

HAZİRAN 2020

Yüksek Lisans- Mimarlık Ana Bilim Dalı

TUĞÇE TÜTÜNCÜLER

T.C.
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAMU YAPILARINDA YAPI BİLGİ MODELLEMESİ İLE TESİS YÖNETİMİ

MİMARLIK ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TUĞÇE TÜTÜNCÜLER
HAZİRAN 2020

Kamu Yapılarında Yapı Bilgi Modellemesi İle Tesis Yönetimi

Hasan Kalyoncu Üniversitesi

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Prof. Dr. Yusuf ARAYICI

Tuğçe TÛTÛNCÛLER

Haziran 2020

©2020 TUĞÇE TÖTÖNCÖLER



**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
YÜKSEK LİSANS KABUL VE ONAY FORMU**

Mimarlık Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi **Tuğçe TÜTÜNCÜLER** tarafından hazırlanan “**Kamu Yapılarında Yapı Bilgi Modellemesi ile Tesis Yönetimi**” başlıklı tez **28 /05/2020** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucu **başarılı** bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Görevi

Unvanı, Adı ve Soyadı

İmzası:

Kurumu/Üniversitesi

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Yusuf ARAYICI
Hasan Kalyoncu Üniversitesi

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Mustafa GÜNAL
Gaziantep Üniversitesi

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Gülden AYALP
Hasan Kalyoncu Üniversitesi

Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

.....
Enstitü Müdürü

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tümliteratür bilgilerinin referans gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

Tuğçe TÛTÛNCÛLER

ÖZET

KAMU YAPILARINDA YAPI BİLGİ MODELLEMESİ İLE TESİS YÖNETİMİ

TÜTÜNCÜLER, Tuğçe

Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Yusuf ARAYICI

Mayıs 2020

125 Sayfa

İşletme aşaması, en uzun ve en maliyeti yüksek aşama olduğu için bina yaşam döngüsü üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle tesislerin uygun yönetim ve kontrole ihtiyacı vardır. Aksi takdirde bina işe yaramaz hale gelir ve iş sürekliliği zarar görür. Böylece işletme dönemini etkin bir şekilde planlamak, düzenlemek ve kontrol etmek için Tesis Yönetimi (TY) ortaya çıkmıştır.

Tesis yönetimi geniş bir alan yelpazesinden oluşmaktadır. Bununla birlikte, bina bakımı, tasarım aşamasıyla yakından ilişkili olması nedeniyle öne çıkmaktadır. Aynı zamanda tesis verimliliğine büyük katkı sağlamaktadır. Mevcut bakım uygulamalarını ve yönetimini desteklemek için yenilikçi bir teknolojiye ihtiyaç vardır. Bu noktada, Yapı Bilgi Modellemesi (YBM), tüm tesis yönetimi alanlarına, özellikle tesis bakımına, 3 boyutluluk, parametrik modelleme ve birlikte çalışabilirlik gibi özelliklerle fayda vaat etmektedir.

Çalışma kapsamında, YBM'nin kamusal binaların bakım süreçlerine sağladığı faydaları sunmak için mevcut iş akışını değiştirecek bir model önerilmiştir. Bu modelde Gaziantep'te bulunan Aysan Camii örneği ele alınmıştır. AutoDesk Revit yazılımı kullanılarak, proje modellenmiştir. Bu kapsamda akustik, iklimlendirme, ışık, iç mekân konfor uygulamaları ve termal konforun sağlık ve verimlilik üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Ardından geleneseli ve yapı bilgi modelleme entegre bakım iş akışları karşılaştırılması ele alınmıştır. Ayrıca önerilen tesis yönetimi, mevcut iş akışı ile karşılaştırılıp, mevcut verimsizlikler için çözümleri analiz ederek öneriler de bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapı Bilgi Modellemesi, Tesis Yönetimi, Tesis Bakım ve Onarımı

ABSTRACT

FACILITY MANAGEMENT WITH BUILDING INFORMATION MODELING IN PUBLIC BUILDINGS

TÜTÜNCÜLER, Tuğçe

M.Sc. in Architecture

Supervisor: Prof. Dr. Yusuf ARAYICI

May 2020

125 Pages

Operating phase have a significant impact on building life cycle, as it is the longest and most cost intensive phase. Therefore, facilities need proper management and control. Otherwise building becomes useless and business continuity is damaged. Thus, Facility Management (FM) is emerged in order to plan, organize and control operating period effectively.

Facility management comprises a wide range of fields. Nevertheless, building maintenance is prominent for the reason that it is closely associated with design phase, and also it's major contribution to facility productivity. To support current maintenance practice and management, there is a need for an innovative technology. At this point, Building Information Modelling (BIM), promises to benefit all facility management fields, particularly facility maintenance with it's features like 3dimensionality, parametric modelling and interoperability.

Within the scope of the study, a model that would change current workflow is proposed to present the benefits that BIM provides to building maintenance processes. In this model, the example of Aysan Mosque in Gaziantep is discussed. The project was modeled using AutoDesk Revit software. In this context, the effects of acoustics, air conditioning, light, indoor comfort applications and thermal comfort on health and efficiency were analyzed. Then, comparison of traditional and building information modeling integrated maintenance workflows is discussed. Also proposed workflow is compared with current workflow, and model's solutions for current inefficiencies are analyzed.

Key Words: Building Information Modeling, Facility Manangement, Facility Maintenanceand Repair

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitim döneminde ve tez çalışmalarım boyunca beni yönlendiren, özgün bir çalışma sahası bulmam için yol açan, yardımlarını esirgemeyen tez danışmanı hocam Sayın PROF. DR. YUSUF ARAYICI'ya çok teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Ben olma yolunda en büyük ışığım olan, emeğini ve merhametini her daim hissettiğim canım annem OYA TÛTÛNCÛLER'e ve eğitim hayatımın çizgisini çizen, öğreticim KADRETTİN ÇİNKİLİÇ'a şükranlarımı sunarım.

Tez konumun ilk ışığını yakan ve her zaman örnek aldığım en keyifli ve de bilge hocam Sayın Dr. MEHMET SAKİN'e çok teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLO LİSTESİ	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xii
KISALTMALAR LİSTESİ	xvi
BİRİNCİ BÖLÜM	1
GİRİŞ	1
1.1. Problemin Belirlenmesi.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı	2
1.3. Araştırmanın Önemi.....	2
1.4. Araştırmanın Varsayımları.....	3
1.5. Araştırmanın Kapsamı	3
1.6. Araştırmanın Yöntemi.....	4
1.7. Literatür Araştırması	4
İKİNCİ BÖLÜM	8
TESİS YÖNETİMİ	8
2.1. Tesis Yönetimi ve Tanımı.....	8
2.2. Tesis Yönetiminde Yöneticilerin Rolü.....	10
2.3. Bina Yaşam Döngüsü Aşamaları ile Bütünleşik Tesis Yönetimi	11
2.3.1. Planlama ve Tasarım Aşamasında Tesis Yönetimi.....	13
2.3.2. İnşaat Aşamasında Tesis Yönetimi	15
2.3.3. İşletme Aşamasında Tesis Yönetimi.....	16
2.4. Tesis Bakım ve Onarımı.....	19
2.4.1. Bakım ve Onarımın Tanımı	19
2.4.2. Bakım ve Onarım Türleri	21
2.4.3. Bakım ve Onarım Yönetimi	26
2.4.4. Bakım ve Onarımdaki Sorunlar	32

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	34
KAMU YAPILARINDA PERFORMANS UYGULAMALARI VE	
SORUNLARI.....	34
3.1. Akustik Uygulamaları ve Sorunları	34
3.2. İklimlendirme Uygulamaları ve Sorunları	36
3.3. Işık Uygulama ve Sorunları	40
3.4. İç Mekân Konfor Uygulamaları ve Sorunları	42
3.4.1. Termal Konforun Sağlık ve Verimlilik Üzerindeki Etkileri	42
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	44
YAPI BİLGİ MODELLEMESİ İLE TESİS YÖNETİMİ	44
4. Yapı Bilgi Modellemesine Entegre Edilmiş Tesis Yönetimi.....	44
4.1. Yapı Bilgi Modellemesi Tanımı	44
4.1.1. Yapı Bilgi Modellemesinin Olgunluk Aşamaları	46
4.1.2. Gelişim Seviyeleri (LOD)	47
4.1.3. Yapı Bilgi Modellemesinin Özellikleri.....	47
4.1.4. Yapı Bilgi Modellemesinin Yararları.....	52
4.1.5. Yapı Bilgi Modellemesinin Yatırım Getirileri.....	54
4.1.6. Yapı Bilgi Modellemesi Yazılımları.....	54
4.2. Yapı Bilgi Modellemesi ile Tesis Yönetimi	60
BEŞİNCİ BÖLÜM	65
YAPI BİLGİ MODELLEMESİ İLE TESİS YÖNETİMİ VE ANALİZLER	65
5.1. Önerilen Yapı Bilgi Modellemesi Tabanlı Tesis Yönetimi	65
5.1.1. Yapı Bilgi Modellemesi Tabanı Oluşturma	65
5.1.2. Yapı Bilgi Modellemesi Entegre Tesis Yönetimi Organizasyonu.....	68
5.1.3. Yapı Bilgi Modellemesi Entegrasyonu ile Akustik Öneriler	69
5.1.4. Yapı Bilgi Modellemesi Entegrasyonu ile Enerji Önerileri.....	70
5.1.5. Yapı Bilgi Modellemesi Entegrasyonu ile Işık Önerileri.....	71
5.1.6. Yapı Bilgi Modellemesi Entegrasyonu ile İç Mekân Termal Önerileri... 72	
ALTINCI BÖLÜM	73
VAKA ANALİZİ: YAPI BİLGİ MODELLEMESİ İLE AKUSTİK,	
İKLİMLENDİRME, IŞIK VE İÇ MEKÂN KONFOR ANALİZLERİ	73
6.1. Akustik Analizler	74
6.2. Enerji Analizleri	75
6.3. İklimlendirme Analizleri	92

6.4. Işık Analizleri.....	94
YEDİNCİ BÖLÜM	96
GELENEKSEL VE YAPI BİLGİ MODELLEME ENTEGRE BAKIM İŞ	
AKIŞLARININ KARŞILAŞTIRILMASI	96
8. BÖLÜM.....	98
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	98
KAYNAKÇA	100
ÖZGEÇMİŞ.....	107

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No.
Tablo 2. 1 Tesis Yönetimi'nin Farklı Tanımları	8
Tablo 2. 2 Yaşam Döngüsü Aşamalarındaki Tesis Yönetimi Görevleri (Jensen, 2008).....	12
Tablo 4. 1 Yapı Bilgi Modellemesi'nin Farklı Tanımları	45
Tablo 7. 1 Geleneksel ve YBM Entegre Bakım İş Akışlarının Karşılaştırılması..	96

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 2. 1 Tesis Yönetiminde Dış Kaynak Kullanımı ve Gelişimi (Gao ve Cao, 2011).....	17
Şekil 2. 2 Küvet Eğrisi (ABS, 2004)	20
Şekil 2. 3 Zamana Göre Bakım Yönetiminin Gelişimi (Pintelon ve diğerleri, 1999).....	27
Şekil 4. 1 Farklı IFC kullanımları (Eastman ve diğerleri, 2011)	50
Şekil 4. 2 COBie Elektronik Çizelgesindeki Bir Kat Çalışma Sayfası Örneği (Barnes ve Davies, 2014).....	50
Şekil 4. 3 AET (Avrupa Ekonomik Topluluğu) Uzmanları Arasında YBM Yazılımları Hakkında Farkındalık (McGraw Hill, 2008).....	55
Şekil 4. 4 Revit Architecture Kullanıcı Arabirimi (URL-1).....	56
Şekil 4. 5 Navisworks Kullanıcı Arayüzünü Yönet (URL-2).....	57
Şekil 4. 6 Bentley Mimarisi Kullanıcı Arabirimi (URL-3).....	57
Şekil 4. 7 Allplan Mimarisi Kullanıcı Arabirimi (URL-4).....	58
Şekil 4. 8 Archicad kullanıcı arayüzü (URL-5).....	58
Şekil 4. 9 Dijital Proje Kullanıcı Arayüzü (URL-6).....	59
Şekil 4. 10 Tekla Structures Kullanıcı Arayüzü (URL-7)	60
Şekil 4. 11 YBM Modelinde Bakım Erişilebilirliği Çatışması (Liu ve Issa, 2014).....	61
Şekil 5. 1 Revit Mimari YBM Modeli (Autodesk tarafından sağlanmıştır)	66
Şekil 5. 2 Revit Yapısal YBM Modeli (Autodesk tarafından sağlanmıştır)	66

Şekil 5. 3 Revit MEP YBM Modeli (Autodesk tarafından sağlanmıştır)67

Şekil 5. 4 Navisworks YBM Modeli	68
Şekil 6. 1 AutoDesk Revit Aysan Camii Arazi Özeti	74
Şekil 6. 2 AutoDesk Revit Aysan Cami Bina Özeti	74
Şekil 6. 3 Aysan Camii, Revit Enerji Tasarrufu Analizi.....	76
Şekil 6. 4 Aysan Cami, Revit Bina Yönelimi	77
Şekil 6. 5 Aysan Cami, Revit Güney Cephesi Pencere Gölgelemleri ve Camları.....	78
Şekil 6. 6 Aysan Cami, Revit Güney Cephesi Pencere Analizleri.....	78
Şekil 6. 7 Aysan Cami, Revit Kuzey Cephesi Pencere Gölgelemleri ve Camları	79
Şekil 6. 8 Aysan Cami, Revit Kuzey Cephesi Pencere Analizleri.....	79
Şekil 6. 9 Aysan Cami, Revit Batı Cephesi Pencere Gölgelemleri ve Camları.....	80
Şekil 6. 10 Aysan Cami, Revit Batı Cephesi Pencere Analizleri.....	80
Şekil 6. 11 Aysan Cami, Revit Doğu Cephesi Pencere Gölgelemleri ve Camları.....	81
Şekil 6. 12 Aysan Cami, Revit Doğu Cephesi Pencere Analizleri	81
Şekil 6. 13 Aysan Cami, Revit Güney Cephesi Pencere-Duvar Oranı	82
Şekil 6. 14 Aysan Cami, Revit Kuzey Cephesi Pencere-Duvar Oranı	83
Şekil 6. 15 Aysan Cami, Revit Batı Cephesi Pencere-Duvar Oranı	83
Şekil 6. 16 Aysan Cami, Revit Doğu Cephesi Pencere-Duvar Oranı.....	84
Şekil 6. 17 Aysan Cami, Revit Duvar İnşaatı Analizi	85
Şekil 6. 18 Aysan Cami, Revit Çatı Konstrüksiyon Analizi.....	86
Şekil 6. 19 Aysan Cami, Revit Hava Sızıntısı Analizi	87
Şekil 6. 20 Aysan Cami, Revit Aydınlatma Verimliliği Analizi	88
Şekil 6. 21 Aysan Cami, Revit Gün Işığı ve Doluluk Kontrolleri Analizi	89
Şekil 6. 22 Aysan Cami, Revit Fiş Yük Verimliliği Analizi	90
Şekil 6. 23 Aysan Cami, Revit HVAC Analizi.....	91

Şekil 6. 24 Aysan Cami, Revit Çalışma Verimliliği Analizi	92
Şekil 6. 25 Aysan Cami, Revit İklimlendirme Analizi	93
Şekil 6. 26 Aysan Cami, Revit Solar Analizi.....	94
Şekil 6. 27 Aysan Cami, Revit Güneş ışığı Analizi	95
Şekil 6. 28 Aysan Cami, Revit Güneş ışığı Analizi	95

KISALTMALAR LİSTESİ

- YBM** : Yapı Bilgi Modellemesi
- TY** : Tesis Yönetimi
- BIM** : (Building Information Modeling), Yapı Bilgi Modellemesi
- IFC** : (Industry Foundation Classes), Endüstri Vakfı Sınıfları
- 2B** : İki Boyutlu
- 3B** : Üç Boyutlu
- CAD** : (Computer Aided Desing), Bilgisayar Destekli Tasarım
- IFMA** : (International Facility Management Association), Uluslararası Tesis Yöneticiler Derneği
- DDB** : Duruma Dayalı Bakım
- GMB** : Güvenilirlik Merkezli Bakım
- TÜB** : Toplam Üretken Bakım
- JIPM** : (Japan Institute of Plant Maintenance), Japonya Bitki Bakım Enstitüsü
- CPM** : (Critical Path Method), Kritik Yol Yöntemi
- PERT** : (Project Evaluation and Review Technique), Proje Değerlendirme ve İnceleme Tekniği
- CMMS** : (Computerized Maintenance Management System), Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemleri
- SBS** : Ses Basıncı Seviyesi
- HVAC** : (Heating, Ventilation and Air Conditioning), Isıtma Soğutma ve Havalandırma
- VOC** : (Volatile Organic Compound) Uçucu Organik Bileşik
- CIBSE** : (Chartered Institution of Building Services Engineers), Bina Hizmetleri Mühendisleri Yeminli Kurumu
- FETA** : (The Federation of Environmental Trade Associations), Çevre Ticaret Birlikleri Fedarasyonu
- HBS** : Hasta Bina Sendromu
- BİH** : Bina ile İlgili Hastalık
- AIA** : (The American Institute of Architects), Amerikan Mimarlar Enstitüsü

LOD : (Level of Development), Gelişim Seviyeleri
PTD : (The Prevention through Design), Tasarım yoluyla önleme
AEC : (Architecture, Engineering, and Construction), Mimari Mühendislik ve İnşaat
COBie : (Construction Operations Building Information Exchange), İnşaat Operasyonları Bina Bilgi Alışverişi
MEP : (Mechanical, Electrical, Plumbing), Mekanik Elektrik ve Tesisat
EPT : Entegre Proje Teslimi
YG : Yatırım Gelirleri
AET : Avrupa Ekonomik Topluluğu
DP : Dijital Proje
BAS : (Building Automation System), Bina Otomasyon Sistemleri
RFID : (Radio Frequency Identification), Radyo Frekansı ile Tanımlama
CAFM : (Computer Aided Facility Management), Bilgisayar Destekli Tesis Yönetimi
BEM : (Building Energy Modeling), Bina Enerji Modellemesi
DOE : (Department of Energy), ABD Enerji Bakanlığı
WWR : (Window-Wall-Ratio) Pencere-Duvar Oranı

BİRİNCİ BÖLÜM GİRİŞ

Günümüzde inşaat sektörü çok önemli değişim ve gelişimler yaşamaktadır. Bunun en önemli nedeni, inşaat projelerinin giderek daha zor yönetilen ve çok daha karmaşık hale gelen sistemleri barındırmasıdır (Alshawi ve Ingirige, 2003; Chan ve diğerleri, 2004; Williams, 2002). Bir diğer nedeni ise inşaat projelerinin giderek zor ve karmaşık sistemlere sahip olmasıdır. Eskiden olduğu gibi mimari, statik, mekanik ve elektrik projeleri inşaat yönetimini tamamlamamaktadır. Günümüzde inşaat projeleri yapılırken enerji analizleri ve simülasyonları, yeşil bina kriterleri, sanal şantiye (visual site) teknikleri, yalıtım projeleri, akustik analizleri, ışık analizleri ve çevresel etki değerlendirmeleri gibi pek çok parametre, inşaat projelerinin vazgeçilmez unsurları haline gelmiştir. Bu sebeplerden ötürü geleneksel inşaat yönetiminin değişmesi kaçınılmaz olmuştur. Bu bağlamda ve ihtiyaçlar doğrultusunda bina tasarım ve yapımında bilgi (bilişim) teknolojisi uygulamalar geliştirilmiştir. BIM (Building Information Modeling) – YBM (Yapı Bilgi Modelleme) tasarım, yapım ve proje yönetimi açısından, her yıl dikkate değer biçimde artan araştırma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.1. Problemin Belirlenmesi

Geleneksel bilgisayar destekli yapım projeleri ele alındığında 2 ve 3 boyutlu projelerinin öne çıkmakta olduğu görülmektedir. Günümüzde devam etmekte olan 2 boyutlu projelerin pek çok dezavantajı bulunmaktadır. Bu dezavantajlar şunlardır; aşırı sermaye maliyeti, inşaat süresinin uzaması, tahmin edilebilirlik eksikliği, kabul edilemez düzeyde birtakım kusurlar, verimlilik eksikliği, düşük kar seviyesi, tesis yönetimi süreci eksikliği, sürdürülebilirlik eksikliği. Bu sebeplerden dolayı Yapı Bilgi Modelleme sistemine dünyada hızlı bir geçiş söz konusudur. Yapı Bilgi Modelleme'nin öne çıkan avantajları ise şunlardır; sermaye maliyeti öngörüsü, planlı inşaat süresi, yüksek doğrulukta tahmin edilebilirlik, sahada neredeyse kusursuz yönetim, sürdürülebilir tesis yönetimi, yüksek verimlilik ve kar seviyesi.

Tüm bu kazanımlar göz önüne alındığında, YBM kullanımının projeye sağladığı faydalar ve değerler büyük ölçüde görülmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Günümüzde yaşam konforu ve enerji verimliliği en önemli konuların başında gelmektedir. Yapıların kullanım alanlarının en verimli ve konforlu bir şekilde yönetilmesi için gerekli araç ve yöntemlerin uygulanması gerekmektedir. İç mekânlarda akustik, iklimlendirme, ışık ve iç mekân hava kalitesi daha yaşanılabilir yapılar için önem arz etmektedir.

Kamu binaları ise günün farklı zamanlarında sürekli kullanılan ve kullanım oranı yüksek yapılardır. Bu yapıların konfor alanının artırılması ve kullanımının bakım ve onarımın sağlıklı bir şekilde kontrol edilmesinin sağlanabilmesi amaçlanmaktadır. Yapı Bilgi Modellemesini entegrasyonun kamu binalarının tesis yönetiminde hangi düzeyde fayda sağlayacağını analizinin yapılması amaçlanmaktadır.

YBM sisteminin entegrasyonu, inşaat sektörü için yeni bir anlayış getirecek, sektörünün tecrübe etmiş olduğu sorunlara çözümler sunacak, bilgi yönetimine dayalı, sürdürülebilir ve insan odaklı yaşam alanlarının oluşturulmasını önemli katkı sağlayacaktır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Yapı Bilgi Modellemesi inşaat sektörünün önemli gelişim ve dönüşümlerinden biri olmuştur. Günümüzde giderek daha da karmaşıklaşan sistemlerin çözüm odağı YBM olarak görülmektedir. Ayrıca yaşam konforu, enerji verimliliği günümüzün en önemli soru ve sorunlarının başında gelmektedir. Bu çalışmada,

- Yapı Bilgi Modellemesine dahil olan bütün disiplinler ile tesis yönetimine entegre kamusal yapı sorunlarının çözümü,
- Kullanım oranlarının gün geçtikçe arttığı kamusal yapılarda konfor alanının artması,
- Uzun seneler hizmet veren kamusal yapılarda tahmin edilebilir sorunların bakım ve onarımının sağlıklı bir şekilde kontrolü sağlanacaktır.

Bu sayede YBM tabanlı kamusal yapıların tesis yönetimine entegre olması inşaat sektörüne yeni bir anlayış getireceği düşünülmektedir.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Dünya'nın gelişmiş ülkelerinde Yapı Bilgi Modellemesi kullanımı kamu projelerinden 1990 yılından itibaren mecburi hale getirilmiştir. Özellikle karbon salınımı anlaşmalarından sonra daha verimli yapılar için Yapı Bilgi Modellemesinin kullanımının önemi dahada artmıştır. Yapılacak gerçek bir kamu projesi üzerinde yapılacak YBM çalışması, kamu binaları için örnek olacaktır. İnşaat ve kullanım maliyetlerinde ciddi oranda düşüş, kullanım verimliliği yüksek ve kullanım konforu yüksek bir yapı elde edilmesi varsayılmaktadır.

1.5. Araştırmanın Kapsamı

Araştırmanın kapsamı dahilinde geniş kapsamlı literatür taraması ve gerçek bir kamu projesini Yapı Bilgi Modellemesi ile tasarlayarak, enerji verimliliği, maliyet ve zaman kazanımı, ışık, ses ve iklimlendirme çalışmaları yapılacaktır.

Bu kapsamda tez çalışması, öncelikle “tesis yönetimi” kavramını, bir binayı sürdürmenin sistematik bir yolu olarak incelenmektedir. Bununla birlikte, gerçekleştirilen vaka etüdü çalışmasında da kamusal yapıların tesis yönetimine entegrasyonu ele alınmıştır.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde, yapı bilgi modellemesinde tesis yönetimini tanımlayarak yöneticilerin bu konudaki önemli olan rollerini bina yaşam döngüsü aşamaları ve bütünlük tesis yönetimi ele alınarak irdelenmiştir. Bu kapsamda, planlama, tasarım, inşaat ve işletme aşamaları arasındaki ilişki tesis yönetimini etkilemektedir. Bu çalışmada, yapı bilgi modellemesinde tesis yönetimi incelenmiştir.

Tez çalışmasının üçüncü bölümünde, yapı bilgi modellemesine entegre edilmiş tesis yönetimi öncelikle yapı bilgi modellemesi tanımı yapılarak incelenmiştir. Bu kapsamda, yapı bilgi modellemesinin olgunluk aşamaları, gelişim seviyeleri, özellikleri, yararları, yatırım getirileri ve yazılımları ele alınmıştır.

Tez çalışmasının dördüncü bölümünde, kamusal yapı olan Aysan Camii, tesis yönetimi entegrasyonu kapsamında incelenmiştir. Bununla birlikte yapı bilgi

modellemesi tabanlı tesis yönetimi ilkeleri uygulanacak akustik, iklimlendirme, ışık ve iç mekân konfor önerileri verilmiştir.

Tez çalışmasının beşinci bölümünde, yapı bilgi modellemesi tabanlı akustik, iklimlendirme, ışık ve iç mekân konfor analizleri YBM performans analiz programları kullanılarak yapılmıştır.

1.6. Araştırmanın Yöntemi

Vaka çalışması bu araştırmanın yöntemini oluşturmaktadır. Bu yönüme göre Tütüncüler İnşaat tarafından belirlenecek kamu projesi bu araştırmanın alan çalışmasını oluşturacaktır. Saha çalışmalarından toplanacak veriler ve analizlere göre YBM uygulamaları yapılacak ve test edilecektir. Bununla beraber YBM teknolojisi ve tasarım inşaat prensiplerinin uyarlanması, enerji verimliliği, maliyet ve zaman kazanımı, ışık, ses ve iklimlendirme, sürdürülebilir tasarım ve inşaat prensiplerinin YBM uygulamalarına yönelik analiz ve testleri yapılacaktır.

1.7. Literatür Araştırması

Son 10 yılda, Yapı Bilgi Modellemesi, araştırmacılar ve inşaat sektörü çalışanları tarafından çok fazla ilgi görmektedir. Akademik literatürde, YBM nedir, neden gereklidir, ne için kullanılmalıdır ve nasıl kullanılmalıdır gibi araştırma sorularını irdeleyen ve makro ölçekte çözümler sunan akademik çalışmalar mevcuttur. Gelişmiş ülkelerdeki inşaat sektörüne hitap eden, yıllık anket çalışmaları gösteriyor ki, YBM konusunda sektörün büyük temsilcileri arasında genel bir YBM perspektifi ve bilgisi oluşmuştur (McGraw Hill Construction, 2014a; NBS, 2015; Sawhney, 2014).

YBM uygulamalarının öngörülen ve tecrübe edilmiş faydalarına ilişkin yayın ve makaleler hem akademik literatürde hem de profesyonel yayın literatüründe mevcuttur. Bu literatürde YBM genellikle inşaat sektörü için değişim ve dönüşüm niteliğinde bir etken olarak tarif edilmiştir (McGraw Hill Construction, 2014b). YBM, senkronize iletişim ve etkili bilgi akışını sağlayan projelerde, ortak akıl ve algı oluşmasına yardımcı olmak için otomatik 3 boyutlu görsel ve grafik veri sağlamaktadır. İnşaat sırasında ortaya çıkabilecek tasarımdan kaynaklanan hataların daha tasarım aşamasında keşfini sağlayarak, tasarım kaynaklı inşaat sorunlarının azaltılmasına olanak sağlamaktadır. Tasarım ve inşaat aşamalarında; mimar, mühendis ve inşaat firmaları arasında koordinasyon ve işbirliği sağlanması, tekrarlanan işlemler

ve sapmaların azalması, tasarım koordinasyonun ve işbirliğinin geliştirilmesi ve yüksek doğrulukta otomatik metraj ve inşaat maliyet hesaplarının yapılabilmesi ve bina kullanım maliyetinin hesaplanması YBM ile mümkün olmaktadır. McGraw Hill Smart market raporu gösteriyor ki aynı işlerin tekrar tekrar yapılması, tasarım ve inşaat uyumsuzlukları YBM uygulamaları ile azalmaktadır ve üretimdeki kalite artış gösterirken, beklenmedik maliyet artışları da azalmaktadır. YBM uygulamaları ile inşaat projeleri zamanında yada zamanından önce tamamlanmaktadır (McGraw Hill Construction, 2014a).

Buna rağmen, YBM farklı kişiler tarafından genelde kendi alanları, eğitimleri ve tecrübelerine bağlı olarak yorumlanabilmektedir. Bir gruba göre YBM nesne tabanlı bina modelleme yöntemi iken başka bir gruba göre ise uluslararası kabul edilmiş nesne tabanlı bina modelinin farklı birimler arasında paylaşılabilmesi amacı ile tanımlanan IFC (Industry Foundation Classes) (Endüstri Vakfı Sınıfları) kendisinin YBM olduğunu ileri sürmektedir (Aranda-Mena et al., 2009; CIC, 2010).

YBM uygulamalarının sistematik gelişimi ancak YBM için daha sistematik bir yaklaşım ile mümkündür. YBM tanımlama ve uygulama seviyelerini kısaca Şekil 2’de olduğu gibi 3 seviye olarak özetleyebiliriz:

- 1. Seviye (Nesne Tabanlı Modelleme)
- 2. Seviye (Model Tabanlı İş Birliği/Takım Çalışması)
- 3. Seviye (Ağ Tabanlı Entegrasyon)

YBM seviyelerinin belirlenmesi YBM uygulamalarındaki olgunluk seviyesinin sınıflandırılması açısından sistematik bir bakış açısı kazandırmaktadır. YBM seviyeleri kısaca aşağıda özet olarak tanımlanmıştır.

YBM Ön Statü: YBM uygulamasından önceki geleneksel, verimsiz ve sorunların olduğu inşaat projelerini kapsar. Örneğin, proje bilgilerinin çoğu yazılı doküman ve çizimler olarak kâğıt üzerindedir, genelde dağınık ve kullanılması zordur. Aynı zamanda kolayca zarar görebilir ve kaybolabilirler. Klasik bir inşaat projesinde binlerce doküman paylaşılır, versiyon kontrolünde ve kullanımında ciddi insan kaynaklı hatalar meydana gelir. Yetersiz proje bilgi yönetimi eksikliğinden dolayı

proje ile ilgili yanlış ve eksik bilgilenmeler, anlamalar söz konusu olmaktadır. Verimsiz fonksiyonel aktiviteler, bina elemanları arasında uyumsuzluk çok yaygın olabilmektedir. Ek olarak, projelerden elde edilen tecrübe ve önemli birikimler verimli bir şekilde organize edilememektedir. Önemli bilgiler, detaylar arasında kaybolmaktadır. Bu nedenlerden dolayı bilgi ve tecrübeler diğer projelere yansıtılmamaktadır.

1. Seviye YBM: 2B (iki boyutlu) çalışmadan 3B (üç boyutlu) çalışmaya geçiş anlamına gelir ve bu seviyede nesne tabanlı modelleme ve otomatik dokümantasyon oluşturma sağlanır. YBM, gerçek mimari nesne veya objelerin (kapı, pencere, duvar, çatı gibi) kullanılması ile başlar ve bütün plan, kesit ve de cephe çizimlerinin otomatik üretilmesinden dolayı tutarlı bir tasarım üretimi sağlamaktadır. Kısa bir YBM bütün 2B CAD çizimleri ve diğer 3B görüntü modelleri, metraj ve maliyet hesapları, inşaat programları otomatik olarak üretilebilir ve bu dokümantasyonlar arasındaki bağlantı vasıtasıyla herhangi bir değişiklik bütün diğer doküman ve çizimlere otomatik olarak yansıtılmaktadır.

Fakat 1. Seviye YBM’de disiplin içerisinde çalışma söz konusudur, farklı disiplinler arasında bir iş birliği henüz bu seviyede mevcut değildir. Bununla birlikte mevcut sözleşmeler ve 1. Seviye YBM uygulamasına yönelik yasal bir zemin gerekmemektedir.

2. Seviye YBM: Tek tabanlı modelleme yerine iş birliği ve takım çalışmasının yapıldığı aşamayı temsil eder. İnşaat projeleri tasarım aşamasından inşaatın tamamlanma sürecine kadar çok karmaşık ve zorlu bir süreçtir. Bu süreç boyunca farklı disiplinler arasında bilgi alışverişi, iş birliği, takım çalışması, iletişim ve koordinasyon çok önemlidir. Bu nedenle 2. Seviye Yapı Bilgi Modellemesi tasarım veya inşaatın herhangi bir aşamasında, farklı disiplinler arasında YBM tabanlı örneğin IFC (Endüstri Vakfı Sınıfları) data modeli vasıtasıyla bilgi alışverişi, takım çalışmasını gerçekleştirmekle mümkündür.

3. Seviye YBM: Kullanıcı odaklı uzun dönemli gerçek faydaların sağlanabileceği Yapı Bilgi Modellemesi uygulamasının en olgun olduğu seviyedir. 3. Seviye YBM farklı disiplinler arası iş birliği ve takım çalışmasından bütün tasarım, inşaat ve bina kullanım süreçlerini de kapsayarak yalın bir entegrasyonun sağlandığı aşamayı temsil eder. İş

birliği ve takım çalışması sadece tasarım ve inşaat sürecinde değil, bütün süreç boyunca (tasarım, inşaat ve bina kullanım süreçleri) olması gerekmektedir.

3. Seviye Yapı Bilgi Modellemesi uygulamasının ana felsefesini ifade etmektedir. Bu aşamada dijital inşaat vizyonu gerçekleşmektedir. 3. Seviye YBM farklı disiplinler tarafından üretilmiş YBM modelleri söz konusudur fakat bu modeller birbirlerine uyumlu bir şekilde bütünleşik olarak YBM modelini tanımlar (Lee et al., 2005). Tasarım öncesinde, sırasında ve sonrasında ve de inşaat aşamasında kompleks performans analiz ve simülasyonları disiplinler arası iş birliği ile mümkün olabilmektedir.

Yine bu seviyede, dayanıklı ve sürdürülebilir konut üretimi politikalarının inşaat projelerinde uygulanabilmesi, yalın tasarım ve inşaat prensiplerinin uygulanması, ayrıntılı inşaat yapım maliyetlerinin hesaplanması ve inşaat tamamlandıktan sonra bina kullanım maliyetlerinin yıllara göre hesaplanması ve bu da enerji verimliliğin arttırılması ile mümkündür.

İKİNCİ BÖLÜM TESİS YÖNETİMİ

2.1. Tesis Yönetimi ve Tanımı

Tüm tesis çalışanları işlerini yapabilmek için bir alana ihtiyaç duyar. Tesis çalışanları konforlu, verimli ve sağlıklı bir çalışma ortamı için barınak, ışık, ısı ve temizliğe ihtiyaç duyar (Barrett ve Baldry, 2003). Tesisle ilgili faaliyetler uygun yönetim ve kontrole ihtiyaç duyar, aksi takdirde bina işe yaramaz hale gelir ve iş sürekliliği zarar görür. Tesis yönetimi, bir kurumun temel faaliyetlerini desteklemek için tüm işletme ve stratejik yönetim ve kontrol faaliyetlerini kapsar.

Tesis Yönetimi iş dünyasında oldukça yeni bir terimdir. Pitt ve Tucker (2008), 1978'de 'Herman Miller Company' tarafından gerçekleştirilen 'Verimliliğin Tesis Üzerindeki Etkisi' adlı konferansı Tesis Yönetimi'nin başlangıcı olarak kabul edilmiştir. Bu dönemde, Tesis Yönetimi Enstitüsü'nün Tesis Yönetimi tanımı şöyledir: Tesis yönetimi; insan, süreç ve yer sorunlarını ele alarak bir iş birliği sağlar ve bunlar ile birliktelik kurarak bir yönetim gerçekleştirmekten sorumludur (Rondeau ve diğerleri, 2006). Bu tanımı, tesis yönetimi kapsamı ve hedeflerini açıklamada uyumlu olmaktan uzak birçok farklı tanım izler (Tay ve Ooi, 2001). Tablo 2.1. Tesis Yönetimi'nin farklı tanımlarını sunmaktadır.

Tablo 2. 1 Tesis Yönetimi'nin Farklı Tanımları

Amartunga et. Al (2000)	Bina varlıklarının etkin yönetimi ile ilgili geniş bir faaliyet yelpazesini kapsayan bir terim. Kuruluşun temel işini destekleyen tüm hizmetlerin toplam yönetimini içerir.
Gunton (2001)	Birçok yerde bir dizi işlem gerçekleştiren insanların sentezi
Nutt (2000)	Bir kurumun zaman içindeki operasyonel stratejisini desteklemek ve sürdürmek için altyapı kaynaklarının ve hizmetlerinin yönetimidir.

Tablo 2.1 Tesis Yönetimi'nin Farklı Tanımları (Devamı)

Barrett and Baldry (2003)	Bir kuruluşun temel amaçlarını güçlü bir şekilde destekleyen bir ortam yaratmak için bir kuruluşun binalarını korumak, geliştirmek ve uyarlamak için entegre bir yaklaşımdır.
Chotipanich (2004)	Tesis Yönetimi, bir kuruluşun işinin başarısına veya kısmen başarısızlığına katkıda bulunabilecek çok çeşitli tesis hizmetlerini kapsar. Tesis Yönetimi, hem uzun hem de kısa vadede kurumun ana faaliyetlerini desteklemek için tesis kaynaklarını yönetme, hizmetleri destekleme ve çalışma ortamını sağlamada kilit bir işlevdir.
CEN (2006)	Birincil faaliyetlerinin etkinliğini destekleyen ve iyileştiren, kararlaştırılmış hizmetleri sürdürmek ve geliştirmek için bir kuruluş içindeki süreçlerin entegrasyonudur.
Pitt and Tucker (2008)	Kurumun temel hedeflerini tam olarak desteklemek için bir işletmeyi işletmek ve sürdürmek için gereken tesisler ile ilgili olanlar da dâhil olmak üzere çekirdek dışı hizmetlerin entegrasyonu ve uyumudur.
Jansen (2009)	Tesis Yönetimi, binaların ana odak noktası olduğu, binaların bir son olarak kabul edilmediği, bir kuruluşun temel faaliyetlerini destekleme aracı olarak gördüğü faaliyetler ile yönetim alanı olan bir paradigmadaki değişimi ifade eder.
Coanen and von Felten (2014)	Yapılı çevrenin boyutlarının verimliliği artırmak ve maliyetleri azaltmak için önemli bir rol oynadığı bir disiplindir.
Kuda and Berankova (2014)	Tesis yönetimi, inşaat işlerinin bakımı ve restorasyonuna odaklanır, tesisin fiziki durumunun korunmasını sağlar ve bu şekilde mülkün yararını uzatmayı amaçlar.
Hyben and Podmanicky (2013)	Tesis yönetimi, hâlihazırda bina tasarlanırken bir tasarımcılar ekibi ile işbirliği yaparak, planlanan nesnenin operasyonel verimliliğini etkileme olasılığına sahip bir konumdadır.
IFMA (2012)	Tesis yönetimi, insan, yer, süreç ve teknolojiyi bütünleştirerek yapılı çevrenin işlevselliğini sağlamak için birden fazla disiplini kapsayan bir meslektir.

1970'lerden bugüne, tesis yönetimi mesleği teknik alandan stratejik ve yönetsel alana doğru gelişim göstermiştir. İlk tanımlar tesis yönetiminin kısa vadeli hedeflerini vurgularken, sonraki tanımlar uzun vadeli hedefleri ve kazanımları vurgulamaktadır. Günümüzde, kademeli olarak binaların stratejik varlıklar olduğu ve kuruluşların felsefesini ve iş gereksinimlerini yansıtmaları gerektiği anlaşılmaktadır. Her

organizasyondaki tesis yönetimi benzersizdir ve tesise, organizasyona, ticaret sektörüne, çevreye, içeriğe ve koşullara bağlıdır (Chotipanich, 2004). Bu nedenle, tesis yönetiminin izlediği yol, kuruluşların değişen ihtiyaçlarını karşılamak ve verimlilik, karlılık, hizmet ve de kaliteye katkıda bulunmalıdır (Amaratunga ve diğerleri, 2000). Tesis Yönetimi, uygun şekilde gerçekleştirildiği takdirde herhangi bir kuruma değer katabilir. Cotts ve diğ. (2010) Tesis Yönetimi'nin faydalarını şu şekilde tanımlamıştır:

- Tesis planları ile kuruluşun planlarına uygun şekilde hareket etmek,
- Sermaye harcamaları planlamak ve kontrol etmek,
- Çalışan verimliliğini en üst düzeye çıkartmak,
- Maliyetler en aza indirmek, tahmin edilebilirliği üst düzeye çıkartmaktır.

Tesisleri taktiksel ve stratejik bir şekilde yönetme eğiliminin artmasıyla birlikte, tesis yönetiminin tanımı zamanın gerekliliklerine göre değişecektir. Artan iş rekabeti ve performans kaygıları ile birlikte tesis yönetimi daha verimli, üretken ve karlı tesisler için organizasyonların odak noktasında olacaktır.

2.2. Tesis Yönetiminde Yöneticilerin Rolü

Tesis yöneticilerinin rol ve sorumlulukları tesis yönetimi tanımının iş perspektifinin değişimi ile genişledi. Kuruluşlar nihayetinde çekirdek iş ile tesis yönetimi ilişkisini gerçekleştirmekte ve tesis operasyonlarına daha fazla önem vermektedir. Bununla birlikte, tesis yöneticileri, organizasyonun temel çizgisini etkileme yeteneğine sahip olan yönetim ekibinin kilit üyelerinin sorumluluklarına da sahip olmuştur (Barker, 2013). Yöneticiler, stratejik planlama ve günlük operasyonlara katılmaktadırlar. Tesis yöneticisinin, organizasyonun her bir bölümünün içindeki çalışmaların bilgisine genel bakış, kuruluş yapısındaki bölümler arasındaki ihtiyaçlar hakkında fikir vermesi gerektiğini ileri sürülmektedir.

Stratejik karar vericiler olarak tesis yöneticileri, teknik bilgilerin yanı sıra liderlik ve yönetim yeteneklerine sahip olmaları gerekmektedir. Sullivan ve Mcdonald liderlik ilkelerinin kullanılmasının iş performansı göstergelerini, bilgi akışını ve çalışma ilişkilerini önemli ölçüde iyileştirebileceğini belirtmektedir. Yöneticilerin sahip olduğu stratejik görevlerden bazıları; değişen iş gereksinimlerine ayak uydurmak, tesis

yönetimine yeni teknolojiler ve inovatif insanlar için sağlıklı bir iş ortamı sağlamak ve de kaynakları çevresel sürdürülebilirlik için sorumlu bir şekilde kullanmaktır (Alexander, 2003).

Tesis yöneticileri, bina sakinlerinin verimliliğini artırmak ve tesis verimliliğini en üst düzeye çıkarmak için önemli bir konumdadır. Bir kuruluş için en büyük maliyet, işgücünün maliyetidir ve işgücünün verimliliğindeki küçük artış, önemli maliyet tasarrufu sağlayabilir. İşletme ve bakım maliyeti en büyük maliyettir. Bu nedenle, tesis yöneticileri tesis yaşam döngüsü maliyetlerini dengelemede büyük sorumluluk taşır. Ayrıca, işletme hedefleriyle uyumlu olması için kuruluşun finansal planlarının ve stratejilerinin farkında olmaları gerekir (Hodges, 2005).

Tesis yönetimi genç ve dinamik bir meslektir, ancak aynı dinamizmi tesis yöneticilerinde görmek mümkün değildir. Uluslararası Tesis Yöneticileri Derneği (IFMA), tesis yöneticilerinin ortalama yaşının 49 olduğunu, diğer alanlardaki işçilerin daha genç olduğunu iddia ediyor (Levitt, 2013). Bu nedenle, tesis yönetimi mesleğinde genç, yetkin ve uzmanlaşmış tesis yöneticilerinin ve ekip üyelerinin eğitimi önemli bir konudur. Tesis yönetimindeki eğitim boşluğu nedeniyle, farklı bir meslekten gelen bir tesis yöneticisini işe almak, bu işi kurslara katılarak veya iş başında öğrenerek yapabilmek oldukça yaygındır (Tay ve Ooi, 2001). Nitelikli tesis yöneticileri için üniversitelerdeki eğitim programlarının ve derslerin artırılması ve ayrıca tesis yönetimi mesleğinin sürekli iyileştirilmesi ve alanın gençleştirilmesi esastır.

2.3. Bina Yaşam Döngüsü Aşamaları ile Bütünleşik Tesis Yönetimi

İşletme süresi, bina ömrü boyunca en yüksek maliyete sahip en uzun süredir. Yatırımcılar ve müteahhitler, tasarım ve inşaat maliyetlerine odaklanma eğilimindedir ve tesis yönetimini, proje yönetiminden dışsallaştırırlar. Bu zihniyet bina yaşam döngüsünü iki farklı bölüme ayırır: tesis devir işleminden önce ve sonra ve birtakım dezavantajlara sahiptir. Tablo2.3'de belirtildiği gibi, bina proje yaşam döngüsü boyunca dikkate alınması gereken birçok tesis yönetimsorunu vardır. Tesis yönetimini mümkün olan en erken aşamada proje yönetimine entegre etmek, tesis gereksinimlerini karşılamak, yaşam döngüsü maliyetlerini optimize etmek ve tesis performansını iyileştirmek için en iyi çözümdür. Takip eden alt bölümler, tesis

yönetimi entegrasyonunu ve farklı yaşam döngüsü aşamalarındaki uygulamaları analiz eder.

Tablo 2. 2Yaşam Döngüsü Aşamalarındaki Tesis Yönetimi Görevleri (Jensen, 2008)

Proje Aşaması	Tesis Yönetimi –Özel Görevler
Karar	<ul style="list-style-type: none">• Gayrimenkul stratejilerinin dâhil edilmesi• Alan ihtiyaçları vb. ile ilgili bilgiler• Tesis yönetimi için maliyet üzerindeki etkilerin tahmini
Kısa Toplantı	<ul style="list-style-type: none">• Kullanıcı katılımının organizasyonu• İşletme ve sürdürülebilirlik için dikkat edilecek hususların formülasyonu• Dokümantasyon için genel şartlar
Tasarım	<ul style="list-style-type: none">• İşletme, sürdürülebilirlik ve kullanıcı ihtiyaçları için düşüncelerin dâhil edilmesi• Operasyonel kavramın formülasyonu• Bina otomasyon sistemi için gereksinimlerin oluşturulması.
İnşaat	<ul style="list-style-type: none">• İç planlama• Devreye almaya hazırlanmak• Sözleşme dışı operasyonel görevler
Meslek	<ul style="list-style-type: none">• Hareket• Eski binaların taşınması• Operasyonel prosedürlerin uygulanması

2.3.1. Planlama ve Tasarım Aşamasında Tesis Yönetimi

Fizibilite ve tasarım, önemli kararların çoğunun alındığı bina yaşam döngüsünün ilk aşamalarıdır. Tesisin tüm yaşam döngüsü göz önüne alındığında, erişilebilirlik, esneklik, standardizasyon, modülerleştirme, esneklik ve zaman içinde örgütsel ihtiyaçları değiştirmek için bir başka önemli gerekliliktir. Nutt gelecekteki esneklik için beş tasarım kriterini aşağıdaki gibi tanımlamaktadır:

- Kullanım esnekliği: Tesisleri değişen kullanımlar, birleşik kullanımlar ve ilerici kapanmalar için kullananlar için tasarlamak,
- Operasyonel esneklik: Herhangi bir fiziksel değişiklik olmadan operasyonel kapasiteyi artıracak tesis tasarlama,
- Fiziksel esneklik: Fiziksel değişiklik için tasarım, yeniden montaj ve tesis, hizmet, bileşen ve de sistemlerinin değiştirilmesi,
- Mülkiyet esnekliği: Gelecekteki mülk alt bölümleri için tasarım, seçici yıkım, yeni kullanımlara uyum ve karışım kullanımları için tasarım yapmak,
- Pazar esnekliği: Geliştirilmiş pazarlanabilirlik, farklı organizasyon türlerine ve kullanımlarına uyarlanabilirlik, tasarım olanakları ve mülklerin elden çıkarılma kolaylığını geliştirmek için tasarım.

Diğer bir terim olan standardizasyon şu şekilde tanımlanmaktadır: ‘*Bir ürünün veya sistemin ihtiyaç duyacağı parça ve bileşen çeşitliliğini en aza indirmek*’ (Dhillon, 1999). Standardizasyon ile operasyonel ekipler tesis bileşenlerini daha hızlı ve daha güvenilir bir şekilde işletecek ve koruyacaktır. Aynı şekilde, modülerleştirme, esnek, uyarlanabilir ve işlevsel tesisler için tasarım hususlarından biri olmalıdır. Tesis yönetimi için tüm bu tasarım parametrelerinin gelecekteki ihtiyaçlar ve olasılıklar için tasarımcılar tarafından gerçekleştirilmesi ve dikkate alınması gerekmektedir.

Liu ve Issa (2014) şunları ifade etmektedir: “*Tasarım aşamasında bu tür tasarım hatalarını düzeltmenin maliyeti ya da çok düşük maliyeti olmamakla birlikte, erişilemeyen ekipmanın çalışması bozulursa, çok daha yüksek bir bakım maliyeti ortaya çıkacaktır*”. Genel olarak, tesis yöneticileri projenin erken aşamalarında yer almazlar ve tasarım konuları operasyonel ayrıntıları içermez. Bu detaylar

organizasyonel gereklilikleri, teknolojik gereklilikleri, aydınlatma, güvenlik, tabela ve konaklama yerlerini ve diğer birçok faktörü içerir. Tesis yöneticisi erken tasarıma ilgi duyuyorsa, entegre bir proje ekibi doğal olarak geliştirilir ve yapı eksikliği, uygulanabilirlik, bakım kolaylığı ve servis kolaylığı gibi birçok sorun çözülebilir (Meng, 2013). Ayrıca, her organizasyonun kendine özgü fiziksel özelliklere ihtiyacı vardır ve yalnızca bir tesis profesyoneli, organizasyonel ihtiyaç ve beklentileri binadan çıkarabilir. Bu ihtiyaç ve beklentileri karşılamak, son kullanıcı memnuniyeti için anahtardır. Örneğin, yapısal ve malzeme çözümleri her alandaki karakteristik gerekliliklere uygun olmalıdır (Kuda ve Berankova, 2014). Tesis yöneticisi danışmanı, daha etkin alanlar için olası operasyonu ve gereksinimleri tahmin edebilir ve ek inşaat işlerini önleyebilir. Bir tesis yöneticisinin deneyimlerinden faydalanmak, aynı zamanda önemli ölçüde işletme tasarrufu sağlar. Planlama ve tasarım aşamasında tesis yöneticisi olmadan, daha yüksek sermaye harcaması, daha düşük işletme esnekliği, daha yüksek işletme maliyetleri, düşük yer ve ekipman kullanımı, düşük verim, düşük çalışma koşulları ve üretkenlikteki düşüş nedeniyle beklenmeyen işletme giderleri olabilir. (Gopalakrishnan ve arkadaşları, 2004). Malzeme ve teknik ekipman seçerken, tesis yöneticisi işletme maliyetlerinin azalması ve işletme maliyetlerinin düşürülmesi için uygun olanların seçilmesine katkıda bulunabilir. Aynı zamanda seçilen ekipmanı işletme ve bina yapılarına göre konumlandırmalıdır (Hyben ve Podmanický, 2014).

Bakım, tasarım aşamasında göz önüne alınması gereken hayati bir konudur. Tasarımcıların öngöremediği tesis ekipmanlarının temizlik, bakım ve onarım prosedürleri hakkında birçok detay vardır. Liu ve Issa (2014), *“bakım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesini imkânsız kılan bazı tasarım kusurlarının tasarım aşamasında görselleştirilmesinin her zaman zor olduğunu”* iddia etmektedir. Onarım ve değiştirme kolaylığı, temizlik alanına erişim ve temizlik kolaylığı tasarımcı için tasarımı etkileyen en küçük detaydır. Ancak aynı zamanda işletme aşamasında karşılaşılan en büyük sorunlardan da biridir (Arditi ve Nawakorawit, 1999). Tesis yöneticisi tasarımdaki sürdürülebilirlik konularında ve gelecekteki bakım faaliyetlerinin azaltılmış zaman ve çaba ile yürütülmesine katkıda bulunmaktadır. Ben-Daya ve ark. (2009), sürdürülebilirliği etkileyen sürücüler aşağıdaki gibidir:

- Maddelerin erişilebilirliği,
- Restorasyonun güvenliği,
- Sorun giderme prosedürü,
- Yerleşik test edilebilirlik miktarı,
- Maddenin fiziksel konumu ve
- Bakım destek kaynakları için gerekenler.

Tüm bunlara ek olarak, bir tesis yöneticisi, erken aşamalarda yer alarak sürdürülebilir tasarımı ve tesislerin sürdürülebilir çalışmasını teşvik edebilmektedir. Tasarımcılar, bina tasarımında sürdürülebilir uygulamalar benimsemek istemektedir ancak ekonomik nedenlerden dolayı yeterli motivasyonu bulamamaktadırlar. Bir tesis yöneticisinin sürdürülebilir tesis tasarımına katkısı işletme aşamasında elde edilebilecek olası kazanımları ve finansal kazanımları açıkça göstermektedir.

2.3.2. İnşaat Aşamasında Tesis Yönetimi

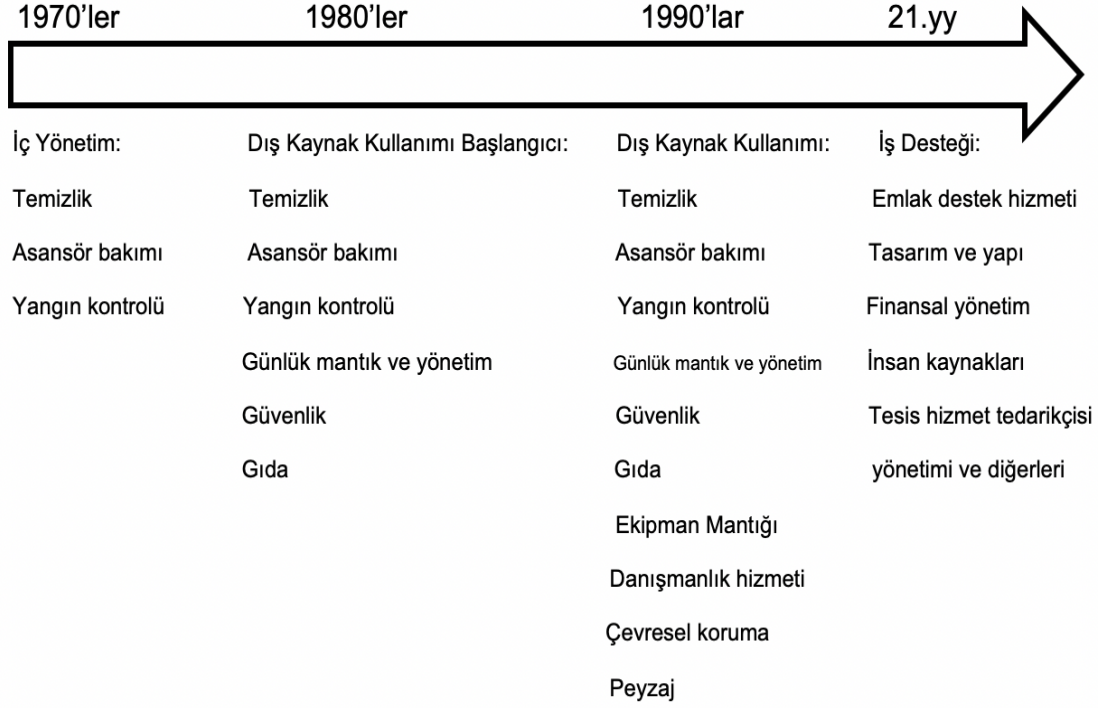
İnşaat aşamasında, tesis yöneticilerinin müdahalesi ve tavsiyesine ihtiyaç duyan alanlar vardır. Her şeyden önce, işçilik kalitesi binanın genel kalitesini belirlemek için önemli bir faktördür. Teknik bilgi ve dikkat eksikliği, bir şeyleri bir araya getirirken yanlış anlamalara neden olabilmektedir. Tesis yöneticilerinin inşaat aşamasındaki gözlemleri ve müdahaleleri, emek kaynaklı hataları önleyebilir ve ortaya çıkmadan önce çözümler sunabilir (Olanrewaju ve Abdul-Aziz, 2015). Ayrıca, değişim maliyeti nispeten daha düşüktür ve inşaat gereksinim revizyon yapılması daha kolaydır. Bir tesis yöneticisi, inşaat aşamasında ekipman ve malzemenin erken test edilmesiyle verimsizlikleri ve performans yetersizliklerini de tespit edebilir. Bu tür ekipman ve malzemeler tesise devir tesliminden önce uygun olanı ile değiştirilebilir.

İnşaat aşaması, tesisin devir teslimi için hazırlandığı süredir. Bu hazırlık süreci tesisin iç planlamasını içerir (Jensen, 2008). Bir tasarımcı, amaçlanan kullanımı için belirli ekipmanları bulmak için tesis yöneticisinin tavsiyelerine ihtiyaç duyabilir. Ayrıca, tesis yönetimi iç planlama dikkate alınarak tüm alan organizasyon, amaçlar ve öncelikler doğrultusunda planlanmaktadır.

2.3.3. İşletme Aşamasında Tesis Yönetimi

Tesis sahibine teslim edildikten sonra, tesis kullanımı veya başka bir deyişle işletme aşaması başlar. İlk yatırım maliyetlerinin elde edildiği tesis yaşam döngüsünde en uzun süredir. Her tesis maksimum kârlılık, verimlilik ve performans elde etmek için uygun planlama ve yönetim gerektirir. Bir tesisin yönetimi, fiziki varlıkları ve kuruluşun temel faaliyetlerini desteklemek için genişyelpazedeki faaliyetleri kapsar. Bu faaliyetler arasında bakım, onarım, kiralama, güvenlik, teknoloji, alan yönetimi, atık yönetimi, yiyecek, içecek ve diğer birçok fonksiyon bulunmaktadır (Kamaruzzaman ve Zawawi, 2010).

Farklı alanlara sahip olan Tesis Yönetimine hâkim olmak organizasyonlar için zor olabilir; bu nedenle dış kaynak kullanımı dikkate değer bir seçenektir. 1980'lerde sözleşme yalnızca bakım, güvenlik ve temizlik ile sınırlıydı, ancak bugünlerde tesis yönetimi dış kaynak kullanımı "toplam tesis yönetimi" olarak da adlandırılan tüm destek hizmetlerini içermektedir (Williams, 1996). Şekil 2., tesis yönetimindeki dış kaynak kullanımının 1970'lerden 2000'lere nasıl geliştiğini göstermektedir. Tesis yönetimi hizmetlerinin dış kaynak kullanımı konusundaki yükselişi, temel faaliyetlere odaklanma, tesis hizmetlerinde daha iyi yönetim ve uygun maliyetli hizmet sağlama ihtiyacına bağlanabilir. Bununla birlikte, Ben-Daya ve ark. (2009), kuruluşların kritik beceri kaybı, işlevsel iletişim ve tedarikçi üzerindeki kontrol gibi risklerle karşı karşıya kalabileceklerini iddia etmektedir.



Şekil 2. 1 Tesis Yönetiminde Dış Kaynak Kullanımı ve Gelişimi (Gao ve Cao, 2011)

Geçmişten günümüze TY, taktik ve stratejik ticarete sahip olmuştur. Başka bir deyişle, TY destekleyici bir zorunluluktan ziyade stratejik bir sorun olarak görülür ise bir işletme sürücüsü olabilir. Edum-Fotwe ve diğ. (2003) stratejik TY için üç süreci şu şekilde tanımlamaktadır:

- Tesis değerlendirmesinde tesislerin nasıl kullanıldığını ve yönetildiğini izlemek
- Tesislerin çalışma alanı koşullarında şirket hedeflerine en iyi şekilde hizmet edip etmediğini değerlendirmek
- Tesislerin organizasyonu nasıl daha iyi destekleyebileceğini, gelecekteki alan gereksinimlerini, taleplerini tahmin ederek, değişen ihtiyaçlara cevap verebilmek
- Bu stratejik analizler ve karar alma süreçleriyle tesisler, kuruluşlar için en değerli varlıklardan biri olabilir. Böyle bir vizyon, genel organizasyon başarısına bir dizi yarar sağlar. Bu faydalar aşağıda açıklanmıştır:

TY bir yatırımdır: Ömür boyu bir tesisi işletmek, kurumlara çok maliyetli olmaktadır. TY'nin ana düşüncesi, işletme maliyetlerini maksimum hizmet kalitesiyle en aza indirmektir. Bu nedenle TY'ne yapılan yatırım organizasyonun ekonomik durumu üzerinde önemli bir etkiye sahip olacaktır. Bu, TY'nin bir gider olarak görülmemesi gerektiği anlamına gelir. Etkinliği artıran ve işletme altyapısını güçlendiren bir yatırımdır (Alexander, 2003).

İş gereksinimlerini karşılamak için TY: İş bağlamı, büyüklüğü ve alanı zamanla değişebilir. Kuruluşların uzun vadeli tesis durumunu planlaması, öngörmesi ve de işin değişen ihtiyaçlarını hızlı bir şekilde benimsemek için stratejik seçimler yapmaları gerekmektedir. Aksi halde, tesis mevcut temel iş gereksinimlerine karşılık veremez ve hizmet sağlayamaz. Potansiyel işletme ihtiyaç ve gereklilikleri analiz edilerek, tesis yeni gereksinimler için kolayca uyarlanabilir.

Hizmet kalitesini iyileştirmek için TY: Düzgün işletilen tesisler verimli bir çalışma ortamı sağlar. Organizasyonel performansa katkıda bulunur ve çalışanlar elinden gelenin en iyisini yapmaya teşvik edilir. Bu nedenle, TY için stratejik bakış yalnızca iş gereksinimlerini değil, aynı zamanda hizmet kalitesini en üst düzeye çıkarmak için kullanıcı gereksinimlerini de dikkate alır.

İlerici bir disiplin olarak TY: Tesis Yönetimi ortaya çıkmasından bu yana ilerlemiştir ancak henüz gelişimini tamamlamamıştır. Yeni teknolojiler tesisi daha güvenilir ve kolay bir şekilde yönetmek için birçok fırsat sunmaktadır. Ayrıca, TY bir ticari işlev olarak tanındığından, kuruluşlar yönetim uygulamalarını güçlendirmenin yeni yollarını aramaktadırlar. Bu nedenle, tesis yöneticileri tesisi etkin bir şekilde yönetmek için TY'deki eğilimleri yakından takip etmelidir.

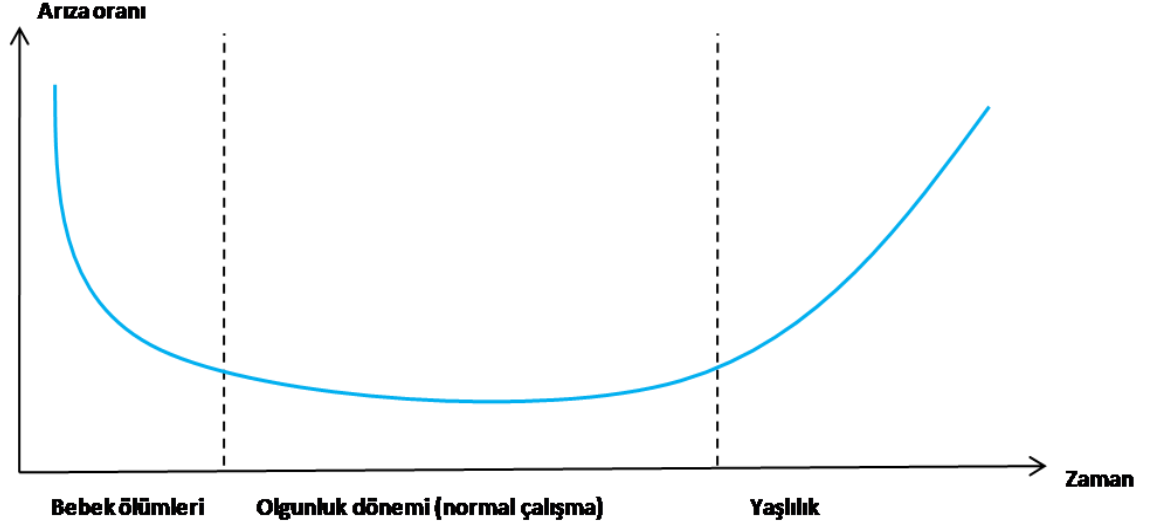
Sürdürülebilirlik için TY: Tesislerin sürdürülebilir şekilde işletilmesi, sahip olduğu çevresel etkilerden dolayı TY'nin en önemli konularından biridir. Çevresel etkiyi en aza indirmek için, tesisin yeşil sertifikaları olmasa bile tesis yönetimi politikası sürdürülebilir politikalar içermelidir. Vurgu, enerji, su vb. kaynakların verimli kullanımı ve kirlilik ve atıkların azaltılması üzerinde olmalıdır (Somorová, 2014).

2.4. Tesis Bakım ve Onarımı

TY'nin görev ve sorumlulukları içerisinde, bakım birincil işlev olarak tanımlanabilir. Bakım olmadan tesis varlıkları hızlıca verimliliğini yitirir ve beklenen ömürlerini tamamlamadan işe yaramaz hale gelir. Ayrıca, işletmeler arızalardan dolayı kesintiye uğramakta ve hizmet kalitesi bozulmaktadır. Bakım kalitesi, tesis yaşam döngüsü maliyetleri, hizmet kalitesi, kullanıcı memnuniyeti ve diğer birçok karlı faktör için belirleyicidir. Bu bölüm bakım ve bakım türleri hakkında temel bilgileri vermeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, bakım yönetimi için ana adımları tanımlamayı ve mevcut uygulamadaki sorunları ve zorlukları belirlemeyi amaçlamaktadır.

2.4.1. Bakım ve Onarımın Tanımı

Bakımı tanımlamadan önce, arızayı tanımlamak ve nedenlerini tespit etmek gerekmektedir. Nowlan ve Heap (1978) arızayı genel olarak şu şekilde tanımlamaktadır: “yetersiz bir durum”. Bu durum ekipmanın niteliğine değil aynı zamanda çalışma bağlamına da bağlı olduğu iddia edilmektedir. Bu nedenle, her bir bileşenin bakım ihtiyacını belirlemek için arızayı tanımlamak ve nedenlerini tespit etmenin açık tanımı çok önemlidir. Bileşenlerin çoğu, Şekil 2.4'te gösterilen küvet eğrisi olarak tanımlanan başarısızlık modelini göstermektedir. Sullivan ve diğ. (2004), “tesis ilk yıllarında, başarısızlıkların zayıf tasarım, kötü kurulum veya yanlış uygulama ile ilgili olduğunu belirtirken, zayıf bakım sonraki yıllarda yapılan arızaların nedenidir” demektedirler. Daha sonraki yıllarda ise destekleyici bakım uygulamaları, bileşenlerin ömrünü uzatır; bir parçayı yenisiyle değiştirmeye dayalı muhtemel masrafları önleyebilir.



Şekil 2. 2 Küvet Eğrisi (ABS, 2004)

Bakım, arızayı önlemek, tahmin etmek veya arızayı onarmak için gerekli tüm eylemleri içermektedir. Aynı zamanda bakım, tesisin fiziksel durumu, performansı, güvenilirliği ve rahatlığına doğrudan katkıda bulunur. Eva ve Katerina (2013), bakımı “bir öğeyi geçerli bir standartta tutmak ve eski haline getirmek için yapılan tüm çalışmalar” olarak tanımlamaktadır. Bakım, genel iş performansı üzerindeki etkisi nedeniyle TY'de belki de en kritik fonksiyonlardan biridir. Bakımın ana prensipleri şu şekilde özetlenebilir:

- Bakım işleri için enerjiyi etkin kullanan çözümler uygulamak,
- Bakım verimliliğini arttırmak için ekipmanların çalışmama süresini en aza indirmek ve işletme giderlerini azaltmak,
- Maliklerin güvenliğini ve sağlığını güvence altına almak,
- Bakım stratejileri ve işletme prensiplerini uyumlu hale getirmek,
- Binada zamanla oluşan yıpranmanın ve bozulmanın olumsuz etkilerini yok etmek,
- Tamamlayıcı parçaların ömrünü uzatmak.

Ömür boyu maliyet perspektifinden bakıldığında, işletme aşaması bir tesisin toplam yaşam döngüsü maliyetinin yaklaşık%60'ını oluşturur ve işletme sırasındaki ana faaliyetler bakım ve onarımla ilgilidir (Liu ve Issa, 2014). Bu büyük masraf genellikle

yanlış bakım stratejileri ve reaktif temelli metodolojilerden kaynaklanmaktadır. Öte yandan, Arditi ve Nawakorawit (1999), bazı bina sahiplerinin ve kullanıcılarının her yıl milyarlarca dolar harcadığını, bazılarının binaların bozulmasına neden olduğunu söylemektedirler. 'İyileşme çok zor ve maliyetlidir'. Bu, tesislerin düşük maliyetli çözümlere sahip bileşenlerin güvenilirliğini sağlamak için bakım planlamaları gerektiği anlamına gelir. Bir başarısızlıkla etkili bir şekilde başa çıkmak için, bakım prosedürü adımları Ben-Daya ve diğ. (2009) aşağıdaki gibidir:

- Problem tanımı,
- Sebep ve sonuç analizi,
- Sorunun kök nedenlerini belirlemek,
- Problem çözümü,
- Net sorumluluklar ve daha sonraki bir uygulama planı hazırlamak.

Yukarıda belirtilen bakım adımları sadece hatayı düzeltmekle kalmaz, aynı zamanda hatanın nedenlerini de tespit eder ve aynı arıza ile tekrar karşılaşmasını önler. Bu işlem, bileşenlerin uzun süreli güvenilirliğine ve bakım kaynaklarının etkin kullanılmasına katkıda bulunur. Tesis, uygun şekilde bakımı yapılmazsa, kuruluşlar fazladan onarımlar, performans düşüşü, gereksiz maliyetler ve verimsizlikler yaşayabilir.

Bakımın tesis ömrünü uzattığı, ekipman ve hizmet kalitesini artırdığı, işletme maliyetlerini düşürdüğü ve fiziksel varlıklara değer kattığı açıkça görülmektedir. Bakımı sadece bir zorunluluktan ziyade bir operasyon alanı olarak görmek mümkündür. Bu amaçla, bakım teknik olarak ele alınmasının yanı sıra idari bir konu olarak ele alınmalıdır.

2.4.2. Bakım ve Onarım Türleri

Bakım, temel olarak proaktif (planlı) ve reaktif (planlanmamış) bakım olmak üzere ikiye ayrılır. Sürekli hizmet tedariki ve ticari faaliyet için reaktif bakımın yanında proaktif bakım çok daha uygundur. Ne yazık ki mal sahipleri, maddi nedenlerden ve bir bakım planının olmamasından dolayı "başarısızlığa uğra" sloganını benimseme eğilimindedir. Yine de sadece bileşen arızası operasyonel süreklilik için kritik değilse kabul edilebilir.

Reaktif Bakım

Reaktif bakım veya onarım, bir ekipman başarısız olduktan sonra ona müdahale eder. Reaktif bakım düzeltici ve acil durum bakımı olarak ikiye ayrılır ve aşağıdakiler dahil birçok dezavantajı vardır:

Belirsizlik ve risk: Planlanmamış bakımda bozulmanın ciddiyeti, karmaşıklığı ve süresi bilinmemektedir. Bileşenin kapanma süresi bazen servis veya üretimde kesintiye neden olabilir. “Belediye altyapıları, enerji santralleri ve havaalanları gibi kritik tesisler bu tür başarısızlıklara tahammül edemez” (Hao ve ark. 2010).

Daha yüksek maliyet: Planlanmamış (Reaktif) bakım, tesisi korumak için düşük maliyetli bir seçenek olarak görülebilir ancak pratik olarak doğru değildir. Tsang (1995), reaktif olarak bakımı yapılan tesislerde daha yüksek maliyetlerin nedenlerini tanımlamıştır:

- Kriz koşullarında ekipmanı çalıştırılabilir bir duruma getirmenin yüksek maliyeti,
- Arızanın neden olduğu ikincil hasar ve güvenlik / sağlık tehlikeleri,
- Kayıp üretim ile ilgili ceza.

Daha kısa servis ömrü: Ekipman düzenli olarak korunmazsa, daha hızlı bozulur ve servis ömrü kısalmır. Ayrıca, reaktif olarak bakım yapılan donanım onarımı mümkün olmayan ciddi arızalarla karşılaşabilir.

Sağlık ve güvenlik riskleri: Elektrik kablolarının, yürüyen merdivenlerin, asansörlerin vb. arızalanması, insan sağlığı ve güvenliği için onarılamaz hasarlara neden olabilir. Bu tür bir ekipman tesis bakım planının bir parçası olarak proaktif olarak muhafaza edilmelidir.

Proaktif Bakım

Proaktif bakım, ekipmanı arıza yapmadan önce engellemeyi hedeflemiştir. Bina koşullarının aşağıda açıklandığı şekilde optimum seviyede korunması için önleyici ve öngörücü stratejiler içermektedir:

- **Önleyici Bakım:** ‘Önleyici bakım, önceden belirlenmiş aralıklarla veya belirtilen kriterlere göre, bir sistemin veya yapının arızalanma veya performans düşme ihtimalini azaltma amacıyla yapılan bakımdır (Booty, 2009). Zamana dayalı bir metodolojidir ve zaman içerisinde bileşen herhangi bir bakıma ihtiyaç duymasa bile denetlenir ve korunur.
- **Sürekli aralıklı bakım, yaşa dayalı bakım ve kusurlu bakım önleyici bakımda** yaygın uygulamalardır. Yaşa dayalı bakım, sabit aralıklı bakımın, bileşenleri öngörülen bir yaşa ulaştıkları gibi sürdürmelerini engeller. Eksik bakım da bu iki metodolojiden farklıdır. Sabit aralık ve yaşa dayalı bakım, bileşenlerin orijinal durumuna geri getirileceğini varsayarken, kusurlu bakım onları orijinal ve arıza durumu arasında restore etmeyi varsaymaktadır (Ben-Daya et al., 2009).
- **Tahmini Bakım:** Tahmini bakım, önleyici bakımı zaman esaslı olmak yerine koşul esaslı olarak ele alır. Zamana dayalı olmak nispeten pahalı ve zaman alıcıdır. Yeni bir yöntem olarak, öngörücü bakım, sürekli izlemeye ve öğelerin koşul temelli bakımına dayanır. Tahmini bakım, tüm bileşenleri aynı anda periyodik olarak incelemeyi; sadece sorunlu ürünler korunur. Bu problematik öğeler, titreşim izleme, işlem parametresi izleme, termografi, triboloji ve görsel inceleme dahil olmak üzere farklı metodolojilerin yardımıyla belirlenir, ancak en etkili olanı titreşim analizidir (Moblely, 2002). İstisnai durumlar, bileşenin bozulmadan önceki hatalarını ortaya çıkarmaktadır. Bu şekilde herhangi bir kesinti olmadan korunabilmektedir. Tahmini bakım, duruma dayalı ve güvenilirlik merkezli bakım olarak sınıflandırılabilir.
- **Duruma Dayalı Bakım (DYB):** Duruma dayalı bakım (DYB), arızanın zamanında tepki göstermesi için ekipmanın sürekli izlenmesi olarak tanımlanabilir. Fraser (2014), “Seçilen ekipman parametrelerinin tespitine ve izlenmesine, okumaların yorumlanmasına, bozulma raporlarına ve

yaklaşmakta olan başarısızlığın hayati uyarılarına” dayandığını söylemektedir. DYB'de veriler sürekli bir şekilde toplanır ve gerçek zamanlı olarak analiz edilir (Neelamkavil, 2011). Güvenlik gereklilikleri nedeniyle sürekli izlenmesi gereken nükleer santraller, açık deniz tesisleri ve havacılık bileşenleri gibi hassas sistemlerde oldukça etkilidir.

- Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB): Güvenilirlik merkezli bakım aşağıdaki gibi tanımlanabilir: 'Bakım faaliyetlerini yalnızca mekanik veya işletimsel koşullar gerektirdiğinde ve makineyi aşırı titreşim, sıcaklık ve / veya yağlama bozulması için periyodik olarak izleyerek zamanla meydana gelen diğer sağlıksız eğilimleri gözlemlemek gerekmektedir '(Sullivan ve diğerleri, 2014). Bu, çoğunlukla öngörücü bakımdan yararlanıldığı anlamına gelir, ancak ucuz ve önemsiz bileşenler yerini reaktif bakım yaklaşımına bırakılabilir. GMB, sistem işlevini korumayı amaçlar, başlangıçta ekipman çalışmasını korumayı amaçlamaz. (Smith ve ark. 2000). Bu bakımdan bakım kaynaklarını kullanmada oldukça etkilidir. ABS (2004), güvenilirlik merkezli bakımın 3 adımını “En yüksek riskli fonksiyonel arızaları belirlemek, ekipman maddelerini ve arıza modlarını belirlemek ve riski kabul edilebilir seviyelere indirecek bakım görevlerini ve bakım stratejilerini belirlemek” olarak tanımlamaktadır.

Reaktif, önleyici, duruma dayalı ve güvenilirlik merkezli bakım karşılaştırıldığında farklı avantajları ve dezavantajları olsadabakım türünün uygunluğu kuruluşların bakım stratejisine bağlıdır. Bakım tiplerini seçerek uygulamak, birçok durumda da faydalı olabilir. Örneğin, Horner ve diğ. (1997) bakım tipi seçimi için karar verme kriterleri önermiştir. Bu stratejiye göre, reaktif bakım aşağıdakiler için uygundur:

- Önemli olmayan maddeler,
- Durumları izlenemeyen ve bunun için maliyeti yüksek olan önemli kalemler
- Zamana dayalı koruyucu bakım uygulamak, düzeltici bakım uygulama maliyetinden daha azdır.

Önleyici bakım şunlara uygundur:

- Durumları izlenemeyen sağlık, güvenlik ve çevresel açıdan önemli maddeler,
- Durumu izlenebilen ancak çevrimiçi durum izleme tekniklerinin bulunamadığı veya maliyetli olmayan sağlık, güvenlik ve çevresel açıdan önemli maddeler,
- Durumu izlenemeyen ve zamana dayalı önleyici bakım uygulama maliyetinin, düzeltici bakım uygulama maliyetinden daha az olduğu önemli kalemlerin kullanılması.

Tahmini bakım, şunlara uygundur:

- Durumu izlenebilen, çevrimiçi durum izleme tekniklerinin mevcut ve maliyetli olduğu ve de sağlık, güvenlik ve çevresel açıdan önemli maddeler,
- Durumu izlenebilecek ve duruma göre izleme tekniklerinin mevcut ve maliyetli olduğu önemli kalemlerin kullanılması,
- Durumu izlenebilen ve duruma dayalı bakım uygulama maliyetinin, düzeltici bakım uygulama maliyetinden daha az olduğu, fayda sağlayan önemli kalemler.

Toplam Üretken Bakım (TÜB)

Toplam üretken bakım (TÜB), sürekli varlık güvenilirliğini sağlamayı amaçlayan uzun vadeli, kullanıcı merkezli bir bakım metodolojisidir. TÜB'de, bir ekipmanın işletmecisi aynı zamanda bakımdan da sorumludur. Bakıma getirdiği benzersiz bakış açısı nedeniyle, TÜB'in diğer proaktif ve reaktif bakım yöntemlerinden ayrı olarak tartışılması gerekmektedir. Ben-Daya ve diğ. (2009) TÜB'i, operatörlerin ekipman verimliliğini optimize eden, arızaları ortadan kaldıran ve toplam işgücünü içeren günlük aktivitelerle özerk bakım sağlayan yenilikçi bir yaklaşım olarak tanımlamaktadır. İlk olarak Japonya Bitki Bakım Enstitüsü (JIPM), başkanı Seiichi Nakajima tarafından ortaya çıkarılmıştır ve başkan, TÜB'nin babası olarak görülmektedir. Daha sonra, TÜB birkaç tanım farkı ile İngiltere ve ABD'ye ulaşmıştır. TÜB'nin Japon tanımı, üretken bir bakım sistemi üzerinde çalışan ekip çalışması veya küçük grup faaliyetlerinin kullanımına vurgu yaparken, Batı tanımı, ekipman

operatörlerinin aktif katılım yoluyla ekipmanın genel etkinliğini vurgulamasıdır (Bamber ve ark., 1999). TÜB, Lyonnet (1991) tarafından aşağıda açıklanan uygulamalar yoluyla hizmet kalitesini arttırmayı amaçlamaktadır:

- Operatörler kendi makinelerinden sorumludur ve temizlik, yağlama, dış muayene gibi birinci seviye bakım görevlerini yerine getirir.
- Bakım mühendisleri, uzman olarak, yalnızca daha karmaşık işleri üstlenirler,
- Bakım sorunlarını tartışmak, işletmeden bir bütün olarak fayda sağlamak ve genel olarak bakımın üst düzey bir görünümünü elde etmek için iyileştirmeler önermek üzere küçük personel grupları oluşturulmuştur.

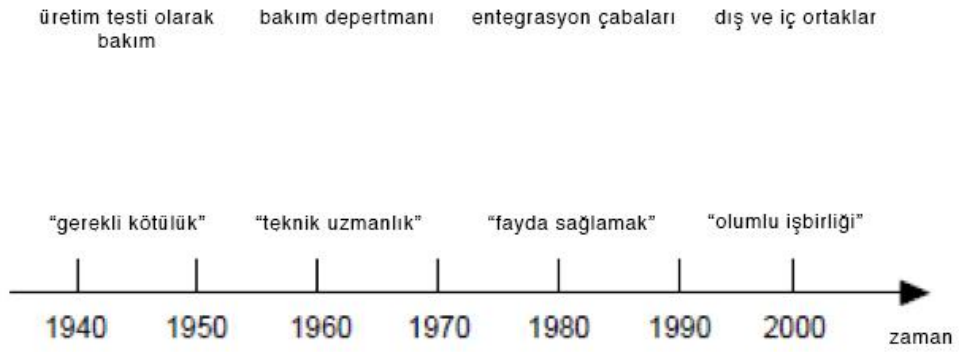
2.4.3. Bakım ve Onarım Yönetimi

Bina bakımı, teknik ve günlük faaliyetlerden daha fazlasıdır, arka planda bakım kaynaklarının etkin kullanımı ve optimum bakım uygulaması seçilmesi için stratejik karar alma adımları vardır. Bir bakım stratejisi, sistemin bozulma seviyesine ve kabul edilebilir sömürü eşiklerine göre gerçekleştirilecek bakım eylemlerinin sırasını belirleyen bir karar olarak tanımlanabilir. (Ben-Daya ve diğerleri, 2009). Farklı bakım stratejileri bir tesisin finansal durumu, performansı, örgütsel ve stratejik hedefleri üzerinde farklı etkiye sahip olacaktır (Pati ve ark. 2009). Bu nedenle bakım kaynaklarının etkin ve verimli kullanımı için analizler ve karşılaştırmalar yapılmalıdır. Bakımın yönetimi ciddi bir iştir ve tesisin işletmeye ve kuruluşa kattığı değer nedeniyle iş birimi olarak ele alınması gerekir. Kurum için neyin önemli olduğunu belirleyerek ve bu kritik alanları bileşenlerle ilişkilendirerek, her bir bileşeni iş hedefleri doğrultusunda tutmak gerekmektedir (Payant ve Lewis, 2007). İşletmenin önceliklerini değiştirmek, bakım öncelikleri ve stratejisinde de değişikliklere neden olabilir. Mevcut odaklanmış çalışma alanları ve birincil hedefler nelerin korunacağını ve hangi bakım stratejisinin uygulanacağını belirler. Bu nedenle, nadiren çalıştırılan veya hizmet dışı bırakılan bileşenlere, tam zamanlı çalıştırılan bileşenlerle aynı şekilde muamele edilmez. Wireman (2005) bakım yönetimi hedeflerini şöyle tanımlamıştır:

- En düşük maliyetle, en yüksek kalitede ve optimum güvenlik standartlarında maksimum üretim,

- Maliyet düşmesi sağlayan doğru ekipman bakım kayıtlarını tespit etmek ve sağlamak,
- Gerekli bakım maliyeti bilgisini toplamak,
- Bakım kaynaklarını optimize etmek,
- Sermaye ve ekipman ömrünü optimize etmek,
- Enerji kullanımını en aza indirmek,
- Eldeki stokları en aza indirmektir.

Kurumlar, bakım hedeflerini açıkça belirtmeli, güvenilirlik ve verimlilik konularıyla başa çıkmak için doğru stratejiler uygulamalıdır. Her organizasyonel grup, tesisler için optimum bakım yönetimi hedefleri doğrultusunda hareket etmelidir. Şekil 2.3, bakım yönetimi anlayışı ve uygulamasının zaman içinde nasıl değiştiğini göstermektedir. Görünüşe göre, bakım yönetimi bir zorunluluk olarak görülüyordu, ancak bugünlerde daha nitelikli hizmet sağlayıcılarla karlı bir faktör olarak görülüyor.



Şekil 2. 3 Zamana Göre Bakım Yönetiminin Gelişimi (Pintelon ve diğerleri, 1999)

Bakım, tesis yönetimi dış kaynak kullanımının gelişim sürecinde ilk dış kaynaklı tesis yönetim alanlarından biridir. Çekirdek iş dünyasında yaşanan rekabet ve hizmet tedarikinden beklentilerin yüksek olması nedeniyle bakım dış kaynak kullanımı tesis bakımı için önemli bir seçenektir. Campbell (1995) dış kaynak kullanımında bazı avantajlara dikkat çekmektedir:

- Organizasyon, kendi yeteneklerini aşan yeni fikirler ve iyileştirme potansiyelleri geliştirebilir,
- Organizasyon daha fazla personel derinliğine ve sofistike teknik bilgiye ulaşabilir,
- Organizasyon, hizmeti gerçekleştirmek için özel ekipmanlardan yararlanabilir;
- Dış kaynak kullanımı yapan firmaların üst kalite uygulamaları olabilir,
- Organizasyonlar, temel yetkinlikler için daha fazla esnekliğe sahip olabilir,
- Dış kaynaklı faaliyet, dış kaynak kullanımı için temel bir iş olduğundan, organizasyon daha yüksek verimlilik sağlayabilir,
- Yeterli bilgi ve tecrübe nedeniyle, dış kaynak kullanan firmaların yeni fikirler geliştirmek için daha fazla zamana ihtiyaçları yoktur,
- Organizasyon, dış kaynak firma ile şirket içi personel arasındaki bilgi transferi sağlayabilmektedir.

Aynı zamanda, bakım dış kaynak kullanımı yukarıda belirtilen faydaları üretebilir. Yeterli bilgi ve teknik beceriye sahip bir bakım yüklenicisi, tesis için daha nitelikli bir bakım hizmeti sağlayabilir. Teknik düzeyde dış kaynak kullanımı birçok nedenden dolayı uygulanabilir olmakla birlikte, stratejik düzeyde dış kaynak kullanımı kuruluşlarda bazı zayıflıklara neden olabilir. Murthy ve diğ. (2002) bu zayıflıkların bazılarını şu şekilde tanımlamaktadır:

- Bakım ve üretim yakından bağlantılı olmalıdır. Bu gerekli bağlantı dış kaynak kullanımı ile zayıflatılmıştır.
- Hizmet acentesi ve iş dünyasının uzun vadeli hedefleri farklıdır. Bu uyumsuzluk uzun vadeli iş perspektifi için uygun değildir.
- Dış kaynak kullanım riskleri, ekipmanın yetersiz olması veya servis aracısından kaynaklanan sorunlar (iflas, grev vb.) nedeniyle büyüktür.

Bakım yönetimi bir girdi ve çıktı döngüsü olarak görülebilir (Ben-Daya ve diğerleri, 2009). İşgücü, ekipman, politikalar, yedek parçalar gibi girdiler bir araya getirilir, daha sonra bakım planlanır, programlanır ve en sonunda yürütülür. Bunların bir sonucu olarak, tüm varlıklar optimum maliyet ve kalite ile çalışabilmektedirler. Maksimum bakım performansına ulaşmak için iş, malzeme, stok ve maliyet sürekli kontrol edilmelidir (Ben-Daya ve diğerleri, 2009). Bu bölüm bakım yönetiminin ana alanlarını sunmaktadır.

Bakım Bütçelemesi ve Maliyetlendirme

Bakım bütçelemesi ve maliyetlendirilmesi, bakım optimizasyon çabalarında önemli bir yere sahiptir. Ben-Daya ve diğ. (2009) “Bakım bütçesinin fiili performansın sorgulanması için bir temel oluşturduğunu ve maliyet kontrolü yoluyla iyileştirici önlemlerin gerekli olup olmadığını gösterdiği” iddia edilmektedir. Bakım için optimum bütçe mevcut bina durumuna, bina yaşı, bina performansı ile ilgili şikâyete, müşterinin isteğine, fonların mevcudiyetine ve güvenlik, sağlık gereksinimlerine bağlıdır (Şah Ali, 2009). Bütçe ve maliyet arasındaki fark, bakımın uygun maliyetli olup olmadığını belirler. Bakım maliyeti bütçeden daha yüksek, ancak yine de kontrol sınırları dahilinde olsa bile, daha kârlı ve uygun maliyetli olan daha nitelikli malzeme ve işgücü arzı sonucu olabilir (Mirghani, 2001).

Bakım maliyeti, tesis bütçesindeki en büyük harcamalardan biridir. Bakım tipik bir gider olarak görüldüğü için, gereksiz bakım harcamalarındaki herhangi bir azalma karlara doğrudan bir katkı olarak görülür (Wireman, 2005). Böyle bir yaklaşım birçok açıdan sorunludur ve sahibinin öngöremediği dolaylı maliyetlere yol açabilir. Bakım maliyeti; doğrudan bakım maliyeti, işletme kapatma maliyeti, niteliksiz ürünün maliyeti, ekipman bozulma maliyeti, ekipman yedeklerinden kaynaklanan fazlalık maliyeti ve fazla bakım maliyeti gibi çeşitli gider kalemlerinden oluşmaktadır (Duffuaa ve Raouf, 2015). Bu maliyetleri azaltmak yerine, asıl hedef, maksimum bakım performansına sahip olmak için bunları optimize etmektir. Bundan dolayı, tesis yöneticilerinin bakım için uygun stratejiyi uygulaması gerekir; aksi halde, bakım yetersizliği veya aşırı bakım nedeniyle maliyetler artabilir.

Maliyet etkin bir bakım stratejisi geliştirirken, kısa vadeli maliyet tasarrufları yerine, kuruluşların bakım karlılığını artırmak için uzun vadeli faydalara odaklanmaları

gerekir. İlk adım, reaktif bakım çalışmalarının sayısının azaltılması olarak görülebilir (Akcamete ve ark. 2010). Tesis reaktif olarak korunursa daha ciddi, karmaşık ve maliyetli arızalar meydana gelebilir. Buna ek olarak, hizmet dışı kalma süresinde artış, dolaylı olarak bakım maliyetini artıran üretim sürekliliğine ve işletme karlılığına zarar verir. Ayrıca, bakım kalitesi başarısızlık ve işin tekrarlanması olasılığını azaltarak maliyetleri düşürür. Bakım kalitesini sağlamak için teknisyenler, hatayı doğru şekilde teşhis edip düzeltebilecek bilgiye sahip olmalıdır. Teknik bilgi ve beceri eksikliği, bakım sonucu yeterli olmayabilir ve iş bir kereden fazla çoğaltılabilir. Bu nedenle, kuruluşların kalifiye teknisyenler çalıştırması ve kendilerini geliştirmek için gerekli eğitimleri sağlamaları gerekmektedir.

Bakım Planlama ve Programlama

Tesis yaşam döngüsündeki yüksek bakım maliyeti nedeniyle, zamanın verimli kullanılması karlılığın artırılması için çok önemlidir. Bakımın planlanması ve programlanması, bakım yönetiminin ana görevlerden biridir. Genel olarak, planlama ve zamanlama birlikte belirtilir. Bununla birlikte, planlama işin, insan gücü gereksinimlerinin, yedek parçaların, malzeme ve özel alet gereksinimlerinin tanımlanmasından oluşur; zamanlama, planlanan işler için bir süre geliştirmekten ibarettir (Duffuaa ve Al-Sultan, 1997).

Bakım planlanırken, Palmer (2006) tarafından belirlenen birkaç prensip vardır. Her şeyden önce, bakım planlayıcılarının bakımı etkin bir şekilde planlamak, izlemek ve kontrol etmek için ayrı bir bölüme sahip olmaları gerekir. Ayrıca gelecek işleri en az bir hafta önce planlamaları da gerekmektedir. Daha sonra ne yapılması gerektiğini bilmek, personelin gelecekteki bakım görevlerine kolayca odaklanmasını sağlar. Ayrıca, planlamacıların yapılan bakımın da dahil olduğu bir veri tabanı oluşturması gerekir. Toplanan tarihi ve karakteristik bilgiler bakım planlamasını hızlandırır. Planlayıcıların aynı zamanda zanaat yeterlikleri konusunda da dikkatli olmaları gerekir. Yanlış iş dağıtımı, bakımda gecikmeye veya düşük kaliteye neden olabilir.

Diğer programlama türleri ile karşılaştırıldığında bakımda programlama bazı yönlerden farklılık gösterir. Paz ve Leigh (1994) bu farklılıkları şu şekilde tanımlamaktadır:

- Bakım, tekrarlı olmayan işlerin planlanmasını içerir,
- Onarım işleri dinamik bir teşhis süreci içerir,
- Aynı ekipman üzerinde farklı bakım görevlerinin uyumluluğu dikkate alınmalıdır,
- Bir bakım görevi daha küçük görevlere ayrılabilir,
- Bakım görevlerinde bir uygulama seçeneği vardır,
- Arızalar, diğer görevlerin yeniden planlanmasına neden olabilir,
- Bakım görevinin kapsamı sabit değildir,
- Bakım planlaması, kaynakların planlanmasını ve bunların çalışma sahasına gitme sürelerini gerektirir,
- Önleyici bakım politikaları üretim programında boşa kalma süresinden yararlanabilir,
- Tamir işleri çok seviyeli bir hiyerarşik yapıya sahipken, normal varsayım en fazla iki seviyedir.

Gantt çizelgeleri, kritik yol yöntemi (CPM), proje değerlendirme ve inceleme tekniği (PERT), tamsayılı programlama ve rassal programlama, bakım planlaması için yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir (Duffuaa ve Raouf, 2015). Tanım olarak bakım çizelgesi arızalar, ekipmandaki beklenmeyen koşullar vb. ile kesintiye uğrayabilir. Her bir bakım çalışmasını sıralamak için tesis yöneticisinin iş önceliklerini belirtmesi gerekir.

Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemleri (CMMS)

Bakım; kaydedilecek, güncellenecek ve kullanılacak çok çeşitli verileri içerir. Bu veriler uygun şekilde yönetilmezse, binayı güvenilir bir şekilde korumak mümkün değildir. Bu noktada, Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemleri (CMMS), bakımı yönetmek için kullanılan yaygın teknolojilerdir. 'CMMS iş emirlerini planlama ve zamanlama, arıza çağrılarının gönderilmesini hızlandırma, genel bakım iş yükünü

yönetme, bakım faaliyetlerini izleme, maliyetler, ekipman arızaları, envanter kontrol sistemleri ve varlık yönetimi' (Ben-Daya et al., 2009) 'e sahiptir.

CMMS, bakımı planlama, yürütme ve kontrol etme konusunda birçok avantaja sahiptir. Sullivan ve diğ. (2004) bu faydaları şöyle tanımlamıştır:

- Daha az başarısızlık ve müşteri şikâyeti ile sonuçlanan bir arıza meydana gelmeden önce ortaya çıkan sorunların tespit edilmesi,
- Personel kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlayan daha yüksek düzeyde planlı bakım faaliyetleri gerçekleştirmek,
- Arıza süresini azaltan ve daha uzun ekipman ömrü sağlayan optimum ekipman performansının korunması.

2.4.4. Bakım ve Onarımdaki Sorunlar

Mevcut bakım uygulamalarını iyileştirmek için, mevcut sorunların belirlenmesi esastır. Her şeyden önce, binaların bakımı, projenin başlangıcından itibaren dikkate alınmamaktadır. Ayrıca iyi tasarlanmış bir bina da bakım açısından çok sorunlu olabilir. Tasarım aşamasında olduğu gibi işletme aşamasında bu tür sorunları çözmek her zaman daha zor, maliyetli ve zaman alıcıdır. Bu nedenle, tasarımcılar ve tesis yöneticileri, sürdürülebilir binaları tasarlamak için daha güçlü bir şekilde iş birliği yapmak zorundadırlar.

Diğer bir konu ise, birçok mal sahibinin bakımı yaşam döngüsü perspektifinde görememesi ve mevcut uygulamaların çoğunlukla reaktif olmasıdır. Birçok tesisin bir bakım planı veya stratejisi yoktur, bunun sonucunda sık sık ciddi arızalara maruz kalırlar. Bu nedenle, sahipleri, planlı ve proaktif bakım stratejileri uygulamak için tesis yöneticileri tarafından ikna edilmelidir. Yeni yönetim araç ve teknolojilerinin tanıtılması, reaktiflikten proaktifliğe bu geçişi destekleyebilir.

Yöneticiler ve teknisyenler arasındaki iletişim sorunları da bakımda hüküm sürmektedir. Kâğıt temelli veya sözlü iletişim yanlış anlamalara, eksikliklere, hatalara açıktır. Ayrıca, eğer doğru bir şekilde saklanmazsa, önemli miktarda bilgi kaybolabilir. Tüm bu verimsizliklerin maliyeti birçok tesis için önemlidir. Bu nedenle kuruluşlar,

yöneticiler ve teknisyenler arasındaki iletişimi ve bilgi alışverişini güçlendirmek için yeni stratejiler geliştirmeli ve yeni teknolojiler benimsenmelidir.

Başka bir zorluk da bakım bilgilerinin korunmasından ve güncellenmesinden kaynaklanmaktadır. Bakım için bilgi kaynağı oluşturmak için, tüm bakım iş emirleri, onarım adımları, değiştirilen parçalar ve diğer birçok bilgi doğru şekilde belgelendirilmelidir. Uzun çalışma periyoduna dayanarak, bu bilgiler zamanla birikir ve gerekli bilgiyi bulmak zorlaşır. Kısacası, bina bakımında bilgi depolamanın sistematik bir yaklaşıma ihtiyacı vardır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KAMU YAPILARINDA PERFORMANS UYGULAMALARI VE SORUNLARI

Bir binayı tasarlama, planlama, koordine ve inşa etme süreci, müşterinin ihtiyaçlarını karşılamak için tüm yapı çalışanlarının birlikte çalışmalarını gerektirmektedir. Genellikle yapı çalışanları dinamik süreç ve prosedürler içerisinde çalışmak zorundadır. Binanın sağlayıcıları, yöneticileri veya bina sakinleri de dâhil olmak üzere tüm paydaşların beklentilerini yerine getirme şekli başarının ölçütü haline gelmektedir. Tasarım sadece üretilebilirlik ile değil aynı zamanda sürdürülebilirlik, erişilebilirlik, işlevsellik, akustik, enerji ve performans ile birlikte varlığını gerçekleştirmektedir. Bu parametrelerin her biri bir dizi sosyal, ekonomik ve yasal şartları da sağlamalıdır. Geleneksel olarak bu koşullar kurallara ve standartlara tabidir. Bununla birlikte, kişisel standart yaratma arzusu gerçek kullanıcı ile bina arasında zayıf bir ilişkiye yol açar. Geleneksel kuralcı yaklaşımı, performansa dayalı yaklaşım ile değiştirerek binalarımız için kaliteli ve uzun vadeli değer artışı sağlayabilmekteyiz.

3.1. Akustik Uygulamaları ve Sorunları

Ses Algısı

Duyulabilecek en sessiz ses (başka bir deyişle işitme eşiği) sıfır desibeldir. Sıfır desibelin sıfır ses olmadığı unutulmamalıdır. İki kulağın duyum oranı sesin iletim biçimine bağlı olarak 0,5 dB kadar küçük farklılıkları tespit edebilir. Ancak çevreden kaynaklı seslerden dolayı tespit edilebilir fark, genellikle değişimin ne kadar çabuk gerçekleştiğine bağlı olarak, 1 ile 3 dB arasındadır. Ses basıncı seviyesindeki (SBS) 10 dB'lik bir değişiklik, tabii ki, ses seviyesindeki yaklaşık iki katına / yarıya karşılık gelir.

Endüstriyel ve çevresel sesin SBS'si sürekli dalgalanmaktadır. Sesin fiziksel özelliklerini çok kesin bir şekilde ölçmek; ses, perde ve duyulabilirlik gibi özelliklerle fiziksel insan tepkisini tahmin etmek mümkündür. Ancak rahatsız edici sesler gibi öznel ses özelliklerini tahmin etmek çok fazla parametre ile mümkün olduğu için zorlayıcıdır. Bu nedenle bir sayaç yalnızca sesi ölçebilir, alıcı tarafından istenmeyen ses olarak tanımlanan gürültüyü ölçemez.

Ses Gücü Seviyesi

Bir tesis veya ekipman ögesinin ses çıkışı, genellikle 1 pW'lık (picowatt) referans gücüne göre desibel cinsinden ölçülen ses gücü seviyesi cinsinden belirtilir. Çevreleyen ve araya giren boşluğun akustik özellikleri bilindiği takdirde, belirli bir pozisyonda kaynağın ses gücü seviyesi bilgisinden hesaplanabilecek olan SBS ile karıştırılmamalıdır.

Tasarım Yoluyla Gürültüyü En Aza İndirme

Ses, iletim veya yansıma yoluyla iletilir. Gürültü iletimi özellikle bitişik mekânlardan sızan konuşma gürültülerindeki ana problemdir. Günümüz modern ofisleri tuğla veya blok duvarlardan ziyade, sökülebilir tam yükseklikte bölmelerin kombinasyonları ile tasarlanmaktadır. Bu bölümlerin akustik performansı ve uyumu, iyi ses yalıtımı için çok önemlidir.

Büyük hacimli alanlarda ise gürültü yansıması iletimden çok daha önemli bir konu haline gelmektedir. Tüm yüzeyler yani döşeme, duvar kaplamaları, tavanlar, gürültü yansımasını azaltmak için uygun ve uyumlu halde seçilmelidir. Örneğin sert ve düz yüzeyler bir alan etrafındaki gürültü yansımasını arttıracaktır. Yastıklı veya yumuşak alt döşemeleri malzemeler ise gürültü yansımasını hafifletmeye güçlü bir katkı sağlamaktadır.

Açık planlı alanlarda örneğin iş istasyonları gibi alanlar arasında ses aktarımını azaltmak için ses bariyerleri kullanılmaktadır. Kamusal alanlara iletilen trafik vb. gürültülü seslerde kullanılan ses bariyerleri en yaygınlarıdır.

Kaynaktaki Gürültüyü Kontrol Etme

Gürültüyü azaltmanın en iyi yollarından biri kaynağında kontrol etmektir. Mekanizmalarını daha sessiz hale getirmek için mevcut ekipmanı değiştirmek, örneğin, ekipmanın çevresine bir kutu inşa etmenin sadece beşte birine mal olmaktadır.

Gürültülü cihaza daha iyi bir çözüm ilk etapta satın almak değildir. Sağlık ve güvenlik kılavuzuna: “İşyerinde gürültüyü azaltmak için alabileceğiniz en uygun maliyetli, uzun vadeli önlem, daha sessiz makineler seçmek için bir satın alma politikası oluşturmaktır”. Bu, “gürültü kontrol önlemlerinin daha da güçlendirilmesi” ihtiyacını önler.

3.2. İklimlendirme Uygulamaları ve Sorunları

İç Hava Kalitesi

Ortalama bir insanın zamanının yüzde 90'ını bir binada geçirdiği tahmin edilmektedir. İşyerinde azami üretkenliğin yanı sıra sağlık ve refahı sağlamak için hava kalitesini korumak hayatidir. Bununla birlikte, dış hava kirliliği ve emisyonların azaltılması ile ilgili son hava kalitesi girişimlerine rağmen, şu anda herhangi bir mevzuat bulunmamaktadır.

Hava kalitesini belirlerken sıcaklık ve nemden hava akışına ve temizliğine kadar her şeyin göz önünde bulundurulması ve ayrıca kullanılan klima ve havalandırma ekipmanlarının bakımının yapılması önemlidir. Isıtma, Havalandırma ve Klima Üreticileri Birliği, özellikle iç hava kalitesi konusunda bir girişim başlattı. Bu birlikte konuyla ilgili araştırmaları değerlendirmekte ve hava kalitesi düşükse ortaya çıkabilecek problemler hakkında daha iyi bir anlayış yaratmak istemektedir.

Sağlık sorunları (astım, göz iritasyonları ve mide bulantısı gibi) kötü hava semptomları olarak bilinmektedir. HVAC sistemlerinde bakterilerin yaydığı lejyoner hastalığı vakaları bile olmuştur. Kötü hava kalitesi aynı zamanda iş yerindeki üretkenliği de etkilemektedir.

Ekipmanın Hava Kalitesi Üzerine Etkisi

İç hava kalitesini etkileyen faktörler arasında mobilyalar, halılar, aksesuarlar, bilgisayarlar, fotokopi makineleri ve faks makineleri gibi genel ofis cihazları ile HVAC ekipmanı bulunur.

Kullanılan elektrikli ekipman miktarı ile sıcaklıklar artar, örneğin yazıcılar ve faks makineleri tarafından küçük miktarlarda toksik ozon üretilebilir ve örneğin yumuşak mobilyalar, halılar ve bazı yan ürünlerden oluşan uçucu organik bileşiklerin (VOC) emisyonları oluşabilir. Ekipmanların bir mekânda değerlendirilmesi ve iç mekân hava kalitesi üzerinde minimum etkiye sahip ekipmanların seçilmesi tavsiye edilir ve bunun sonucunda daha küçük ve daha ucuz HVAC ekipmanının gerekli olduğu görülmüştür.

Enerji Tasarrufu ve Kalitenin İyileştirilmesi

Isıtma, Havalandırma ve Klima Üreticileri Birliği, enerji tasarrufu sağlamak ve iç mekân hava kalitesini iyileştirmek için şunları önerir:

- İnaktif dönemlerde güç tüketimini azaltmak için mümkün olduğunda uyku modlu elektrikli ekipmanların seçilmesi,
- Ozon filtrelerini uygun olan yerlerde ekipmana takma,
- Düşük VOC emisyonlarına sahip halı ve mobilyaların döşenmesi,
- Dumanları ve emisyonları kontrol etmek için özel ekstraksiyon ekipmanına sahip olmak,
- Mümkün olduğunda solvent içermeyen mürekkepler kullanmak,
- Ekipmanın ne kadar kolay temizlenebildiğini kontrol etmek ve üreticilerin temizlik ve bakım konusundaki tavsiyelerini takip etmek.

İç ortam havası kalitesi, olabildiğince fazla kirlenici maddeyi gidererek veya sınırlandırarak, iyi kalitede bir çevre kontrol sistemi (kirlenicilerin giderilmesini de içeren) sağlayarak ve yeterli havalandırmayı (mümkün olduğunda doğal) sağlayarak iyileştirilebilir.

CIBSE (bina hizmetleri mühendisleri yeminli kurumu)'nin önerileri:

- Kaynaktaki kirleticilerin giderilmesi
- Toksin olmayan veya daha az kötü kokulu kirletici maddeler üreten kaynakların kullanılması
- Maddelerin emisyon oranını azaltmak
- Havalandırmanın iyileştirilmesi

Ekipman Seçimi

Doğru HVAC ekipmanını seçmek esastır. Montajı yapılan ve daha sonra uygun şekilde bakımı yapılan cihazların alan için uygun olması gerekir, aksi takdirde hava kalitesini düşürmede etkisi olabilir. Çevre Ticaret Birlikleri Federasyonu (FETA), ekipmanın korunmasının önemini vurguluyor ve birinci sınıf ekipmanın yanlış yerde kullanılmasının, özellikle düzenli olarak bakım ve temizlik yapılmadığı takdirde, eski ekipman kadar zarar verebileceğinin altını çiziyor.

Temiz hava akışı sağlayan klima tek başına yeterli değil, eğer ünite yanlış yerde yerleştirilirse, özellikle filtreler düzenli olarak değiştirilmezse, içeride trafik dumanı şeklinde daha fazla kirlenmeye neden olan, ters-üretkenler olabilir. Dolayısıyla temiz hava akışı özelliğine sahip klima kirli hava akışı sağlayan zararlı bir cihaz haline gelmektedir. CIBSE'ye göre, gereken filtrasyon derecesi, dış kirlilik düzeyi ve kullanıcıları korumak için belirlenen maruz kalma sınırları ve binanın iç yüzeyleri için gerekli koruma miktarı, klima santrali ve hava dağıtımı gibi çeşitli faktörlere göre değişir.

Klima

Günümüzde klima lüks bir ürün olmaktan çıkıp temel konfor ihtiyacı olarak görülmektedir. Aslında, ofisleri, dükkânları, restoranları ve arabaları kapsayan çeşitli yerlerde, klimalı bir ortama sahip olmak çok önemli ve şart hale gelmiştir. Bununla birlikte, enerji verimliliği gerekçesiyle doğal havalandırmanın tercih edildiği durumlar vardır.

İklimlendirme ihtiyacı

Açık plan ofislerine yönelik eğilimler, çalışan başına tahsis edilen alan, geleneksel bir ofise göre daha kısıtlayıcı olduğundan, klima sistemleri için artan taleplere yol açmıştır. Buna ek olarak, bugünün ofislerinde bulunan birçok elektronik sistem tarafından üretilen büyük miktarda ısı ve soğutma ihtiyacı vardır. Pencereleeri açmak her zaman çözüm değildir, çünkü çoğu yapılarda ya da mekânlarda pencereler mühürlenmiş ya da tamamen cam cepheler halindedir. Pencereleerin geniş açıldığı yerlerde ise, dış ortam gürültülü ve kirlenmiş bir cadde yani konfor için dezavantajlı olabilmektedir.

İki kişiden oluşan küçük bir ofis ve tipik bir ofis ekipmanları yelpazesi, saatte 3000 W'lık bir ısı üretebilir; bu da iki çubuklu bir elektrik ateşinden daha fazladır. Kötü hava kalitesinin, üretkenliği azalttığı veya engellediği bilinmektedir.

Sıcaklık Kontrolü

Her ne tür klima sistemi kullanılırsa kullanılsın temel amaç, mekân kullanıcıları için ideal düzeyde, yeterli nem seviyesine sahip, konforlu ve temiz bir atmosferi sağlayacak olan sıcaklık kontrolüdür. Sıcaklığın tipik olarak 22–24 ° C aralığında tutulması gerekirken, bağıl nemin yüzde 50 artı eksi yüzde 5'de tutulması gerekmektedir.

Makinelerin (bilgisayarlar, disk sürücüleri, ağ anahtarlama donanımı, telekom sistemleri vb.) yoğun olduğu ortamlardasıcaklık kontrolü çok hassastırve herhangi bir sıcaklık-nem değışiklik oranına yer yoktur. Günümüzde en çok finans merkezlerinde kullanılan ve daha da karmaşık bir yapı olan “Blade” sürücüleri bu değışikliğin yaşanması durumunda tamamen sistem dışı hale gelebilmektedir. Bir ofisteki personel yüzde 10'luk dalgalanmalara tolerans gösterebilirken, sürücüleerin kullanıldığı mekânlarda bu tolerans çok düşük seviyelerdedir.

3.3. Işık Uygulama ve Sorunları

İyi Aydınlatmanın Amaçları

İyi aydınlatma, çalışanların güvenliği, kabul edilebilir iş performansını, doğru aydınlatma seviyelerini korumakla sınırlı olarak görülmemelidir. Aslında iyi bir aydınlatma yatay aydınlık ile iş alanı üzerindeki aydınlık bütünlüğü; renk görünümü; renk verme, parlama ve rahatsızlık; tavan, duvar ve zemin yansımaları; çevre aydınlık oranları; iş ve çevre yansımaları; ve de dikey aydınlık olarak kategoriler halinde sağlanmaktadır.

Aydınlatma Standartları

Belirli bir yer ya da etkinlik için gereken ışık miktarı (aydınlık standardı), genel konfor konuları ve istenen görsel verimlilik gibi birçok değişkene bağlıdır. Aydınlık birimi, metrekare başına bir lümeneye eşit olan lükst(lx)'dir. Belirli bir alandaki aydınlık derecesini ölçmek için, bir fotoelektrik hücre içeren cep ışıkölçer gibi güvenilir bir ölçüm cihazı gerekmektedir.

Bir mekândaki aydınlatma, aydınlık seviyelerini belirli bir görev veya durumda görülmesi gereken ayrıntı derecesi ilişkilidir. Örneğin, bir ofiste ayrıntı algısı gerektiren işler için ortalama aydınlık 200 lx ve ölçülen minimum aydınlık 100 lx olmalıdır.

Aydınlatma Çıkışı

Belirli bir lambanın aydınlatma çıkışı ömrü boyunca kademeli olarak azalacaktır, ancak sadece lambanın kendisinin değil, aynı zamanda reflektörlerin, difüzörlerin ve armatürün diğer bölümlerinin de düzenli olarak temizlenmesi ve bakımı ile iyileştirmeler yapılmalıdır. İyi ve ekonomik bir lamba değiştirme politikası, örneğin, yıprandıklarında tek başlarına uğraşmak yerine, değişen lamba gruplarını içerebilir.

Aydınlatma Kalitesi

Standart hizmet aydınlatması açısından bir mekânaatanan aydınlatma miktarı aydınlatma tasarımının kilit bir özelliği olsada, aydınlatmanın nitel yönlerine de aynı önem derecesinde bakmak gerekmektedir. Bunların, insanların çalışma faaliyetlerini

görüntüleme biçimleri ve ortaya çıkabilecek tehlikeler üzerinde doğrudan ve dolaylı etkileri bulunmaktadır. Aydınlatma kalitesi şunlardan etkilenir:

- Parlama: Görme alanının bazı kısımları çevre ile karşılaştırıldığında çok parlak olduğunda, görme keskinliğine veya görme rahatsızlığına neden olan ışığın etkisidir.
- Dağıtım: Bu ışığın yayılma şekli ile ilgilidir. Aydınlatma armatürlerini sınıflandırmak için bir standart, Armatürleri ışığı dağıtma şekline göre sınıflandıran BZ1'den (ışık dar bir sütunda aşağıya doğru akar) BZ10'a (ışık her yöne yayılır) göre sınıflandırılan İngiliz Zonal Yöntemi olarak adlandırılmıştır. Odanın şekli, yansıtıcı yüzeyler de eşit derecede önemlidir.
- Parlaklık: Herhangi bir mekândaki tüm yüzeylerin yansımalarının iyi bir şekilde korunmasını sağlayarak iyi bir parlaklık oranı (bir görev nesnesi ve çevre arasındaki görünür parlaklık oranı) hesaplanabilir. İç tasarım yansıtma değerleri dikkate alınmalıdır. Belirli bir görev (veya görev aydınlatma faktörü) için önerilen aydınlatma seviyesi 1 ise, etkin yansıtma değerleri tavanlar için 0,6, duvarlar için 0,3-0,8 ve yerler için 0,2-0,3 olmalıdır.
- Difüzyon: Işığın her yöne belirli bir önceliği olmayan projeksiyonudur. Dağınık aydınlatma popülerdir ve çıplak armatürlerden çıkan parlama miktarını azaltır. Dezavantajları, güvenlik standartlarını etkileyebilecek veya hatta aydınlatma verimliliğini azaltabilecek olan düşük yoğunluklardan kaynaklanmaktadır.
- Renk sunumu: Nesnenin, doğal ışık altındaki rengiyle karşılaştırıldığında (örneğin, bir referans aydınlatıcı), belirli bir ışık kaynağı altındaki görünümünü ifade eder. Armatürlerin renk oluşturma özellikleri, mekânın toplam aydınlatmasına katkıda bulunan doğal ışığın olmadığı zamanlarda da etkili olmalıdır.

Floresan ışık şeritleri iş yerlerinde en ucuz ve en yaygın aydınlatma şeklidir, ancak parlamaya ve (genellikle algılanamayan) titremeye neden olmaktadır. Aydınlatma lambaları (daha güçlü halojen veya sodyum ampulleri kullanma) gibi dolaylı ışık

kaynakları daha sıcak, titreşimsiz bir ışık sağlar ve en çok kullanılan aydınlatma biçimidir.

3.4. İç Mekân Konfor Uygulamaları ve Sorunları

Kamusal bir binada, bina kullanıcılarının enerji tüketimi konusundaki farkındalığını arttırmak kolay bir iş değildir çünkü kamusal ortamlarda doğrudan enerji maliyetlerinin ödenmesi ya da sorumluluklar konusunda kullanıcı bazlı bir bilgilendirme mevcut değildir. Kullanıcılar özel ihtiyaçlarını karşılamak için çevre sistemiyle etkileşime girerler. Yetersiz veya rahatsız edici termal konfor ortamı, büyük olasılıkla enerji tüketimini ve refah seviyesini yükseltmeyi hedefleyen kullanıcı tepkilerini artıracaktır. Ayrıca, enerji kullanımındaki bir artış, verimsizlik ve sağlık sorunları gibi, mekânın elverişsiz mikroiklim özelliklerinin bir sonucu olmaktadır.

3.4.1. Termal Konforun Sağlık ve Verimlilik Üzerindeki Etkileri

Sürekli termal rahatsızlığın “hasta bina sendromu” (HBS) veya “bina ile ilgili hastalığa” (BİH) yol açması muhtemeldir. HBS terimi, bir binada geçirilen zamanla ilgili olarak, belirli bir hastalık veya sebep olmaksızın, sakinlerin akut sağlık ve konfor etkilerini tanımlamak için kullanılır. Hastalık belirli bir odada lokalize olabilir veya binanın her tarafında yaygın olabilir. Öte yandan, BİH terimi, teşhis edilebilir hastalık belirtileri tanımlandığında ve doğrudan havadaki bina kirleticileri belirlendiğinde kullanılır. Bir bina, orijinal tasarımına veya öngörülen kullanım prosedürlerine uygun olarak kullanılmadığında problemler ortaya çıkar. Örneğin, yüksek sıcaklık ve yüksek bağıl nem ortak olarak termal konforu ve iç hava kalitesini azaltmaya yardımcı olur. Zayıf bina tasarımı aynı zamanda iç mekân hava sorunlarına yol açabilir.

HBS göstergelerinin bazıları, akut rahatsızlıkla ilişkili semptomları ve kokulara duyarlılığı içerir. Genellikle, semptomların nedeni bilinmemektedir. Ancak, bu belirtileri ifade eden kişilerin çoğu, binadan ayrıldıktan hemen sonra rahatlama olduğunu bildirmiştir. Öte yandan, BİH indikatörleri göğüs gerginliği, öksürük, titreme, ateş ve kas ağrıları. Bu semptomlar klinik olarak belirlenebilir ve açık sebeplere sahiptir.

HBS'nin en yaygın olan birkaç nedeni vardır. Isıtma, havalandırma ve klima (HVAC) sistemleri binadaki kullanıcılar için yeterli hava yaymazsa yetersiz havalandırma oluşabilir. Yoğuşma, küflenme, uçucu organik bileşiklerin (VOC) salınımı, akarlar, kumaşların bozulması, cereyan, ısı kaybı, binanın yapısını etkilemeyen ancak kullanıcılar için hastalığa neden olabilecek karbon emisyonları gibi sorunlara neden olabilir. Ayrıca, binanın içinde hava kirliliği kaynakları olabilir. Örneğin, yapıştırıcılar, döşeme, halı, fotokopi makineleri, üretilen ahşap ürünler, böcek ilacı ve temizlik maddeleri formaldehit de dâhil olmak üzere VOC'leri yayabilir. Çevresel tütün dumanı, yüksek VOC seviyelerine ve diğer toksin bileşiklere katkıda bulunur. Ek olarak, hava kirliliği kaynakları binanın dışında da olabilir. Örneğin, motorlu taşıt egzozundaki kirletici maddeler; sıhhi tesisat havalandırma delikleri, diğer binalar aspiratörler veya bina aspiratörleri kendilerine binaya pencerelerden, yetersiz havalandırma menfezlerinden veya diğer açıklıklardan girebilir ve bir binadaki hava kalitesini tehdit edebilir. Başka bir sağlık tehdidi, bir bilgisayardan gelen elektromanyetik radyasyon, uygun topraklama olmadan cep telefonu yayan veya kablolamadır. Ayrıca, aşırı iş stresi veya memnuniyetsizliği, uzun çalışma saatleri ile zayıf kişilerarası ilişkiler ve iletişim, SBS ile ilişkili psikolojik faktörlerle ilişkilendirilebilir. Bu elemanlar genellikle birlikte hareket eder ve nem, yetersiz sıcaklık veya aydınlatma gibi diğer şikâyetlere katkıda bulunur. Bina yönetimi, kullanıcılar ve bakım personeli, HBS'nin nedenlerini ve sonuçlarını tam olarak iletilip anladıklarında, sorunların nasıl önlenebileceği veya varsa bunları çözmenin nasıl önlenebileceği üzerinde çalışabilirler.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

YAPI BİLGİ MODELLEMESİ İLE TESİS YÖNETİMİ

4. Yapı Bilgi Modellemesine Entegre Edilmiş Tesis Yönetimi

Önceki bölümlerde, Tesis Yönetimi'nin genel çerçevesinden bahsedilmişti. Tesis yönetiminde bilgi yönetimi büyük bir zorluktur; bu nedenle operasyonel görevleri etkin bir şekilde yerine getirmek için yeni bir perspektife ihtiyaç duyulmaktadır. Gelişen bir teknoloji olarak, Yapı Bilgi Modellemesi, işletme süresince daha görsel, doğru ve etkili veri oluşturma, koruma ve paylaşma yeteneğine sahiptir.

4.1. Yapı Bilgi Modellemesi Tanımı

Yapı bilgi modellemesi, 2 boyutlu CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) çizimlerinin çok ötesinde temel bir değişikliğin temsilidir. Bir binanın tüm yaşam döngüsüne eşlik etmek için iş birliğine dayalı, bilgi ve görsel bir platformun gerekliliği ile ortaya çıkmıştır. “3 boyutlu modelleri parametrik ve akıllı modellerle genişleten lider sektör, çelik endüstrisi idi ve bu modeller ileri teknoloji ile gün geçtikçe daha da güçlendi” (Lester, 2013). Sonuç olarak, şu anda YBM tasarımı, inşaat ve işletme için en umut verici teknolojidir. Her ne kadar kullanıcılar için farklı şeyler ifade eden karmaşık, çok boyutlu ve belirsiz bir terim olarak görülsede (Miettinen ve Paavola, 2014; Aranda-Mena ve diğerleri, 2009) YBM'ni tanımlamak için bazı çabalar literatürde görülebilir. Aşağıdaki Tablo 4.1. farklı tanımlar sunmaktadır.

Tablo 4. 1 Yapı Bilgi Modellemesi'nin Farklı Tanımları

Castagna (2008)	YBM, sanal ortamda bir yapı inşa etmek için çeşitli disiplinlerin entegre edilmesini içeren iş birliğine dayalı bir yaklaşımdır
Sabol (2008)	Bir binanın doğru modeli ve geliştirilen bina bileşenleriyle ilişkili bilgilerin kaydedilmesi için bir veri tabanı
Akcamete et al. (2010)	Bina yaşam döngüsünün farklı aşamalarında tasarım, tahmin ve koordinasyon gibi çeşitli süreçleri destekleyen bir yaklaşım
ISO (2010)	Binalar, köprüler, yollar ve proses tesisleri dahil olmak üzere herhangi bir yapıyı nesnenin fiziksel ve fonksiyonel özelliklerinin paylaşılan dijital temsili
Gu and London (2010)	YBM, proje yaşam döngüsünün farklı aşamaları için tüm bina bilgilerinin bütünlüklü bir dijital temsilini veri deposu şeklinde uygulamak ve sürdürmeyi içeren, BT destekli bir yaklaşımdır.
Lester (2013)	Entegre tasarım ve inşaat yönetimini kolaylaştıran hızla gelişen iş birliği araçları
Philipp (2013)	YBM, bir tesisin fiziki ve fonksiyonel özelliklerinin dijital temsillerini oluşturma ve yönetmeyi içeren bir süreçtir.
Cheng and Ma (2013)	Veri zengin, nesne tabanlı, akıllı ve parametrik dijital model ile bir tesisi simüle etme ve yönetme
Miettinen and Paavola (2014)	İlgili yazılım uygulamaları ile birlikte çalışabilirliği ve bilgi alışverişini kolaylaştırmak için bir binanın, nesne yönelimli üç boyutlu modelin veya proje bilgilerinin bir deposunun dijital gösterimi

Yukarıda belirtilen tanımları ve YBM'nin genel kavramını göz önüne alarak, şu şekilde tanımlanabilir: 'Bina yaşam döngüsü için bir veri tabanı oluşturmak için geometriyi parametrik olarak bilgi ile modelleme'. YBM modeli, kullanıcıların bir binanın tüm ilerlemesini ve mevcut durumunu izlemesini sağlayan dinamik bir nesnedir. Tablo4.1'de gösterildiği gibi, programlamadan yıkıma kadar, YBM, 3 boyutlu görselliğe sahip kapsamlı bir veri tabanı ve araç olma yeteneğine sahiptir.

4.1.1. Yapı Bilgi Modellemesinin Olgunluk Aşamaları

YBM'nin bir 3B CAD modeli olduğuna dair genel düşüncenin aksine, YBM tamamıyla bilgiyle dolu bir binanın sanal bir kopyası olmakla birlikte tasarım, inşaat ve işletme aşamasında da fayda sağlamaktadır. (Hallberg ve Tarandi, 2011). Tasarım, inşaat ve işletme sektörlerinin henüz YBM'yi tam olarak benimsemediği için, birçok kuruluşta yaygın bir şekilde kullanılma aşamasında değildir. Bununla birlikte, bir bina bilgi modeli veri zenginliği, yaşam döngüsü görünümleri, teslimat yöntemi, grafiksel bilgi, bilgi doğruluğu ve birlikte çalışabilirlik gibi minimum özelliklere sahip olmalıdır (Hallberg ve Tarandi, 2011). YBM'nin seviyelerinin değerlendirilmesi için farklı modeller vardır.

Aşama 0: YBM öncesi ya da yönetilmeyen CAD olarak adlandırılabilir. Modelin 2B olması muhtemeldir ve sadece tasarım aşamasında tasarlanır ve kullanılır. Daha sonra, inşaat ve işletme işleri ayrı ayrı kâğıt ve elektronik tablolara göre yapılır (Succar, 2009) (BIM Endüstri Çalışma Grubu, 2011).

Aşama 1: 2B veya 3B'de, model tek disiplinli amaçlar için üretilir. Farklı disiplinler arasında iş birliği yoktur ve bilgi alışverişi tek yönlüdür (Succar, 2009).

Aşama 2: 2. İki proje yaşam döngüsü aşaması içerisinde bir veya iki model arasında veya birlikte çalışan modellerin veya birlikte çalışabilirlik modellerinin (birlikte çalışabilir takas) değişimini sağlar (Succar, 2009). Günümüzde, YBM çoğunlukla Aşama 2seviyesinde kullanılmaktadır.

Aşama 3: Bu aşama aynı zamanda iBIM veya açık YBM olarak da adlandırılır. Bu düzeyde, semantik açıdan zengin tümleşik modeller, proje yaşam döngüsü aşamalarında tasarlanır, paylaşılır ve korunur (Succar, 2009). Bu, bilgi modelinin tüm disiplinlere ve aşamalara işbirlikçi bir şekilde hizmet ettiği anlamına gelir. Model,

farklı tek disiplinli modelleri içeren disiplinler arası bir modeldir. Sonuç olarak, yaşam döngüsü aşamaları örtüşür ve tek aşamalı bir sürece neden olur (YBM Endüstri Çalışma Grubu, 2011).

4.1.2. Gelişim Seviyeleri (LOD)

YBM'nin Gelişim Seviyesi protokolü, bir model ögesinin geliştirildiği tamamlanma seviyesini tanımlar (AIA, 2008). Bu şekilde, ekipler, yalnızca ve tam olarak ihtiyaç duyduklarını içeren, yedeksiz model üzerinde çalışabilir. Amerikan Mimarlar Enstitüsü (AIA)yıllık olarak 2013 yılından itibaren LOD (gelişim seviyeleri) spesifikasyon belgesini birlikte yayınlamaktadır. LOD (gelişim seviyeleri) gibi tanımlamalar, sınıflandırmalar vb. hakkında birçok detay içermektedir.

4.1.3. Yapı Bilgi Modellemesinin Özellikleri

Çok boyutluluk ('nD' YBM)

YBM, diğer modelleme yazılımlarının sahip olduğu 3'ten fazla boyuta sahiptir. "Çok Boyutluluk" bina sorunları ile ilgili çözümler için büyük bir potansiyele sahiptir. "ND" modellemesi, YBM teknolojisinin henüz gelişimini tamamlamadığını ve ileride daha fazla "n" boyutunun geliştirileceğini söylemektedir. "Modeller", kullanıcıların bir projenin tüm ömrünü görmelerini ve simüle etmelerini sağlar ve böylece karar verme sürecindeki belirsizlikleri azaltmaya ve gerçek analizini görmelerine yardımcı olmaktadır (Kamardeen, 2010).

Yakın zamana kadar, YBM henüz 3B'den 7B'yekadar gelişmiştir ancak 8BYBM yeni yeni tartışılmaya başlanmaktadır. Tüm boyutlar kısaca şöyle açıklanmaktadır:

- *3BYBM*: 3B model, parametrik veri içeren görselleştirilmiş, doğru, akıllı ve sanal bir modeldir. Bir 3BYBM modelinde, nesne oluşturma, birbirleri arasındaki etkileşimi gösteren koordine ve güvenilir bilgilere sahiptir (Kamardeen, 2010). Çatışma tespiti 3BYBM'nin önemli bir faydasıdır. HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning) (Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme), elektrik ve sıhhi tesisat sistemleri gerçekçi bir şekilde modellenebilir ve yapı ile ilişkileri 3B model tarafından değerlendirilebilir. Bu sayede, inşaat öncesi mekânsal çatışmalar çözülebilir.

- *4BYBM*: YBM'nin 4. boyutu, zaman ögesidir. 4BYBM, görsel bir modelle zamanlamayı ve alan planlamasını desteklemektedir. Bu şekilde, mal sahibi ve yüklenici aynı modeldeki inşaatın ilerlemesini görebilir ve izleyebilir. Ayrıca, farklı senaryolar görselleştirilebilir ve gecikme riskleri değerlendirilebilir.
- *5BYBM*: YBM'nin 5. boyutu, maliyet unsurudur. 5BYBM, inşaat maliyetlerinin ve kontrol miktarlarının izlenmesini desteklemektedir. Bina tasarımı değiştirilirse, miktarlar aynı anda güncellenmektedir. Böylece, hesaplama hataları otomatik olarak hesaplanan miktarlar ve maliyetlerle önlenebilir.
- *6BYBM*: YBM'nin 6. boyutu, sürdürülebilirliktir. YBM modeliyle, detaylı enerji analizi, ısı yükü hesaplamaları, yangın ve duman modellemesi ve atık tahmini dahil olmak üzere sürdürülebilirlik için ana analizler kolayca yapılabilir.
- *7BYBM*: YBM'nin 7. boyutu tesis yönetimidir. Asılı modeller binanın gömülü bileşen verileriyle işletilmesi ve bakımı için kullanılır. Bu sayede operasyonel çalışmalar daha hızlı ve daha etkili bir şekilde gerçekleştirilir.
- *8BYBM ve ötesi*: YBM'nin 8. boyutu; iş güvenliği ve sağlığı yeni endüstri profesyonelleri arasında tartışılmaktadır. Tasarım yoluyla önleme (PtD), YBM ile tehlikeyi tespit etmek, güvenli tasarım önerileri sağlamak ve saha riskini kontrol etmekle mümkündür (Kamardeen, 2010). Gelecekte, farklı yaşam döngüsü aşamalarını ilerletmek için 9B ve 10B YBM gibi daha başka boyutlar tartışılacaktır.

Yaşam Döngüsü Veri tabanı

YBM, planlamadan yıkıma kadar kullanılan bir yaşam döngüsü veri tabanı olarak tanımlanabilir. Bir binanın erken aşamalarında, YBM opsiyon analizi, gerçekçi görüntüler için foto montajı, geçişli animasyonlar, enerji modellemesi, yapısal analiz, vb. için kullanılabilir (Azhar vd., 2012). İnşaat aşamasında, 4B-5B- 6BYBM zaman, maliyet ve performansı etkin bir şekilde analiz etmeyi mümkün kılar. Yapımdan sonra, YBM modeli operasyonel etkinlikler için görsel, birlikte çalışabilir ve nesne yönelimli özelliklerinden yararlanmak için tesis yöneticisine verilir. Ayrıca, yapının faydalı

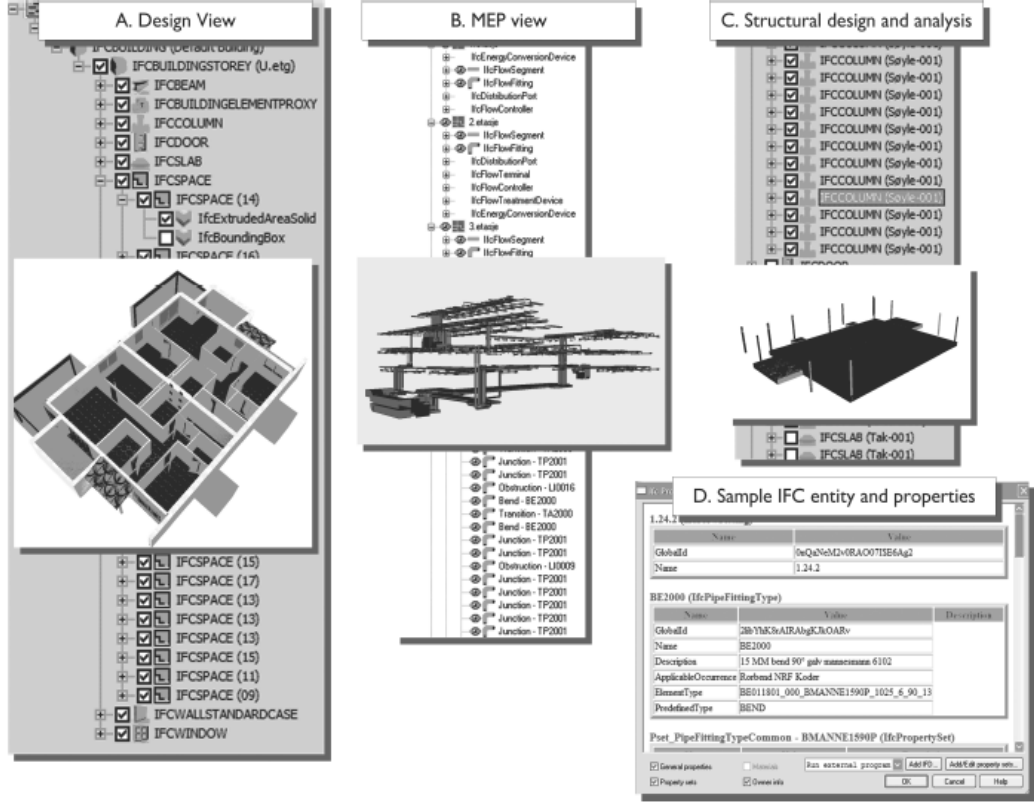
ömrünün sonunda, YBM, yenileme ve yıkım arasındaki maliyetleri karşılaştırırken daha doğru sonuçlar verebilmektedir.

Birlikte Çalışabilirlik

Tasarım, inşaat ve işletme uzmanları arasında temel sorunlardan biri bilgi alışverişi ve iletişim için birlikte çalışabilir bir platformun olmamasıdır. Taraflar arasında bildirilere dayalı iletişim genellikle zaman alıcı, verimsiz ve tutarsızdır. Ayrıca, yetersiz birlikte çalışabilirlik kaçınma maliyetleri, azaltma maliyetleri ve gecikme maliyetleri de dâhil olmak üzere önemli ek maliyetlere neden olabilir. Örneğin, 2012 yılında, 15,8 milyar dolar birlikte çalışabilirlik maliyetleri, esas olarak azaltma ve kaçınma maliyetlerine dayanarak hesaplanmaktadır (Gallaher ve ark. 2004). Bu nedenle, AEC (Architecture, Engineering and Construction), (Mimari, Mühendislik ve İnşaat) uzmanları iş birliği için çözümler aramaktadır. YBM, bilgileri herkes için erişilebilir ve okunabilir kılan açık standartlara sahip olarak iş birliğini desteklemektedir (Hallberg ve Tarandi, 2011). IFC ve COBie (İnşaat Operasyonları Bina Bilgi Alışverişi), aşağıda açıklanan birlikte çalışabilirlik için ana veri formatlarıdır:

IFC: IFC (Endüstri Vakfı Sınıfları), Uluslararası Birlikte Çalışabilirlik İttifakı (günümüzde SMART olarak adlandırılmaktadır) tarafından geliştirilen birlikte çalışabilir bir veri standardıdır. Eastman ve diğ. (2011), IFC'yi şu şekilde tanımlamaktadır: AEC yazılım uygulamaları arasında değişim için bina bilgilerinin tutarlı bir şekilde tutarlı veri gösterimlerini oluşturmak için endüstri tarafından geliştirilen ürün veri modeli. IFC1.0'ın ilk sürümünden IFC2x, IFC2x2, IFC2x3 ve son olarak IFC4 gibi üst sürümler piyasaya sürüldü.

Bir IFC dosyası şeması, etki alanı katmanı, birlikte çalışabilirlik katmanı, çekirdek katmanı ve kaynak katmanı dâhil dört katmandan oluşur. Bu şemada, katmanlar etki alanından kaynak katmanına bir merdiven gibi davranır. Sınıflar aynı veya daha düşük katmandaki başka bir sınıfa atfedilebilir, ancak daha yüksek katmana referans alınamaz. Şekil 4.1, IFC verilerinin tasarım, MEP (Mekanik, Elektrik ve Tesisat) ve yapısal görünümler için farklı kullanımlarını göstermektedir.



Şekil 4. 1 Farklı IFCkullanımları (Eastman ve diğerleri, 2011)

COBie: İnşaat Operasyonları Bina Bilgi Değişimi'ni (COBie) şu şekilde tanımlamaktadır: “Bir bina projesi sırasında yaşam döngüsü yönetimi ile ilgili tesis sahiplerine ve operatörlerine teslimat için geliştirilen ve toplanan verilerin düzenlenmesi için bir çerçeve”. COBie forma levhaları evrak işlerini önler, tasarım ve yapım belgeleri sahibine verilir. Doğrudan CMMS'ye (Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi) alınabilir ve tesis işlemleri ve bakımı için kullanılabilirler. Bir COBie yayma levhası; alan, zemin, tesis, temas, alan ve sistem çalışma sayfaları gibi çalışma sayfalarını içerir. Bir kat çalışma sayfası örneği aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.2).

Name	Created by	Created on	Category	External system	External identifier	Description
Floor 1	ABC Co.	10-04-2013	Floor	Auto Desk	C/001/F1	Floor 1
Floor 2	ABC Co.	18-04-2013	Floor	Auto Desk	C/001/F2	Floor 2
Floor 3	ABC Co.	23-04-2013	Floor	Auto Desk	C/001/F3	Floor 3
Roof	ABC Co.	30-04-2013	Roof	Auto Desk	C/001/F4	Roof

Şekil 4. 2 COBie Elektronik Çizelgesindeki Bir Kat Çalışma Sayfası Örneği (Barnes ve Davies, 2014)

Parametrik Modelleme

Parametrik modelleme, YBM'nin en karakteristik ve değerli özelliklerinden biridir. Tanımlanan parametrelerle, model sadece 3B gösterimi değil, aynı zamanda binanın akıllı, ayrıntılı ve sanal bir gölge kopyası olur. Eastman ve diğ. (2011) parametrik bir nesnenin sahip olması gereken özellikleri şöyle tanımlamaktadır:

- Geometrik tanımlar, ilişkili veriler ve kurallar
- Parametrik kurallarla otomatik olarak değiştirilen ilişkili geometriler
- Bir nesneyi tanımlarken farklı toplama ve hiyerarşi düzeyleri
- Boyut, üretilebilirlik ve benzeri konularda nesne uygulanabilirliği için otomatik kontrol
- Özellikli setlere bağlantı verme veya alma, yayınlama veya dışa aktarma yeteneği.

Parametrik modelleme ile geleneksel tasarım uygulamaları da değişmiştir. 'Parametrik tasarımda, duvar veya kapı gibi bir yapı elemanı örneği tasarlamak yerine, tasarımcı bir ilişki ve kural kümesi olan bir model ailesi veya eleman sınıfını tanımlar. Bunun sağladığı fayda, eleman örneklerinin üretilebildiği ancak her birinin kendi bağlamına göre değişeceği parametreleri kontrol etmektir. '(Eastman, 2011). Bu özellik ile tasarım modeli, parametrelerle kontrol edilen yerleşik bir bilgi birikimine sahip olmaktadır. Parametreler sadece hata durumunda elemanları kısıtlamakla kalmaz, aynı zamanda bir tasarım nesnesi seçme veya oluşturma çabasını da azaltır. YBM modelinde, tasarımcı, tasarım gereksinimleri ile karşılaşarsa, önceden tanımlanmış bir nesne ailesi veya öge seçebilir. Ancak aksi durumda da kullanıcı parametreleri değiştirebilir ve gereksinimler karşılanıncaya kadar yeni örnekler ekleyebilir. Önceden tanımlanmış parametrik nesnelerin yanı sıra, kullanıcılar YBM ile özel nesnelere tanımlayabilirler. Kullanıcı tanımlı parametrik nesnelere, YBM'nin ilk değerlerinden biridir ve kullanıcıların bina gereksinimleri için özel nesnelere tanımlamasına ve oluşturmalarına izin verir. Bu özel şekiller ve nesnelere bir çizim aracı yardımıyla oluşturulur. "Kullanıcılar, profiller, değişen kesitleri, dönüş şekilleri ve diğer şekilleri tanımlayabilir" (Eastman vd., 2011).

Entegre Proje Teslimi (EPT)

Entegre Proje Teslimi (EPT), YBM'nin iş birliği ortamı ve IFC (Endüstri Vakfı Sınıfları) ile yaygınlaşan başka bir terimdir. YBM, bina süreçlerini entegre etme ve tesis ömrünü bir bütün olarak mal sahibi, tasarımcı, müteahhit ve operatör arasındaki erken iletişim ve iş birliği ile değerlendirme fırsatı vermektedir. AIA (2007) EPT'yi şu şekilde tanımlamaktadır:

Proje sonuçlarını optimize etmek, mal sahibine değer artırımını sağlamak, maliyeti düşürmek ve tasarım, imalat ve inşaatın tüm aşamalarında verimliliği en üst düzeye çıkarmak için tüm katılımcıların yeteneklerini ve tahminlerini iş birliği içinde kullanan insanları, sistemleri, iş yapılarını ve uygulamalarını bütünleştiren bir proje teslim yaklaşımıdır.

Yenilikçi bir dağıtım yaklaşımı olan EPT, YBM'nin görselliği, birlikte çalışabilirlik, üretkenlik, koordineli belgeler ve bilgi zenginliğinden yararlanır. Hem EPT'nin hem de YBM'nin tam potansiyel faydaları yalnızca birlikte kullanıldığında elde edilebilir '(AIA, 2007).

4.1.4. Yapı Bilgi Modellemesinin Yararları

Eastman ve diğ. (2011) YBM'nin faydalarını dört bölümde tanımlamıştır: İnşaat öncesi faydalar, tasarım faydaları, inşaat ve imalat faydaları ve inşaat sonrası faydalar. İnşaat öncesi faydaları aşağıdaki gibidir:

- Bina modelinin gerçekçi ve doğru bir şekilde sunulması fizibilite ve tasarımdaki karar süreçlerini hızlandırır ve beklentilerin karşılanıp karşılanmayacağını gösterir,
- Detaylı bir modelle, tasarım alternatifleri değerlendirilebilir ve bina kalitesi ve performansı geliştirilebilir.

YBM'nin sağladığı tasarım faydaları aşağıda açıklanmıştır:

- Daha önceki 3B modelleme, boyutsal tutarlılığı destekler,

- Parametrik yapıdan kaynaklanan otomatik güncellemeler, tasarım değişikliklerine yönelik çabayı azaltır,
- Tutarlı ve doğru 2B çizimlere istenildiği zaman erişilebilir,
- YBM, açık standartlara sahip taraflar arasındaki iş birliğini desteklemektedir,
- Tasarım amacının erken ve doğru değerlendirilmesi,
- Daha doğru ve ayrıntılı maliyet tahminleri,
- Erken enerji analizi, bina kalitesini iyileştirmek için modifikasyonlar için fırsat verir.

İnşaat ve imalat faydaları aşağıda açıklanmıştır:

- İnşaat süreci gün geçtikçe simüle edilebilir ve olası sorunlar çözülebilir,
- YBM, tasarımdaki uyumsuzluk ve tutarsızlıkları inşa edilmeden önce tespit edebilir,
- Otomatik güncelleme, parametrik model, tasarım veya saha problemlerine hızlı tepki verilmesine yardımcı olur,
- Tasarım amacının doğru ve ayrıntılı bir şekilde yansıtılması, bina nesnelерinin bina dışı üretimini kolaylaştırır,
- YBM, doğru tasarım modeli ve malzeme gereksinimleri ile kaba inşaat uygulamalarının daha iyi uygulanmasını kolaylaştırır,
- Doğru miktarlar, özellikler tedarik sürecini kolaylaştırır.

Son olarak, inşaat sonrası faydaları şöyle tanımlanmaktadır:

- Daha iyi çalışma için bina modeli bilgisinin kullanılması,
- Tesis yönetim sistemlerine entegrasyon, gerçek zamanlı kontrol sistemlerinin izlenmesini kolaylaştırabilir, sensörler için doğal bir arayüz ve tesislerin uzaktan işletme yönetimi sağlar.

4.1.5. Yapı Bilgi Modellemesinin Yatırım Getirileri

Yatırım getirileri(YG), yatırımın karlılığını değerlendirmek için bir analiz yöntemidir. Kazançları maliyetlere bölerek kolayca hesaplanabilir. YBM'yi benimserken, mal sahipleri karlılık konusunda şüpheli olabilir ve bu kadar temel bir değişime karşı koyabilirler. YG, YBM'yi benimsemenin uzun vadeli faydalarını sunar ve karar alma sürecini hızlandırır.

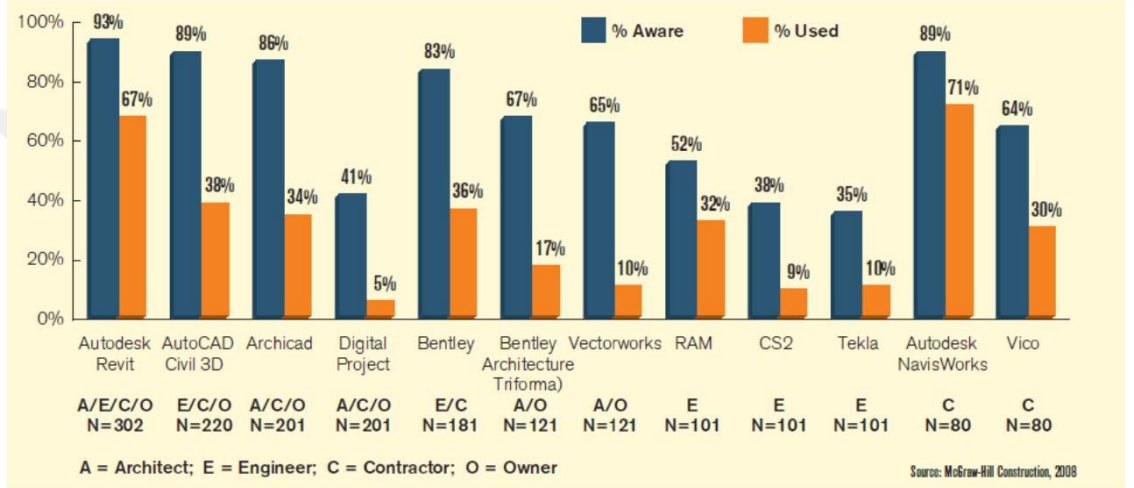
Bir mal sahibi YBM'yi benimsemeye karar verirse yapılacak ilk şey YBM yazılımı satın almaktır. Mevcut donanım, YBM yazılımı kurulumu için gerekenleri yerine getirmeli, aksi takdirde uygun olanlarla değiştirilmelidir. Personel gerekirse eğitilmeli ve yeniden yapılandırılmalıdır. Tüm bu ilk maliyetler, sahiplerinin YBM'yi benimsemelerini endişelendirebilir, ancak YBM'nin üretkenlik, kalite ve varlık yönetimi faydaları, başlangıç maliyetlerinden ağır basar (Eastman, 2011). YBM kabul edilirken, eğitim döneminde tasarım verimliliğinin ciddi bir şekilde düşmesi beklenmektedir. Bundan sonra, eski sistemde verimliliği yavaşça artırır ve aşar. Azalan verimlilik, sistem satın alma maliyetleri, eğitim maliyetleri vb. sonucunda YG, YBM'nin ilk yıllarında nispeten düşüktür. Bir süre sonra, personel eğitimi tamamlanır ve yatırım getirisi artan üretkenlikle yükselir.

Azhar ve diğ. (2008), YBM'nin YG'sinin%140 ile %39900 arasında değiştiğini ve kullanım kapsamına bağlı olduğunu iddia etmektedir. YBM'yi modelleme programı yerine yaşam döngüsü aracı olarak kullanmak yatırım getirisini artıracaktır. Teicholz (2013) tarafından YBM'nin yatırım getirisini hesaplamak için yapılan başka bir çalışma, YBM'yi tesis yönetimine entegre etme konusunda kayıp riskinin düşük olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, YBM ile güvenilir veri tabanı, gelişmiş iş birliği, daha iyi konfor ve entegre süreçler gibi dolaylıtasarruflar YG'ye dahil edildiğinde, çok daha yüksek olacaktır (Azhar ve diğerleri, 2008, Teicholz, 2013).

4.1.6. Yapı Bilgi Modellemesi Yazılımları

Günümüzde, piyasada geliştirme, üretim, inşaat yönetimi ve iş birliğine özel birçok farklı YBM yazılımı bulunmaktadır. McGraw Hill Report (2008), en sık kullanılan

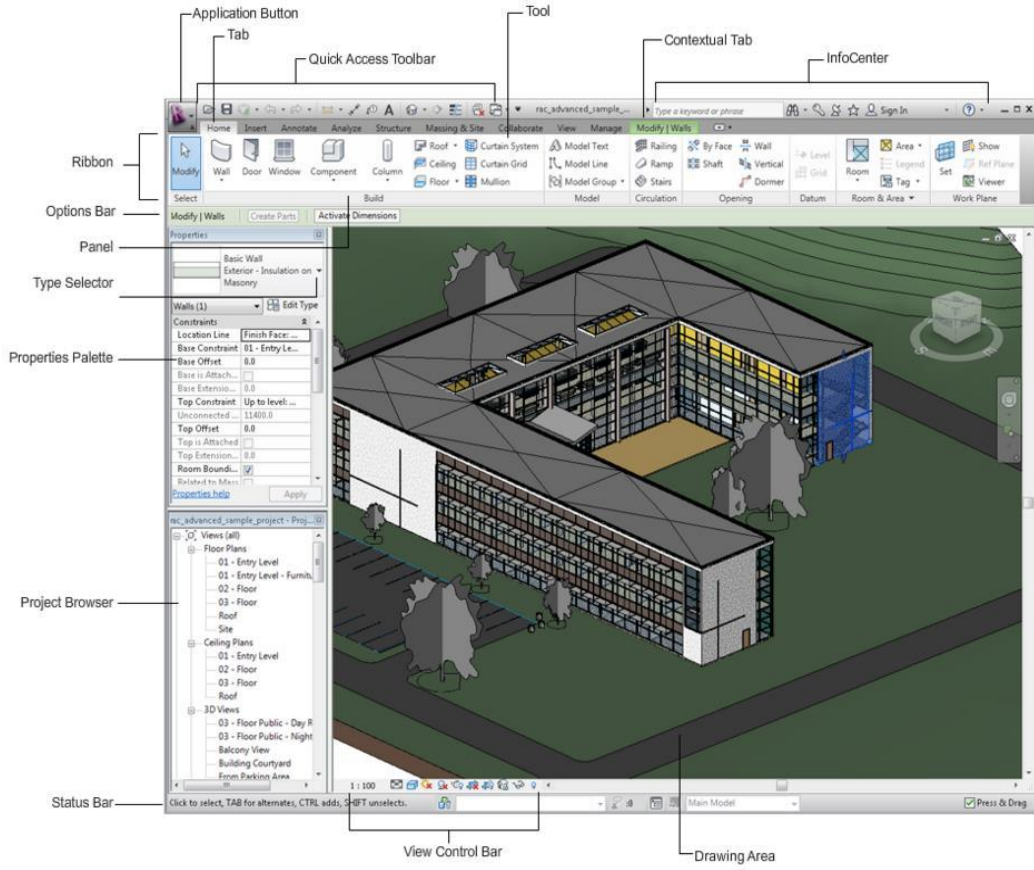
YBM yazılımlarının Autodesk, Navisworks ve Autodesk Revit olduğunu, Autocad Civil 3D, Archicad ve Bentley'nin yaygın olarak bilindiğini ortaya koymaktadır (Şekil 4.3).



Şekil 4. 3AET (Avrupa Ekonomik Topluluğu) Uzmanları Arasında YBM Yazılımları Hakkında Farkındalık (McGraw Hill, 2008)

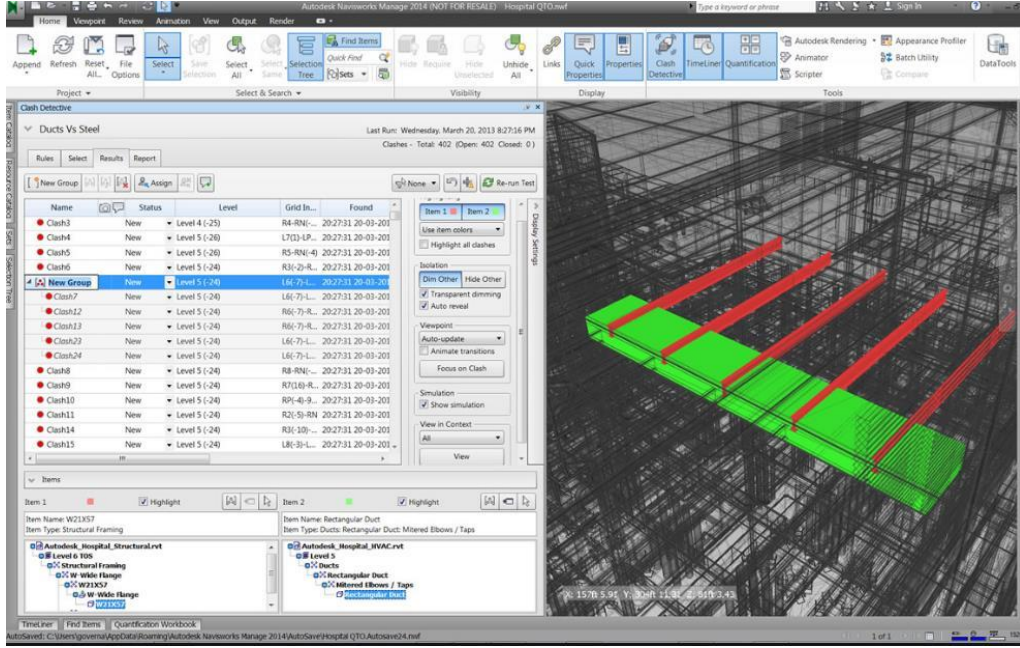
Piyasadaki birincil YBM yazılımları kısaca şöyle açıklanmaktadır:

- *Revit*: Autodesk Revit, 3 farklı ürün içeren tasarımcılar arasında en yaygın kullanılan YBM aracıdır: Revit Architecture, Revit Structure ve Revit MEP. Revit ailesi, enerji simülasyonu ve yük analizi için gbXML arayüzlerini içerir; ROBOT ve RISA yapısal analizlerine doğrudan ara yüzler ve kavramsal bir tasarım aracı olan Sketchup'tan ve DXF dosyalarını dışa aktaran diğer sistemlerden model alma yeteneğine sahiptir (Eastman, 2011). Kullanıcı dostu ara yüzü (Şekil 4.4), zengin nesne kütüphaneleri ve iki yönlü çizim özellikleri (URL1) nedeniyle Revit tercih edilmektedir. Olumsuz bir nokta olarak, Revit, karmaşık kavisli yüzeylerde zorlanır ve bellek içi bir sistem olması nedeniyle projeyi yavaşlatır (Eastman, 2011)



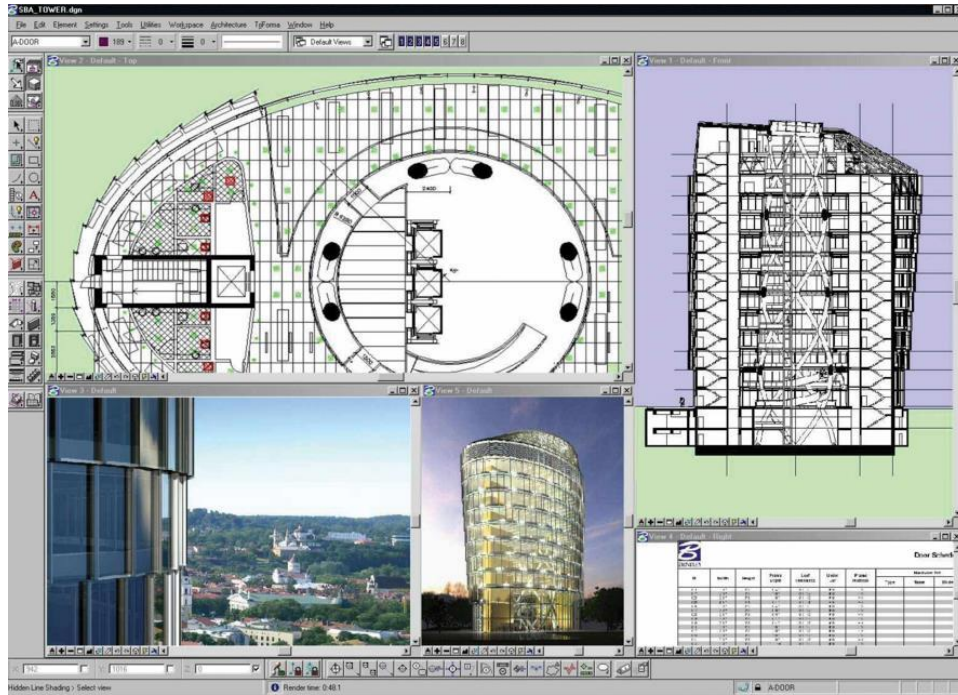
Şekil 4. 4 Revit Architecture Kullanıcı Arabirimi (URL1)

- *Navisworks*: Navisworks, Navisworks Manage (Şekil 4.5), Navisworks Simulate ve Navisworks Freedom gibi bir Autodesk yazılımıdır. Navisworks ile kullanıcılar modelleri entegre bir görünümde birleştirebilir, çatışmaları tespit edebilir, 4B ve 5B simülasyonları yapabilir ve modele kolayca ulaşabilir.



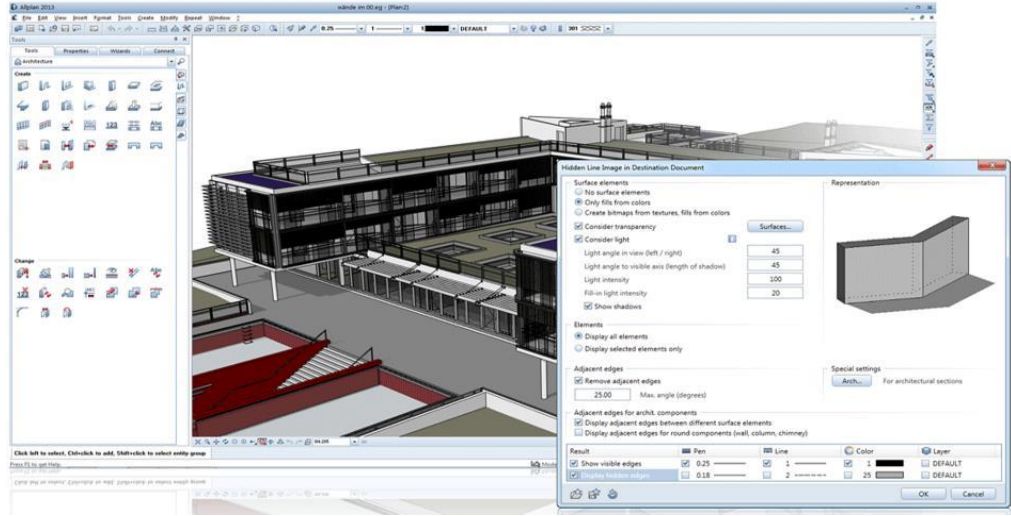
Şekil 4. 5 Navisworks Kullanıcı Arayüzünü Yönet (URL2)

- *Bentley Sistemleri:* Bentley, farklı AEC ihtiyaçları için geniş bir yelpazede bina modelleme araçlarına sahiptir ve en bilinenleri Bentley Mimarisidir (Şekil 4.6). Karmaşık kavisli yüzeyleri modelleyebilir ancak öğrenmesi zordur ve uygulamaları arasındaki entegrasyon zayıftır (Eastman ve diğerleri, 2011).



Şekil 4. 6 Bentley Mimarisi Kullanıcı Arabirimi (URL3)

- **Allplan:** Allplan, Nemetschek Company tarafından geliştirilen ve üç farklı araç içeren bir YBM yazılımıdır: Allplan Mimari, Allplan Mühendislik ve tesis yönetimi için Allplan Allfa (Şekil 4.7).



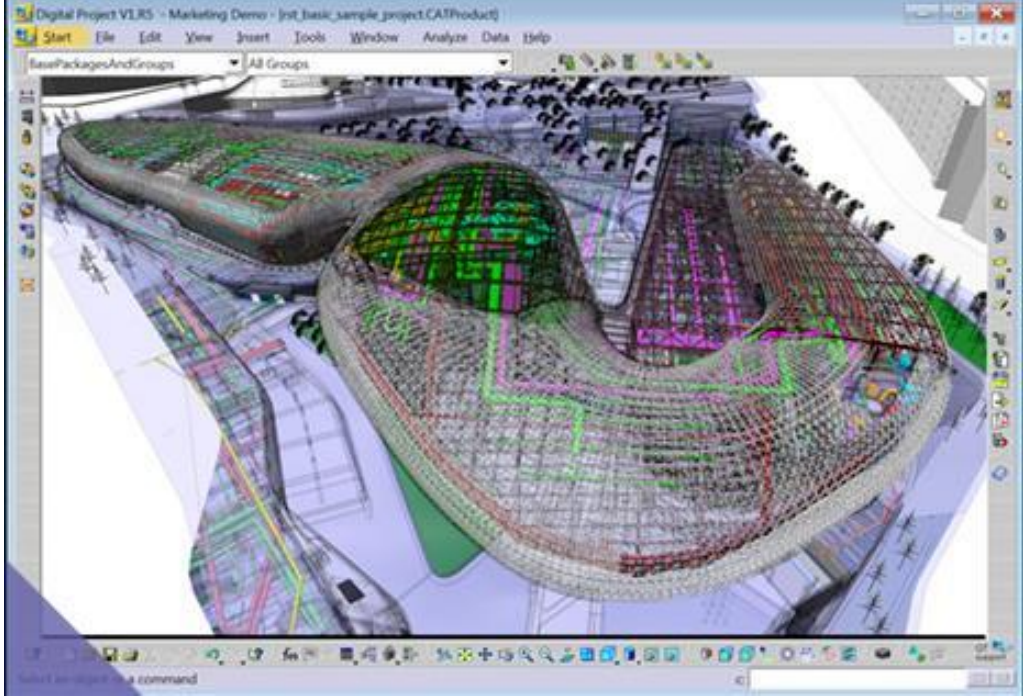
Şekil 4. 7 Allplan Mimarisi Kullanıcı Arabirimi (URL4)

- **ArchiCAD:** Graphisoft Archicad, piyasadaki ilk YBM ürünlerinden biridir (Şekil 4.8). İmalat detaylandırma hariç tüm inşaat aşamalarında kullanılabilir. Zengin nesne kütüphaneleri ve destekleyici uygulamalarla öne çıkıyor; ancak ölçeklenebilirlik konusunda bazı problemler olabilir (Eastman ve diğerleri, 2011).



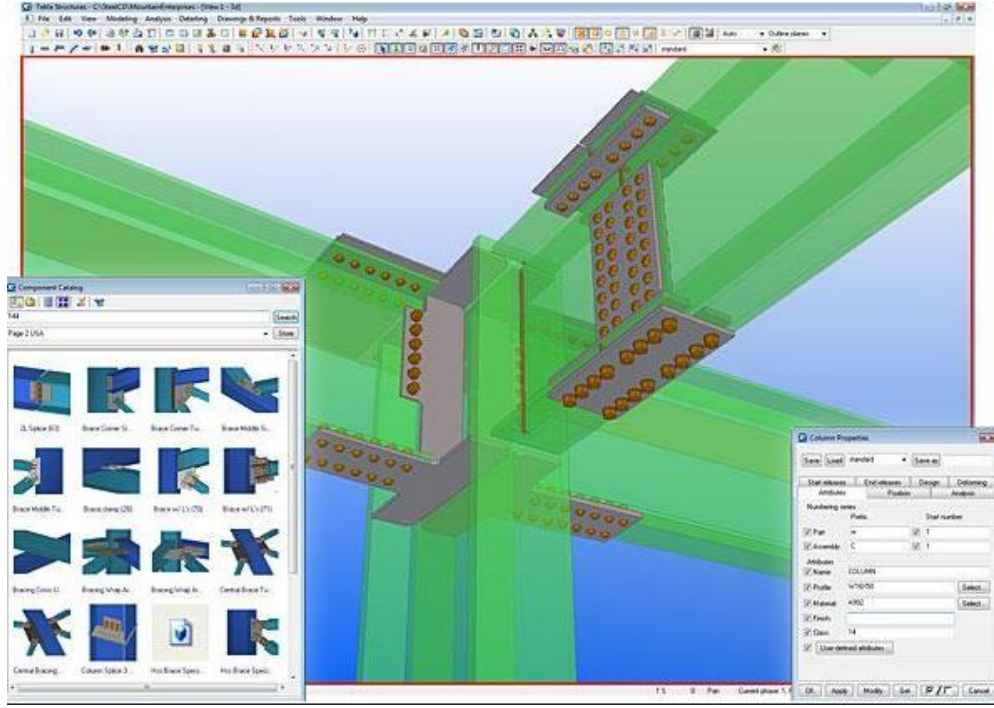
Şekil 4. 8Archicad kullanıcı arayüzü (URL5)

- *Dijital Proje*: Dijital Proje (DP), Gehry Technologies tarafından geliştirilmiştir ve DP Tasarımcı ve DPManager araçlarından oluşmaktadır (Şekil4.9). Yüksek ölçeklenebilirliğe sahip karmaşık geometrik yapıları modelleyebilen dosya tabanlı bir platformdur (Eastman ve diğ., 2011).



Şekil 4. 9 Dijital Proje Kullanıcı Arayüzü (URL6)

- *Tekla Structures*: Tekla Structures, bir Finlandiya fabrikasyon düzeyinde YBM tasarım yazılımıdır, ancak tasarımda da kullanılır (Şekil4.10). İlk olarak 1990'ların ortalarında Xsteel olarak pazara sunuldu ve o zamandan beri çelik modelleme için yaygın olarak kullanıldı (Eastman ve diğ., 2011).



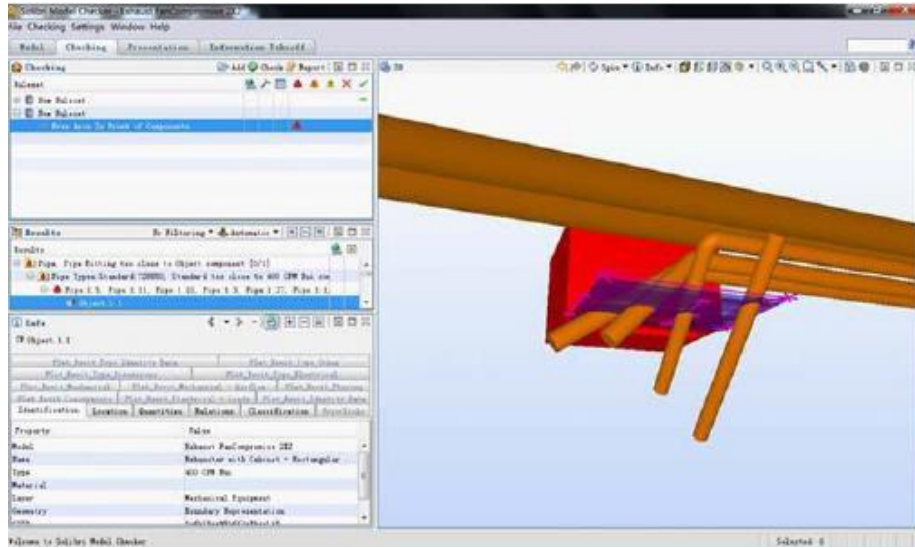
Şekil 4. 10 Tekla Structures Kullanıcı Arayüzü (URL7)

4.2. Yapı Bilgi Modellemesi ile Tesis Yönetimi

Bir tesisin bakımı, tesis yönetimi faaliyetlerinin çoğunu oluşturur. Zaman ve iş gücünün etkin kullanımı için tesislerin bakım işlemleri pratik bir strateji ile geliştirilmelidir. Geleneksel stratejiler, bakım performansını en üst seviyeye çıkarmak için yeterince etkili ve güvenilir değildir. Sorunlardan biri, güncel sorunları yönlendirmek için eski sorun ve çözüm kayıtlarını arama ve bulma zorluğudur (Motawa ve Almarshad, 2013). Eski deneyimler bilgisayar tabanlı ve güvenilir bir veri tabanı olmadan aktarılamaz. Kâğıda dayalı dokümantasyon veya sözlü iletişim, aslında bir veri eksikliğidir. “Ayrıca, tüm ekip üyelerini, onların düşüncelerini, deneyimlerini, kararlarını ve performanslarını önemli ölçüde etkileyebilecek bilgileri birbirine bağlama konusunda destekleyici bir sisteme ihtiyaç vardır” (Motawa ve Almarshad, 2013). Öte yandan, bakım performansını artırmak için işbirlikçi çalışma ortamları ve sistemlerin birlikte çalışabilirliği çok önemlidir. YBM, tüm tesis yönetimi alanları için gelişen bir teknoloji olmasının yanı sıra, bina bakımını YBM ile entegre etmek en umut verici konulardan biridir. Bina bakımı, önemli miktarda tesis yönetimi faaliyeti oluşturan alandır, bu nedenle YBM'nin entegrasyonu ile bakım işlemlerini ve iş akışlarını iyileştirmek, genel tesis performansını, servis verilebilirliği ve

güvenilirliği büyük ölçüde etkiler. YBM entegre bina bakımının beklenen faydaları aşağıda açıklanmıştır:

- Tasarım ve bakım entegrasyonu: Tasarımdan kaynaklanan temel bakım sorunları nedeniyle, 'Bakım için tasarım' kavramı gün geçtikçe tasarımcılar tarafından kullanılmaktadır. Bakım ihtiyaçları dikkate alınarak tesisi tasarlamak için, tasarımcıların ve tesis yöneticilerinin iş birliği yapmaları, bilgi paylaşımları gerekir. YBM, işbirlikçi özelliği ile aralarında bir köprü oluşturmayı hedeflemekte, tasarımdan itibaren bakımı desteklemektedir. Ayrıca, bileşen erişilebilirliği inşaat öncesi tasarım modelinden kontrol edilebilir ve 'çakışma saptama' aracı, bakım için bileşen erişilebilirliğini kolayca kontrol etmek için 'çakışma saptama' aracına uyarlanabilir (Liu ve Issa, 2014). Şekil 4.11'deki örnekte, kırmızı kutunun önüne monte edilmiş borular nedeniyle bu kutuya erişilemez. Aynı zamanda bu çakışma, çakışma saptama aracıyla algılanamaz, ancak bir tesis yöneticisi, ortak YBM dosyası aracılığıyla tasarım aşamasında bulunuyorsa, manuel veya otomatik olarak algılayabilir.



Şekil 4. 11YBMModelinde Bakım Erişilebilirliği Çatışması (Liu ve Issa, 2014).

- Yapı bileşenlerinin 3B dosyadan erişilebilirliği: Özellikle karmaşık tesislerde, ekipman / sistemin fiziksel konumunu 2B CAD dosyasından veya iş emri belgesinden açıkça anlamak zordur. YBM ile 3B görselleştirme ve odaların, alanların ve ekipmanların mekânsal bilgileri, ilgili bileşene hızlı bir şekilde erişme imkânı sağlar. Özellikle HVAC ve MEP kusurlarını bulmak daha

zordur, bu nedenle oldukça ayrıntılı HVAC ve MEP modelleri kesin konum tespitinde çok faydalıdır. Acil durumlarda, modeller hızlı erişim için bileşene giden yolları da belirleyebilir.

- Kapsamlı ve mevcut parametrik veriler: Bir binadaki bakımı planlamak, işletmek ve kontrol etmek için çok fazla tasarım ve inşaatla ilgili bilgiye ihtiyaç vardır. Bu bilgiler, bileşen özelliklerini, bakım kılavuzlarını, satıcı bilgilerini vb. içerir. YBM'de, bu bilgiler modelde geniş bir şekilde sunulmaktadır. Tüm tesis bileşenleri ve ilişkileri entegre bir görünümde görülebilir. COBie ve IFC veri standartları ile bu veriler kolayca dışa aktarılabilir. Ayrıca, bozulma eğilimi, topolojik ve mekânsal ilişkiler, iş emirleri vb. gibi pek çok analiz yapılabilir (Akcamete ve ark. 2010).
- Bakım geçmişi bilgileri ve bilgi veri tabanı: Bakım yaparken, belirli faaliyetlerin ve proje faaliyetlerinin önceki faaliyetlerden tespit edilmesi ve doğrulanması için çok fazla zaman harcanır (Gallaher ve diğerleri, 2004). Geleneksel olarak, bu bilgiler kâğıt temelli ve 2B belgelerden toplanır ve zaman alıcı ve hataya açık olan CMMS (Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi)sistemine manuel olarak girilir. YBM ile bakıma özel tüm verileri içeren model, kullanıcıların her bir bakım ve onarım, onarımın süresi ve onarımlar arasındaki çalışma zamanından ve ayrıca talimatların, çizimlerin ve el kitaplarının teknik dokümantasyon koleksiyonundan yararlanmasını sağlar. (Wireman, 2005; Pintelon ve diğerleri, 1999). Model, herhangi bir uyumlu sisteme bilgi aktarmalarını sağlayan her operasyonel ekip seviyesi için bir veri tabanıdır. Ayrıca YBM modeliyle sadece bilgi değil, tecrübe de paylaşılabilir. Gelecekteki problemleri yönlendirmek için veritabanına gözlemler, muhtemel sebepler ve tavsiyeler gibi öznel girdiler eklenebilir (Motawa ve Almarshad, 2013).
- CMMS (Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi) ve diğer tesis yönetimi sistemleriyle entegrasyon: Tesisler geleneksel olarak yönetim ihtiyaçlarına, kapasitelerine ve bütçelerine uygun olarak farklı CMMS yazılımları kullanıyor. Kuşkusuz, CMMS YBM tarafından destekleniyorsa, bakım işlemlerinin daha verimli, üretken ve güvenilir olacağı açıktır. Daha önce de belirtildiği gibi, CMMS, YBM'nin sahip olduğu aşırı bilgi depolama ve analiz

özelliklerine sahip değildir. Teicholz (2013), YBM'yi CMMS ile entegre etmek için olası yolları şöyle tanımlamaktadır:

- İlgili bilgileri doğrudan veya otomatik olarak CMMS'ye girmek için bir elektronik tablo kullanarak,
- YBM ve CMMS arasında grafik olmayan bilgi değişimi yapmak için COBie kullanarak,
- EcoDomus gibi tescilli bir bağlantıyla,
- YBM ve CMMS'yi doğrudan entegre etmek için bir YBM API kullanarak.
- Önleyici Bakım Planlama ve Çizelgeleme: Tesis bakımını planlarken, bakım optimizasyonu için bileşen davranışını ve bozulmasını bilmek oldukça önemlidir. YBM, bir ömür boyu veri tabanı gereksinimlerini karşılamak için, kullanıcıların her türlü ayrıntılı bilgiyi takip etmelerine izin verir. Bu bilgiler bakım gereksinimlerini karşılamak için kısa ve uzun vadeli bakım planlamada karar verme sürecini destekleyebilir. Ayrıca YBM ortamında, kurulum yılı, bakım gereksinimleri, beklenen ömür ve değiştirme maliyeti gibi parametrelerin yardımıyla önleyici bakım programları oluşturulabilir.
- Gerçek Zamanlı İzleme: Bir YBM görselleştirme aracıyla, tesis kullanıcıları, yöneticileri ve sahipleri mevcut binanın durumunu gerçek zamanlı olarak izleyebilir. Tüm değişiklikler aynı anda modele yansdığından, kullanıcılar, yöneticiler, teknisyenler ve mal sahipleri dâhil tüm taraflar kısa ve uzun vadeli bakım çalışmalarını takip edebilir.

Bu özellik sayesinde, aşağıdaki satın alımlar karşılanabilir:

- Kullanıcılar, herhangi bir problemle yüzleşmemek ve bakım tamamlanana kadar alternatif seçenekleri kullanmak için kullanılamaz alanlar ve bileşenler hakkında bilgi sahibi olabilirler. Bakım sürecini, tahmini başlangıç ve bitiş zamanlarını vs. izleyebilirler.
- Yöneticiler saha çalışmasını eşzamanlı olarak izleyebilir ve gerektiğinde atamaları, yeniden yönlendirmeleri ve zamanlamaları düzenleyebilir.

- İşletme sahipleri, işletme ve bakım planlarını yerine getirmek için devam ettirilirse ve finansal hedeflere ulaşılmışsa takip edebilirler.

BEŞİNCİ BÖLÜM

YAPI BİLGİ MODELLEMESİ İLE TESİS YÖNETİMİ VE ANALİZLER

5.1. Önerilen Yapı Bilgi Modellemesi Tabanlı Tesis Yönetimi

Araştırmanın amacı, yapı bilgi modellemesi ile entegre tesis yönetimi üzerinde özel bir vurgu yaparak muhtemel faydalarını sunmaktır. Bu amaçla, Tesis Yönetimi ile YBM teorik arka planını anlamak için derinlemesine literatür taraması yapılmıştır. Tüm teori, YBM'nin veri merkezli, birlikte çalışabilir, 3B parametrik ve analitik olmak gibi tüm yeterliliklere sahip, tesis yönetimi süreçleri için uygun bir teknoloji olduğunu göstermektedir.

Beşinci bölüm Aysan Camii vaka çalışması olarak incelerken, altıncı bölüm performans uygulamaları önerilerini tanıtıyor. Revit Architectureörnekleme için seçilen yazılımlardır.

5.1.1. Yapı Bilgi Modellemesi Tabanı Oluşturma

YBM'ni verimli bir şekilde kullanmak için, sadece 3 boyutlu (3B) modelden değil, aynı zamanda CMMS, BAS (Bina Otomasyon Sistemleri) ve RFID (Radyo Frekanslı ile Tanımlama) gibi diğer entegre tesis yönetimi sistemlerinden oluşan güvenilir ve tutarlı bir YBM veritabanı oluşturmak çok önemlidir. YBM'nin modelini oluşturulduktan sonra, IFC ve COBie veri standartları aracılığıyla tüm tesis yönetimi sistemleri için bir veri kaynağı olarak kullanılabilir.

İlk adım olarak; mimari (Şekil 5.1), yapısal (Şekil 5.2) ve Makine Mühendisliği, Sıhhi Tesisat (MEP) (Şekil 5.3) modelleri, YBM yetkilendirme araçları kullanılarak aynı anda farklı disiplinler tarafından ayrı ayrı oluşturulur. Model oluşturma süreci boyunca, sahipler ve tesis yöneticileri, görevlerini yerine getirmek için geometrik ve geometrik olmayan veri gereksinimlerini belirlemek için tasarım ve inşaat ekipleriyle işbirliği yapmalıdır. YBM modelinikullanabilmek için, binanın yüksek düzeyde ayrıntılı bir temsiline sahip olmak çok önemlidir. Kullanılacak tüm ekipmanlarla ilgili

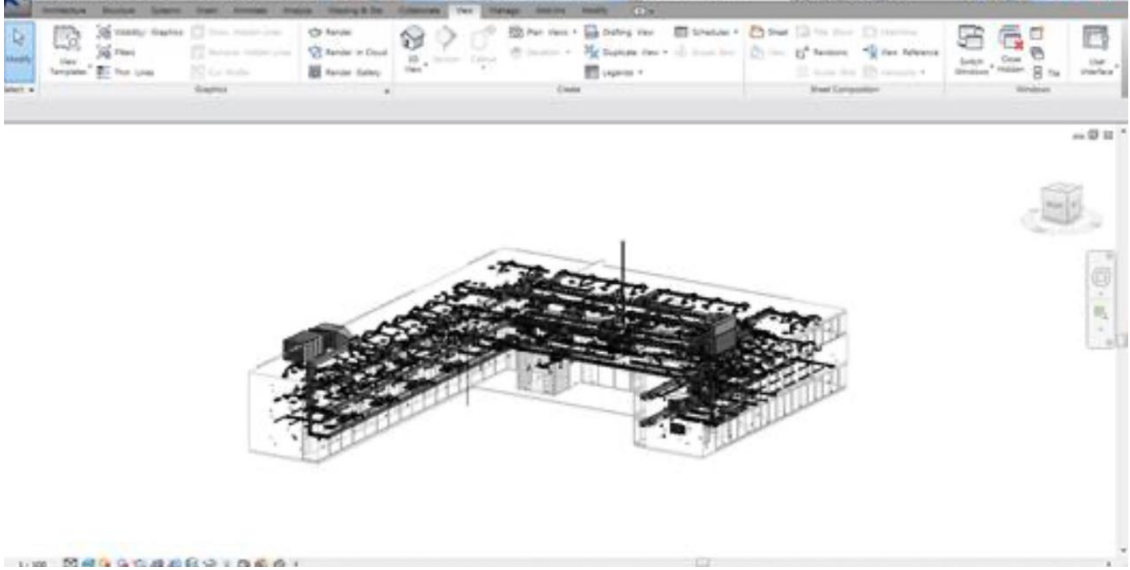
özel bilgilere sahip olmak için LOD500 (gelişim seviyeleri) olgunluğundaki modelleme uygulanabilir. Bu modelleme düzenlemelerinin, tüm tarafların uyduğu bir YBM uygulama planında açıkça sunulması gerekmektedir. YBM uygulama planında açıklanması gereken diğer konular; YBM modelinin veri kapsamı, kullanılacak yazılımlar, teslim edilecek belgeler ve teslim edilebilir veri standartları ve formatları.



Şekil 5. 1Revit Mimari YBM Modeli (Autodesk tarafından sağlanmıştır)



Şekil 5. 2Revit Yapısal YBM Modeli (Autodesk tarafından sağlanmıştır)

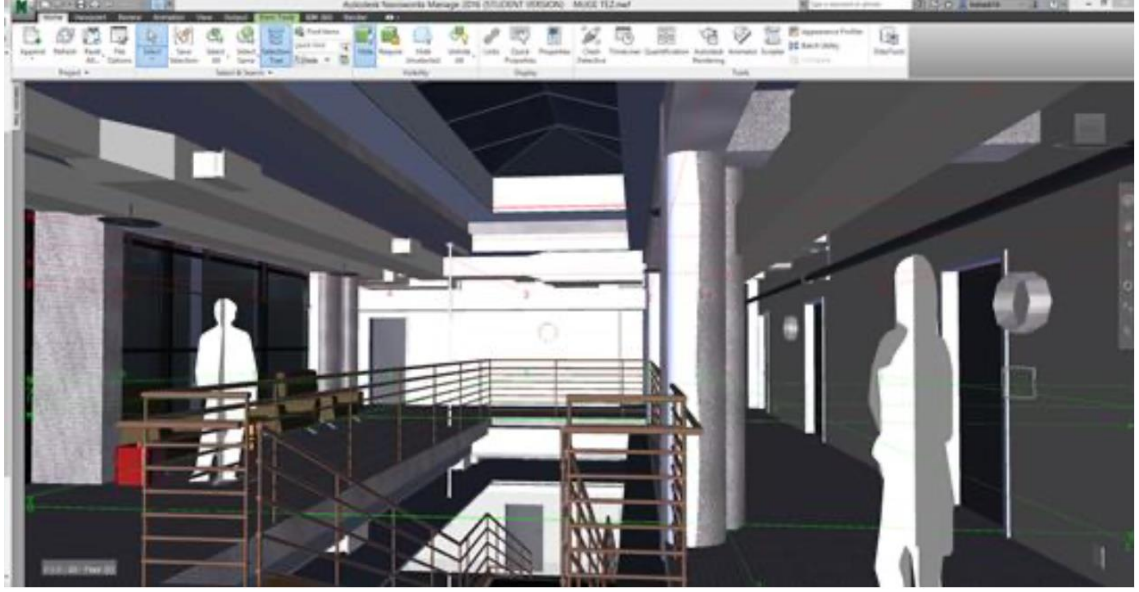


Şekil 5. 3 Revit MEP YBM Modeli (Autodesk tarafından sağlanmıştır)

Yeni tesisler için YBM modeli oluşturma süreci tasarım ve inşaat ekiplerinin sorumluluğundadır. Ancak, YBM verisi olmayan mevcut tesisler için model, operasyonel ekipler tarafından sıfırdan tasarlanmıştır. Tasarım ve yapım verilerinin kâğıt, dijital belge ve 2B CAD dosyası olarak saklanması nedeniyle, operasyon ekibi bu verilere uygun olarak tesisi modellenmesi gerekmektedir.

Tasarım modelleri oluşturulduktan sonra, ilgili veriler ekipman modeli, satıcı / üretici verileri, maliyet, öngörülen kullanım ömrü ve bakım gereksinimleri gibi parametrelerle modele eklenir. Bu süre zarfında, model gereksiz verileri azaltmak için rafine edilebilir. Bundan sonra, oluşturulan tüm mimari yapısal ve MEP (Mekanik, Elektrik ve Tesisat) modelleri, modelde kolayca gezinmek ve tesisin bütünsel bir görünümünü elde etmek için bir YBM görselleştirici aracında birleştirilir.

Bundan sonra, oluşturulan tüm geometrik olmayan veriler doğrudan CMMS (Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemleri) ve CAFM (Bilgisayar Destekli Tesis Yönetimi)'nde kullanılmak üzere COBie e-tabloları olarak dışa aktarılır. Bu e-tablolar bileşen, zemin, bölge, yedek parça ve belge listeleri, kaynak tanımları, iletişim bilgileri ve diğer birçok veriyi içerir.



Şekil 5. 4Navisworks YBM Modeli

5.1.2. Yapı Bilgi Modellemesi Entegre Tesis Yönetimi Organizasyonu

Tesis yöneticisi, YBM ile yeni süreçleri ve iş akışlarını göz önünde bulundurarak bakım organizasyonunu oluşturmalıdır. Bu faaliyetlerin sürekli döngüsü için veri girişi, veri alımı ve veri güncellemesi için roller, sorumluluklar ve yetkiler atamak çok önemlidir.

Bu organizasyonda, YBM entegrasyonu için roller, sorumluluklar ve yetkiler aşağıda açıklanmaktadır:

- **Tesis Yöneticisi:** Tesis yöneticisi, projenin başından itibaren tüm YBM benimseme sürecini yönetmekten sorumludur. YBM entegre süreçlerini yönetme, kontrol etme ve ayarlama gibi sorumlulukları nedeniyle YBM yazılımlarını ileri düzeyde kullanması beklenmektedir. Model ve teslim edilebilir gereksinimleri belirlemek için tasarım ve inşaat ekipleriyle işbirliği yapmalıdır. Beyaz yakalıdan mavi yakalıya kadar tüm organizasyon katmanları YBM entegre sürecine uymalıdır. Tesis yöneticisi, tesisin bakım koşullarını, performansını ve karlılığını sürekli olarak izler ve gerekirse gerekli kararları alır.
- **Bakım Yöneticisi:** Bakım yöneticisi, tüm YBM entegre bakım sürecini organize eden, takip eden ve geliştiren kişidir. Ayrıca YBM veritabanını

oluşturma, güncelleme ve yönetme gibi sorumlulukları nedeniyle YBM yazılımlarını ileri düzeyde kullanabilmesi beklenmektedir. Model geometrisindeki değişiklikler sadece bakım yöneticisi tarafından yapılır, bakım organizasyonundaki diğer çalışanlar sadece geometrik olmayan verileri grselleştirmekle yükümlüdür. Bakım yöneticisi ayrıca YBM veritabanındaki bakım sürecini izler ve tesisin çalışabilirliğini sürekli iyileştirmek için bakım performansını analiz eder.

- Elektrik, mekanik, sıhhi tesisat ve inşaat ustabaşı: Ustabaşı, teknisyenlere liderlik etmek için alanında uzmandır ve YBM yazılımlarını ortalama düzeyde kullanmaları beklenir. Sadece modelde gezinmeleri, özellikleri ve bağlantıları görüntülemeleri ve model üzerinden CMMS ve BAS'a bağlanmaları beklenir. Ayrıca iş emirleri ve devler YBM veri tabanı üzerinden yapılır.
- Teknisyenler: Ustaların yanı sıra teknisyenlerin de YBM yazılımlarını temel düzeyde kullanmaları beklenmektedir. YBM veritabanını sadece bilgisayarlar üzerinden değil, aynı zamanda sahadaki mobil cihazlar üzerinden de kullanmaktadırlar. Modelde gezinmeleri, özellikleri ve bağlantıları görüntülemesi, model üzerinden CMMS ve BAS'a bağlanması ve bakım geçmişini her ayrıntıyla kaydetmesi beklenmektedir.
- Tesis Personeli: Tesis personelinin veya kullanıcıların giriş seviyesinde YBM kullanması beklenmektedir. Sadece arızaları bildirmek ve tesisin durumunu renk kodlu model aracılığıyla izlemek için YBM grselleştirici araçlarını kullanırlar. Modelde gezinmek ve arızalı ekipmanı bulmak için sadece temel yeteneklere ihtiyaçları vardır.

5.1.3. Yapı Bilgi Modellemesi Entegrasyonu ile Akustik neriler

Akustik, yüksek akustik performans gerektiren tesisler tasarlarken dikkate alınması gereken önemli bir faktördür, ancak daha yaygın ofis binalarında veya eğitim tesislerinde göz ardı edilebilir. Bir bina inşa edildikten sonra, uygun olmayan akustik etkileri varsa düzeltmek çok maliyetli olabilir. Mimarlara ve mühendislere inşaat öncesi bina akustiğini simüle etmeleri iinkolay yollar sunulabilir. Özellikle performans alanları ve konferans salonlarının tasarımı için ölçekli modeller ve

bilgisayar modelleri kullanılmaktadır, ancak yöntemler pahalıdır ve uzman danışmanlar gerektirir.

Kamu yapılarında, Yapı Bilgi Modellemesi'ni (YBM) benimsendiğinden, akustik analizleri tasarım süreçlerine daha sorunsuz bir şekilde dâhil etmek mümkün olabilir. Akustik analizi hızlandırmak ve küçük oditoryumlar, konferans salonları, lobiler ve de sınıflar gibi ortak mimariye uygulanmasını sağlamak için YBM ve akustik simülasyonun bağlantısına odaklanılmalıdır. Bunun, mimarların daha erken aşamalarda bina tasarımına, akustik analizi eklemelerine yardımcı olacağına inanıyoruz.

5.1.4. Yapı Bilgi Modellemesi Entegrasyonu ile Enerji Önerileri

Bina enerji modellemesi (BEM), binaların performansını araştırmak ve mimari, mekanik tasarımı değerlendirmek için güçlü ve bilgisayarlı bir yöntemdir [41]. Tasarım ekibinin çeşitli tasarım seçeneklerinin çevresel etkilerini değerlendirmesini sağlayarak optimize edilmiş bir bina tasarımı sunmaktadır. Ayrıca karmaşık tasarım problemlerini keşfetmeye de yardımcı olur. Bina ve sistemlerin enerji karakteristikleri, ekipman ve bitki boyutlandırması için tasarım yüklerini belirlemektedir. Enerji modellemesi bina yüklerini ve enerji tüketimini hesaplayabilir, bina gün ışığı performansını da değerlendirebilir [41]. Mimari tasarımın enerji tüketimi ve termal konfor verileri kavramsal olarak tasarım aşamasında uygulanırsa, tasarım ekibinin bina enerji modellemesi (BEM)'nden önemli ölçüde faydalanabileceği yaygın olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, tasarım alternatiflerinin karşılaştırılmasının sonuçları nispeten doğrudur, çünkü farklı tasarım alternatifleri için enerji simülasyonu hemen hemen aynı varsayımlara dayanmaktadır ve ortak kabul, simülasyondaki göreceli farklılıkların güvenilir olmasıdır [42]. Bina enerji performansını analiz etmek için geliştirilmiş 400'den fazla uygulama vardır. Dong ve ark. [44], bina enerji modellemesi (BEM) araçları, ABD Enerji Bakanlığı (DOE) tarafından geliştirilen eQUEST, DesignBuilder, EnergyPlus ve Autodesk Green Building Studio (GBS) gibi hesaplama motorunu kullanan ve diğerlerini kullanan iki gruba ayrılabilir. IES Sanal Çevre Trace 700 gibi kendi hesaplama motorlarıdır. Farklı enerji modelleme araçları, bu araçların özelliklerini etkileyen farklı girdi verilerine ve simülasyon varsayımlarına dayanarak çalışabilir. Örneğin, giriş olarak yalnızca donanım bağlantılı HVAC sisteminin seçilebildiği DOE-2 ve BLAST ile karşılaştırıldığında, EnergyPlus gerçek

koşulları tanımlamak için simülasyonu daha esnek hale getiren kullanıcı tarafından yapılandırılabilen ısıtma ve soğutma ekipmanı bileşenlerinin girişine izin verilir [45].

5.1.5. Yapı Bilgi Modellemesi Entegrasyonu ile Işık Önerileri

Gün ışığı tasarımı yapan çoğu tasarımcı, gün ışığının enerji tasarrufu ve mimariyi nasıl etkilediği konusunda bilgi sahibidir. Ancak, gün ışığı ile ilgili, bina tasarımcıları tarafından performans üzerinde önemli bir etkisi olabilecek daha az anlaşılan birçok ikincil sorun vardır. Geçmiş tasarımların başarısızlıkları ve başarılı yönleri tam olarak anlaşılmalı ve gelecekteki tasarımları değiştirmek için kullanılmalıdır. Tasarımcılar tarafından tasarımlarını büyük ölçüde geliştirmek için kullanılacak yeni teknolojiler de piyasaya çıkmaktadır. Günışığı cam tasarımı (cam tipi, boyutlandırma, yönlendirme ve konum) alanların enerji tüketimi üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Erken vaka çalışmaları ve bina enerji modellemesi, dikey, güneye bakan camların soğutma hâkimiyetindeki ele aldığımız cami projesinde güneydoğu ikliminde gün ışığını ve enerji kullanımını dengelemeye uygunluğunu doğruladı. Bu, boşluklara girmesine izin verilen düşük açılı güneşten pasif ısıtmadan faydalanırken, yaz aylarında soğutma zirvelerine yol açan yüksek güneş açılarını kontrol etmemizi sağlamaktadır.

Tüm yapı malzemeleri zaman içinde yansıtma değerlerini ve orijinal renklerini kaybeder. İç boya renkleri açık olmalı, ancak sıcak noktalar ve parlama koşulları yaratabileceğinden parlak veya yansıtıcı olmamalıdır. Çatlamış veya delikli tavan döşemelerinden, gün ışığını hapsedebilecekleri ve yansıtmayı azaltabileceklerinden kaçınılmalıdır. Bunun yanı sıra tasarımcılar yapay aydınlatma için daha iyi plan yapabilirler. Estetik açıdan daha hoş bir alan yaratmak için pencerelerden, camlı açıklıklardan ve çatı pencerelerinden gelen ışık kullanılabilir ve iç aydınlatma armatürleri ile koordine edebilirler. Yapı bilgi modellemesi, pencere aydınlatma, aralık ve yerleştirmenin yanı sıra yapay aydınlatma armatürlerini senkronize etmeye yardımcı olmaktadır. Bir YBM modelinde doğal ışığı ölçme özelliğiyle, tasarımcılar gelen ışığı ayarlamak için kısılabılır armatürler, balastlar ve kontroller kurmak gibi gün ışığına dayalı kararlar alabilirler.

5.1.6. Yapı Bilgi Modellemesi Entegrasyonu ile İç Mekân Termal Önerileri

Enerji ve konfor performansının bina tasarımındaki önemi, bina kullanım ömrü maliyetleri ve çevresel etkiler konusunda; enerji kullanımının ve iç mekân koşullarının kullanıcı verimliliğindeki rolü konusunda artan farkındalık nedeniyle artmaktadır. Bununla birlikte, termal analiz hala basit statik hesaplamalar hatta istatistiksel tahminler kullanılarak yapılmaktadır.

Yeterince doğru dinamik termal simülasyon yazılımları onlarca yıldır mevcut olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, Energyplus ve IDA gibi yeni araçlar daha da fazlası için geliştirilmiş doğru termal simülasyonlardır. Bu araçlar hala çoğunlukla proje uygulayıcıları tarafından değil, araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır. Dinamik termal analiz yöntemlerinin daha dar kullanımının ana nedeni girdilerin genellikle manuel (el ile) olarak yapılmasıdır. Isı simülasyonunda ihtiyaç duyulan yapı elemanlarının bilgilerinin çoğu yapı bilgi modellemesi (YBM) ile kullanılmaktadır.

ABD (GSA 2006), Danimarka (Erhvervs- byg Byggestyrelsen 2006) ve Finlandiya (Senato Properties 2007) gibi kamu binalarının bazıları, termal tedariki için de faydalar yaratan projelerde YBM talep etmeye başlamıştır.

YBM'nin termal analizde daha geniş kullanımı için diğer engeller, termal simülasyon araçlarında ve kılavuzlarda eksik birlikte çalışabilir veri ara yüzü uygulamaları olmuştur. IFC (Endüstri Vakfı Sınıfları), bugün inşa edilmiş bir tesisin yaşam döngüsü içerisinde bilgi tanımlaması ve değişimi için açık bir standart sağlamaktadır. Bununla birlikte, YBM'yi etkili bir şekilde kullanmak ve piyasa yararları için, inşaat sürecindeki farklı katılımcılar arasındaki iletişim kalitesinin iyileştirilmesi gerekmektedir.

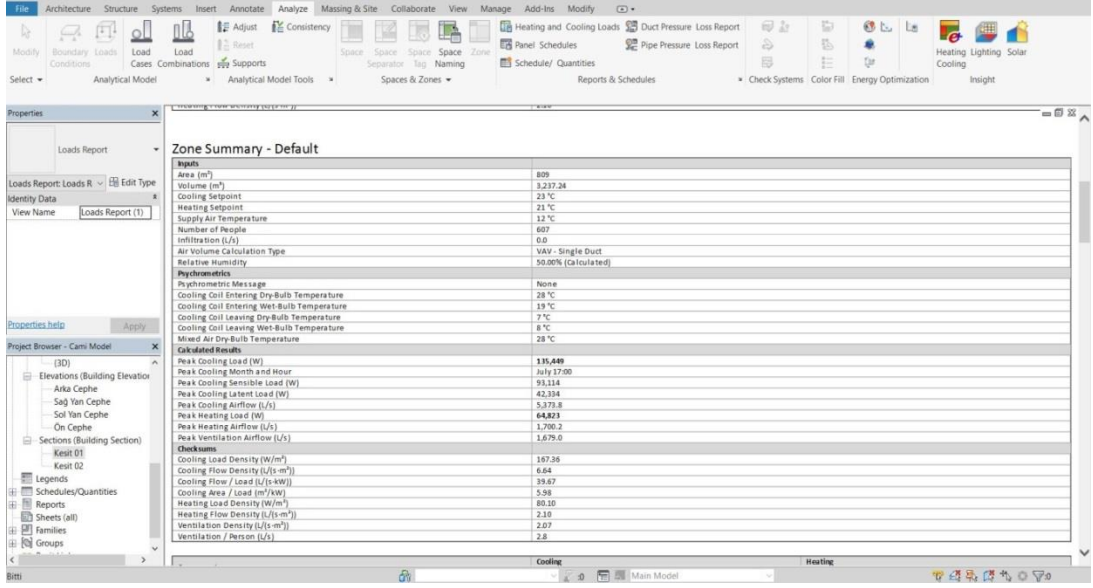
YBM kullanarak, bina yapım sürecinin farklı aşamalarında termal performansı doğrulamak daha kolaydır. Birçok YBM tabanlı projeden edinilen deneyimler, birlikte çalışabilir termal analiz yazılımının, inşaat süreci boyunca termal performansın yönetimi için yeterli olmadığını, ancak YBM'lerin farklı revizyonlarını yönetmek, bu revizyonların termal performansını karşılaştırmak ve bunu görselleştirmek için araçlar gerektirdiğini göstermektedir.

ALTINCI BÖLÜM

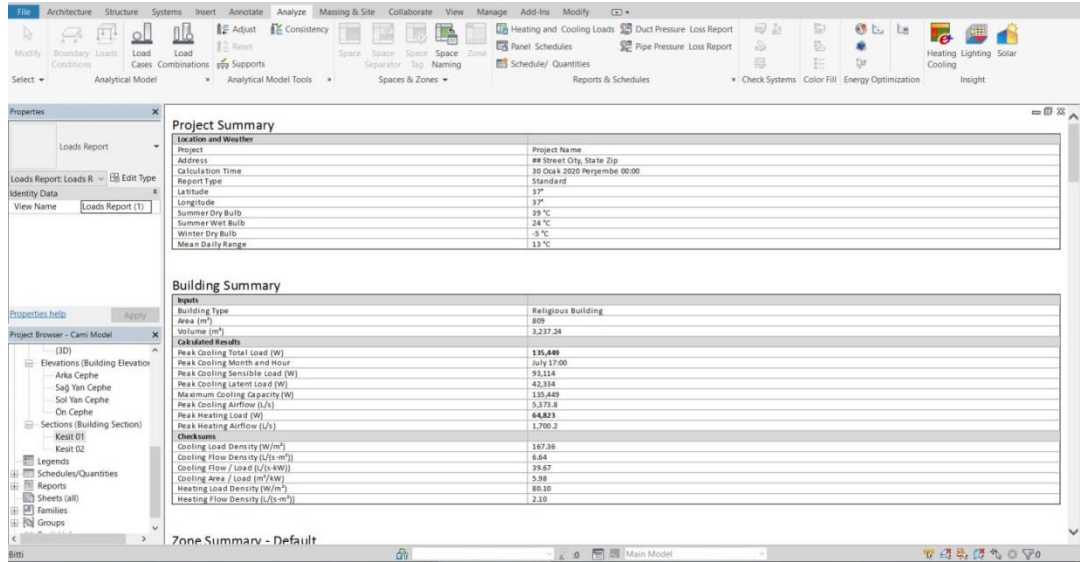
AYSAN CAMİİ VAKA ANALİZİ: YAPI BİLGİ MODELLEMESİ İLE AKUSTİK, İKLİMLENDİRME, IŞIK VE İÇ MEKÂN KONFOR ANALİZLERİ

Bilindiği üzere Yapı Bilgi Modellemesi, temelde binanın yaşam ömrünü aktif kullanımını ve manuel yöntemlerle fark edilemeyecek ancak bina için çok önemli olan değişiklikleri örneğin kullanıma ve geçen süreye bağlı olarak oluşan arızaları kullanıcının erkenden fark ederek müdahale etmesini sağlayan binayı tamamen otomasyon temelli inşa edilmesini sağlayan bir modellemedir.

İlk aşama olarak Aysan Camii'nin 2 boyutlu çizimleri Tütüncüler İnşaat firmasından alınmıştır ve bu veriler Revit programı aracılığı ile modellenmiştir. Daha sonra ikinci aşamada Revit üzerinden analizler yapılmıştır. İklimlendirme, ışık ve iç mekân konularında binanın doğru konumlandırılması ve binayı kullanan bireylerin uzun dönemli konforunun sağlanması için bina yönetimi ve inşaat ekibine doğru verilerin aktarılması sağlanmıştır. Şekil 6.1'de göreceğiniz üzere vaka analizi yapılan Aysan Camii'nin arazi ve bina özelliklerinin Revit yazılımı aracılığıyla sunulmuş olan özet bilgileri bulunmaktadır. Sonuçlardan da anlaşılacağı üzere binanın konumlandırılması ve bu konumdaki verimliliği oldukça yüksek olup bina kullanım süresi arttırılarak, kullanıcıların iç mekân konforu sağlanmıştır. Bu sayede yıllık yaklaşık 30.000 dolar kazanç sağlanmıştır. Ayrıca bütün bu analizler reel olarak bina inşası yapılmadan önce bina yönetimi ve inşasında görevli bireylere öngörü sağlayarak geri dönülemeyecek hataların önüne geçmiştir.



Şekil 6. 1 AutoDesk Revit Aysan Camii Arazi Özeti



Şekil 6. 2 AutoDesk Revit Aysan Camii Bina Özeti

6.1. Akustik Analizler

Akustik analizi Camii benzeri kamusal yapılarda gündelik olarak belli vakitlerde yardımcı ses hoparlörleri aracılığıyla sesin bina içinde yayılması eşit bir şekilde dağılım göstererek binada ve binayı aktif olarak kullanmakta olan bireylere maksimum düzeyde iletilmesi açısından diğer tüm analizler gibi büyük önem arz etmektedir. Ancak, Aysan Camii projesinde Revit programı kullanılarak analizler yapılmış ve Revit programının akustik analiz yapmaya yardımcı bir program olmadığından bu analiz yapılamamıştır.

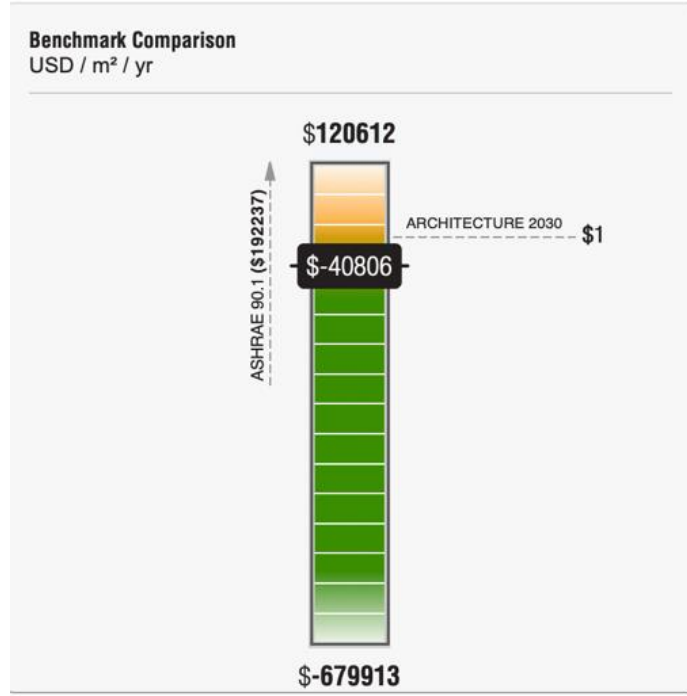
6.2. Enerji Analizleri

Enerji simülasyon araçları, binaların tasarımında yer alan tüm alanlar tarafından giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bina enerji analiz yazılımı kullanımı kolaylaştıkça, özellikle enerji optimizasyonu açısından bina performansı anlayışımızı daha iyi hale getirme fırsatı ile karşı karşıyayız.

Farklı ekip üyeleri tarafından verilen tasarım kararlarının binanın enerji ve çevresel performansı üzerindeki etkilerinin farkına varılması, tüm tasarım ekibi üyelerini simülasyon yapmaya teşvik eder. Sonuç olarak, simülasyon araçları Mimarlık-Mühendislik ve İnşaat endüstrisinde tasarım destek araçları olarak tanınmıştır. (1)(Attia, S. Building Performance Simulation Tools: Selection Criteria and User Survey; Université Catholique de Louvain: Louvain La Neuve, Belgium, 2010.)

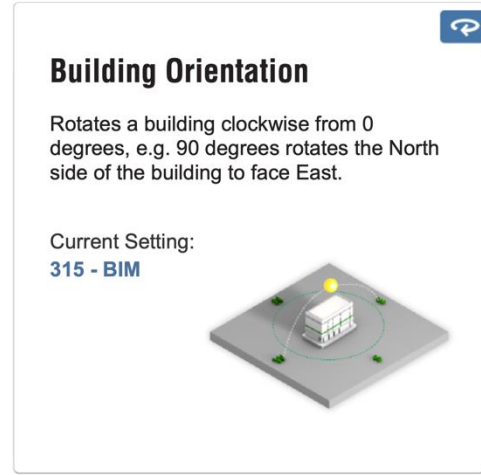
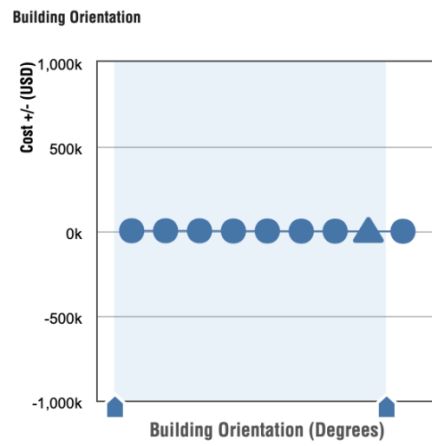
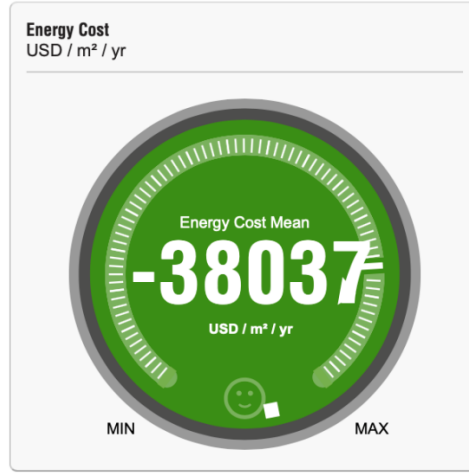
Mimarların perspektifinden bakıldığında, bina modelleme programlarında bina enerji simülasyonunun gelişmiş bir analizi, yüksek performanslı binaların kritik bir parçası haline gelmiştir. Enerji modellemenin kavramsal tasarım aşaması, tasarımcıya çeşitli bina konfigürasyonlarının yıllık enerji performans üzerindeki etkisi hakkında birinci dereceden geri bildirim sağlamak için kullanılır [2]. (U.S. General Services Administration (US GSA). Statsbygg and Senate, Information Delivery Manual (IDM) for BIM Based Energy Analysis as Part of the Concept Design BIM 2010.)

Bina enerji simülasyonu, bilgisayar modelleme ve simülasyon teknikleri kullanılarak binaların enerji performansının dinamik analizidir. Bu simülasyonda, binanın ve bina sistemlerinin karakteristiklerinin belirlenmesinde bina yüklerinin ve enerji tüketiminin hesaplanması söz konusudur. Bina enerji simülasyonu, binaların enerji performansını incelemek ve mimari tasarımı değerlendirmek için güçlü bir yöntemdir. Karmaşık tasarım problemleri araştırılabilir ve performansları ölçülebilir ve değerlendirilebilir.



Şekil 6. 3Aysan Camii, Revit Enerji Tasarrufu Analizi

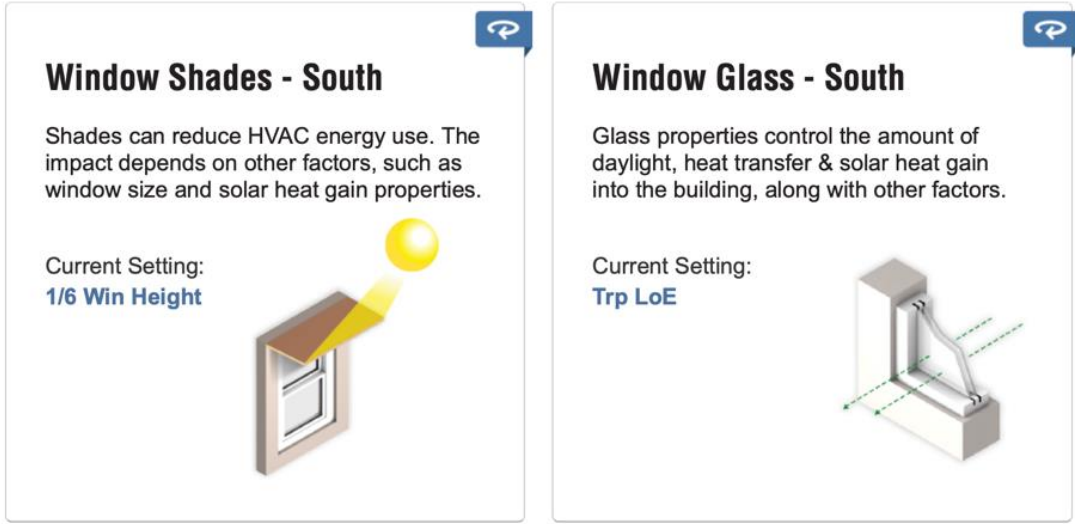
Değerlendirmede görüldüğü üzere YBM yapılarak modellenen “Aysan Cami Projesi’nin” ilerleyen yıllarda 679.913 dolar değerinde bir enerji tasarrufu sağlayacağı ve 2030 yılında binanın bugünkü enerji tasarrufu değerine karşın öngörülen değer daha da artacağı açıkça görülmektedir. Buda değişen iklim koşulları ve küresel ısınmanın etkilerini azaltmak için doğa ile uyumlu ve doğal kaynaklardan faydalanan bir kamu yapısının diğer benzer yapılardan ayrılarak yeşil bir bina olacağını gözler önüne sermektedir.



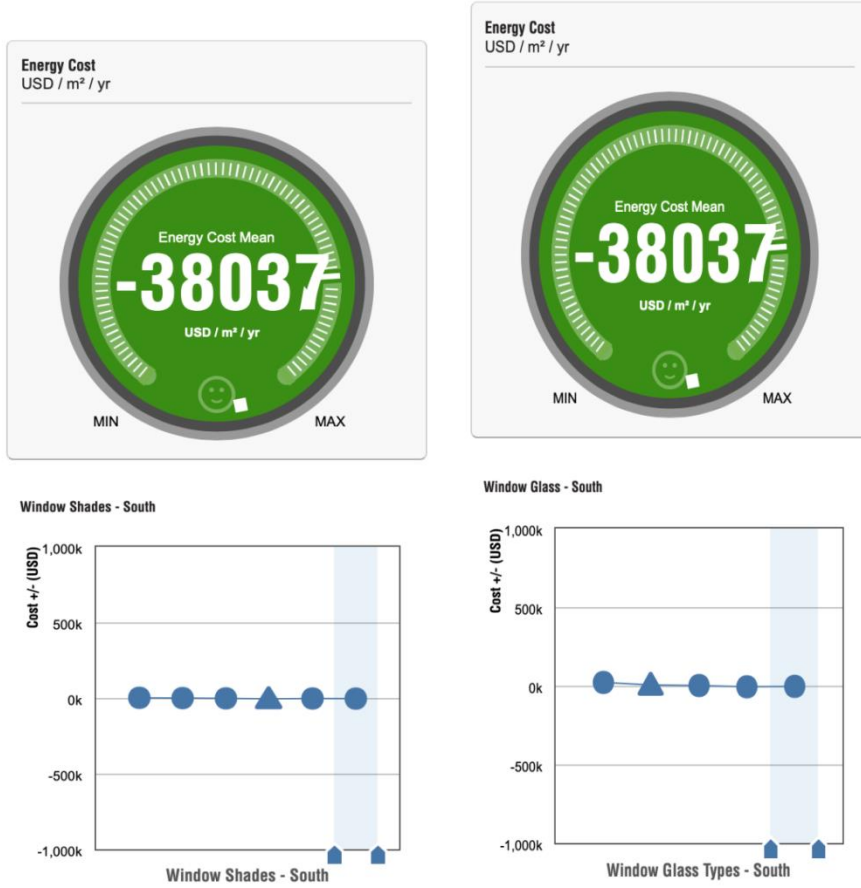
Şekil 6. 4Aysan Cami, Revit Bina Yönelimi

Yapı Bilgi Modellemesi ile tasarlanmış bir yapı, gerekli olan ısıtma ve soğutma maliyetleri açısından kendi tasarrufunu yönetebilir. Yani bu, kullanıcı için ek maliyetlerden arındırılmış konforlu bir ortam sağlamaktadır. Bir yapıyı bu analizleri yaparak inşa etmek, ısıtma ve soğutma maliyetlerini%85 azaltmaktadır.

Yukarda Şekil 6.4 'de görüldüğü üzere Aysan Camii'nin yıllık enerji kazancı 38.037 dolardır. Bunu sağlayan özellikler yapının iyi konumlandırılması ve maksimum derecede güneş ışığından faydalanılarak ısıtma giderlerini azaltmaktır. Ayrıca Şekil 6.5'de görüldüğü gibi güney cepesinde kullanılan pencereler cam özellikleri, diğer faktörlerle birlikte binaya gün ışığı, ısı transferi ve güneş enerjisi kazancı miktarını kontrol etmektedir.



Şekil 6. 5 Aysan Cami, Revit Güney Cephesi Pencere Gölgelemleri ve Camları



Şekil 6. 6 Aysan Cami, Revit Güney Cephesi Pencere Analizleri
Penceredeki gölge alanlar HVAC (ısıtma, soğutma ve havalandırma) enerji kullanımını azaltabilmektedir. Pencere boyutlarındaki etkiler güneş ısıtımını kazanma özellikleri gibi faktörlere bağlıdır. Şekil 6.7 'da görüldüğü gibi doğru pencere seçimi

ısıtma, soğutma ve havalandırma konusunda kazanç sağlamaktadır. Bu da yapının iklimlendirme özelliklerini üst boyutlara taşımaktadır.

Window Shades - North

Shades can reduce HVAC energy use. The impact depends on other factors, such as window size and solar heat gain properties.

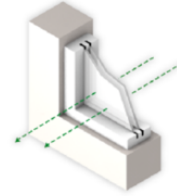
Current Setting:
1/4 Win Height



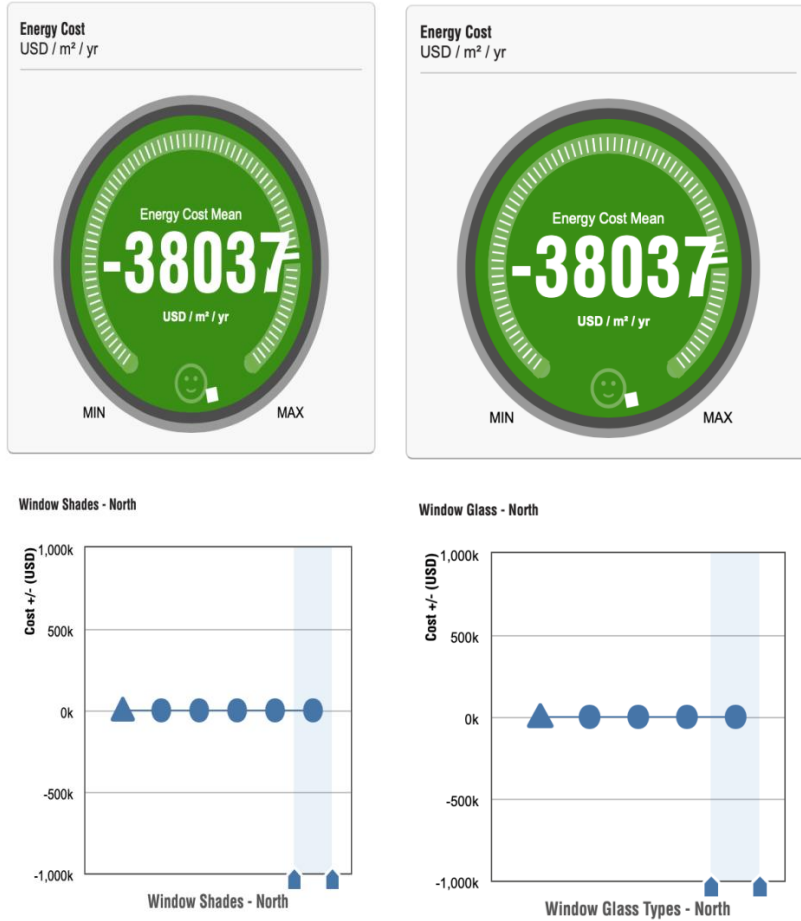
Window Glass - North

Glass properties control the amount of daylight, heat transfer & solar heat gain into the building, along with other factors.

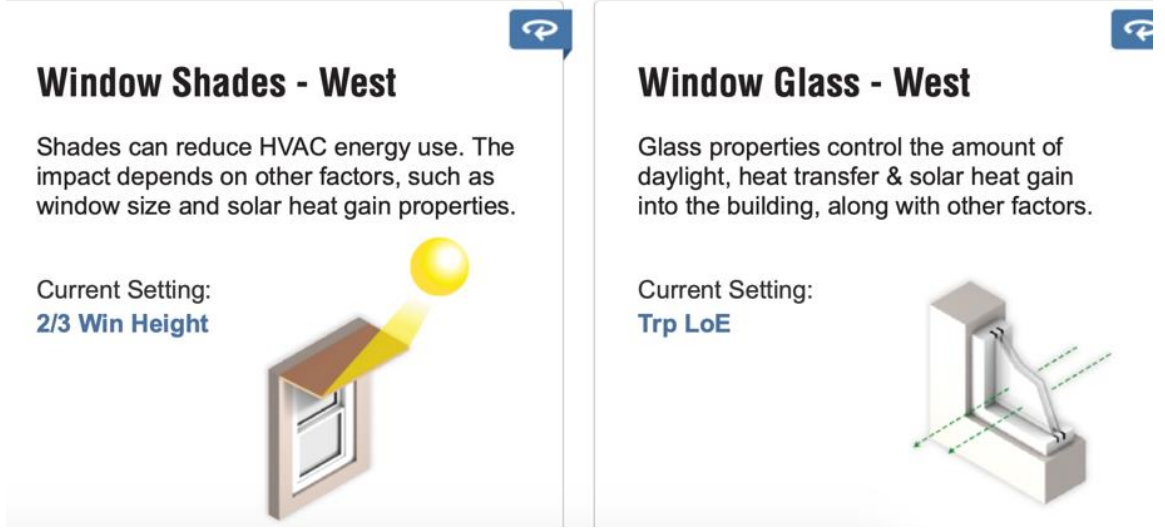
Current Setting:
Trp LoE



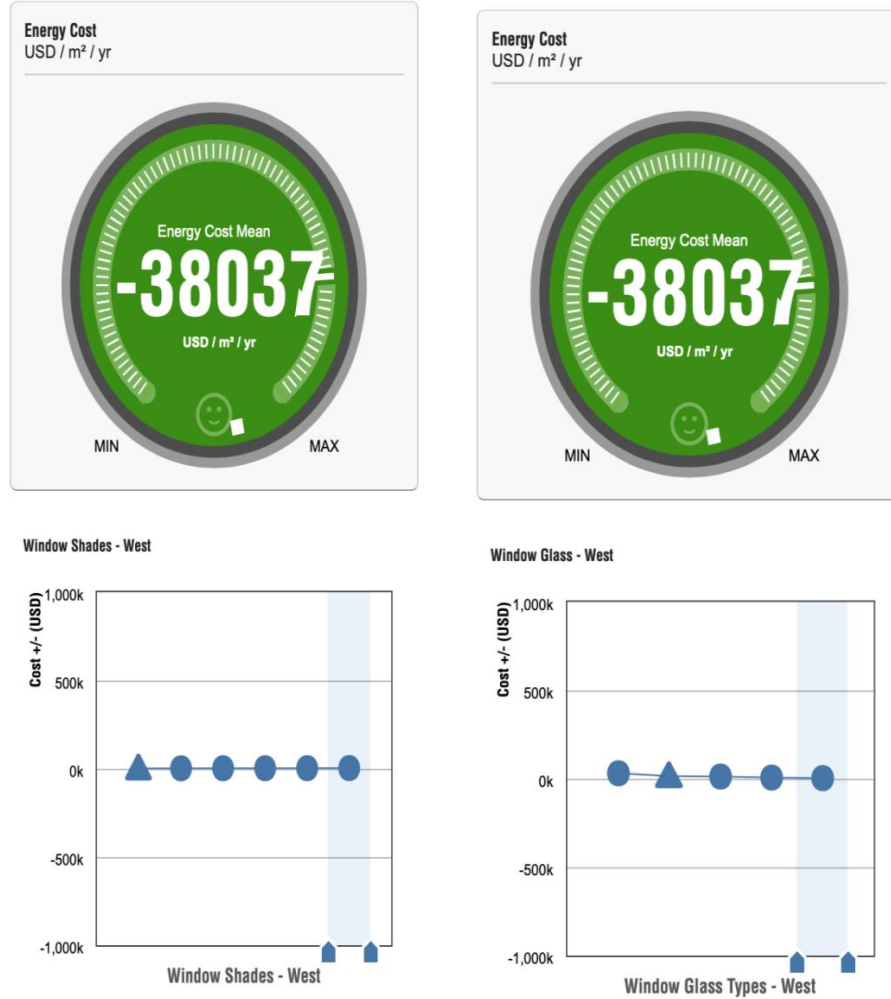
Şekil 6. 7Aysan Cami, Revit Kuzey Cephesi Pencere Gölge ve Camları



Şekil 6. 8Aysan Cami, Revit Kuzey Cephesi Pencere Analizleri



Şekil 6. 9 Aysan Cami, Revit Batı Cephesi Pencere Gölgelemleri ve Camları




Şekil 6. 10 Aysan Cami, Revit Batı Cephesi Pencere Analizleri

Window Shades - East

Shades can reduce HVAC energy use. The impact depends on other factors, such as window size and solar heat gain properties.

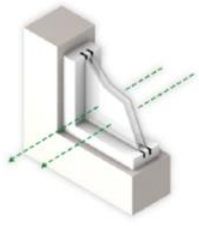
Current Setting:
BIM



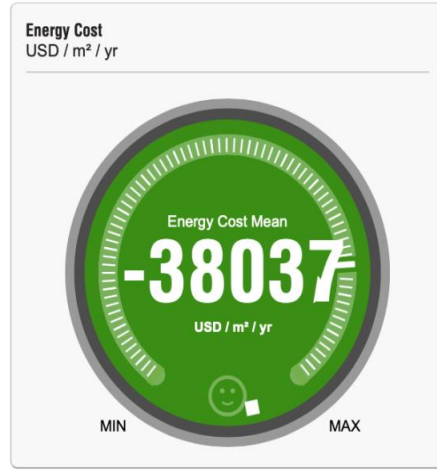
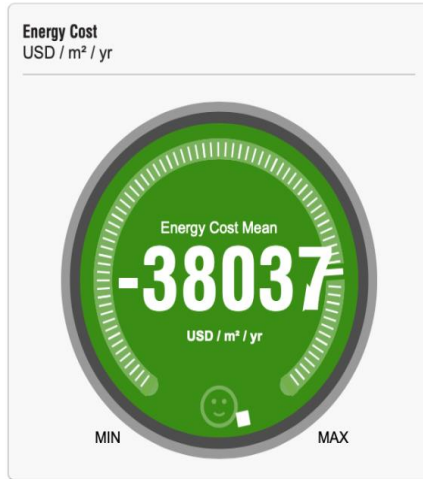
Window Glass - East

Glass properties control the amount of daylight, heat transfer & solar heat gain into the building, along with other factors.

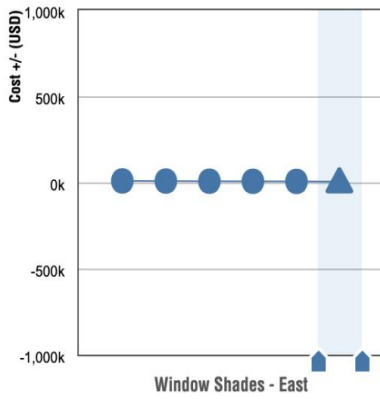
Current Setting:
Trp LoE



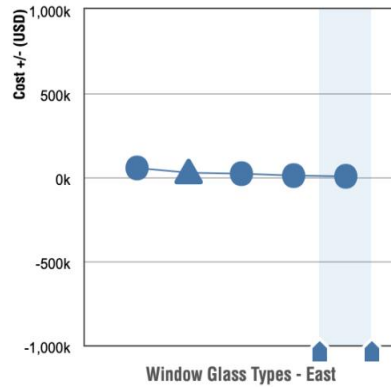
Şekil 6. 11Aysan Cami, Revit Doğu Cephesi Pencere Gölgeleri ve Camları



Window Shades - East



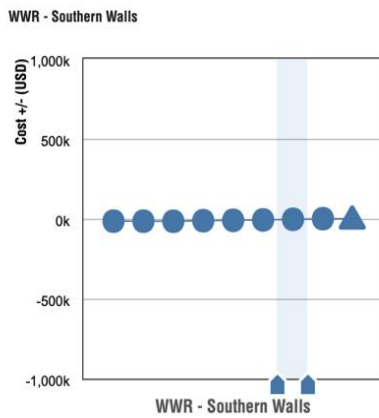
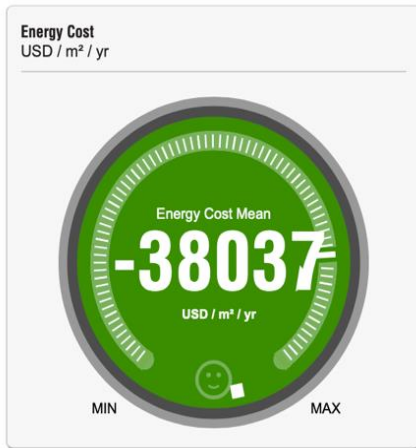
Window Glass - East



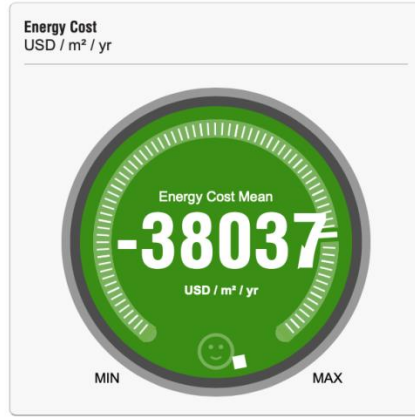
Şekil 6. 12 Aysan Cami, Revit Doğu Cephesi Pencere Analizleri

Aşağıdaki Şekil 6.13’de görüldüğü gibi pencere alanı veya pencere / duvar oranı (WWR), bir binadaki enerji performansını etkileyen önemli bir değişkendir. Pencere alanı, binanın ısıtma, soğutma ve aydınlatması üzerinde etkili olacak, ayrıca gün ışığına, havalandırmaya ve manzaraya erişim açısından doğal çevre ile ilgili olacaktır. Pencere-duvar oranı, binanın toplam camlı alanının dış zarf duvar alanına bölünmesiyle belirlenen yüzde alanının ölçüsüdür.

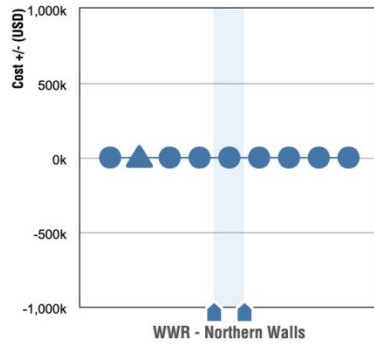
Cepheler, iç ve dış gölgeleme stratejileri ile birlikte kullanılabilir veya kullanılmayacak yüksek performanslı cam sistemleri (dinamik sistemler dahil) kullanılarak, kod kurallı maksimum değerinden daha yüksek bir yüzde kullanılarak tasarlanabilir. Bu tasarımlar, geniş pencere alanında istenmeyen güneş kazanımını azaltırken, yine de doğal gün ışığının alanlara girmesine izin vererek elektrikli aydınlatma kullanımını azaltmaktadır.



Şekil 6. 13Aysan Cami, Revit Güney Cephesi Pencere-Duvar Oranı



WWR - Northern Walls



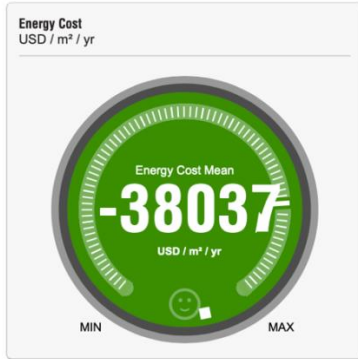
WWR - Northern Walls

Window-Wall-Ratio (glazing area / gross wall area) interacts with window properties to impact daylighting, heating & cooling.

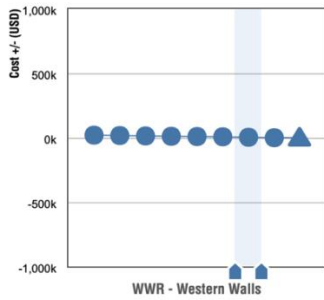
Current Setting:
80%



Şekil 6. 14 Aysan Cami, Revit Kuzey Cephesi Pencere-Duvar Oranı



WWR - Western Walls



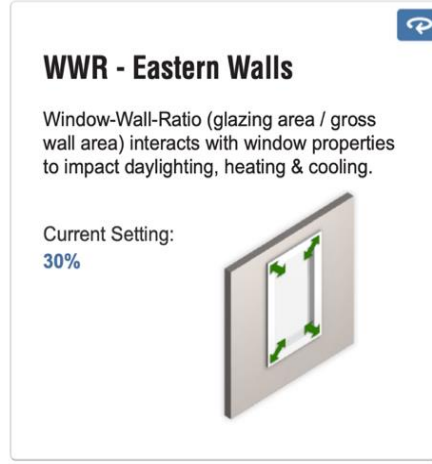
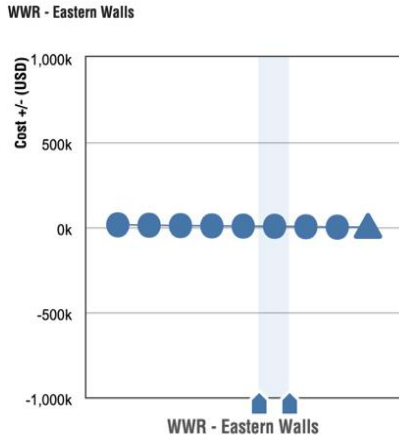
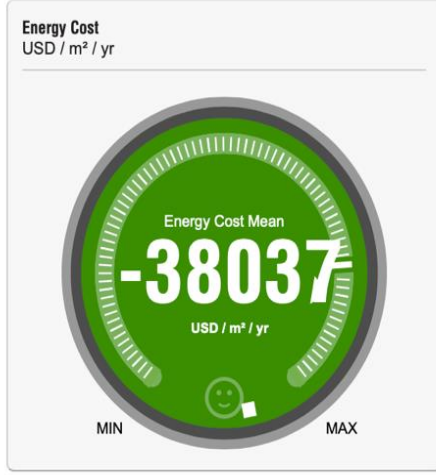
WWR - Western Walls

Window-Wall-Ratio (glazing area / gross wall area) interacts with window properties to impact daylighting, heating & cooling.

Current Setting:
15%

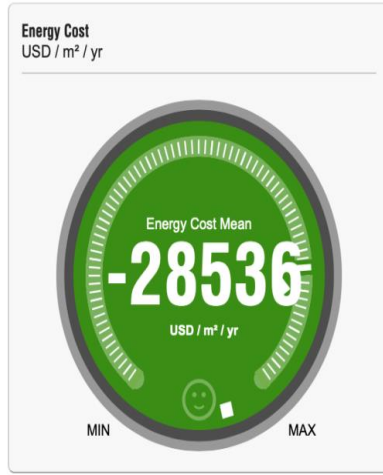


Şekil 6. 15 Aysan Cami, Revit Batı Cephesi Pencere-Duvar Oranı

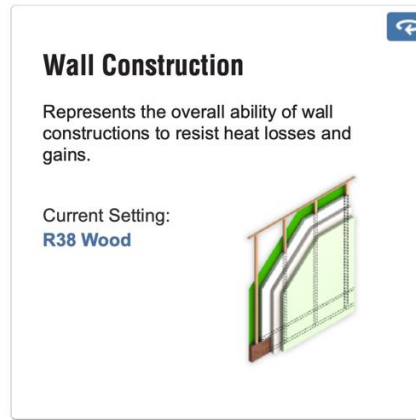
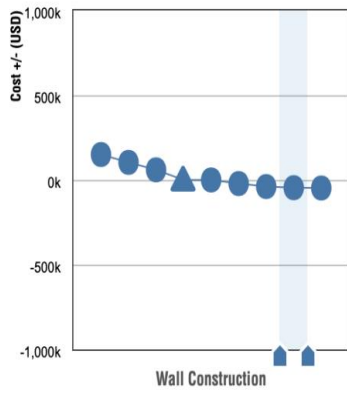


Şekil 6. 16 Aysan Cami, Revit Doğu Cephesi Pencere-Duvar Oranı

Cepheler, iç ve dış gölgeleme stratejileri ile birlikte kullanılabilir veya kullanılmayacak yüksek performanslı cam sistemleri (dinamik sistemler dâhil) kullanılarak, kod kurallı maksimum değerinden daha yüksek bir yüzde kullanılarak tasarlanabilir. Bu tasarımlar, geniş pencere alanında istenmeyen güneş kazanımını azaltırken, yine de doğal gün ışığının alanlara girmesine izin vererek elektrikli aydınlatma kullanımını azaltmaktadır.

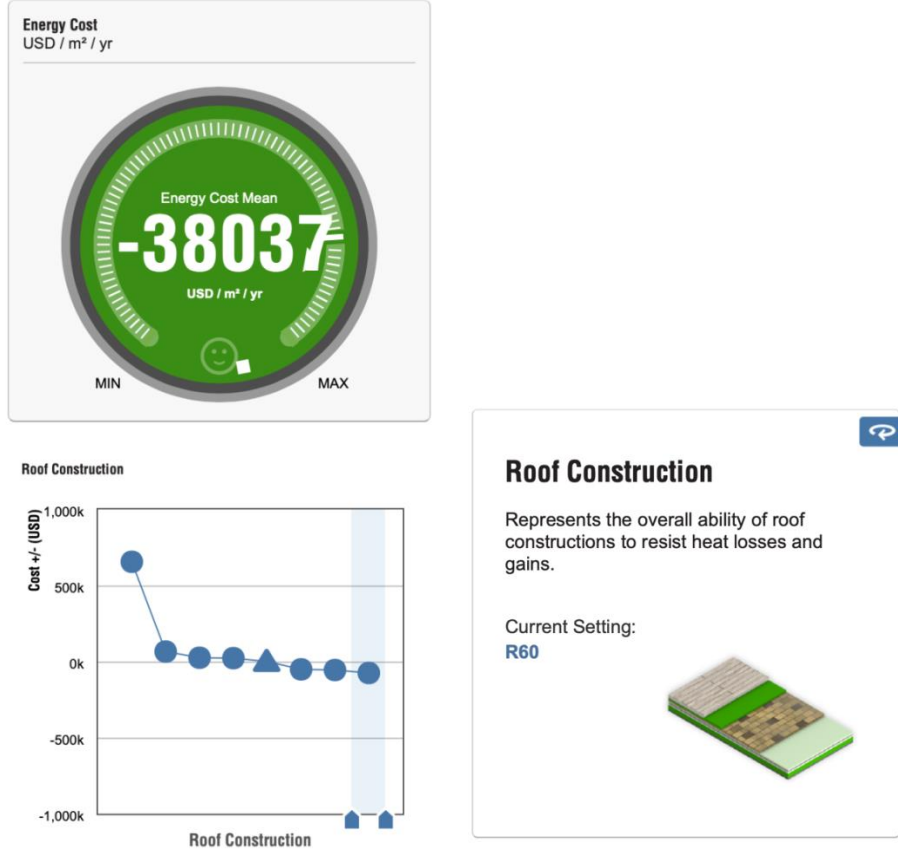


Wall Construction



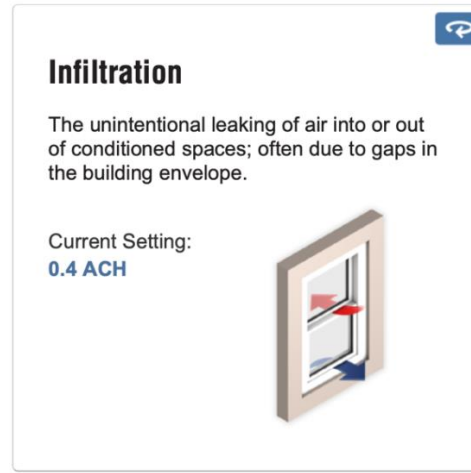
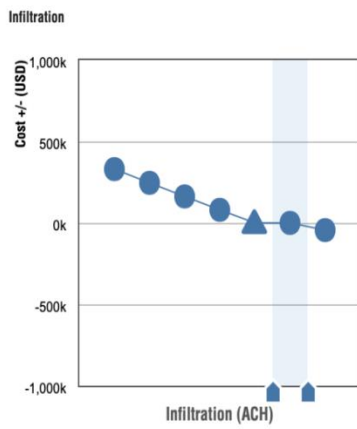
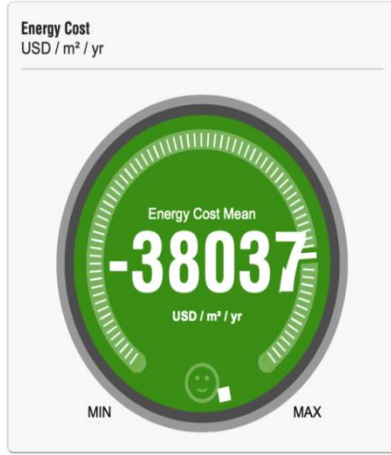
Şekil 6. 17 Aysan Cami, Revit Duvar İnşaatı Analizi

Yukarıdaki Şekil 6.17’de duvarın ısı kayıplarına ve kazanımlarına etkisini göstermektedir. Aysan Camii projesinde seçilen duvar kalınlıklarının sıcak ve soğuk hava geçirgenliğinde sağlanan denge ile bir yıl sürecinde 28.536 dolarlık bir enerji tasarrufuna sebep olduğu görülmektedir. Bu da sıklıkla kullanılan ve uzun yıllar aktif olan bir kamu yapısının seçilen doğru malzemeler ve Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) kullanılarak tasarlanmasının iklimlendirme ve enerji açısından birçok avantaja neden olduğunu göstermektedir.



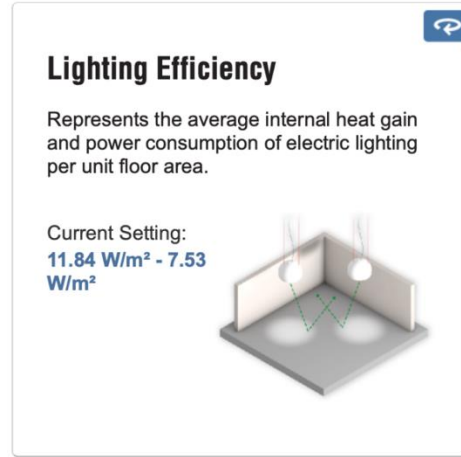
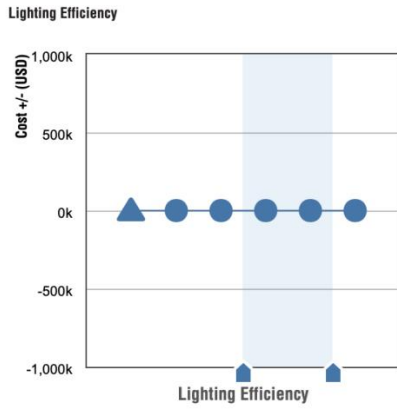
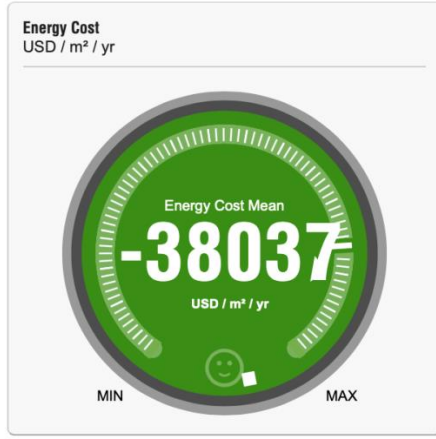
Şekil 6. 18 Aysan Cami, Revit Çatı Konstrüksiyon Analizi

Yukarıdaki Şekil 6.18’de çatı konstrüksiyonlarının ısı kayıplarına ve kazanımlarına karşı Aysan Camii projesinin enerji verimliliği açısından ne kadar etkin olduğunu göstermektedir. Doğru çatı malzemesi özellikle mevsimsel geçişleri sert olan bölgelerde çok büyük bir önem arz etmektedir. En önemli etkisi de sıcak ve soğuk hava geçirgenliğidir ki bu da kamu yapıları içinde zaman geçiren bireylerin iç mekân konforlarını olumlu veya olumsuz yönde etkilemektedir. Yukarıda sunulan Şekil 6.18’de de görüleceği üzere etkin malzeme seçimleri ve modelleme sonucunda 1 yılda 38.037 dolarlık bir enerji tasarrufuna neden olduğu görülmektedir.



Şekil 6. 19 Aysan Cami, Revit Hava Sızıntısı Analizi

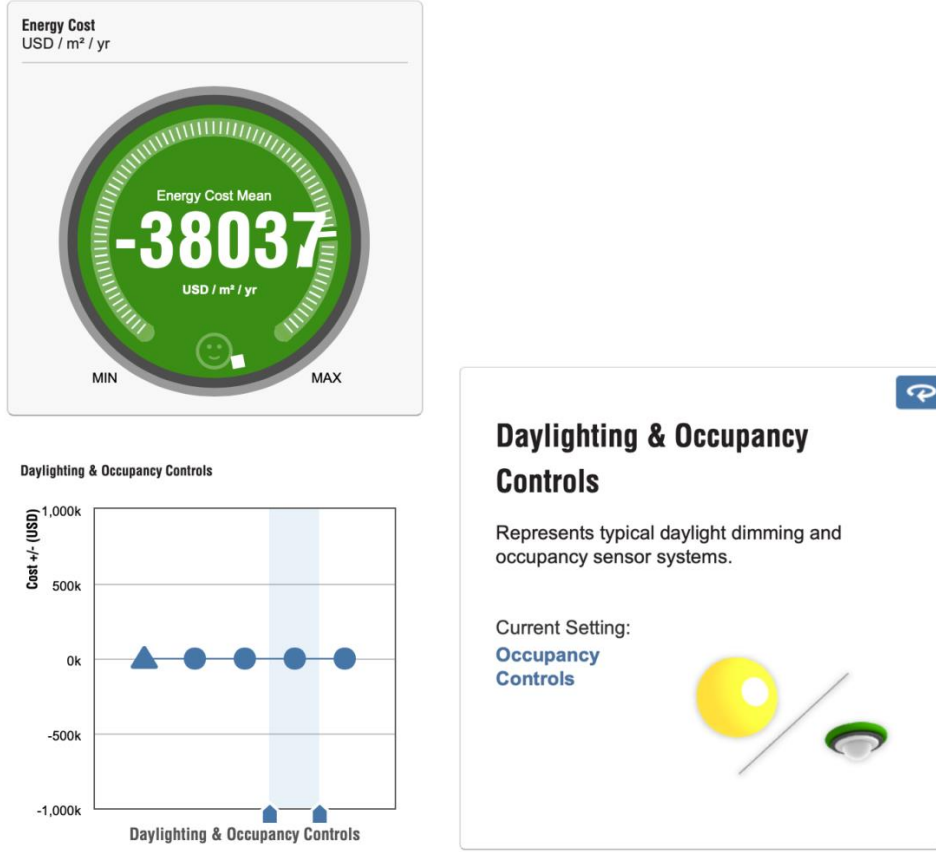
Hava sızıntısı, dışarıdaki havanın bir binaya istem dışı girmesi sonucu oluşan bir etkidir ve tipik olarak bina zarfındaki çatlakları kullanmaktadır. Geçiş için kapıların kullanılması da kaçınılmazdır. Sızıntıya bazen hava kaçağı da denilmektedir. Kısaca havanın kasıtlı olarak bir binadan dışarı sızması, hava sızıntısı olarak adlandırılmaktadır. Rüzgârile binanın negatif basınçlandırılması ve yaygın olarak yığın etkisi olarak bilinen hava sızıntısı, hava kaldırma kuvvetleri nedeniyle oluşmaktadır. Buda binada özellikle ısıtma sorunlarına neden olur ve doğal olmayan kaynaklara başvurularak elektrik enerjisi tüketilir ve de iç mekân hava konforunda problemlere yol açar. Aysan Camii projesi Yapı Bilgi Modellemesi kullanılarak modellenmesi sonucu öngörülen hava sızıntılarına karşı doğru yapı malzemeleri seçilmiş ve yılda 38.037 dolarlık bir enerji tasarrufu elde edilmiştir.



Şekil 6. 20Aysan Cami, Revit Aydınlatma Verimliliği Analizi

Etkili aydınlatma, elektriği görünür ışığa dönüştüren cihazların performansının yanı sıra pencere tasarımı, pencere ve pencere kaplama kontrolleri, doluluk dedektörleri ve diğer aydınlatma kontrollerine bağlıdır. Işık fikstürü verimliliği büyük ölçüde arttıkça, aydınlatma kontrollerinin enerji kullanımı üzerindeki net etkisi azalır. Ayrıca, aydınlatma ile odaya salınan termal enerji azalacak ve bu da bina ısıtma ve soğutma yüklerini etkileyecektir. Kamu binaları, ortak kullanım alanları olması sebebiyle elektrik tesislerinin üretiminin büyük bir bölümünü tükettiğinden, hizmet operasyonlarını büyük ölçüde etkileyebilirler. Özellikle, binaların enerji talebini, yoğun dönemlerden uzaklaştırma kabiliyeti, tesislerin en az verimli ve yoğun enerji santrallerine olan ihtiyacını azaltmalarını sağlayarak hem maliyeti hem de sera gazı emisyonlarını büyük ölçüde azaltabilmektedir. Bina enerji sistemlerini, saha üretimini ve enerji depolamayı diğer binalarla ve tesislerle koordine etmek, toplam maliyetleri düşürebilir, sera gazı emisyonlarını azaltabilir ve sistem genelinde güvenilirliği artırabilir. Bu nedenle Aysan Camii projesinde yıllık enerji tasarruf oranı 38.037 dolar olması benzer kamu binaları ile karşılaştırıldığında kendi kategorisinde minimum

elektrik enerjisi tüketimi ve maksimum doğal aydınlatma yöntemleri kullanılarak yeşil bir bina ve tesis yönetimi iyi planlanmış uzun yıllar çevre dostu bir kamu binası olarak kalmasını sağlamaktadır.

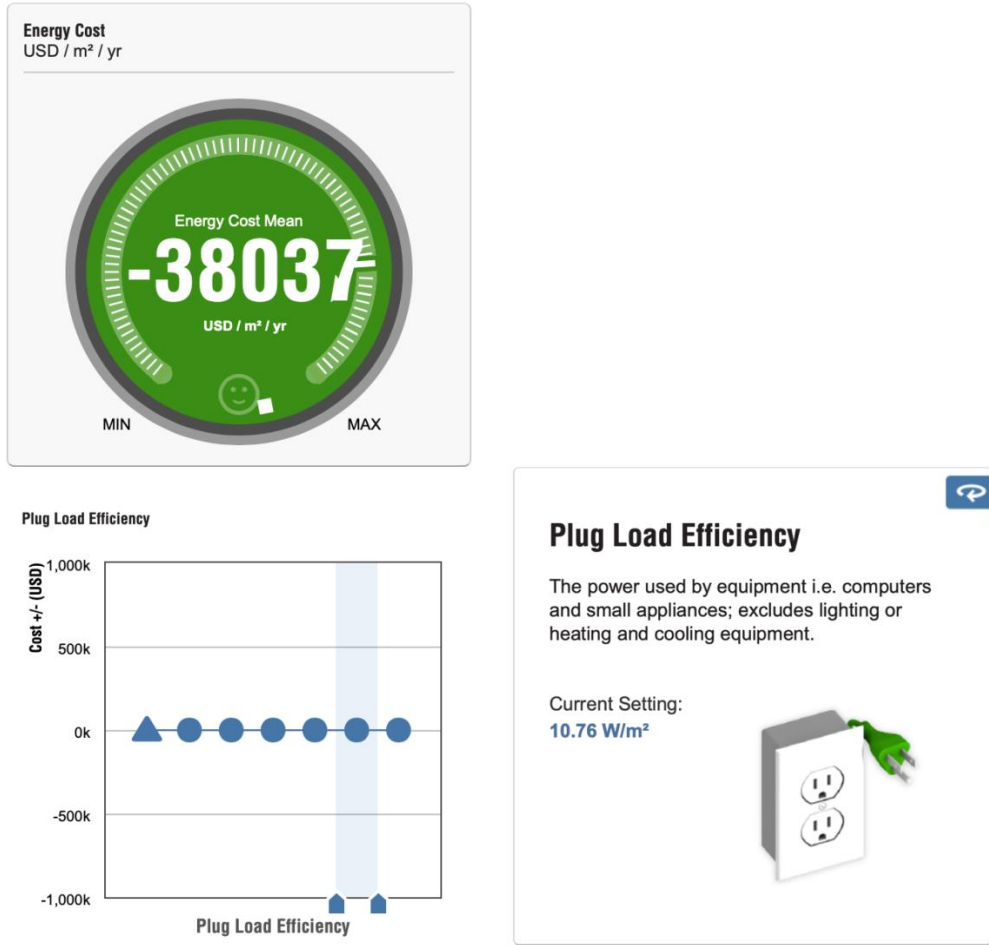


Şekil 6. 21 Aysan Cami, Revit Gün Işığı ve Doluluk Kontrolleri Analizi

Gün ışığı yoğunluktan ve kaliteden ötürü değişir ve ne kadar çeşitliliğin arzu edildiği veya göz ardı edilebileceği, bir alanın özel kullanımına bağlıdır. Aydınlatma gereksinimleri belirli kullanımlar için çok katı olabilir, ancak birçok uygulamada bu durum daha esnektir. Bununla birlikte, iyi bir aydınlatma sağlamak için her zaman dikkate alınması gereken üç faktör vardır: ışığın niceliği, kalitesi ve dağılımı. Yoğun ışık kaynakları (güneş ışığı veya elektrik ışığı), kullanıcının görevi için rahatsız edici olabilen şiddetli parlamaya neden olabilir. Bu nedenle güneş ışığının bir alanda kabul edilmesi, bir binanın açıklıkların dikkatli bir şekilde tasarlanmasını gerektirmektedir.

Aysan Camii örneğinde olabildiğince çok ve geniş pencere açıklıkları kullanılarak iç mekândaki ışığın niceliği, kalitesi ve dağılımı dikkate alınmıştır. Ayrıca güneş ışığının

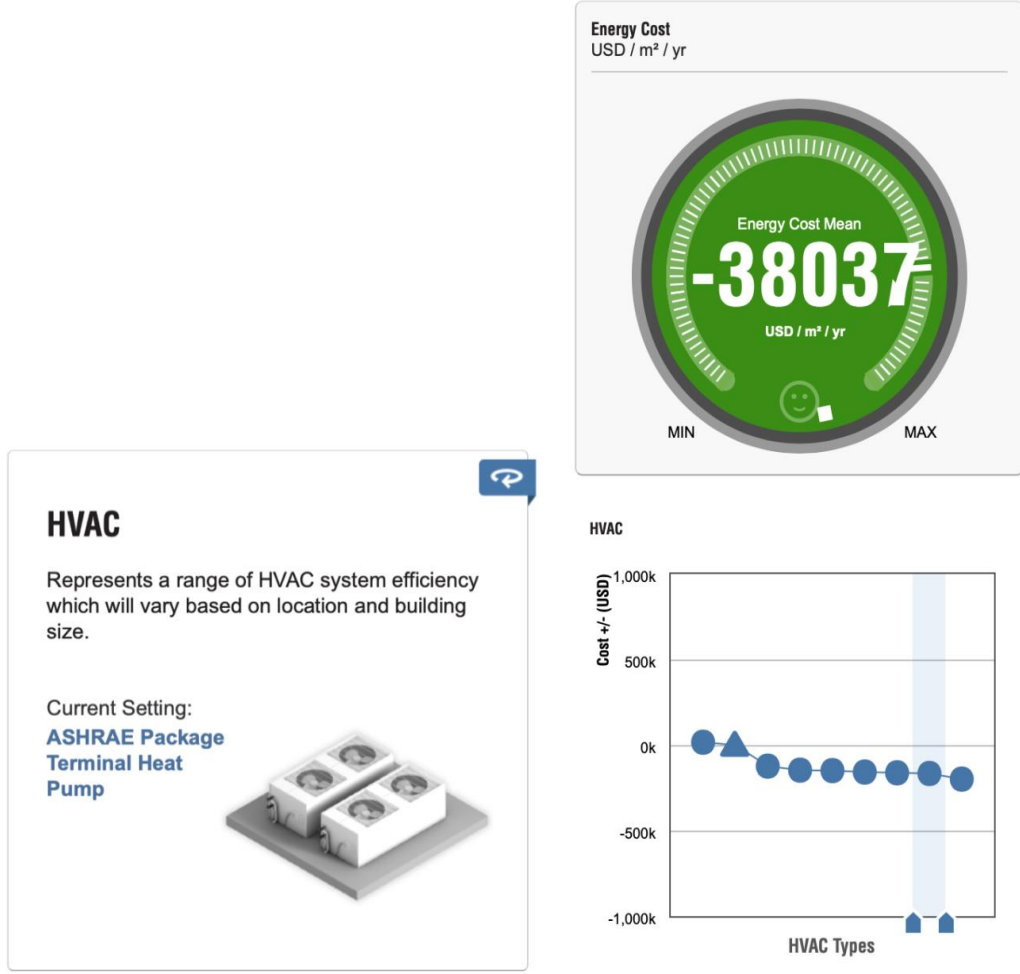
yanı sıra yeterli ölçüde aydınlatma elemanı da kullanılmıştır. Bu sayede yıllık enerji tüketimi 38.037 dolar kadar düşürülmüştür.



Şekil 6. 22 Aysan Cami, Revit Fiş Yük Verimliliği Analizi

“Fiş yükü”, bir binanın elektrik prizleri aracılığıyla bilgisayarlar, TV'ler, yazıcılar, otomatlar, kahve makineleri ve benzerleri tarafından kullanılan enerji miktarını ifade eder. Bina genelinde ne kadar çok cihaz ve elektronik cihaz takılıysa, fiş yükünüz o kadar fazla olur. Tahmin edebileceğiniz gibi, fiş yükü yönetimi, binanın fiş yükünün mümkün olduğunca izlendiği ve sınırlandırıldığı bir sistem içermektedir. Bir binanın fiş yükü toplam enerji kullanımının büyük bir yüzdesini oluşturabildiğinden, fiş yükünüzü yönetmek, binanın enerji verimliliğini büyük ölçüde etkilemektedir.

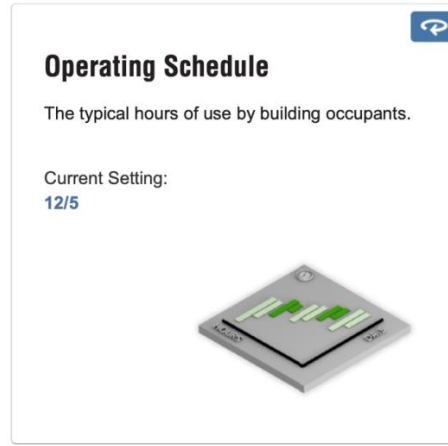
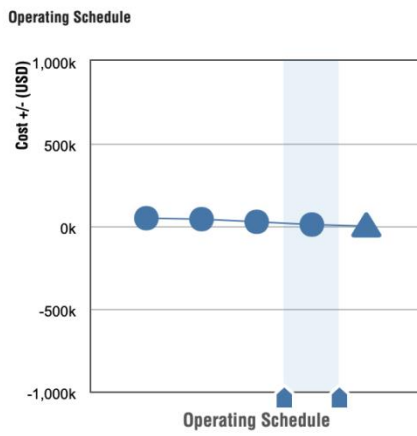
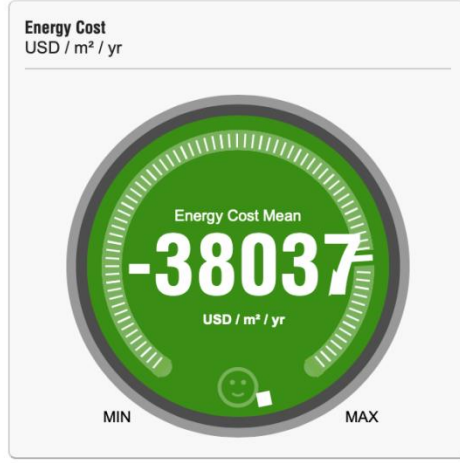
Şekil 6.22’de görüldüğü gibi Aysan Camii projesinde fiş yükü minimuma indirilerek yıllık enerji tasarrufunun 38.037 dolar olması sağlanmıştır.



Şekil 6. 23 Aysan Camii, Revit HVAC Analizi

Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC), iç ve çevre konforunun teknolojisidir. Amacı termal konfor ve kabul edilebilir iç mekân hava kalitesi sağlamaktır. HVAC sistem tasarımı, termodinamik, akışkanlar mekaniği ve ısı transferi prensiplerine dayanan makine mühendisliğinin bir alt disiplindir. HVAC, apartmanlar, oteller, yaşam tesisleri, gökdelenler, hastaneler ve kamu yapıları gibi binaların önemli bir parçasıdır.

Aysan Camii'nin Şekil 6.23'de görüldüğü gibi dış mekân ve iç mekân hava akışı kontrollü bir şekilde sağlanmaktadır. Bu sebeple doğal iklim koşullarından faydalanarak ısıtma ve soğutma performansı maksimum seviyede tutulmuştur. Bu da yıllık tasarrufa 38.037 dolar katkıda bulunmaktadır.



Şekil 6. 24 Aysan Cami, Revit Çalışma Verimliliği Analizi

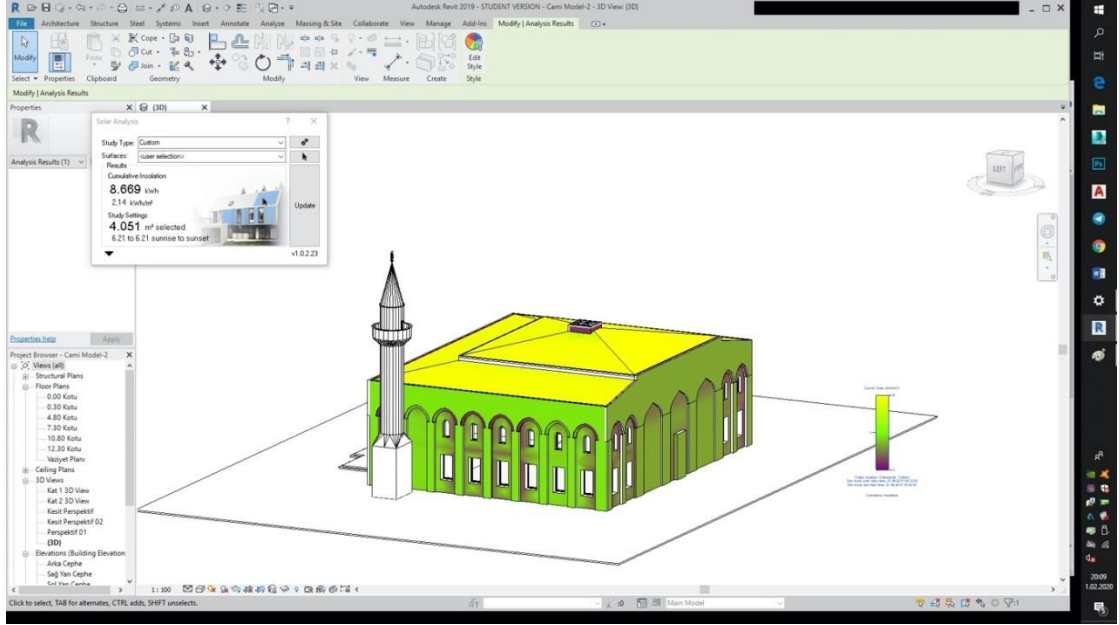
Çalışma programı inşaatın önemli bir parçasıdır ve herhangi bir sorumlu makamın veya ilgili tarafın hedeflerinin her birini tanıtmak için gerekli adımların değerlendirmesini sağlamak için gerekli tüm bilgileri içermelidir.

Şekil 6.24’de görüldüğü üzere Aysan Camii’de yapılan düzenli çalışma programı ile yıllık 38.037 dolar kazanç sağlanmıştır.

6.3. İklimlendirme Analizleri

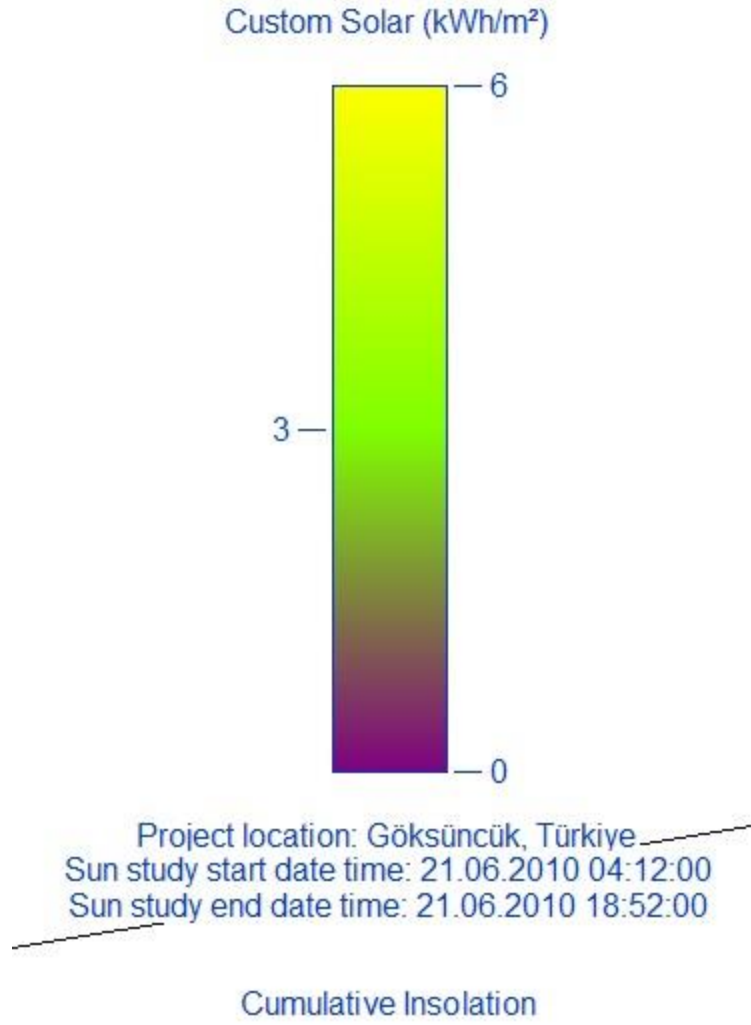
İklimlendirme analizleri belirli bir zaman dilimi içerisinde binanın ne kadar enerji üretebileceği ve ne kadar enerji tasarrufunda bulunabileceği konusunda Yapı Bilgi Modellemesi kullanılarak öngörülebilir ve böylelikle çevreye duyarlı yeşil bir bina inşaa edilmesinde önemli bir rol oynar. Aşağıdaki Şekil 6.25’de görüldüğü üzere tüm çatı yüzeyi temel alınarak yapılan analizde 4051 m² alanda 8.669 kWh enerji tasarrufunda bulunabileceği saptanmıştır. Çatı yüzeylerinin iklimlendirme açısından

özellikle kamu binaları gibi ortak kullanıma açık ve sıklıkla pek çok kişinin aktif olarak yer aldığı binada iç mekân konforu ve bireylerin ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarını mevsimsel olarak etkin şekilde karşılayacağı açıkça görülmektedir.



Şekil 6. 25 Aysan Cami, Revit İklimlendirme Analizi

Aşağıdaki Şekil 6.25’de görüldüğü üzere metrekare başına hesaplanan solar enerji oranının en uzun gün olan 21 Haziran’da gün doğumundan gün batımına analizi yapılmış ve güneş ışınlarını verimli bir şekilde kullanıldığı görülmektedir.

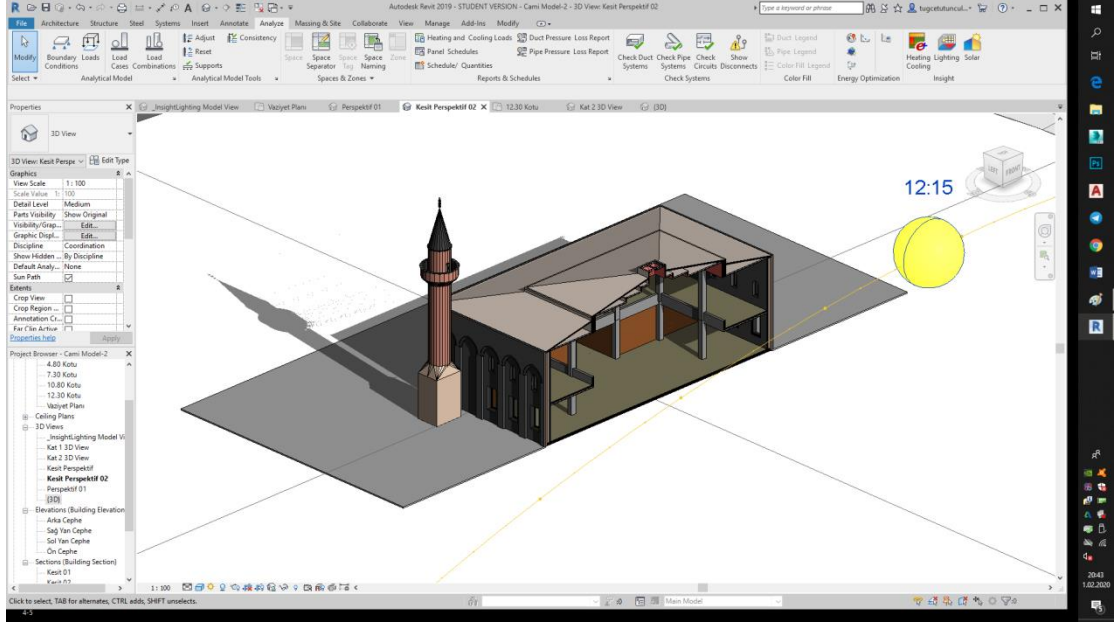


Şekil 6. 26 Aysan Cami, Revit Solar Analizi

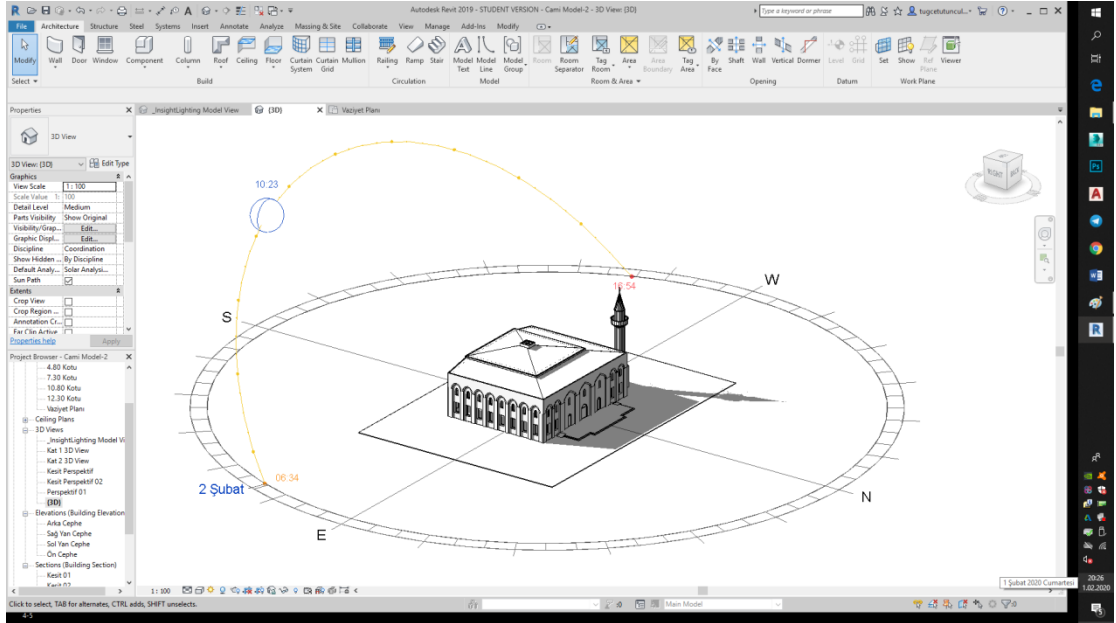
6.4. Işık Analizleri

Gün ışığı stratejileri, bir binanın toplam elektrik tüketiminin yüzde 50'sini oluşturabilen elektrik ışığı kullanımını dengeler. Gün ışığı, artan doğal ışığa erişim sağlayarak çevre konforunu artırır. Analiz araçlarını kullanmak, tasarımcıların aşırı doğrudan güneş ışığının olumsuz etkilerini en aza indirirken gün ışığından yararlanmasına yardımcı olur. Bunun yanında tasarımcılar, doğal ışığı bina tasarımının ayrılmaz bir parçası olarak benimseyerek kamu binaları kullanıcılarının sağlığını ve üretkenliğini artırmaya yardımcı olabilir. Özellikle fazla gün ışığına maruz kalan binalarda ısı optimizasyonu sağlamak adına alınabilecek en iyi önlem doğru malzeme seçimi olacaktır ışığın binaya eşit bir şekilde dağılmasının pencere seçimleri ile doğru

orantılı olduğu açıktır. Öyle ki aşağıdaki Şekil 6.27’de görüldüğü üzere güneşin en dik açı ile yansıdığı saat 12.15’te binanın güneş ışığı alımının dengeli olduğu görülmektedir.



Şekil 6. 27 Aysan Cami, Revit Güneşışı Analizi



Şekil 6. 28 Aysan Cami, Revit Güneşışı Analizi

YEDİNCİ BÖLÜM

GELENEKSEL VE YAPI BİLGİ MODELLEME ENTEGRE BAKIM İŞ AKIŞLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Tablo 7.1 geleneksel ve YBM entegre bakım iş akışlarının zaman, işçilik, veri kalitesi ve maliyet açısından karşılaştırmasını göstermektedir.

Tablo 7. 1 Geleneksel ve YBM Entegre Bakım İş Akışlarının Karşılaştırılması

	Geleneksel Bakım İş Akışı	YBM Entegre Bakım İş Akışı
ZAMAN & İŞ GÜCÜ	<ul style="list-style-type: none">•Bildirilen arızalı ekipmanı ve belgelerini bulmak için zaman ve emek israfı,•Önleyici bakım programlarını manuel olarak hazırlamak için zaman ve iş gücü boşa harcanır,•Farklı veri tabanlarındaki bakım verilerini aramak için zaman ve iş gücü boşa harcanır,•Ofis, şantiye ve depo arasındaki mekikte zaman ve emek israfı,•Yedek parça ve malzeme sorgulama ve satın alma işlemlerinde zaman ve işçilik israfı.	<ul style="list-style-type: none">•YBM modelinde rapor edilen arızalı ekipmanların doğrudan görselleştirilmesiyle zaman ve işçilikten tasarruf,•YBM ile otomatik önleyici zamanlama ile zaman ve işçilikten tasarruf,•Merkezi ve entegre YBM veri tabanında bakım verilerinin bulunmasıyla zamandan ve işçilikten tasarruf,•Mobil cihazlar üzerinden YBM veri tabanına ulaşarak zamandan ve işçilikten tasarruf,•Dijital yedek parça ve malzeme sorgusu ile zamandan ve işçilikten tasarruf sağlar ve YBM veri tabanı ile satın alır.
VERİ KALİTESİ	<ul style="list-style-type: none">•Tesis yönetimi sistemlerine manuel veri girişi nedeniyle bakım verisi kalitesi düşük,•Kayıt dışı iletişim ve kuruluş içinde zayıf iş birliği nedeniyle bakım verisi kalitesi düşük,•Geçersiz veri nedeniyle bakım verilerinin kalitesi düşüktür.	<ul style="list-style-type: none">•Bakım YBM modelinden TY sistemlerine doğrudan veri alımı nedeniyle veri kalitesi yüksektir,•Kuruluşta kaydedilmiş iletişim ve güçlü iş birliği nedeniyle bakım veri kalitesi yüksektir•Parametrik ve onaylanmış veriler nedeniyle bakım verilerinin kalitesi yüksektir.

Tablo 7.1 Geleneksel ve YBM Entegre Bakım İş Akışlarının Karşılaştırılması
(Devamı)

	<ul style="list-style-type: none">•Zaman ve emeğin verimsiz kullanımı nedeniyle maliyet yüksektir,	<ul style="list-style-type: none">•Zaman ve emeğin verimli kullanımı nedeniyle maliyet düşüktür,
MALİYET	<ul style="list-style-type: none">•Düşük veri kalitesinden kaynaklanan hatalar ve tekrarlardan dolayı maliyet yüksektir,•Bakım analiz aracının olmaması nedeniyle maliyet yüksektir.	<ul style="list-style-type: none">•Tutarlı ve güvenilir verilerle azalan hatalar ve tekrarlamalar nedeniyle maliyet düşüktür,•YBM veri tabanı yardımıyla bakım performansını analiz etme ve artırma çabaları nedeniyle maliyet düşüktür.

8. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tesis yönetimi, bina yaşam döngüsünde işletme aşamasının önemi nedeniyle büyüyen bir meslektir. Tesis Yönetimi'nin geniş kapsamı içerisinde bakım, tesis ömrünü uzatan, ekipman ve hizmet kalitesini arttıran, işletme maliyetlerini düşüren ve fiziksel varlıklara değer katan temel işlevdir. İşletme aşamasında maksimum verimlilik ve kârlılık elde etmek için bakım süreçlerinin uygun şekilde yönetilmesi çok önemlidir. Tasarım entegrasyonu, standardizasyon eksikliği, veri tutarlılığı, taraflar arasındaki iletişim ve bakım kontrolü ve analizi, bina bakımında çözülmesi gereken sorunlardan bazılarıdır. YBM'nin gücü ve bu sorunları çözme potansiyeli dikkate alınmaya değerdir.

YBM teknolojisini bakım için veri deposu olarak kullanma kavramına tesis yöneticileri arasında yaygın değildir. Oysa YBM, bina yaşam döngüsü boyunca daha görsel, doğru ve etkili veri oluşturma, koruma ve paylaşma özelliğine sahiptir. Bina bakımı için tek veri havuzuna sahip olmak, iyileştirilmiş iş birliği, entegre tesis yönetimi sistemleri, doğru veri depolama, kolaylaştırılmış iş akışları, gelişmiş güvenli tesis yönetimi süreçleri ve daha kısa bakım döngüsü gibi birçok faydası vardır. Bu çalışmada, tesisleri korumak için daha iyi bir yöntem sunmak üzere YBM entegre iş akışı geliştirilmiştir.

Önerilen YBM entegre bakım iş akışı, geleneksel bakım sürecini zaman, işçilik, veri kalitesi ve maliyet açısından iyileştirmeyi vaat ediyor. Çalışma, YBM entegre bakım süreciyle:

- Ekipmanların, iş emirlerinin ve tesis koşullarının 3B görselleştirilmesi sağlanır,
- Parametrik YBM verileri diğer sistemlerle birlikte kullanılır,

- Plan Bakım planlama, planlama, atama ve gerçekleştirme suresi ve iş gucu azaltılır,
- Bakım verilerinin kalitesi ve tutarlılığı artar,
- Sürekli analiz ve kontrol ile bakım performansı artar,
- Zaman, emek ve verilerin verimli kullanımı ile; bakım maliyeti azalır,
- Bakım işlemleri sistemleştirilir ve standartlaştırılır.

Sahipler ve tesis yöneticileri böyle temel bir değişikliğe direnebilecek olsalar daYBM'in tesis bakımına entegre edilmesi, tesislerin daha etkin bir şekilde işletilmesi için birçok fayda sağlar. Ancak, bu faydalar sadece tesis bakımı ile sınırlı değildir; YBM'ni diğer tesis yönetimi alanlarına entegre etmek için daha fazla araştırma yapılabilir.

Ayrıca gelecek çalışmalarda vaka olarak belirlediğimiz Aysan Camii ve diğer kamu yapıları için akustik analizler yapılabilir. Bunun sebebi belirli periyotlarla ses ekipmanları ile dengeli bir dağılım sağlanarak mekândaki akustik konforu kullanıcılar için en iyi seviyeye ulaştırmaktır.

KAYNAKÇA

ABS. American Bureau of Shipping. 2004. Guidance notes on reliability-centered maintenance. Houston, TX.

AIA. The American Institute for Architects. 2008. Document E202 2008-Building Information Modelling Protocol Exhibit. Washington, D.C. Available at: <http://www.fm.virginia.edu/fpc/ContractAdmin/ProfSvc/BIMAIASample.pdf>

AIA. The American Institute for Architects. 2007. Integrated Project Delivery: A Guide. Available at: <http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab083423.pdf>

Akcamete A, Akinci B, Garrett JH. 2010. Potential utilization of building information models for planning maintenance activities. In: Proceedings of the international conference on computing in civil and building engineering. Nottingham: Nottingham University Press. 151-157.

Alexander, K. (2003). A strategy for facilities management. *Facilities*. **12**, 269-274.

Amaratunga, D, Baldry, D, Sarshar, M. (2000). Assessment of facilities management performance-what next?. *Facilities*. **18**, 66-75.

Anderson R. 2010. An Introduction to the IPD Workflow for vectorworks BIM Users. Nemetschek. Vectorworks. Available at: http://download2.nemetschek.net/www_misc/2010/IPD_workflow_for_BIM.pdf

Aranda-Mena, G., Crawford, J., Chevez, A., Froese, T. (2009). Building information modelling demystified: does it make business sense to adopt BIM?. *International Journal of Managing Projects in Business*. **2**, 419-434.

Arditi, D., Nawakorawit., M. (1999). Issues in building maintenance: property managers' perspective. *Journal of Architectural Engineering*. **5**, 117-132.

Autodesk, 2007. BIM's return on investment. Autodesk Intl: <http://static.ziftsolutions.com/files/8a7c9fef2693aa1e0126d282571c02c7>

Azhar S, Hein M, Sketo B. 2008. Building Information Modelling (BIM): Benefits, Risks and Challenges. Auburn, AL: Auburn University. Available at: <http://ascpro.ascweb.org/chair/paper/CPGT182002008.pdf>

- Azhar, S., Khalfan, M., Maqsood, T. (2012). Building information modelling (BIM): now and beyond. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*. **12**, 15-28.
- Bamber, C. J., Sharp, J. M., Hides, M. T. (1999). Factors affecting successful implementation of total productive maintenance: a UK manufacturing case study perspective. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. **5**, 162-181.
- Barker I. 2013. A practical guide to facility management. Whittles Publishing.
- Barnes P, Davies N. 2014. BIM in Principle and in Practice. ICE Pub: GSA. Available at: http://www.gsa.gov/largedocs/BIM_Guide_Series_Facility_Management.pdf
- Barrett P, Baldry D. 2003. Facilities Management – Towards Best Practice. Oxford: Blackwell Publishing,
- Becerik-Gerber, B., Jazizadeh, F., Li, N., Calis, G. (2011). Application areas and data requirements for BIM-enabled facilities management. *Journal of construction engineering and management*. **138**, 431-442.
- Ben-Daya M, Ait-Kadi D, Duffuaa S, Knezevic J, Raouf A. 2009. Handbook of maintenance management and engineering. London: Springer.
- BimForum. 2015. Level of Development Specification for Building Information Models. BimForum Intl: https://bimmi.innovationcast.net/api/files/insight/321/0cc77613256d468088726d7a9d8d3dc4-LOD_Specification_2015.pdf?_rs=narAShMQ3DJrU6cVWXq5ibLjww1
- BIM Industry Working Group. 2011. A Report for the Government Construction Client Group Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper. 2015. BIM Industry Working Group Intl: <http://www.bimtaskgroup.org/wp-content/uploads/2012/03/BIS-BIM-strategy-Report.pdf>
- Booty, F. (2009). Facilities Management, System on the Efficiency of Production Facilities. *Journal of Competitiveness*. **5**, 60-75.
- Campbell, J. D. (1995). Outsourcing in maintenance management: a valid alternative to self-provision. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. **1**, 18-24.
- Castagna, J. (2008). Benefits of BIM. *Environmental Design + Construction*. **11**, 140-143.
- Cheng, J. C., Ma, L. Y. (2013). A BIM-based system for demolition and renovation waste estimation and planning. *Waste management*. **33**, 1539-1551.
- Chotipanich, S. (2004). Positioning facility management. *Facilities*. **22**, 364-372.
- Cotts D, Roper K, Payant, R. 2010. The facility management handbook. 3rd edition. New York: Amacon.

- Crotty R. 2013. The impact of building information modelling: Transforming construction. Routledge.
- Duffuaa, S. O., Al-Sultan, K. S. (1997). Mathematical programming approaches for the management of maintenance planning and scheduling. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. **3**, 163-176.
- Duffuaa SO, Raouf A. 2015. Planning and control of maintenance systems. Springer.
- Eastman C, Eastman CM, Teicholz P, Sacks R. 2011. BIM handbook: A guide to building information modelling for owners, managers, designers, engineers and contractors. Hoboken NJ: John Wiley & Sons.
- Edum-Fotwe, F. T., Egbu, C., Gibb, A. G. F. (2003). Designing facilities management needs into infrastructure projects: case from a major hospital. *Journal of Performance of Constructed Facilities*. **17**, 43-50.
- Eva, Š., Katerina, M. (2013). The Effect of Implementing a Maintenance Information System on the Efficiency of Production Facilities. *Journal of Competitiveness*. **5**, 60-75.
- Fraser, K. (2014). Facilities management: the strategic selection of a maintenance system. *Journal of Facilities Management*. **12**, 18-37.
- Gallaher MP, O'Connor AC, Dettbarn Jr JL, Gilday LT. 2004. Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry, Gaithersburg MD: National Institute of Standards and Technology.
- Gao, X., Cao, J. M. (2011). The research of facility management based on organization strategy perspective, *Advances in Education and Management Communications in Computer and Information Science*, **211**, 161-167.
- Gopalakrishnan, B., Turuvekere, R., Gupta, D. P. (2004). Computer integrated facilities planning and design. *Facilities*. **22**, 199-209.
- Grussing, M. N., Marrano, L. R. (2007). Building component lifecycle repair/replacement model for institutional facility management. *Computing in Civil Engineering*. 550-557.
- Gu, N., London, K. (2010). Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. *Automation in construction*. **19**, 988-999.
- Hallberg, D., Tarandi, V. (2011). On the use of open bim and 4d visualization in a predictive life cycle management system for construction works. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*. **16**, 445-466.
- Hao, Q., Xue, Y., Shen, W., Jones, B., Zhu, J. (2010). A decision support system for integrating corrective maintenance, preventive maintenance and condition-based maintenance. In: *Proceedings of Construction Research Congress*. 8-11.
- Hodges, C. P. (2005). A facility manager's approach to sustainability. *Journal of Facilities Management*. **3**. 312-324.

- Horner, R. M. W., El-Haram, M. A., Munns, A. K. (1997). Building maintenance strategy: a new management approach. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. **3**, 273-280.
- Hyben, I., Podmanický, P. (2014). Facility Management as Part of an Integrated Design of Civil Engineering Structures. *Journal of Civil Engineering*. **9**, 39-46.
- ISO Standard. 2010. Building Information Modelling Information Delivery Manual Part 1: Methodology and Format. The International Organization for Standardization. Switzerland.
- Jensen PA. 2008. Integration of considerations for facilities management in design, Design Management in the Architectural Engineering and Construction Sector: CIB W096 Architectural Management & TG49 Architectural Engineering. 191- 199.
- Kamardeen, I. (2010). 8D BIM modelling tool for accident prevention through design. In 26th Annual ARCOM Conference. *Association of Researchers in Construction Management*. **1**, 281-289.
- Kamaruzzaman, S., Zawawi, E. (2010). Development of facilities management in Malaysia. *Journal of Facilities Management*. **8**, 75-81.
- Kastner, W., Neugschwandtner, G., Soucek, S., Newman, H. M. (2005). Communication systems for building automation and control. *Proceedings of the IEEE*. **93**, 1178-1203.
- Korpela, J., Miettinen, R. (2013). BIM in Facility Management and Maintenance: The Case of Kaisa Library of Helsinki University. *Association of Researchers in Construction Management*. 47-56.
- Kuda, F., Berankova, E. (2014). Extending the life cycle of buildings using Project and Facility managements. *Applied Mechanics and Materials*. **584**, 2291-2296.
- Lavy, S., Jawadekar, S. (2014). A Case Study of Using BIM and COBie for Facility Management. *International Journal of Facility Management*. **5**.
- Lester A. 2013. Project management, planning and control: managing engineering, construction and manufacturing projects to PMI, APM and BSI standards. Butterworth: Heinemann.
- Levitt JD. 2013. Facilities Management: Managing Maintenance for Buildings and Facilities. Momentum Press.
- Liu, R., & Issa, R. R. A. (2012). Automatically updating maintenance information from a BIM database. In *International Conference on Computing in Civil Engineering*. 373-380.
- Liu, R., RA Issa, R. (2014). Design for maintenance accessibility using BIM tools. *Facilities*. **32**, 153-159.
- Lyonnet P. 1991. Maintenance planning: Methods and mathematics. Springer Science & Business Media.

- McGraw-Hill Construction. 2007. Interoperability in the Construction Industry.
- McGraw-Hill Construction. 2008. SmartMarket Report on Building Information Modelling: Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity.
- Meadati, P., Irizarry, J., Akhnoukh, A. K. (2010). BIM and RFID integration: a pilot study. *Advancing and Integrating Construction Education, Research and Practice*. 570-578.
- Meng, X. (2013). Involvement of Facilities Management Specialists in Building Design: United Kingdom Experience, *Journal of Performance of Constructed Facilities*. **27**, 500-507.
- Miettinen, R., Paavola, S. (2014). Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modelling. *Automation in construction*. **43**, 84-91.
- Mirghani, M. A. (2001). A framework for costing planned maintenance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. **7**, 170-182.
- Mobley RK. 2002. An introduction to predictive maintenance. Butterworth: Heinemann.
- Motawa, I., Almarshad, A. (2013). A knowledge-based BIM system for building maintenance. *Automation in Construction*. **29**, 173-182.
- Murthy, D. N. P., Atrens, A., Eccleston, J. A. (2002). Strategic maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. **8**, 287-305.
- Neelamkavil, J. (2011). Condition-Based Maintenance in Facilities Management. *In: Computing in Civil Engineering, American Society of Civil Engineers*. 33-40.
- Nowlan FS, Heap HF. 1978. Reliability-centered maintenance, VA: National Technical Information Service. U.S. Dept. of Commerce: Springfield.
- Nutt, B. (2000). Four competing futures for facility management. *Facilities*. **18**, 124-132.
- Olanrewaju AL, Abdul-Aziz AR. 2015. Building Maintenance Processes and Practices. Singapore: Springer.
- Palmer RD. 2006. Maintenance planning and scheduling handbook. McGraw Hill.
- Payant RP, Lewis BT. 2007. Facility manager's maintenance handbook. McGraw Hill.
- Paz, N. M., Leigh, W. (1994). Maintenance scheduling: issues, results and research needs. *International Journal of Operations & Production Management*. **14**, 47-69.
- Pintelon, L., Du Preez, N., Van Puyvelde, F. (1999). Information technology: opportunities for maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. **5**, 9-24.

- Rich S, Davis KH. 2010. Geographic information systems (GIS) for facility management. Houston: IFMA Foundation.
- Sabol L. 2008. Building information modelling & facility management. In: IFMA World Workplace. Dallas: Tex.
- Shah Ali, A. (2009). Cost decision making in building maintenance practice in Malaysia. *Journal of Facilities Management*. **7**, 298-306.
- Smith PR, Seth AK, Wessel R. 2000. Facilities Engineering and Management Handbook: Commercial, Industrial and Institutional Buildings. McGraw Hill.
- Somorová, V. (2014). Optimization of the Operation of Green Buildings applying the Facility Management. *Selected Scientific Papers-Journal of Civil Engineering*. **9**, 87-94.
- Sullivan GP, Pugh R, Melendez AP, Hunt WD. 2004. Operations & Maintenance Best Practices-A guide to achieving operational efficiency. U.S. Department of Energy: Federal Energy Management Program.
- Sullivan, K. T., McDonald, D. K. (2011). Leadership Principles and Performance Measurement in Facilities Management: A Case Study. *Leadership and Management in Engineering*. **11**, 302-309.
- Su, Y., Lee, Y. C., Lin, Y. C. (2011). Enhancing maintenance management using building information modelling in facilities management. *In Proceedings of the 28th international symposium on automation and robotics in construction*.
- Teicholz P. 2013. Technology for facility managers. John Wiley & Sons.
- Teicholz P. 2013. BIM for facility managers. John Wiley & Sons.
- Tsang, A. H. (1995). Condition-based maintenance: tools and decision making. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*. **1**, 3-17.
- Vaculík J, Kolarovszki P, Tengler J. 2013. Possibility of RFID in conditions of postal operators. Radio frequency identification from system to applications. Rijeka: In Tech.
- Wallis P. 2012. The Role of GIS Technology in Sustaining the Built Environment. New York: ESRI.
- Williams, B. (1996). Cost-effective facilities management: a practical approach. *Facilities*. **14**, 26-38.
- Wing, R. (2006). RFID applications in construction and Facilities Management. *Journal of Information Technology in Construction (ITCon)*. **11**, 711-721.
- Wireman T. 2005. Developing performance indicators for managing maintenance. New York: Industrial Press Inc.

URL1: <https://knowledge.autodesk.com/search-result/caas/vhelp/help-dev-autodesk-com/v/Revit/enu/2012/Help/Revit-User-s-Guide/0005-Introduc5/0018-User-Int18.html> (03.01.2020)

URL2: <http://static-dc.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/products/autodesk-navisworks-family/images/screenshots/clash-detective-large-1152x720.jpg> (04.01.2020)

URL3: <http://www.cadalyst.com/aec/aec-from-ground-up-state-aec-industry-2006-3270> (04.01.2020)

URL4: <https://www.allplan.com/en/software/architecture/allplan-architecture.html> (05.01.2020)

URL5: <http://estosi.com/wp-content/uploads/2015/10/programa-bim-modelado-informacion-construccion-modelado-1558-8360620.jpg> (11.01.2020)

URL6: <http://www.digitalproject3d.com/#features> (15.01.2020)

URL7: <http://www.tekla.com/ae/products/tekla-structures> (16.01.2020)

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı: Tuğçe TÜTÜNCÜLER

Uyruğu: T.C.

Doğum yeri ve Tarihi: GAZİANTEP - 1992

Evlilik Durumu: Bekar

Telefon: 0507 4361369

Fax: -

Email: tugcetutunculer@gmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ

	Mezun olduğu okul	Mezuniyet yılı
Yüksek Lisans	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	2020
Lisans	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	2016
Lise	Gaziantep İMKB Anadolu Lisesi	2010

İŞ TECRÜBESİ

	Görevi
2017-Halen	Tuğçe Tütüncüler Mimarlık / Kurucu