyuşmazlık yapı inşa edilmeden önce saptanabilmektedir. Parametrik model sayesinde de sahada oluşan problemlere hızlı müdahale edilebilmektedir (Yıldırım 2023).

BIM, tasarım konusunda gerçeğe uygun ve detaylı maliyet tahminleri yapılmasına yardımcı olmaktadır. Malzeme ihtiyaçlarını doğru saptayarak kaba inşaatın daha doğru uygulanmasına yardımcı olmakta ve aynı zamanda tedarik ile ilgili süreçte kolaylıklar sağlamaktadır (Kula 2019). Yapının inşaat sürecinin sonrasında tesis yönetimi, bakım ve onarım gibi alanlarda da Yapı Bilgi Modellemesinden faydalanılabilmektedir. BIM, yalnızca yapım ve tasarım aşamalarından ibaret olmamakta; bina ile ilgili tüm bilgilerin saklanabildiği gerçek yapı bilgi modelini oluşturabilmektedir. BIM kullanarak, karışık yapıya sahip bir Alışveriş Merkezi (AVM) projesinde mağazalar ile ilgili metraj hesaplamaları, havalandırma sistemlerinin konumlandırılacağı yerlerin belirlenmesi gibi ölçümle ilgili işlerin yanı sıra mağazaların kira oranları ve müşteri akışı bilgileri gibi analizleri bünyesinde bulundurabilmektedir. Aynı zamanda BIM ile proje hakkında her bilgi erişilebilir kılınmaktadır. BIM ile yapının tasarım, inşaat, yönetim ve bakım süreçlerinde kullanılan bilgiler iki taraflı bağlantılar ve bulut teknolojisinden faydalanarak bütünleştirilebilmektedir. BIM bünyesinde kullanılan yapı elemanlarına doğru şekilde geçirilen veriler sayesinde özel olarak tesis elemanları hakkında yapılacak analizler, talepler ve tespitler hızlı bir şekilde ulaşılabilmekte ve rapor haline getirilebilmektedir (Tütüncüler 2020).

BIM sayesinde farklı uzmanlık alanlarından oluşturulan operasyon planları kolay bir şekilde oluşturulabilmektedir. Planlanmış faaliyetler için kontrol olanağı sağlanabilmektedir. BIM sayesinde proje ve yönetim aşamalarında yer alan her çalışanın bilgi modelini tanıyabilmesi, bu model üzerinde işlem yapabilmesi gibi erişim kolaylıkları sağlanabilmektedir. BIM bir takım ara uygulamalar sayesinde tesis yöneticileri için daha rahat erişilebilir, öğrenilebilir ve uygulanabilir seviyeye gelebilmektedirler. BIM'i tesis yönetimi ile ortak noktada buluşturan, BIM'in değerini artıran uygulamalar bulunmaktadır (Vurğun Çelikel 2021).

BIM, 3D ve bulut teknolojilerini etkili bir şekilde kullanarak söz konusu binanın veya yapının tasarım ve proje süreçleri üzerinde görsel bütünlük oluşturmayı amaçlamaktadır. BIM bu amacı doğrultusunda 3 boyutlu sanal ortama aktarımı gerçekleştirebilmektedir. Böylelikle oluşturulan sanal proje sayesinde kullanıcılar yapıyı ellerindeki kolay erişilebilir elektronik cihazlarla 3 boyutlu olarak inceleme olanağı elde edilebilmektedir.

BIM, çalışanlar arasında da doğru iletişim ve iş birliğini sağlamaktadır. Sorunları denetleyecek sistemlerin varlığı, çalışanlar arası iletişim kolaylığının sağlanmasında destek olan sistemler arasında yer almaktadır (Hocaoğlu 2022). Böylelikle projede oluşabilecek zaman yetersizliği kaynaklı problemlerin de çalışanlar arasındaki iletişimsizliğin de önüne geçilmektedir. Revizto gibi görüntüleme sistemleri, projenin 3 boyutlu sanal bir düzlemde temsil edilmesini sağlamaktadır. Bu gibi sistemlerden tesis yönetimi bakımından fikir aşamasından tüm proje süreçleri boyunca faydalanılabilmektedir (Şen 2021).

4.1.1 BIM'in gelişim süreci

Mimarlık eğitimi, uzun yıllardır kağıt üzerine yapılan iki boyutlu çizimlerle gerçekleştirilmiştir. Zamanla, artistik perspektif çizim kuralları geliştirilmiş ve mimari ifadelendirme sürecine entegre edilmiştir. Ancak tüm yapının iki boyutlu düzlemde sunulması, pafta üzerindeki açıklamalar, raporlar ve şartnamelerle güçlendirilmesi bile, bütünü algılamada yetersiz kalmıştır (Hocaoğlu 2022).

1970'lerin sonlarına doğru, sayısal teknolojinin gelişmesiyle birlikte Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) yazılımları kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, bu yazılımların genellikle iki boyutlu çizim uygulamaları olduğu ve üç boyutlu tasarımların ifade gücünün yetersiz olduğu görülmüştür. Bu dönemde, kullanıcı arayüzüne sahip yazılım sistemleri geliştirilmemişti ve operatörler, üç boyutlu modeller oluşturmak için kodlama yapmak zorunda kalmışlardır. 1975 yılında Chuck Eastman tarafından yazılan bir makalede, bir yapının sayısal bir sistemde var olma koşullarından bahsedilmiştir. Bu öngörüde, yapının tüm bilgilerinin bilgisayar ortamında kullanıcı etkileşimi ile oluşturulması, planlar, kesitler ve perspektiflerin bir kez yapılan değişiklikle anında güncellenmesi öngörülmüştür. Ayrıca, yapı ile ilgili analizler, finansal tahminler ve metraj bilgilerinin kolayca hazırlanabileceği bir sistem öngörülmüştür. 1980'lerin ortalarında, CAD yazılımları sayesinde daha önce el ile çizilen projelerin daha hızlı bir şekilde oluşturulması sağlanmıştır. Ancak, bu yazılımların sadece hızlı çizim yapma yeteneği olduğu ve tasarımda derinlik sağlamada yetersiz kaldığı anlaşılmıştır. Bu dönemde üç boyutlu CAD yazılımları geliştirilmiş, ancak bu girişimler beklenen başarıyı elde

edememiştir. Bilgi teknolojisinin gelişmesiyle birlikte, “data” (veri) ve “information” (bilgi) kavramları ortaya çıkmıştır. Bu kavramlar, verinin organize edilip anlamlı bir şekilde sunulduğunda bilgi halini aldığını ifade etmektedir. 1980’lerin ortalarında, elektronik ortamda oluşturulan bina modelleri için kullanılan terim “Building Model” iken, bilginin önemini vurgulamak amacıyla “Information” terimi eklenerek “Building Information Modeling” (BIM) terimi oluşmuştur (Akdeniz 2023).

4.1.2 BIM’in tesis yönetimine katkıları

Bir yapının BIM sürecine dahil edilmesi, proje paydaşlarına ve özellikle yapı sahibine bir dizi avantaj sağlamaktadır. Yapının hizmete açılmasından önce, süreçte zamansal, maliyet ve işletme açılarından birçok olumlu sonuç elde edilebilmektedir. BIM, yapı sahiplerine, projenin tüm yaşam döngüsü boyunca sürekli faydalar sağlayabilmektedir. BIM, bir yapının işletme ve bakımını yönetmek için gerekli bilgileri oluşturma, sürdürme ve veri alma aşamalarında paydaşlara fayda sağlamaktadır. Bu süreç, mahal yönetimi, bakım-onarım, enerji verimliliği, bina güçlendirme, tadilat ve yaşam döngüsü yönetimi gibi tesis yönetimi faaliyetlerini içermektedir (Akdeniz 2023). Kavramsal tasarım sürecinden başlayarak üretilen yapı bilgi modeli, uygulama ve as-built modellerine evrilmekte ve bu süreci tesis yönetimi modeli takip etmektedir. Model, varlıklar arasındaki ilişkileri hem geometrik hem de anlamsal verilerle oluşturarak tesis yönetimi faaliyetine altlık hazırlamaktadır. Bu nedenle, yapının işletme aşamasına geçmeden önce, tesis yönetimi için kullanılacak model olgunlaştırılması gerekmektedir. Tesis yönetimi için kullanılacak BIM modelinin olgunlaştırılması, yapının işletme aşamasında daha etkili ve verimli yönetilebilmesini sağlamaktadır. Bu süreçte, yapı sahipleri ve yöneticileri, yapı bilgi modelini kullanarak mahal yönetimi, bakım-onarım, enerji verimliliği, güvenlik ve diğer tesis yönetimi faaliyetlerini planlayabilmekte ve yönetebilmektedir. Bu da uzun vadede maliyet tasarrufu ve daha etkili bir tesis yönetimi sağlamaktadır (Hocaoğlu 2022).

4.1.3 Dünyada ve Türkiye’de BIM kullanımı

BIM, küresel ölçekte birçok ülkede önemli bir ilgi görmektedir. Kuzey Amerika’da, BIM araçlarının benimsenme oranı 2007’de %28 iken, 2012’de bu oran %71’e yükselmiştir.

Birleşik Krallık, Avrupa'da lider konumda olma hedefiyle BIM, kamu projeleri için zorunlu hale getirilmiş ve benimsenmesi teşvik edilmektedir. Batı Avrupa genelinde BIM'in kabul oranı yaklaşık %36 civarındadır. Almanya, Fransa, Norveç ve İsveç gibi birçok ülke, BIM farkındalığını artırmak ve inşaat endüstrisine entegre etmek için çaba harcamaktadır. İskandinav ülkelerinde Norveç, 2010'dan bu yana BIM uygulamasını devlet tesislerinin inşası için zorunlu kılarken Danimarka, BIM'e güçlü bir destek vermekte bu alanda araştırma ve geliştirmeye önemli yatırımlar yapmaktadır (Kaya 2023).

Hong Kong, Güney Asya'da BIM uygulamalarını hızla benimseyen öncü bir bölge olmuştur. BIM'in entegre tasarımları kolaylaştırma, değişikliklere uyum sağlama ve hataları tanımlayıp düzeltme becerileri, Hong Kong'da genel üretkenliği artırmıştır. Hong Kong hükümeti, 2014'ten itibaren tüm toplu konut projelerinde BIM kullanımını aktif olarak desteklemektedir. Aynı dönemde Çin hükümeti bir BIM çerçevesi oluşturmak ve inşaat endüstrisinde yaygın benimsemeyi teşvik etmek amacıyla kapsamlı bir beş yıllık planı başlatmıştır. Afrika genelinde BIM'in uygulanması bölgesel farklılıklar göstermektedir. Nijerya, yüksek düzeyde BIM farkındalığı ve ilgisi gösterirken, Güney Afrika çeşitli zorluklarla karşılaşmıştır. Sözleşme sorunlarını, yetersiz personel eğitimini ve nüfus artışını etkili bir şekilde yönetme ihtiyacı bulunmaktadır (Öğüt 2024).

Türkiye'de BIM'in benimsenmesi, diğer ülkelere kıyasla daha yakın bir geçmişe dayanmasına rağmen özellikle uluslararası projelerde yer alan yerli şirketler arasında BIM'e artan bir ilgi bulunmakla birlikte, birçok Türk şirketi geleneksel iş stratejilerinden sapma konusunda tereddüt etmekte ve yerleşik yöntemleri tercih etmektedir. BIM geçiş standartlarının belirsizliği, benimsemeyi karmaşık hale getirmektedir. Türkiye'deki araştırmalar, nitelikli personelin, etkili liderliğin ve bilgi ve teknolojiden yararlanmanın etkili BIM uygulamaları için temel başarı faktörleri olduğunu ortaya koymaktadır. Hem kamu hem de özel sektör, BIM'in başarılı bir şekilde uygulanmasında önemli roller oynamaktadır. Türkiye'de BIM, genellikle tasarım ve inşaat öncesi aşamalarda kullanılmakta iken, işletme ve bakım aşamalarında kullanımının sınırlı olduğu gözlemlenmektedir. Türkiye'deki araştırmalar, BIM'i benimseme sürecini kolaylaştıran çerçeveleri açıklamaktadır. Bu çerçeveler, organizasyonel ve operasyonel perspektifler

olmak üzere iki ana kategoride ele alınmaktadır. Organizasyonel çerçeve, şirket içinde BIM uygulamasının kapsamlı stratejik yönlerini ele alırken; operasyonel çerçeve, geçişle ilgili pratik adımları ve süreçleri incelemektedir. Bu çerçeveler, BIM'in kültürel bir değişimi gerektirdiğini ve adaptasyonun zaman alacağını vurgulamaktadır. Türkiye'de BIM'in potansiyel avantajlarının giderek daha fazla anlaşıldığı bir ortamda, daha fazla destek, eğitim ve sağlam standartların oluşturulmasıyla BIM benimsemenin genişlemesi beklenmektedir (Kaya 2023).

4.1.4 Tesis yönetiminde yapı bilgi modellemesi kullanımı (7D)

BIM ve sanal gerçeklik ile entegre tesis yönetimi, günümüzde henüz tam anlamıyla gelişmemiş olmakla birlikte, birçok temel yetkinlik alanında büyük potansiyellere sahip olduğu değerlendirilmektedir. Finans ve işletme, insan faktörü, liderlik ve strateji, işletme ve bakım, proje yönetimi, kalite, gayrimenkul ve mülk yönetimi, risk yönetimi, sürdürülebilirlik ile bilgi ve teknoloji yönetimi, bu potansiyel yetkinlik alanlarına örnek teşkil etmektedir (Yıldırım 2023).

Finans ve işletme alanındaki temel yetkinlik, ekonomik yönlerle ilgilenmekte ve önemli finansal yatırımlar ile işletme giderlerini kapsamaktadır. Blockchain teknolojisi, akıllı sensörler, akıllı sözleşmeler ve BIM'in entegre edildiği uygulamalar, bu yetkinlik alanını dönüştürebilmektedir. Önerilen uygulama, ödeme güvenliği sorunlarına karşı bir çözüm sunsa da teknik ve yönetimsel açıdan karmaşık bir yapıya işaret etmektedir. Tesis yönetimi içinde, akıllı sensörler ve canlı konum bilgileri gibi verilerin otomatik olarak BIM modellerine aktarılması, tedarik zinciri üzerinde kritik noktalarda önemli avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca, akıllı sensör verilerinin blockchain ağında depolanması, sözleşme yükümlülüklerinin otomatik olarak yerine getirilmesine olanak tanımaktadır. Ancak bu avantajlar belirli bir blockchain platformuna bağlı olmakta ve güvenlikle ilgili sorunlar, özellikle insan müdahalesiyle olası dolandırıcılık, dikkate alınması zorunluluk haline gelmektedir (Kaya 2023). Finans ve işletme temel yetkinliğinin BIM ile entegrasyonunda, hazır para eksikliği gibi pratik sorunlar da göz önüne alınması gerekmektedir. Otomatik ödeme sistemi, işin tamamlanmasını takiben fon eksikliği durumunda sıkışabilmektedir. Bu durum, geçici finansal zorluklar yaşayan müşteriler için potansiyel bir sorun

oluşturabilmektedir. Akıllı sözleşmeler ve blockchain teknolojisi, tesis yönetimi alanında gelecekte önemli roller oynayacak gibi görünmektedir. Ancak bu teknolojilerin benimsenmesini engelleyen pratik sorunlar ve güvenlik zorlukları dikkate alınması gerekmektedir. Gelecekteki araştırmaların, bu teknolojilerin tesis yönetimi süreçlerine entegrasyonu üzerine odaklanması ve çeşitli blockchain platformlarının avantajları ve dezavantajları konusunda derinlemesine analiz yapması önemli görülmektedir (Kaya 2023).

İnsan faktörü temel yetkinliği, çevreyi ve tesisi kullanan insanların korunması, risklerin azaltılması, yükümlülüklerin en aza indirilmesi ve tüm paydaşların olumlu yönde etkilenmesi üzerine odaklanmaktadır. İç mekan çevresi izleme, hava kalitesi kontrolü ve ısıl konfor gibi konular bu alana dahil olmaktadır. BIM ve Kablosuz Sensörler Ağı (WSN) entegrasyonu, gerçek zamanlı sensör verilerini BIM modelinde görselleştirmeyi amaçlamaktadır. Yenilikçi bir yaklaşım olarak tesislerdeki konfor seviyesinin, kullanıcıların duygu algısı üzerinden iyileştirilmesi ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, bina alanlarının kullanıcı dostu hale getirilmesi için ek çaba harcanması gerekmektedir. BIM ve Kablosuz Sensörler Ağı'nın birleşimi, çeşitli verileri daha etkili bir şekilde görselleştirmeyi mümkün kılmaktadır. Bu entegrasyonun ardından, çevresel verileri (sıcaklık, nem, ışık, gürültü vb.) içeren bir veri tabanı oluşturulabilmektedir. Bu sayede termal/hava kalitesi sorunları izlenebilmekte, kullanıcı konforu sağlanabilmekte ve bakım ihtiyaçları belirlenebilmektedir (Vurğun Çelikel 2021).

Bu süreçlerde farklı bilgi sistemleri arasındaki uyumluluk ve çeşitli paydaşlar arasında bilgi paylaşımı zorluğu yaşanmaktadır. Heterojen verilerin yönetimi konusu daha fazla araştırma gerektirmektedir. Ayrıca, Kablosuz Sensörler Ağı için pil kapasitesi ve çalışma süresi önemli bir kısıtlama olabilmektedir. Uzun vadeli kullanım için yüksek kapasiteli piller veya sabit bir güç kaynağı kullanma ihtiyacı doğabilmektedir (Öğüt 2024).

İnsanların yaşadığı veya çalıştığı çevrenin korunması, tesis yönetiminin önemli önceliklerinden biri olarak görülmektedir. Yeni teknolojiler ve sensörlerin kullanımı yaygın hale gelmiş olsa da bu temel yetkinlikler için başlıca zorluk veri ve bilgi birlikteliğini sağlamaktır. Liderlik ve strateji temel yetkinliği tesis yönetimini kuruluşun

misyonları ve mevcut kaynaklarıyla uyumlu hale getirmeye odaklanmaktadır. Bu alandaki alt yeterlilikler, stratejik planlama ve organizasyon gereksinimleriyle uyumlu olmayı gerektirmektedir. Ayrıca politikalar ve prosedürlere uyum sağlanması beklenmektedir. Bireysel ve takım yönetimi, ilişki ve çatışma yönetimi gibi unsurlar da bu yeterlilikler arasında yer almaktadır. Değişiklik yönetimi, kurumsal sosyal sorumluluk ve tesis yönetimi de etkilenmektedir. Tüm bu süreçler, politik, sosyal, ekonomik ve endüstriyel faktörlerden etkilenmekte ve şekillenmektedir. Liderlik ve strateji yetkinliği, genellikle karar verme konularındaki gelişmeleri ele almakla birlikte akıllı inşaat nesneleriyle ilgili birkaç senaryo üzerinde kullanım değerlendirmelerine odaklanmaktadır (Kaya 2023). Akıllı inşaat nesnelerinin, Sektör Temel Sınıfları (IFC) formatını kullanarak sanal bir ortamda temsil edilebildiği belirtilmektedir. Bu nesneler, veri toplama ve bilgi işleme kabiliyetleriyle otonom kararlar alabilmekte süreçteki insan hatalarını azaltarak zaman tasarrufu sağlayabilmektedir. Akıllı inşaat nesnelerinin sunduğu avantajlara rağmen kültürel değişiklikler, yeni maliyetler, yapay zeka kabulü ve organizasyon hazırlığı gibi bazı sınırlamalar ve zorluklar hala mevcut bulunmaktadır. Ayrıca farklı protokollere sahip sensörler arasında iletişime izin veren bir platform tasarımının ve görselleştirmenin enerji tasarrufu sağlayan yönetim kararlarının alınmasına nasıl yardımcı olabileceği de bu temel yetkinlik kapsamında sayılmaktadır (Döşer 2016).

Temel yetkinlikteki kilit nokta, farklı kaynaklardan gelen veri ve bilgilerin entegrasyonuna dayanmaktadır. BIM ve Smart Grid (SG) yazılımları genellikle tescilli dosya formatları kullanarak uyumluluk sorunlarına neden olabilmektedir. Bu durum, modellerin paylaşılmasını ve iş birliği yapılmasını zorlaştırabilmekte özellikle farklı paydaşlar veya kuruluşlar söz konusu olduğunda bu zorluk daha da belirginleşmektedir. Yakın gelecekte, kullanıcılar ve araştırmacılar, çok sayıda ve çeşitli veri kaynağı ile platformu yönetme konusunda önemli bir zorlukla karşılaşacaklardır. (Kula 2019).

Tesis yönetimi, işletme ve bakım süreçlerini etkin bir şekilde yöneterek bina sistemlerinin, yapıların, iç ve dış mekanların verimli, güvenilir, güvenli ve standartlara uygun bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Bu alanda BIM önemli bir rol oynamakta ve geliştirilmektedir. Özellikle Yapısal Sağlık İzleme (SHM) alanında BIM-sensör entegrasyonu 2013 yılından beri ele alınmakta ve bu alandaki ilgi zamanla artmaktadır.

Veriye dayalı SHM teknikleri, yapıların sağlık, güvenlik ve risk azaltma konularında bilgi yönetimini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Geleneksel yöntemlerin büyük veri ve bilgi yönetimi için yetersiz olduğu görülmektedir. BIM ile gerçek zamanlı veriler arasında bağlantı oluşturmak için 2013 yılında ilk adımlar atılmıştır. Ancak farklı sensör türlerinden gelen büyük miktardaki veriyi depolama konusundaki zorluklar, bu stratejinin uygulanabilirliğini sınırlamaktadır. Daha sonra, SHM'yi desteklemek için verilerin depolanması, paylaşılması ve kullanılmasını kolaylaştırmak amacıyla harici bir veri tabanı içeren bir bilgi modelleme çerçevesi ortaya çıkmıştır. Bu çerçeve, yapısal performans parametrelerini dinamik olarak görselleştirmeyi ve uzun vadeli veri yönetimini sağlamayı amaçlamakta IFC standardına uygun modeller üretmektedir (Kaya 2023).

BIM'in bir başka kullanım alanı, Siber-Fiziksel Sistem (CPS) kavramı olarak görülmektedir. CPS, iletişimle ilgili özellikleri ve davranışları incelemek üzere SHM'ye uygulanmıştır. CPS'nin tanımını yapmak için bir meta model geliştirilmiş ve IFC şemasına eklenmiştir. İşletme ve bakım alanında, ekipman bakımı ve alan yönetimi ile ilgili sensör verileri harici bir veri tabanında saklanmaktadır. BIM, Nesnelerin İnterneti ve makine öğrenimi algoritmalarına dayalı, veri odaklı bir bakım çerçevesi geliştirilmiştir. Yapay Sinir Ağı (YSA) ve Destek Vektör Makinesi (SVM) gibi yöntemlerle Mekanik, Elektrik ve Tesisat (MEP) bileşenlerinin gelecekteki koşullarını tahmin etmek için kullanılabilmektedir. Bu yaklaşım, erken aşamada arıza alarmı verme, gelecekteki durum tahmini yapma ve bakım maliyetlerini azaltma gibi önemli sonuçlar doğurmaktadır. İşletme ve bakım alanında, tesisin tüm yaşam döngüsü boyunca elde edilen verilerin etkili bir şekilde yönetilmesi ve görselleştirilmesi, ortaya çıkan zorluklarla başa çıkma açısından önemli görülmektedir. Bu nedenle, zengin BIM modelleri oluşturmak, maliyeti etkileyen kritik bir faktör haline gelmektedir (Kula 2019).

Proje yönetimi, tesis yönetiminde kritik bir rol oynamakta ve farklı kapsam, karmaşıklık, süre ve finansal riskler taşıyan projelerin etkin bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır. Bu alandaki alt yeterlilikler planlama ve tasarım, uygulama ve teslimat ile değerlendirilmektedir. Koruyucu Bakım alanında, güvenlik, emniyet, kalite kontrolü, lojistik ve üretkenliği izlemek için personel, malzeme ve ekipmanın gerçek zamanlı takibi

kritik bir öneme sahip olmaktadır Bu alanda BIM ve Radyo Frekansıyla Tanımlama (RFID) gibi teknolojiler, yerelleştirme amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemler, güvenilir doğruluk oranları sağlayarak kaynak tahsis verimliliğini artırmakta ve insan hatalarını azaltmaktadır (Öğüt 2024).

Tesis yönetimindeki diğer gelişmeler arasında sensör hatalarını telafi eden Düşük Enerjili Bluetooth (BLE) teknolojisi, hareket sensörleri ve BIM entegrasyonu yer almaktadır. Bu entegrasyon, izleme sistemlerinin hassasiyetini artırarak daha etkili proje yönetimi sonuçları elde etmeyi amaçlamaktadır. Şantiyelerde, beton olgunluğunu izlemek ve kalıp sürecini kontrol etmek amacıyla BIM ile birlikte çalışan kablosuz sensörlerin kullanılması önerilmektedir. Gömülü sensörlerden elde edilen verilerin BIM ile bütünleştirilmesi sayesinde, betonun olgunluğuna ve gücüne bağlı olarak en uygun kalıp sökme zamanını hesaplamak mümkün olmaktadır. Bu sistem, beton dökme sürecini sürekli olarak izleyerek kür süresini kısaltabilmekte, işin daha hızlı tamamlanmasını sağlayabilmekte ve gereksiz kalıp kiralama maliyetlerini en aza indirerek maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Bu sistemlerin uygulanmasındaki temel zorluklardan biri yetersiz BIM eğitimi ve uzmanlığı olarak görülmektedir. Projelerde gerekli yetkinlikte uzmanların bulunması, BIM kullanımını kolaylaştırabilmekte ve genel verimliliği artırabilmektedir (Kula 2019).

Kalite, tesis yönetimi içinde hayati bir temel alan olarak önem kazanmaktadır. Temel odak noktası, tesis organizasyonlarının ve hizmet sağlayıcılarının performansını artırarak, tesisle ilgili ihtiyaç ve beklentileri karşılamaktır. Yapı bileşenlerinin ve inşaat işinin gerekli spesifikasyonları ve standartları karşılamasını sağlamak amacıyla kalitenin sağlanması anlamına gelmektedir. BIM ve dijital araçlar, kalite yönetimi süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle tasarım hatalarını tespit etmek veya performansın eksik olabileceği alanları belirlemek için BIM kullanımı, bilgilerin dijitalleştirilmesiyle mümkün hale gelmektedir. Kaliteyi sağlamak için, BIM modellerinin doğru ve güncel olması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, BIM verilerinde yapılan değişikliklerin veya güncellemelerin sahada güncelleme ortamına eş zamanlı olarak yansıtılması gerekmektedir. Ancak hem BIM hem de sahada güncelleme platformlarında doğru ve senkronize verilerin korunması, özellikle dinamik tesis yönetimi senaryolarında zorlayıcı olabilmektedir. Dolayısıyla, BIM doğrulama araçlarının entegrasyonu, proje yaşam

döngüsü boyunca BIM modellerinin kalitesinin güvence altına alınmasında önemli bir rol oynamaktadır. Kalite yönetimi alanında daha fazla keşif ve araştırmaya ihtiyaç olsa da, dijital araçların, özellikle BIM'in, tesis yönetimi uygulamalarında kalite güvencesini artırma potansiyeli umut vaat etmektedir. Gayrimenkul ve mülk yönetimi alanında, fiziksel varlıkları etkili bir şekilde yönetmek, kullanıcı deneyimlerini geliştirmek ve varlık sahiplerinin stratejik hedefleriyle uyumlu hale getirmek önemli görülmektedir. Ancak bu yeterlilik araştırmalarda nispeten daha az ele alınmaktadır (Kaya 2023).

BIM, gayrimenkul ve mülk yönetimi alanında, özellikle IoT tarafından üretilen varlık verilerinin yasal sahipliğini tanımlamak için kullanılabilmektedir. Özellikle birden çok kişiye ait binalarda IoT verilerinin toplanması ve kullanılmasını yöneten özel düzenlemelerin veya yasaların eksikliği göz önünde bulundurulması gerekmektedir. BIM, bu tür bağlamlarda IoT verilerinin kullanımına ilişkin hakların, kısıtlamaların ve sorumlulukların daha iyi tanımlanması için potansiyel bir çözüm sunabilmektedir. Bu alanda önemli bir zorluk, inşa edilmiş çoğu yapının istenilen verilere erişimde yaşadığı güçlük olarak görülmektedir. Mevcut binaların entegrasyonu, büyük zorluklar içermektedir. Tesis yönetimi, veri entegrasyonunu teşvik ederek açık formatları ve birlikte çalışabilirliği destekleyerek dinamik varlık yönetimini geliştirebilmektedir. BIM'in bu entegrasyonu, gayrimenkul ve mülk yönetimi alanında veri yönetimi ve kullanımını daha etkili hale getirebilmektedir (Yurdakul 2019).

Risk yönetimi, tesis yönetimi içinde önemli bir alan olup dünya çapında büyük ilgi görmektedir. Bu yetkinlik, riskleri etkin bir şekilde yönetmek suretiyle kullanıcı deneyimini geliştirmek, stratejik hedeflere ulaşmak ve gayrimenkul varlıklarının değerini optimize etmeyi içermektedir. Risk yönetimi alanında ele alınan konulardan biri, veri güvenliği olarak görülmektedir. Veri güvenliğinin sağlanması, gizliliğin korunması ve ilgili düzenlemelere uyumun sağlanması zor olabilmektedir. BIM ve SG uygulamaları, hassas tesis verilerinin işlenmesini içermekte ve bu bağlamda veri güvenliği, mahremiyet ve olası veri ihlali endişeleri önem arz etmektedir (Memiş 2018).

Diğer bir önemli konu, yangın riski ve işyeri güvenliğiyle ilgilenmek ve bu riskleri en aza indirmektir. BIM ve WSN arasında veri entegrasyonu, sağlık ve güvenlik yönetiminde

gelecekteki uygulamalar için önemli bir alanı işaret etmektedir. Yangın riski üzerine yapılan çalışmalar, özellikle BIM merkezli olup yangın koşullarının tanımlanması, yangın söndürme araçlarının belirlenmesi, tahliye ve kurtarma yollarının optimize edilmesini içermektedir. Bu çalışmalar, BIM'in geometrik bilgi ve grafik arayüzler kullanarak kullanıcı etkileşimlerini destekleyerek yangın risk yönetimine odaklanmaktadır. BIM'in, WSN ve diğer teknolojilerle entegrasyonu aynı zamanda işçi sağlığı ve güvenliği konusunda da araştırmalara konu olmaktadır. Bu entegrasyon, inşaat aşamasından başlayarak bina yaşam döngüsü boyunca gerçek zamanlı verilerle merkezi veritabanlarının oluşturulmasını sağlayarak sağlık, güvenlik ve acil durum yönetimini iyileştirebilmektedir (Kaya 2023).

BIM modellerinin sensörlerle entegrasyonu, yapılı çevrenin sürekli otomatik izlenmesini sağlamaktadır. Bu uygulamalar arasında kaza önleme, yeni tehditlerin tanımlanması, çevresel durum izleme ve optimize edilmiş acil durum yönetimi yer almaktadır. Ancak bu sistemlerin performansını artırmak, sensör güvenilirliği ile ilgili zorlukları ele almak ve doğru BIM modellerini sürdürmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olmaktadır (Kula 2019).

Sürdürülebilirlik, tesis yönetimi içinde çevreyi koruma, bina sakinlerinin refahını sağlama, kurumsal etkinliği destekleme ve riskleri en aza indirme amacını taşıyan çok önemli bir temel alan olarak görülmektedir. Enerji yönetimi, su yönetimi, malzeme ve sarf malzemeleri yönetimi, atık yönetimi, işyeri ve saha yönetimi gibi çeşitli alt yetkinlikleri içermektedir (Öğüt 2024).

Tesis yönetimi içinde sürdürülebilirlik konusu özellikle binaların enerji talebini azaltmaya yönelik olarak detaylı bir şekilde incelenmektedir. Bu kapsamda, BIM ve bilişim teknolojilerinin (BİT) binaların enerji verilerinin işlenmesini ve görselleştirilmesini kolaylaştırmak amacıyla entegrasyonu üzerine birçok araştırma yapılmaktadır. Kullanıcı davranışının enerji verimliliğinde önemli bir rol oynadığı kabul edilmekte, bu nedenle enerji performansını ve konforu optimize etmek adına gerçek zamanlı izleme sistemleri ve kontrollü etkileşimler geliştirilmektedir. Kullanıcı katılımını artırmaya yönelik olarak BIM'deki veri görselleştirme teknikleri de bu çerçevede

değerlendirilmektedir. Sürdürülebilirlik alanındaki araştırmalar, enerji yönetimine ek olarak Yapay Sinir Ağlarının (YSA) entegrasyonunu, yeşil bina tasarımı ve değerlendirmesi için çerçeveleri, BIM -RFID teknolojilerinin kullanımını içermekte ve bu alanlarda kaynak verimliliğini artırmayı hedeflemektedir. BEMS'ler, enerji tüketiminin kontrolünde önemli bir rol oynamaktadır. Bu sistemlerin BIM ile entegrasyonu, her iki sistemden gelen verilerden yararlanarak kapsamlı bina enerji yönetimine olanak tanımakta ve enerji verimliliğini artırmaktadır (Memiş 2018).

Sürdürülebilirlik alanındaki gelişmeler, çevresel sensör verilerinin yapay zeka ve optimizasyon algoritmaları ile entegrasyonunu iyileştirmeyi, sürdürülebilir uygulamalar için kullanıcı dostu stratejiler geliştirmeyi, enerji yönetiminin ötesinde diğer sürdürülebilirlik alt yetkinliklerini ele almayı ve BIM ile BEMS arasında kusursuz entegrasyona odaklanmayı içermektedir. Ancak bu gelişmelerin devam edebilmesi için BIM eğitimine sürekli yatırım yapılması gerektiği ve bazı kullanıcıların yüksek maliyet ve yeni teknolojiye uyum sağlamada zorluk yaşadığı için sürdürülebilirliği benimseme konusunda tereddüt ettiği unutulmaması gerekmektedir (Kaya 2023).

BIM, proje yaşam döngüsü boyunca iletişimi ve koordinasyonu artırarak verimliliği sağlamak için geliştirilmiş teknoloji, süreç ve kurallar bütünüdür. Bu nedenle giderek daha fazla kullanılmakta ve yaygınlaşmaktadır. 2000'li yılların başında ortaya çıkan BIM, mimarlık, mühendislik ve inşaat sektöründe çeşitli faydalar sunmaktadır. Bu faydalar arasında paydaşlar arası iletişimin güçlenmesi, hataların önceden tespit edilmesi, yeniden yapım ihtiyaçlarının azaltılması, proje süresinin kısaltılması, maliyetlerin düşürülmesi ve kalite artışı sayılabilmektedir. BIM, özellikle tasarım ve yapım aşamalarında kullanılan dijital veri deposu özelliği ile dikkat çekmektedir. Dolayısıyla, birçok uzman, BIM'in en büyük faydasının bina yaşam döngüsünün en uzun ve bilgi yoğun aşaması olan kullanım evresinde kendini göstereceğini öne sürmektedir (Tezel 2023).

Bina kullanım evresi, yapımın tamamlanmasının ardından başlamakta ve bu süreçte, binaların işlevselliğini, konforunu, güvenliğini ve verimliliğini sağlamak için çeşitli tesis yönetimi hizmetlerine ihtiyaç duyulmaktadır. FM, bir organizasyonun hedeflerine ulaşması için binaları ve altyapıyı işletme, sürdürme, iyileştirme ve uyarlama

faaliyetlerini içeren bir yaklaşımı temsil etmektedir. Günümüzde FM hizmetleri, bakım ve onarımdan enerji yönetimine kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır (Kaya 2023).

BIM'in FM sektöründeki etkisi, dijital varlık oluşturma, yapı ve bileşenlerin 3D görselleştirilmesi, bakım-onarım takibi, alan yönetimi ve bina performans takibi gibi uygulamalarda kendini göstermektedir. BIM-tabanlı FM, geleneksel bilginin tamlığı, doğruluğu ve güncelliğini sağlamakla kalmayıp veri ve bilgiye dayalı karar verme süreçlerini destekleyen bir bilgi yönetimi metodolojisi olarak da değerlendirilebilmektedir. Bununla birlikte, BIM'in özellikle işletme aşamasındaki kullanım oranı beklenenden düşük kalmaktadır. Araştırmalar, BIM ile FM entegrasyonunu engelleyen çeşitli faktörler olduğunu ortaya koymaktadır. Bu engeller arasında, sektör farkındalığının düşük olması, bilgi gereksinimlerinin tanımlanmasındaki zorluklar, eksik yönetmelikler ve farklı FM yazılımları arasındaki uyumsuzluklar bulunmaktadır (Tezel 2023).

Son yıllarda, uluslararası araştırmacılar ve endüstri paydaşları BIM-tabanlı FM konusuna odaklanan çalışmalara hız vermiştir. Akademik yayınların yanı sıra Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı (ISO) da BIM-tabanlı bilgi yönetimi için gerekli süreçleri belirten ISO 19650 standart serisini geliştirmiştir. Bu standart, BIM tabanlı bilgi yönetimi için bir yol haritası sunmakta ancak ülkelerin sektör dinamiklerine bağlı olarak ek prosedürler geliştirilmesine teşvik etmektedir. Mimarlık, mühendislik ve inşaat sektörlerinin dünya genelindeki farklı karakteristikleri, BIM adaptasyon ve uygulama hızlarında da çeşitliliğe yol açmaktadır. Türkiye özelinde, BIM kullanımı ilk olarak 2021 yılında ulaştırma projelerinde zorunlu hale gelmiştir. Ancak bu tarihten önce, önde gelen firmalar BIM süreçlerini büyük projelerde tasarım ve yapım aşamalarında uygulamaya başlamıştır. Bu girişimler, Türkiye'nin BIM seviye 2 yetkinliğini kazanmasına olanak tanımıştır. BIM seviye 2, projelerin 3D modeller kullanılarak üretilmesi, bu modellerin yapıma dair bilgilerle zenginleştirilmesi ve ortak bir veri formatında paylaşılmasını ifade etmektedir (Memiş 2018).

BIM seviye 3 ise, ekipler arasında tam işbirliği ve ortak veri ortamının kullanımı anlamına gelmektedir. Türkiye'de bazı nitelikli projelerde BIM Seviye 3 uygulamaları

gözlemlenmekle birlikte, genel olarak Seviye 2 uygulamaları daha yaygınlık göstermektedir. Bununla birlikte, BIM tabanlı bilgilerin bina yaşam döngüsünün kullanım evresine aktarımı sınırlı kalmaktadır. Ancak Türkiye'nin mimarlık, mühendislik ve inşaat sektöründeki BIM tabanlı dönüşümün, FM sektör pratiklerine yansımaları beklenmektedir. Bu doğrultuda, FM sektörünün BIM adaptasyon sürecine kaynaklık edecek kapsamlı bir araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bilgi ve teknoloji yönetimi, BIM ve IoT, FM entegrasyonunu içeren bir alandır ve bu alandaki gelişmeler giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu alan, teknolojik ihtiyaçların değerlendirilmesi, uygulanması, teknolojik sistemlerin bakımı ve yükseltilmesi, koruma ve siber güvenlik gibi çeşitli alt alanları kapsamaktadır. Sensör verilerini BIM modelleriyle entegre etmek için genel bir yöntem olmamakla birlikte, mühendislik araştırmaları, gerçek zamanlı operasyonel performans bilgi yönetimi ve proaktif karar vermeyi mümkün kılmak amacıyla bu entegrasyonu ele almaktadır (Kaya 2023).

BIM'in AR ve VR gibi teknolojilerle entegrasyonu üzerine yapılan çalışmalar da bulunmaktadır. İşbirlikçi BIM tabanlı AR/VR yaklaşımları, saha görevi verimliliğini artırmak adına geliştirilmekte olup, bu tür teknolojilerle tesis yönetimi alanında etkileşimli görsel işbirliği sağlamayı hedeflemektedir. Diğer bir yaklaşım, gerçek zamanlı geçmiş verileri görselleştirmek ve analiz etmek için BIM'i sensörlerle entegre etmeye odaklanmaktadır. Bu alandaki araştırmalar, standardizasyon eksikliği ve kapalı veri biçimleriyle ilgili zorluklara rağmen, uygun maliyetli çözümler önermeye yönelik çalışmalar yürütmektedir. İnşaat sektörünün diğer sektörlere göre yeni teknolojilere benimseme konusunda geride kaldığı bir gerçektir ve bu durum giderek daha fazla dikkat çekmektedir. Rekabet avantajını korumak adına bu sektörün yenilikçi teknolojilere yatırım yapma ihtiyacı bulunmaktadır. Her tesis, teknolojiyi benimsemek ve sürdürmek için gereken kaynaklara sahip olmayabilmekte, bu da teknoloji ihtiyaçlarını karşılama noktasında zorluklara neden olabilmektedir. Bu zorlukların üstesinden gelmek için ilk yatırım maliyetini azaltan çözümlere odaklanmak gerekmektedir (Tezel 2023). BIM ve IoT'nin tesis yönetimine entegrasyonu, teknik karmaşıklıkları ele almayı ve yeni teknolojilere yatırım konusundaki isteksizliği aşmayı gerektirmektedir. Bu alandaki çalışmalar, tesis yönetimi süreçlerini geliştiren, inşaat sektöründe rekabet avantajı

sağlayan yenilikçi ve uygun maliyetli çözümleri bulmaya odaklanmaktadır (Memiş 2018).

4.1.5 BIM ve tesis yönetimi entegrasyonu: faydalar, zorluklar ve fırsatlar

BIM, tesis yönetiminde önemli bir rol üstlenmektedir. Tesis yöneticilerinin, binaların tüm sistemlerine dair ayrıntılı bilgilere ulaşabilmesini sağlayan BIM, bu bilgilerin bir veri tabanında toplanarak her zaman erişilebilir olmasını mümkün kılmaktadır. Geleneksel bilgi paylaşım yöntemlerinden farklı olarak BIM, dijital modeller aracılığıyla projelerin tasarımı ve inşası sırasında tüm paydaşların bilgiye kolayca erişmesini ve güncellemesini sağlamaktadır. Bu durum, daha doğru kararların alınmasına, bakım gereksinimlerinin erken tespit edilmesine ve bina performansının iyileştirilmesine olanak tanımaktadır (Erciyas 2024).

BIM, tesis yöneticilerinin ihtiyaç duyduğu tüm verilerin doğru, güncel ve erişilebilir olmasını temin etmektedir. Bu sayede, yöneticiler, binanın günlük operasyonlarını daha verimli bir şekilde yönetebilmektedir. Geleneksel yöntemlerle karşılaşılan en büyük zorluklardan biri, tesis bilgilerini saklamanın maliyetli ve zaman alıcı olmasından kaynaklanmaktadır. Çoğu tesis bilgisi, kağıt belgeleri halinde saklandığı için bu verilere erişim zorlaşmakta ve eski verilerin güncellenmesi oldukça zaman almaktadır. Ayrıca bilgisayar tabanlı bakım sistemlerine geçiş yapıldığında verilerin manuel olarak aktarılması zaman kaybına yol açmaktadır. BIM'in tesis yönetimindeki etkinliği, doğru verilerin entegrasyonu ve uygulanabilirliği ile doğrudan ilişkili olmakta ve bu durum etkinliğin artırılmasında belirleyici rol oynamaktadır. BIM, yapılı çevredeki tüm yaşam döngüsünü kapsayacak şekilde tasarlanmış olmakla birlikte bilgi aktarımında yaşanan aksaklıklar verilerin doğru şekilde kullanılmasını engellemektedir. Özellikle tesis yönetiminde BIM'in etkin bir şekilde kullanılması için verilerin erken aşamalarda doğru şekilde aktarılması büyük önem taşımaktadır (Öğüt 2024).

BIM ve tesis yönetimi arasındaki entegrasyon, tasarım ve inşaat aşamalarında sağlanan avantajların yanı sıra işletme aşamasında da sürdürülebilir ve maliyet etkin çözümler sunmaktadır. Bu entegrasyon sayesinde, bina yönetiminde enerji verimliliği,

sürdürülebilirlik ve güvenlik konularında iyileştirmeler sağlanabilmektedir. Ancak BIM'in tesis yönetimiyle entegrasyonu, genellikle bazı zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Tesis yönetimi profesyonellerinin BIM hakkında sınırlı bilgiye sahip olmaları bu teknolojiyi benimsemelerini zorlaştırmaktadır. Ayrıca, BIM'in yaygınlaşmasını engelleyen bir diğer önemli faktör, bu alandaki uzman eksikliği olarak görülmektedir (Döşer 2016).

BIM ile tesis yönetimi arasındaki entegrasyonun daha verimli hale gelmesi için tesis yöneticilerinin bu teknolojinin sunduğu faydalar hakkında daha fazla bilgi edinmeleri gerekmektedir. Bununla birlikte, BIM'in tam anlamıyla uygulanabilmesi için, ilgili tüm tarafların süreçlerin nasıl çalıştığını anlaması ve işbirliği yapması önemli bir husus teşkil etmektedir. Verimlilik, zaman tasarrufu, daha iyi karar alma, dokümantasyonun iyileştirilmesi, düşük işletme maliyetleri ve güncel bilgilerle yapılan sürekli izleme, BIM'in tesis yönetimine sağladığı başlıca avantajlar arasında yer almaktadır (Kula 2019).

BIM'in tesis yönetimi süreçlerine entegrasyonu, bina performansının iyileştirilmesi, maliyetlerin azaltılması ve operasyonel verimliliğin artırılması gibi birçok potansiyel fayda sunmaktadır. Bu entegrasyon sayesinde, bakım süreçleri kolaylaşmakta, varlık takibi daha verimli bir hale gelmektedir. Sonuç olarak, BIM ve tesis yönetimi arasındaki bu bütünleşik yaklaşım, uzun vadeli sürdürülebilirlik ve daha etkin yapı yönetimi için önemli bir potansiyele sahip olmaktadır (Erciyas 2024).

4.2 Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik Teknolojileri ile Tesis Yönetimi

Artırılmış gerçeklik, kullanıcıların algısını geliştirerek bilgisayar ortamında farklı programlarla oluşturulan sanal verilerin gerçek dünyada algılanabilmesini sağlayan teknoloji olarak tanımlanmaktadır. Bu sanal veriler yazı, ses veya video şeklinde olabilmektedir. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin çalışması farklı şekillerde olabileceği gibi kullanım amacı olarak da farklılıklar göstermektedir. Ancak artırılmış gerçeklik teknolojisi çoğunlukla sanal nesnelerin benzer yerde oldukları yanılsamasını oluşturmak amacıyla gerçek, fiziksel nesnelerin üzerine oturtulduğu ve gözlenebildiği bir kurgu içermektedir. Kısaca artırılmış gerçeklik gerçek dünya üzerinde gerçek zamanlı olarak

duyusal gelişmelerin eklenmesi olarak tanımlanmaktadır. Artırılmış gerçeklik teknolojisi, ilk kez bir havacılık şirketinde uçakların gövdelerine kablo yerleştirilmesi esnasında oluşan belirsizlik ve karışıklık durumlarına çözüm üretebilmek amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Bu kullanımı da başlarına geçirebildikleri ve Head Mounted Display (Baş Üstü Ekran) diye isimlendirdikleri bir cihazla gerçekleştirmişlerdir (Bingöl 2018).

Artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisi, çeşitli sistem elemanları ve donanım bileşenleri ile yapılandırılmıştır. Bu sistem elemanları arasında donanım sistemi, yazılım ve algoritma sistemleri, navigasyon sistemi, akıllı gözlükler, biyonik kontakt lensler, hologramlar, sanal retinal görüntü ve başa entegre ekranlar bulunmaktadır. Ayrıca, artırılmış gerçeklik teknolojisinin donanım bileşenleri arasında bilgisayarlar, görüntüleme cihazları, izleme cihazları ve giriş cihazları yer almaktadır. Bu bileşenler, artırılmış gerçekliğin işleyişi ve kullanıcı deneyimini geliştirmede önemli roller üstlenmektedir. Bilgisayar, diğer cihazlar ile ilgili faaliyetlerin kontrolünün sağlamasının yanı sıra izleme cihazlarından erişilen bilgilerinden faydalanarak gerçek ortamda belli başlı ayarlama ve eşleştirme faaliyetlerinde bulunmakla yükümlü olmaktadır. Görüntüleme cihazından, kişinin gerçek ortamdaki görüntüsü üzerindeki değişiklikleri gözlemlemek için yararlanılmaktadır. İzleme cihazı ise kişinin tam olarak konumunu gerçek zamanlı olarak gözlemleyebilmekle sorumlu olmaktadır. Kişi gerçekte nesneler ile bağlantılıyken bu cihazlar kişinin herhangi bir hareketini sanal ortama aktarabilmektedir. Giriş cihazları ise sanal ortamda kişinin ilişki kurabilmesini gerçekleştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Giriş cihazları, birçok farklı alanda sıkça kullanılmaktadır. Gündelik yaşamda yaygın olarak kullanılan dokunmatik cihazlar, yüzeyler, mikrofonlar ve bilgisayar fareleri gibi cihazlar, giriş cihazı donanımlarına örnek olarak verilebilmektedir (Şen 2021).

Sanal gerçeklik (VR), duyu organlarında birtakım bilgiler oluşturarak kullanıcının bulunduğu yerden başka bir yerde olma duygusunu hissetmesini sağlayan bir simülasyon olarak tanımlanabilmektedir. Sanal gerçeklik sadece üç boyutlu bir simülasyon içerisinde kullanıcının gerçeklik hissini deneyimlemesinden öte bilgisayar sistemlerinin karmaşık yapısını daha anlaşılır kılmak için görselleştirilmesi ve verilerin görsel olarak temsil edilerek yeni sistemler oluşturmasına gibi konularda da kullanılmaktadır. VR ile kullanıcılar, gelişmiş cihazlar aracılığıyla sanal evreni duygusal olarak hissedebilme

olanağı bulabildiği gibi bu sanal düzlemi etkin bir şekilde kontrol de edebilmektedir. Bu olanak sanal gerçeklik teknolojisinin sadece cihazlar (eldiven, kask vb.) aracılığıyla faaliyet gösterdiği anlamına gelmemektedir. Sunulan bazı sanal ortamlar kullanıcıyı tamamen gerçeklikten koparmaz, kısmi olarak sanal ortama katılımlarını sağlamaktadır. Örneğin uçuş sırasında kullanılan simülatörler de ekran karşısında yansıtılan görüntüler hem sanal hem de fiziki unsurlardan oluşturulmakta ve kullanıcıyı gerçek düzlemden tam anlamıyla koparmamaktadır (Kopuz 2024).

Sanal gerçeklik, oluşturduğu bazı sanal ortamlar ile kullanıcının gerçek yaşamdan tamamen kopmasını sağlamaktadır. Bilgisayarlardan destek alınarak oluşturulan bu sanal düzlemler kullanıcının duygusal algılarının tamamına dokunmaktadır. Kullanıcıların gerçek yaşamdan tamamen kopması için sanal gerçeklik cihazlarının etkili bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Sanal gerçeklik teknolojisi, son yıllarda mimarlık, mühendislik ve inşaat endüstrisinde giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu teknoloji, çok sensörlü 3D ortamlar oluşturarak tasarım, mühendislik, inşaat ve tesis yönetimi gibi birçok alanda kullanılabilmektedir. Sanal gerçekliğin, yapılı çevrede kullanımı 1990'lara kadar uzanmakta olup, günümüzde bilgisayar grafikleri ve sanal gerçeklik ekipmanlarındaki ilerlemelerle birlikte pazarlama, eğitim, oyunlar ve inşaat görselleştirmeleri gibi birçok pratik uygulamada kullanılmaktadır. Sanal gerçeklik, dijital ortamlarla etkileşim biçimini devrim niteliğinde değiştiren bir kavramdır ve bu nedenle giderek daha fazla benimsenmektedir. Bilgisayarlar kullanılarak oluşturulan etkileşimli görseller aracılığıyla kullanıcılara sürükleyici ve etkileşimli 3D ortamları deneyimleme imkanı sunmaktadır. Temel olarak, kullanıcıları gerçek dünyayı simüle eden dijital ortamlarla etkileşime geçirebilen bir teknoloji olarak tanımlanabilmektedir. Bu etkileşim, çeşitli donanım araçlarının kullanılmasıyla sağlanmaktadır (Öğüt 2024).

Sanal gerçeklik teknolojisinin tarihi oldukça köklü bir geçmişe sahiptir ve bu alandaki gelişmeler hızla ilerlemektedir. Ivan Sutherland'ın 1965'te yaptığı vizyoner çalışma ve Morton Heilig'in 1956'da Sensorama adlı cihazı geliştirmesi, bu teknolojinin ilk adımlarını oluşturmuştur. Başa takılan cihazların (HMD'ler) 1960'larda piyasaya sürülmesi, sanal gerçeklik teknolojisinin hızla ilerlemesini sağlamıştır. 1990'larda oyun endüstrisiyle birlikte büyük bir gelişim gösteren sanal gerçeklik, 2000'li yıllarda daha

geniş uygulama alanları bulmuş ve özellikle eğitim, sağlık, inşaat ve eğlence sektörlerinde kullanımı artmıştır (Kopuz 2024).

Sanal gerçeklik uygulamaları, birçok sektörde benimsenmeye başlamıştır. İnşaat sektöründe, mimarlar ve mühendisler, sanal bina modelleri oluşturarak projelerin planlanması ve görselleştirilmesinde kullanmaktadır. Turizm sektöründe, insanlara farklı lokasyonları sanal turlar aracılığıyla keşfetme imkanı sunulmaktadır. Hizmet sektörü, müşteri deneyimlerini geliştirmek için sanal teşhir salonları ve mağazalar oluşturarak müşterilere ürünleri sanal ortamda deneyimleme imkanı sağlamaktadır (Şen 2021). Sağlık sektöründe, sanal gerçeklik terapötik amaçlar, eğitim simülasyonları ve ağrı yönetimi için kullanılmaktadır. Silah endüstrisi, askeri eğitimde sanal savaş simülasyonları ile bu teknolojiden yararlanmaktadır. Eğlence sektörü, sanal gerçeklik oyunları ve sürükleyici deneyimlerle kullanıcılara yeni bir katılım düzeyi sunmaktadır. Eğitim sektörü, geleneksel öğrenme yöntemlerini değiştirmek ve öğrencilere etkileşimli eğitim imkanı sağlamak amacıyla sanal gerçeklik teknolojisinden faydalanmaktadır (Yurdakul 2019).

Tesis yönetiminde, artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) teknolojileri, mimarlık, inşaat mühendisliği ve tesis yönetimi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Bu teknolojiler, bina tasarımı ve inşaat projelerini görselleştirmek, işbirliğini geliştirmek ve sorunları daha etkili bir şekilde çözmek amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca, tesis yönetiminde AR/VR teknolojileri, sensörler, video, grafik ve verileri kullanarak kullanıcıların tesis modeliyle etkileşim kurmasına ve tesis modelini görsel olarak incelemesine olanak tanımaktadır. Sanal gerçeklik teknolojisi, birçok sektörde etkileşimli ve sürükleyici deneyimler sunan bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu gelişmeler, tasarım süreçlerini iyileştirmek, eğitimi daha etkili kılmak ve birçok endüstriye inovasyon getirmek adına önemli bir potansiyele işaret etmektedir (Şen 2021).

Artırılmış gerçeklik ile sanal gerçeklik arasında temel bir farklılık bulunmaktadır. Artırılmış gerçeklik sanal ortam ile gerçek yaşam arasında bir bağlantı kurmaktadır. Sanal düzlemde oluşturulan parametreler gerçek düzlem ile bağdaştırılmaktadır ve başka bir deyişle sanal imgeler ile gerçekliğin desteklenmesine dayanan bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır. Sanal gerçeklik ise gerçeklikle bağlantısını kısmen veya tamamen

keserek gerçek düzlemin yerini alabilecek sanal bir düzlem oluşturmaktır. Artırılmış gerçeklik teknolojisi, simüle edilmiş olan sanal düzlemlerde tasarımların oluşturulmasına ve tasarlanan proje üzerinde denemeler yapılmasına olanak tanıdığından dolayı tasarım süreçlerinde zamandan büyük tasarruf sağlamaktadır. Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile sağlanmış olan bu olanak sadece zamandan değil maliyet anlamında da tasarruf sağlamaktadır. Tasarım süreçlerinde bu denli bir zaman ve maliyet tasarrufunun sağlanmış olması da pek çok sektör ve uzmanlık alanı için artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanması konusunda teşvik edici olmuştur (Kopuz 2024).

Tasarım süreçlerinde zamandan ve maliyetten tasarruf etmeyi sağlamasının yanı sıra artırılmış gerçeklik teknolojileri, ürün veya tesislerde oluşan arızaların tespit edilerek bakım-onarım çalışmalarında arıza tespitlerinin görsel olarak sunulmasını sağlamaktadır. Bunun yanı sıra artırılmış gerçeklik teknolojileri ürünü her yönden inceleyebilme kolaylığı sağladığı için ürünü kullanmaya başlamadan hasar tespiti yapılmasına olanak tanımaktadır. Böylelikle güvenlik oranını yükseltmektedir (Yıldırım 2023).

Sanal gerçeklik teknolojisi tesislerin bünyesi içerisinde gerçekleşebilecek tehlikeli durumların sanal ortamda gösterilmesine olanak tanımasıyla ilerde oluşabilecek zor durumlara karşı müdahale geliştirilmesini sağlamıştır. Böylelikle önceden tanımlanmış risk ve tehlikelere karşı çalışanlar daha dikkatli ve hazır bulunabilmektedir. Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojileri kullanım alanlarını genişleterek mühendislik, mimarlık ve gayrimenkul gibi teknik alanlarda da kullanılmaya başlamıştır. Bu teknolojilerin etkili bir şekilde kullanılması ile söz konusu teknik alanların gerçekleştirdikleri projelerin gerek yönetim döneminde gerek tasarım döneminde projeye büyük katkılar sağlamıştır (Şen 2021).

AR/VR teknolojileri, inşaat sektöründe mimarlık, mühendislik ve BIM yönetimi gibi farklı disiplinler için önemli bir araç haline gelmektedir. Bu teknolojiler, projelerin tasarım ve yönetim süreçlerinde kullanılmakta ve zaman yönetimini iyileştirmekte, problem çözmeyi hızlandırmaktadır. Özellikle AR/VR sistemleri, BIM ve CAD modellerini etkileşimli 3D ortamlara dönüştürerek görsel işbirliğini artırmaktadır. Revizto gibi platformlar, kullanıcılar ve yöneticiler arasındaki iletişimi güçlendirmekte,

projelerin farklı aşamalarını 3D olarak deneyimlemeyi mümkün kılmaktadır. BIM ile entegre edilen AR/VR teknolojileri, tesis yönetiminde de önemli faydalar sunmaktadır. Bu teknolojiler, mekanik sistemlerin yerlerini görselleştirerek bakım ve onarım süreçlerini kolaylaştırmaktadır. QR kodları ve sensörlerle, tesis yöneticileri ekipman durumlarını anında izleyebilmekte ve kritik verilere hızlıca ulaşabilmektedir. Ayrıca AR/VR teknolojileri kullanıcıların tesis modelleriyle etkileşimde bulunarak, geçmiş ve mevcut verilere kolayca erişmelerini sağlamaktadır. AR/VR ve BIM entegrasyonu, tesis yönetimini güçlendirmekte ve proaktif bakım stratejilerinin uygulanmasına olanak tanımaktadır. Bu teknolojiler, bakım ekiplerinin verimsizlikleri hızlıca tespit etmelerini ve zamanında müdahale etmelerini sağlamaktadır. Görselleştirme ve analiz süreçlerini optimize eden bu araçlar, tesis yöneticilerinin daha bilinçli kararlar almasına yardımcı olmaktadır. AR/VR ve BIM teknolojilerinin birleşimi tesis yönetiminde verimliliği artırmakta ekipler arasında daha etkili bir işbirliği sağlamaktadır. Bu teknolojiler, bakım süreçlerini hızlandırmakta, arıza sürelerini kısaltmakta ve tesisin genel performansını iyileştirmektedir (Kaya 2023).

4.3 Nesnelerin İnterneti (ioT) ve Tesis Yönetimi

Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisi, tesis yönetiminde çeşitli süreçleri optimize etme yeteneği sunarak operasyonel performansı önemli ölçüde artırmaktadır. Bu teknolojinin en belirgin kullanım durumlarından biri, envanter izlemektir. IoT cihazları, ürünlerin sayımını izlemek için QR kodları veya Near Field Communication (NFC) etiketleri yerleştirilmiş akıllı sistemler kullanarak stok seviyelerini gerçek zamanlı olarak izleyebilmektedir. Belirli kritik seviyelere ulaşıldığında cihazlar, bir ortak sunucuya bildirim gönderir ve operatörlerin zamanında müdahale etmesini sağlamaktadır. Bu yaklaşım, lojistiği optimize ederek şirketin üretkenliğini ve müşteri memnuniyetini artırmaktadır (Sarkar 2021).

Güvenlik alanında, IoT teknolojisi önemli bir rol oynamaktadır. Akıllı sensörler, duman, sıcaklık değişimleri, yetkisiz girişler ve kapı açılışları gibi güvenlik tehditlerini tespit edebilmektedir. Bu sensörler, bağlı cihazlardan topladıkları verileri gerçek zamanlı olarak analiz etmekte ve ilgili yetkililere otomatik uyarılar göndermektedir. Özellikle yüksek

riskli ortamlarda, yanıt hızını artırarak hayat kurtarıcı bir etki sağlamakta ve güvenlik risklerini en aza indirmektedir (Watkins 2024).

İklim kontrolü ise, enerji verimliliğini artırmak ve maliyetleri azaltmak için IoT teknolojisinden faydalanmaktadır. Akıllı bina sistemleri, hava sıcaklığı, nem oranı ve odadaki insan sayısını izleyerek kaynak kullanımını optimize etmektedir. Bu sistemler, gereksiz enerji kullanımını tespit eder ve israfı ortadan kaldırarak çevreyi korumakta ve maliyetleri düşürmektedir (Mannino vd. 2021).

Oda rezervasyonları için de IoT çözümleri kullanılabilmektedir. Akıllı planlama sistemleri, doluluk yönetim sistemleri olarak adlandırılmakta ve çalışanlara hangi odaların dolu olduğunu veya hangi odaların toplantı ve iş görüşmeleri için uygun olduğunu gerçek zamanlı olarak göstermektedir. Bu sistemler, manuel güncellemelerin yol açabileceği hataları önlemekte ve çalışanların alanları daha etkin bir şekilde kullanmalarını sağlamaktadır (Sarkar 2021).

Ekipman izleme ve öngörücü bakım alanında IoT sistemleri, özellikle üretim ve işleme endüstrilerinde büyük avantajlar sağlamaktadır. Bu sistemler, ekipmanların durumunu izleyerek olası sorunları erken aşamada tespit etmekte ve zamanında müdahale imkanı sunmaktadır. Proaktif bakım yaklaşımları, makinelerin arızalanmasının önüne geçmekte ve bakım maliyetlerini azaltmaktadır. Bu sayede, ekipmanların bozulmasının önüne geçilerek operasyonel kesintiler ve maliyetler en aza indirimektedir. Genel olarak, IoT'nin tesis yönetiminde sağladığı bu çözümler, operasyonel verimliliği artırarak, güvenliği ve maliyet etkinliği iyileştirmektedir (Mannino vd. 2021).

IoT, tesis yönetiminde büyük bir dönüşüm potansiyeli sunmakta ve bu teknoloji, tesis yöneticilerinin tasarruf sağlama ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarına önemli katkılar sağlayabilmektedir. IoT, fiziksel nesnelerin internet üzerinden birbirleriyle ve insanlarla iletişim kurmasını sağlayan sensörler ve cihazlardan oluşan bir ağ olarak tanımlanmaktadır. Bu teknolojinin uygulanması, tesis yönetimini bir üst seviyeye taşırken, önleyici ve öngörücü bakım süreçlerini desteklemek için veriler sunmaktadır (Sarkar 2021).

IoT teknolojilerinin tesis yönetiminde sağladığı en önemli faydalardan biri, enerji verimliliğini artırma ve ESG raporlamasında şeffaflığı yükseltmedir. Akıllı enerji yönetimi çözümleri, sıcaklık ve enerji kullanımını gerçek zamanlı olarak optimize edebilme kapasitesine sahip olmaktadır. Örneğin akıllı termostatlar, enerji maliyetlerini %30 oranında azaltabilmekte ve sera gazı emisyonlarını %40 oranında düşürebilmektedir. IoT, tesis yöneticilerinin bakım maliyetlerini %20'ye kadar azaltmasına, planlanmamış kesintileri %50 oranında düşürmesine ve varlık ömrünü %25 oranında uzatmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca yangın, duman, su sızıntısı ve izinsiz giriş gibi tehlikeleri izleyerek önlem alma kapasitesini artırmaktadır (Watkins 2024).

Önleyici ve öngörücü bakım, reaktif bakıma kıyasla önemli maliyet avantajları sunmaktadır. Reaktif bakım, ekipman arızalarını meydana geldikleri anda gidermeye yönelik bir yaklaşımken, önleyici ve öngörücü bakım, arızalanmadan önce sorunları tespit ederek çözüm üretmektedir. IoT cihazlarından elde edilen veriler, bakım faaliyetlerinin koordinasyonunu sağlamak ve ekipmanın bakım ihtiyaçlarını tahmin etmek için kullanılabilmektedir. Bu yaklaşım, tesis yönetimini daha verimli hale getirmekte ve kesinti sürelerini ile güvenlik tehlikelerini azaltarak maliyetlerin kontrol altına alınmasını sağlamaktadır (Mannino vd. 2021).

ESG raporlaması yatırımcılar, son tüketiciler ve düzenleyiciler tarafından artan şeffaflık ve hesap verebilirlik talepleriyle birlikte tesis yönetiminde kritik bir rol oynamaktadır. IoT enerji tüketimi, su kullanımı, atık üretimi ve sera gazı emisyonları gibi performans göstergelerini izlemek için net veriler sunmaktadır. Modern platformlar, IoT sensörleri ve diğer veri kaynaklarından gelen bilgileri bir araya getirerek doğru ve kapsamlı ESG raporlaması sağlamaktadır. Bu raporlamalar, şirketlerin kurumsal sosyal sorumluluklarını göstermelerine, itibarlarını iyileştirmelerine ve düzenleyici uyumluluğu sağlamalarına yardımcı olmaktadır (Sarkar 2021).

Tesis yöneticilerinin, IoT teknolojilerine yatırım yapmaları ve mevcut bina sistemleri ile altyapılarıyla uyumlu akıllı cihazlar ve sensörlere yönelmeleri gerekmektedir. Ayrıca tahmini bakım, enerji optimizasyonu ve alan kullanımını etkinleştirmek amacıyla IoT verilerini tesis yönetim yazılımı platformlarıyla entegre etmeleri önem arz etmektedir. Bu

tür yatırımlar, tesis yöneticilerine büyük bir veri havuzundan değer yaratma fırsatı sunarak maliyetleri kontrol altında tutmalarına ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olmaktadır. Bu süreç, tesis yönetiminde verimlilik ve etkinliği artıran önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir (Watkins 2024).

4.4 Dijital İkiz ve Tesis Yönetimi

Dijital İkiz (DT), insan refahını ve yaşam kalitesini iyileştirmeye yönelik süreçlerin izlenmesi, optimize edilmesi ve tahmin edilmesi için fiziksel ve sanal ortamlar arasında bir bağlantı kuran bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır. Bu teknoloji, fiziksel bir yapının dijital bir modelini oluşturmakta ve gerçek zamanlı verilerle sürekli güncellenerek, fiziksel nesnelerin veya sistemlerin tüm yaşam döngüsü boyunca iki yönlü veri akışını simüle etmektedir (Hocaoğlu 2022).

Dijital ikizler, yapay zekâ, IoT ve BIM teknolojilerinin entegrasyonu sayesinde, insan müdahalesine minimum düzeyde ihtiyaç duyarak verilerin asimile edilmesi, analizi, simülasyonu, tahmin edilmesi ve aksiyon alınması süreçlerine olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, dijital ikizlerin gerçek zamanlı verilerle beslenen gelişen profili, sistem performansı hakkında daha doğru ve bilinçli kararlar alınmasını sağlamaktadır (Sarıay 2024).

Bir dijital ikiz oluşturmanın temel unsurlarından biri, fiziksel varlıklarının tamamını dijital bir modelde temsil eden ve bu modelin tüm yaşam döngüsüyle ilgili verileri içeren bir dijital platformun geliştirilmekte olduğu gözlemlenmektedir. Dijital ve fiziksel dünyalar arasındaki etkileşimde, sensörler aracılığıyla gerçek zamanlı veriler dijital modele iletilmektedir. Bu veriler, sistemin performansını artırmaya yönelik ek bilgi ve değerler elde etmek için işlenmektedir (Hocaoğlu 2022).

Dijital ikizlerin bir diğer önemli özelliği, çeşitli analizler, simülasyonlar ve tahminler yaparak, karar alma süreçlerini desteklemesi ve optimizasyon sağlama yeteneğine sahip olabilmesinin, operasyonel verimlilik açısından faydalı olduğu düşünülmektedir. Bu

özellik, dijital ikizlerin sadece izlemek ve modellemekle kalmayıp, aynı zamanda gerçek dünyadaki sistemleri daha verimli hale getirmeye yönelik stratejik adımlar atabilmelerini sağlamaktadır (Sarıay 2024).

Dijital ikiz teknolojisi, tesis yönetimini köklü bir şekilde dönüştürme potansiyeline sahip olmakta ve bu potansiyelin sektördeki uygulamaları hızla yayılmaktadır. Geleneksel tesis yönetiminde yapılan işlemler, teknolojinin etkisiyle daha verimli ve etkin bir hale gelmektedir. Bu dönüşüm, dijital tesis yönetimi modeli ile daha ileriye taşınmakta, bina sahipleri ve işletmecileri için veri toplama, analiz etme ve bu verilerden anlamlı kararlar çıkarma konusunda yeni olanaklar sunmaktadır. Dijital ikizler, fiziksel yapıların dijital temsilini oluşturmakta ve bu temsil sayesinde bina içindeki tüm veriler gerçek zamanlı olarak izlenebilmekte ve analiz edilebilmektedir. Bu süreç, bina yöneticilerinin daha doğru ve veriye dayalı kararlar almalarını sağlayarak, tesis yönetimini önemli ölçüde iyileştirebilmektedir (Ghansah 2024).

Dijital ikizlerin, bina yönetiminde daha proaktif bir yaklaşım benimsenmesine olanak tanıdığı görülmektedir. Binalardan elde edilen veriler, daha önce bağımsız çalışan sistemlerden toplanarak birleştirilmekte ve bu verilerden elde edilen bilgiler, bina yöneticilerine daha etkin bir karar alma süreci sunmaktadır. Bu süreç, tesislerin işletme performansını artırırken, aynı zamanda bakım ve enerji yönetimi gibi kritik alanlarda da iyileşmeler sağlamaktadır. Dijital ikizler, bina yönetiminde daha esnek ve verimli bir yaklaşım sunarak, bina yöneticilerinin sistemlerin tümünü tek bir platformda izlemelerini mümkün kılmaktadır (Yıldırım 2023).

Bir başka uygulama alanı olarak, dijital ikizler, akıllı binaların fiziksel ve dijital dünyalarını birbirine bağlayan önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Dijital ikiz teknolojisi, binaların sanal bir modelini oluşturmakta ve bu model, bina yönetiminin her aşamasında kullanılabilmektedir. Bu sayede, bina içindeki tüm sistemlerin performansı gerçek zamanlı olarak izlenebilmekte ve analiz edilebilmektedir. Dijital ikizler, aynı zamanda bina yöneticilerine, sistemler arasında herhangi bir kesinti olmadan veri akışını sağlayan bir sanal platform sunmaktadır. Bu platform, bina yönetimindeki verimliliği

artırırken, operasyonel süreçlerin daha etkin ve sürdürülebilir bir şekilde yürütülmesine katkı sağlamaktadır (Hocaoğlu 2022).

Dijital ikizlerin tesis yönetiminde kullanımının avantajları yalnızca geçmiş verilerin analiz edilmesiyle sınırlı kalmamaktadır. Bu teknoloji, aynı zamanda binanın gelecekteki ihtiyaçlarını tahmin etme ve çeşitli senaryolar üzerinden simülasyon yapma olanağı sunmaktadır. Gerçek zamanlı veri akışlarıyla, bina yöneticileri yalnızca mevcut durumu görmekle kalmaz, aynı zamanda binanın gelecekteki performansını da izleyebilmekte ve gerekli önlemleri önceden alabilmektedirler. Bu da dijital ikizlerin, tesis yönetiminde yalnızca sorunları tespit etmek değil, aynı zamanda bu sorunların önceden engellenmesi için gereken verileri sağladığını göstermektedir (Ghansah 2024).

Dijital ikizler, tesis yönetimini daha akıllı ve dinamik hale getiren, fiziksel bina ile dijital model arasında güçlü bir bağlantı kuran bir teknoloji olarak kabul edilmektedir. IoT sistemleri ve dijitalleşme, bu teknolojiyi destekleyen başlıca unsurlar arasında yer almakta ve binaların daha verimli bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır. Dijital ikizler, bina içindeki tüm verilerin toplanmasını ve bu verilerle akıllıca işlem yapılmasını sağlayarak, hem mühendisler hem de bakım ekipleri için daha etkili bir çalışma ortamı yaratmaktadır. Bu süreç, yalnızca mevcut bina performansını optimize etmekle kalmaz, aynı zamanda uzun vadede daha sürdürülebilir ve verimli bina yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Yıldırım 2023).

Dijital ikizler, tesis yönetimi için önemli bir teknoloji sunmakta ve bina performansının her aşamasında iyileştirme sağlamaktadır. Bu teknoloji, tesis yönetimini daha veriye dayalı, dinamik ve sürdürülebilir bir hale getirmekte, aynı zamanda bina verilerinin gerçek zamanlı izlenmesi, analiz edilmesi ve optimize edilmesi için gerekli altyapıyı oluşturmaktadır. Akıllı binaların yönetimi için dijital ikizlerin entegrasyonu, tesislerin verimli ve sürdürülebilir bir şekilde işletilmesini sağlayan önemli bir adım olarak kabul edilmektedir (Ghansah 2024).

Dijital ikiz kullanımının tesis açısından uygulanmasının birçok avantajı bulunmaktadır. İlk olarak dijital ikizler, fiziksel varlığın sanal kopyasını tam olarak yansıtan dinamik

görüntüler sağlayarak, gerçek zamanlı verilerin analiz edilmesini mümkün kılmaktadır. Bu sayede, fiziksel yapının tüm durumu dijital ortamda izlenebilir ve kontrol edilebilir hale gelmektedir. Ayrıca dijital ikizler yeni projeler için mevcut ikizlerin kopyalanmasını sağlamakta, daha önce edinilen deneyimlerin yeni projelere aktarılmasına olanak tanımakta ve projelerin başlangıcındaki belirsizlikleri minimize etmektedir. Dijital ikizlerin bir diğer önemli avantajı, bir tesisin tüm yaşam döngüsünün kapsamlı bir şekilde modellenmesi ve izlenmesi olarak değerlendirilmektedir. Bu, operasyon planlaması, erken işletim risklerinin tespiti ve bu risklerin önlenmesi için önemli bir kontrol mekanizması oluşturmaktadır (Yıldırım 2023).

Dijital ikizler, tesis hizmetlerinde de önemli bir rol oynamaktadır. Bu teknoloji sayesinde personel sayısının azaltılması mümkün hale geldiğinden çok sayıda operasyon ve izleme süreci dijital ortamda yönetilebilmektedir. Ayrıca IoT altyapısı sayesinde dijital ikizler, akıllı telefonlar veya tabletler gibi taşınabilir cihazlarla uzaktan kontrol edilebilmektedir. Bu da operasyonel verimliliği artırmakta ve personel ile yerinden yönetim süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Sağlık, emniyet ve çevre ile ilgili oluşabilecek riskler, dijital ikizlerin sağladığı veri analitiği ve simülasyonlar aracılığıyla erken tespit edilebilmekte, riskler önceden engellenebilmektedir. Bunun yanı sıra, dijital ikizler, optimum çalışma modlarını modellemekte, seçim yapabilmekte ve hassas ayarlamalar yaparak mevcut koşullara göre en verimli çalışma senaryolarını sunmaktadır. Bu süreç, "tek tıkla" çalışma modları arasında hızlı geçiş imkânı sağlayarak, operasyonel esneklik kazandırmaktadır. Son olarak, yapay zeka destekli büyük veri işleme teknolojileri ile dijital ikizler, tesis sürecinde karşılaşılan potansiyel riskleri tahmin etmekte ve bu risklerin oluşmasını engellemek için önleyici tedbirler almaktadır. Bu şekilde, tesislerin sürdürülebilirliği ve operasyonel verimliliği büyük ölçüde artırılmaktadır (Ghansah 2024).

Tesis yönetiminde verimliliği artırmak amacıyla çeşitli sistemler ve yenilikçi teknolojiler entegrasyon içinde kullanılmaktadır. Bu süreçte, tesisin operasyonel verimliliği için önemli veriler toplanmakta, işlenmekte ve analiz edilmektedir. Tesislerin etkin yönetimi, IoT cihazları, akıllı cihazlar, sensörler ve kameralar gibi veri toplama araçlarıyla sağlanmaktadır. Bu cihazlar, çevresel veriler toplamakta ve bu veriler, üst katmanlardaki yönetim sistemlerine iletilmektedir. Bu sayede, tesisin farklı alanlarında verimli bir

yönetim sağlanmaktadır. Bakım yönetimi süreçleri, CMMS ve EAM gibi sistemler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. CMMS, bakım süreçlerini dijitalleştirerek iş emirlerinin takibini ve oluşturulmasını kolaylaştırmakta, EAM sistemleri ise varlıkların yaşam döngüsünü izleyerek maliyet etkin bir yönetim imkanı sunmaktadır. Bu sistemler, bakım planlaması ve envanter yönetimi gibi süreçleri optimize etmekte, daha etkili bir yönetim sağlamaktadır. Enerji yönetimi, BEMS gibi teknolojilerle izlenmektedir. Bu sistemler, bina içerisindeki enerji tüketimini analiz etmekte ve enerji verimliliğini artırmak için HVAC sistemlerini yönetmektedir. Bu süreç, enerji maliyetlerinin düşürülmesini sağlamakta, sürdürülebilir enerji kullanımını teşvik etmektedir. Otomasyon süreçleri ise BAS ve DDC sistemleriyle desteklenmektedir. BAS, bina içindeki çeşitli sistemlerin otomatik kontrolünü sağlamakta, DDC ise elektriksel ve mekanik sistemlerin dijital kontrolünü gerçekleştirmektedir. Bu sistemler, bina operasyonlarının verimliliğini ve güvenliğini artırmaktadır (Çizelge 4.2).

BIM, DT ve AR/VR gibi dijital modeller ve simülasyon teknolojileri, inşaat ve bakım süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. BIM, binaların dijital modellerini oluşturmakta, Dijital İkiz ise fiziksel varlıkların dijital kopyalarını oluşturarak gerçek zamanlı veri analizi yapılmasına olanak tanımaktadır. AR/VR teknolojileri ise sanal simülasyonlar ve artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla eğitim ve bakım süreçlerini desteklemektedir. İş süreçlerinin yönetimi, ERP, IWMS ve CAFM gibi yazılımlar aracılığıyla sağlanmaktadır. ERP sistemi, işletme kaynaklarını entegre bir şekilde yönetmekte, IWMS, tesislerin verimli kullanımını sağlamak amacıyla çalışma alanı yönetimini gerçekleştirmektedir. CAFM ise tesis alanı ve varlık yönetimini destekleyerek, etkin bir tesis yönetimi sağlamaktadır. Kullanıcı arayüzleri, mobil uygulamalar ve akıllı cihazlar gibi araçlarla, kullanıcılar sistemlerle etkileşimde bulunmakta ve veri ile raporlar görüntülenebilmektedir. Bu araçlar, kullanıcı deneyimini iyileştirmekte ve sistemlerin daha etkin kullanılmasını mümkün kılmaktadır (Çizelge 4.2).

Yenilikçi teknolojiler, yapay zeka (AI), IoT, Büyük Veri (Big Data), Bulut Bilişim (Cloud Computing), 3D yazıcılar ve Blockchain gibi araçlarla tesis yönetimi süreçlerine entegre edilmektedir. AI, karar destek sistemleri oluşturarak veri analizi ve tahminler yapmakta, IoT ise tesislerden veri toplayarak birbirine bağlı cihazlar aracılığıyla iletişim

kurmaktadır. Büyük veri, büyük veri kümelerini analiz ederek tesis yönetimine yönelik değerli içgörüler sunmaktadır. Blockchain teknolojisi ise veri güvenliğini artırarak sistemlerin daha güvenli çalışmasını sağlamaktadır. Bu yenilikçi teknolojiler, tesis yönetiminde verimliliği artırmak ve daha akıllı sistemler oluşturmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu sistemler ve teknolojiler bir arada çalışarak tesislerin tüm yaşam döngüsü boyunca daha verimli, sürdürülebilir ve güvenli bir şekilde yönetilmesine olanak tanımaktadır. Verilerin toplanmasından analiz edilmesine kadar olan süreçte, her bir bileşen birbirini tamamlamakta ve tesis yönetimini optimize etmektedir. Bu da daha akıllı, veri odaklı kararların alınmasını mümkün kılmaktadır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Tesis yönetim sistemleri ve yenilikçi teknolojilerin entegrasyonu

Kategori	Sistem / Teknoloji	Açıklama
Veri kaynağı ve sensörler	IoT cihazları (sıcaklık sensörleri, hareket sensörleri vb.) Akıllı cihazlar, sensörler ve kameralar	Binalarda ve tesislerde veri toplayan ve bu verileri üst katmanlara ileten temel bileşenler, IoT cihazları, akıllı sensörler ve kameralardır. Bu cihazlar, çevresel verileri toplayarak sistemlerin daha verimli çalışmasını sağlamaktadır.
Bakım yönetimi	CMMS, EAM	Bakım planlama, iş emirleri yönetimi, varlık takibi ve envanter yönetimi gibi işlevleri içermektedir.
Enerji yönetimi	BEMS, enerji verimliliği analizleri ve HVAC yönetimi	Enerji tüketimini izler, enerji verimliliğini analiz eder ve HVAC sistemlerini yönetmektedir.
Otomasyon	BAS, DDC, enerji yönetimi, güvenlik ve altyapı kontrol sistemleri	Bina içi sistemlerin otomasyonu, enerji yönetimi ve güvenlik sistemlerinin kontrolü, binaların verimli ve güvenli bir şekilde işletilmesini sağlamaktadır.
Dijital modeller ve simülasyonlar	BIM, Dijital İkiz, AR/VR uygulamaları	Binaların dijital modellerini oluşturur, simülasyonlar yapar ve artırılmış gerçeklik deneyimleri sunmaktadır.
İş süreçleri ve yönetim sistemleri	ERP, IWMS, CAFM	İş süreçlerini yönetir, alan ve tesis yönetimi yapar, kaynak planlaması sağlar ve raporlar oluşturmaktadır.
Kullanıcı arayüzleri ve uygulamalar	Mobil uygulamalar, akıllı telefonlar, tabletler, yönetim panelleri, kullanıcı bildirimleri ve etkileşim araçları	Kullanıcıların sistemlerle etkileşimde bulunduğu ve veri ile raporları görüntülediği araçlar, mobil uygulamalar, akıllı telefonlar, tabletler ve yönetim panelleridir.
Yenilikçi teknolojiler	Yapay Zeka (AI), Nesnelerin İnterneti (IoT), Büyük Veri (Big Data), Bulut Bilişim (Cloud Computing), 3D Yazıcı (3D Printer), Blockchain	Gelişen ve tesis yönetiminde kullanılan yeni teknolojiler, verimliliği artırmak ve daha akıllı sistemler oluşturmak için kullanılmaktadır.

Tesis yönetiminde kullanılan çeşitli sistemler ve teknolojiler, birbirleriyle entegre bir şekilde çalışarak daha verimli ve sürdürülebilir bir işletme yönetimi sağlamaktadır. Örneğin CMMS ve EAM sistemleri, bakım süreçlerinin dijitalleştirilmesine ve varlıkların

yaşam döngüsünün daha verimli bir şekilde yönetilmesine olanak tanımaktadır. CAFM ise, bu iki sistemle entegrasyon sağlayarak, tesis alanlarının ve varlıkların etkili bir şekilde yönetilmesine olanak tanımaktadır. Bu sistemler arasında güçlü bir ilişki bulunmakta ve her birinin birbirini destekleyerek tesisin operasyonel verimliliğini artırdığı gözlemlenmektedir. Enerji yönetimi açısından bakıldığında, BEMS sistemi, DDC ve BAS gibi otomasyon sistemleriyle entegre bir şekilde çalışarak bina içindeki enerji tüketimini izlemekte ve optimize etmektedir. IoT cihazları, bu sistemlerle bağlantıya geçerek daha esnek ve verimli enerji yönetimi sunmaktadır. Bu entegrasyon, enerji verimliliğini artırmakta ve tesisin enerji maliyetlerini düşürmektedir. DDC ve BAS sistemlerinin birleşimi, bina otomasyonunu daha hassas ve etkili hale getirmekte, verimli bir enerji kullanımı sağlamaktadır (Çizelge 4.3).

ERP sistemleri, çok sayıda işlemi ve iş sürecini yönetme yeteneğine sahip olup, çeşitli endüstrilerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Şirketler, bu sistemlerin özellikle finansal takibi ve çalışan performansının değerlendirilmesi konusundaki güçlü özellikleri nedeniyle, genellikle tesis yönetimi çözümleri olarak tercih etmektedirler (Akdeniz 2023). ERP ve IWMS sistemleri arasındaki ilişki, işletme kaynaklarının yönetimini optimize etmekte ve çalışma alanlarının etkin kullanımını sağlamaktadır. ERP sistemi, işletme kaynaklarının tümünü entegre bir şekilde yönetirken, IWMS ise çalışma alanları ve tesislerin daha verimli kullanılmasına katkıda bulunmaktadır. Bu iki sistemin entegrasyonu, tesisin operasyonel süreçlerini bir arada yönetmeye olanak tanımaktadır. BIM, AR/VR ve DT arasındaki ilişki ise dijital modelleme ve sanal simülasyonlar açısından oldukça önemli bir yer tutmaktadır. BIM, bina projelerinin dijital modellerini oluştururken, AR/VR teknolojileri bu modelleri sanal gerçeklik ortamında görselleştirmekte ve kullanıcı etkileşimini artırmaktadır. Dijital İkiz ise, BIM ile entegre olarak fiziksel varlıkların dijital kopyalarını oluşturarak gerçek zamanlı veri analizi yapılmasını sağlamaktadır. Bu sistemler arasındaki entegrasyon, bina yönetiminde daha hassas kararlar alınmasına ve tesislerin daha etkin bir şekilde yönetilmesine olanak tanımaktadır. IoT cihazları, BAS, IWMS ve AR/VR gibi sistemlerle veri paylaşımı yaparak daha verimli bir tesis yönetimi sağlamakta, aynı zamanda enerji tüketimi ve bina performansı hakkında anlık bilgiler sunmaktadır. Bu cihazlar sayesinde bina içindeki farklı sistemler arasındaki bağlantılar güçlenmekte ve veri paylaşımı hızlanmaktadır

(Çizelge 4.3). Dijital ikiz teknolojisi, tesis hizmetlerinde de önemli bir işlev üstlenmektedir. Bu teknoloji, personel ihtiyacını azaltmaya olanak tanıyarak, birçok operasyonel süreç ve izleme faaliyetlerinin dijital ortamda gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır (Ghansah 2024).

Son olarak, DT ve BIM entegrasyonu, tesis yönetiminde dijitalleşme sürecini ileriye taşımaktadır. DT, BIM modeline dayalı olarak gerçek zamanlı veri akışını sağlayarak bina yönetiminin daha verimli ve dinamik hale gelmesini sağlamaktadır. Bu entegrasyon, tesisin yaşam döngüsü boyunca daha iyi bir performans gösterilmesini ve daha düşük işletme maliyetleri elde edilmesini sağlamaktadır. Bu ilişkiler, tesis yönetiminde kullanılan farklı sistemlerin ve teknolojilerin bir arada nasıl çalıştığını ve birbirlerini nasıl desteklediğini göstermektedir. Teknolojik entegrasyon sayesinde, bina yönetimi süreçleri daha esnek, verimli ve sürdürülebilir hale gelmektedir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Tesis yönetiminde sistemler ve teknolojiler arası entegrasyon ve ilişkiler

Sistem / Teknoloji	**İlişkili Sistem / Teknoloji**
CMMS	EAM, CAFM
BEMS	DDC, BAS, IoT
DDC	BAS
BAS	DDC, IoT
CAFM	CMMS, EAM
ERP	IWMS
EAM	CMMS, CAFM
IWMS	ERP, IoT, BIM
BIM	AR/VR, DT, IoT
AR/VR	BIM, IoT
IoT	BAS, IWMS, AR/VR, BEMS
DT	BIM

5. TESİS YÖNETİMİNDE KULLANILAN BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE SİSTEMLERİNE YÖNELİK SAHA ÇALIŞMALARI SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Araştırma kapsamında Türkiye'de profesyonel anlamda çalışmalar yapan tesis yönetim firmalarına yönelik saha çalışması yapılmıştır. Bu saha çalışmasında, Türkiye'de tesis yönetiminde hangi sistem ve teknolojilerin kullanıldığı, kullanılan sistem ve teknolojilerin yönetim alanında tesise ne gibi kolaylıklar sağladığı, kullanılan sistem ve teknolojilerin ne kadar verimli kullanıldığı, tesis yönetiminde bilgi teknolojileri ile ilgili hangi yasal düzenlemelerin takip edildiği, firmaların bilgi teknolojilerine ne kadarlık yatırım yaptıkları, kullanılan sistem ve teknolojiler konusunda yaşanan zorlukların neler olduğu, bu zorlukların tesiste yönetim alanında veya başka bir alanda ne gibi sıkıntılara yol açtığı ve olası sıkıntıların nasıl giderilebileceğine yönelik sorular yöneltilmiştir. Saha çalışması sonucunda ortaya çıkan verilerle Türkiye'de tesis yönetiminde kullanılan sistem ve teknolojilerin eksiklikleri, zorlukları ve sorunları irdelenerek Türkiye'nin bilgi teknolojileri kapsamında yönetim yanlışları ve eksikleri ortaya çıkarılarak değerlendirilmektedir.

5.1 Örneklem

Evren, belirli bir özelliği taşıyan birimlerin oluşturduğu bir yapıyı temsil etmektedir (Erkokmaz 2001). Belli bir özellik taşıyan canlı veya cansız elemanlardan oluşan bu topluluğun incelenmesi, evrenin tamamının ya da onun bir örneğinin analiz edilmesiyle mümkün olmaktadır. Tam sayım yöntemi, evreni oluşturan tüm birimlerin incelenmesi anlamına gelirken; örnekleme, evrenin temsilcisi sayılabilecek sınırlı sayıda birimle çalışmayı ifade etmektedir. Örnekleme ile, seçilen örneğe ait veriler kullanılarak evren hakkında güvenilir sonuçlar elde edilmesi hedeflenmektedir. Tam sayım yöntemi en kapsamlı bilgiyi sağlasa da, evrenin genişliği ve değişimin hızı gibi nedenlerle her zaman uygulanabilir olmamaktadır (Karagölge ve Peker 2002). Bu nedenle, araştırmalar genellikle örneklem grupları üzerinde gerçekleştirilmekte ve bu gruplardan elde edilen bulgular, ilgili evrenlere genellenmektedir. Örnekleme, belirli kurallar çerçevesinde seçilen küçük kümelerin evreni temsil etme yeteneğine sahip olması durumunda geçerli

olmaktadır. Örnekleme yöntemleri, örneklemlerin belirlenmesi sürecinde kullanılan teknikler olarak kabul edilmektedir.

Araştırmanın hedef kitlesi, Türkiye Tesis Yönetimi Derneği (TRFMA) ve Entegre Tesis Yönetim Derneği (ETYD) üyesi olan tesis yönetimi firmaları olarak belirlenmiştir. Buradaki amaç, kurumsal kişiliği olan firmaların profesyonel standartlarını ve uygulamalarını derinlemesine inceleyerek, sektör dinamiklerini anlamak ve tesis yönetimi alanında en iyi uygulamaların belirlenmesine katkı sağlamaktır. Bu firmaların, organizasyonel yapıları, hizmet sunumları ve yönetim stratejileri üzerine yapılacak analizler, hem akademik literatüre hem de sektördeki uygulayıcılara değerli bilgiler sunmayı hedeflemektedir. Ayrıca, bu araştırma ile tesis yönetiminde karşılaşılan zorluklar, fırsatlar ve gelişim alanları da belirlenerek, sektörel iyileştirmelere yönelik öneriler geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Araştırmada, söz konusu derneklere üye olan 48 firmadan rasgele örnekleme yöntemi kullanılarak, %95 güvenilirlikle 43 firma belirlenmiştir. Örneklemde ortaya çıkan firmalardan 39 firmanın üst düzey yöneticilerine ulaşılarak saha çalışması tamamlanmıştır. Oluşturulan saha çalışması formları hem yüz yüze görüşmelerde hem de elektronik ortamda uygulanmıştır.

5.2 Saha Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Saha çalışmasından elde edilen verilerin değerlendirilmesinde üç farklı istatistiksel analiz yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak, betimsel analiz ile verilerin temel özellikleri özetlenerek, değişkenlerin genel dağılımı ve merkezi eğilim ölçütleri belirlenmiştir. Bu analiz, araştırma verilerinin genel yapısını anlamaya yönelik önemli bir temel sunmaktadır. İkinci olarak, ki-kare analizi kullanılarak kategorik değişkenler arasındaki ilişki test edilmiştir. Bu yöntem, verilerdeki bağımsızlık ve ilişki varsayımlarını doğrulamak ve değişkenler arasındaki anlamlı farklılıkları ortaya koymak için uygulanmıştır. Son olarak, lojistik regresyon analizi ile bağımlı değişkenin ikili sonuçlarını açıklamak amaçlanmıştır. Bu analiz, belirli bağımsız değişkenlerin sağlık tesisleri yönetimi üzerindeki etkisini istatistiksel olarak modelleyerek, saha çalışmasında tespit edilen faktörlerin karar alma süreçlerini nasıl şekillendirdiğini ortaya koymaktadır. Bu üç analiz, saha çalışmasının verilerini derinlemesine inceleyerek, araştırma sorularına kapsamlı ve güvenilir yanıtlar sağlamaktadır.

5.2.1 Firmalarda bilgi teknolojisi kullanımına ilişkin betimsel istatistikler ve teknoloji kullanım düzeyleri

Sonuçlara göre saha çalışmasına katılım gösteren tesis yönetim firmalarının %21'i hiçbir bilgi teknoloji sistemini kullanmazken %79'u ise bilgi teknoloji sistemlerini kullanmaktadır. Bilgi teknolojilerinden faydalanan firmaların %54'ü CMMS, %50'si Apsiyon, %46'sı CAFM, %40'ı IWMS, %39'u BAS, %29'u BEMS, %28'i DDC, %21'i ERP, %14'ü EAM, %4'ü SAYT ve %4'ü Work of Time sistemlerini tercih etmektedir. Katılımcı firmaların birden fazla seçeneği işaretleyebilmesi nedeniyle, bu oranların toplamı %100'ü aşmaktadır. Katılımcı firmaların %23'ünün hiçbir bilgi teknolojisi sistemini kullanmadığı, %77'sinin ise bu sistemleri tercih ettiği görülmektedir. Bu bulgu, tesis yönetiminde dijitalleşmenin giderek önem kazandığını, ancak hâlâ bazı firmaların geleneksel yöntemlere bağlı kaldığını göstermektedir. Bilgi teknolojileri kullanan firmalar arasında en yaygın sistemin %54 ile CMMS olduğu dikkat çekmektedir. Bu, bakım yönetimi ve süreç optimizasyonu konularında bilgi teknolojilerinin sağladığı faydanın kabul edildiğini ortaya koymaktadır. Firmaların bilgi teknolojileri sistemlerini benimseme oranları incelendiğinde, sektörde dijital dönüşüm sürecinin hızlandığı, ancak bazı firmaların bu dönüşümden geri kaldığı anlaşılmaktadır. Çeşitli sistemlerin tercih edilmesi, firmaların stratejilerine göre değişiklik göstermekte olup, tesis yönetiminde etkili bir dijital altyapı oluşturmanın gerekliliğini vurgulamaktadır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 Tesis yönetimi firmalarının bilgi teknolojisi sistemlerini kullanımı

Bilgi teknoloji sistemlerinin kullanımı	Evet		Hayır
Oran (%)	79		21
Firmaların kullandıkları bilgi teknolojisi sistemleri (%)	CMMS	54	
	Apsiyon	50	
	CAFM	46	
	IWMS	40	
	BAS	39	
	BEMS	29	
	DDC	28	
	ERP	21	
	EAM	14	
	Diğer (SAYT)	4	
	Diğer (Work Of Time)	4	

Sonuçlara göre saha çalışmasına katılım gösteren tesis yönetim firmalarının %61'i yenilikçi teknolojilerden faydalanırken, firmaların %39'u yenilikçi teknolojilerden faydalanmamaktadır. Yenilikçi teknolojilerden faydalanan firmaların %58'i BIM, %83'ü IoT, %12'si AR, %16'sı VR teknolojilerini tercih etmişlerdir. Ayrıca firmaların %12'si "Diğer" seçeneğini işaretleyerek hangi teknolojiden faydalandıklarını belirtmemişlerdir. Bu sonuçlar, katılımcıların birden fazla teknoloji seçebilmesinden dolayı toplam yüzdelerin %100'ü aşmaktadır (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2 Tesis yönetimi firmalarının yenilikçi teknoloji kullanımı

Yenilikçi teknolojilerin kullanımı	Evet		Hayır
Oran (%)	61		39
Firmaların kullandıkları yenilikçi teknolojiler (%)	IoT	83	
	BIM	58	
	VR	16	
	AR	12	
	Diğer (Belirtilmemiş)	12	
	FinTech	0	

Bilgi teknolojilerinden faydalanan firmaların %82'si bilgi teknolojilerinin tesis yönetimine faydası olduğunu düşünürken, firmaların %18'i faydası olduğunu düşünmemektedir. Fayda sağladığını düşünen firmalar %75 ile güvenlik ve erişim kontrolü alanında, %69 ile bakım yönetimi alanında, %56 ile enerji verimliliği ve optimizasyon alanında, %35 ile kaynak planlama ve envanter yönetimi alanında ve %31 ile işleme planlama ve bütçeleme alanlarında bilgi teknolojilerinin fayda sağladığını belirtmektedir (Çizelge 5.3).

Fayda sağladığını ifade eden firmaların belirttiği alanlar incelendiğinde, güvenlik ve erişim kontrolü en yüksek oranı temsil etmektedir. Bu durum, tesis yönetiminde güvenlik önlemlerinin öncelikli bir gereklilik olarak görüldüğünü ortaya koymaktadır. İkinci sırada yer alan bakım yönetimi ise tesislerin sürdürülebilirliğini ve operasyonel verimliliğini artırmada bilgi teknolojilerinin kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Enerji verimliliği ve optimizasyon konusundaki oran, çevresel sürdürülebilirliğin yanı sıra maliyet tasarrufunun da bilgi teknolojileri aracılığıyla mümkün olduğunu ortaya koymaktadır. Öte yandan, kaynak planlama ve envanter yönetimi ile işleme planlama ve bütçeleme

gibi alanlardaki daha düşük oranlar, bu konulardaki bilgi teknolojilerinin potansiyelinin henüz tam anlamıyla gerçekleştirilmediğini göstermektedir. Bilgi teknolojileri tesis yönetiminde önemli bir avantaj sağlarken, bu avantajların tüm işletmeler tarafından eşit ölçüde fayda sağlayacak şekilde kullanılmadığı görülmektedir. Bu durum, özellikle daha düşük düzeyde fayda sağlandığı düşünülen alanlarda, bilgi teknolojilerinin entegrasyonu ve geliştirilmesi için yeni stratejilerin belirlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Çizelge 5.3).

Çizelge 5.3 Bilgi teknolojilerinin tesis yönetiminde fayda sağladığı alanlar

Firmaların bilgi teknolojilerinden fayda sağladıkları alanlar	**Oran (%)**
Güvenlik ve erişim kontrolü	75
Bakım yönetimi	69
Enerji verimliliği izleme ve optimizasyonu	56
Kaynak planlama ve envanter yönetimi	35
İşletme planlama ve bütçeleme yapıması	31

Saha çalışmasına katılım gösteren firmaların %44'ü tesis yönetiminde bilgi teknolojileri kullanımında dikkate aldıkları yasal düzenlemeler olduğunu belirtirken %56'sı dikkate aldıkları bir yasal düzenleme olmadığını belirtmişlerdir. Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) ve Enerji Verimliliği Kanunu dikkate aldıklarını belirttikleri yasal düzenlemelerdir (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4 Bilgi teknolojileri kullanımındaki yasal düzenlemeler

Tesis yönetiminde bilgi teknolojileri kullanımında dikkate alınan yasal düzenlemeler	**Oran (%)**
Evet – yasal düzenleme var	44
Hayır – yasal düzenleme yok	56

Yasal düzenlemeleri dikkate alan firmaların %57'si yasal düzenlemeler ile ilgili zorluklarla karşılaştıklarını belirtirken %43'ü yasal düzenlemeler ile ilgili herhangi bir zorlukla karşılaşmadıklarını belirtmişlerdir. Yasal düzenlemeler ile ilgili zorluklarla karşılaştıklarını belirten firmaların %56'sı yetersiz bilgiden kaynaklı, %50'si yazılım ve sistemlerin mevzuata uyum sağlamasındaki güçlüklerden kaynaklı, %38'i elektronik sistemlerin güvenliği ile ilgili (siber güvenlik) ve %19'u mevzuat değişikliklerinin takip

edilmesinden kaynaklı zorluklar ile karşılaştıklarını belirtmişlerdir. Bu bulgular, tesis yönetiminde yasal düzenlemelerin uygulanmasında bilgi eksikliği ve güvenlik sorunlarının yanı sıra, teknolojik altyapının mevzuata uygunluğunun sağlanmasındaki güçlüklerin önemini ortaya koymaktadır (Çizelge 5.5).

Çizelge 5.5 Bilgi teknolojileri kullanımında dikkate alınan yasal düzenlemeler ile ilgili zorluklar

Yasal düzenlemeler ile ilgili yaşanan zorluklar	**Oran (%)**
Yetersiz bilgiden kaynaklı zorluklar	56
Yazılım ve sistemlerin mevzuata uyum sağlamasındaki güçlüklerden kaynaklı zorluklar	50
Elektronik sistemlerin güvenliği (siber güvenlik) ile ilgili zorluklar	38
Mevzuat değişikliklerinin takip edilmesinden kaynaklı zorluklar	19

Saha çalışmasına katılım gösteren firmaların %59'u kullandıkları sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanıldığını düşünürken %41'i verimli kullanılmadığını düşünmektedir. Sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanıldığını düşünen firmaların %18'i verimli kullanıldığını, %70'i orta düzeyde verimli kullanıldığını ve %12'si ise yeterince verimli kullanılmadığını düşünmektedir.

Saha çalışmasına katılım gösteren firmaların bilgi teknolojileri kullanımı ile ilgili zorluk yaşayıp yaşamadığı irdelendiğinde ise %67'si zorluk yaşadığını belirtirken, %33'ü zorluk yaşamadığını belirtmiştir. Zorluk yaşayan firmaların %74'ü yüksek başlangıç (ilk yatırım) maliyetleri konusunda, %59'u çalışanların bilgi tekonolojilerini kullanma istekliliği konusunda, %51'i personel eğitimi, %44'ü entegrasyon konusunda konusunda ve %26'sı veri güvenliği endişesi konusunda zorluklar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Bu zorlukların yanı sıra bir firma, programların henüz Türkiye'deki tesis yönetimi kapsamında özelleştirilmemesi nedeniyle program kullanımlarında yazılım firmalarıyla sürekli bir iletişim kurulması gerektiğinden ve bu durumun her ne kadar programların gelişmesi için faydalı bir süreç olarak gözükse de aslında mevcutta işleyen süreçlerin aksamasına neden olduğundan söz etmiştir. Yaşanılan bu zorluklara çözüm önerisi olarak firmaların %87'si tesis yönetimi için gerekli bilgi teknolojileri altyapısının kurulması ve sürdürülebilirliği için yeterli bütçe ayrılması gerektiğini, %85'i tesis yöneticileri ve personeli kullanacakları teknolojiler konusunda düzenli eğitim ve yetkinlik geliştirme

programlarına dahil edilmesi gerektiğini, %76'ü tesis yöneticileri ve personelinin kullanacağı ara yüzlerin kullanıcı dostu olması ve kolay kullanılabilir özelliklere sahip olması gerektiğini, %73'ü ilk yatırım tutarlarını azaltıcı politikalar izlenmesi gerekliliğini %20'si farklı tesis yönetimi sistemlerinin entegrasyonu için standart protokoller ve uyumluluk sağlanması gerektiğini, %20'si bilgi teknolojileri kullanımıyla ilgili güvenlik önlemleri sıkılaştırulmalı ve veri gizliliği sağlanması gerekliliğini, %14'ü şirketlerde veri yönetimi stratejileri geliştirilerek verilerin güvenliği ve erişilebilirliğinin artırılması gerekliliği ve belirtmektedir. Bu bulgular, bilgi teknolojileri kullanımında karşılaşılan zorlukların aşılması için kapsamlı bir yaklaşım benimsenmesi gerektiğini göstermektedir (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.6 Bilgi teknolojilerinin kullanımı ile ilgili yaşanan zorluklar

Teknolojilerin kullanımı ile ilgili yaşanan zorluklar	**Oran (%)**
Yüksek başlangıç (ilk yatırım) maliyetleri	74
Çalışanların bilgi teknolojilerini kullanma istekliliği ve başarısı	59
Personel eğitimi	51
Entegrasyon zorlukları	44
Veri güvenliği ve endişeleri	26

Saha çalışmasına katılım gösteren firmaların %64'ü kullandıkları sistem ve teknolojiler ile ilgili sorun yaşadıklarını belirtirken, %36'sı sorun yaşamadığını belirtmiştir. Sorun yaşadığını belirten firmaların %69'u yaşadıkları sorunlardan dolayı eski teknoloji sistemlerinin modern otomasyon sistemleri ile entegrasyon eksiklikleri, %16'sı bakım planlarının belirlenmesi ve yönetim sırasında zamanlama ve kaynak eksiklikleri yaşadıklarını,%4'ü işleyiş konusunda programlarda entegrasyon sağlanmaması nedeniyle süreçlerde aksamaya neden olunması ve %3'ü yüksek enerji maliyetleri ve verimlilik eksiklikleri gibi sıkıntılarla karşılaştıklarını belirtmişlerdir (Çizelge 5.7).

Çizelge 5.7 Bilgi teknolojilerinin kullanımı ile ilgili yaşanan sorunlar

Teknolojilerinin kullanımı ile ilgili yaşanan sorunlar	**Oran (%)**
Eski teknoloji sistemlerinin modern otomasyon sistemleri ile entegrasyon eksiklikleri	69
Bakım planlarının belirlenmesi ve yönetim sırasında zamanlama ve kaynak eksiklikleri	16
İşleyiş konusunda programlarda entegrasyon sağlanmaması nedeniyle süreçlerde aksamaya neden olunması	4
Yüksek enerji maliyetleri ve verimlilik eksiklikleri	3

Saha çalışması bulguları, firmaların önemli sorunlar yaşadığını ortaya koymaktadır. Mevcut sistemlerin entegrasyonu, eski teknolojilerin modern otomasyon sistemleriyle uyumsuzluğundan dolayı zorluklar içermektedir. Ayrıca, bakım planlaması ile ilgili zamanlama ve kaynak eksiklikleri, etkili bir yönetim sisteminin kurulmasını engellemektedir. Programlar arası entegrasyon eksiklikleri, süreçlerde aksamalar yaratmakta ve bilgi akışını olumsuz etkilemektedir. Yüksek enerji maliyetleri ve verimlilik sorunları, enerji yönetim sistemlerinin gözden geçirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu bulgular, firmaların bilgi teknolojileri sistemlerini yenilemesi, entegrasyonu güçlendirmesi ve enerji verimliliği stratejilerini geliştirmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Yaşadıkları sıkıntılara karşı firmaların %26'sı düzenli bakım planlarının oluşturulması ve bakım önceliklerinin belirlenmesi, %60'ı maliyetleri azaltmak için verimlilik analizleri yapılması bütçe yönetimi için sürekli izleme ve raporlama sistemlerinin kurulması, %34'ü enerji tüketiminin izlenmesi ve yönetilmesi için otomasyon sistemlerinin kullanılması, %63'ü akıllı bina sistemleri ve IoT teknolojilerinin kullanımıyla tesisin otomasyon düzeyinin artırılması, %45'i önleyici bakım stratejilerinin uygulanması ve bakım ekiplerinin kapasitelerinin yönetilmesi,%51'i enerji verimliliğini artırmak için yenilikçi teknolojilerin ve enerji tasarruf önlemlerinin uygulanması ve %18'i veri toplama, analiz ve raporlama yeteneklerinin geliştirilmesi gibi çözüm önerilerinin tesis yönetiminde dikkate alınması gereken hususlar olarak ortaya konulmuştur.

Katılım gösteren şirketlerin %49'u tesis yönetiminde kullanılan bilgi teknolojilerinin tesis güvenliğine orta düzeyde etkisi olduğunu, %34'ü yetersiz olduğunu, %11'i büyük ölçüde etkili olduğunu ve %9'u da hiçbir etkisinin olmadığını belirtmiştir. Araştırmaya katılım gösteren şirketlerin%45'i bilgi teknolojilerinin enerji yönetimine katkı sağladığını, %35'i enerji yönetimine bir katkı sağlamadığını, %10'u ise bu konuda bir fikrinin olmadığını belirtmiştir. Enerji yönetimine bilgi teknolojilerinin ne gibi bir etkisi olduğu irdelendiğinde ise katılım gösteren şirketlerin %54'ü, merkezi bir konumdan tüm tesislerin enerji verimliliği kontrol edilebilir ve gerektiğinde müdahale edilebilir olduğunu, %49'u sensörler ve akıllı cihazlar aracılığıyla tesis içindeki enerji tüketimi verileri sürekli olarak toplanabilir ve depolanabilir olduğunu, %21'i veri analitiği ve

raporlama araçları sayesinde enerji maliyetleri düzenli olarak izlenir ve yönetilir ve %36'sı ise enerji yönetiminde bir etkisi bulunmadığını belirtmişlerdir.

Bilgi teknolojilerinin sağlamış olduğu verilerin analizi için saha çalışmasına katılım gösteren şirketlerin %59'u excel ve benzeri tabloları, %34'ü veri analitiği gibi özel yazılımları kullandıklarını belirtmişlerdir. Katılımcıların %15'i ise bu konuda bir bilgisinin olmadığını belirtmiştir. Katılım gösteren firmaların %72'si, tesis yönetiminde bilgi teknolojileri sistemlerinin entegrasyonu konusunda zorluk yaşadıklarını belirtirken %28'i de entegrasyon konusunda zorluk yaşamadığını belirtmiştir. Entegrasyon konusunda yaşanılan zorlukların %60'ı bakım yönetim sistemleri, %39'u bina otomasyon sistemleri ve yine %60'ı enerji yönetim sistemlerinin entegrasyonu diğer teknolojilerre oranla daha fazla zorluk çıkarmaktadır (Çizelge 5.8).

Çizelge 5.8 Bilgi teknolojileri sistemlerinin entegrasyon zorlukları

Firmaların bilgi teknolojileri sistemlerinin entegrasyonunda yaşadıkları zorluklar	**Oran (%)**
Enerji yönetim sistemleri entegrasyonu	60
Bakım yönetim sistemleri entegrasyonu	60
Bina otomasyon sistemleri entegrasyonu	39

Katılımcıların %8'i şirketlerinde kullanılan teknolojilerin tesis yönetim süreçlerinde iş akışlarını tamamen otomatikleştirdiğini belirtirken, %60'ı kısmen otomatikleştirilmiş ve %30'u da otomatikleştirilmediğini belirtmiştir (Çizelge 5.9).

Çizelge 5.9 Bilgi teknolojileri sistemlerinin tesis yönetiminde iş akışlarını otomatikleştirmesi

İş akışlarının otomatikleştirmesi	**Oran (%)**
Kısmen otomatikleştirmesi	60
Otomatikleştirmemesi	30
Tamamen otomatikleştirmesi	8

Tesis yönetimindeki bilgi teknolojilerinin kullanımıyla ilgili olarak personellerin teknolojiyi benimsemesi ve kullanımı konusunda katılımcıların %77'si zorluk yaşadıklarını, %23'ü ise bu konuda zorluk yaşamadıklarını belirtmişlerdir. Zorluk yaşayan firmaların %44'ü personelin alışkın oldukları yöntemlerle çalışmak istemesi,

%77'si kullanılan bilgi teknolojilerini anlama ile etkin bir şekilde kullanabilme konusunda yeterli bilgi ve beceriye sahip olmaması, %67'si personelin yeni teknolojilere veya bilgi sistemlerine karşı direnç göstermesi, %36'sı farklı ekipmanlar veya ekipler arasında teknolojinin kullanımı konusunda yeterli iletişim ve iş birliğinin olmaması, katılımcıların belirttikleri zorlukların sebeplerindendir.

Katılımcıların şirketlerinde tesis yönetiminde kullanılan bilgi teknolojilerine yapılan yıllık yatırım miktarı irdelendiğinde, %18'i 500.000-1.000.000 TL, %3'ü 100.000-250.000 TL, %28'i 100.000 TL ve daha az, %41'i 250.000-500.000 TL, %10'u ise 2.000.000 TL ve üzeri aralığında yatırım yaptıklarını belirtmişlerdir. Katılım gösteren firmaların %49'unun bilgi teknolojilerine yaptıkları yatırımların %6-15 kadarı, %38'inin bilgi teknolojilerine yaptıkları yatırımların %0-5 kadarı ve %3'ünün bilgi teknolojilerine yaptıkları yatırımların %16-25'i kadarı toplam yatırım tutarını oluşturmaktadır.

Şirketlere tesis yönetimindeki bilgi teknolojileri konusunda yapılan yatırımların geri dönüş sağlayıp sağlamadığı incelendiğinde firmaların %13'ünün yatırımlarının geri dönüş sağladığını, %36'sı kısmen sağladığını, %28'i geri dönüş sağlamadığını ve %23'ünün de bu konuda fikri olmadığını belirtmiştir. Yatırımlara olan bu geri dönüşü şirketlerin %17'si müşteri geri bildirimleri ve %75'i finansal geri dönüşler ile ve %8'inin performans göstergeleri ile ölçtüklerini belirtmişlerdir.

Araştırmaya katılan firmaların %72'si, kullandıkları bilgi teknolojileri ve sistemlerde yaşanan teknik arızaların ve kesintilerin iş sürekliliğinde kayıplara neden olduğunu belirtmektedir. Katılımcıların %28'i ise herhangi bir kayba yol açmadığını ifade etmektedir. Kayıplara neden olduğunu belirten firmaların %85'sı, teknik arızalar ve sistem kesintilerinin tesis yönetimi operasyonlarının durmasına veya sınırlanmasına yol açtığını, %34'ünün hizmetlerin sunumunun aksamasına ve iş sürekliliğinde sorunlar yaşanmasına sebep olduğunu, %86'sının şirketin gelir kaybına ve maliyet artışına neden olduklarını belirtmektedirler (Çizelge 5.9).

Çizelge 5.10 Bilgi teknolojileri ve sistemlerinde yaşanan arızaların iş sürekliliğine olumsuz etkisi

Neden olunan olumsuz etkiler	Oran (%)
Şirketin gelir kaybına ve maliyet artışı	86
Teknik arızalar ve sistem kesintilerinin tesis yönetimi operasyonlarının durmasına veya sınırlanmasına yol açması	85
Hizmetlerin sunumunun aksaması ve iş sürekliliğinde sorunlar yaşanması	34

Tesis yönetimindeki bilgi teknolojileri ve sistemlerinin gelecekteki potansiyel kullanım alanları konusunda araştırmaya katılan firmaların %87'si kullanım alanlarının artacağını düşünürken %13'ü azalacağını düşünmektedir. Bilgi teknolojileri ve sistemlerinin kullanım alanlarının artacağını düşünen firmaların %80'i sensörler, ioT ve büyük veri analitiği kullanarak akıllı bina yönetimi konusunda, %48'i ileri düzey enerji yönetim sistemleri (EYS) ve yenilenebilir enerji entegrasyonu konusunda, %26'sı karbon ayak izinin azaltılması ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılması konusunda, %37'si tesis yönetimi yazılımlarının bulut tabanlı olarak sağlanması ve yönetilmesi konusunda ve %.74'ü uzaktan erişim ve veri analizi imkanlarının artırılması konusunda kullanım alanlarının artacağını düşünmektedir.

Araştırmaya katılan şirketlerin %85'i tesis yönetimindeki bilgi teknolojileri ve sistemler ile ilgili yaşanılan sorunları çözmek veya iyileştirmek için uyguladıkları bir sistem kullanmadıklarını, %15'i ise yaşanılan sorunlar için uyguladıkları bir sistem olduğunu belirtmektedir. Sorunları çözmek veya iyileştirmek için uyguladıkları bir sistem olduğunu belirten şirketlerin %62'si enerji tüketimini izleme, analiz etme ve optimize etme amacıyla EYS kullandıklarını,%75'i sensörler, otomasyon sistemleri ve IoT cihazlarıyla bina sistemlerinin yönetilmesini sağladıklarını, %50'si öngörücü bakım, enerji tüketimi tahmini, veri analitiği ve karar destek sistemleri kullandıklarını ifade etmektedir. Katılımcıların %87'si gelecek yıllarda tesis yönetiminde bilgi teknolojilerine yatırım yapmayı düşünürken, %11'i yatırımların mevcut seviyede tutmayı planlamaktadır. %2'si ise azaltmayı düşündüklerini belirtmektedir.

Araştırmaya katılan şirketlerin %82'sinin bilgi teknolojilerinin yönetimi için özel IT departmanı bulunmamaktadır. %18'inin ise özel bir IT departmanı bulunmaktadır. Şirketler bilgi teknolojileri yönetiminde insan kaynakları ile ilgili firmaların %89'u

yetersiz deneyim, %77'si eğitim eksiklikleri, %25'i yetersiz motivasyon, %17'si personelin değişim sıklığı (sirkülasyonun yüksekliği), %14'ü ücretin yetersiz bulunması, %6'sı çalışma koşullarının ağırlığı gibi durumları karşılaştıkları en önemli zorluklar olarak belirtmektedir.

Araştırmaya katılan şirketlerin %3'ü bilgi teknolojileri departmanındaki yöneticilerin iş deneyimini 10 yıl ve üzeri olarak belirtirken, yine % 5'i 6-10 yıl, %51'i 3-5 yıl ve %41'i 0-2 yıl olarak belirtmektedir. Şirketler, bilgi teknolojileri departmanında çalışan personelin %94'ü teknik bilgi ve becerilere, %17'si proje yönetim becerilerine, %85'i iletişim becerilerine ve %85'i problem çözme yeteneğine sahip olmaları gerektiğini düşünmektedir.

5.2.2 Firmalarda bilgi teknolojileri kullanım düzeylerinde etkili olabilecek değişkenlere ilişkin ki-kare analizleri

Çalışmada, saha çalışması sonucu edilen verilerin kategorik olması ve iki ölçüm arasındaki ilişkinin açıklanmasından dolayı, ki-kare analizinin uygulanması uygun görülmüştür. Ki-kare değeri ve Pearson Ki-kare anlamlılık düzeyine göre değişkenler arasındaki ilişki ortaya konulmuştur. Saha çalışmasında; tesis yönetim firmalarının bilgi teknolojilerine yaptıkları yatırımların tutarları ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin kullanılması arasındaki ilişki irdelenmiştir. Bu ilişki için aşağıdaki hipotezler ortaya konulmuştur:

H_0: Tesis yönetim firmalarının bilgi teknolojilerine yaptıkları yatırım miktarı ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasında ilişki bulunmamaktadır.

H_1: Tesis yönetim firmalarının bilgi teknolojilerine yaptıkları yatırım miktarı ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasında ilişki bulunmaktadır.

Ki-kare testi sonucuna göre $p<0,05$ olduğundan, H_0 hipotezi reddedilmiştir (Çizelge 5.11). Bu durumda, bilgi teknolojilerine yapılan yatırımın tutarı ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5.11 Tesis yönetim firmalarının bilgi teknolojilerine yatırım yapması ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasındaki ilişki

Ki-kare Testi	
Ki-kare Değeri	**Pearson Ki-kare Sig. (p)**
66,038	0,000

Bilgi teknolojilerine yapılan yatırım tutarlarının yüksek olması, gelişmiş teknolojilere ve kapsamlı çözümlere yatırım yapılmasına olanak tanıyabilmektedir. Aynı zamanda tesis yönetim firmalarının gelişmiş teknolojilere sahip olması, rekabet avantajını da beraberinde getirmektedir. Ayrıca yatırımın tutarı, yatırımın stratejik yönetimine ve personelin eğitimine de bağlı olduğu saha çalışmasında belirtilen hususlar olarak dikkat çekmiştir. Saha çalışmasında tesis yönetim firmalarında çalışan personelin teknik bilgilerinin yüksek olması ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasında ilişki de incelenmiştir. Bu ilişki için aşağıdaki hipotezler ortaya konulmuştur:

H_0: Tesis yönetim firmalarında çalışan personelin teknik bilgilerinin yüksek olması ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasında ilişki bulunmamaktadır.

H_1: Tesis yönetim firmalarında çalışan personelin teknik bilgilerinin yüksek olması ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasında ilişki bulunmaktadır.

Ki-kare testi sonucuna göre $p<0,05$ olduğundan, H_0 hipotezi reddedilmiştir (Çizelge 5.12). Bu durumda, tesis yönetim firmalarında çalışan personelin teknik bilgilerinin yüksek olması ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5.12 Tesis yönetim firmalarında çalışan personelin teknik bilgilerinin yüksek olması ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasındaki ilişki

Ki-kare Testi	
Ki-kare Değeri	**Pearson Ki-kare Sig. (p)**
18,988	0,001

Teknolojik yatırımların dönüşünün daha etkin olması, personelin bu sistemleri anlayabilmesi ve yönetebilmesi ile mümkün olabilmektedir. Personelin teknik bilgi düzeyinin düşük olması, yeni teknolojilere adapte olmasını da zorlaştırabileceğinden dolayı yatırımları da etkileyebileceği değerlendirilmiştir. Saha çalışmasında, tesis yönetim firmalarında bilgi teknolojileri departmanındaki yöneticilerin iş deneyimi ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasında ilişki irdelenmiştir. Bu ilişki için aşağıdaki hipotezler ortaya konulmuştur:

H_0: Tesis yönetim firmalarında bilgi teknolojileri departmanındaki yöneticilerin iş deneyimi ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasında ilişki bulunmamaktadır.

H_1: Tesis yönetim firmalarında bilgi teknolojileri departmanındaki yöneticilerin iş deneyimi ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasında ilişki bulunmaktadır.

Ki-kare testi sonucuna göre $p<0,05$ olduğundan, H_0 hipotezi reddedilmiştir (Çizelge 5.13). Bu durumda, tesis yönetim firmalarında bilgi teknolojileri departmanındaki yöneticilerin iş deneyimi ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5.13 Tesis yönetim firmalarında çalışan personelin teknik bilgilerinin yüksek olması ile mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanılması arasındaki ilişki

Ki-kare Testi	
Ki-kare Değeri	**Pearson Ki-kare Sig. (p)**
18,664	0,005

Yöneticilerin deneyimi, teknolojinin doğru seçilmesinin yanı sıra, aynı zamanda bu teknolojilerin etkin bir şekilde kullanılması, personelin eğitimi ve süreçlerin iyileştirilmesi ile ilgili durumları da kapsamaktadır. Deneyimli yöneticiler, teknolojiyi iş stratejisiyle uyumlu hale getirerek ve personeli doğru yönlendirerek firmanın teknolojik yatırımlarından maksimum fayda elde etmesine yardımcı olabilmektedir. Tesis yönetimi

süreçlerindeki iş akışlarının otomatikleştirilmesi ile hizmetlerin sunumunun aksamaması ve iş sürekliliğinde sorunların yaşanmaması arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu ilişki için aşağıdaki hipotezler ortaya konulmuştur:

H_0: Tesis yönetimi süreçlerindeki iş akışlarının otomatikleştirilmesi ile hizmetlerin sunumunun aksamaması ve iş sürekliliğinde sorunların yaşanmaması arasında ilişki bulunmamaktadır.

H_1: Tesis yönetimi süreçlerindeki iş akışlarının otomatikleştirilmesi ile hizmetlerin sunumunun aksamaması ve iş sürekliliğinde sorunların yaşanmaması arasında ilişki bulunmaktadır.

Ki-kare testi sonucuna göre $p<0,05$ olduğundan, H_0 hipotezi reddedilmiştir (Çizelge 5.14). Bu durumda, tesis yönetimi süreçlerindeki iş akışlarının otomatikleştirilmesi ile hizmetlerin sunumunun aksamaması ve iş sürekliliğinde sorunların yaşanmaması arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5.14 Tesis yönetimi süreçlerindeki iş akışlarının otomatikleştirilmesi ile hizmetlerin sunumunun aksamaması ve iş sürekliliğinde sorunların yaşanmaması arasındaki ilişki

Ki-kare Testi	
Ki-kare Değeri	**Pearson Ki-kare Sig. (p)**
18,528	0,001

Tesis yönetimi süreçlerindeki iş akışlarının otomatikleştirilmesi ile hizmetlerin sunumunun aksamaması ve iş sürekliliğinde sorunların yaşanmaması arasında bir ilişki olmakla birlikte, söz konusu ilişki otomatikleştirilen sistemlerdeki sorunların azaldığı yönündedir. Ancak yöneticilerin saha çalışmasındaki beyanlarına göre, otomasyonun başarılı olabilmesi ve aksaklıkların yaşanmaması için insan müdahalesinin, manuel süreçlerin ve teknolojinin dengeli bir şekilde yönetilmesinin de önemli olduğu vurgulanmıştır. Özetle tesis yönetimi işletmelerinde iş akışlarının otomatikleştirilmesi ve hizmet sunumunun kalitesinin artırılması bakımından bilgi sistemlerinin önemi açıkça ortaya çıkmaktadır.

5.2.3 Firmalarda bilgi teknolojisi kullanım düzeylerini etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi

Araştırma, tesis yönetim firmalarında bilgi teknolojilerinin kullanımının tesis yönetiminde sağladığı faydalar ile işletmelerde bilgi teknolojilerinin kullanım düzeyi arasındaki ilişkilerin tespiti için lojistik regresyon analizi yapılmıştır. Bilindiği üzere lojistik regresyon, bağımlı değişkenin kesikli (ikili) değerler aldığı ve bağımsız değişkenlerin ise hem nitel hem de nicel olduğu durumlar için uygun bir analiz yöntemidir (Peng vd. 2002). Araştırmada logistik regresyon analizi ile tesis yönetim firmalarındaki bilgi teknolojilerinin kullanımının etkinliğini etkileyen faktörlerin tespiti hedeflenmiştir (Keskin vd. 2024). Bu amaçla çalışmada kullanılan iki durumlu (binary) lojistik regresyon modelinin genel formu aşağıda verilmiştir:

$$P_i=E(Y_i=1|X)=F(I_i)=F(\beta_0+\beta_1 X_i)=\frac{1}{1+e^{-I_i}}$$

Alternatif olarak, modelin logit dönüşümü de aşağıdaki biçimde yazılabilir:

$$logit\left(\frac{P(Y=1|X)}{1-P(Y=1|X}\right)=\beta_0+\beta_1 X_1+\beta_2 X_2+\ldots+\beta_k X_k$$

Regresyon analizinde bağımlı değişken olarak bilgi teknolojilerinin tesis yönetiminde sağladığı fayda seçilmiş ve bu faydanın ikili bir değer aldığı (evet/hayır) kabul edilmiştir. Bu yolla tesis yönetimi firmalarının bilgi teknolojisi sistemlerini kullanması ile yenilikçi teknolojilerden faydalanma durumları da değerlendirilmiştir. İşletmelerde bilgi sistemleri ve teknolojilerini kullanım düzeyi ile firmaların tesis yönetimi bilgi teknolojilerine yıllık yatırım tutarları, firmada çalışan kişi sayısı, bilgi teknolojileri kullanımına ilişkin yasal düzenlemeler ile ilgili zorluk yaşanma durumu ile tesis yönetimi süreçlerinde iş akışlarının otomatikleştirilmesine bilgi teknolojilerinin katkıları gibi değişkenler ele alınmıştır. Bazı katılımcıların yaş, eğitim, meslek ve iş deneyimi gibi soruları cevaplamamaları nedeniyle söz konusu modele dahil edilememiştir. Değişken seçimlerinde bazı kriterler göz önüne alınmıştır. Bilgi teknolojileri sistemlerinin

benimsenmesi ve etkin kullanımı büyük ölçüde finansal kaynaklara bağlı olması ve firmaların bu sistemlere yaptığı yatırımın, dijitalleşme ve otomasyon süreçlerini destekleyen kritik faktörlerden biri olması nedeniyle "yıllık yatırım tutarı" değişkeni modele dahil edilmiştir. Firma büyüklüğü, teknoloji kullanımını doğrudan etkileyen faktörlerden biri olup, büyük firmalar genellikle daha karmaşık operasyonlara ve daha fazla veriye sahip olduğundan, Bilgi teknolojileri sistemlerine olan ihtiyaçları daha fazla olması nedeniyle "çalışan kişi sayısı" değişkeni alınmıştır. Yasal düzenlemeler ile firmaların bilgi teknolojilerini kullanma durumları ek maliyetler veya uyum süreçleri gibi zorluklara yol açması nedeniyle "yasal düzenlemeler ile ilgili zorluk yaşanma" durumu modele açıklayıcı değişken olarak eklenmiştir. Son olarak firmanın bilgi teknolojisi sistemlerine ne ölçüde entegre olduğunu yansıtan önemli bir faktör olan otomatikleştirilme durumu da modele dahil edilmiştir. Modele dahil edilen değişkenlerin tanımları aşağıda özetlenmiştir (Çizelge 5.15):

Çizelge 5.15 Modele dahil edilen değişkenler ve açıklamaları

Değişken Türü	**Değişken**	**Veri Tipi**	**Açıklama**
Bağımlı	Tesis yönetimi firmalarının bilgi teknolojisi sistemlerini kullanması	Kategorik	Kullanma durumu: 1 Kullanmama durumu: 0
Bağımlı	Tesis yönetimi firmalarının yenilikçi teknolojilerden faydalanması	Kategorik	Faydalanma durumu:1 Faydalanmama durumu: 0
Bağımsız	Firmada çalışan kişi sayısı	Kategorik	200 kişi ve altı: 1 201-300 kişi: 2 301-500 kişi: 3 501 kişi üstü: 4
Bağımsız	Tesis yönetimi firmalarının bilgi teknolojilerine yıllık olarak yaptığı yatırım tutarı	Kategorik	100.000 TL ve daha az: 1 100.001 – 250.000 TL: 2 250.001- 500.000 TL: 3 500.001- 1.000.000 TL: 4 1.000.001 – 2.000.000 TL:5 2.000.0001 TL ve üzeri:6
Bağımsız	Bilgi teknolojileri kullanımında yasal düzenlemeler ile ilgili zorluk yaşanma durumu	Kategorik	Yaşanma durumu: 1 Yaşanmama durumu: 0
Bağımsız	Tesis yönetimi süreçlerinde iş akışlarının otomatikleştirilme durumu	Kategorik	Otomatikleştirilmemiş: 1 Kısmen otomatikleştirilmiş: 2 Tamamen otomatikleştirilmiş: 3

Araştırmanın veri toplama aşamasında tesis yönetimi firmalarındaki yöneticiler ve çalışanlarla yapılan anket ve derinlemesine görüşme yapılmıştır. Anketlerde, bağımsız

değişkenlerin her birini ölçmeye yönelik sorular hazırlanarak bilgi teknolojilerinin kullanımına ilişkin veriler toplanmıştır. Verilerin analizine geçilmeden önce eksik veriler uygun yöntemlerle tamamlanmış veya veri setinden çıkarılmıştır. Kesikli bağımsız değişkenler, SPSS yazılımında uygun şekilde kodlanarak analize hazır hale getirilmiştir. Şirketlerin tesis yönetimi bilgi teknolojilerine yaptıkları yıllık yatırımlar, lojistik regresyon analizi için belirli aralıklara göre sayısal değerlerle sınıflandırılmıştır. Bilgi sistemlerine yıllık yatırım tutarı 100.000 TL ve daha düşük olanlar 1, 100.001 TL ile 250.000 TL arasındaki yatırımlar 2, 250.001 TL ile 500.000 TL arasındaki yatırımlar 3, 500.001 TL ile 1.000.000 TL arasındaki yatırımlar 4, 1.000.001 TL ile 2.000.000 TL arasındaki yatırımlar 5 ve 2.000.001 TL ve üzerindeki yatırımlar ise 6 olarak kodlanmıştır. Verilerin kodlanmasında, şirketlerin tesis yönetimi bilgi teknolojilerine yönelik yıllık yatırımlarının, diğer faktörlerle olan ilişkilerinin incelenmesinde kullanılmıştır.

Yasal düzenlemeleri dikkate alan firmalar, lojistik regresyon analizi için belirli bir sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Yasal düzenlemelerle ilgili zorluklarla karşılaşan firmalar 1 olarak, yasal düzenlemelerle ilgili herhangi bir zorlukla karşılaşmayan firmalar ise 0 olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca açıklanan değişken tesis yönetimi firmalarının bilgi teknolojisi sistemlerini kullanması durumu ise modelde 0 ve 1 şeklinde kodlanmıştır (Çizelge 5.15). SPSS programı kullanılarak gerçekleştirilen lojistik regresyon analizi sürecinde, başlangıçta bütü bağımsız değişkenler modele dahil edilmiştir. Ancak bağımsız değişkenlerin ayrı ayrı anlamlı çıkmaması, bu değişkenlerin etkilerinin karmaşık olduğunu ve etkileşim içerisinde değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bu nedenle, daha kısıtlı modeller oluşturulmuş ve belirli bağımsız değişkenlerin etkilerine odaklanılmıştır. Modelde, her bağımsız değişkenin anlamlılığı Wald testi ile incelenmiş ve her bir değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisi odds ratio (OR) ile yorumlanmıştır. OR > 1 değerleri, bağımsız değişkenlerin pozitif etkisini ve OR < 1 değerleri ise negatif etkisini göstermektedir.

Modelin uyumu, Cox & Snell R^2 ve Nagelkerke R^2 değerleriyle değerlendirilmiş ve modelin doğruluğu ise AUC (Area Under Curve) testi ile ölçülmüştür. Elde edilen bulgulara göre, tesis yönetim firmalarında bilgi teknolojilerinin etkin kullanımını

etkileyen en önemli faktörlerin yatırım tutarı ve yasal düzenlemelerle ilgili karşılaşılan zorluklar olduğu tespit edilmiştir. Yatırım tutarının artırılması, firmaların bilgi teknolojilerine daha fazla kaynak ayırmalarına olanak tanırken, yasal düzenlemelerle ilgili zorlukların varlığı, firmaları bu zorlukları aşabilmek için bilgi teknolojilerine yönlendirmektedir. Bu durum, firmaların operasyonel verimliliklerini artırmalarına ve yasal uyumluluklarını sağlamalarına yardımcı olmaktadır (Çizelge 5.15).

Veri seti kullanılarak iki model tahmin edilmiştir. İlk modelde tesis yönetimi firmalarının bilgi teknolojisi sistemlerini kullanması durumu açıklanan değişken olmak üzere, tesis yönetimi firmalarının tesis yönetimi bilgi teknolojilerine yıllık yatırım tutarları, firmada çalışan kişi sayısı, bilgi teknolojileri kullanımında yasal düzenlemeler ile ilgili zorluk yaşanma durumu ile tesis yönetimi süreçlerinde iş akışlarının otomatikleştirilme durumu ise açıklayıcı değişkenler olarak seçilmiş model aşağıdadır (Çizelge 5.16). Modele göre sadece bilgi teknolojilerinin otomatikleştirme katkısı ile yıllık yatırım tutarı arasında anlamlı ilişki bulunmaktadır.

Çizelge 5.16 Model 1'in sonuçları

Değişkenler	***β***	**Standart Hata**	***p***	**95% Güven Aralığı**	
				Alt	**Üst**
Yatırım tutarı	3,845	2,777	**0,166**	,203	10800,305
Çalışan kişi sayısı	0,945	0,875	**0,280**	,463	14,307
Yasal zorluk	-2,595	2,329	**0,265**	,001	7,162
İş akışlarının otomatikleştirilmesi	-3,577	1,790	**0,046**	,001	,933
Sabit terim	2,736	4,145	**0,509**		

İkinci modelde ise tesis yönetimi firmalarının yenilikçi teknolojilerden faydalanması durumu açıklanan değişken olmak üzere, tesis yönetimi firmalarının tesis yönetimi bilgi teknolojilerine yıllık yatırım tutarları, firmada çalışan kişi sayısı, bilgi teknolojileri kullanımında yasal düzenlemeler ile ilgili zorluk yaşanma durumu ile tesis yönetimi süreçlerinde iş akışlarının otomatikleştirilme durumu ise açıklayıcı değişkenler olarak seçilmiş model sonuçları aşağıda verilmiştir (Çizelge 5.17). Buna göre firmalarının yenilikçi teknolojilerden faydalanması durumu ile bilgi teknolojilerinin kullanımına ilişkin yasal düzenlemelerin olup olmaması arasındaki ilişki anlamlı bulunmaktadır.

Çizelge 5.17 Model 2'nin sonuçları

Değişkenler	*β*	Standart Hata	*p*	95% Güven Aralığı	
				Alt	Üst
Yatırım tutarı	0,529	0,355	**0,136**	,847	3,403
Çalışan kişi sayısı	-0,675	0,498	**0,176**	,192	1,352
Yasal zorluk	1,872	1,145	**0,102**	,690	61,296
İş akışlarının otomatikleştirilmesi	-1,313	1,028	**0,201**	,036	2,017
Sabit terim	2,719	3,379	**0,421**		

Yukarıda verilen iki model sonucuna ilave olarak iki değişkenli lojistik regresyon analizi de yapılarak firmaların yıllık bilgi sistemleri yatırım düzeyleri ile bilgi teknolojisi kullanımını açıklayan diğer değişkenler arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi yapılmıştır. İlk olarak tesis yönetimi firmalarının bilgi teknolojisi sistemlerini kullanması durumu bağlı ve tesis yönetimi firmalarının tesis yönetimi bilgi teknolojilerine yıllık yatırım tutarları bağımsız değişken alınarak elde edilen modelin sonuçları verilmiştir (Çizelge 5.18). Buna göre işletmelerin bilgi teknolojisi sistemlerini kullanmaları ile firmalarının tesis yönetimi bilgi teknolojilerine yıllık yatırım tutarları arasında anlamlı ilişkinin olduğu saptanmıştır. Gerek donanım gerekse nitelikli insan kaynağının istihdamını önceleyen ve yatırım yapan işletmelerin bilgi sistemlerini faaliyet alanlarında daha fazla kullanmaları beklenen bir sonuç olarak görülmektedir.

Çizelge 5.18 Tesis yönetimi firmalarının bilgi teknolojisi sistemlerini kullanmaları ile durumu firmalarının tesis yönetimi bilgi teknolojilerine yıllık yatırım tutarları arasındaki bağlantı

Değişkenler	*β*	Standart Hata	*p*	95% Güven Aralığı	
				Alt	Üst
Yatırım tutarı	2,114	0,778	**0,007**	1,802	38,053
Sabit terim	-3,041	1,209	**0,012**		

Benzer biçimde tesis yönetimi firmalarının bilgi teknolojisi sistemlerini kullanmaları ile tesis yönetimi firmalarının tesis yönetimi bilgi teknolojilerine yıllık yatırım tutarları arasındaki ilişki de irdelenmiştir (Çizelge 5.19). Analiz sonuçlarına göre firmaların bilgi teknolojisi sistemlerini kullanmaları ile bilgi teknolojilerinin kullanımına ilişkin yasal düzenlemelerle ilgili zorluk yaşanması arasındaki bağlantının da yüksek olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.19 Tesis yönetimi firmalarının bilgi teknolojisi sistemlerini kullanmaları ile bilgi teknolojileri kullanımında yasal düzenlemelerle ilgili zorluk yaşanması arasındaki bağlantı

Değişkenler	*β*	Standart Hata	*p*	95% Güven Aralığı	
				Alt	Üst
Yasal zorluk	1,482	0,761	**0,051**	,991	19,545
Sabit terim	0,000	0,577	**1,000**		

Üçüncü olarak firmaların bilgi teknolojisi sistemlerinden faydalanma durumları ile tesis yönetimi bilgi teknolojilerine yıllık yatırım tutarları arasındaki bağlantı da ikili olarak karşılaştırılmıştır (Çizelge 5.20). Analiz sonuçlarına göre firmaların yenilikçi teknolojilerden faydalanması durumları üzerinde tesis yönetimi işletmelerinin bilgi teknolojilerine yıllık yatırım tutarları arasındaki bağlantının önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 5.20 Firmaların yenilikçi teknolojilerden faydalanmaları ile firmaların tesis yönetimi bilgi teknolojilerine yıllık yatırım tutarları

Değişkenler	*β*	Standart Hata	*p*	95% Güven Aralığı	
				Alt	Üst
Yatırım tutarı	0,482	0,241	**0,046**	1,008	2,598
Sabit terim	-0,778	0,678	**0,251**		

Son olarak tesis yönetimi firmalarının yenilikçi teknolojilerden faydalanma düzeyleri ile bilgi teknolojileri kullanımında yasal düzenlemeler ile ilgili zorluk yaşanması arasındaki bağlantı da irdelenmiştir (Çizelge 5.21). Modele göre firmaların yenilikçi teknolojilerden faydalanma düzeyleri ile bilgi teknolojileri kullanımında yasal düzenlemeler ile ilgili zorluk yaşanması arasında anlamlı ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.21 Firmaların yenilikçi teknolojilerden faydalanma düzeyleri ile bilgi teknolojileri kullanımında yasal düzenlemeler ile ilgili zorluk yaşanması arasındaki ilişki

Değişkenler	*β*	Standart Hata	*p*	95% Güven Aralığı	
				Alt	Üst
Yasal zorluk	3,091	0,919	**0,001**	3,629	133,380
Sabit terim	-1,609	0,775	**0,038**		

Sonuç olarak araştırma tesis yönetim firmalarında bilgi teknolojilerinin kullanımının etkinliğini artırmak için yatırım tutarının artırılması ve yasal düzenlemelere uyum

sağlamak için stratejiler geliştirilmesinin gerektiğini göstermektedir. Araştırmanın sınırlılıkları arasında veri toplama sürecinin yalnızca anketler ve görüşmelerle sınırlı olması ve örneklem büyüklüğünün belirli bir sektörle sınırlı olması yer almaktadır. Gelecek araştırmalar, daha geniş örneklem gruplarıyla ve farklı sektörlerde yapılacak lojistik regresyon analizleri ile daha genel sonuçlar elde edilmesine olanak sağlayabilir. Araştırma, tesis yönetim firmalarındaki bilgi teknolojilerinin etkin kullanımını etkileyen faktörlerin anlaşılmasına önemli katkılarda bulunmuş ve firmaların bilgi teknolojilerine yönelik stratejiler geliştirmeleri gerektiği sonucuna ulaşmıştır. Özellikle yatırım tutarının artırılması ve yasal düzenlemelere uyum sağlanması, bilgi teknolojilerinin kullanımında önemli rol oynamaktadır. Bu bağlamda, firmaların bilgi teknolojilerine daha fazla yatırım yapmaları ve karşılaştıkları yasal zorluklarla ilgili stratejiler geliştirmeleri gerektiği vurgulanmaktadır.

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Konutlar, kamu kurumları, alışveriş merkezleri, hava limanları, hastaneler, oteller ve fabrikalar gibi bütün yapıların fonksiyonlarında ve kullanımlarında zamanla değişimler gözlemlenmesiyle birlikte çoğu yüksek katlı ve karmaşık yapılar haline gelmişlerdir. Tesis yönetiminin faaliyet alanlarını genişletmesiyle ve tesis yapılarının her geçen gün daha karmaşık yapılar haline gelmesiyle, tesis yönetimi kapsamında uygulanılan yönetim anlayışında değişime gitme zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Birçok kuruluş maliyetlerini azaltarak verim ve performanslarını artırmayı hedeflemektedirler. Bu doğrultuda tesis yönetimi faaliyet alanlarında bilgi teknolojilerinden faydalanarak verim ve performanslarını artırma çabasına gitmişlerdir.

Bilgi teknolojilerinden başlangıçta maliyetlerin azaltılması ve performans verimliliğinin artırılması hedeflenerek faydalanılsa da sonrasındaki süreçlerde bilgi teknolojileri enerji tüketiminin kontrol altına alınması, kaynak kullanımının sistemli şekilde gerçekleşmesi, arızaların meydana gelmesi durumunda doğru müdahale olanağının sağlanması, tüm hizmet verilerinin güvenilir şekilde muhafaza edilmesi, verilere ihtiyaç duyulduğunda kolay şekilde erişme olanağının sağlanması, bakım süreçlerinin sistemli gerçekleşmesinin sağlanması, bakım sürecinde kullanılan ekipmanların amortismanlarının doğru yönetilmesi, ortak bir sistem çerçevesinde bakım faaliyetlerinin gerçekleşmesi, tesis bünyesindeki her departmanın verimliliğinin ölçülerek kontrol edilebilmesi ve kullanıcıların konforunu artırması gibi faaliyetlerin gerçekleştirilmesi amacıyla da kullanılmaya başlanmıştır.

Türkiye'de tesis yönetiminde bilgisayar destekli bakım sistemleri genellikle kullanılmaktadır. Bu sistem bina içerisindeki herhangi bir demirbaşın üzerinde bulunan dijital etiket sayesinde cihaza ait özel bilgilere erişim sağlanabilmektedir. Bu sistem cihaza daha önce ne tür bir bakım yapılmış, bu bakım kim tarafından hangi tarihte yapılmış, cihazın daha önce herhangi bir onarım geçirip geçirmediğine ilişkin sorulara yanıt niteliği taşıyan verilerin muhafaza edildiği bir sistemdir. Türkiye'de tesis yönetimi kapsamında enerji yönetim sistemi iki şekilde gerçekleşmektedir. Birincisi trijenerasyon sistemi ile elektrik üretilerek ısıtma soğutma ihtiyacının büyük bir bölümünün ücretsiz

olarak karşılanarak gerçekleştirilmesidir. İkincisi ise sadece bu alanda işi takip eden yetkili bir bina enerji yöneticisidir. Bina enerji yöneticisi bina genelinde sürekli ölçümler yaparak bu ölçümleri rapor haline getirmekten ve iyileştirmeleri kontrol etmekten sorumludur. Türkiye'deki alışveriş merkezlerinin bazılarında tesis yönetimi kapsamında direkt dijital kontrol sistemi ile bina otomasyon sistemi iç içe geçmiş durumda gözlemlenebilmekte ve her departmanda kendine özgü farklı sistemler kullanılmaktadır. Genellikle de muhasebe alanında Dynamic Navision ve Eflow yazılımları kullanılmaktadır. Türkiye'de tesis yönetimi yüksek oranda tanınırlığa sahip bir uzmanlık alanı değildir. Her geçen yıl tanınırlık anlamında ilerleme gösteriyor olsa da özellikle Amerika ve bazı Avrupa ülkelerine kıyasla tesis yönetimi yaygınlık ve uygulanabilirlik anlamlarında geri planda kalmaktadır. Kullanılan teknolojilerin çok etkili bir şekilde faaliyet gösterdiği örnekler bulunmasına rağmen bunların sayısı oldukça azdır. Türkiye'de tesis yönetimi için faydalanılan sistem ve teknolojilerin uygulama safhasında bir takım sorunlar yaşanmaktadır.

Tesis yönetiminde kullanılan otomasyon sistemleri düşünüldüğünde bu sistemlerin ilk kurulum maliyetleri dolara endeksli olarak hesaplandığında çok büyük maliyetler ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra bu sistemleri içerde kullanılan diğer sistemler ile ilişkilendirmek ayrı bir maliyet oluşturmaktadır. Bu durumda zaten mevcutta bir otomasyon varken yenileme yapma kararı verildiğinde sıfırdan kurulum maliyeti ile neredeyse aynı ücretle karşılaşılmaktadır. Tesis yönetiminde kullanılan otomasyonlar içerisinde çok fazla veri saklanılmaktadır. Tüm bu verilerin bina yönetiminde kullanılarak geliştirme yapılması kolay bir şekilde gerçekleşmemektedir. Yatırımcıların da yönetime entegre edilmiş bu sisteme göre yatırım kararlarını alması beklenmektedir ancak bu durum da her zaman bu şekilde gerçekleşememektedir. Bazı durumlarda da kullanılan bu sistemler mevcut hukuk sistemi ile çelişmektedir. Bir alışveriş merkezine gelen bir birey, telefondan alışveriş merkezinin kablosuz internet ağına bağlanmaya çalıştığında, sistem bireyden belirli bilgilerin temin edilmesini talep etmektedir. Bu sistem, kullanıcının alışveriş merkezi içindeki davranışlarını izleyerek, hangi mağazaları ziyaret ettiğini, hangi ürünleri incelediğini, hangi mağazalardan ürün satın aldığını, ürünleri ne sıklıkla değiştirdiğini ve alternatif mağaza tercihlerini belirlemektedir. Ayrıca, kullanıcıya ait harcama tutarı ve alışveriş alışkanlıkları gibi veriler de toplanmaktadır. Bu veriler, bireyin

bir sonraki ziyaretinde kişisel alışveriş deneyimini geliştirmek amacıyla kullanılabilmektedir. Örneğin, kişi alışveriş merkezi içinde farklı bir işlem yapmak için bulunsa dahi, kablosuz internet ağına bağlandığı andan itibaren, mağaza veya ürün bazında kişiye özel indirim mesajları ile karşılaşabilmektedir. Bu bağlamda, açıklanan sistem, Türk hukuk sistemine aykırılık taşıyan bir uygulama örneği teşkil etmekte olup, baz istasyonlarıyla ortak kullanılan bir altyapı üzerinde çalışmaktadır.

Türkiye'de tesis yönetimi sistem ve teknolojilerinin uygulanması anlamındaki eksikliklerden biri de çok fazla teknik işin kurum içinde çözülmeye çalışılmasıdır. Bu durum beraberinde çalışan personelin yükünün artmasıyla birlikte oluşan verimsizleşme ve alt yükleniciler ile ilişkilerin zayıflaması gibi dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Kullanıcı deneyimi araştırmaları, sistemlerin geliştirilmesinde rehber olarak kullanılmalıdır. Bilgi teknolojileri kullanımıyla ilgili yasal düzenlemelere uyum sağlamak için firmaların siber güvenlik önlemlerini artırmaları ve veri gizliliği stratejileri geliştirmeleri gerekmektedir. Bu doğrultuda, sürekli bilgilendirme sağlanması da önemlidir. Farklı tesis yönetimi sistemlerinin entegrasyonuna yönelik standart protokoller ve uyumluluk sağlanmalı, böylece süreçlerdeki aksaklıklar azaltılmalıdır. Bu bağlamda, şirketlerin teknoloji sağlayıcılarıyla yakın işbirliği içinde olmaları önerilmektedir. Ayrıca IoT, büyük veri analitiği ve akıllı bina sistemleri gibi yenilikçi teknolojilerin kullanımı teşvik edilmeli ve firmalar bu teknolojilerin tesis yönetimindeki potansiyel faydalarını keşfederek stratejilerini geliştirmelidir.

Tesis yönetiminde kullanılan bilgi teknolojileri sistemlerinin entegrasyonu için kapsamlı bir dijital altyapı oluşturulmalıdır. Firmaların yüksek başlangıç maliyetlerini aşabilmeleri için bütçelerinin artırılması ve yatırım stratejilerinin gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bu süreçte, tesis yöneticileri ve çalışanlar için düzenli eğitim programları düzenlenerek, bilgi teknolojilerini etkili bir şekilde kullanabilmeleri sağlanmalıdır. Çalışanların teknolojiye adaptasyonunu kolaylaştırmak amacıyla değişim yönetimi süreçlerinin geliştirilmesi de önemlidir. Bilgi teknolojilerine yapılan yatırımların geri dönüşümünü değerlendirmek için etkili performans göstergeleri ve geri bildirim mekanizmaları oluşturulmalıdır. Bu sayede firmalar, yapılan yatırımların etkinliğini sürekli olarak gözlemleyebilir ve gerekli iyileştirmeleri yapabilmektedir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ticaret Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığı denetimleri hem çok sık gerçekleşmekte, hem de hangi bakanlığa karşı asıl sorumlu olunduğu konusunda fikir ayrılıkları yaşanmaktadır. Bu durum da tesis yönetimi kavramının kapsamını belirleme anlamında sıkıntılar ortaya çıkarabilmektedir. Bunların yanı sıra tesis yönetimi firması kurma konusunda herhangi bir yetkinliğin aranmaması genel çerçevede Türkiye'deki tesis yönetimi anlayışını zedelemektedir. Türkiye'deki tesis yönetimi anlayışı Lisanslı Uzmanlar Kraliyet Kurumu (RICS), Uluslararası tesis Yönetimi Brliği (IFMA) ve Avrupa Tesis Yönetimi Ağı (EuroFM) gibi kuruluşların doğrultusunda gelişim göstermesi sağlanmalıdır. Sistem ve teknolojilerin etkin kullanılması için öncelikle tesis yönetimi alanında temeli olan profesyonel kişilerin yönetimde yer alması konusunda önleri açılmalıdır.

Keskin vd. (2024), genç ve yüksek öğrenim görmüş bireylerin profesyonel tesis yönetimi alanını tercih ettiklerini ve bu alanda etkin bir şekilde görev alabilmek için yeterli eğitimin gerekliliğine dair görüş bildirdiklerini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, bazı Türk tesis yönetimi yöneticilerinin söz konusu eğitim standartlarına uymadıkları tespit edilmiştir. Bu bulgu, profesyonel tesis yöneticisi olabilmek için belirli bir eğitim seviyesinin şart olduğuna işaret etmektedir. Tesis yönetimi, çeşitli disiplinlerin birleşiminden oluşan ve geniş bir bilgi yelpazesi gerektiren bir alan olduğundan, bu alanda uzmanlaşacak bireylerin yeterli bilgi birikimine sahip olmaları için belirli eğitim seviyelerinin zorunlu hale getirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bunun yanı sıra, Türkiye'deki üniversiteler ve sertifika programlarının mevcut sayısının, tesis yönetimi alanında ihtiyacı karşılamak için yetersiz kaldığı sonucuna ulaşılmakta olup, bu çalışma sonuçlarıyla paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

Kaya (2023) tarafından yapılan çalışmada, BIM ve VR teknolojilerinin tesis yönetiminde sınırlı bir şekilde kullanıldığı ortaya çıkmıştır. Bu teknolojilerin en yaygın kullanım alanları proje yönetimi, risk yönetimi, sürdürülebilirlik ve bilgi teknolojileri yönetimi olarak belirlenmiştir. Ancak, BIM ve VR'nin benimsenmesinin önündeki en büyük engelin yüksek yatırım maliyetleri olduğu vurgulanmıştır. Özellikle küçük inşaat şirketleri ve tesis yönetimi ekipleri, geleneksel iş akışlarının değişeceği endişesiyle bu teknolojilere yatırım yapmayı pahalı ve karmaşık bir süreç olarak değerlendirmektedir.

Büyük şirketlerde daha yaygın olarak kullanılan bu teknolojiler, endüstrinin geleneksel yapıları ve değişime karşı duyulan direnç nedeniyle genel kabul görme konusunda zorluklarla karşılaşmaktadır. Ayrıca, bu teknolojilerin kullanımını zorlaştıran faktörler arasında yazılımların karmaşıklığı ve donanım gereksinimleri de bulunmaktadır. BIM ve VR teknolojilerinin tesis yönetiminde sağladığı avantajlar, karar alma süreçlerini iyileştirme, iş birliği ve iletişimde verimliliği artırma ve proje sürelerini kısaltma gibi önemli katkılar sağlamaktadır. Uzun vadede bu teknolojilere yapılan yatırımlar, işletme süreçlerinin daha verimli hale gelmesine ve maliyet tasarrufu sağlamaya yardımcı olmaktadır. Kullanıcılar, BIM ve VR'nin projelerde kaliteyi artıracağı, müşteri memnuniyetini iyileştireceği ve sektördeki inovasyon ile sürdürülebilirlik alanlarında rekabet avantajı oluşturacağı konusunda olumlu görüşler bildirmiştir. Engellerin aşılabilmesi için sektörde bilinçlendirme ve eğitim çalışmalarına önem verilmesi gerektiği sonucuna varılmaktadır. Eğitimler, kullanıcıların BIM ve VR'nin potansiyelinden daha iyi faydalanmalarını sağlayarak, bu teknolojilere karşı daha açık hale gelmelerini sağlayacaktır. Ayrıca, sektördeki paydaşlar arasında iş birliğini teşvik etmek, bu teknolojilerin daha geniş çapta kabul görmesini sağlamak açısından önemli bir adım olacaktır. BIM ve VR'nin entegrasyonu, tesislerin tasarım aşamasından bakım süreçlerine kadar daha akıcı ve verimli bir yönetim süreci sunarak, tesis yöneticilerinin varlıkları daha verimli bir şekilde planlamalarına, sürdürmelerine ve optimize etmelerine olanak tanıyacak, aynı zamanda maliyetleri düşürerek kullanıcı deneyimlerini iyileştirecektir. Söz konusu çalışmada ortaya çıkan sonuçların, bu araştırmada ortaya konulan sonuçlar ile benzer bir yapıda olduğu belirlenmiştir.

Türkiye yüksek öğretim kurumları içinde günümüzde sadece Ankara Üniversitesi Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Bölümü, tesis ve gayrimenkul yönetimi alanında lisans ve lisansüstü eğitim-öğretim ve araştırma olanağı sunmaktadır. Bölümün bütün programlarında öğrencilere; tesis ve gayrimenkul yönetimi, varlık ve kurumsal gayrimenkul yönetimi ile ilgili kapsamlı dersler hem teori ilkeler ve yöntemler, dem de standartlar ve uygulamaları yönlerinden birlikte ele alınmaktadır. Buna ilave olarak bölüm programlarında öğrencilerin yaz dönemi zorunlu staj ve iş başı eğitimleri de mezuniyet sonrası sektöre doğrudan entegre olmalarına önemli ölçüde katkı yapmakta ve mezuniyet öncesi iş deneyimi kazanma olanağı hem kariyer planlama hem de yetenek

uyumsuzluğu sorunlarının azaltılmasına imkan sağlamaktadır. Türkiye'de düzenlenen az sayıdaki uluslararası tesis ve gayrimenkul yönetimi konferansları, bölüm mezunlarının güncel gelişmeleri takip etmelerini ve sektör profesyonelleriyle etkileşimde bulunmalarını sağlamakta, lisansüstü programlarla öğrencilere, aldıkları derslere göre tesis yönetimi sertifikaları elde etme fırsatı sunmaktadır. Profesyonel yeterliliklerini artırmalarına katkıda bulunmaktadır. Belirtilen avantajlar, tesis yönetimi sektöründeki eksikliklerin giderilmesi ve nitelikli iş gücünün sağlanması açısından büyük bir önem taşımaktadır. Sektör, bu alanda eğitim almış mezunlara ihtiyaç duymakta ve onların katılımlarıyla daha sürdürülebilir bir yönetim anlayışının gelişmesini desteklemektedir. Esasen işletmelerde bilgi teknolojileri başta olmak üzere nitelikli insan kaynağının yetiştirilmesine akademik kurumlar destek sağlamakta ve akademi-iş dünyası ilişkilerinin bu anlamda güçlendirilmesinde önemli toplumsal ve kurumsal faydanın olduğu açıkça dikkati çekmektedir.

KAYNAKLAR

Akdeniz, E. 2023. Otel İşletmelerinde Varlık ve Mahal Yönetimi İçin BIM-Destekli Tesis Yönetimi Uygulaması.Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Enformatik Ana Bilim Dalı. İstanbul.

Al-Shalabi, F. and Turkan, Y. 2015. A Novel Framework for BIM Enabled Facility Energy Management – A Concept Paper, 5 th International/11th Construction Specialty Conference, Vancouver, British Columbia, June 8- 10.

Anonim. 2019. Web Sitesi: https://www.iienstitu.com/blog/bilgi-teknolojileri-nedir. Erişim Tarihi: 28.12.2024.

Anonim. 2021. Web Sitesi: https://www.enerjimiz.com/en-cok-merak-edilenler-5/bina-enerji-yonetim-sistemleri-43. Erişim Tarihi: 20.12.2024.

Anonim. 2022. Web Sitesi: https://www.eec.com.tr/kurdugumuz-sistemler/bina-otomasyon-ve-yonetim-sistemleri. Erişim Tarihi: 05.01.2024.

Atkın, B. and Brooks A. 2009. Total Facilities Management. Wiley-Blackwel, 328.

Beşer, M. 2020. Bilgisayar Destekli Bakım Yönetiminin 10 Temel Avantajı. Web Sitesi: https://tr.linkedin.com/pulse/bilgisayar-destekli-bakım-yönetiminin-10-temel-avantajı-beşer. Erişim Tarihi: 03.01.2024.

Bingöl, B. 2018. Yeni bir yaşam biçimi: artırılmış gerçeklik. Etkileşim Üsküdar Üniversitesi İletişim Fakültesi Akademik Dergisi, 1, 44-55.

Danziger, J and Andersen, K. 2002. The Impacts of Information Technology on Public Administration: An Analysis of Empirical Research from the "Golden Age" of Transformation. International Journal of Public Administration, 25(5), 591-627.

Deniz, E. 2019. Türkiye'de Tesis Yönetimi: Perakende Zinciri Tesis Yönetimi Şirketi Örneği İçin Strateji Analizi Geliştirme. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gayrimenkul Geliştirme Anabilim Dalı, İstanbul.

Döşer, A. 2016. Integration of BIM to Facilty Management. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Erciyas, E. 2024. Building Information Modelling (BIM) İmplementation For Efficient Facilities Management (FM). Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Ankara.

Erentürk, K. 2016. Dış Kaynak Kullanımı İle Tesis Yönetiminin Konutlardaki Yaşam Kalitesine Katkıları ve Bir İnşaat Firması Üzerinde Çalışma. Doktora Tezi, Haliç Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İstanbul.

Erentürk, K. 2018. Temel Kavram ve Uygulamaları ile Tesis Yönetimi. Beta Yayınevi, İstanbul.

Erkorkmaz, Ü. 2001. Örnekleme Yöntemleri ve Bir Uygulama.Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Ghansah F. A. 2024. Digital twins for smart building at the facility management stage: a systematic review of enablers, applications and challenges, İn: Division of Construction, Property and Surveying, The School of Built Environment and Architecture, London South Bank University, Digital twins for smart facility management, 1-36, London, UK

Goodman, C. 2022. Looking Back: The Evolution of the Office, Web Sitesi: https://room.com/a/tomorrow/workplace/the-evolution-of-the-office, Erişim Tarihi: 09.08.2024.

Hocaoğlu, M. 2022. Yapı Bilgi Modelleme'den Dijital İkiz'e Doğru: Akıllı Tesis Yönetimini Etkinleştirme. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enformatik Ana Bilim Dalı, İstanbul.

İlgen, G. 2015. Bina Ve Tesis Yönetiminde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarının Önemi. Yüksek Lisans Tezi, Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı İşletme Yönetimi Bilim Dalı, İstanbul.

Karagölge, C. ve Peker, K. 2002. Tarım Ekonomisi Araştırmalarında Tabakalı Örnekleme Yönteminin Kullanılması. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 33(3); 313-316.

Karakuş, M. 2015. Hastanelerde Tesis Yönetimi ve Güvenliği Konusunda Yöneticilerin Görüşlerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Ankara.

Kaya, B. 2023. Tesis Yönetiminde Yapı Bilgi Modellemesi ve Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Kullanım Engelleri ve Kullanıcı Algıları Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı. İzmir.

Keane, T. 2016. The Evolution of the Facility Management Field. Web Sitesi: https://docplayer.net/8767786-The-evolution-of-the-facilitymanagement-field-tony-keane-cae-ifma-president-and-ceo.html. Erişim Tarihi : 17.06.2024.

Keskin, E. 2023. Kentsel Dönüşüm Projeleri Uygulama Alanlarında Tesis Yönetimi Gereksinimi: Kuzey Ankara Girişi ve Dikmen Vadisi Kentsel Dönüşüm Projeleri Örneği Çerçevesinde Yönetim Modelinin Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı, Ankara.

Keskin, E., Yang, E., Tanrivermiş, H. and Salami, M. A. 2024. Selection Criteria for Facility Management Practices: Residents and Building/Site Managers' Perspectives in Urban Transformation Projects. Facilities , 1(22),1-22.

Kula, B. 2019. Building Information Modelling In Facilities Management.Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yapı İşletmesi Bilim Dalı, İstanbul.

Kopuz, M. 2024. Complaint Processing System For Facility Management Using Augmented Reality and Building İnformation Modeling Integration. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı Bilgisayar Mühendisliği Bilim Dalı, Ankara.

Mannino, A., Dejaco, M. C. and Re Cecconi, F. 2021. Building information modelling and internet of things integration for facility management—Literature review and future needs. Applied Sciences, 11(7), 3062.

McGregor W. and Shin Then, D. S. 1999. Facilities Management and The Business of Space, 2.4 The development of the workplace, 26-31.

Memiş, D. 2018. An Occupant–Oriented Circular Model For Facility Management Strategy. Yüksek Lisans Tezi, Özyeğin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Öğüt, M. 2024. BIM-Based Facility Management: A Framework For Cobie Implementation. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Peng, C.Y.J, Lee, K.L. and Ingersall, G.M. 2002. An Introduction to Logistic Regression Analysis and Reporting, Indiana University, Bloomington.

Sarıay, E. 2024. İnşaat Sektöründe BIM İle Dijital İkizlerin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Sarkar, A. 2021. Importance of IoT in Facility Management. International Journal of Recent Scientific Research. 12(6).

Şen, G. 2021. AR/VR Destekli BIM Teknolojileri ile Tesis Yönetimi. Yapı Bilgi Modelleme Dergisi. 3(1); 12-22.

Tanrıvermiş H. 2019. Tesis ve Kaynak Yönetimine Giriş Dersi Notları. Ankara Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Bölümü. Web Sitesi: https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=5745. Erişim Tarihi: 21.12.2023.

Tanrıvermiş, H. 2019. Türkiye Ekonomisinde İnşaat ve Gayrimenkul Sektörlerinin Rolleri ve Gelişme Eğilimlerinin Değerlendirilmesi, Kent, İnşaat ve Ekonomi Kongresi Bildiriler Kitabı, 2-4 Mayıs 2019, TMMOB Mimarlar Odası Gaziantep Şubesi, Gaziantep, ss.34-56.

Telliel, Ö. 2022. Tesis Yönetiminde BIM Entegrasyonunun Enerji Analizi ve Proaktif Bakıma Etkileri. Yapı Bilgi Modelleme Dergisi. 4(1); 23-30.

Terzioğlu, S. 2023. Türkiye'de Hastanelerde Tesis Yönetiminin Uluslararası Standartlar Yönünden Değerlendirilmesi: Ankara Şehir Hastanesi Örneği. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Ankara.

Tezel E. 2023. BIM-Based Facılıties Management: A Conceptual Framework for BIM Implementation of the FM İndustry. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalı Proje ve Yapım Yönetimi Programı. İstanbul.

Tütüncüler, T. 2020. Kamu Yapılarında Yapı Bilgi Modellemesi İle Tesis Yönetimi. Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı. Gaziantep.

Viegas, I. 2024. The Role Of Information Technology In Improving The Quality Of Health Services In Hospitals. Journal of Social Science. 3(7).

Vurğun Çelikel, S. 2021. Enhanced Project Delivery From Construction To Operations And BIM Use In Facility Management: İstanbul Aırport Case Study. Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gaziantep.

Yıldırım, M. 2023. Dijital İkiz Teknolojisinin Bir Altyapı Projesinde Tesis Yönetimi Amaçlı Kullanımı: İstanbul Havalimanı Örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü , İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Yılmaz, N. 2020. Determining the Requirements of Using Mixed Reality Technology in Facility Management. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı. İstanbul.

Yurdakul, B. 2019. Kamu Yapılarında Tesis Yönetimi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı. İstanbul.

Watkins, D. 2024. "How Facility Mnagers Can Leverage the Power of IoT for Savings and Sustainability." GEP Blog. Web Sitesi: https://www.gep.com/blog/technology/role-of-iot-in-facility-management. Erişim Tarihi: 20.08.2024.

EK - TESİS YÖNETİMİNDE BİLGİ TEKNOLOJİLERİ KULLANIM DÜZEYİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ"ADLI ARAŞTIRMA PROJESİ SORU FORMU

Tesis yönetiminin faaliyet alanlarını genişletmesi ve yapılı çevrenin her geçen gün daha karmaşık nitelik kazanmasıyla tesis ve gayrimenkullerde yönetim anlayışında değişim zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Birçok kuruluş maliyetlerini azaltarak verim ve performanslarını arttırmayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda tesis yönetimi faaliyet alanlarında bilgi teknolojilerinden faydalanarak verim ve performanslarını arttırma çabasına gitmişlerdir. Sadece maliyetlerin azaltmak ve verim artışının sağlamak amacıyla değil tesis yönetiminin doğru uygulanması, tesis yöneticilerin doğru verilere ulaşması, tesis kullanıcılarının konforunun arttırılması, enerji tüketimini azaltması, performansların denetimini sağlamak, tüm bakım ve onarım kayıtlarını tek bir yerde toplamak, daha ideal ve güvenilir bir maliyet yönetimini gerçekleştirmek için de bilgi teknolojilerinden yararlanılmaya başlanmıştır.

Bu saha çalışması Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Yeşim Tanrıvermiş danışmanlığında yürütülmekte olan "Tesis Yönetiminde Bilgi Teknolojileri Kullanımının Değerlendirilmesi" konulu yüksek lisans tezine veri oluşturmak amacıyla yapılmaktadır. Tez konusu kapsamında tesis yönetiminde kullanılan bilgi teknolojileri ve uygulamalarının tesis yönetimindeki önemi, tesis yönetimine sağlamış olduğu avantajlar ve Türkiye'de tesis yönetiminde bilgi teknolojilerin hangilerinden faydalanıldığı, teknolojilerin etkinliği ve teknolojileri kullanırken karşılaşılan sorunların ve karşılaşılan sorunlara çözüm önerilerinin değerlendirilmesi hedeflenmektedir.

Çalışmada belirteceğiniz görüş ve değerlendirmelerinizin gizliliği korunacak ve başka bir amaç için kullanılmayacaktır. Çalışmaya katılımınız, ayırmış olduğunuz zaman ve vermiş olduğunuz destekten dolayı teşekkür ederiz.

Prof. Dr. Yeşim TANRIVERMİŞ Ali Mert GÜRDÜN

1. Şirketinizde tesis yönetiminde bilgi teknolojisi sistemleri kullanılıyor mu?
(Cevabınız hayır ise lütfen 3. Soruya geçiniz)
a) Evet
b) Hayır

2. Cevabınız evetse, Şirketinizde hangi tür bilgi teknolojisi sistemleri kullanılmaktadır?
(Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz.)
a) Bina Otomasyon Sistemleri (BAS)
b) Bina Enerji Yönetim Sistemleri (BEMS)
c) Bilgisayar Destekli Bakım Yönetim Sistemleri (CMMS)
d) Direkt Dijital Kontrol Sistemi (DDC)
e) Bilgisayar Destekli Tesis Yönetim Sistemler (CAFM)
f) Diğer (Belirtiniz)

3. Şirketinizde tesis yönetiminde yenilikçi teknolojilerden faydalanıyor musunuz?
(Cevabınız hayır ise lütfen 5. Soruya geçiniz.)
a) Evet
b) Hayır

4. Cevabınız evetse, şirketinizde hangi yenilikçi teknolojileri kullanıyorsunuz?
(Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz.)
a) Yapı Bilgi Modellemesi (BIM)
b) Nesnelerin İnterneti (ıoT)
c) Artırılmış Gerçeklik
d) Sanal Gerçeklik
e) FinTech
f) Diğer (Belirtiniz)

5. Şirketinizde bilgi teknolojileri kullanılması tesis yönetiminde fayda sağlıyor mu?
(Cevabınız hayır ise lütfen 7. Soruya geçiniz.)
a) Evet
b) Hayır

6. Cevabınız evetse, Şirketinizde kullanılan bilgi teknolojileri hangi alanda(lar)da fayda sağladığını belirtiniz.
(Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz.)
a) Bakım yönetimi
b) Enerji verimliliği izleme ve optimizasyonu
c) Güvenlik ve erişim kontrolü
d) Kaynak planlama ve envanter yönetimi
e) İşletme planı ve bütçeleme yapılması
f) Diğer (Belirtiniz)

7. Tesis yönetiminde bilgi teknolojilerinin kullanımı ile ilgili dikkate aldığınız yasal düzenlemeler var mı? (Cevabınız hayır ise lütfen 11. Soruya geçiniz.)

a) Evet
b) Hayır

8. Tesis yönetiminde bilgi teknolojileri kullanımında, hangi yasal düzenlemeleri dikkate alıyorsunuz? (Lütfen belirtiniz.)

9. Bilgi teknolojileri kullanımında yasal düzenlemeler ile ilgili zorluklarla karşılaşıyor musunuz? (Cevabınız hayır ise lütfen 11. Soruya geçiniz.)

a) Evet
b) Hayır

10. Cevabınız evetse, bilgi teknolojileri kullanımında yasal düzenlemeler ile ilgili karşılaştığınız zorlukları belirtiniz. (Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz)

a) Yetersiz bilgi
b) Yazılım ve sistemlerin mevzuata uyum sağlamasındaki güçlükler
c) Mevzuat değişikliklerinin takip edilmesindeki zorluklar
d) Elektronik sistemlerin güvenliği ile ilgili sorunlar (sibergüvenlik sorunları)
e) Diğer (Belirtiniz)

11. Şirketinizde mevcut olan sistemlerin ve teknolojilerin verimli kullanıldığını düşünüyor musunuz? (Cevabınız hayır ise lütfen 13.soruya geçiniz.)

a) Evet
b) Hayır

12. Cevabıbız evetse, şirketinizde mevcut olan sistem ve teknolojilerin ne kadar verimli kullanıldığını düşünüyorsunuz?

a) Çok verimli kullanıldığının düşünülmesi
b) Verimli kullanıldığının düşünülmesi
c) Orta düzeyde verimli kullanıldığının düşünülmesi
d) Yeterince verimli kullanılmadığının düşünülmesi
e) Fikri yok

13. Tesis yönetiminde bilgi teknolojileri kullanımı ile ilgili zorluklar yaşandığını düşünüyor musunuz? (Cevabınız hayır ise lütfen 16. Soruya geçiniz.)

a) Evet
b) Hayır

14. Cevabınız evetse, şirketinizde bilgi teknolojileri kullanımı ile ilgili başlıca zorlukları belirtiniz (Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz)

a) Entegrasyon zorlukları
b) Yüksek başlangıç (ilk yatırım) maliyetleri
c) Çalışanların bilgi tekonolojilerini kullanma istekliliği ve başarıları
d) Personel eğitimi
e) Veri güvenliği endişeleri
f) Diğer (Belirtiniz)

15. Tesis yönetimindeki bilgi teknolojileri kullanımıyla ilgili karşılaşılan zorlukların çözümü için önerileriniz neler olabilir? (Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz.)

a) Tesis yönetimi için gerekli bilgi teknolojileri altyapısının kurulmalı ve sürdürülebilirliği için yeterli bütçe ayrılmalıdır.

b) Tesis yöneticileri ve personeli, kullanacakları teknolojiler konusunda düzenli eğitim ve yetkinlik geliştirme programlarına dahil edilmelidir.

c) Farklı tesis yönetimi sistemlerinin entegrasyonu için standart protokoller ve uyumluluk sağlanmalıdır.

d) Şirketlerde veri yönetimi stratejileri geliştirilerek verilerin güvenliği ve erişilebilirliği artırılmalıdır.

e) Bilgi teknolojileri kullanımıyla ilgili güvenlik önlemleri sıkılaştırılmalı ve veri gizliliği sağlanmalıdır.

f) Tesis yöneticileri ve personelinin kullanacağı ara yüzlerin kullanıcı dostu olması ve kolay kullanılabilir özelliklere sahip olması sağlanmalıdır.

g) Diğer (Belirtiniz.)

16. Kullandığınız sistemler veya teknolojiler ile ilgili sorun yaşıyor musunuz? (Cevabınız hayır ise lütfen 19.soruya geçiniz)

a) Evet

b) Hayır

17. Cevabınız evetse, kullandığınız sistemlerde veya teknolojilerde yaşadığınız sıkıntılar neye sebep oluyor? (Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz)

a) Önemli olarak kabul edilebilecek bir sıkıntı ile karşılaşılmaması.

b) Bakım planlarının belirlenmesi ve yönetimi sırasında zamanlama ve kaynak eksiklikleri.

c) Yüksek enerji maliyetleri ve verimlilik eksiklikleri.

d) Eski teknoloji sistemlerinin modern otomasyon sistemleriyle entegrasyon eksiklikleri.

e) Diğer (Belirtiniz)

18. Şirketinizde dijital sistemler ve teknolojileri kullanma karşılaşılan sıkıntılar ile ilgili çözüm önerilerinizi belirtiniz (Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz).

a) Düzenli bakım planlarının oluşturulması ve bakım önceliklerinin belirlenmesi.

b) Önleyici bakım stratejilerinin uygulanması ve bakım ekiplerinin kapasitelerinin yönetilmesi

c) Enerji tüketiminin izlenmesi ve yönetilmesi için otomasyon sistemlerinin kullanılması.

d) Enerji verimliliğini artırmak için yenilikçi teknolojilerin ve enerji tasarruf önlemlerinin uygulanması

e) Maliyetleri azaltmak için verimlilik analizleri yapılması ve bütçe yönetimi için sürekli izleme ve raporlama sistemlerinin kurulması.

f) Akıllı bina sistemleri ve IoT (Nesnelerin İnterneti) teknolojilerinin kullanımıyla tesisin otomasyon düzeyinin artırılması.

g) Veri toplama, analiz ve raporlama yeteneklerinin geliştirilmesi.

h) Diğer (Belirtiniz)

19. Şirketinizde tesis yönetiminde kullanılan bilgi teknolojilerinin tesis güvenliğine etkisini nasıl değerlendirirsiniz? (Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz)

a) Güvenlik önlemlerini artırmada büyük ölçüde etkili
b) Ortalama düzeyde etkili
c) Yetersiz etkili değil
d) Hiçbir etkisi yok
e) Fikrim yok

20. Şirketinizde kullanılan bilgi teknolojilerinin, tesislerde enerji yönetimine etkisi ne yönde olur? (Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz)

a) Sensörler ve akıllı cihazlar aracılığıyla tesis içindeki enerji tüketimi verileri sürekli olarak toplanabilir ve depolanabilir.
b) Merkezi bir konumdan tüm tesislerin enerji verimliliği kontrol edilebilir ve gerektiğinde müdahale edilebilir.
c) Veri analitiği ve raporlama araçları sayesinde enerji maliyetleri düzenli olarak izlenir ve yönetilir.
d) Enerji yönetimine bir etkisi bulunmamaktadır.
e) Diğer (Belirtiniz)

21. Tesis yönetiminde kullandığınız bilgi teknolojilerinin sağladığı verilerin analizi için hangi araçları kullanıyorsunuz? (Birden fazla seçenek seçebilirsiniz.)

a) Hiçbir araç kullanılmaması
b) Excel ve benzeri tablolarının tercih edilmesi
c) Özel yazılımların (veri analitiği araçları gibi) kullanılması
d) İş zekâsı (BI) çözümlerinin kullanılması
e) Diğer (Belirtiniz)

22. Tesis yönetiminde bilgi teknolojileri sistemlerinin entegrasyonu konusunda zorluk yaşanıyor mu? (Cevabınız hayır ise lütfen 24.soruya geçiniz.)

a) Evet
b) Hayır

23. Tesis yönetiminde hangi bilgi teknolojileri sistemlerinin entegrasyonu, diğer teknolojilere oranla daha fazla zorluk çıkarıyor? (Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz.)

a) Enerji yönetim sistemleri
b) Bakım yönetim sistemleri
c) Bina otomasyon sistemleri
d) Diğer (lütfen belirtiniz.)

24. Kullandığınız bilgi teknolojileri ile tesis yönetimi süreçlerinde iş akışları ne ölçüde otomatikleştirilebiliyor?

a) Tamamen otomatikleştirilmiş
b) Kısmen otomatikleştirilmiş
c) Otomatikleştirilmemiş
d) Belirsiz
e) Fikrim yok

25. Tesis yönetimindeki bilgi teknolojilerinin kullanımıyla ilgili olarak personelinizin teknolojiyi benimsemesi ve kullanımı konusunda zorluklar yaşanıyor mu? (Cevabınız hayır ise lütfen 24.soruya geçiniz.)

c) Evet
d) Hayır

26. Cevabınız evetse, personelin teknolojileri benimseme ve uygulamada yaşadığı zorlukları beliertiniz (Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz)

a) Bu konuda bir zorluk yaşanmıyor
b) Personel, yeni teknolojilere veya bilgi sistemlerine karşı direnç gösteriyor.
c) Alışkın oldukları yöntemlerle çalışmak istiyorlar.
d) Personelin, kullanılan bilgi teknolojilerini anlama ve etkin bir şekilde kullanabilme konusunda yeterli bilgi ve beceriye sahip olmaması.
e) Farklı departmanlar veya ekipler arasında teknolojinin kullanımı konusunda yeterli iletişim ve iş birliğinin olmaması, uyum sağlama sürecini zorlaştırıyor.
f) Diğer (Belirtiniz)

27. Şirketinizde tesis yönetimi bilgi teknolojilerine yıllık olarak ne kadar yatırım yapılmaktadır?

a) 100.000 TL ve daha az
b) 100.001 – 250.000 TL
c) 250.001- 500.000 TL
d) 500.001- 1.000.000 TL
e) 1.000.001 – 2.000.000 TL
f) 2.000.0001 TL ve üzeri

28. Tesis yönetiminde bilgi teknolojilerine yaptığınız yatırım, şirketinizin yıllık toplam yatırımının ne kadarını oluşturmaktadır?

a) %0- %5
b) %6- %15
c) %16- %25
d) %26- %50
e) %51 ve üzeri
f) Bilgim yok

29. Tesis yönetimindeki bilgi teknolojileri konusunda şirketinizde yapılan yatırımlar geri dönüş sağlıyor mu? (Cevabınız D ve E ise, lütfen 31. Soruya geçiniz)

a) Evet sağlıyor
b) Kısmen sağlıyor
c) Yarı yarıya sağlıyor
d) Hayır sağlamıyor
e) Fikrim yok

30. Cevabınız "sağlıyor" ve "kısmen sağlıyor" ise, bilgi teknolojisi yatırımlarınızın geri dönüşüne ilişkin görüşlerinizi belirtiniz.

31. Tesis yönetiminde kullandığınız bilgi teknolojileri ile ilgili yaptığınız yatırımların geri dönüşünü nasıl ölçüyorsunuz?

a) Hiçbir şekilde ölçmüyoruz
b) Finansal geri dönüşler ile
c) Performans göstergeleri ile
d) Müşteri geri bildirimleri ile
e) Diğer (Belirtiniz)

32. Kullandığınız bilgi teknolojileri ve sistemlerde yaşanan teknik arızaların ve kesintilerin iş sürekliliğinde neden olduğu kayıplar var mı? (Cevabınız hayır ise 32.soruya geçiniz)
a) Evet
b) Hayır

33. Cevabınız evetse, yaşanan teknik arızaların ve kesintilerin iş sürekliliğinde neden olduğu kayıplar nelerdir? (Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz).
a) Teknik arızalar ve sistem kesintileri, tesis yönetimi operasyonlarının durmasına veya sınırlanmasına yol açabilmesi.
b) Kesintilerden müşteri ve/veya kiracıların memnuniyet düzeylerinin olumsuz etkilenmesi.
c) Hizmetlerin sunumunun aksaması ve iş sürekliliğinde sorunların yaşanması
d) Şirketin gelir kaybına ve maliyet artışına neden olması
e) Diğer (Belirtiniz.)

34. Tesis yönetimindeki bilgi teknolojilerinin gelecekteki potansiyel kullanım alanlarının artacağını düşünüyor musunuz? (Cevabınız hayır ise 35.soruya geçiniz.)
a) Evet
b) Hayır

35. Cevabınız evetse, potansiyel kullanım alanlarının artacağını düşünüyorsanız hangi alanlarda artacağını düşünüyorsunuz? (Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz).
a) Sensörler, IoT (Nesnelerin İnterneti) ve büyük veri analitiği kullanarak akıllı bina yönetimi.
b) İleri düzey enerji yönetim sistemleri (EYS) ve yenilenebilir enerji entegrasyonu.
c) Karbon ayak izinin azaltılması ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılması.
d) Tesis yönetimi yazılımlarının bulut tabanlı olarak sağlanması ve yönetilmesi.
e) Uzaktan erişim ve veri analizi imkanlarının artırılması.
f) Diğer (lütfen belirtiniz.

36. Tesis yönetimindeki bilgi teknolojileriyle ilgili yaşadığınız sorunları çözmek veya iyileştirmek için uyguladığınız bir sistem var mı? (Cevabınız hayır ise 35.soruya geçiniz)
a) Evet
b) Hayır

37. Cevabınız evetse, alınan çözüm önlemleri veya iyileşltirme yaklaşımlarınızı belirtiniz (Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz).

a) Sorunları çözmek için uygulanan bir sistemin olmaması
b) Enerji tüketimini izleme, analiz etme ve optimize etme amacıyla EYS kullanımı
c) Öngörücü bakım, enerji tüketimi tahmini, veri analitiği ve karar destek sistemleri kullanımı
d) Sensörler, otomasyon sistemleri ve IoT cihazlarıyla bina sistemlerinin yönetilmesi
e) Diğer (Belirtiniz)

38. Gelecek yıllarda tesis yönetiminde bilgi teknolojilerine daha fazla yatırım yapmayı düşünüyor musunuz?

a) Evet – kesinlikle
b) Evet – muhtemelen
c) Fikri yok – nötr
d) Hayır – mevcut seviyede kalınması
e) Hayır- azaltmayı düşünmesi

39. Şirketinizde bilgi teknolojilerinin yönetimi için özel IT departmanınız var mı? (Cevabınız hayır ise 35.soruya geçiniz)

a) Evet
b) Hayır

40. Cevabınız evetse, bilgi teknolojileri yönetiminde görevli personelin eğitim düzeyi nedir?

Eğitim Düzeyi	**Çalışan Sayısı (Kişi)**
Lisansüstü	
Lisans	
Önlisans	
Lise ve Dengi	
Diğer (Belirtiniz)	

41. Şirketinizin bilgi teknolojileri departmanındaki yöneticilerinizin iş deneyimini belirtiniz.

a) 0-2 yıl
b) 3-5 yıl
c) 6-10 yıl
d) 10 yıl ve üzeri

42. Bilgi teknolojileri departmanında çalışan personelin hangi niteliklere sahip olması gerektiğini düşünüyorsunuz? (Birden fazla seçenek işaretlenebilir)

a) Teknik bilgi ve beceriler
b) Proje yönetim becerileri
c) İletişim becerileri
d) Problem çözme yeteneği
e) Diğer (Belirtiniz)

43. Bilgi teknolojileri yönetiminde karşılaştığınız insan kaynakları ile ilgili en önemli zorluklar neler olabilir? (Birden fazla seçenek işaretlenebilir)

a) Yetersiz deneyim
b) Eğitim eksiklikleri
c) Ücretin yetersiz bulunması
d) Yetersiz motivasyon
e) Çalışma koşullarının ağırlığı
f) Personelin değişim sıklığı (sirkülasyonun yüksekliği)
g) Diğer (Lütfen belirtiniz.)

44. Türkiye'de tesis yönetiminin genel gelişme trendini nasıl değerlendirirsiniz? Lütfen görüşlerinizi belirtiniz.

45. Tesis yönetiminde bilgi teknolojileri kullanımı ile ilgili eklemek istediğiniz başka hususlar varsa, lütfen belirtiniz.

46. Tesis yönetimi alanında nitelikli işgücü tedariki ve bilgi teknolojileri düzeyine ilişkin eklemek istediğiniz hususlar varsa, lütfen belirtiniz..