

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPI BİLGİ MODELLEMESİNDE BULUT BİLİŞİMİN MİMARLIK
VE İNŞAAT SEKTÖRLERİNDEKİ ETKİLERİ**

Vesile SÖZEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Bina Araştırma ve Planlama Programı

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Togan TONG

Şubat, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPI BİLGİ MODELLEMESİNDE BULUT BİLİŞİMİN MİMARLIK VE
İNŞAAT SEKTÖRLERİNDEKİ ETKİLERİ**

Vesile SÖZEN tarafından hazırlanan tez çalışması 18.03.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Bina Araştırma ve Planlama Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi. Togan TONG

Yıldız Teknik Üniversitesi

Danışman

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi. Togan TONG, Danışman

Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Kunter MANİSA, Üye

Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Abdurrahman Tuğrul YAZAR, Üye

İstanbul Bilgi Üniversitesi

Danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Togan TONG sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Yapı Bilgi Modellemesinde Bulut Bilişimin Mimarlık ve İnşaat Sektörlerindeki Etkileri başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim

Vesile SÖZEN

İmza



Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü'nün 1245A numaralı projesi ile desteklenmiştir.



Aileme

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince göstermiş olduğu destek ve hoşgöründen ötürü tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Togan TONG'a,

Bu süreçte desteklerini esirgemeyen eşim Ahmet'e ve karnımda uslu duran oğlum Arif Mert'e,

sonsuz teşekkürler.

Vesile SÖZEN



İÇİNDEKİLER

KISALTMA LİSTESİ	9
ŞEKİL LİSTESİ.....	12
TABLO LİSTESİ	15
ÖZET	16
ABSTRACT.....	19
1 Giriş	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Hipotez.....	2
2 Yapı Bilgi Modellemesi (YBM).....	3
2.1 Tanımlar.....	3
2.2 Tarihsel Gelişim.....	7
2.3 YBM' nin Boyutları ve Yapı Yaşam Döngüsünde Kullanımı	8
2.3.1 Tasarım ve Projelendirmede YBM Kullanımı	12
2.3.2 Analizlerde YBM Kullanımı	12
2.3.3 Saha Uygulamalarında YBM Kullanımı.....	14
2.3.4 İşletmede/Tesis Yönetiminde YBM Kullanımı.....	16
2.4 Dünya' da YBM Kullanımı ve YBM Standartları&Klavuzları	17
2.4.1 İngiltere	20
2.4.2 ABD	21
2.4.3 Diğer Ülkeler	24
2.4.4 Türkiye.....	25

2.5	YBM Uygulama Adımları.....	25
2.5.1	Teknoloji Adımları.....	28
2.5.2	Süreç Adımları.....	30
2.5.3	Plan / Prosedür Adımları.....	30
2.6	YBM'nin Geleceği ve Yeni Teknolojilerle Entegrasyonu	32
3	Bulut Bilişim.....	40
3.1	Genel Bakış ve Tanımlar.....	40
3.2	Tarihsel Gelişim.....	46
3.3	Bulut Bilişim Servis Modelleri.....	47
3.3.1	Servis Olarak Yazılım (SaaS).....	50
3.3.2	Servis Olarak Platform (PaaS)	52
3.3.3	Servis Olarak Altyapı (IaaS)	52
3.4	Bulut Bilişimin Mimari Modelleri	53
3.4.1	Açık Bulut / Genel Bulut.....	54
3.4.2	Özel Bulut.....	54
3.4.3	Topluluk Bulutu / Ortak Bulut	54
3.4.4	Karma Bulut / Hibrit Bulut.....	54
3.5	Bulut Bilişimin Avantajları.....	55
3.6	Bulut Bilişimin Riskleri.....	56
3.7	Bulut Bilişimde Güvenlik	56
3.8	Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat Sektöründe Bulut Bilişimin Kullanımı	60
3.8.1	YBM ile Bulut Bilişimin Kullanımı.....	61
3.9	YBM ile Kullanılan Bulut Bilişim Yazılımları	65
3.9.1	Autodesk BIM 360	66
3.9.2	Graphisoft BIMcloud.....	68
3.9.3	BIMx	70

3.9.4	Trimble Connect.....	72
3.9.5	Bimsync	74
3.9.6	IFC hub	77
3.10	YBM ile Kullanılan Bulut Bilişim Yazılımlarının Karşılaştırılması	78
4	Türkiye’de Yapı Bilgi Modellemesinde Bulut Bilişime Geçiş Önerisi İçin Yöntem	82
4.1	Türkiye’de Yapı Bilgi Modellemesinde Bulut Bilişimin Mimarlık ve İnşaat Sektörlerindeki Etkilerine Yönelik Alan Araştırması.....	82
4.1.1	Alan Araştırmasının Kapsamı	83
4.1.2	Anket Yanıtlarından Elde Edilen Verilerin İstatistik Analizi.....	83
4.1.3	Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi	100
4.2	Türkiye’de Yapı Bilgi Modellemesinde Bulut Bilişime Geçiş Önerisi	102
5	Değerlendirme ve Sonuç.....	112
A	Anket Uygulanan Şirketler	118
	Kaynakça.....	119

KISALTMA LİSTESİ

3D	3 Dimensional
4D	4 Dimensional
5D	5 Dimensional
6D	6 Dimensional
7D	7 Dimensional
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AEC	Architecture, Engineering and Construction
AI	Artificial Intelligence
AIA	American Institute of Architects
ANZRS	Australia&New Zealand Revit Standard
API	Application Programming Interface
AR	Augmented Reality
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
AWS	Amazon Web Services
BEP	BIM Execution Plan
BIM	Building Information Modeling
bsDD	buildingSMART Data Dictionary
BS	British Standards
CAD	Computer Aided Design
CCM	Cloud Controls Matrix
CDE	Common Data Environment
CFO	Chief Financial Officers
CIC	Construction Industry Council

COBie	Construction, Operations Building Information Exchange
COBIM	Common BIM
CPU	Central Processing Unit
CRM	Customer Relationship Management
CSA	Cloud Security Alliance
FM	Facility Management
FLCM	Facility Lifecycle Management
G	Grade
GC	Generative Components
GCP	Google Cloud Platform
GPS	Global Positioning System
GPU	Graphics Processing Unit
GSA	General Services Administration
GUID	Globally Unique Identifier
HDD	Harddisk Driver
HTTP	Hyper-Text Transfer Protocol
HTTPS	Hyper-Text Transfer Protocol Secure
HVAC	Heating Ventilating and Air Conditioning
IaaS	Infrastructure as a Service
I-BIM	Integrated BIM
IDM	Information Delivery Manual
IFC	Industry Foundation Class
IFD	International Framework for Dictionaries
İGA	İstanbul Grand Airport
IPD	Integrated Project Delivery
ISO	International Organization for Standardization

IT	Information Technology
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LOD	Level of Development
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NBIMS	The National BIM Standard
NIST	The U.S. National Institute of Standards and Technology
O&M	Operation and Maintenance
PAS	Publicly Available Specification
PaaS	Platform as a Service
QA	Quality Assurance
QC	Quality Control
RAM	Random Access Memory
RFIs	Request for Information
SaaS	Software as a Service
SSL	Secure Sockets Layer
TAV	Tepe Akfen
UK	United Kingdom
US	United States
USA	United States of America
VR	Virtual Reality
WAN	White Area Network
YBM	Yapı Bilgi Modellemesi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Yapı Bilgi Modellemesi Gelişim Seviyeleri.....	6
Şekil 2.2 Model Detay Düzeyi.....	6
Şekil 2.3 YBM' nin Boyutları	8
Şekil 2.4 Yaşam Döngüsü Boyunca Modele Eklenen Bilgiler	10
Şekil 2.5 Yapı Yaşam Döngüsünde Bilgi Kaybı Grafiği	10
Şekil 2.6 Yapı Yaşam Döngüsünde Farklı Disiplinlerce Oluşturulan Yapı Bilgi Modelleri.....	11
Şekil 2.7 YBM Modelinden Elde Edilen Dökümanlar	12
Şekil 2.8 Statik Analiz.....	13
Şekil 2.9 Aydınlatma Analizi.....	13
Şekil 2.10 4B Simülasyon	14
Şekil 2.11 Lojistik Planlama'da YBM Kullanımı (Dubai Emaar Opera District Projeleri)	15
Şekil 2.12 YBM ile Tesis Yönetimi.....	17
Şekil 2.13 Küresel YBM Kullanımı	18
Şekil 2.14 YBM Kullanım Alanları.....	18
Şekil 2.15 YBM Standartları ve Klavuzları.....	19
Şekil 2.16 YBM Olgunluk Düzeyleri	20
Şekil 2.17 YBM Uygulama Adımları	26
Şekil 2.18 YBM Aşamaları.....	27
Şekil 2.19 YBM Projesi Süreç Planlama Haritası.....	30
Şekil 2.20 YBM Uygulama Planı	31
Şekil 2.21 AEC Teknolojilerinin Yıllara Göre Gelişim Eğrisi.....	32
Şekil 2.22 Hesaplamalı YBM ve Üretken Tasarımın Entegrasyonu.....	33
Şekil 2.23 Bilgisayarlar Tarafından Tasarım Alternatiflerinin Oluşturulması.....	33
Şekil 2.24 Dosya Paylaşma Yöntemi.....	34
Şekil 2.25 Bulutta Çalışma Yöntemi.....	35
Şekil 2.26 VR Gözlükler ile Tasarımları Görüntüleme	37
Şekil 2.27 Yapay Zeka Teknolojisinin Saha Güvenliği İçin Kullanımı.....	38
Şekil 2.28 2017 Yılında En Çok Etkiye Sahip Teknolojiler.....	39
Şekil 3.1 Bulut Bilişim Hizmet Alma Araçları	40
Şekil 3.2 Google Cloud Platform Bölgeleri	41

Şekil 3.3 YBM Platformunca Desteklenen Büyük Veriler	45
Şekil 3.4 Bulut Bilişim Servis Modelleri	48
Şekil 3.5 Bulut Bilişim Servis Modellerinin Kullanıcıları	48
Şekil 3.6 Bulut Bilişim Benimsenme Grafiği	50
Şekil 3.7 Yazılım Hizmeti	51
Şekil 3.8 Platform Hizmeti	52
Şekil 3.9 Altyapı Hizmeti	53
Şekil 3.10 Bulut Bilişimin Mimari Modelleri	53
Şekil 3.11 Güvenli İnternet Sunucularının Yüzdesi	57
Şekil 3.12 Bulut Bilişim Güvenliği – CSA Yönetici Üyeleri (Executive Members)	58
Şekil 3.13 Skanska' ya Ait Bir Modelden Örnek Görünüm	61
Şekil 3.14 YBM ile İş Birliği	61
Şekil 3.15 Ağ Paylaşım Şeması	62
Şekil 3.16 Bulut Diyagramında YBM Paylaşım Şeması	64
Şekil 3.17 BIM 360 Kullanıcı Arayüzü	66
Şekil 3.18 BIMx Kullanıcı Arayüzü	70
Şekil 3.19 Trimble Connect Kullanıcı Arayüzü	72
Şekil 3.20 Bimsync Kullanıcı Arayüzü	75
Şekil 4.1 Katılımcıların Meslek Bilgileri	84
Şekil 4.2 Firmaların Faaliyet Gösterdiği Sektörler	84
Şekil 4.3 Katılımcıların Uluslararası YBM Projelerinde Yer Alma Durumu Sonuçları	85
Şekil 4.4 Firmaların İş Yaptığı Ülkeler	85
Şekil 4.5 Firmaların Çalışan Sayıları	86
Şekil 4.6 Katılımcıların Mesleki Deneyimleri	87
Şekil 4.7 Katılımcıların YBM Deneyimleri	87
Şekil 4.8 Firmaların YBM Kullanım Düzeyi Sonuçları	88
Şekil 4.9 Firmaların Kullandığı YBM Yazılımları	90
Şekil 4.10 Katılımcıların YBM Yazılımı Kullanımında Eğitim Alma Sonuçları	90
Şekil 4.11 Firmaların YBM ile Bulut Bilişimi Bir Arada Kullanım Durumu	91
Şekil 4.12 Firmaların Bulut Bilişimi YBM Projelerinde Kullanım Oranı Sonuçları	92
Şekil 4.13 Firmaların Kullandığı Bulut Çözümleri	92
Şekil 4.14 Katılımcıların Bulut Yazılımı Kullanımında Eğitim Alma Sonuçları	93

Şekil 4.15 Katılımcıların Bulut Kullandığı İş&Proje Adımları	94
Şekil 4.16 Katılımcıların Bulutu Tercih Etme Sebepleri.....	94
Şekil 4.17 Katılımcıların YBM ile Bulut Kullanımını Tercih Etme Sebepleri.....	95
Şekil 4.18 Katılımcıların YBM ile Bulut Kullanımını Değerlendirmesi	96
Şekil 4.19 Katılımcıların YBM ve Bulut Bilişimin Kullanım Avantajlarını Değerlendirmesi (1/6).....	96
Şekil 4.20 Katılımcıların YBM ve Bulut Bilişimin Kullanım Avantajlarını Değerlendirmesi (2/6).....	97
Şekil 4.21 Katılımcıların YBM ve Bulut Bilişimin Kullanım Avantajlarını Değerlendirmesi (3/6).....	97
Şekil 4.22 Katılımcıların YBM ve Bulut Bilişimin Kullanım Avantajlarını Değerlendirmesi (4/6).....	98
Şekil 4.23 Katılımcıların YBM ve Bulut Bilişimin Kullanım Avantajlarını Değerlendirmesi (5/6).....	98
Şekil 4.24 Katılımcıların YBM ve Bulut Bilişimin Kullanım Avantajlarını Değerlendirmesi (6/6).....	99
Şekil 4.25 Katılımcıların YBM ve Bulut Bilişimin Türk İnşaat Sektöründe Kullanım Yoğunluğu Hakkındaki Görüşleri	99
Şekil 4.26 Yapı Yaşam Döngüsünde Yapı Bilgi Modellerinin Bulut Ortamında Paylaşım Grafiği.....	103
Şekil 4.27 YBM Kullanımında Bulut Bilişime Geçiş İçin Öneri Adımlar Şeması	106
Şekil 4.28 Uygulamanın Kullanım Araçları.....	110
Şekil 4.29 Avantaj ve Dezavantaj Bilgilerine Erişim	110
Şekil 4.30 Uyarı Ekranları.....	111
Şekil 4.31 Değerlendirme Ekranları	111

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 YBM İle İlgili Kavramlar ve Üreticileri.....	3
Tablo 2.2 Dünyada (ABD Dışında) Yayınlanan YBM Standartları ve Kılavuzları....	19
Tablo 2.3 ABD’ de Yayınlanan YBM Standartları ve Kılavuzları.....	21
Tablo 2.4 GSA YBM Kılavuzları.....	23
Tablo 2.5 Bulut Bilişime Sektörel Yatkınlık	34
Tablo 3.1 Dünya Çapında Genel Bulut Hizmeti Geliri Tahmini	42
Tablo 3.2 Bulut Bilişim’in Servis Modellerine Örnekler.....	49
Tablo 3.3 YBM Sürecinde Kullanılan Bulut Yazılımlarının Desteklediği 3B Dosya Formatlarını Karşılaştırma.....	79
Tablo 3.4 YBM Sürecinde Kullanılan Bulut Yazılımlarının Özelliklerini Karşılaştırma.....	80
Tablo 4.1 Anket Katılımcısı Firmaların YBM Kullandıkları Projeler.....	89
Tablo 4.2 YBM Kullanımlarının (BIM Uses) Bulut Ortamında Çalışılması ve Yapı Yaşam Döngüsünde İfadesi.....	104
Tablo 4.3 YBM Projelerinde Bulut Bilişime Geçiş İçin Öneri Adımlar Tablosu....	107

Yapı Bilgi Modellemesinde Bulut Bilişimin Mimarlık ve İnşaat Sektörlerindeki Etkileri

Vesile SÖZEN

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Togan TONG

Teknolojinin gelişmesiyle dünyada birçok sektörde gelişim ivme kazanmıştır. Mimarlık ve İnşaat sektörünün uygulama tarafında ise bu gelişmeler yavaş ilerlemektedir. Bu durum Türkiye'deki Mimarlık ve İnşaat sektörleri için de geçerlidir. Günümüz yapı projelerinde yapıların kullanım programlarının özelliklerinin değişmesi, yapı detaylarının farklılaşması ve yapı boyutlarındaki artışın yanında yapım yöntemlerinin bir önceki yüzyıla aynı olması gelişimi engelleyen faktörler olarak gösterilebilir. Öte yandan teknoloji, tasarım ve projelendirme aşamasında yapı projesi üretimini desteklemekte ve yazılımlar/donanımlar tarafındaki hızlı değişim çok farklı yöntemlerin gelişmesini sağlamaktadır. Yapı yaşam döngüsü boyunca üretilen dijital bilginin değişen ihtiyaçlar ve yöntemler sonucunda büyüklüğü artmış ve sektörde "BIG DATA" olarak anılan verinin saklanması ve paylaşımı da bir problem haline gelmiştir.

Yaşamın her alanında uzun yıllardır bilinen ve önem teşkil eden bilgi, içinde bulunduğumuz yüzyılda daha da önem kazanmıştır. Rekabet avantajı sağlamak isteyen pek çok kurum ve kuruluş, bilginin iletişim ve işbirliğinden faydalanmak için özellikle bilgi teknolojilerini kullanır olmuşlardır. Yapı projelerinde özellikle

işverenin hızlı ve güvenilir bir şekilde bilgiye ulaşarak tüm süreçlere dahil olmasını sağlayan teknolojiler geliştirilmiş ve bilginin hem sosyal hem ekonomik yönü daha net gözler önüne serilmiştir. İş dünyasının her alanına giren bilgi teknolojilerinin yaygınlaşması, bilginin üretilmesi, dağıtılması ve kullanılması ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Bilgi(veri) oluşturma ve yönetme yöntemlerinin yanında projelerin yapı yaşam döngüsü boyunca karşılaşılan problemleri, teknolojinin kullanımı ile sektörde birtakım kavramların doğmasına yol açmıştır. BIM (Yapı Bilgi Modellemesi), yapının tasarımı, inşasına, işletmesine hatta yıkımına kadar tüm süreçlerinde veri ve süreç yönetimi yapmayı sağlayan bir metodolojidir. Yapının simüle edildiği dijital bir model üzerinde veri bankası oluşturma, Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) olarak adlandırılmaktadır. YBM'nin Dünya'da kullanımının yaygınlaşmasına kamu tarafından finanse edilen projelerde zorunlu tutulması büyük ölçüde katkıda bulunmuştur. Özellikle büyük ölçekli yapılarda öncü inşaat firmalarınca YBM' nin kullanım avantajları ölçülerek raporlanmış ve yayınlanmıştır. YBM' nin verimli kullanımının en önemli adımı standartların oluşturulmasıdır. Dünya' da kamunun, çeşitli meslek odalarının, üniversitelerin ve yazılım üreten şirketlerin YBM standartları oluşturup yayınlamaları kullanımı ve verimi arttıran çok önemli adımlardır. YBM, projelendirme sürecinde paydaşların koordineli çalışmasına yönelik yöntemler ve üretim süreçleri sunar. Bu sayede üretilen veri inşaada kullanılmaya daha uygun hale gelir ve sahada çıkabilecek imalata yönelik birçok sorunun proje aşamasında öngörü ile aşılmasını sağlar. Bir yapı projesinde YBM' nin benimsenmesinin yalnızca proje paydaşları arasındaki işbirliğini güçlendirmeye yönelik getirisi yoktur, ayrıca YBM hataları ve ihmalleri azaltarak yatırım ve maliyetler adına da fayda sağlar.

YBM proje paydaşlarının ortak verilerine, tüm veri setine veya güncel proje verilerine erişimini sağlayan yöntemlerle kullanılmaktadır. Günümüzde yaygınlaşmaya başlayan "Bulut Bilişim" ve YBM' nin ortak kullanımı, geleneksel YBM' nin sınırlayan yapısını ortadan kaldıracak bir araç olarak kabul edilebilir. Bulut ve YBM teknolojilerinin ortak kullanımı daha yüksek düzeyde işbirliği ve proje ekipleri&paydaşlarına gerçek zamanlı iletişim platformu sağlamaktadır. YBM' nin kullanımı yapı yaşam döngüsünde çeşitli faydalar sağlarken teknolojinin gelişmeye

devam etmesiyle YBM yazılımları ve çalışma yöntemleri gelişmeye devam etmektedir.

Günümüzde yapı projesi süreçlerinin ortak problemi veri yönetimi kaynaklıdır, doğru ve güncel veriye istenen zamanda ulaşamama durumudur. Ayrıca işlerin ekiplerce koordineli bir şekilde yürütülmesi başarılı bir projenin temel şartıdır. Bunun yapılabilmesini engelleyen konum ve zaman kavramlarını problem olmaktan çıkaran “Bulut Bilişim” sayesinde YBM teknolojisi mimarlık ve inşaat sektörüne değer katmaya devam etmektedir. Türkiye’de Mimarlık ve İnşaat sektörlerinde faaliyet gösteren firmalar farklı ülkelerde iş yapmaya başladıklarında YBM sistemlerinde Bulut Bilişim kullanımı hızlanmıştır.

Bulut tabanlı çözümler, gelecekte kullanılmak üzere analiz edilebilecek ve paylaşılacak verileri üreterek ve izleyerek, planlananla performansın karşılaştırılmasına yardımcı olmaktadır. Böylece planlananla yapılan büyük ölçüde örtüşmektedir.

Anahtar Kelimeler: BIM, Yapı Bilgi Modellemesi, Tasarım, İnşaa, İşletme, Veri Paylaşımı, Veri Yönetimi, Bulut Hizmetleri, Teknoloji

The Effects of Cloud Computing in Building Information Modeling on Architecture and Construction Sectors

Vesile SÖZEN

Department of Architecture

Master Thesis

Advisor: Assist. Prof. Dr. Togan TONG

With the development of technology, development in many industries in the world has gained momentum. On the application side of the architecture and construction sector, these developments are progressing slowly. This is also true for architecture and construction industries in Turkey. In today's building projects, the changes in the characteristics of the usage programs of buildings, the differentiation of the building details and the increase in the construction dimensions as well as the construction methods being the same as the previous century can be shown as factors that prevent the development. On the other hand, technology supports the design of the building project during the design and project phase, and the rapid change in the software / hardware side enables many different methods to be developed. The digital information produced during the building life cycle of the projects has increased in size as a result of the changing needs and methods and the storage and sharing of the data used as BIG DATA in the sector has become a problem.

The knowledge that is known and important for many years in every field of life has gained more importance in the present century. Many institutions and organizations

that want to provide competitive advantage have been using information technologies in order to benefit from the communication and cooperation of information. Especially in the construction projects, technologies have been developed which enable the employer to get information in a fast and reliable way and to be included in all processes and both the social and economic aspects of the information have been more clearly revealed. Various studies have been carried out on the dissemination of information technologies within the business world, on the production, distribution and use of information.

In addition to the methods of creating and managing information, the problems encountered during the construction life cycle of the projects have led to the emergence of certain concepts in the sector with the use of technology. BIM (Building Information Modeling) is a methodology that enables data and process management in all processes from the design of the structure to its construction, operation and even destruction. Building a database on a digital model in which the structure is simulated is called Building Information Modeling (BIM). The widespread use of BIM for publicly funded projects has contributed to the widespread use of the world. The advantages of the use of BIM have been measured and reported by leading construction companies especially in large-scale buildings. The most important step in the efficient use of BIM is the creation of standards. In the world, the creation of BIM standards by the public, various professional chambers, universities and software producing companies are very important steps that increase the use and efficiency. BIM provides methods and production processes for the coordination of stakeholders in the project planning process.

In this way, the produced data is more suitable for use in construction, and many problems related to production in the field can be overcome with projection in the project stage. The adoption of BIM in a building project has no returns to strengthen cooperation between project stakeholders only. In addition, BIM can reduce errors and omissions, and also benefit from investment and costs.

BIM is used with the methods that enable the project stakeholders to have access to their common data, the whole data set or the current project data. The together usage of the Cloud Computing and BIM is becoming widespread today, is considered as a tool of eliminating the boundary structure of traditional BIM.

The common use of cloud and BIM technologies provides a higher level of collaboration and a real-time communication platform for project teams and stakeholders. The use of BIM continues to develop BIM software and working methods with the development of technology while providing various benefits in the building life cycle.

Today, the common problem of the building project processes is the data management, the correct and up to date data can not be reached at the desired time. In addition, the coordination of the work with the teams is a basic requirement of a successful project. BIM technology continues to add value to the architecture and construction sector through “Cloud Computing” which prevent being as a problem of time and location to achieve successful project. In Turkey activity in the construction industry and architecture companies when they start doing business in different countries, "Cloud Computing" has accelerated use at BIM systems.

Cloud-based solutions help to compare planned and performed by generating and monitoring data that can be analyzed and shared for future use. Thus, it is largely matching with the planned.

Keywords: BIM, Building Information Modeling, Design, Building, Business, Data Sharing, Data Management, Cloud Services, Technology

1.1 Literatür Özeti

Yapı Bilgi Modellemesi (YBM), yapının yaşam döngüsü boyunca temel bina tasarımını ve proje verilerini dijital formatta yönetmek için bir metodoloji üreten, etkileşimli politikalar, süreçler ve teknolojiler kümesidir. Yapı Bilgi Modellemesi, mimari, mühendislik, inşaat ve operasyon endüstrisi içerisinde ortaya çıkan teknolojik ve usule ilişkin bir değişimdir [1].

Yapı Bilgi Modellemesi, bilgi teknolojilerinin yapı sektörüne uyarlanarak 3B parametrik ve nesne tabanlı model oluşturulmasına, model elemanlarına zaman verisi girilmesiyle modelin 4B haline, maliyet verisi yüklenmesi ile 5B haline gelmesine imkan sağlayan sisteme verilen addır. YBM alt yapısı kullanılarak hazırlanan bir yapı modelinin plan, kesit, perspektif, metraj ve diğer tüm dökümanları bilgileri sayısal veri tabanında depolanır. Planlama ve tasarım sürecinde oluşturulan tüm veriler projenin diğer süreçlerinde kullanılabilir.

Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü'ne (NIST) göre “Bulut Bilişim, en az yönetim hizmeti veya servis sağlayıcı müdahalesi ile hızla alınabilen ve verilebilen esnek yapıdaki ayarlanabilir bilişim kaynaklarının (ağ hizmeti, sunucu hizmeti, depolama hizmeti, uygulamalar ve diğer hizmetler gibi) paylaşıldığı havuza, istendiğinde ve uygun bir şekilde ağ erişimi sağlayan bir modeldir”. Bulut Bilişim, kurulum gerektirmeyen web tabanlı uygulamalar ile işlemsel olarak kolaylık sunan online depolama hizmetidir. İnternet üzerinde bulunan tüm uygulama, program ve veriler sanal bir makine üzerinde (bulutta) depolanır internete bağlı cihazlar ile her lokasyonda bu bilgilere, programlara ve verilere kolaylıkla ulaşım sağlanabilir. Bu hizmetlerin tümüne Bulut Bilişim (Cloud Computing) adı verilmektedir. Literatürde Bulut Bilişim yanında Bulut Çözümleri, Bulut Teknolojileri gibi benzer kullanımlara da rastlanmaktadır.

Bir YBM modeli üzerinde zamandan ve mekandan bağımsız çalışılması, güncel dosyalara erişilmesi, görüntüleme yapılması gerektiğinde bulut bilişim çözümler sunmaktadır.

1.2 Tezin Amacı

Tezin amacı; yapı yaşam döngüsünün temel adımları olan tasarım, yapım ve işletme süreçlerinde Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) ve Bulut Bilişim ile ilgili yapılan literatür araştırmaları ile Türkiye’de YBM ve Bulut Bilişimin sektördeki etkilerine yönelik yapılan alan araştırmasının sonuçlarını referans alarak firmaların YBM projelerinde Bulut’a geçiş için kullanabilecekleri “öneri geçiş adımları” sunmaktır.

1.3 Hipotez

Yapı Bilgi Modellemesi, yapının tasarımından inşasına ve hatta işletmesine kadar görev alan tüm disiplinleri bir araya getiren yöntemler sunmaktadır. Yapı yaşam döngüsü denilen tasarım, inşaa ve işletme süreçlerinde bilginin oluşturulması ve saklanması çeşitli bilgisayar yazılımları&çözümler geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam etmektedir. Bu süreçlerde kullanılan yazılımlar ve çözümler masaüstü uygulamalarla başlamış “BIG DATA” denilen çok büyük veri üretimleri sonucunda veri yönetimi, verilere her yerden, her zaman, hızlı şekilde erişim için çözüm Bulut Bilişim olmuştur ve birçok bulut servisi dünyada kullanıma sunulmuştur.

Türkiye’ de Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat sektörlerinde YBM kullanımının yaygınlaşmasıyla ortaya çıkan ihtiyaçlara çözümler sunması, proje süreçleri ve veri yönetimini iyileştirmesi sebebiyle Bulut Bilişimin YBM kullanımı ile doğru orantılı olarak artacağı önermesi belirlenmiş, “Türkiye’ de, Yapı Bilgi Modellemesi’nde Bulut Bilişim teknolojisine nasıl geçilmeli?” sorusu hipotez olarak ortaya konarak literatür araştırmaları ve alan araştırmaları bu doğrultuda gerçekleştirilmiştir.

2.1 Tanımlar

Yapı Bilgi Modellemesi (YBM)' ne bağlı olarak geliştirilen kavramlar ve üreticileri (Tablo 2.1)' de özetlenmiştir [1].

Tablo 2.1 YBM İle İlgili Kavramlar ve Üreticileri

Kavram	Organizasyon / Araştırmacı
Yaşam Döngüsü Bilgi Sistemi (Asset Lifecycle Information System)	Fully Integrated & Automated Technology
Yapı Bilgi Modellemesi (Building Information Modelling)	Autodesk, Bentley Systems and others
Yapı Ürün Modelleri (Building Product Models)	Charles Eastman
BuildingSMART	International Alliance for Interoperability
Entegre Tasarım Sistemleri (Integrated Design Systems)	International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB)
Entegre Proje Teslimi (Integrated Project Delivery)	American Institute of Architects
Çok Boyutlu Modelleme (nD Modelling)	University of Salford — School of the Built Environment
Sanal Yapı (Virtual Building)	Graphisoft
Sanal Şantiye ve 4D İş Programı Modelleri (Virtual Design and Construction & 4D Product Models)	Stanford University— Centre for Integrated Facility Engineering

Söz konusu kavramlardan YBM sürecinde en sık değindiklerimiz aşağıda daha detaylı olarak ele alınmaktadır.

Yapı Bilgisi Modellemesi (Building Information Modelling): Yaşam döngüsü boyunca binayı tasarlamak, inşa etmek ve işletmekte bina verilerini oluşturmak ve kullanmak için bir iş sürecidir.

YBM, teknoloji platformları arasındaki birlikte çalışabilirlik sayesinde tüm paydaşların aynı bilgilere aynı anda erişebilmelerini sağlar [2]. YBM; mimarlık, mühendislik ve inşaat (AEC) profesyonellerine bina ve altyapıyı daha verimli planlama, tasarlama, inşa etme ve yönetme konusunda bilgi ve araçlar sağlayan akıllı bir 3B model tabanlı süreçtir [3].

Yapı Bilgi Modeli (Building Information Model): Bir tesisin fiziksel ve fonksiyonel özelliklerinin dijital temsilidir. Bu nedenle, bir tesis hakkında paylaşılan bir bilgi kaynağı olarak hizmet eder ve yaşam döngüsü boyunca kararlar için güvenilir bir temel oluşturur [2].

Yapı Bilgi Yönetimi (Building Information Management): Bilginin bir varlığın tüm yaşam döngüsü boyunca paylaşılmasını sağlamak için dijital prototipteki bilgileri kullanarak iş sürecinin organizasyon kontrolüdür. Yararları; merkezi ve görsel iletişim, seçeneklerin erken araştırılması, sürdürülebilirlik, verimli tasarım, disiplinlerin entegrasyonu, saha kontrolü vb. Etkin bir şekilde bir yaşam ömrü süreci ve modelden nihai emekliliğe kadar model geliştirmeyi içerir [2].

Entegre Proje Teslimi (Integrated Project Delivery/IPD): Tasarım, imalat ve yapımın tüm aşamalarında insanları, sistemleri, iş yapılarını ve uygulamalarını, proje sonuçlarını optimize etmek, mal sahibi için değer arttırmak, israfı azaltmak ve verimliliği en üst düzeye çıkarmak için tüm katılımcıların yeteneklerini ve içgörülerini işbirliği yapılan bir sürece dahil eden, bir proje teslim yaklaşımıdır [4].

Birlikte Çalışabilirlik (Interoperability): Paydaşlar arası doğru veri değişimi ve iyi iletişime dayalı işbirliğidir [5]. YBM'nin en önemli yararlarından biri, tasarımcıların diğer farklı tasarımcılara ait 3B YBM dosyalarını kendi analiz yazılımlarına aktarabilmeleri veya başkalarının bilgilerini maliyet, programlama gibi amaçlar için kullanabilmeleridir [6].

Ortak Veri Ortamı (Common Data Environment): İşbirliği içinde çalışan çok disiplinli takımlar arasında derlenebilecek, yönetilebilecek ve dağıtılabilecek bilgileri depolamak için tek bir konumu ifade eder. (Tipik olarak bir sunucu veya extranet) [6].

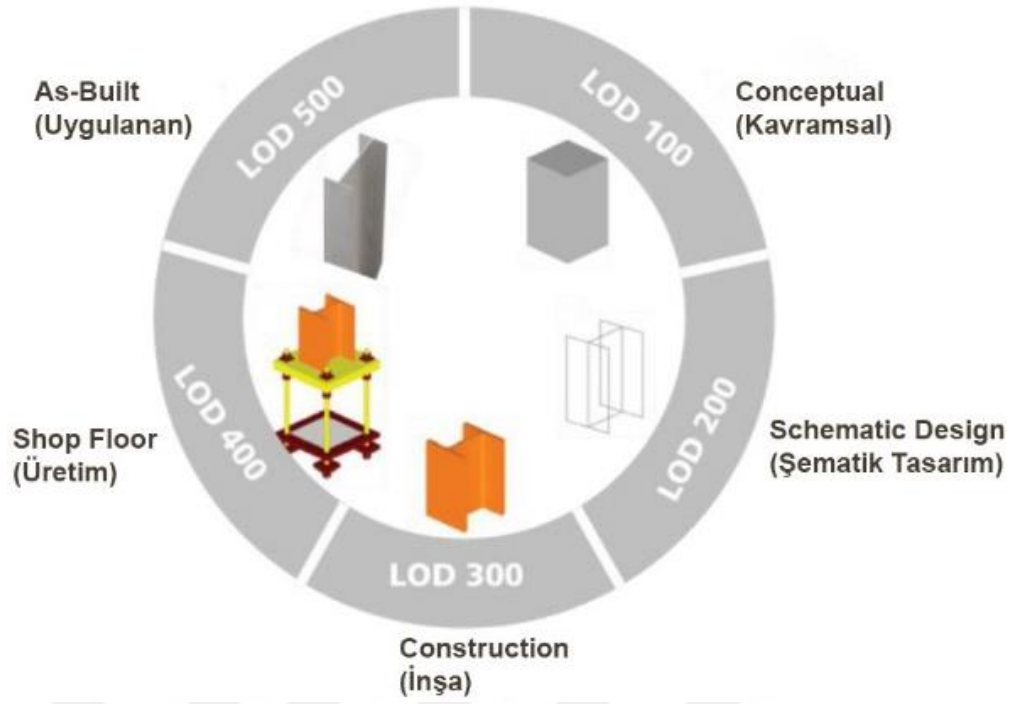
Bileşen (Component): Bir bileşen, çeşitli durumlarda tekrar kullanılabilen bağımsız bir unsurdur. Örnekler arasında kapılar, merdivenler, mobilyalar, cephe panelleri, sütunlar, duvarlar vb. bulunur. Bileşenler tipik olarak yerleştirilir ve istenen konuma taşınır&döndürülür [7].

Montaj (Assembly): Gruplar ya da alt modeller gibi bir bina modelinin bir kısmını ya da tamamını tanımlamak için düzenlenmiş bileşenler ve / veya modellenmiş elemanlar topluluğudur [7].

Görünümler / Çıktı Dosyaları (Views / Output files): Grafikselsel veya grafikselsel olmayan bir bilginin üretilen bir dökümanı (bir plan, kesit, görünüş, metraj veya bir projenin diğer görünümü) [7].

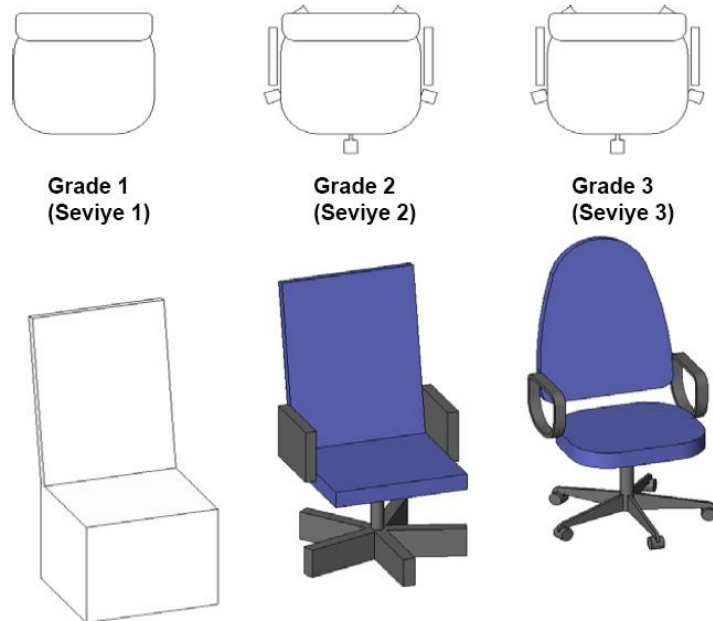
LOD (Level Of Development): Model detay düzeyi, LOD (level of development) olarak ifade edilmektedir. Modellerin; tasarım, yapım gibi farklı aşamalarındaki içeriğine ve gelişmişlik düzeyine ilişkin bilgileri belirtmek için kullanılır. LOD düzeyleri 100'den başlayarak 500'e kadar tariflenir. Amerika'da inşaat sektörünün YBM adaptasyonunu hızlandırmak için oluşturulmuş kuruluşlardan biri olan BIM Forum, LOD tanımları ile ilgili bir spesifikasyon düzenlemiştir. 2013 yılından bu yana her yıl güncellemektedir [8].

Model ile ilgili referans alınabilecek detay düzeyi tariflerinin olduğu dokümanlar bulunmaktadır. Bunlardan biri AIA protokolüdür. 2008 yılında E202 olarak yayınlanan protokol, Yapı Bilgi Modeli detay düzeylerini tariflemektedir [9]. Bu doküman AIA tarafından 2013 yılında güncellenerek G202 olarak yayınlanmıştır (Şekil 2.1) [10].



Şekil 2.1 Yapı Bilgi modellemesi Gelişim Seviyeleri [10]

İngiltere’ de ise, model detay düzeyi Grade (seviye) olarak tanımlanmıştır. Grade 0 şematik gösterim, Grade 1 konsept gösterim, Grade 2 teknik bilgileri tanımlı model düzeyi, Grade 3 gerçek gösterimi ifade etmektedir (Şekil 2.2) [7].



Şekil 2.2 Model Detay Düzeyleri [7]

2.2 Tarihsel Gelişim

Yapı Bilgi Modellemesi, tasarım ve inşaat alanlarında son 20 yılda her yerde yaygınlaşan bir terimdir [11]. Amerikalı bilgisayar bilimcisi ve internet öncüsü Ivan Edward Sutherland, “bilgisayar grafikleri babası” olarak nitelendirildiği 1963 yılında, grafik kullanıcı ara yüzüyle ilk bilgisayar destekli tasarım (CAD) olan “Sketchpad”i geliştirdi. Sketchpad, insan-bilgisayar etkileşimi için önderlik etti, inşaat sektöründeki modelleme programlarında yeni bir çığır açmıştı. 70’lerde ve 80’lerde Sketchpad, şekil bilgisini gösterme ve kaydetme olanağı sağlayan inşaat teknolojisi açısından geometrinin hesaplamalı gösterimini de kurdu. Daha ileri gelişmelerle birlikte, Robert Aish 1986’ da bir bildiri yayınladı ve G.A Nederveen ve F. Tolman tarafından Aralık 1992’de yayınlanan “İnşaatta Otomasyon” adlı bir makalede bugün bildiğimiz Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) kelimesi belgelendi [12].

Yapı Bilgi Modelinin konsepti 1975 yılında, Amerikan Mimarlar Enstitüsünde (AIA) Georgia Üniversitesi Teknoloji Enstitüsü’ nün “Building Description System” (Bina Açıklama Sistemi) başlıklı dergisinde Chuck (Charles) Eastman tarafından sunuldu. 1980’ lerin sonlarında ve 1980’ lerin başında, bu kavram eski ve yeni dünyaya paralel olarak geliyordu ve ABD’ de “Building Product Model” terimi, Avrupa’da ise “Product Information Model” (özellikle Finlandiya’da) kullanılıyordu. Aynı zamanda, her iki dönemde “Product” sözcüğü araştırmacıların dikkatinin tasarım nesnesi üzerinde değil, süreç üzerinde odaklandığı vurgulamaktadır [13].

1980’lerin ortalarında Avrupalılar tarafından binaların bilgi modellemesine benzer yaklaşımların geliştirilmesinde "Bauinformatik" ve Hollandaca "Gebouwmodel" terimleri kullanıldı ve bunlar da İngilizce "Building Model" veya "Building Information Model" e karşılık geldi. 1992’de sonuç olarak, terminolojinin yakınsaması, mevcut anlamda "Building Information Model" teriminin bilimsel literatürde ortaya çıkmasına yol açtı. Daha önce, 1986’da İngiliz Robert Eich (RUCAPS programının yaratıcısı, Bentley Systemes ve ardından Autodesk’in bir üyesi) makalesinde ilk olarak Bina Bilgi Modellemesi olarak şu andaki anlamda "Building Modeling" terimini kullandı. Ayrıca ilk olarak tasarımdaki bilgi yaklaşımının temel prensiplerini formüle etti; üç boyutlu modelleme, çizimlerin

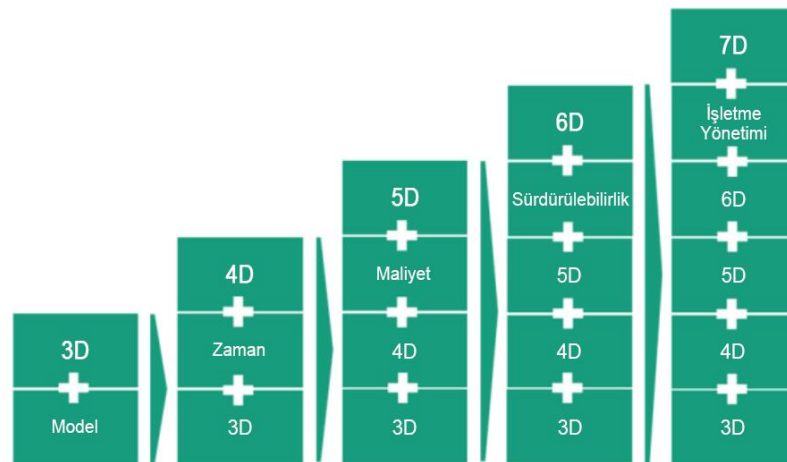
otomatik alınması, nesnelerin akıllılaştırılması, veritabanı nesnelerine karşılık gelmesi, inşaat sürecinin zaman adımlarına göre dağılımı.

Robert Eysch, Londra Heathrow Havaalanı' ndaki Terminal 3'ün yeniden inşasında RUCAPS bina simülasyonunun başarılı bir şekilde uygulanmasının bir örneğini gösterdi. Görünüşe göre, 25 yıl önce yaşanan bu deneyim, dünya tasarım ve inşaat uygulamasında YBM teknolojisinin ilk kullanımıydı. Yaklaşık 2002 yılında birçok yazarın ve meraklıların yeni bir tasarım anlayışının çabaları sayesinde, önde gelen yazılım geliştiricileri, "Yapı-Bilgi Modellemesi" kavramını gittikçe artan bir şekilde desteklemeye başladı ve böylece bu konsepti inşaat sektörünün anahtarlarından biri yapmaya başladı [14]. Tasarım dünyasına büyük etkileri olan YBM platformlarından biri, Bentley Systems tarafından 2003 yılında geliştirilen Generative Components (GC) 'dır [11]. Bir gazeteci ve blog yazarı olan Jerry Laiserin tasarım ve yapım süreçlerinin dijital gösterimi için genel bir isim olarak YBM 'yi yaygınlaştırdı ve standartlaştırdı ve Bentley Systems, Autodesk, Graphisoft ve diğerleri tarafından kabul edildi [15].

İnsan Bilgisayar Etkileşimi, Artırılmış Gerçeklik, Bulut Bilişim, Üretken Tasarım, Sanal Tasarım ve İnşadaki Eğilimler YBM'nin gelişimini hızla etkilemeye devam etmektedir. [11].

2.3 YBM' nin Boyutları ve Yapı Yaşam Döngüsünde Kullanımı

YBM' de seviye 3 ile seviye 7 arasındaki boyutlar, her seviyede ihtiyaç duyulan bilginin amacını ve türünü belirtir (Şekil 2.3) [16].



Şekil 2.3 YBM' nin Boyutları [16]

3D, en düşük boyuttur. Tasarım, projelendirme, disiplinler arası koordinasyon gibi işler için kullanılır [16].

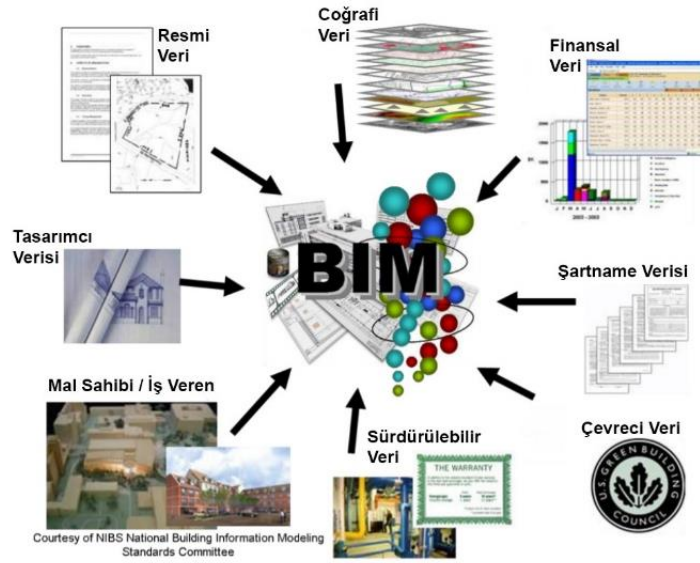
4D, zaman boyutudur. YBM modelindeki bilgilere 'zaman' ekleyerek (model elemanlarını bir inşaat programına bağlayarak) yüklenicinin binanın inşaatını gözden geçirmesi mümkündür. Model, sahadaki etkinliği yansıtacak şekilde güncellenirse, programdaki ilerlemeyi gözden geçirmek ve ilerlemenin gerisinde kaldığını vurgulamak için de yararlı bir araç olabilir [6]. İnşaat yürütme sürecini görselleştirmek ve simüle etmek için kullanılır. Bu boyutun, zamana dair analizlerin yanında lojistik yönetiminde (şantiye organizasyonunda) verimlilik sağlanması gibi yararları da vardır [16].

5D, maliyet boyutudur. Proje modelindeki bileşenler ile ilgili malzeme miktarı, boyutu, hacmi ve alanı gibi verilerin, fiyat değerleri ile otomatik hesaplanarak sağlanan maliyet bilgisini içermektedir. Çoğunlukla maliyet tahmini ve bütçe kontrolü için kullanılır.

6D, sürdürülebilirlik boyutudur. Tasarım aşamasının başlarında daha eksiksiz ve doğru enerji tahminleri ile sonuçlanan enerji tüketimi analizinin yapılmasına yardımcı olmaktadır.

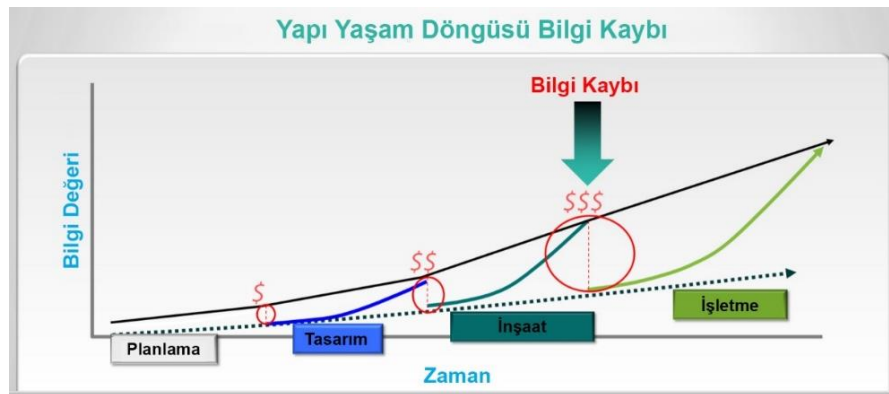
7D ise tesis yönetimi boyutudur. YBM modeli, gelecekteki bakımlar için yararlı olan tüm spesifikasyonları, operasyon ve bakım kılavuzlarını, garanti bilgilerini içerebilen bir “as built” model olarak tanımlanabilir [16]. Modeldeki verileri kullanarak, işletme ekibi varlıklarını yönetmelerini sağlayan güçlü bir araca sahip olacaktır. Bunu başarmanın temel yolu, proje geliştikçe modele veri eklemektir [6].

Yaşam döngüsü değerlendirme konsepti olarak YBM, bir projenin tüm yaşam döngüsü süreçlerini entegre etmeye çalışır. Odak noktası, paydaşlar tarafından yaşam döngüsü boyunca tutarlı dijital bilgiler oluşturmak ve yeniden kullanmaktır (Şekil 2.4) [17].



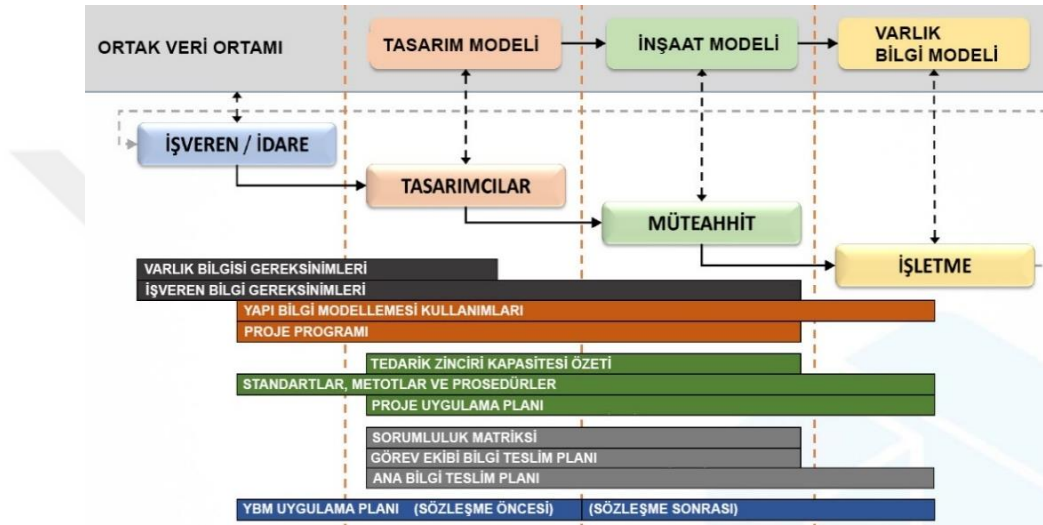
Şekil 2.4 Yaşam Döngüsü Boyunca Modele Eklenen Bilgiler [17]

YBM, yaşam döngüsü boyunca değerli bilgiler alışverişinde bulunmak için paydaşlar arasındaki iş birliğini temel alan bir metodoloji içerir. Bu iş birliği, inşaat sektöründe var olan ve çeşitli verimsizliklere neden olan parçalanmanın cevabı olarak görülmektedir [18]. Yapı yaşam döngüsünde veri kayıpları her süreçte maliyet kayıplarına da yol açmaktadır. NIST (The U.S. National Institute of Standards and Technology), İnşaat ve Tesis Yönetimi Sektörü içinde yetersiz birlikte çalışabilirlik maliyetinin yılda 15,8 milyar dolar olduğunu tahmin ediyor. Proje yaşam döngüsü aşamalarına dayanarak, bu sayıların dağılımı, en yüksek maliyetin doğrudan saha uygulamalarının ardından işletme ve bakım aşamasında gerçekleştiğini ortaya koymuştur. (Şekil 2.5) [19].



Şekil 2.5 Yapı Yaşam Döngüsünde Bilgi Kaybı Grafiği

YBM ayrıca, bir bina projesinin tüm yaşam döngüsü boyunca inşaat bilgilerinin tamamen kolaylaştırılması dahil olmak üzere, proje ve saha yönetimi metodolojilerine daha düzenli bir iş süreci sağlayabilir [20]. Projenin planlaması ve uygulanması için bir öngörü sunmakta ve proje ile ilgili olası risklerin azalmasına yardımcı olmaktadır. Modelin oluşumu sırasında birçok katılımcının girdisi gerekmekte olduğu ve bu bilgiler ile model sürekli güncellendiği için statik bir yapıda değildir. YBM modeli proje ile birlikte gelişir ve detaylanır. Bu süreç dinamiklidir (Şekil 2.6) [21].



Şekil 2.6 Yapı Yaşam Döngüsünde Farklı Disiplinlerce Oluşturulan Yapı Bilgi Modelleri [21]

Yapı Bilgi Modelleme tasarım sürecinden bina işletimine kadar çok geniş bir çerçevede binanın tüm varlık döngüsü içinde kullanılabilmektedir. Bu kullanımı başlıca dört başlıkta toplamak mümkündür:

1. Tasarım Sürecinde kullanım
2. Çevresel Analizlerde kullanım
3. Bina Yapım Sürecinde kullanım
4. Bina İşletiminde kullanım [22]

2.3.1 Tasarım ve Projelendirmede YBM Kullanımı

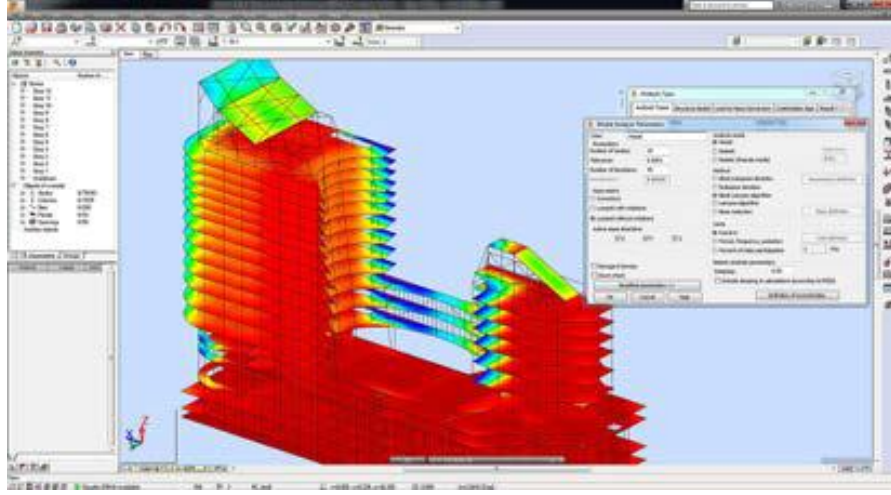
Yapı Bilgi Modelleme; erken fizibilite, maliyet analizi ve sağlamış olduğu üç boyutlu model ve görsellerle pazarlama çalışmalarına katkıda bulunmaktadır. Bir Yapı Bilgi Modelleme yazılımı toplam bina yüzeyi ve mahal büyüklüklerini hızlı bir şekilde hesaplayabilir. Şematik tasarım aşamasından sonra projenin daha detaylı halini oluşturmak gereklidir. Model; bütçe, inşaat takvimi, mevcut kaynaklar gibi parametrelerle uyumlu olmalıdır. Bu model, bina ile ilgili tüm ana bileşenleri içerir. Plan düzleminde doğru girilmiş boyutlar, temel yapısal elemanlar (duvar, kolon, kiriş, vb.), doğru tanımlanmış kat yükseklikleri ve zorunlu mekanik sistemler gibi bileşenlerin bu modelde olması beklenir. Proje dökümanları modelden elde edilir (Şekil 2.7) [22].



Şekil 2.7 YBM Modelinden Elde Edilen Dökümanlar [22]

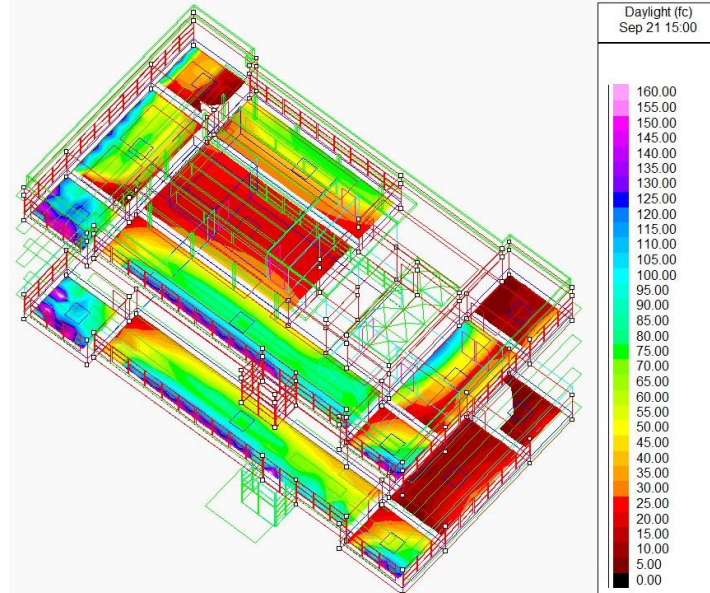
2.3.2 Analizlerde YBM Kullanımı

Yapı Bilgi Modelleme yazılımında oluşturulan fiziksel model bir başka yazılım tarafından YBM yazılımının kendi dosya formatında veya IFC gibi ortak bir standart formatta alınabilir. Mimari modelleme veya strüktürel modelleme yazılımı ile oluşturulan taşıyıcı sisteme ait olan bilgi statik hesaplayıcı yazılıma aktarılır (Şekil 2.8). Yazılımı kullanan inşaat mühendisi modeli analiz eder ve taşıyıcı elemanlar için doğru boyutları seçer ve gerektiği taktirde taşıyıcının konumuna müdahale ederek veriyi tekrar modelleme yazılımına geri gönderir [22].



Şekil 2.8 Statik Analiz

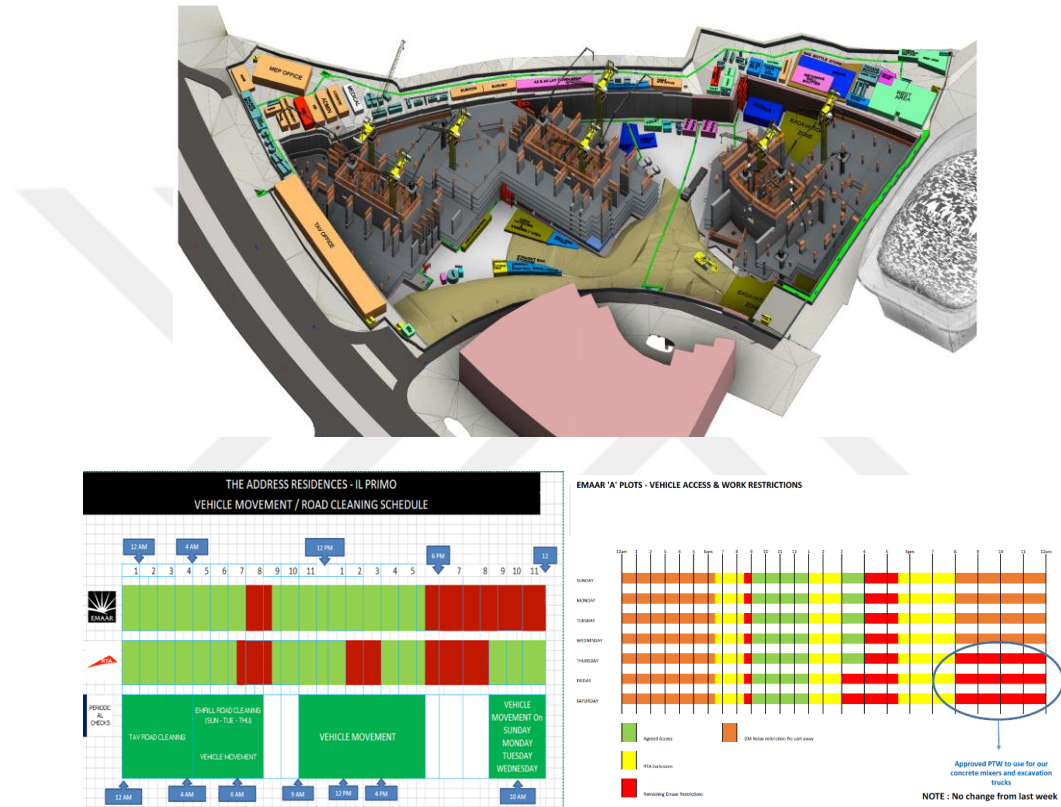
Enerji analizi genellikle bir binanın ısıtma, soğutma ve havalandırma (HVAC) ile ilgili ihtiyaçlarını ele almaktadır. Bina yapım sürecinden önce gerçekleştirilen bu analizler daha sonra geri dönülmez bir aşamaya gelinmeden kararları sınamaya yardımcı olur. Işık analizi bir binanın doğal ışık alma, yapay ışıklandırma, binanın kendi ve diğer yapılarla kütsel ilişkileri sonucu oluşan gölge ilişkilerini algılamak ve daha iyi analiz etmek için kullanılır (Şekil 2.9). Bu ilişkileri modellerken bina dışı etmenlerden topoğrafya, bina yönlenmesi ve diğer binaların konumları gibi parametreler de hesaplamalara dahil edilir [22].



Şekil 2.9 Aydınlatma Analizi

kamyonların sahaya giriş çıkış hatları, harita referans noktaları, geçici çöp şutları, geçici mobil yangın koruma gereçleri v.b' dir [23].

Bu YBM modelinden elde edilen çıktılar ise; geçici iş çalışmaları, alternatif lojistik planlama çalışmaları, rampanın kaldırma sekans çalışmaları, betonarme hacim hesaplamaları, haftalık lojistik planı, haftalık inşaat ilerleme planı, acil eylem planı, depo alanları planları, araç hatları, kule vinç yerleşim planları, yangın koruma planları v.b olmaktadır (Şekil 2.11) [23].



Şekil 2.11 Lojistik Planlama'da YBM Kullanımı (Dubai Emaar Opera District Projeleri) [23]

YBM modelini meydana getiren elemanlar miktar bilgileri içerebilir ve bu bilgilerden bir maliyet veritabanı oluşturulabilir. Bu aşamada Yapı Bilgi Modelleme, proje katılımcıları arası iyi bir iletişime imkan vermesi, ilave giderleri azaltması, güvenlik ile ilgili kararların alınması, makine ve teçhizatın geliş gidiş zamanları ile ilgili planlamalar yapılması açısından katkıda bulunmaktadır. Tüm bunların etkin ve verimli bir şekilde gerçekleşmesi proje ile ilgili giderlerin ve takvimin öngörüldüğü gibi gerçekleşmesini sağlayacaktır [23].

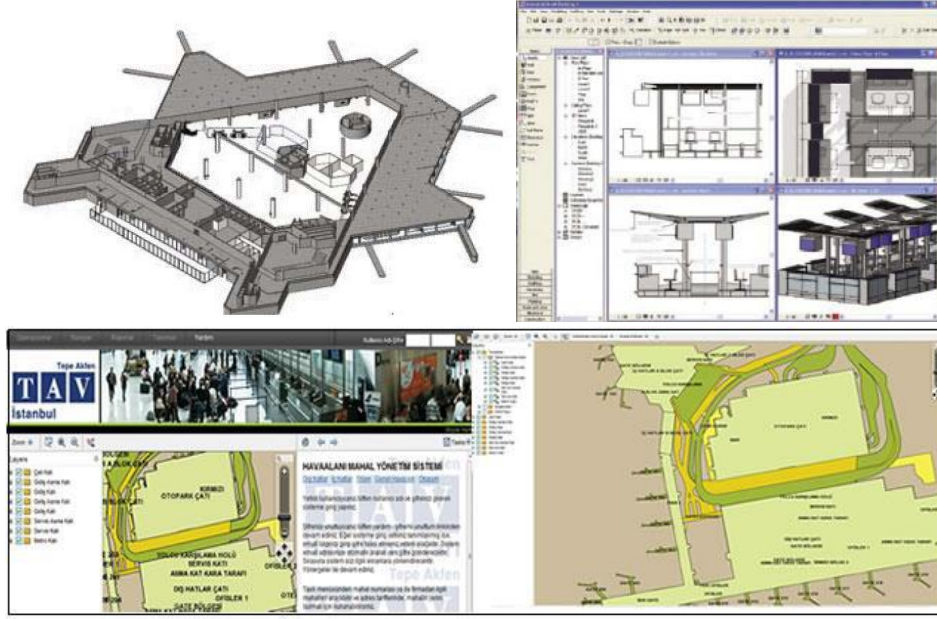
2.3.4 İşletmede/Tesis Yönetiminde YBM Kullanımı

Bir binanın işletmesi ve bakımı sırasında üstlenilen çok çeşitli faaliyetleri ve süreçleri kapsayan çok sayıda “Bilgisayar Destekli Tesis Yönetimi” yazılımı bulunmaktadır. İşletme sürecindeki faaliyetler; bir varlık kayıt defterinde veri toplamayı, hataları yönetmeyi ve devreye almayı, bina otomasyon sistemindeki sistemleri izlemeyi ve kontrol etmeyi, acil durum müdahalesi ve afet planlamasını, bakım planlamasını ve daha fazlasını içerir. Yeterince biçimlendirilmişse, YBM modeli üzerinden planlama ve yapımdan işletme araçlarına veri bağlamak tesis yöneticileri ve varlık sahipleri için çok yararlı olabilir [24].

İngiltere’de tüm proje ve varlık bilgisi, dokümantasyon ve verilerin 2016 yılına kadar elektronik olması istenmekteydi. Geometri ve nesne ile ilgili YBM verileri ve Tesis Yönetimi süreçleri arasında YBM ve Facilities Management (FM) entegrasyonunu destekleyen uygulamalar vardır. Farklılıklarına rağmen, YBM & FM araçları ortak bir noktaya sahiptir: Hepsi operatörlerin Bulut ortamındaki O&M verilerini çok kullanıcıli erişimle yönetmelerine izin verirken, sahadaki aktiviteleri dikkate alan web / tablet özellikli kullanıcı arayüzlerini kullanma eğilimindedir [24].

YBM modelinin yapım sonrası bakım ve işletme amaçlı olası kullanımları: iklimlendirme ve elektrik sistemlerinin düzgün işletimi, bina için güvenlik ve izleme sistemlerinin kurulumu, bina afet ve acil durum tahliye planlarının hazırlanması, emlak ve mekan - insan kaynağı yönetimi [25].

Atatürk Havalimanı İç Hatlar Terminali renovasyon projesinde YBM modeli ile tesisin mahallere ayrılması ve yönetilmesi gerçekleştirilmiştir. Tesis için özellikle iklimlendirme hesaplarında maliyet hesabı ve ihtiyaç tanımlamaları kolaylaştırılmıştır. (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 YBM ile Tesis Yönetimi [25]

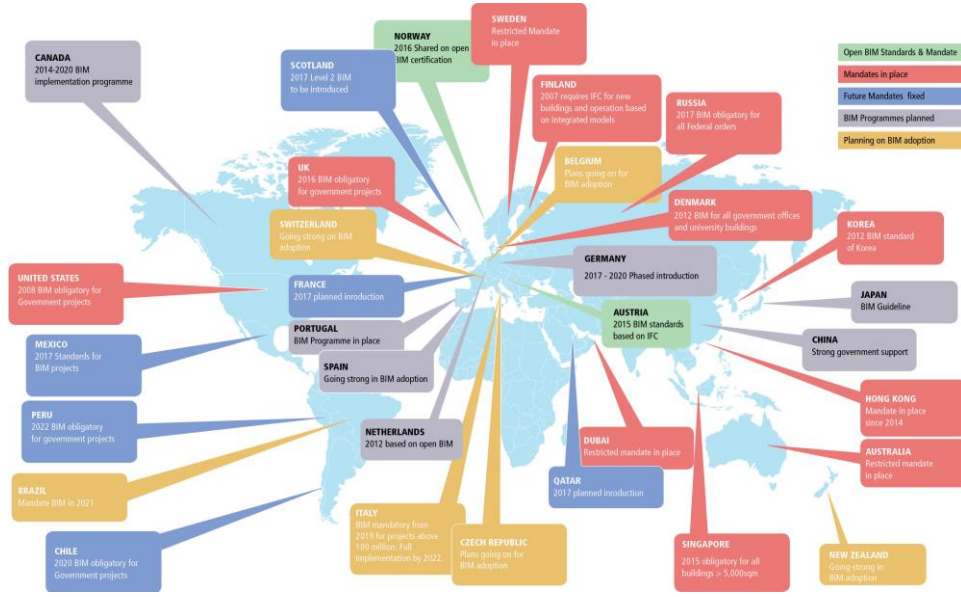
TAV'ın YBM'nin İşletme kullanımına bir diğer örnek Medine Havalimanı Projesi' dir. Süreç içinde mekan tanımlı, varlıkların etiketlenmesi ve yer tahsislerinin takibi için tüm hacimlerin tanımlanması gerçekleştirilmiştir [23].

Gelecekte Model Bazlı İşletme Yönetim Sistemi (Programı) kullanılması halinde ihtiyaç duyulabilecek (seçilen sistem / programa göre) üç temel unsur vardır.

- IFC (Industry Foundation Class) Uyumluluğu
- GUID (Globally Unique Identifier)
- COBie Verisi [26]

2.4 Dünya' da YBM Kullanımı ve YBM Standartları&Klavuzları

YBM' nin kabulü dünya çapında artmaktadır, çünkü endüstriye sunduğu faydaların büyük ölçüde farkındalığı artmaktadır. Dünyada saha uygulamalarındaki işleri kolaylaştırmak için teknoloji kullanımı yaygınlaşmaktadır. Kentleşmenin her gün ve her yerde yükseliş göstermesi ve akıllı şehirlerin hız kazanmasıyla, dünya genelindeki ülkeler YBM' nin benimsemesine daha fazla dikkat etmeye başlamıştır. YBM' nin benimsenmesi, bir ülkeyi altyapı açısından zengin yapabilir ve başkalarına örnek teşkil eder. Küresel YBM kullanımı Şekil 2.13' de görülmektedir [12].



Şekil 2.13 Küresel YBM Kullanımı [12]

YBM'nin benimsenmesi, sektörde geleneksel çalışma yöntemlerine kıyasla birçok farklı türde fırsat ve zorluk ile sonuçlanmaktadır ve bunları ortaya çıkarmak için birçok çalışma yapılmıştır. Örneğin, Becerik-Gerber ve Rice (2010) [27], inşaat sektöründe YBM kullanımına ilişkin inşaat yöneticileri, yüklenici firmalar ve taşeron firmalar dahil 424 kişinin katıldığı bir anket yapmıştır. Çalışma, katılımcıların YBM'yi çoğunlukla görselleştirme, çakışma tespiti ve yapı tasarımı amacıyla kullandıklarını göstermektedir (Şekil 2.14).

Exploring Advantages and Challenges of Adaptation and Implementation of BIM in Project Life Cycle



Figure 1. BIM uses for the survey participants (Becerik-Gerber, 2010)

Şekil 2.14 YBM Kullanım Alanları [27]

Literatür taraması genel olarak değerlendirildiğinde; dünya ülkelerinde YBM kullanım oranları yüksek olmakla beraber, ülkelerde YBM' nin uygulanmasına referans edecek kılavuzlar, standartlar, el kitapları ve protokoller geliştirildiği görülmüştür [26]. YBM Yöneticilerinin, firmalarının YBM Standartlarını ilk kez belirlerken tamamen sıfırdan başlamaları gerekmez. Danışmaları için bir dizi yol gösterici klavuz ve ulusal standart ücretsiz olarak mevcuttur (Şekil 2.15) [24].



Şekil 2.15 YBM Standartları ve Klavuzları [24]

Standartlar ve Klavuzlar, Prota Bilgisayar firmasınınca araştırılmış ve çeşitli ülkeler tarafından yayınlanan bu standartların bir tablosu oluşturulmuştur.

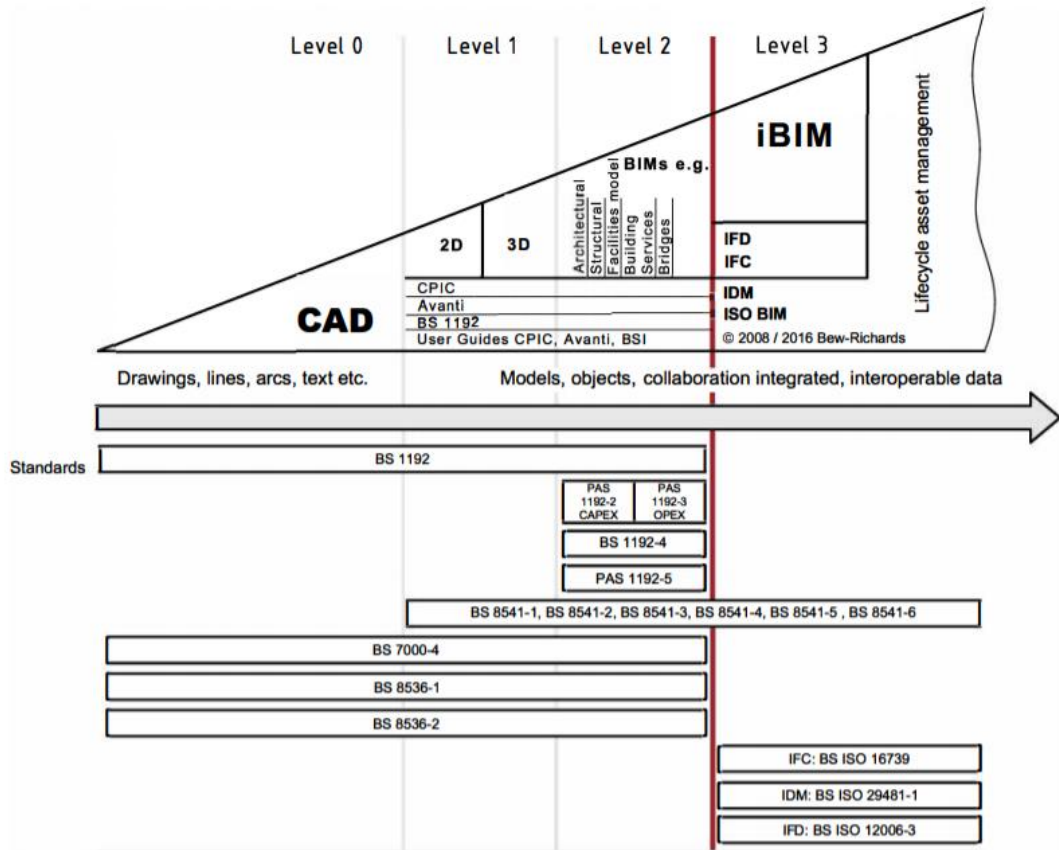
Tablo 2.2 Dünyada (ABD Dışında) Yayınlanan YBM Standartları ve Kılavuzları.

Ülke Adı	Döküman Adı	Döküman Türü	Yıl
AUSTRALIA	ANZRS-Australia&New Zealand Revit Standard v3	Standart (Standard)	2009-12
AUSTRALIA	Building and Construction Procurement Guide Project Team Integration and Building Information Modelling	Kılavuz (Guide)	2015
AUSTRALIA	National Guidelines for Digital Modelling	Kılavuz (Guide)	2009
AUSTRALIA	NATSPEC National BIM Guide	Başvuru Kılavuzu (Reference Guide)	2011
CANADA	AEC (CAN) BIM Protocol.	Protokol (Protocol)	2009-15
CHILE	National BIM survey 2013	Diğer/Etüt (Other/Survey)	2013
FINLAND	COBIM - Common BIM Requirement 2012	Diğer/Gereksinim (Other/Requirement)	2012

GERMANY	BIM Leitfaden für Deutschland	Kılavuz (Guide)	2013
NEW ZEALAND	New Zealand BIM Handbook	Kılavuz (Guide)	2014
NORWAY	BoligBIM (BIM Manual) 2.0	Kılavuz (Guide)	2011
NORWAY	Statsbygg BIM Manual 1.2	Kılavuz (Guide)	2013
SINGAPORE	CORENET BIM eSubmissions	Kılavuz (Guide)	2016
SINGAPORE	Singapore BIM Guide	Kılavuz (Guide)	2012
SWEDEN	BIM Anatomy II Standardisation Needs & Support Systems	Kılavuz (Guide)	2012
UNITED KINGDOM	CIC BIM Protocol	Protokol (Protocol)	2013
UNITED KINGDOM	PAS 1192-22013	Standart (Standard)	2013
UNITED KINGDOM	RICS professional guidance, global International BIM implementation guide	Kılavuz (Guide)	2014

2.4.1 İngiltere

İngiltere’ de, YBM kullanım düzeylerini tanımlamak amacı ile “YBM Olgunluk Düzeyleri” tanımlanmıştır (Şekil 2.16) [28].



Şekil 2.16 YBM Olgunluk Düzeyleri [28]

Düzeyler sıfırdan başlayıp, üçe kadar devam etmektedir. İngiltere’de kullanılan YBM standart ve kılavuzları bu düzeylere göre tanımlanmıştır. Düzey 0 (Level 0)’da sistem teknolojisi CAD iken, Düzey 1 (Level 1); iki boyutlu ve üç boyutlu bilginin iş birliği ile üretilmesi amacı çerçevesinde oluşturulmuş standartlara dayanmaktadır. Bu standartlar BS 1192:2007, BS 7000-4:2013 ve BS 8541:2:2011’dir. Düzey 2 (Level 2) olgunluk düzeyini sağlamak için verilen dokümanlar ise standartlar, kılavuzlar ve prosedürlerdir. Bunlar; PAS 1192:-2:2013, PAS 1192:3, BS 1192-4, PAS 1192-5, CIC BIM Protocol’dür. Düzey 2, üç boyutlu BIM modeli üzerinde iş birliği üzerine kurulu iş-akışlarını temel almaktadır. Düzey 3 (Level 3); paylaşılmış ve entegre YBM (I-BIM) çalışma ortamını öngörmektedir. Düzey 3 için oluşturulan dokümanlar hala geliştirilmektedir [29]. İnşaat sektörünü YBM’nin üçüncü düzeyine taşıyacak açık standartlar; ISO 12006-3:2007, ISO 16739:2013, ISO 29481-1:2010, ISO 29481-2:2012’ dir [26].

2.4.2 ABD

Amerika Birleşik Devletleri (ABD), YBM' nin geliştirilmesinde ve inşaat sektöründe uygulanmasında lider bir ülkedir [30].

ABD’ de hükümetin bazı kurumları, üniversitelere ve eyaletlere ait birçok kılavuz bulunmaktadır. Bu standart ve kılavuzlar Tablo 2.3’ de listelenmiştir.

Tablo 2.3 ABD’ de Yayınlanan YBM Standartları ve Kılavuzları.

Döküman Adı	Döküman Türü	Yıl
US Air Force - BIM Requirements Attachment F	Diğer/Gereksinim (Other/Requirement)	2015
Achieving Spatial Coordination Through BIM Guide for Specialty Contractors	Kılavuz (Guide)	2013
AGC-Contractor's Guide to BIM	Kılavuz (Guide)	
AIA	Protokol (Protocol)	2008
ATC-75 Improvements to BIM Structural Software Interoperability	Standart (Standard)	2013
BICSI BIM Practices for Information Technology Systems	Standart (Standard)	2016
Broward County Aviation Department (BCAD) Building Information Modeling (BIM) Standard	Standart (Standard)	2013

Building Information Modeling (BIM) GUIDELINE and STANDARDS for ARCHITECTS and ENGINEERS	Kılavuz (Guide)	2012
Building Information Modeling (BIM) Guidelines and Standards for Architects, Engineers, and Contractors	Kılavuz (Guide)	2013
Building Information Modeling (BIM) Requirements 1.0	Standart (Standard)	2015
ConsensusDocs 301	Kılavuz (Guide)	2013
CoSA - BIM Development Criteria and Standards for Design & Construction Projects	Standart (Standard)	2011
Denver International Airport Design Standards Manual 2012	Standart (Standard)	2012
DoD MHS Facility Lifecycle Management (FLCM) Building Information Modeling (BIM) Requirements	Diğer/Gereksinim (Other/Requirement)	2014
USA - FAA - Minimum BIM Requirements	Diğer/Gereksinim (Other/Requirement)	2017
Georgia Tech BIM Requirements & Guidelines for Architects, Engineers and Contractors Version 1.0	Kılavuz (Guide)	2014
GSA_General Services Administration (U.S. Federal Government)	Kılavuz (Guide)	2016
IU BIM Guidelines & Standards for Architects, Engineers and Contractors	Kılavuz (Guide)	2015
Los Angeles Community College District	Standart (Standard)	2017
Massachusetts Institute of Technology	Kılavuz (Guide)	2012
New York _New Jersey Port Authority	Standart (Standard)	2010
NY SCA - BIM Guidelines and Standards	Kılavuz (Guide)	2013
NYC DDC BIM Guidelines	Kılavuz (Guide)	2012
PANYNJ - EAD BIM Standard Manual	Standart (Standard)	2017
Penn State	Kılavuz (Guide)	2010-12
Port of Portland CAD & BIM Standards Manual	Standart (Standard)	2015
San Diego Community College Disrict	Standart (Standard)	2010
Texas Facilities Commission Professional Architectural-Engineering Guidelines	Kılavuz (Guide)	2015
The Department of Veteran's Affairs (U.S. Federal Gov.)	Kılavuz (Guide)	2010
The State of Ohio, BIM Protocol	Protokol (Protocol)	2010
The Uses of BIM Classifying and Selecting BIM Uses	Kılavuz (Guide)	2013
Triton College, BIM Standards Manual	Standart (Standard)	2009

University of South Florida BIM Project Execution Plan Template	Standart (Standard)	2015
USA BIM Standard, National Institute of Building Sciences	Kılavuz (Guide)	2007
USACE BIM Roadmap (ERDC SR-12-2)	Kılavuz (Guide)	2012
USC BIM Guidelines v1.6	Kılavuz (Guide)	2012
UW - Attachment G - University of Washington CAD and BIM standards, PDF requirements, and CAD Compliance Review Submittals	Standart (Standard)	2012

2003 yılında, ABD Genel Hizmetler İdaresi (GSA), Kamu Binaları Hizmeti (PBS) Ofisi aracılığıyla bir 3B-4B YBM programı oluşturmuş ve kamu projelerinde YBM uygulamalarını kullanmaya başlamıştır. 2007 yılında YBM' yi tüm projelerinde mekansal program onayı için kullanmaya başlamışlardır. GSA (General Services Administration), “National 3D-4D BIM Program” kapsamında çeşitli YBM kullanımları için kılavuzlar geliştirmiştir [31].

Tablo 2.4 GSA YBM Kılavuzları

Klavuz	Açıklama
GSA BIM Guide 01 – Overview	3D ve 4D BIM teknolojisi ve modeller ile ilgili konsept bilgiler ve tanımları içerir.
GSA BIM Guide 02 – Spatial Program Validation	Araçları, süreçleri ve BIM'i etkili bir şekilde kullanmak için gereklilikleri tanımlar.
GSA BIM Guide 03 – 3D Laser Scanning	Mekansal datayı elde etmek için kullanılan lazer tarama ve model oluşturma ile ilgili konuları içerir.
GSA BIM Guide 04 – 4D Phasing	4D faz planlama ve zaman ilişkili bilgilerle ilgili konuları içerir.
GSA BIM Guide 05 – Energy Performance	Tasarım aşamasında; işletmeye yönelik enerji kullanımı ve maliyet tahmini konularını içerir.
GSA BIM Guide 06 – Circulation and Security	Sirkülasyon gerekliliği ile ilgili konuları içerir
GSA BIM Guide 07 – Building Elements	Yapı elemanlarının (modelde objeler) sahip olması gereken bilgiler ile ilgili kılavuzdur.
GSA BIM Guide 08 – Facility Management	Yapı yaşam döngüsü içerisinde; binanın bakımı, işletmesi ve renovasyonuna yönelik yapılacak çalışmaları içerir.

The National BIM Standard-US (NBIMS) ise ABD' de; BuildingSmart (YBM sisteminde data değişimi üzerine çalışan bir organizasyon) bir girişimi olarak oluşturulmuş konsensus bir standarttır. İlk versiyonu 2007' de yayınlanmış ve sonraki yıllarda güncellenmiştir. Industry Foundation Class (IFC) ve BIM Execution Plan (BEP) gibi konuları da içermektedir [32].

2.4.3 Diğer Ülkeler

Diğer ülkelerde de YBM kullanımı ile ilgili geliştirilen veya geliştirilmekte olan kılavuzlar bulunmaktadır. Singapur'un ilkin 2012 yılında yayınladığı ve 2013 yılında ikinci versiyonunu yayınladığı bir YBM kılavuzu bulunmaktadır [33]. Almanya'da; Bina ve Bölge Planlama Federal Ofisi (German Office for Building and Regional Planning) tarafından, gelecekteki YBM kullanım zorunluluğuna altyapı oluşturacak bir YBM kılavuzu geliştirilmiştir. McGraw-Hill (2010), "YBM benimseyen bir grup Alman kullanıcının, projelerinin %30 veya daha fazlasında YBM' yi %47 oranında kullandığını" belirtmiştir [34]. Almanya'da, mimarların YBM benimseme oranını %77 olarak belirtilmiştir. Mimarların ardından, %53'lük benimseme oranı mühendislerin, %10'luk en düşük benimseme oranı yüklenicilerindir [35]. Avustralya' nın da ulusal YBM kılavuzu bulunmaktadır ve 2015 yılında, YBM uygulama düzeylerinde yüklenicilerin yüzdesi %71 olarak açıklanmıştır [36]. Fransa' da Ekoloji, Sürdürülebilir Kalkınma ve Enerji Bakanlığı (Ministry of Ecology, Sustainable Development & Energy) tarafından 2017 sonunda tamamlanacak bir yol haritası hazırlanmaktadır. Japonya' da 2013 yılında geliştirilmiş kılavuzlar bulunmaktadır. řu anda, Çin dünya inşaat endüstrisinde en büyük gelişmeye sahip ülkedir ve YBM, Çinli mimar ve mühendislerle rekabet avantajı sağlamaktadır [35]. Avustralya ve Yeni Zelanda' da Revit Standartları (ANZRS) şeklinde yayınlanan bir klavuz bulunmaktadır.

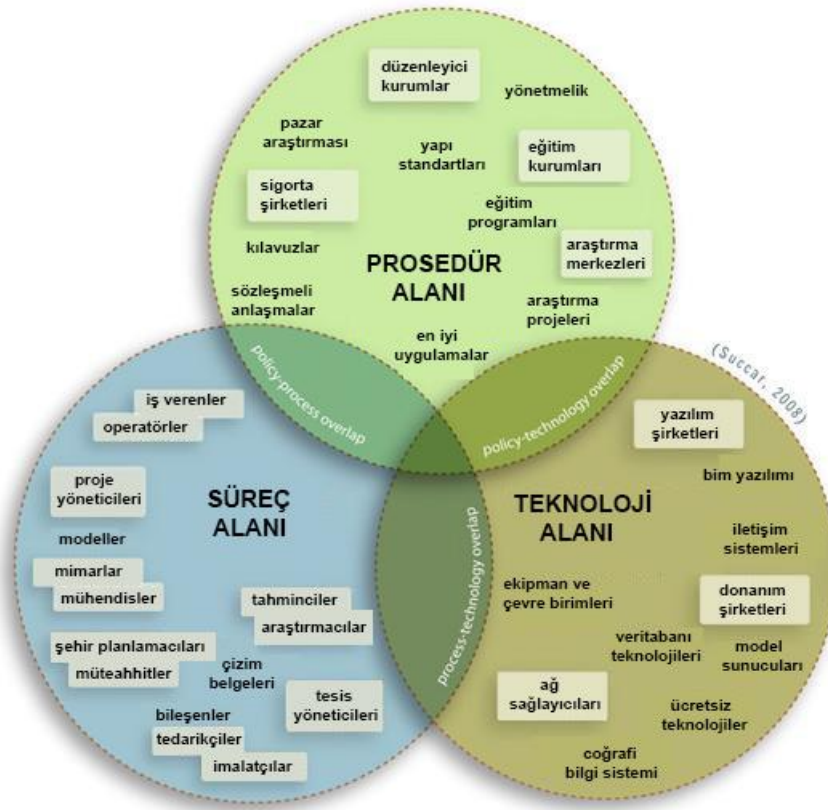
Kılavuzların çoğu; YBM kullanımları, YBM sürecinin rolleri ve sorumlukları, YBM uygulamaları, YBM uygulama planı şablonu gibi bilgileri içermektedir. Bazıları ise model dosyalarının isimlendirilmesi, model detay düzeyleri gibi modele ilişkin bilgiler de içermektedir.

2.4.4 Türkiye

McGraw Hill, küresel inşaat pazarını YBM 'nin benimsenmesi, ülkelere göre YBM kullanım düzeyi ve işletme değeri açısından araştırmaktadır. Ancak, YBM' nin benimsenmesine göre Türk inşaat sektörünün durumu, Akıllı Piyasa Raporlarına dahil edilmemiştir [35]. Aladag ve diğ. (2016) [37], Türk AEC endüstrilerinin YBM' yi benimsemesindeki zorlukları ve itici güçleri belirlemek için odak grup görüşmesi yöntemiyle bir çalışma yürütmüştür. Türkiye AEC endüstrisinde YBM' yi benimsemede en önemli itici gücün “firmaların satın alınması” olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, YBM' yi Türkiye endüstrisinde uygularken karşılaşılan en önemli zorluklardan birinin örgütsel yapı ve kültür olduğunu belirtmişlerdir. Aladağ'ın çalışmasının sonuçlarına göre, müşteri talebi/sözleşme yükümlülükleri ve paydaşlar arasında iş birliği, koordinasyon, iletişim ve birlikte çalışabilirlik ihtiyacı, sektörün YBM' yi benimsemesi için ihtiyaç duyduğu en önemli faktörler arasında yer almaktadır [37]. Bir başka tespite göre; firmaların bir YBM uygulama planlarının olmaması, paydaşlar arası tanımlı bir iş birliği yönteminin bulunmaması, firmalarda firma içi veya firmalar arası veri değişimi için çizim, dosya isimlendirme, katman ve notasyon standardı eksikliği, YBM' nin mühendislik firmalarında yaygın kullanılmaması, kamuda YBM projesinin doğrudan kullanılabilmesi için mevzuat eksiklikleri yakın zamana kadar YBM' ye geçişe engel olarak tespit edilmiştir [25]. Ancak son yıllarda Türkiye'de örnek olacak birçok YBM projesi tamamlanmıştır. Ve bu tespitlerden birçoğu için çözümler geliştirilmiştir. Tez kapsamındaki alan çalışmasında Türkiye' deki YBM kullanımının son durumu yer almaktadır.

2.5 YBM Uygulama Adımları

YBM uygulama adımları, birbiri ile kesişen üç faaliyet; teknoloji (technology), süreç (process) ve prosedür (policy) olarak tanımlanmıştır. Uygulama adımları birbirleri ile kesişim kümesi oluşturabilirler (Şekil 2.17) [1].



Şekil 2.17 YBM Uygulama Adımları [38]

Teknoloji, prosedürler ve süreçlerden oluşan alanların birbiri arasında etkileşim olmaktadır. Örneğin; projenin teknik şartnamesinde yer alan YBM kullanımları bir işin prosedür alanı ile ilgili iken, bu YBM kullanımını gerçekleştirmek için ihtiyaç olan yazılım teknoloji alanının konusudur. Projenin hangi safhasında uygulanacağı ve uygulanması için ihtiyaç duyulan bilgiler ise süreç alanında tanımlanacaktır. Bu YBM Adımlarının belirlenmesi, kuruluşların ve bireylerin YBM yeteneklerini ve olgunluklarını sistematik bir şekilde arttırmalarını sağlamada etkilidir.

Her YBM Aşamasının (nesne tabanlı modelleme, model tabanlı iş birliği, ağ tabanlı entegrasyon), birçok YBM Adımına yol açan gereksinimleri ve teslimleri vardır. Bunlar uygulama konumlarına göre kümelerle bölünmektedir:

A Adımları: YBM öncesi YBM Aşama 1'e giden

B Adımları: YBM Aşama 1'den YBM Aşama 2'ye doğru giden

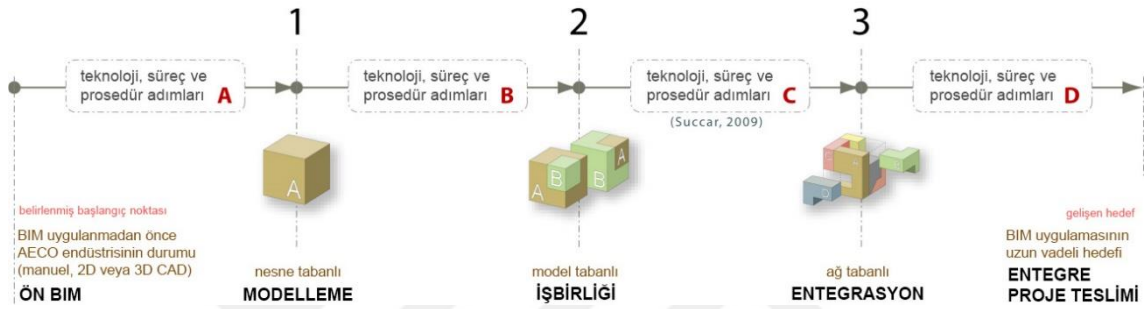
C Adımları: YBM Aşama 2'den YBM Aşama 3'e doğru giden

D Adımları: YBM Aşama 3'ten Entegre Proje Teslimi'ne giden (Şekil 2.18) [38].

- **YBM Aşamaları:**

YBM yeteneği, bir görevi yerine getirme, bir hizmet sunma veya bir ürün oluşturmanın temel yeteneğidir. YBM Yetenek Aşamaları (veya YBM Aşamaları), YBM teknolojilerini ve konseptlerini benimseyen ekipler ve kuruluşlar tarafından elde edilecek ana kilometre taşlarını tanımlar.

- YBM Aşama 1: nesne tabanlı modelleme
- YBM Aşama 2: model tabanlı iş birliği
- YBM Aşama 3: ağ tabanlı entegrasyon (Şekil 2.18)



Şekil 2.18 YBM Aşamaları [38]

YBM Aşamaları minimum gereksinimler ile belirlenir. Örnek olarak, bir kuruluşun YBM Yetenek Aşama 1'de yer alması için, nesne tabanlı bir modelleme yazılımı aracı kullanması gerekir. Aşama 2 için de bir kuruluşun multidisipliner bir model tabanlı işbirlikçi projenin parçası olması gerekir. Aşama 3'te dikkate alınacak bir kuruluşun, nesne tabanlı modelleri en az iki disiplinle paylaşmak için ağ tabanlı bir çözüm (model sunucu gibi) kullanması gerekir.

Amerikan Mimarlar Enstitüsü Kaliforniya Konseyi (AIA, 2007) tarafından yaygınlaştırılan bir terim olan Entegre Proje Teslimi, YBM' nin etki alanı teknolojileri, süreçleri ve politikalarının bir birleşimi olarak uzun vadeli bir vizyonunu temsil etmek için uygundur. Bu yetenek aşamasında, şematik olarak zengin tümleşik modeller Proje Yaşam Döngüsü Aşamaları boyunca iş birliği içinde yaratılır, paylaşılır ve korunur. Bu entegrasyon "model sunucu" teknolojileri (özel, açık veya özel olmayan formatlar kullanarak), tek tümleşik / dağıtılmış birleşik veritabanları, Bulut Bilişim veya SaaS (Yazılım olarak Servis) ile gerçekleşir [38].

2.5.1 Teknoloji Adımları

YBM'nin teknoloji ile olan bağı çoğunlukla YBM' nin bir yazılım olduğu önyargısını doğurmaktadır [39]. YBM teknoloji alanı; inşaat sektöründe verimi, etkinliği ve kârı arttırmak için gerekli yazılım, donanım, ekipman vb. dir.

Teknoloji, YBM' nin en değişken alanıdır.

YBM yazılımlar ile yönetilen bir süreçtir. Bu nedenle teknoloji alanının çıktıları olan seçilen yazılım ve donanımlar sürecin önemli kısmını oluşturur.

Yazılımlar, YBM kullanımlarını gerçekleştirmeye imkan veren YBM sürecinin en önemli birleşenlerindendir. Süreç içerisinde ihtiyaç duyulabilecek yazılımlar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir;

Tasarım araçları: Tasarım araçları disiplinlere ait 3 boyutlu modellerin oluşturulduğu yazılımlardır. Bu yazılımlara örnek Autodesk ürünü Revit, Bentley ürünleri ve Graphisoft ürünü Archicad verilebilir.

Koordinasyon araçları: Koordinasyon yazılımları ise model koordinasyonu yapmayı, planlama ve çakışma kontrolü yapmayı sağlayan yazılımlardır. Bu yazılımlara örnek Autodesk Navisworks, Tekla Structure verilebilir

Analiz araçları: Analiz yazılımları ise enerji analizi, aydınlatma analizi, yapısal analiz yapmaya imkân veren yazılımlardır (Örneğin; STAAD, ETABS gibi).

Ortak veri paylaşımına imkan veren yazılımlar: Ortak veri paylaşım yazılımları ise bütün proje paydaşları arasında bir çalışma şekli dahilinde bilgi akışı olmasına imkan veren yazılımlardır. Bu yazılımlara örnek olarak Autodesk'in ürünü Vault veya Bentley ürünü ProjectWise verilebilir.

Veri paylaşımının bulut ortamına taşınması, sürece katkıda bulunacak özellikte birçok bulut çözümünün kullanılmasını sağlayacaktır. İş birliği gerektiren YBM sisteminde bu amaca hizmet eden bir Ortak Veri Ortamı (CDE) yazılımının tercih edilmesi zaman kazanılmasını sağlamaktadır [31]. Buradaki en önemli konu bu yazılımların dokümanlarının metadatalarını tutması ve güncel bilgiye erişimde kolaylık sağlamasıdır. Metadata, belirli bir veri seti veya kaynağın ne zaman, nasıl ve kim tarafından oluşturulduğu bilgisini içermesidir. CDE yazılımları buna imkan

sağlar. Ortak veri paylaşım platformu yazılımlarına veri takibi için ihtiyaç vardır. Bu yazılımlar aracılığı ile istenilen projenin güncel revizyonuna kolayca ulaşılabilir, kimlerle paylaşıldığı ve paylaşılacağı bilgisi elde edilebilir [26].

Birçok proje katılımcının beraber çalışmasını öngören YBM sistemi içerisindeki diğer önemli bir konu yazılımlar arası bilgi alışverişlerinin yapıldığı dosya formatlarıdır. IFC (Industry Foundation Class) isimli, sektörde birçok yazılımın format olarak çıktı verebildiği ve alabildiği bir format geliştirilmiştir. YBM' nin merkezinde, IFC, IDM ve IFD ile ilişkili üç paradigma vardır.

IFC: inşaatla ilgili bilgilerin farklı yönlerinin tek bir ilgili modelde bir arada bulunmasına izin veren bir veri şeması olan lingua franca (ortak dil)'dir.

IDM: proje aşamalarına ve proje rollerine özgü IFC modelinin alt kümelerini tanımlama aracıdır.

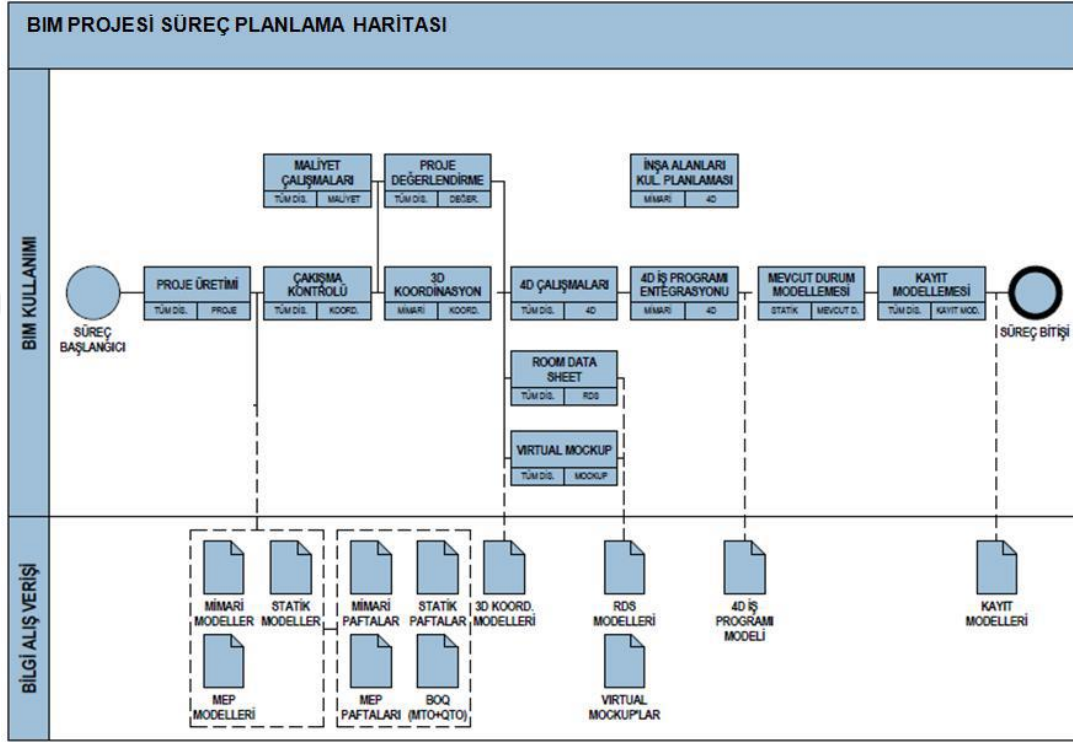
IFD: uluslararası sınırlardaki ürünlerin aranmasını ve seçilmesini kolaylaştırmak için ürün bilgilerinin tercüme edilmesini sağlar. Bu standartların benimsenmesi, PAS1192 “bilgi yönetimi için şartname” serisinde tanımlanan süreçlerle birleştiğinde YBM' ni benimsemede temel oluşturacaktır [2].

Donanımlar; YBM yazılımlarının yüksek performansla çalışmaları için gerekli olan fiziksel altyapıdır. Süreç verimini arttırmak ve yazılımlardan kaynaklı zaman ve bilgi kaybının önüne geçmek için bu gereklilikler sağlanmalıdır. YBM yazılımları model tabanlı olduğundan ihtiyaç duydukları minimum donanımın altında kullanılmaları durumunda performansları düşebilir. Bu nedenle kullanılan yazılımların gereksinimleri doğrultusunda donanım sağlanmalıdır.

Sunucu (Server); YBM sürecinde teknoloji ile ilişkili diğer önemli konudur. Yüksek hızlı ağ erişimi ve sunucuların ihtiyaç duyulan kapasitede olması gibi konular performansı etkilemektedir [40]. YBM sürecinde aynı model üzerinde birden çok kullanıcının çalışabilmesi için sunucu ve ağ sisteminin bu çalışma şekline uygun olması gerekir.

2.5.2 Süreç Adımları

YBM süreç alanı; bir yapıyı tasarlayan, inşa eden, üreten, tedarik eden, yapının işletmesini ve bakımını üstlenen gruplar kümesidir (Şekil 2.19). Bu küme; mimarları, mühendisleri, yüklenicileri, işletmecileri ve proje süresinde projede görev alan tüm paydaşları kapsar.



Şekil 2.19 YBM Projesi Süreç Planlama Haritası [26]

YBM' nin süreç alanının temelini prosedür alanının çıktısı olan "YBM Uygulama Planı", YBM üretim sürecini anlatan "Standart Metod ve Prosedürler" gibi dokümanlar ile teknoloji alanının çıktısı olan seçilmiş yazılım ve donanımlar oluşturur. Süreç alanının altyapısını ortaya koyan bu bileşenler ile süreç tanımlanmış olur. Süreçte tanımlanması gereken ana başlıklar şu şekildedir;

Model detay düzeyi (LOD), model iş akışı, bilgi paylaşım prosedürü, ekipler arası koordinasyon, teslim dokümanları [41].

2.5.3 Plan / Prosedür Adımları

YBM 'nin prosedür adımlarına ait dokümanlar; sözleşmeler, şartnameler, kılavuzlar, mevzuatlar, standartlar gibi dokümanlardır (Şekil 2.20) [1].

Prosedür alanının çıktısı olarak, YBM Uygulama Planı (BIM Execution Plan – BEP), Standart Metot ve Prosedürler (Standard Method ve Procedures) gibi dokümanlar oluşturulmalıdır. Bu dokümanları oluşturmak için; dünya ülkelerinin bazılarında geliştirilmiş, referans alınabilecek protokoller, kılavuzlar ve standartlar bulunmaktadır. YBM projesi süreci için en önemli olan doküman YBM Uygulama Planı (BIM Execution Plan – BEP)’dir [42]. YBM Uygulama Planı; talep edilen bilgi modelinin ne şekilde yerine getirileceğini anlatan dokümandır [43].



Şekil 2.20 YBM Uygulama Planı [24]

YBM uygulama planı aşağıdaki bölümleri içermektedir [44];

YBM Projesi Uygulama Planı Genel Açıklaması

Proje Bilgileri

Anahtar Proje İletişim Bilgileri

Proje Hedefleri ve YBM Kullanımları

Roller ve Sorumluluklar

YBM Süreç Tasarımı

YBM Bilgi Değişimi

YBM ve İşletmeye Yönelik Veri Gereksinimleri

İş birliği Prosedürleri

Kalite Kontrol

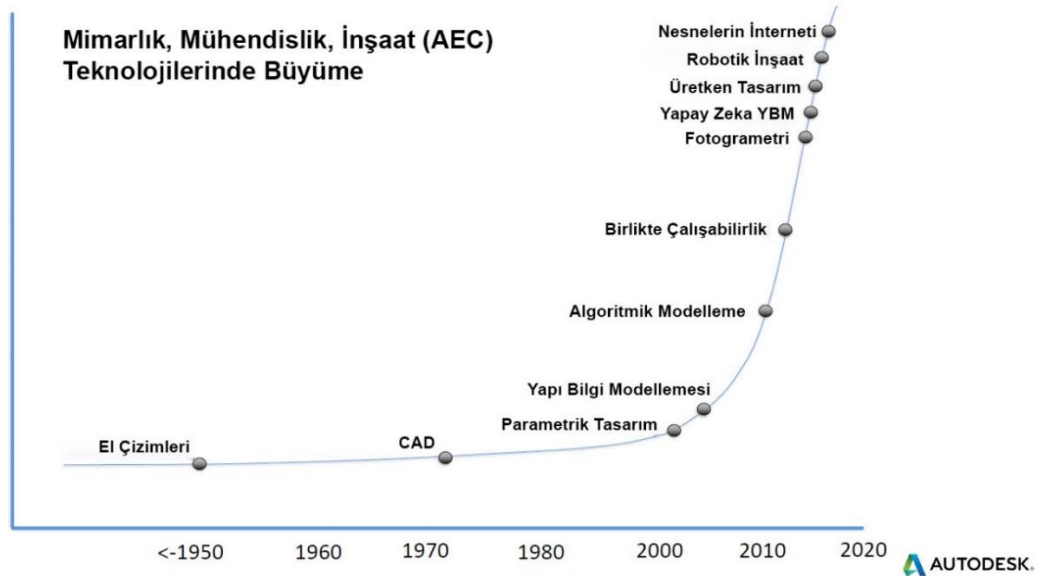
Teknik Altyapı İhtiyacı ve Yazılımlar

Model Yapılanması

Proje Teslimleri

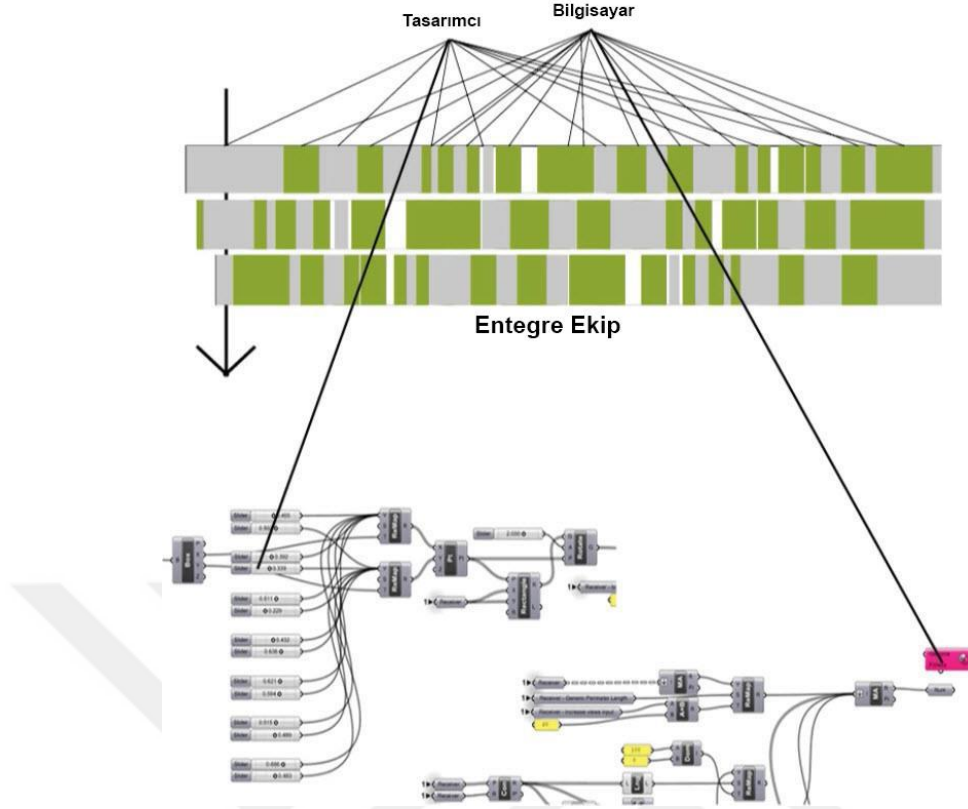
2.6 YBM'nin Geleceği ve Yeni Teknolojilerle Entegrasyonu

Teknoloji YBM' nin en değişken&geçici yönüdür. YBM' nin sosyal, profesyonel, yasal ve iş bileşenleri yavaşça değişime uğrarken, teknoloji sürekli bir akış içindedir. Bu nedenle, YBM' nin gelecekteki gelişmeleri hakkında herhangi bir tahminde bulunmak zordur. Yinede, bir dizi eğilim gözükmemektedir [24]. Şekil 2.21' de AEC teknolojilerinin yıllara göre Autodesk tarafından oluşturulmuş olan gelişim eğrisi bulunmaktadır [45].



Şekil 2.21 AEC Teknolojilerinin Yıllara Göre Gelişim Eğrisi [45]

Tasarım sürecinde Hesaplamalı YBM (Computational BIM) kullanımı tasarım alternatifini üretim sürecine yeni bir boyut eklemiştir. Çok yakın zamanda yaygınlaşması beklenen çalışma ortamında ise, bilgisayarlar bir dizi görev, kural ve süreçle beslenebilecek, süreçleri insanlardan özerk ve daha verimli bir şekilde yürütebileceklerdir (Şekil 2.22) [45].



Şekil 2.22 Hesaplamalı YBM ve Üretken Tasarımın Entegrasyonu [45]

Tüm uluslararası kodları, tasarımcının ve mühendisin belirlediği kuralları alan ve istenen kısıtlamaları temel alarak bir dizi tasarım seçeneği üreten araçlar geliştirilmeye de başlanmıştır. Bilgisayarlar tasarımcı tarafından belirlenen parametrelere dayanarak bu kriterleri karşılayan seçeneklerin bir listesini verebilmektedir (Şekil 2.23) [45].



Şekil 2.23 Bilgisayarlar Tarafından Tasarım Alternatiflerinin Oluşturulması [45]

Saha uygulamalarında YBM ve yeni teknolojiler çok daha fazla bilgi ortaya çıkarmıştır. Bu durumun katlanarak devam edeceği öngörülmektedir. Saha

uygulamalarında YBM, Bulut Bilişim, Yapay Zeka gibi teknolojilerin yer alması İnşaat Veri Patlaması (Construction Data Explosion) olarak adlandırılmaktadır [46]. Saha uygulamalarında riskleri (kalite, güvenlik, iş planı, maliyet) minimize etmek için bu teknolojilerin yakın gelecekte de artarak kullanılacağı ön görülmektedir.

- **Bulut Bilişim**

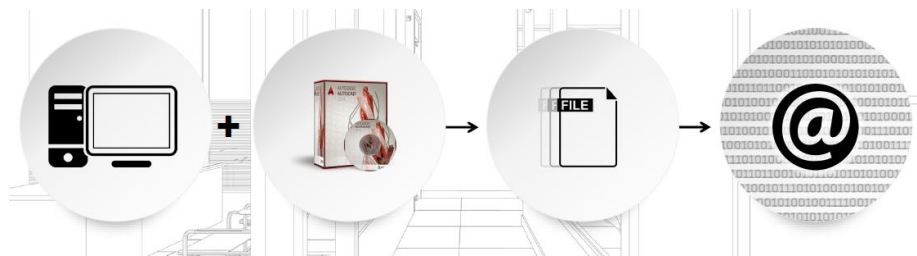
Construction Technology Trends-2018 Raporuna göre; inşaat firmalarının bulut yazılımlarına diğer endüstrilere göre daha açık olduğu belirlenmiştir (Tablo 2.5) [47].

Tablo 2.5 Bulut Bilişime Sektörel Yatkınlık

Bulut Yazılımına Açık Olma	2017	2016	2015
İnşaat Endüstrisi	%87	%84	%78
Diğer Tüm Endüstriler	%82	%79	%77

Bulut Bilişim’ in YBM ile kullanımıyla geçilecek olan Bağlantılı YBM’ nin gerçek faydaları, insanlar bulut ve mobil teknolojilerin tamamen yeni bir iş birliği çağını nasıl başlattığını anladıklarında netleşecektir. Günümüzde proje süreçlerinde hala iletişim kurmak için çok fazla kağıt kullanılmaktadır. Belirgin verimsizliklerin ve büyük maliyetlerin ötesinde asıl sorun, çizimlerin yazdırıldığı andan itibaren eski olmalarıdır [48].

Geleneksel proje üretimi ve dosya paylaşımında bilgisayara kurulu bir yazılımda üretilen dosyalar sıklıkla email yoluyla paylaşılmaktadır (Şekil 2.24) [49].



Şekil 2.24 Dosya Paylaşma Yöntemi [49]

Bulut Bilişim kullanımı ofis ve sahayı birbirine bağlar. Tasarımdan işletmeye kadarki süreçlerde kullanım alanına sahiptir (Şekil 2.25) [49].



Şekil 2.25 Bulutta Çalışma Yöntemi [49]

Şantiyelerdeki çizimleri yönetmek için mobil teknolojiler kullanarak bilgileri gerçek zamanlı olarak takip etmek ve güncellemek, ekipte kimin neyi, ne zaman ve nasıl yaptığı konusunda doğal bir güven gelişmesini sağlar. Proje yaşam döngüsünün tamamı boyunca her şey doğrudan bulutta izlenir [48].

Türkiye’de İGA’ nın saha uygulamaları sürecinde Bulut Bilişimi kullanması örnek olarak verilebilir. Proje ekibinden kişilerle yapılmış olan röportajda deneyimleri hakkında bilgi sahibi olmaktayız. “Böyle büyük bir şantiyede, verilere ve bilgilere her zaman her yerden erişmek, her şeyin yolunda gitmesini sağlamak açısından çok önemlidir ve bu da çok sayıda proje sahibinin ve işçinin karmaşık iş birliğini gerçekten kolaylaştırmaktadır. Saha mühendisleri ve şefler üç boyutlu modeli, saha çizimlerini, kalite güvence ve kalite kontrol (QA/QC) listelerini ekibin tamamıyla paylaşmak amacıyla, 150’den fazla tableti etkin olarak kullanmakta. QA/QC kontrol listeleri; üstyapı, altyapı, özel havalimanı sistemleri ve mekanik, elektrik ve sıhhi tesisat, bilgi teknolojileri dahil farklı disiplinlerin tümüne uygulanıyor. Her şeyden önemlisi, İGA’ nın etkili iş birliği hedefi ancak, tasarım ve inşaat evreleriyle ilgili tüm bilgilerin bulutta olmasıyla gerçekleştirilebiliyor”.

YBM’ yi bulutta kullanmanın, proje verimliliğinde büyük bir etkisi olduğunu belirten Köseoğlu, şunları söylüyor: “İnşaat başlamadan önce bile, saha ekibinin elinde tamamen doğru bir model bulunuyor. Bu projenin, sadece YBM’ nin sağladığı teknolojik avantajlar sayesinde değil, aynı zamanda insanları sanal bir iş birliği

ortamında bir araya getirme yöntemimizden dolayı başarılı olduğunu fark etmek önem taşıyor” [50].

Saha uygulama verilerini buluta taşımış bir uygulama firmasının IT yöneticisinden edinilen bilgilere göre firma tek bir projeye ait yaklaşık 500 gigabyte veriyi eskiden fiziksel server’ larında saklamaktaydı. İçlerinde proje firmalarından gelen dökümanların olduğu, uygulama ekiplerince üretilen günlük raporlar, hadedişler, metraj tabloları, iş planları gibi daha birçok veri grubunun her geçen gün yönetilmesi zorlaşan, güncel hallerine ulaşmada sıkıntı yaşanan bir ortamda tutulduğu düşünülmektedir. Ayrıca fiziksel güvenlik kaygısı yaşadıklarını da dile getirmişlerdir. Olası bir yangın, sel v.b. felaketten etkilenen fiziksel server’ larda bu verilerin kaybolma olasılığı IT yöneticisi için ciddi anlamda kaygı verici bir durum teşkil etmekteydi. Bu ve benzeri konular YBM kullanan Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat firmalarının buluta geçişini hızlandırmaktadır.

Bulut Bilişimin özellikleri ve Mimarlık, Mühendislik, İnşaat Sektörlerinde kullanımı Bölüm 3’de detaylı olarak ele alınacaktır.

- **AR / VR Teknolojileri**

Sanal Gerçeklik (VR), insanların hem keşfedip hem de etkileşime girebildiği üç boyutlu bilgisayar teknolojileri ile oluşturulmuş ortama verilen isimdir. Çoğu sanal gerçeklik ortamı bir bilgisayar ekranı yoluyla edinilen görsel tecrübelerden ibadettir. Bunun yanında bazı ortamlar duyma, hareket gibi başka duylardan da yararlanır [51].

Arttırılmış Gerçeklik (AR), gerçek dünyadaki çevrenin ve içindekilerin, bilgisayar tarafından üretilen; ses, görüntü, grafik ve GPS verileriyle zenginleştirilerek meydana getirilen canlı veya dolaylı fiziksel görünümüdür. Bu kavram kısaca gerçekliğin bilgisayar tarafından değiştirilmesi ve arttırılmasıdır. Teknoloji kişinin gerçekliğini zenginleştirme işlevi görür. Buna karşın sanal gerçeklikte ise gerçek dünya yerine tasarlanıp canlandırılmış bir dünya vardır [51].

Şimdiye kadar, mimarlar tasarımlarının belirli yönlerini ancak tamamlanmış binayı görebilecekleri zaman farkedebileceklerdi. Çok sayıda projeden edinilen deneyim, mimarların bu konudaki duyarlılıklarını geliştirmelerine yardımcı olmaktadır ama

bir binanın planlarının çizilmesinden tamamlanmasına kadar bir boşluk vardır. Ancak VR, birkaç saat içinde tasarımlarınızı deneyimlemenizi ve keşfetmenizi sağlar (Şekil 2.26). Tasarımcıların mekanları kontrol etmesi kolaylaşır ve düzeltmeler yapmak için çizime geri dönülebilir. Tasarımlarını müşterilere anlatırken onlara daha fazla güven verirler. Tüm yapı modeli gibi mobilya ve ev aletleri de YBM verileri olarak oluşturulabilir. Bu durumda nesnelerin oranını ve yerleşimini, şekil, renk, bitiş ve doku içeren bir ayrıntı düzeyinde görüntülemek ve bu özellikleri hızla değiştirebilmek mümkün olur [52].



Şekil 2.26 VR Gözlükler İle Tasarımları Görüntüleme [52]

- **Yapay Zeka Teknolojileri**

Yapay Zeka (AI), ulaşım ve üretim gibi çeşitli endüstrilerde bir etki yaratmış ve verimliliği arttırmıştır. Şantiyelerdeki gerçeklik yakalama cihazlarının büyümesi ve donanım maliyetinin düşmesiyle inşaat endüstrisi nihayet yapay zeka ve makine vizyonundan yararlanmaya hazırdır. Derin öğrenme teknolojisi, nokta bulutu verilerini otomatik olarak akıllı modeller oluşturarak geometrik ve semantik bölümlere ayırır. Taramaları 3B akıllı model nitelikleriyle karşılaştırmak, doğru bir şekilde izlenebilir. AI, kalem talep sürecine özgü belirsizliği gidermeyi sağlar. Sahada yer alan malzemelerin toplam miktarlarını toplam proje miktarlarıyla karşılaştırmak, verilere dayalı kararlar vermeye olanak sağlar [53].

Yapay Zeka; iş güvenliği, kalite kontrol, ilerleme takibi ve pazarlama konularında problemlere çözüm olarak kullanılabilir [49].

Şantiyeler genellikle ağır ekipman, düzensiz arazi ve sürekli faaliyet nedeniyle en tehlikeli iş yerlerinden biri olarak kabul edilir. Bu durum göz önüne alınarak bir teknoloji firması ile inşaat şirketi iş birliği yaparak güvenlik konularında şantiyelerin görselleştirilmesini ve analiz edilmesini sağlamaktadırlar. GPU'lar, şantiyelerdeki dronlar ve kameralarla iletişim kuracak, analiz ve görselleştirme için AI platformu görevi göreceklerdir. Nesnelerin İnterneti yönetim yazılımı şirketi ise, gözetim kameralarından toplanan kişileri ve makineleri tanımlamak için bir uygulama sağlayacaktır (Şekil 2.27) [54]. Sahadaki iş makineleri kameralar aracılığıyla tanımlanabilecek ve bilgilerine erişilecektir.



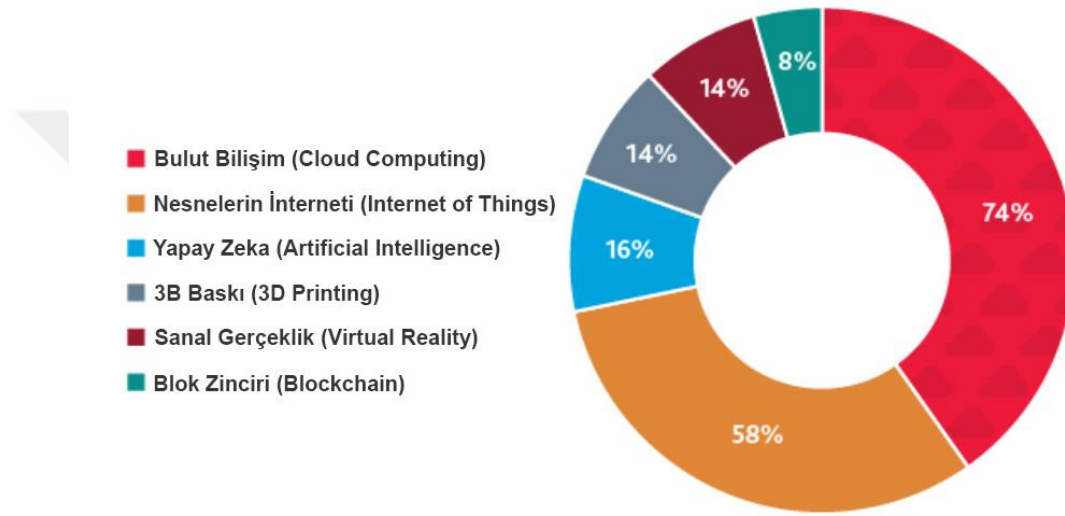
Şekil 2.27 Yapay Zeka Teknolojisinin Saha Güvenliği İçin Kullanımı [54]

ABD merkezli bir şirket ise inşaat işçilerini kazalardan korumak ve daha hızlı çalışmalarını sağlamak için Yapay Zekadan faydalaniyor. İnşaat işçilerinin çalışırken ölme ihtimali diğer işçilere kıyasla beş kat daha fazladır. Ancak bu durumun, yaralanma olasılığını tahmin edip müdahale eden Yapay Zeka sayesinde ortadan kalkabileceğini düşünüyorlar. Boston merkezli firma, şantiyelerinde çekilen fotoğrafları analiz edip koruyucu ekipman giymeyen işçiler gibi güvenlik tehlikelerine bakarak fotoğrafları tarayan, ardından da fotoğrafları kaza kayıtlarıyla ilişkilendiren bir algoritma geliştiriyor.

Ayrıca firma, çeşitli kaynaklardan alınan bilgileri inceleyip projelerde yaşanabilecek gecikmeleri tahmin eden bir algoritma yazıyor. Böylece bina sahiplerine ve alt tedarikçilere bilgi aktarabilmeyi hedefliyor. Hedeflerinden biri, beton tedarikçilerinin kamyonlarının konumunu takip ederek kamyonlar şantiyeye ulaşır

ulaşmaz işçilerin beton dökmeye hazır olmasını sağlamak. Şirket yeni dijital araçların şirketin verimliliğini yüzde 14 ila 20 arasında arttıracığını tahmin ediyor [55].

ABD’ de yapılan bir ankette 2017’de işlerinde en ölçülebilecek etkiye sahip olacak teknolojinin ne olduğu sorulduğunda, çoğu teknoloji CFO (Tech Chief Financial Officers)'su (%74) bulut bilişim, %58' i nesnelerin interneti olduğunu söylüyor. %16’sı yapay zekanın bir etkisi olacağını ardından 3B baskı ve sanal gerçeklik (her biri %14) ve blok zinciri (%8) olacağını söylemiştir (Şekil 2.28) [56].



Şekil 2.28 2017 Yılında En Çok Etkiye Sahip Teknolojiler [56]

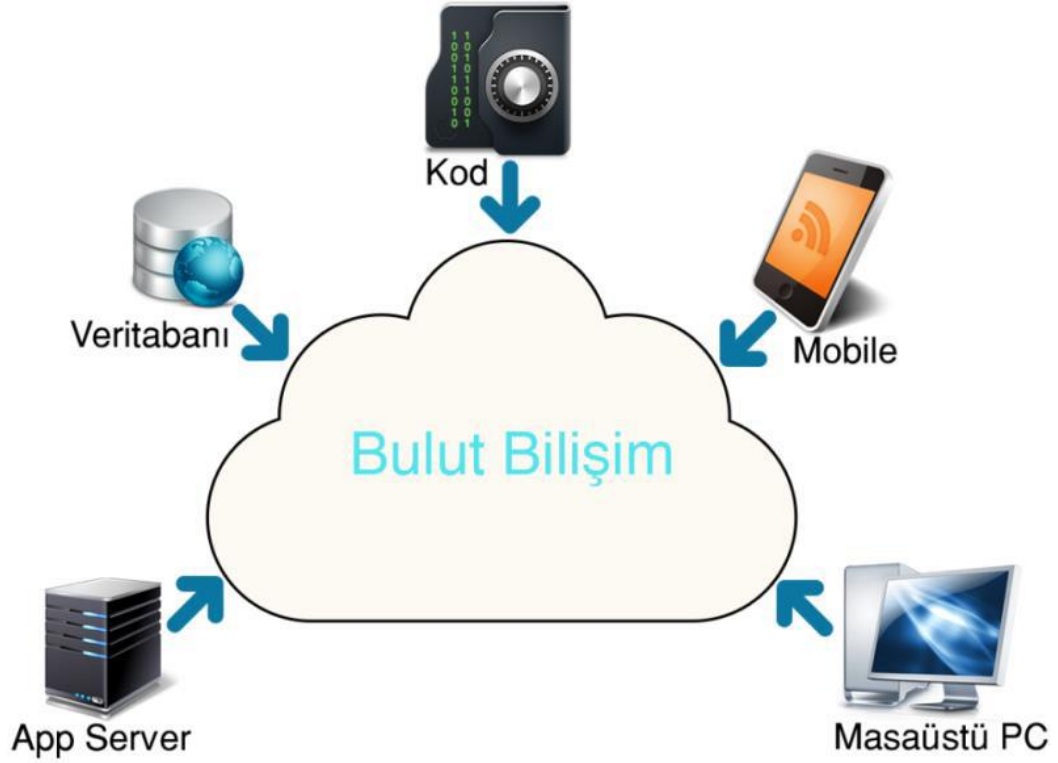
Bulut Bilişim, gelişen bu yeni nesil teknolojiler içerisinde bir YBM projesinin özellikle süreç ve teknoloji uygulama adımlarını doğrudan etkilediği için ve YBM projesi paydaşlarının iletişim yöntemi belirlediği için araştırma konusu olarak seçilmiştir.

Türkiye’de dahil olmak üzere YBM ile Bulut Bilişimin kullanımının deneyimlendiği ve tamamlanmış birçok proje örneğine rastlanmıştır. Ve tez içerisinde örnekler verilmiştir.

YBM’ de Bulut Bilişim kullanımının, proje verimliliğinde diğer tüm teknolojilere göre ölçülebilir boyutta bir etkisi olduğu düşünülmektedir.

3.1 Genel Bakış ve Tanımlar

Gelişen teknoloji ve internet sayesinde kullanıcılar yerel ölçek ve kısıtlı hizmet olanakları veren klasik bilgi teknolojileri altyapısından esnek, ekonomik ve her yerde ulaşımaya imkan veren bilişim teknolojisine kaymaktadır [57]. Veriye ulaşmanın ve iletişimin hızla arttığı günümüzde erişimin mekandan bağımsızlaşması için farklı teknolojiler geliştirilmiştir. Bulut Bilişim bu teknolojilerden biridir [58]. Bulut Bilişim; masaüstü bilgisayar, tablet veya akıllı mobil cihazlar üzerinden başka sunuculara bağlanarak hizmet alma modelidir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Bulut Bilişim Hizmet Alma Araçları [57]

Bulut bilişim, bilgisayarlar ve diğer cihazlar için, istendiği zaman kullanılabilen ve kullanıcılar arasında paylaşılan bilgisayar kaynakları sağlayan, internet tabanlı bilişim hizmetlerinin genel adıdır. Bu yönüyle bir ürün değil, hizmettir [59].

Finlandiya ve Los Angeles' ta yeni Google Cloud Platform (GCP) bölgeleri kullanıma sunulmuştur. GCP 17 bölgeye, 52 alt bölgeye, 100'ün üzerinde noktada varlığa ve yüz binlerce kilometrelik fiber optik kabloyla her koşulda hizmete hazır, küresel bir ağa sahiptir (Şekil 3.2) [60].



Şekil 3.2 Google Cloud Platform Bölgeleri [60]

Bulut üzerine artık her türlü bilgi ve uygulamaların hızlı bir şekilde taşınabildiği görülmektedir. Yapılan incelemeler Bulut Bilişim sektörüne yatırımların büyük bir ivme ile yükseldiğini göstermektedir [61].

Kamu veya özel sektör ayrımı yapmadan, eski sorunlara yeni çözümler sunan Bulut Bilişim ile tüm kurumlar, iş yapma tarzlarında bir değişime gitmektedir. Gartner 'ın dünya çapında genel bulut hizmeti geliri tahminine göre 2017 yılında 145,3 milyar dolar iken 2021 yılında 278,3 milyar dolara ulaşması beklenmektedir.

Pazarın en hızlı büyüyen bölümü, 2019' da %27,6 oranında artarak 2018' de 31 milyar dolardan 39,5 milyar dolara ulaşması beklenen Bulut Sistemi Altyapı Hizmetleridir (IaaS) (Tablo 3.1) [62].

Tablo 3.1 Dünya Çapında Genel Bulut Hizmeti Geliri Tahmini

	2017	2018	2019	2020	2021
Bulut İş Süreci Hizmetleri (BPaaS)	42,2	46,6	50,3	54,1	58,1
Bulut Uygulama Altyapısı (Platform) Hizmetleri (PaaS)	11,9	15,2	18,8	23,0	27,7
Bulut Uygulama Hizmetleri (SaaS)	58,8	72,2	85,1	98,9	113,1
Bulut Yönetimi ve Güvenlik Hizmetleri	8,7	10,7	12,5	14,4	16,3
Bulut Sistemi Altyapı Hizmetleri (IaaS)	23,6	31,0	39,5	49,9	63,0
Toplam	145,3	175,8	206,2	240,3	278,3

Bulut Bilişimin temel bazı karakteristik özellikleri bulunmaktadır. Hesaplama ve depolama için klasik sunucu sistemlerinden farklı yaklaşım sergilemektedir. Bu farklılıklar ve özellikleri; sanallaştırılabilirlik, istendiğinde kendi kendine kaynak ayırma, kullandığın kadar öde modeli, sanal depolama, genel bulut ortamı arayüzleri, sanal ağlar, dinamik kaynak sağlama, sanal kümelemeler [63].

Bulut sunucularla fiziksel sunucular arasındaki en büyük fark, bulut sunucularda bulut yapı bulunduğundan dolayı çok büyük işlem kapasitesine sahip olması (ram, cpu, harddisk), fiziksel sunucularda ise bu durumun tamamen sunucunun donanımı kadar işlem gücü ile sınırlı olmasıdır. Bulut sunucularda belirli bir veri storage' lar arasında fiber hızında istenilen alana aktarılabilir, fiziksel sunucularda ise aktarım sadece donanım arasında (harddisk driver' lar arasında) yazma hızına bağlı olarak yapılabilir ya da WAN (White area network-farklı lokasyondaki ofislerin birbirine olan bağlantısı)' a aktarım olucaksa fiziksel sunucunun ethernet port hızı ve önündeki switch ya da routelerin port hızı ile doğru orantıda değişmektedir. Aynı zamanda bulut sunucularda genel RAM – HDD – CPU upgrade işlemlerinin yapılması sanal

olarak bir restart işlemi kadar sürmekte iken fiziksel sunucularda bu işlemin yapılması direkt olarak sunucunun bulunduğu lokasyonda fiziksel müdahale ile gerçekleşmektedir. Donanımsal güç olarak bulut yapıda kullandığı sunucuların kaynakları bulut alanının toplam gücüyle sınırlıdır, fiziksel sunucularda ise bu alan daha kısıtlı olup sadece sunucunun kendi kaynaklarıyla sınırlıdır. Bulut yapısında tam ihtiyacınız olan kadar kaynak kullanıp (RAM, CPU, HDD) buna göre ücret öderken, fiziksel sunucularda sunucunun tamamının ücretini ödediğinizden dolayı ihtiyacınız olmayan kaynağın da ücretini peşin verip tam performansta verim alamazsınız [64].

Bulut Bilişim ve bilişim alanındaki kavramların tanımları bu bölüm kapsamında açıklanmaktadır.

Bulut Bilişim: İşlemci gücü ve depolama alanı gibi bilişim kaynaklarının ihtiyaç duyulan anda, ihtiyaç duyulduğu kadar kullanılması esasına dayanan, uygulamalar ile altyapının birbirinden bağımsız olduğu ve veriye izin verilen her yerden kontrollü erişimin mümkün olduğu, gerektiğinde kapasitenin hızlı bir şekilde arttırılıp azaltılabildiği, kaynakların kullanımının kolaylıkla kontrol altında tutulabildiği ve raporlanabildiği bir bilişim türüdür [65].

Bulut Bilişim Hizmet Sağlayıcısı: Kuruluşlara Bulut Bilişim hizmeti sunan firma veya kuruluşlara verilen addır [65].

Kiralık Sunucu Hizmeti: Kullanıcılara ait oluşmuş verileri incelemek için kurulmuş bir altyapıdır. Kiralık sunucu hizmeti genellikle su, elektrik veya doğalgaz kullanımına göre oluşan faturaları oluşturmakta faydalanan ortak kullanımlı kaynak sağlayıcısıdır [58].

Çoklu Kiralama: Farklı kuruluşlara ait çok sayıda sistemin, uygulamanın veya verinin aynı fiziksel donanım üzerinde barındırılmasıdır. Çoklu kiralama yöntemi, bulut bilişim altyapılarında kullanılan bir yöntemdir [65].

Dağınık Mimari: Farklı nitelikte bilgisayarlardan oluşturulmuş bir bilgisayar ağı üzerinde uygulamaların dağıtılmış bir biçimde çalıştırılabilmesini sağlayan mimari yapıdır [65]. Birden fazla bilgisayarın aynı ağ üzerinde birbirleri ile etkileşimidir [58].

Paralel Hesaplama: Karmaşık ve çözümü zor olan bazı problemlerin, birçok küçük bilgisayarın bir araya gelerek eş zamanlı çalışması sonucu kısa zamanda çözülmesini sağlayan teknolojidir [58].

Depolama Ünitesi: Verilerin depolanmasını ve ihtiyaç anında erişimini sağlayan donanım birimidir [65].

Geniş Alan Ağı: Yerel alan ağlarının birbirine bağlanmasını sağlayan çok geniş ağlardır [65].

Genişbant Altyapıları: Yüksek veri aktarım hızına sahip ağ altyapılarıdır [65].

İnce İşlemci: Merkezi bir sunucuya bağlanarak bu sunucu üzerinde oturum açmaya ve program çalıştırmaya yarayan kullanıcı terminalleridir. Sunucu tabanlı bilgi işlem olarak adlandırılan bu yapıda bütün uygulamalar sunucu üzerinde çalışır. İnce işlemcilerin işlevi ise kullanıcı girdilerini sunucuya, sunucudan gelen ekran görüntüsünü ise kullanıcıya iletmekten ibarettir [65].

İşlemci: Diğer bir bilgisayar sisteminden (örneğin sunucudan) önceden belirlenmiş bir protokol aracılığıyla hizmet talep eden ve talebe verilen cevap doğrultusunda işlemlerini yürüten bilgisayardır [65].

Sunucu: Ağ altyapısı ile bağlı olduğu diğer bilgisayarlara hizmet sunan bilgisayara verilen addır [65].

İşlemci-Sunucu Mimarisi: Yazılımın sunucu ve işlemci arasındaki görevlendirmelerle çalıştırıldığı, yaygın olarak kullanılan bir dağıtık sistemdir. İşlemci, sunucuya belirlenmiş bir protokol yardımıyla taleplerini iletir, sunucu ise talebi yerine getirerek sonucu işlemciye bildirir [65].

Mimari Farklılıklar: Bilgisayar mimarisindeki farklılıkları ifade eder. Bu farklılıklar fiziksel donanım düzeyinde olabileceği gibi yazılım düzeyinde de olabilir [65].

Sanallaştırma: Bir fiziksel kaynağın birden fazla mantıksal kaynağa bölünmesi ve ortaya çıkan her bir mantıksal kaynağın ayrı birer fiziksel kaynak gibi davranmasının sağlanması işlemidir [65]. Başka bir deyişle Sanallaştırma;

3.2 Tarihsel Gelişim

Bulut Bilişimin temel kavramı 1950' lere dayanmaktadır; üniversite ve şirketlerde kullanılan büyük boyutlu ana bilgisayarlara terminal bilgisayarlar tarafından ulaşılabilirdi. Bir ana bilgisayar alınması çok masraflı olduğu için, var olan bu bilgisayardan en iyi şekilde faydalanılması oldukça önemliydi. Piyasada zaman paylaşımı (time sharing) olarak bilinen, birçok kullanıcının bilgisayarı hem fiziksel erişimde hem de CPU (Central Processing Unit - İşlemci) kullanımında paylaşmasına izin veren, bilgisayarın boş kalma süresini elimine eden bu sistem bilgisayarlardan en iyi şekilde istifade edilmesini sağlamıştır. Bilgisayarlar yaygınlaştıkça, bilim adamları ve teknoloji uzmanları büyük boyutlu bilgi işleme gücünü zaman paylaşımı yoluyla daha fazla kullanıcıya sunmanın yollarını aradılar. Son kullanıcılara daha verimli bir kullanım ve CPU' ya erişim önceliklendirmesi kullanarak altyapı, platform ve uygulamaların optimum kullanımını sağlamak üzere algoritmalarla deneyler yapılmıştır [69].

Patrick ve arkadaşlarına göre Bulut Bilişim kavramı, John McCarthy'nin 1960' larda "Bir gün hesaplama işlemleri geniş kamusal ağlar üzerinde gerçekleşecek" görüşüne dayanmaktadır. Bulut Bilişimin internetten bile daha önemli bir yeniliği ifade ettiği öngörülmektedir [70].

Bilişim kaynaklarının kiralanması fikri ilk olarak ABD MIT Enstitüsü bilgisayar bilimcisi John McCarthy tarafından 1961 yılında Enstitünün yıldönümü etkinliğindeki konuşmasında gündeme getirilmiştir. McCarthy' nin konuya ilişkin ifadesi şu şekildedir: "Eğer savunuculuğunu yapmakta olduğum bilgisayar çeşidi gelecekte kullanılırsa, o zaman telefon sisteminin bir kamu hizmeti olarak sunulması gibi bilişim de bir kamu hizmeti olarak sunulabilir. Bilgisayarların satın alınması yerine hizmet olarak sunulması yeni ve önemli bir endüstrinin temelini oluşturacaktır." Bu sözleri sebebiyle McCarthy'nin bulut bilişimin öncüsü olduğu da söylenmektedir [71].

1990' larda internetin ortaya çıkışıyla beraber paket program halinde satılan yazılımların yerini ihtiyaç duyulduğunda hizmet olarak satın alınan yazılımlar almaya başlamıştır. Eş zamanlı olarak genişbant alt yapılarının da gelişmesiyle birlikte daha önceleri tartışma konusu yapılmış olmakla beraber etkin bir çözüm

olmadığı düşünölen Bulut Bilişim kavramı sıklıkla gündeme gelmeye başlamıştır. Doksanlı yıllarda interneti ifade etmek için kullanılan bulut sembolünün, bilişim ve iletişim sistem diyagramlarındaki ağırları ifade etmek için kullanılan çizimlerden türetilerek oluşturulduğu varsayılmaktadır [65].

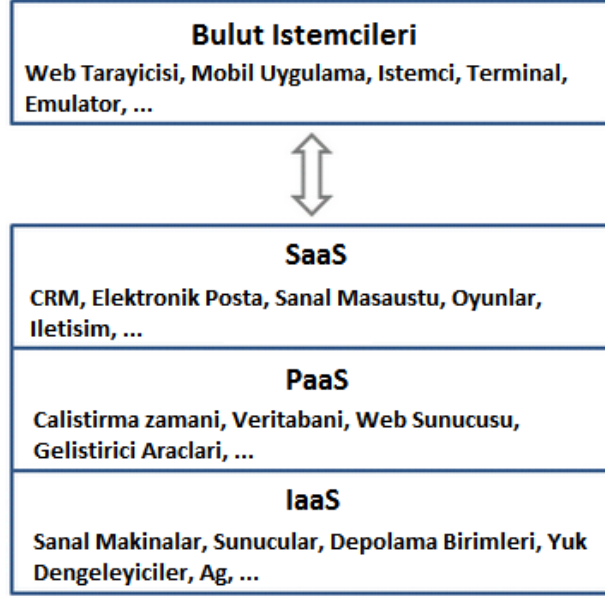
Sanallaştırma teknolojilerinin, 1990'lı yıllardan beri biliniyor olmasıyla beraber, kullanımının yaygınlaşması ve sanallaştırmaya imkan veren yazılım çözümlerinin yeterince olgunlaşması bulut bilişime geçiş sürecindeki diğer önemli gelişmedir [65].

1997-2000 yıllarında internetin yaygınlaşma hızı oldukça artmış, hemen hemen her kuruluş bir internet sitesine sahip olma ve internet üzerinden hizmet sunma çalışmalarına başlamıştır. Başka bir deyişle, internetin gücü keşfedilmeye başlanmıştır [65].

Bulut Bilişimin günümüzdeki kullanım oranına kavuşmasında Amazon veri merkezlerinin modernize edilmesi önemli bir rol oynamıştır. Amazonun veri merkezlerinde boşta olan kaynakların bilgi işlemeye dâhil edilerek kullanıma sokulması verimlilik artışı sağlamıştır. İlk gerçek Bulut Bilişim Hizmeti 2006 yılında hizmete giren “Amazon S3” olmuştur ve bu hizmette kullanılan, kullandıkça öde modeli günümüz Bulut Hizmetleri’ nin ücretlendirilmesinde kullanılan defakto standart haline gelmiştir [72]. Bulut Bilişim için ayrılması düşünölen bütçeler ve elde edilecek kazançlara ilişkin yapılan hesaplamalar, Bulut Bilişim’ in geleceğın vazgeçilmez bir modeli olacağını göstermektedir [65].

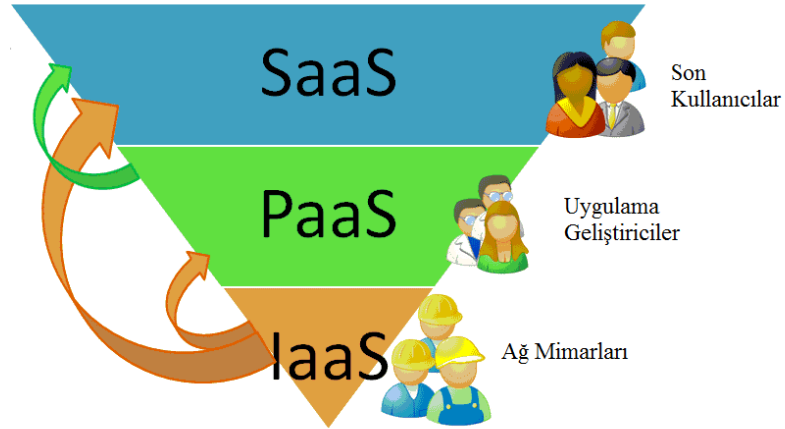
3.3 Bulut Bilişim Servis Modelleri

Bulut Bilişim özünde XaaS (X as a Service) yani her bilgi teknolojisi ihtiyacının servis olarak tüketiciye verilmesi üzerine kurgulanmıştır [73]. Bulut Bilişim sağlayıcıları üç temel modele göre hizmet sunmaktadır. Servis olarak yazılım (SaaS), servis olarak platform (PaaS), servis olarak altyapı (IaaS) (Şekil 3.4) [74].



Şekil 3.4 Bulut Bilişim Servis Modelleri [74]

Bulut Bilişim servis modellerinden SaaS, son kullanıcılara, PaaS uygulama geliştiricilere, IaaS ise ağ mimarlarına kullanım alanı sunmaktadır. (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Bulut Bilişim Servis Modellerinin Kullanıcıları [72]

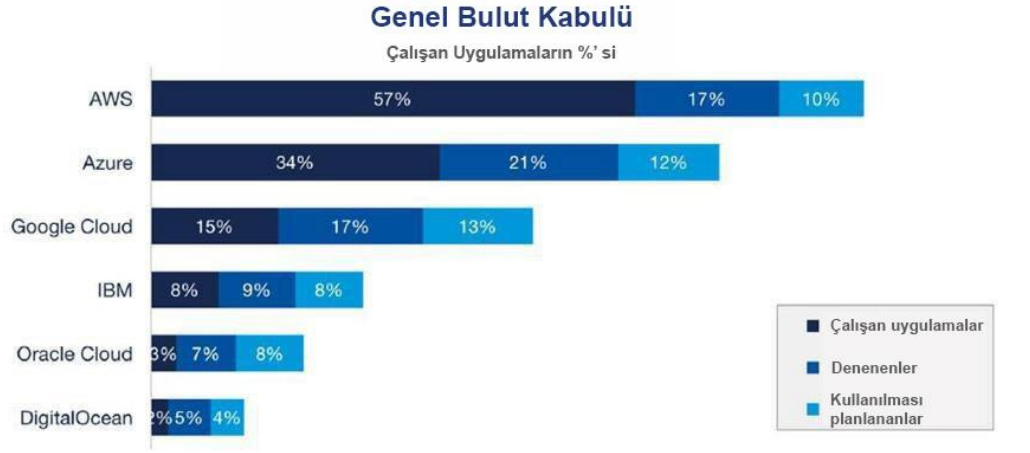
Bulut Bilişim şirketleri IaaS, SaaS, PaaS, bulut tabanlı veri ve diğer önemli gelişen kurumsal teknolojilerde öncüdür. Örnek olarak birkaç firma ve servisi Tablo 3.2 'de açıklanmıştır [75].

Tablo 3.2 Bulut Bilişim' in Servis Modellerine Örnekler

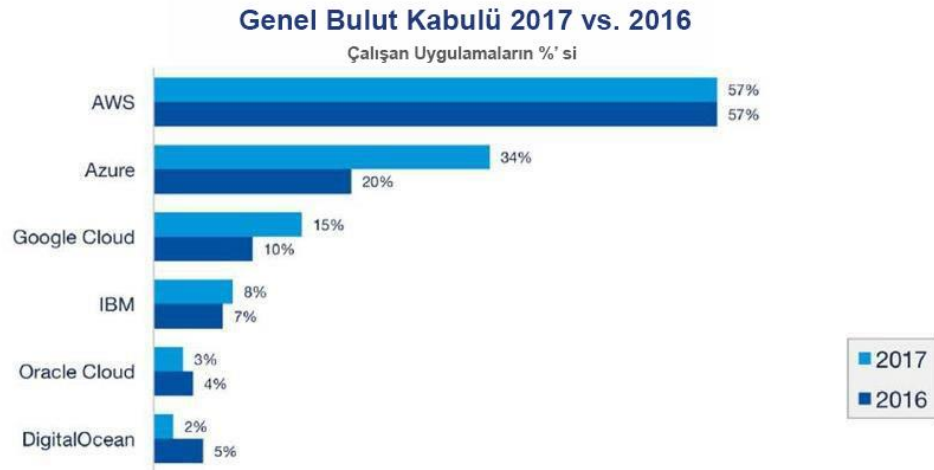
Servis	Şirket-Kurum	Açıklama
Uygulama	SalesForce	İşletmeler için CRM uygulaması ve kapsamındaki satış, destek, raporlama yazılımlarını sunmaktadır. www.salesforce.com
Uygulama	Google Apps	İşletmeler için Gmail, Google Takvim, Google Dökümanlar, Google Sites, Google Video ve benzeri uygulamaları kapsamaktadır. http://www.google.com/apps
Platform	Google-App Engine	Java ve Python kullanarak geliştirdiğiniz uygulamaları, Google sunucularında çalıştırabilirsiniz. Java ve Pythona ilişkin SDK' ları Code Google altında yer alır. http://code.google.com/appengine/
Platform	Amazon-AWS	Amazon web servislerinde uygulamalarınızı Java, PHP, Python, Ruby ve .Net ortamlarından birinde geliştirebilirsiniz. Bunlara ilişkin SDK' ları ücretsiz olarak web sitesinden indirebilirsiniz. http://aws.amazon.com/
Altyapı	Amazon.com-EC2, S3	Amazon EC2 ortamından kendi sanal sunucularınızı oluşturup geliştirdiğiniz uygulamaları hızlı bir şekilde devreye alabilirsiniz. Amazon kullandığınız kaynakların raporlanması ve yönetimi için araçlar sunmaktadır. http://aws.amazon.com/ec2/ , http://aws.amazon.com/s3/
Altyapı	Terramark	Terramark yönetilebilir barındırma hizmetlerini sunmaktadır. Bunlardan VMware vCloud veri merkezi hizmetleri öne çıkmaktadır. http://www.terramark.com

RightScale'in 2017 araştırmasında, Microsoft Azure' un benimsemesinin %20' dan %34'e yükseldiği görülmüştür. Ayrıca Google' ın benimsenme oranını %10' dan

%15' e çıkardığı görülmektedir. AWS, genel bulut kullanımına liderlik etmeye devam etmektedir (Şekil 3.6) [76].



Source: RightScale 2017 State of the Cloud Report



Source: RightScale 2017 State of the Cloud Report

Şekil 3.6 Bulut Bilişim Benimsenme Grafiği [76]

3.3.1 Servis Olarak Yazılım (SaaS)

Kullanıcılar başka bir yazılıma ihtiyaç duymadan, sadece internet sağlayıcıları üzerinden bulutta bulunan verilerine ve aynı zamanda uygulamalarına ulaşabilmektedirler [74].

Bir servis sağlayıcı internet üzerinden yazılım ve uygulamalar sunar, kullanıcılar yazılıma abone olur ve web ya da satıcı API' ları aracılığıyla erişir. Günümüzde, SaaS modelleri genel olarak altyapı ve bileşenlerin bakımı ve güncellenmesi

gerekmeksizin uygulama kullanımından yararlanmak isteyen birçok şirket tarafından kabul edilmektedir (Şekil 3.7) [77].



Şekil 3.7 Yazılım Hizmeti [72]

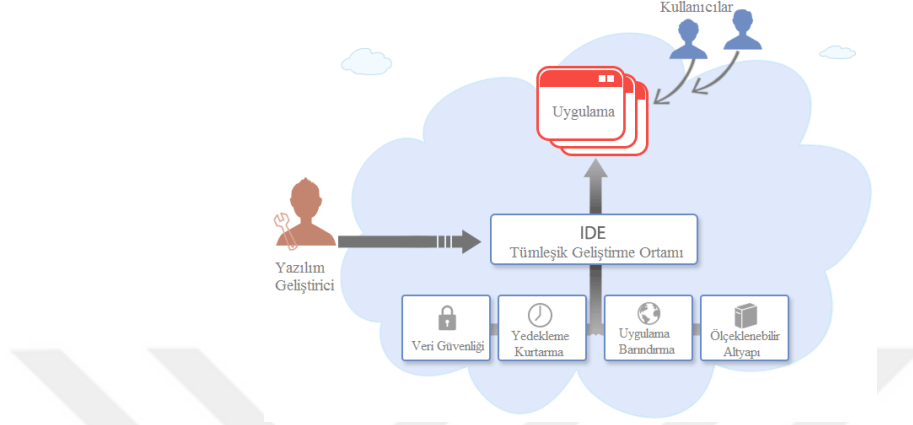
Servis olarak yazılım hizmet modelinde, müşterilerin uygulamanın üzerinde çalıştığı bulut altyapısı ve platformunu yönetmesine ihtiyaç kalmadan bulut sağlayıcılarının bulutta uygulama yazılımını yüklemesi ve işletmesini yapması amaçlanmaktadır. Müşteri kullanmak istediği herhangi bir yazılımı kendi bilgisayarında kurulu olmadan kullanır, bakım ve destek servis sağlayıcı tarafından gerçekleştirilmiş olur. Bu avantajların yanı sıra yazılım hizmetleri ölçeklenebilir bir fiyat politikası ile belirlendiğinden şirketler için maliyet tasarrufu da sağlanmaktadır.

Günümüzde en sık kullanılan yazılım hizmet sağlayıcıları arasında, Google Apps, innkeypas, Quickbooks online, Limelight Video platform, Salesforce.com, Microsoft Office 365 yer almaktadır [72].

Mimarlık sektöründeki yazılım kullanıcıları Bulut Bilişime genellikle ilk olarak servis modellerinden SaaS ile geçmektedir. Kullanılan sektörel yazılımlar servis olarak yazılım (SaaS) hizmetine dahildir.

3.3.2 Servis Olarak Platform (PaaS)

Servis sağlayıcılar, müşterilerin kendi uygulamalarını geliştirip, çalışabilecekleri bir platform sunmaktadır. Bu platformlar gerekli teknolojik altyapıyı da kapsamaktadır (Şekil 3.8) [74].



Şekil 3.8 Platform Hizmeti [72]

Platform hizmeti, uygulama geliştiricilere donanım ve yazılım katmanları sunarak projelerini geliştirme imkanı sağlar. Örneğin; mimari yazılımlarda üretilen modelleri işletme sektörü gibi farklı sektörlerde ait yazılımlar içerisinde görüntülme işlemleri için çözüm geliştirirken kullanıcılar platform hizmetlerinden yararlanmaktadır.

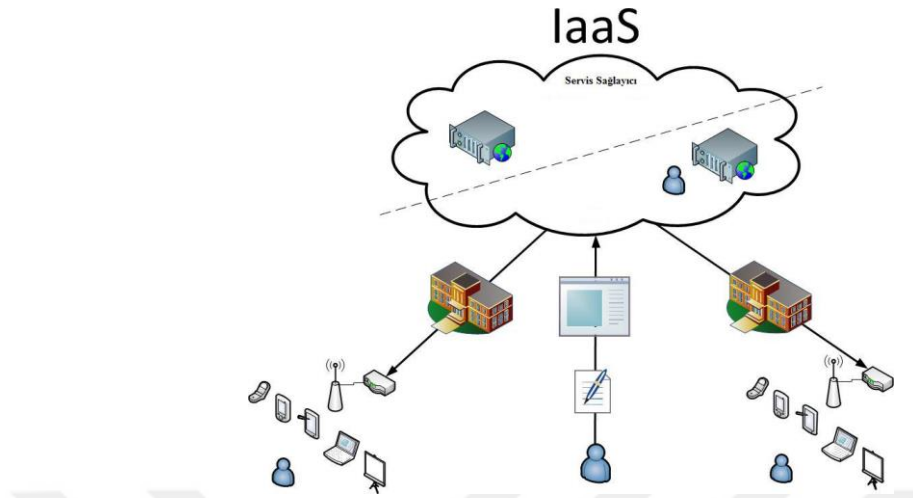
Servis olarak platform hizmeti, bulut sağlayıcılarının işletim sistemi, yazılım geliştirme, veri tabanı ve web sunucularını içeren bir bilgi işleme platformunu dağıtmayı amaçlamaktadır. Bu sayede uygulama geliştiricilerin lisanslama maliyetini ortadan kaldırır ve geliştiricilere donanım veya yazılım katmanlarının yönetiminden bağımsız bir geliştirme ortamı sağlar.

Günümüzde en sık kullanılan platform hizmeti sağlayıcıları arasında Amazon Elastic Beanstalk, Cloud Foundry, Heroku, Force.com, EngineYard, Mendix, Google App Engine, Microsoft Azure ve OrangeSpace yer almaktadır [72].

3.3.3 Servis Olarak Altyapı (IaaS)

Müşteriler ihtiyaçlarını karşılayabilecek her türlü işletim sistemi ve uygulamaları servis sağlayıcıları üzerinde kendileri yapılandırabilmektedir [74].

Bir satıcı, müşterilere buluttaki depolama, ağ iletişimi, sunucular ve diğer bilgi işlem kaynaklarına kullanabildikleri kadar erişim sağlar (Şekil 3.9) [77].



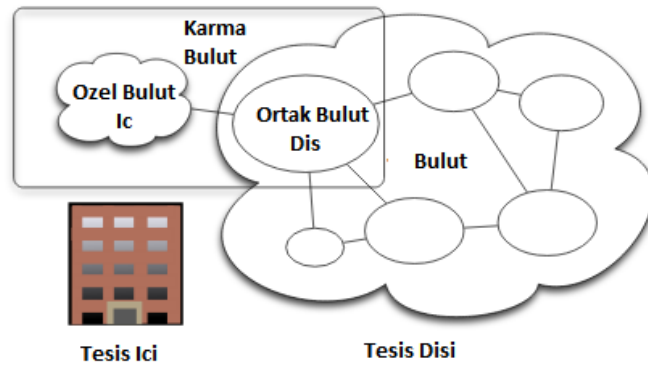
Şekil 3.9 Altyapı Hizmeti [72]

Servis olarak altyapı hizmetinde, Bulut Bilişim mimarisinde müşterilerin bulut sağlayıcılarının bilgi teknolojileri altyapısından kendilerine daha uygun şartlarda faydalanmasını sağlamak amaçlanmaktadır [72].

Donanım satın almak yerine kullanıcılar IaaS için ödeme yapar. İşleme ve depolama gereksinimlerine bağlı olarak altyapı ölçeklendirilebilmektedir.

3.4 Bulut Bilişimin Mimari Modelleri

Bulut Bilişim hizmetlerinin sunumu ya da kullanımı birbirinden farklı senaryolarla gerçekleştirilmektedir. Sunulan hizmetin hedef kitlesinin ve amacının bu noktada rolü büyüktür (Şekil 3.10) [78]. Mimari modeller açık bulut, özel bulut, topluluk bulutu ve karma bulut olarak şekillenmektedir.



Şekil 3.10 Bulut Bilişimin Mimari Modelleri [74]

3.4.1 Açık Bulut / Genel Bulut

Açık bulut, altyapı ve uygulama hizmetlerinin üçüncü parti bir servis sağlayıcı tarafından sunulmasını ifade etmektedir. Açık bulut modellerinde kullanılan servise, kullanıcı sayısına ya da belirli sürelerle göre ücretlendirme yapılır. Microsoft, Google, Oracle gibi şirketlerin kendi veri merkezleri üzerinde sundukarı SaaS, PaaS ve IaaS hizmetlerinin bütününe ifade etmektedir [78].

Hizmet sağlayıcıların internet üzerindeki sunucular ile verdikleri bulut hizmetidir. YBM sürecinde kullanılan Bulut Bilişim yazılımları ile son kullanıcılar, genel bulut mimari modelinde çalışmaktadır.

3.4.2 Özel Bulut

Bu yapıda kurum ve kuruluşlar, güvenlik sebebiyle, kendi hizmetlerini yerel ağ ortamında herkesin erişimine açık olmayan özel ağlar içerisinde alırlar. Bu yönüyle daha maliyetli bir çözüm oluşturmaktadır. Özel bulut sayesinde şirketler, güvenlik unsurlarını kendileri yönetebilmektedirler [78].

Özel bulut, şirket bünyesinde oluşturulmuş sunucular ile verilen bulut hizmetidir.

3.4.3 Topluluk Bulutu / Ortak Bulut

Bir ya da birden fazla kurumun ortak bir alanda hizmetleri paylaşmasıdır. Topluluk bulutları genellikle birbirleriyle ilişki içerisinde çalışan organizasyonlar tarafından güvenlik ve yasal gereksinimler sebebiyle kullanılmaktadır. Bu sayede birbirlerinin kaynaklarına erişme ve bunlar üzerinde veri alışverişi yapabilme imkanı sağlamaktadırlar [78].

Aynı ihtiyaçlara sahip ve altyapısını paylaşmayı kabul eden kurumların bulut bilişim faydalarını fark etmeleri sonucu kurdukları yapıdır.

3.4.4 Karma Bulut / Hibrit Bulut

Özel ve açık bulut yapılarının birlikte kullanıldığı mimarilerdir. Bu tip bulut yapılarında servisler hem kurumlara ait olan özel bulutlar içinde hem de servis sağlayıcıların sundukları açık bulutlar içinde sunulur [78]. Örneğin bir firma

ürünlerini geliştirmek için özel bulut kullanırken bu servisleri genel bulut üzerinden sunabilir. Bu şekilde karma bulut kullanımı gerçekleştirmektedir.

3.5 Bulut Bilişimin Avantajları

Kullanım alanına ve ihtiyaca göre dinamik yapı sergileyen Bulut Bilişim birçok kurum ve kuruluş için ekonomik tasarruf sağlamaktadır. Kişisel bilgisayarlar ile yapılan tüm işlemler bulutta yapılabilmektedir. Bulut yapısı doğru yönetildiği sürece daha iyi performans elde edilebilir [58]. Bulut Bilişim' in Avantajları özetle;

Düşük Donanım Maliyeti

Gelişmiş Performans

Düşük Yazılım Maliyeti

Anında Güncelleme

Sınırsız Depolama Kapasitesi

Arttırılmış Veri Güvenliği

İşletim Sistemleri Arasında Geliştirilmiş Uyum

Arttırılmış Dosya Formatı Uyumu

Grup Çalışması [79].

Yapı Bilgi Modellemesi sürecinde Bulut Bilişimin kullanım avantajlarından da ekleyecek olursak;

Yapı Yaşam Döngüsü Süreçlerinde Verimlilik Artışı

Ekip Çalışması ve Koordinasyonu İyileştirmesi

Güncel Dökümanlara Hızlı Erişim

Versiyon Karşılaştırma

Döküman Yönetiminin İyileşmesi

Geleceğin Teknolojileriyle Entegrasyon, kullanım avantajlarının başında gelmektedir.

3.6 Bulut Bilişimin Riskleri

Sunduğu geniş olanakların ve esnekliğin yanında, Bulut Bilişim beraberinde belirli riskleri de getirmektedir. Belirli riskler sadece Bulut Bilişim'e özel olmakla birlikte, bazı riskler geleneksel yöntemlere göre, Bulut Bilişim' de daha fazla veya daha az olabilmektedir. Bulut Bilişim' in barındırmadığı ve sadece geleneksel yöntemlerde rastlanabilecek riskler de mevcuttur. Yapılacak risk değerlendirmesinin sağlıklı olabilmesi için, tüm bunların göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Bulut Bilişim ile ilgili riskleri inceleyecek olursak:

Hizmet Devamlılığı ve Kullanılabilirliği

Veri Güvenliliği ve Gizliliği

Veri Denetlenebilirliği, Uygunluğu ve Yasal Düzenlemeler

Hizmet Sağlayıcı Bağımlılığı ve Veri Kilitlenmesi

Yönetim Ara yüzü ve Uzaktan Erişim

Bant Genişliği ve Veri Transferi

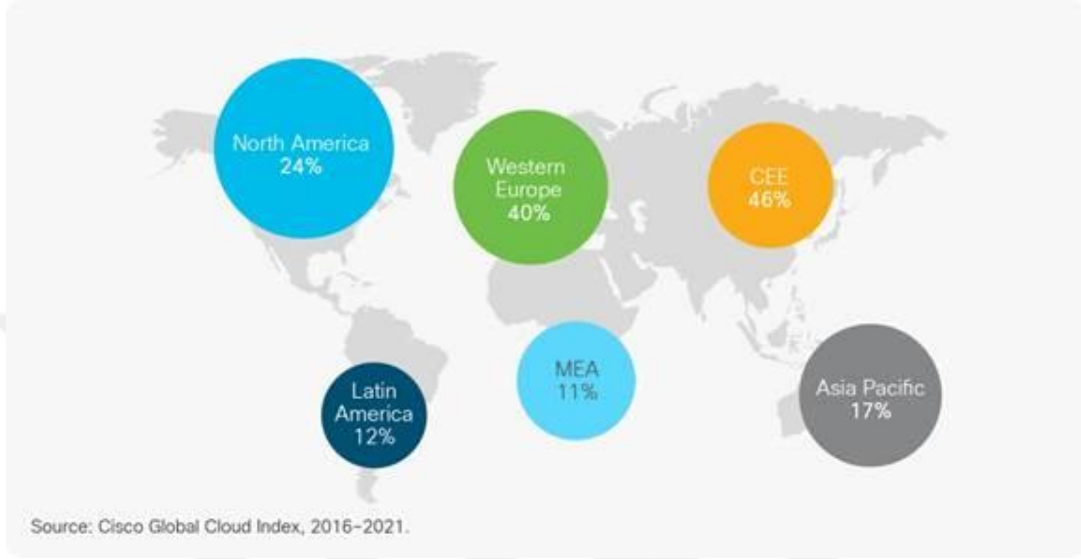
Yazılım Lisanslama [80].

Belirlenen risklerin etkilerini azaltmak için alınabilecek önlemlerin başında, kurumların bulut bilişime geçiş için bir strateji hazırlamaları gelmektedir. Bu stratejinin ilk adımı, hizmet sağlayıcılarıyla görüşmeler yapma, seminerlere katılma, bulut bilişime ilişkin araştırmalar yapmak gelecektir. Bir sonraki adımda, mevcut bilişim ihtiyaçları, yapısı ve kapasite kullanımı ve bulut bilişim ortamındaki ihtiyaçlar ve talepler karşılaştırılarak bir değerlendirme yapılmalı ve mümkünse bir pilot proje ile bulutta çalışmaya başlanmalıdır.

3.7 Bulut Bilişimde Güvenlik

Kullanıcılar, çevrimiçi deneyimlerinin daima erişilebilir ve daima güvenli olmasını, kişisel ve ticari varlıklarının güvende olmasını bekler. Daha fazla veri, iş süreçleri ve hizmetler buluta taşındıkça, kuruluşlar güvenlik performansından ödün vermeden web sitelerini ve altyapıları korumaya zorlanır. Kullanıcı beklentilerini karşılamak için dünya çapında daha güvenli internet sunucuları kullanılmaktadır. Bu durum

daha sıkı yetkilendirme ve kimlik doğrulama işlemleri sağlayan ve son kullanıcılara güvenli işlem ve iletişim ile daha iyi hizmet veren, büyüyen bir altyapı alanı yaratmaktadır. Güvenli Yuva Katmanı (SSL) kullanarak internet üzerinden şifrelenmiş işlemlerin web'e bakan toplam sunucu sayısına oranıyla güvenli internet sunucularının yüzdesi Şekil 3.11 'de gösterilmektedir [81].



Şekil 3.11 Güvenli İnternet Sunucularının Yüzdesi [81]

Bulut altyapı hizmet sağlayıcı, bulut hizmetlerini sunduğu veri merkezlerini belirli standartlara uygun bir biçimde işletmelidir. Veri merkezinde bulunması öncelikli olan sertifikalar: ISO 9001 Kalite Yönetimi Sistemi, ISO 20000 BT Hizmet Yönetimi Sistemi, ISO 27001 Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi, ISO 22301 İş Sürekliliği Yönetim Sistemi. Veri merkezinde bulunması yarar sağlayacak sertifikalar: PCI-DSS Veri Güvenliği Sertifikası, Uptime Institute Tier 3 veya Tier 4 Sertifikası, ISO 14001 Çevre Yönetimi, ISO 10002 Kurum Şikâyetleri Yönetim Sistemi, OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi, Yeşil BT (Green IT) kapsamında LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) veya ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) [80].

Bulut Bilişim' i çevreleyen sorunlar ve fırsatlar, bilgi güvenliği topluluğunda 2008 yılında ele alınmıştır. 2008' in Kasım ayında Las Vegas' taki ISSA CISO Forumu' nda Cloud Security Alliance (CSA) kavramı doğmuş, Aralık 2008' in başlarında endüstri

liderleri ile yapılan bir dizi organizasyonel toplantı, CSA' nın kuruluşunu resmileştirmiştir [82].

Bulut Güvenlik İttifakı (CSA), güvenli bir Bulut Bilişim ortamının sağlanmasına yardımcı olmak için en iyi uygulamaların bilincini tanımlamak ve geliştirmeye adanmış dünyanın önde gelen kuruluşudur. CSA, uygulayıcıların, derneklerin, hükümetlerin, kurumsal ve bireysel üyelerin konuya özel; bulut güvenliği, özel araştırma, eğitim, sertifikasyon, etkinlik ve ürünler sunma konusundaki uzmanlıklarından yararlanmaktadır. CSA'nın kapsamlı araştırma programı, endüstri, yüksek öğretim ve hükümet ile küresel ölçekte iş birliği içinde çalışır. CSA' nın Antarktika hariç her kıtada varlığı vardır. Aralarında Amazon Web Services, Microsoft gibi firmaların da yer aldığı CSA' nın üyeleri Şekil 3.12'de yer almaktadır [82]. CSA' nın 11'i yönetici üye olan, 228 üyesi bulunmaktadır.

Executive Members



Şekil 3.12 Bulut Bilişim Güvenliği – CSA Yönetici Üyeleri (Executive Members) [82]

Türkiye’de halen veri koruma yasası bulunmamakla birlikte Türk vatandaşları kişisel verilerinin korunmasını talep etme konusunda anayasal haklara sahiptir. Anayasanın aynı hükmü veri koruma konununun yasayla düzenlenmesini gerektirmektedir. Türkiye, Avrupa ve uluslararası topluluklar ile entegrasyon yolunda ilerlemeler kaydetmekte ancak devlet ihalelerinde ülke içindeki bazı tercihler uygulanmaya devam etmektedir [83].

Bulut Bilişim güvenliğini ayrı başlıklarda ele alırsak;

Fiziksel Güvenlik

Bulut Bilişim’ de fiziksel güvenlik söylemi servislerin sunulduğu veri merkezlerinin güvenliği anlamına gelmektedir. Fiziksel sunucuların, ağ aygıtlarının, enerji ve depolama birimlerinin güvenli bir şekilde servis sağlayıcı tarafından muhafaza edilmesini ifade etmektedir. Çoğunlukla servis sağlayıcılar, müşterilerine senelik bazda belirli bir servis süresi sunmayı vaat etmektedirler. Herhangi bir sebeple vaat edilen bu hizmet, senelik bazda sunulmadığında, bunun servis sağlayıcılara önemli yaptırımları bulunmaktadır [78].

Fiziksel güvenlik konusunda mevcut sistemlere göre Bulut Bilişimin daha güvenli olduğu da düşünülmekte, bu güvenliğin kendi sorumluluklarından sıkması bazı firmalarca avantaj olarak görülebilmektedir.

Mantıksal Güvenlik

Bulut servisleri kullanıcılara, kurum ve kuruluşlara internet üzerinden sunulmaktadır. Bu servislerinin sunulduğu veri merkezlerinin fiziksel güvenliği kadar bu servislere erişirken kullanılan kimlik doğrulama metotları, erişim kontrolleri ve şifreleme teknikleri de önem kazanmaktadır. Kullanıcıların ya da kurumların kişisel ya da kurumsal verilerinin saklandığı bu sunucular, uzaktan erişim sağlayan kullanıcılara güvenli bir erişim sunmak zorundadır. Uzaktan erişimlerin şifreli iletişimlerle oluşturulması, kullanıcıların kendilerine ait verilere parola korumalı sistemlerin kontrolünde giriş yapmaları ve atak önleyici hizmetlerin yapılandırılması bu noktada çok büyük önem arz etmektedir [78].

Olası Riskler ve Hizmet Sürekliliği

Bulut servis altyapılarının geleneksel bilişim teknolojilerinde kullanılan alt yapılarla kıyaslandığında kullanılan sistemler çok da farklı değildir. Bunun yanında servis sağlayıcıların gerekli güvenlik unsurlarını yerine getirme zorunlulukları, verilen taahhütlerle sağlanmaktadır. Verilerin ortak bir havuz içerisinde tutulmaları ve servis sağlayıcı veri merkezlerinde meydana gelebilecek felaketlerin önüne geçebilmeleri için yedekli yapılar kullanılmaktadır. Sunucuların ve depolama birimlerinin kümeleme metotlarıyla servis kesintisinin önüne geçmeleri amaçlanırken veri merkezleri için başka fiziksel lokasyonlarda yedek veri

merkezlerinin hazır bulundurulması ile hizmet kesintisinin önlenmesi benimsenmiştir [78].

Veri Güvenliği

Bulut Bilişim' in benimsenmesi noktasındaki en önemli konu elbette güvenlidir. Özellikle finans, güvenlik ve devlet ile ilgili kurumların gizli verilerinin kendi bünyeleri dışındaki bir servis sağlayıcıda barındırmaları çeşitli yasalarla engellenebilmektedir. Bu durumda bir kurumun açık bulut yapısına tamamen geçmesi çok mümkün gözükmemekle birlikte bazı hizmetlerin servis sağlayıcılardan alınırken bazı servislerin yerel veri merkezlerinden sunulması tercih edilebilmektedir [78].

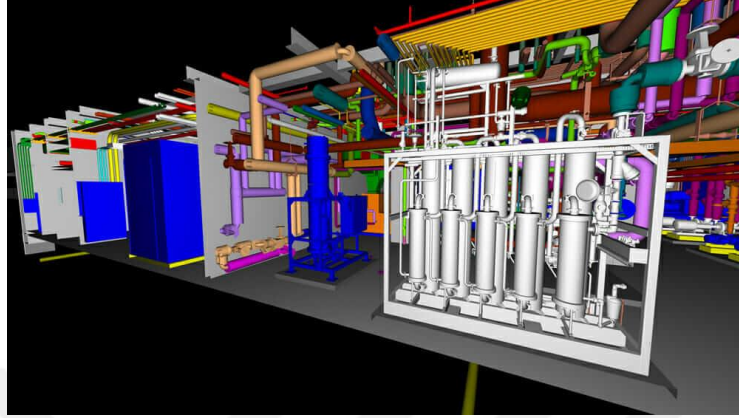
Veri transferlerinin güvenli yapılması da bu noktada akla gelir. Hizmet sağlayıcılar verilerin dünya üzerinde başka bir noktaya aktarımı sırasında bu güvenliği sağlıyor olmalıdır.

3.8 Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat Sektöründe Bulut Bilişimin Kullanımı

Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat (AEC) sektörü, çok sayıda farklı meslek ve kuruluşu içeren, oldukça parçalı, veri yoğun, proje tabanlı bir endüstridir. Bu sektörde yürütülen projeler, çeşitli insanlar arasında, farklı sistem kullanıcılarının iş birliğini içerir. Bu, endüstrinin güçlü veri paylaşımı ve işleme gereksinimlerinin yanı sıra, bina verilerinin yönetiminin karmaşık ve zorlu olduğu anlamına gelir. Bulut Bilişim, sektörün veri paylaşım gereksinimlerine çözüm sunmaktadır [84]. Ana sebep, iş sahasında gelişmiş iletişim ve daha fazla verimlilik ihtiyacıdır. Diğer bir açıklama, birçok inşaat şirketinin yaşlanan donanımına karşı karşıya kaldığıdır [85].

Saha uygulamaları aşamalarında yeni teknolojilerin benimsenmesinde her zaman bir gecikme olmuştur. Bununla birlikte, sektörde şu andaki iş gücünün yaşlanmakta olduğu gerçeği ileri gelir. Emekli olanların yerini Y kuşağı almakta ve Y kuşağı açık pozisyonları doldurmak için adım atarken bu durum hızlı bir şekilde değişmektedir. "55-60 yaş aralığındaki iş gücü emekli olmaya başladığında, gerçekten büyük bir fırsata sahibiz." diyor Skanska'nın Pennsylvania Blue Bell'deki yenilikçi inşaat çözümleri kıdemli başkan yardımcısı Anthony Colonna. "Genç yetenekleri çeşitli ve

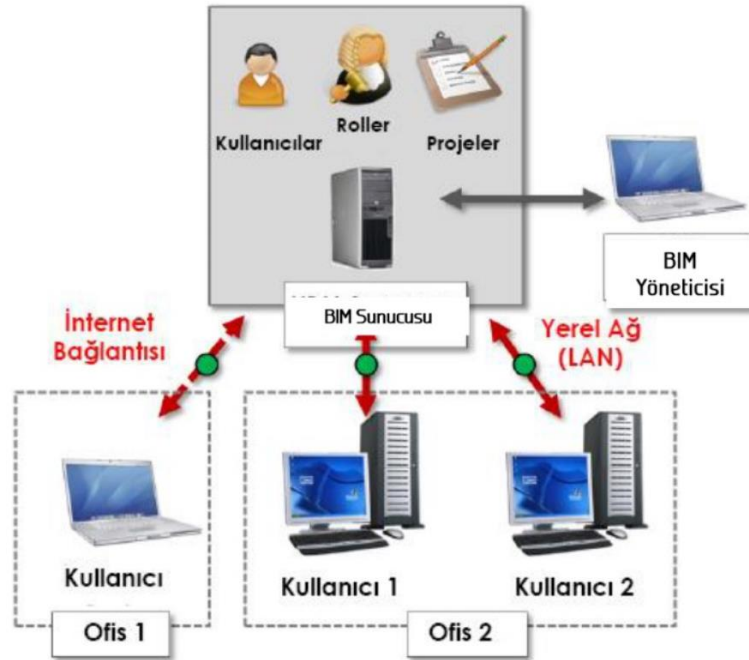
bazen geleneksel olmayan yapı geçmişleriyle çekmemiz gerekiyor.” Bulut, Y kuşağını kendine çekiyor çünkü “Bulut Dijital Dillerinin Bir Parçası” dır. Son yıllarda dokunmatik ekran arayüzleri ve mobil cihaz kullanımlarının hızla artması sayesinde bulutun gücü doğrudan sahada kullanılabilmektedir (Şekil 3.13) [86].



Şekil 3.13 Skanska’ ya Ait Bir Modelden Örnek Görünüm [86]

3.8.1 YBM ile Bulut Bilişimin Kullanımı

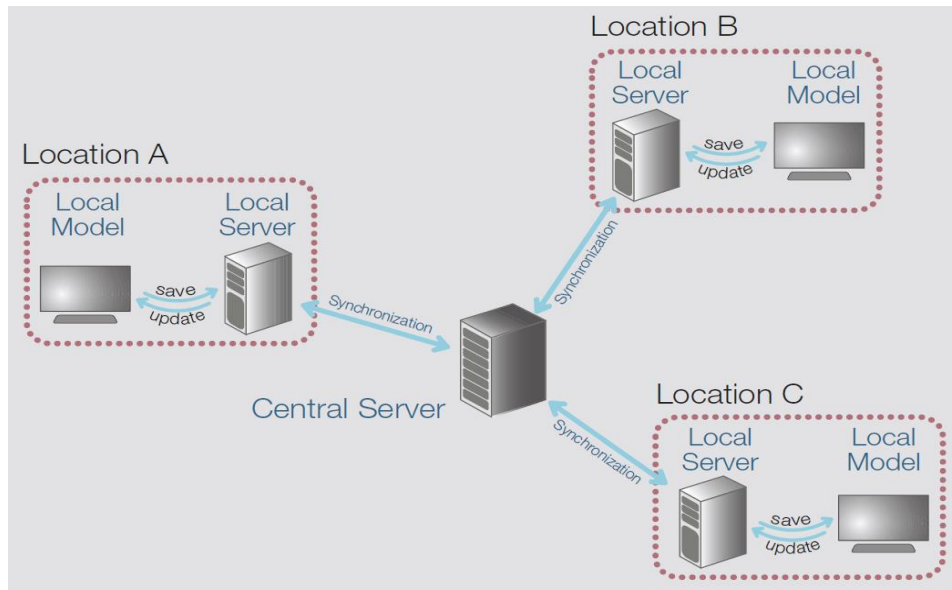
YBM' nin CAD' e göre kilit avantajlarından biri, kullanıcıların aynı modelde veya ortak bir veri ortamında bir dizi ilişkili model kümesi üzerinde iş birliği içinde çalışmalarına izin vermesidir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 YBM ile İş Birliği [25]

Böyle bir iş birliği bütün bir proje ekibinin yanı sıra bir organizasyon içinde de ortaya çıkabilir. Farklı veya aynı meslek grupları arasında, firma içi ve dışı proje iş birliği mümkün olmaktadır. Güvenilir ve zamanında bilgi paylaşımı proje verimliliğini önemli ölçüde artırır.

YBM çalışanları genellikle YBM sunucusundaki bir ana dosyayla senkronize edilen genel tasarımın yerel bir kopyasında çalışırlar. Bu tasarım yönteminin iş paylaşımı ve “Worksets” gibi birleşik iş birliği araçları vardır. Örneğin, ortak çalışanlar mevcut model sürümünün yerel kopyaları üzerinde çalışırlar ve sadece model üzerinde çalışan başkalarının aynı anda çalışma şansını riske atmadan üzerinde çalışabilecekleri kısımları ödünç alırlar. Sunucu, model depolama, erişim kontrolü ve model elemanı ödünç almayı kolaylaştırır. Sonuç olarak, YBM operatörlerinin YBM' nin yerel kopyalarını merkezi (veya bulut tabanlı) “Masterfile” ile senkronize etmek için en uygun aralıkları bilmeleri gerekir. YBM Yöneticileri, firmalarına bu iş birliği ortamını, YBM sunucusu altyapısını ve/veya bulut tabanlı arayüzleri ayarlamalarında yardımcı olmaktadır (Şekil 3.15). Sanal sunucular yukarıda listelenen etkinlikleri düzenlemeye yardımcı olur; genellikle web tabanlı bir yönetici portalı üzerinden erişilebilirler. IT desteği ile birlikte, organizasyondaki her ekip için modelleme altyapısını sağlarlar ve zaman zaman bir proje ekibi için ortak bir modelleme ortamı oluşturulmasına yardımcı olurlar.



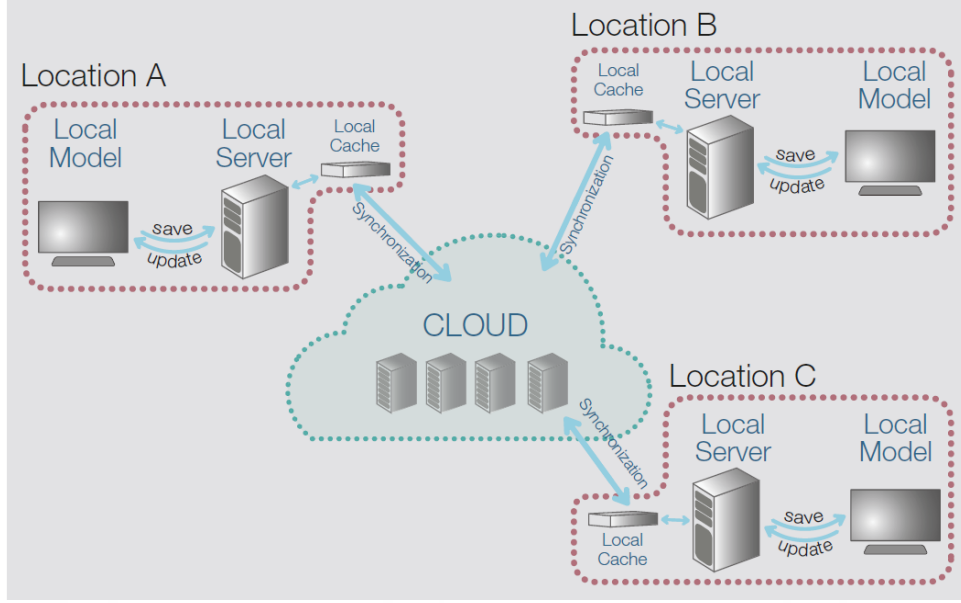
Şekil 3.15 Ağ Paylaşım Şeması [24]

En basit şekliyle, sunucu; bir projede az sayıda şirket içi operatör tarafından modelleme güncellemelerinin düzenlenmesine yardımcı olur. Ancak ortak çalışanlar coğrafi olarak yer değiştirirlerse veya farklı yazılım uygulamaları kullanarak farklı kuruluşlar için çalışmaktalarsa, etkileşimler daha karmaşık hale gelmeye başlar. Bu durumda YBM çalışma ortamını bulut tabanlı bir ortamda kurmak gerekmektedir [24].

Bulut Bilişim ile ilgili web tabanlı hizmetler ve uygulamalar, operatörlerin yazılıma erişiminde ve bu yazılımı kullanma biçiminde devrim yaratmaktadır. İlk kurumsal uygulamalar milenyumun başında Salesforce ve Amazon tarafından Cloud üzerinden kullanılabilir yapılmıştır ve web tabanlı yazılım hizmetleri spektrumu giderek genişlemiştir. Hizmet Olarak Yazılım (SaaS) popüleritesi gittikçe artmaktadır ve bulut işlevselliği, tekil uygulamaların kolaylaştırılmasının ötesinde sürekli olarak artmaktadır. Bulut, yalnızca operatörlerin YBM yazılımını kullanma şeklini etkilemekle kalmaz, aynı zamanda bir kuruluş içindeki tüm IT altyapısı üzerinde önemli bir etki ya da domino etkisi yaratabilir. Bulut' ta veri depolama, yerel sunucu depolama gereksinimini azaltır (veya ortadan kaldırır); ve SaaS uygulamaları, basit son kullanıcı terminalleri ile değiştirilebilen masaüstü makinelerde kullanışsız yazılım kurulumlarına olan ihtiyacı azaltır veya hatta ortadan kaldırır.

Genel olarak, Bulut bir kuruluşa IT konusunda daha fazla esneklik ve daha düşük maliyet vaat etmektedir. Bu tür bir özgürlüğün ise, internet bant genişliğine ve veri güvenliğine bağımlılığın getirdiği bir bedeli olmaktadır [24].

Bir YBM bulutuyla kolaylaştırılan işlemler bir veri merkezinde işlenir. Burada, yerel kaynak gerekmeden herhangi bir yerden bilgiye erişilebilir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Bulut Diyagramında YBM Paylaşım Şeması [24]

YBM Yöneticilerinin masaüstü sanallaştırma yöntemlerinin sınırlarının farkında olmaları gerekir. Belirli model boyutları ve kullanıcıların mesafesinden kaynaklı gecikme, kullanıcı deneyiminin önemli ölçüde kötüleşmesine neden olabilir. Genellikle, veri alışverişini yavaşlatan bir model dosyasının boyutu değil, yerel ve ana model arasındaki her bir senkronizasyonda işlenmesi gereken yardımcı işlemlerin miktarıdır. Bu işlemler; dosya açma, kilitleme, kapatma ve kilit açma işlemlerini içerir. Bu nedenle, YBM Yöneticilerinin, dosyaların birbirine nasıl bağlandığı ve ortak çalışanlar tarafından paylaşılan kaynaklara uzaktan nasıl erişildiği konusunda stratejik olmaları gerekir. İdeal olan, bağlı(linkli) dosyalar aynı yolu kullanan tüm paydaşların erişebileceği bir yerde saklanmalıdır, böylece bir paydaşın ana dosyaya her senkronize işleminde, diğer kişilerin ayrı ayrı yükleme yapmaları gerekmez.

Tüm büyük YBM yazılım firmaları artık YBM bulut çözümleri ve kullanıcılara bulut üzerinden bilgileri yönetmeleri için bir yazılım altyapısı sunar.

Bir YBM bulutunu seçerken göz önünde bulundurulması gereken en önemli şey, proje bilgilerinin barındırıldığı en yakın veri merkezinin yeridir. Bir buluttaki tüm işlemler veri merkezine bağlı olduğundan, kullanıcı ile veri merkezi arasındaki coğrafi mesafe ne kadar uzak olursa, YBM bulutlarını kullanan operatörler tarafından hissedilen gecikme o kadar artar. Birkaç yüz, hatta 1.000 ila 2.000

kilometre genellikle küçük ila orta ölçekli projeler için büyük önem taşımaz (ağ hızına bağlı olarak). Bu mesafeler aşıldığında ve / veya daha fazla sayıda coğrafi olarak birbirinden uzak katılımcı bir YBM bulutu aracılığıyla etkileşime girdiğinde, bir komutun uygulanmasındaki gecikme ve yerel & ana dosyaları senkronize etmek için geçen süre iş birliğini bir noktaya kadar yavaşlatabilir. YBM Yöneticileri, coğrafi olarak uzak ekiplerin orta veya büyük ölçekli projeler üzerinde iş birliği yapmasını sağlamak istiyorlarsa gecikmeyi azaltmanın yollarını bulmalıdır.

Genellikle 3B renderler, YBM geliştirme ve koordinasyon, YBM depolama, revizyon yönetimi ve proje ekipleri tarafından yapılan belge işaretlemeleri gibi AEC endüstrisinde uygulanan işlemlerin tümü Bulut üzerinden gerçekleştirilebilir. Şirket içi veri depolama ve Bulut' ta güvenli veri yönetimi özellikli web uygulamaları, çeşitli kaynaklarından gelen bilgilerin sorunsuz bir şekilde birbirine bağlandığı bir ortamda hızla standart haline gelmektedir. Bu bilgi hareketliliği sayesinde, tasarım, mühendislik, inşaat ve işletme arasındaki birtakım süreçler, daha önce mümkün olmayan bütünleşik bir şekilde bir araya getirilebilir. Dahası, yazılım sağlayıcılar artık araçlarını, özellikle Autodesk'in A360, Graphisoft'ın BIM Cloud veya Trimble'in Connect uygulamaları gibi Bulut' ta iş birliği araçları olarak yapılandırmaktadır [24].

3.9 YBM ile Kullanılan Bulut Bilişim Yazılımları

Eskiden bir kutu içinde ve tek bilgisayar için satılan yazılımlar, günümüzde satıcının web sayfasından indirilmekte veya bulut hizmeti ile bu yazılımı kullanmak mümkün olmaktadır. Bulut tabanlı yazılım ve kullandığı veri, büyük veri merkezlerinde güçlü sunucular üzerinde barındırılmaktadır. Bu yazılım ve verilere internet bağlantısı ve standart bir web tarayıcısı ile ulaşılmaktadır. Yazılımı satın alma ve yükleme yerine ya abonelik ya da yapılan işlem bazında ödeme ile işletmelere bu hizmetler kiralanmaktadır. Uzaktan bağlanarak yazılımları dağıtma ve erişim sağlama işlemlerinin web tabanlı hizmet olarak yapılması bir hizmet olarak yazılım (SaaS- software as a service) şeklinde adlandırılmaktadır [87].

Birçok yazılım şirketi koordineli proje üretimini destekleyen YBM teknolojisine yatırım yaparak koordinasyonun bulutta yapılmasına destek vermiş ve inşaat sektöründe kullanılan bulut çözümleri geliştirmişlerdir.

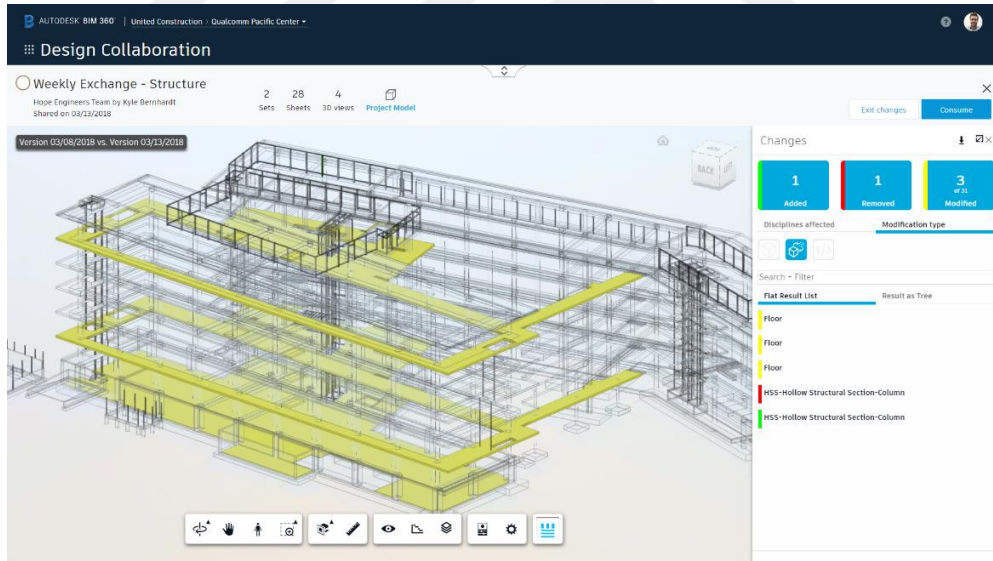
Bu bölümde Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat (AEC) sektöründe en yaygın kullanımı olan Autodesk BIM 360, Graphisoft BIM Cloud, Graphisoft BIMx, Trimble Connctet, BIMsync ve IFC Hub incelenecektir.

3.9.1 Autodesk BIM 360

B AUTODESK® BIM 360™

BIM 360, proje verilerini tasarımdan inşaata kadar gerçek zamanlı olarak birleştiren, bilinçli karar vermeyi destekleyen, daha öngörülebilir ve karlı sonuçlara götüren birleşik bir platformdur.

BIM 360 ile tüm proje yaşam döngüsü yönetimi gerçekleştirilir. BIM 360, proje ömrü boyunca bilinçli karar vermeyi destekleyerek inşaat proje sunumunu iyileştirir. Tasarım iş birliğinden, dokümantasyondan ve incelemelerden, yapım öncesi, kalite&güvenlik ve operasyonlara kadar, proje katılımcılarını, verileri ve iş akışlarını birbirine bağlar. Böylece büyük resim görülebilir ve proje devam ettirilebilir [88].



Şekil 3.17 BIM 360 Kullanıcı Arayüzü

Genel Özellikleri:

Kontrollü İş Paylaşımı (Controlled Worksharing): Bulut tabanlı Revit çalışma paylaşımı ile doğru kullanıcı, doğru tasarım verilerine doğru zamanda erişebilir.

Dağıtılabilir Koordinasyon (Deliverable Coordination): Verimli YBM yönetimi kolaylaşarak proje ilerlemesi koordine edilir, böylece proje aşamalarında başarıya ulaşılır.

Tasarım İnceleme (Design Review): Tasarım incelemesine ait yorumlar tek bir uygulamayla yayınlanır, görüntülenir, işaretlenir ve paylaşılır.

BIM Koordinasyonu (BIM Coordination): Disiplinler arasındaki problemleri tespit etmeyi ve çözmeyi daha hızlı hale getirmek için YBM koordinasyon süreçleri otomatikleştirilir.

Görselleştirmeyi Değiştirmek (Change Visualization): Modeller tek bir koordinasyon alanında toplandığında, model sürümleri arasındaki değişiklikler saptanabilir.

Kalite Yönetimi (Quality Management): Tüm proje konularında kalite iş akışları standartlaştırılır.

İnşaat Güvenliği (Construction Safety): Güvenlik kör noktalarını önlemek için tüm ekibe yapı güvenliği kontrol listeleri verilir.

Sorun/Tespit Yönetimi (Issue Management): Tasarımlar bağlamında sorunlar tanımlanır, iş atama, inceleme ve tamamlama yoluyla sorunun çözümü izlenebilir.

RFI' lar ve Teslimler (RFIs and Submittals): Sıkı proje kontrolleri ve etkinlik takibi ile teslim paketleri oluşturulur, yönetilir, dağıtılır ve onaylanır [88].

Autodesk BIM 360' ın Desteklediği Dosya Formatları:

2B Dosya Formatları

DOC, XLS, PPT, PDF, JPG, JPEG, PNG

3B Dosya Formatları

3DM, 3DS, CATPART, CGR, DLV3, DGN (nur 3D) , DWF, DWFX, DWG, DWT, DXF, EXP, F3D, FBX, G, IFC, IGE, IGES, IGS, IPT, MODELL, NEU, NWC, NWD, PRT, RVT, SAB, SKP, SLDPRRT, SMB, SMT, STEP, STL, STP, X_B, X_T

3.9.2 Graphisoft BIMcloud



BIMcloud, tasarım projesinin büyüklüğü, ofislerin konumu veya internet bağlantısının hızından bağımsız olarak mimarlar arasında gerçek zamanlı, güvenli ekip çalışması sağlar [89].

Genel Özellikleri:

Kullanımı Kolay (Easy to Use): BIMcloud ile ekip çalışması, mimarlarda IT becerisi gerektirmez. Ekip üyeleri projenin bölümlerini rezerve edebilir veya ayrı katlarda, bölümlerde, kotlarda veya düzenlerde çalışabilir. Otomatik, gerçek zamanlı eleman seçimi, belirli tasarım elemanlarına herhangi bir güçlük çekmeden özel erişim sağlayarak günlük çalışmaya yardımcı olurken BIMcloud, proje veritabanının arka plandaki bütünlüğünü sağlar.

Herhangi Bir Ağda Hızlı (Fast on Any Network): BIMcloud, ultra hızlı tasarım paylaşımı ve işbirliği platformu sağlamak için GRAPHISOFT'un patentli "Delta" teknolojisini kullanır. Ekip üyeleri arasında yalnızca eleman değişiklikleri gönderilir, bu nedenle ağ yükü minimumdur ve bant genişliği önemsizdir.

Her Boyuttaki Ekip ve Projeler İçin (For Teams and Projects of Any Size): BIMcloud gerçekten ölçeklendirilebilir ve ekipler büyük tasarım projeleri için benzersiz avantajlar sağlar. Kıtalar arasında yer alan ekipler, zorlanmadan veya gecikmeden büyük projelerde aynı anda çalışabilir. Küçük ekipler, otomatikleştirilmiş proje anlık görüntülerinden ve rol yönetiminden faydalanacaktır bu sayede yönetim yerine tasarıma odaklanılır.

Düşük Bakım (Low Maintenance): BIMcloud' un yerleşik araçları, major durumlarda yüksek çalışma süresi ve hızlı kurtarma sağlar. Proje anlık görüntüleri, düzenli olarak oluşturulur, böylece bir tasarım sorunu gerektirdiğinde projenin daha eski bir haline geri getirildiğinden emin olunur. Sunucu yedekleri otomatik olarak oluşturulur ve bu, kullanıcının büyük bir sorundan sonra sunucunun tamamını bir yedekten geri yüklemesini sağlar. Yerleşik izleme, çalışmak için her

zaman yeterli sistem kaynağının olmasını sağlar. Kullanıcıya kritik bir tehlike olmadan önce muhtemel bir tehlike hakkında bir e-posta gönderilir [89].

Graphisoft BIM Cloud'un diğer özellikleri şu şekilde özetlenebilir;

Gerçek zamanlı ekip işbirliği

Standart HTTP protokolü ile uzaktan erişim

Düşük bant genişliği için yüksek tolerans

Sunucu bağlantısını güven altına almak için HTTPS uyumluluğu

Tarayıcı tabanlı yönetim arayüzü

Masaüstü donanım ve yazılımı üzerinde çalışması

Birden fazla ARCHICAD sürümünü desteklemesi

Rezervasyon yardımı

BIMx PRO entegrasyonu, gerçek zamanlı mesajlaşma

Birden çok sunucuda proje erişimini desteklemesi

Birden çok ofis kurulumu için optimize

Klasörlü proje organizasyonu

Sunucu kaynaklarının anında ölçeklendirilmesi

Kullanıcıların gruplar halinde düzenlenmesi

Çok bölgeli optimize Delta önbellek

Merkezi kullanıcı yönetimi (LDAP Entegrasyonu)

Rol tabanlı yönetim

Kendi kendine teşhis, izleme

Otomatik sunucu yedekleri [90].

BIMcloud' un Desteklediği 3B Dosya Formatları:

.bimproject, PLN [91].

3.9.3 BIMx

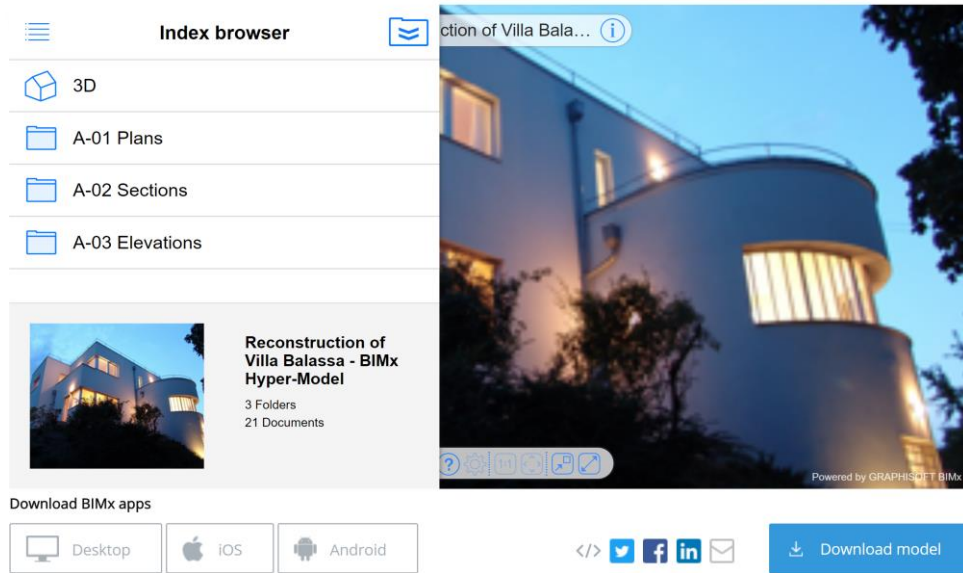


BIMx

BIMx, entegre 2B ve 3B bina projelerinde gezinti için benzersiz bir teknoloji olan Hyper-modeline sahiptir. BIMx, tasarım stüdyosu ve şantiye arasındaki boşluğu kapatmaya yardımcı olur.

BIMx sunum seti, daha önce ARCHICAD ile oluşturulan ve galeriye kaydedilen model görünümünü içerebilir; aynı zamanda sık kullanılanlar sekmesinde doğrudan mobil cihazda tanımlanabilir. Bire bir proje tartışmalarına ek olarak, akıllı telefon veya tablet bir TV ekranına veya projektöre bağlandığında, BIMx Presenter herhangi bir sunumun özeti olabilir. Toplantılar, sergiler ve konferanslar sırasında sunumu otomatik olarak arka planda çalıştırmak için sürekli döngüye geçilir [92].

Reconstruction of Villa Balassa - BIMx Hyper-Model



Şekil 3.18 BIMx Kullanıcı Arayüzü

Genel Özellikleri:

BIM Verisine Her Yerden Erişim (BIM Data Access Everywhere): Yapı Bilgi Modelleri çok miktarda bilgi içerir. Her yapı elemanı içine eklenmiş, YBM modeli ile birlikte yayınlanacak çeşitli bilgi kümeleri arasından seçim yapılabilir.

Buluttan Senkronize Güncellemeler (Synced Updates from the Cloud): iCloud veya Dropbox gibi popüler Cloud depolama hizmetleri uygulamalarına bağlanılabilir; bu nedenle BIMx modellerini indirmek ve açmak mümkün olduğu kadar sorunsuzdur. GRAPHISOFT'un bulut tabanlı BIMx model transfer hizmeti, projelerin güvenli ve etkili bir şekilde paylaşılmasını sağlar.

Akıllı Ölçü (Smart Measure): BIMx PRO'daki 3B modelden veya 2B planlardan kesin veriler elde edilir. Bu talebe bağlı verimlilik özelliği, ölçümleri bilmek zorunda olan profesyoneller ve saha koordinatörleri için bir zorunluluktur.

Bulutta İş birliği (Team Collaboration in the Cloud): BIMx sadece harika bir sunum aracı değildir, aynı zamanda GRAPHISOFT BIMcloud altyapısından ve avantajlarından yararlanır. Mesajlaşma, kırmızı çizgiler ve fotoğraf eklerinin tümü, gerçek zamanlı, sürekli bir YBM iş akışı elde etmek için tasarım ofisi ile saha profesyonelleri arasındaki bağlantıyı kurar.

Sanal Gerçeklikte BIMx Deneyimi (Experience BIMx in Virtual Reality): BIMx, Google Cardboard VR ile uyumludur. iOS ve Android akıllı telefonlarda zengin, etkileyici bir bina tasarımı deneyimi sunar. Graphisoft Archicad'den yayınlanan en karmaşık ve kapsamlı modeller bile, hem iOS hem de Android'deki sıradan tasarım ve yapım görüntüleyici uygulamalarının yerini alan mobil cihazlarda sunulabilir. Modeldeki akıllı işaretleyiciler, 2B paftalarda da kullanılır. Gelişmiş ekran teknolojisi sayesinde 2B' de gezinme işlemi sorunsuz ve hızlıdır [92].

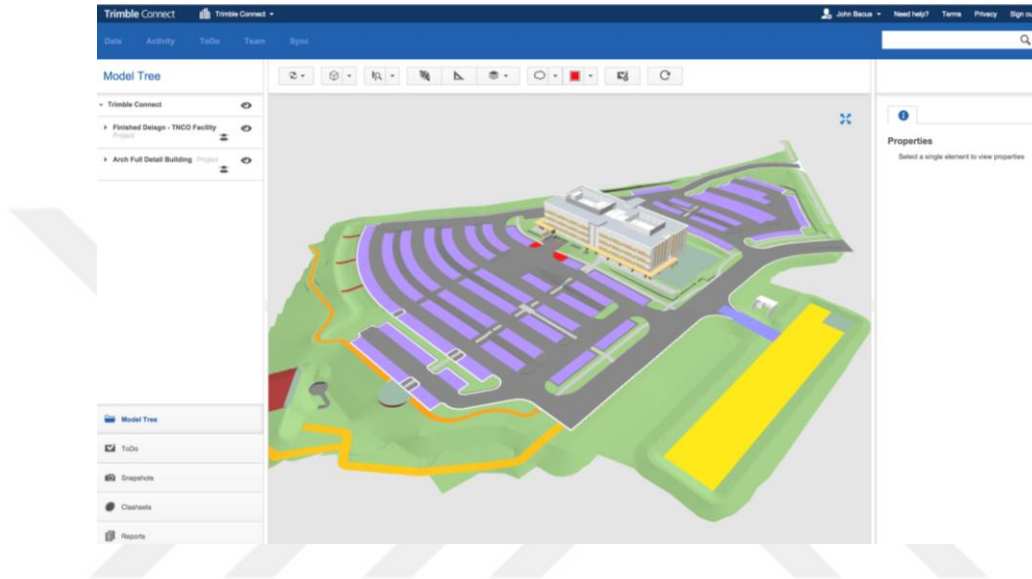
BIMx' in Desteklediği 3B Dosya Formatları:

PLN, PLA, TPL

3.9.4 Trimble Connect



Trimble Connect, mühendislik ve inşaat projeleri için iş birliğine olanak sağlar. Masaüstü, mobil veya web üzerinden erişilebilen Trimble Connect kullanıcılara istedikleri zaman, istedikleri yerden proje bilgilerini görüntüleme ve paylaşım erişimi sağlar [93].



Şekil 3.19 Trimble Connect Kullanıcı Arayüzü

Genel Özellikleri:

3 Boyutlu İşaretleme (3D Markup)

Etkinlik Akışı (Activity Feed)

Modelleri Hizalama (Align Models)

Yapılacaklar Atama (Assign To-Do's)

Bazı Nesnelerin Rengini Değiştirme (Change Color of Some Objects)

Tüm Modelin Rengini Değiştirme (Change Color of Entire Model)

Seçilen Modelleri Birleştirme ve Görüntüleme (Combine and View Selected Models)

Yapılacaklar Hakkında Yorum Yapma (Comment on To-Do's)

Tüm Modelin Görünürlüğünü Kontrol Etme (Control Visibility of Entire Model)

Bazı Nesnelerin Görünürlüğünü Kontrol Etme (Control Visibility of Some Objects)

Proje Oluşturma (Create a Project)

Klasör Oluşturma ve Yönetme (Create and Manage Folders)

Yayın Oluşturma ve Yönetme (Create and Manage Releases)

Kaydedilen Nesne Grupları Oluşturma (Create Saved Groups of Objects)

Yapılacaklar Oluşturma (Create To-Do's)

Özel Raporları Tanımlama (Define Custom Reports)

BCF 1.0 Kullanarak Yapılacakları Değiştirme (Exchange To-Do's using BCF 1.0)

Rapor Çıktısı Alma (Export Reports)

Dosya Gezgini (File Explorer)

Akslar (Grids)

Nesne Özellikleri Listeleme (List Object Properties)

İzinleri ve Bildirimleri Yönetme (Manage Permissions and Notifications)

Kullanıcıları ve Grupları Yönetme (Manage Users and Groups)

Mesafe Ölçme (Measure Distances)

Model Nesne Filtreleme (Model Object Filtering)

Çakışma Kontrolü Çalıştırma (Run Clash Checking)

Görüntüleri Kaydetme (Save Views)

Yorum Zincirinde Çoklu Görüntü Saklama (Store Multiple Images in Comment Chain)

Geçici Yerel Çevrim Dışı Saklama (Temporary Local Offline Storage)

Görünüm/ Yorum Çakışmaları (View/Comment Clashes) [93].

Trimble Connect' in Desteklediği Dosya Formatları:

2B Dosya Formatları

DOC, DOCX, XLS, XLSX, RTF, TXT, PPT, PPTX, PDF, JPG, JPEG, GIF, PNG, TIF, TIFF, BMP, JPG, JPEG, GIF, PNG, TIF, TIFF, BMP

3B Dosya Formatları

Trimble Connect Web

IFC (2x3), IFCZIP, SKP, DWG, RVT, DXF, DGN, IFCXML, STEP (.stp, .step), TCZIP

NOT: Rhino ilgili dosyalar artık desteklenmemektedir. Bu nedenle OBJ, FBX, 3DS, STL, 3DM, IGES, IGS, SLDASM Trimble Connect 3D görüntüleyici kullanılarak görüntülenememektedir.

Trimble Connect Desktop

IFC (.ifc), IFC XML (.ifcXML), IFC ZIP (.ifcZIP), TC ZIP (.tcZIP), DWG (.dwg), DGN (.dgn), SKP, STEP (.stp, .step), IGES (.igs, .iges), RVT, DXF, Potree (Point Cloud), LAS, LAZ

Trimble Connect Mobile

IFC (.ifc), IFC XML (.ifcXML), IFC ZIP (.ifcZIP), DGN (.dgn), SKP, DXF

NOT: Rhino ilgili dosyalar artık desteklenmektedir. Bu nedenle IGES (.igs , .iges) dosya formatları TC Mobil görüntüleyicide görüntülenememektedir.

Dijital Proje ve CATIA formatları için 3D görüntüleyici desteği, Lisans Sözleşmelerindeki değişikliklerden dolayı kullanılamaz hale gelmiştir. Çözüm olarak, modellerin Digital Project ve CATIA'dan IFC formatına aktarılıp ve Trimble Connect'e aktarılması gerekmektedir [94].

3.9.5 Bimsync



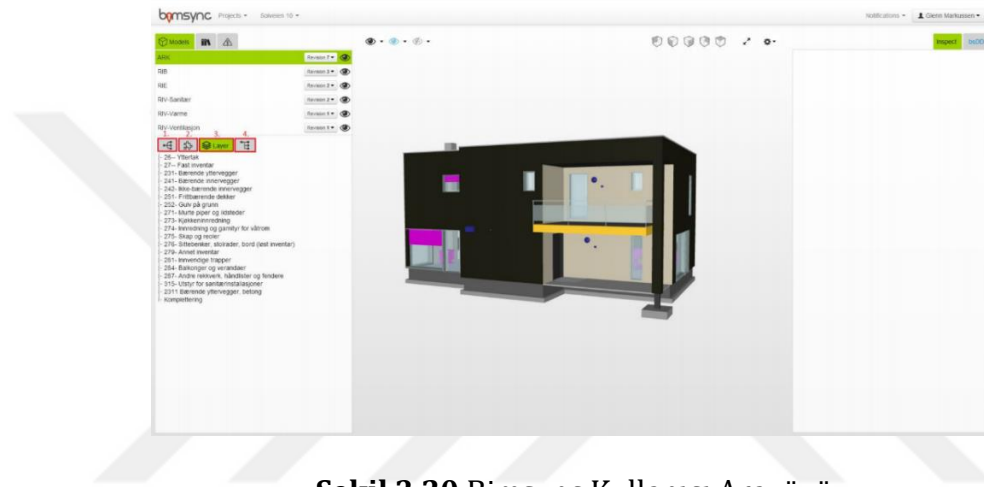
Bimsync, Catenda (www.catenda.no) tarafından geliştirilmiştir ve desteklenmektedir.

İskandinavya'da bağımsız araştırma kuruluşu. Catenda bsDD'nin arkasındaki güçlü sürücüdür (Akıllı Veri Oluşturma). bsDD, IFC'nin yanındaki BuildingSMART

organizasyonunun bir parçasıdır. Bimsync erişim için bir API'ye sahiptir (geometrik elemanlar ve veritabanı işlevselliğinin kendisine erişmek için) [95].

Bimsync, tüm buildingSMART standartlarını (IFC, bSDD, BCF, COBie) destekleyen bir BIM iş birliği aracıdır. Kendi yazılımınıza kolayca uygulanabilmesi için bir dizi API ile birlikte gelir.

Bimsync; zaman tasarrufu sağlayarak, riski azaltarak ve kaliteyi artırarak BIM iş birliğini geliştirir. Kurulum gerekmez, her şey tarayıcıda çalışır. Bimsync, herhangi bir tarayıcıda paylaşım ve iş birliğine izin verir [96].



Şekil 3.20 Bimsync Kullanıcı Arayüzü

Sorunları paylaşmak, iletmek, BIM modellerini 2B, 3B ve 4B olarak görselleştirmek ve modelleri ilgili bilgilerle zenginleştirmek için kullanılır [97].

Bimsync, inşaat projelerinde tüm paydaşlar arasında kullanımı kolay bir arayüz, güçlü görselleştirme, sorun yönetimi ve güvenli dijital veri yönetimi ile iş birliğini kolaylaştırır [96]. Özellikle inşaat bilgilerini paylaşmak için tasarlanmış bulut tabanlı bir platformdur. Bilgi modellemesi için güvenli depolama ve dağıtım hizmeti sunar. Bimsync doğrudan tarayıcınızda çalışır. Bu nedenle, özel eklentiler veya kurulumlar olmadan herhangi bir tarayıcıda çizim yapabilir, BIM modelleri, sorunları, çizimleri paylaşabilir ve görselleştirilebilir. Bulut tabanlı olduğu için her an her yerden modellere erişim sağlar. [98].

SAS modelinde (hizmet olarak yazılım) çalışır, yani pahalı lisanslar satın alınmasına ve yıllık abonelik ücretleri ödenmesine gerek yoktur. Yalnızca kullanılan aylık dönemler için ödeme yapılır.

Genel Özellikleri:

BIM Modelini Görselleştirme (Visualize Your BIM Model): Projeler alt modeller halinde düzenlenebilir. Dosyalar IFC olarak yüklenebilir ve ayrı ayrı kümeler halinde görüntülenebilir. Modelin herhangi bir görünümü yalnızca URL gönderilerek paylaşılabilir.

Her Zaman Güncel Model (Model Always Updaded): Revizyonlar, import ve exportlar arayüzde takip edilir.

Dosyaları Hızlı ve Güvenli Bir Şekilde Paylaşma (Share Your Files Quickly and Securely): Tüm dosyalar 256 bit SSL şifrelemesi kullanılarak şifreli olarak gönderilir.

İşbirlikçi Tasarım (Colaborative Design): Bimsync, bcf biçiminde (Revit, Archicad, Navisworks, Solibri'den oluşturulabilir) algılanan sorunları içe aktarır.

buildingSMART, Open BIM İş birliği Formatını (BCF) buildingSMART standardı olarak kabul etmiştir. BCF geliştirme, hem bir XML dosya biçimini hem de bir RESTful web hizmeti içerir. BIM İş birliği Biçimi (BCF), BIM işlemlerinde iş akışı iletişimini destekleyen açık dosya XML biçimi "bcfXML" dir. RESTful web servisi "bcfAPI", yazılım uygulamalarının BIM iş akışlarında sorunsuzca BCF verilerini paylaşmasını sağlar [99].

Tespit edilen sorunlar doğrudan modelde saklanır ve ekipler yorum ekleyebilir. Bu, projede eşzamanlı iş birliğini sağlar. Ekip arasında hiçbir kesilmiş bağlantı yoktur çünkü herkes aynı anda projenin oluşumunu görebilir.

Hareketlilik (Mobility): BIM modeline herhangi bir bilgisayardan erişmenin yanı sıra, tabletten de erişim sağlanır.

Kontrol Panelinde Projenin İlerleyişine Genel Bakış (Control Panel:

Overview of The Progress of The Project): Herhangi bir bilgisayarda, tablette veya telefonda kontrol paneli üzerinde projeye ait ilerlemeler izlenebilir.

Otomatik Bildirimler (Automatic Notifications): Tüm değişiklik ve uyarılar, her zaman e-posta olarak gönderilir [96].

BIMsync' in Desteklediği Dosya Formatları: IFC, Bsdd, BCF, COBie

3.9.6 IFC hub



IFC hub, YBM projeleri için çevrimiçi bir IFC (ISO 16739), IFC4 uyumlu veri sunucusudur (Yani bir YBM sunucusu veya IFC sunucusudur). IFC hub, projeyi tasarlar, inşa ederken ve işletirken kullanıcıları ve sistemleri proje bilgilerine bağlayan bir üründür.

YBM verilerinin bütünlüğüne bakar, her zaman yüksek oranda erişilebilir olmasını sağlar. ISO 16739 (IFC) uyumlu ve meta-model tabanlı olup gelecekteki tüm IFC şemaları için kesintisiz destek garantisi verir.

Genel Özellikleri:

Delta Hesaplama (Delta Computation): Değişiklikler fark kayıtları olarak saklanır. Bu sayede gerekli disk alanı miktarı azalır ve API bağlantılı uygulamalara güncellemeler için temel oluşturur.

İyimser Çoğaltma (Optimistic Replication): Eş zamanlı iş birliği. Dosya veya nesne kilitleme olmadan, tam eşzamanlı çalışma sunabilen YBM sunucusudur.

Revizyon Kontrolü (Revision Control): YBM modeli güncellendikçe değişiklikler yönetilir, proje ilerledikçe versiyonlama kayıtları oluşur.

Şematik Kontrol (Semantic Checking): Veri kalitesi çok önemlidir, hatalar hızla bozulmalara yol açar; IFC hub lider teknikleri sayesinde bir veri bütünlüğü garantisi verir.

Servis Olarak Yazılım (SaaS): Servis/Hizmet Olarak Yazılım, internet üzerinden erişim anlamına gelir. Basitçe, kurulum gerektirmeyen, harcamanın kullanım yapılan zaman zarfında olmasıdır.

Birleştirme (Merge): CAD ve diğer YBM sistemleri gibi farklı IFC geliştirme sistemlerinden çıktılar birleştirilir.

ISO 16739: Full 2x, IFC4, IFC şema desteği. IFC şeması ile sıkı bir şekilde bütünleştirilmiştir ve gelecekteki şemaların tüm işlevlerinde hızlı destek sağlar.

Yüksek Performans (High Performance): Yatay ve dikey olarak ölçeklenebilir, her ölçekteki projeler için etkili bir platform sağlar.

API (Application Programming Interface): IFC hub ile etkileşimin temel yöntemi, kapsamlı API' yi (Uygulama Programlama Arayüzü) kullanmaktır. JavaScript dilini kullanarak BIMsie API gibi açık standartları destekler.

WEB Arayüzü (WEB Interface): Hesap yönetimi, veri yönetimi ve raporlama için bir web arayüzü sağlanmıştır.

IFC hub' ın Desteklediği Dosya Formatları:

IFC, IFD, IDM

YBM' nin merkezinde, IFC, IDM ve IFD ile ilişkili üç paradigma vardır.

IFC, inşaatla ilgili bilgilerin farklı yönlerinin tek bir ilgili modelde bir arada bulunmasına izin veren bir veri şeması olan ortak dil (lingua franca)'dır. IFC; yapısal, MEP ve mimari yazılım paketlerinin çoğunda ve Yapı Bilgi Modellemesinde yer alan uygulamaların çoğunda desteklenir. Oluşturulan IFC dosyalarını test etmek için aşağıdaki yazılım uygulamaları kullanılmıştır:

Solibri Model Görüntüleyici, Revit Mimarisi, AutoCAD Mimarisi, Graphisoft ArchiCAD, Tekla BIMsight, Navisworks [100].

IDM, proje aşamalarına ve proje rollerine özgü IFC modelinin alt kümelerini tanımlama aracıdır.

IFD, uluslararası sınırlardaki ürünlerin aranmasını ve seçilmesini kolaylaştırmak için ürün bilgilerinin tercüme edilmesini sağlar. Bu standartların benimsenmesi, PAS1192 “bilgi yönetimi için şartname” serisinde tanımlanan süreçlerle birleştiğinde YBM' yi benimsemeye temel oluşturacaktır [2].

3.10 YBM ile Kullanılan Bulut Bilişim Yazılımlarının Karşılaştırılması

Bu bölümde Bölüm 3.9' da özellikleri açıklanmış olan Bulut Bilişim yazılımları desteklediği dosya formatları ve özellikleri açısından karşılaştırılacaktır.

- **YBM Sürecinde Kullanılan Bulut Yazılımlarının Desteklediği 3B Dosya Formatlarını Karşılaştırma**

Tabloda yer alan bulut yazılımları arasında 3B dosya formatlarından hangilerinin kullanımının desteklendiği araştırılmış ve bir karşılaştırma tablosunda sunulmuştur.

Tablo 3.3 YBM Sürecinde Kullanılan Bulut Yazılımlarının Desteklediği 3B Dosya Formatlarını Karşılaştırma

	Autodesk BIM 360	Graphisoft BIM Cloud	Graphisoft BIMx	Trimble Connect Desktop	BIMsync	IFC hub
IFC	+			+	+	+
3DM	+					
3DS	+					
DWG	+			+		
DXF	+			+		
IGE	+			+		
IGES	+			+		
RVT	+			+		
NWD	+					
NWC	+					
PLN		+	+			
SKP	+			+		
STEP	+			+		
bSDD					+	
BCF					+	
COBie	+				+	
DGN				+		

Çıkan sonuçlara göre; Autodesk BIM 360 ve Trimble Connect, farklı birçok firmaya ait 3B model dosyasını herhangi bir format değişikliğine gerek olmadan açabilmekte ve bulut ortamında bu dosyalarla çalışmayı mümkün kılmaktadır.

IFC' yi destekleyen yazılımlar ise Autodesk BIM 360, Trimble Connect Desktop, BIMsync ve IFC hub' dır. IFC formatını destekleyen tüm yazılımların açık bir platform olduğu söylenebilir.

- **YBM Sürecinde Kullanılan Bulut Yazılımlarının Özelliklerini Karşılaştırma**

Sektörünün öncü bulut yazılımlarının web sitelerinde yer alan özellikleri, Bölüm 3.9 "YBM ile Kullanılan Bulut Bilişim Yazılımları" bölümünde incelenmiştir. Bu bölümde geçen başlıklar sınırında özellikler özet haline getirilerek, ortak özellikleri saptanmak üzere bir "özet karşılaştırma tablosu" hazırlanmıştır.

Tablo 3.4 YBM Sürecinde Kullanılan Bulut Yazılımlarının Özelliklerini Karşılaştırma

Özellikler	Autodesk BIM 360	Graphisoft BIM Cloud	Graphisoft BIMx	Trimble Connect Desktop	BIMsync	IFC hub
Servis Olarak Yazılım (SaaS)	+	+	+	+	+	+
Proje Oluşturma	+			+		
Klasörlü Proje Organizasyonu	+	+		+		
Kullanıcıların Gruplar Halinde Düzenlenmesi / Rol Tabalı Yönetim	+	+		+		
Kontrollü İş Paylaşımı	+					
BIM Verisine Her Yerden Erişim	+	+	+	+	+	+
Her Zaman Güncel Model	+	+	+	+	+	+
Tasarım İnceleme	+	+	+	+	+	+

Buluttan Senkronize Güncellemeler	+	+	+	+	+	+
Akıllı Ölçü	+	+	+	+	+	+
Bulutta İşbirliği	+	+	+	+	+	+
Kontrol Panelinde Projenin İlerleyişine Genel Bakış	+				+	
Nesne Özellikleri Listeleme	+			+		
Model Nesne Filtreleme				+		
Çakışma Kontrolü Çalıştırma	+			+		
Kalite Yönetimi	+					
İnşaat Güvenliği	+					
Sorun/Tespit Yönetimi	+					
RFI' lar ve Teslimler	+					
Tarayıcı Tabanlı Yönetim arayüzü	+	+	+	+	+	+
Birden Çok Sunucuda Proje Erişimini Destekleme	+	+	+	+	+	+
Sanal Gerçeklikte Deneyim			+			

Yazılımların web sitelerinde geçen özelliklerle hazırlanan karşılaştırma tablosundan çıkan sonuçlara göre Autodesk BIM 360, Trimble Connect, Graphisoft BIM Cloud isimli bulut yazılımlarının iş birliğine yönelik ana özellikleri içerdiği görülmektedir. Bu üç yazılım kullanım özelliklerinin büyük çoğunluğuna sahiptir. Bunun yanında sanal gerçeklik bağlantısının yalnızca BIMx ile kurulabildiği görülmektedir. Özellik karşılaştırma tablosundan edinilen bilgiler ışığında sektörel yaygınlık ile geniş kullanım özellikleri arasında bağlantı kurulabilir, yazılım özelliklerinin kullanım yaygınlığını etkilediği yorumu getirilebilir.

Türkiye’de Yapı Bilgi Modellemesinde Bulut Bilişime Geçiş Önerisi İçin Yöntem

4.1 Türkiye’de Yapı Bilgi Modellemesinde Bulut Bilişimin Mimarlık ve İnşaat Sektörlerindeki Etkilerine Yönelik Alan Araştırması

Yapı Bilgi Modellemesi kullanımının artması ile birlikte özellikle iş paylaşımı ve veri yönetiminde yeni ihtiyaçlar gündeme gelmiştir. Sektörde bu anlamda bir çözüme ihtiyaç olduğu, tasarım ve uygulama alanındaki gelişmeler göz önünde bulundurulduğunda aranan çözümün Bulut Bilişim olacağı görülmüş ve bu konuda araştırma yapılmıştır. Bu bağlamda, birçoğu proje ve yapım aşamalarında aktif biçimde Yapı Bilgi Modellemesi kullanmakta olan firmalar ile görüşmeler ve anket çalışması yapılarak alan araştırması gerçekleştirilmiştir.

Tezin ana hedefi, Türkiye’de Yapı Bilgi Modellemesinde Bulut Bilişime geçiş önerisi için yöntem geliştirmektir. Bu doğrultuda YBM kullanıcılarının görüş ve değerlendirmelerinin geliştirilen öneri geçiş adımlarını şekillendirmesinde kullanılması ve mevcut durumun ortaya konması amaçlanmıştır.

Türkiye’de Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat sektöründe hizmet veren 26 firma anket çalışmasındaki soruları yanıtlayarak sektörel durumun saptanmasında alan araştırmasına destek vermiştir.

Bu çalışma ile Türk inşaat sektörünün YBM ve Bulut Bilişim ile ilgili düşünceleri araştırılmış, avantaj ve dezavantajları konusu ve kullanımı ile birlikte ne amaçlı kullanıldığının bilgisi elde edilmiştir. Yapı Bilgi Modellemesi ve Bulut Bilişim’in beraber kullanılmasındaki mevcut durum, YBM’de Bulut Bilişim kullanımının hangi sorunlara çözüm olabileceği ve hangi yazılımların daha çok tercih edildiği belirlenmek istenmiştir. Ayrıca, yurtdışında hizmet veren şirketler ile Türkiye’de hizmet verenlerin buluta geçişinde varsa farklılıklar saptanmak amaçlanmıştır.

Tezin önceki bölümlerinde, Yapı Bilgi Modellemesi ve Bulut Bilişim kavramlarıyla ilgili detaylı literatür araştırmasından elde edilen bilgiler, alan araştırmasının temelini oluşturmaktadır.

4.1.1 Alan Araştırmasının Kapsamı

Alan araştırması kapsamında kaynak taramasından elde edilen bilgiler ışığında anket soruları hazırlanmıştır. Anket sorularında katılımcıların başta YBM kullanımına, hangi yazılımları tercih ettiklerine, hangi YBM projelerini yürüttüklerine, deneyimlerine ve bilgi düzeylerine ait bilgi edinmek hedeflenmiştir. Anket sorularının devamında YBM’ de Bulut Bilişimin kullanımını sağlayan ihtiyaç ve avantajlara yönelik mevcut durumu saptamaya yönelik sorular hazırlanmıştır.

Anket soruları çoktan seçmeli soruların yanı sıra, değerlendirme sorularından da oluşmaktadır. Ayrıca katılımcılardan görüş bildirmeleri de istenmektedir.

Anket, Ek-A’ da listelenmiş olan Türkiye’de Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat sektöründe faaliyette bulunan şirketler ile görüşme yoluyla uygulanmıştır. Anket cevaplarının istatistiksel analizi yapılarak bu bölüm içerisinde açıklanmıştır. Çıkan sonuçlar birbiri ile kıyaslanarak Yapı Bilgi Modellemesi ve Bulut Bilişimi kullanan ve henüz kullanmayan şirketler arasındaki görüş farklılıkları incelenmiştir. Yapı Bilgi Modellemesi ve Bulut Bilişimin beraber kullanımlarına yönelik sektörel bakış açısı edinilmiştir. YBM’nin ve Bulut Bilişimin Türk inşaat sektöründeki konumu belirlenmiştir.

4.1.2 Anket Yanıtlarından Elde Edilen Verilerin İstatistik Analizi

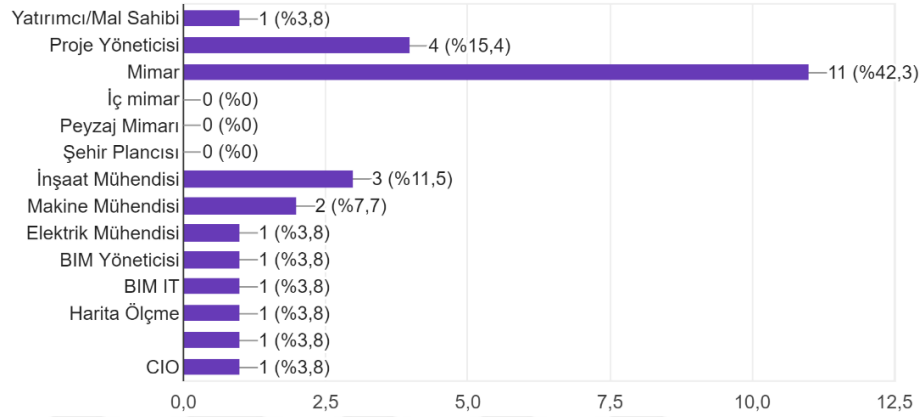
YBM ve Bulut Bilişimin kullanımına yönelik firmaların anket sorularına verdiği yanıtlar, Google Formlar kullanılarak istatistiksel veri haline getirilmiştir ve her sorunun cevaplarından bir grafik oluşturulmuştur.

Bu çalışmada Türkiye’de Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat sektöründe ilgili meslek gruplarından profesyonellerinin yanıtlarıyla YBM ve Bulut Bilişim konularındaki düşünceleri araştırılmış, avantaj ve dezavantajlarının yanı sıra ne amaçla kullanıldığı ile ilgili bilgi sahibi olunmuştur. YBM ve Bulut Bilişimin yapı yaşam döngüsünde hangi sorunlara çözüm olabileceği ve hangi yazılımların daha çok tercih

edildiği belirlenmek istenmiştir. Ayrıca yurtdışında da hizmet veren firmaların sadece yurt içinde çalışanlara göre bulut kullanım oranının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

1.Soru: Aşağıdakilerden hangisi mesleğinizi en iyi şekilde tanımlar?

Bu soruda katılımcıların mesleki disiplinlerini belirlemek amaçlanmıştır.



Şekil 4.1 Katılımcıların Meslek Bilgileri

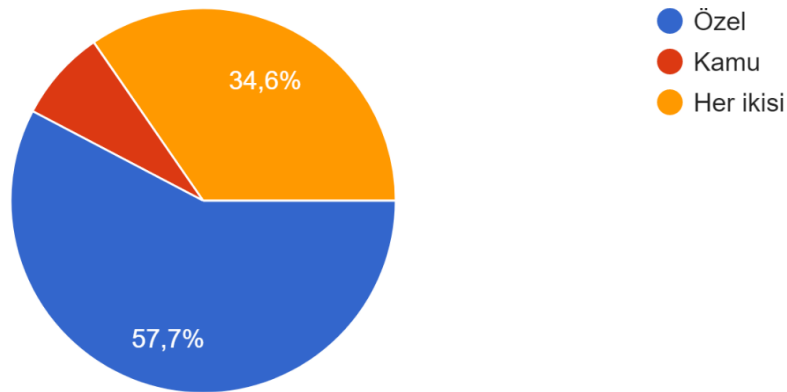
Çıkan sonuçlarda anket katılımcılarının en fazla oranla mimarlardan oluştuğu görülmüştür.

2.Soru: Firmanızın / çalıştığınız firmanın adı nedir?

Bu soruda anket katılımcılarının firma bilgisi öğrenilmiştir. EK A 'da yer alan 26 firmanın katılımcılarından görüş alınmıştır.

3.Soru: Firmanız hangi sektörlerde görev alıyor?

Bu soruda firmaların sektörüne ait bilgi sahibi olunmak istenmiştir.

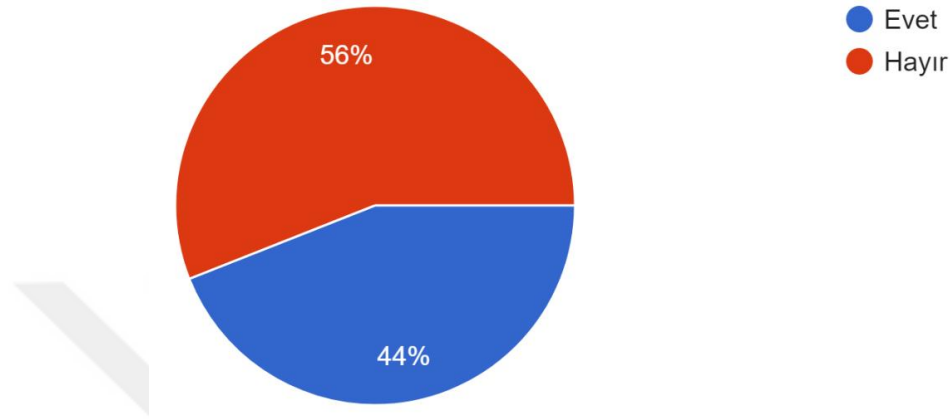


Şekil 4.2 Firmaların Faaliyet Gösterdiği Sektörler

Katılımcıların yanıtlarına göre 26 firmadan %57,7' si özel sektörde görev yapmakta, %7,7' si kamuda, %34,6' sı ise her iki sektörde görev yapmaktadır.

4.Soru: Uluslararası YBM Projelerinde çalıştınız mı?

Bu soru ile katılımcıların uluslararası YBM projesi deneyimleri hakkında bilgi edinmek istenmiştir.

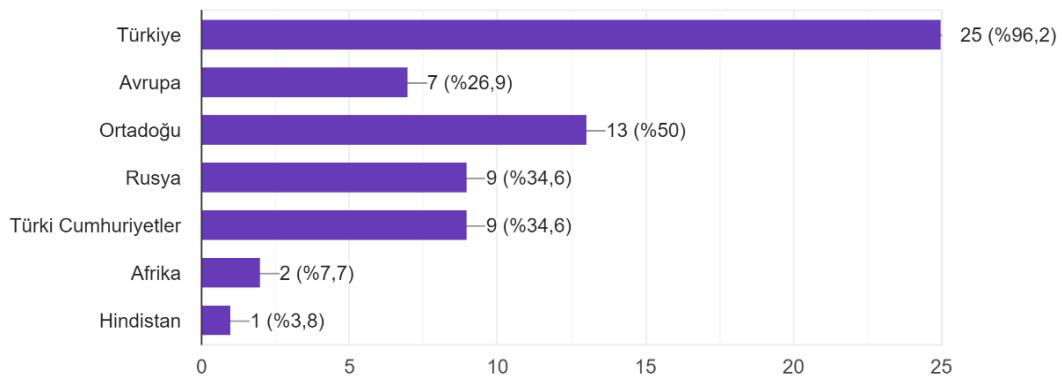


Şekil 4.3 Katılımcıların Uluslararası YBM Projelerinde Yer Alma Durumu Sonuçları

%44 oranında uluslararası YBM projelerinde çalışmış katılımcı bulunmaktadır. Uluslararası YBM projelerinde çalışmış olanlar genellikle Bulut Bilişim gibi veri paylaşımı ve koordinasyon yöntemleriyle daha önce tanışmış olmakta ve deneyim kazanarak firmasının adaptasyonuna katkı sağlamaktadır.

5.Soru: Aşağıdakilerden hangisi veya hangileri firmanızın iş yaptığı bölgeleri en iyi şekilde tanımlar? (Bir veya daha fazla seçebilirsiniz)?

Katılımcı firmaların hangi bölgelerde hizmet verdiği belirlenmek istenmiştir.

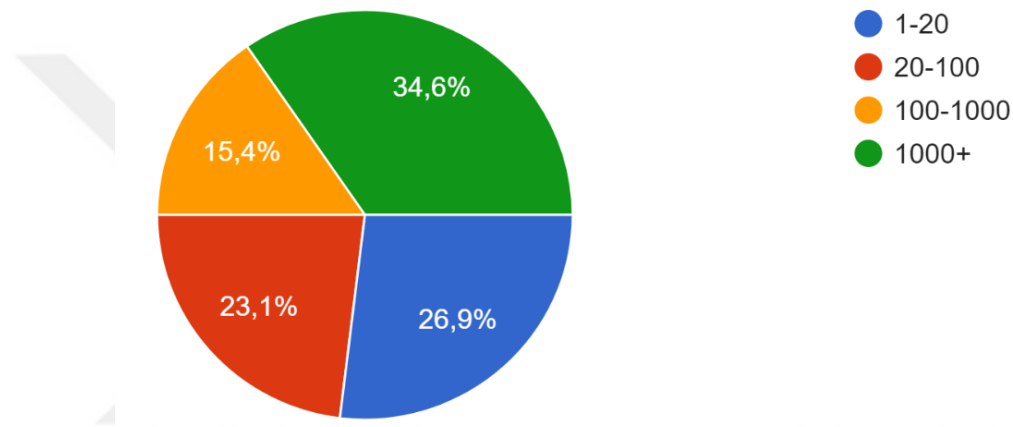


Şekil 4.4 Firmaların İş Yaptığı Ülkeler

Katılımcılar içindeki Türk AEC sektörü firmalarının en çok hizmet verdiği bölgenin Türkiye' den sonra Ortadoğu olduğu görülmüştür. Rusya ve Türki Cumhuriyetler de katılımcıların verdiği cevaplarla oluşan grafikte Türk firmaların en yaygın hizmet verdiği ülkeler olarak öne çıkmaktadır.

6.Soru: Aşağıdaki firmanızda çalışan teknik personel sayısı ile ilgili kriterler göz önüne alındığında aşağıdakilerden hangisi firmanızın büyüklüğünü en iyi şekilde tanımlar?

Bu soruda firmanın büyüklüğü belirlenmek istenmiştir. Katılımcılardan firmalardaki çalışan sayılarını belirtmeleri istenmiştir.



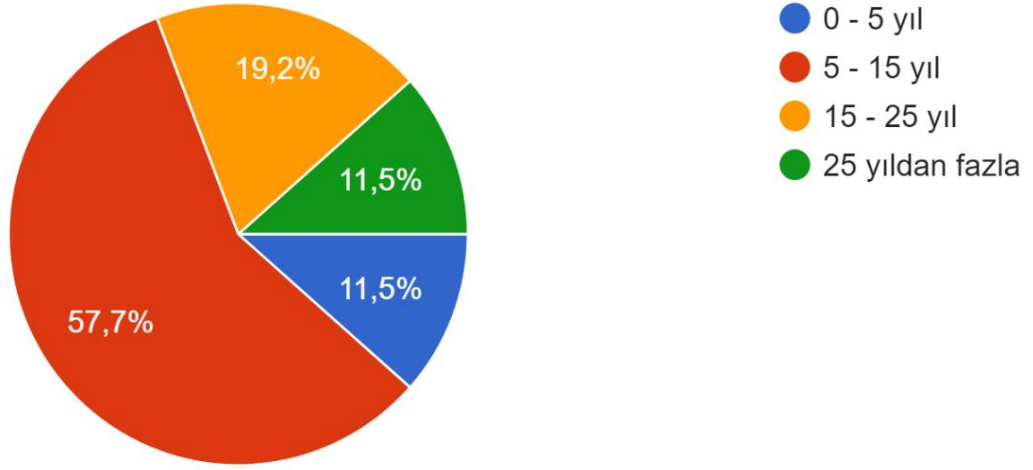
Şekil 4.5 Firmaların Çalışan Sayıları

Katılımcı firmaların %34,6 oranıyla 1000'den fazla çalışana sahip olduğu görülmüştür.

Bir önceki soruda yurt dışında çeşitli bölgelerde hizmet veren firmaların yoğun olduğu belirlenmişti. Firmalar çoğu zaman proje süresince veya daimi olmak üzere o bölgelerde ofis açmaktadır. Farklı bölgelere dağılmış ekiplerin koordinasyonu da çözüm gerektiren bir konudur ve bu konu genellikle Bulut Bilişim kullanımını gerektirir.

7.Soru: Bu meslekte kaç yıllık deneyime sahipsiniz?

Bu soruda katılımcıların mesleki deneyimleri belirlenmek istenmiştir.

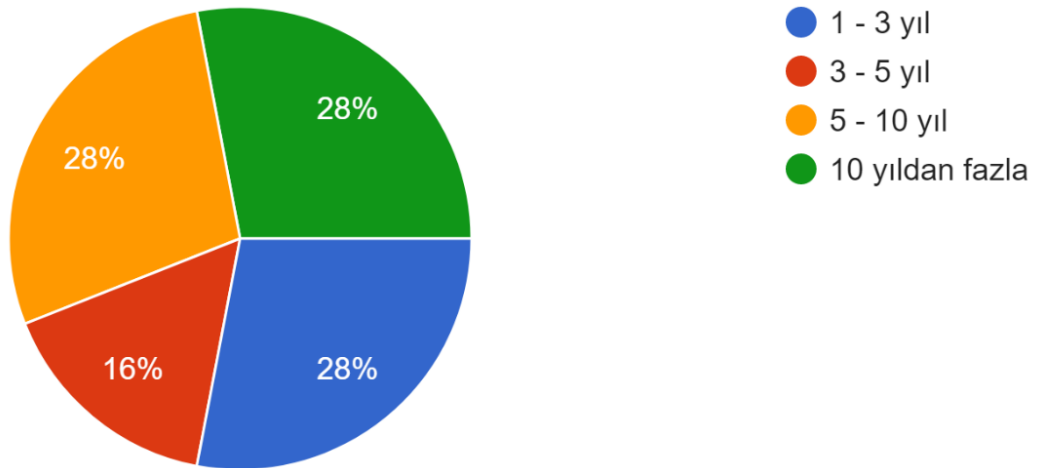


Şekil 4.6 Katılımcıların Mesleki Deneyimleri

Ankete katılan firmaların %57,7 en yüksek oranla 5-15 yıllık deneyime sahip olduğu görülmüştür. Ülkemizde YBM kullanılarak üretilen projelerin en yoğun olduğu süreç bu zaman aralığıyla örtüşmektedir.

8.Soru: YBM hakkında kaç yıllık deneyime sahipsiniz?

YBM deneyimine sahip katılımcıların yanıtladığı bu soru ile ne kadar süredir YBM sisteminde çalıştıkları belirlenmek istenmiştir.



Şekil 4.7 Katılımcıların YBM Deneyimleri

Katılımcıların YBM ile ilgili deneyim düzeylerinin farklı farklı olduğu ve neredeyse bu çeşitlilikte bir eşitlik olduğu görülmektedir.

Grafikte en yüksek orana sahip deneyim yılları arasında “10 yıldan fazla” da yer almaktadır. Bu sonuç YBM’ nin Dünya’ da ve Türkiye’ de yeni benimsenen bir sistem

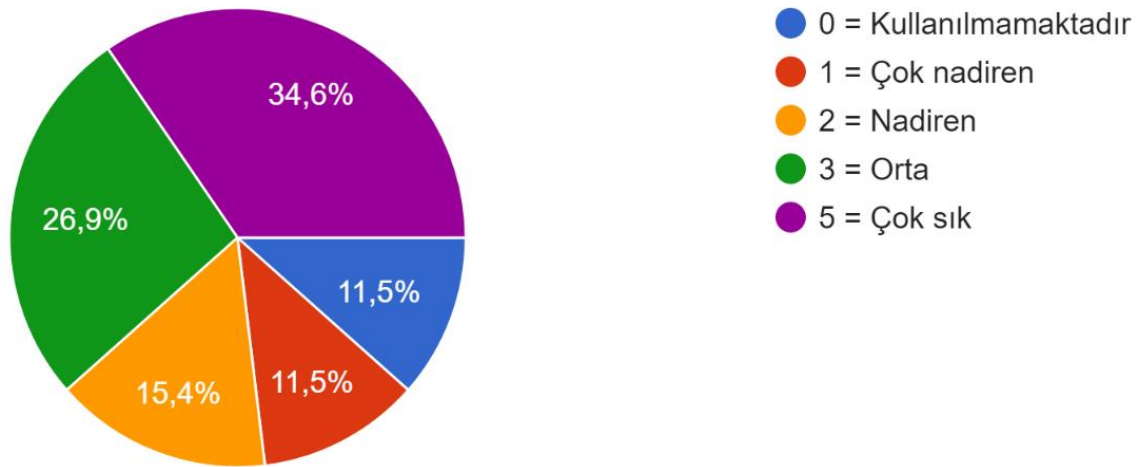
olmadığını, bir çok anket katılımcısının çeşitli ülkelerde ve işlerde YBM projelerinde yer aldığını göstermektedir.

Aynı orana sahip “5-10 yıl” ve “1-3 yıl” deneyim düzeyleri YBM’ nin benimsenmeye devam eden bir system olduğunu da göstermektedir.

9.Soru: 0 ila 5 arasında bir ölçekte, şirketinizin projelerinin YBM kullanım düzeyini değerlendiriniz.

Bu soru ile katılımcıların çalıştıkları firmalarda YBM kullanımı ölçülmek istenmiştir.

Firmalar bazen bir YBM projesine dahil olduklarında zorunlu olarak kullanmakta, bazen ise aldıkları kararla firmanın sadece YBM projelerinde yer alması ile kullanım gerçekleştirmektedir.



Şekil 4.8 Firmaların YBM Kullanım Düzeyi Sonuçları

Katılımcılar arasında YBM’nin çok sık kullanılması %34,6 oranıyla öne çıkmaktadır.

10.Soru: YBM’ sini kullandığınız projelerinizin adı ve türleri nelerdir?

Bu soruda Türkiye’de en çok hangi bina programlarında YBM kullanıldığı saptanmak istenmiştir.

Soruyu yanıtlayan katılımcıların YBM kullandıkları proje bilgileri Tablo 4.1 ‘de listelenmiştir.

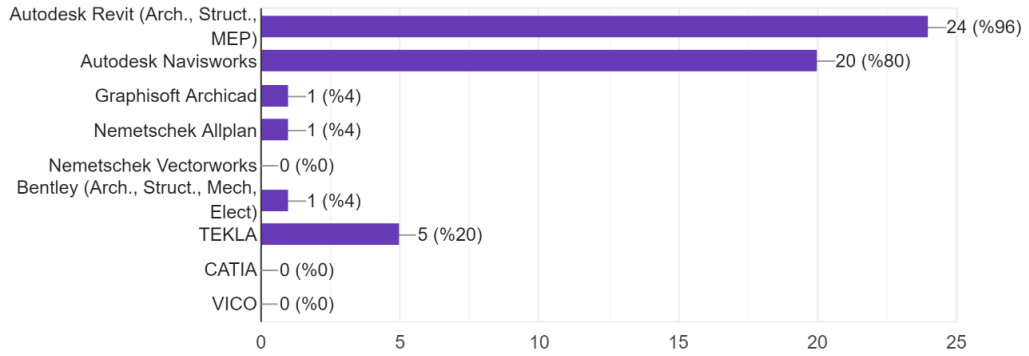
Tablo 4.1 Anket Katılımcısı Firmaların YBM Kullandıkları Projeler

YBM Kullanılan Proje Türleri	Örnek Verilen Projeler
Havaalanı	İstanbul Havaalanı, KKTC Ercan Havaalanı
Metro	Kabataş - Mecidiyeköy - Mahmutbey Metro Projesi, Dudullu Bostancı, Ataköy İkitelli Metro Projesi
Hastane	Okmeydanı Hastanesi, Altunizade Hastanesi, Maslak Hastanesi, Bağdat Caddesi Yeni Klinik Projesi, Bodrum Yeni Klinik Projesi, Maslak Hastanesi Mevcut Bina Renovasyonları,
Eğitim Yapısı	Acıbadem Üniversitesi
Rezidans	Nivo İstanbul (Rezidans), İnistanbul (Rezidans), AND Pastel (Rezidans), Manisa Prime (Hotel, AVM, Rezidans), Riva Düşler Vadisi
Konut	Bizim Evler Güzelce(Konut), Marmara Evleri 4(Konut), Bizim Evler 8(Konut)
AVM	VIALAND (AVM)
Hotel	Munih Hotel Projesi,
Dini Yapılar	Bulgar Kilisesi Projesi
Banka	Central Bank of Iraq

Verilen cevaplardan görülmektedir ki Türkiye’de metro projeleri, havaalanı ve karma kullanımlı yapılar başta olmak üzere birçok projede YBM kullanımı gerçekleştirilmiştir.

11.Soru: Firmanızda aşağıdaki YBM yazılımlarından hangileri kullanılmaktadır? (bir veya birden fazla)

Sektörel YBM yazılımlarında bir çeşitlilik vardır. Bu soruda Türkiye’deki öncü firmaların hangi YBM yazılımlarını tercih ettikleri belirlenmek istenmiştir.

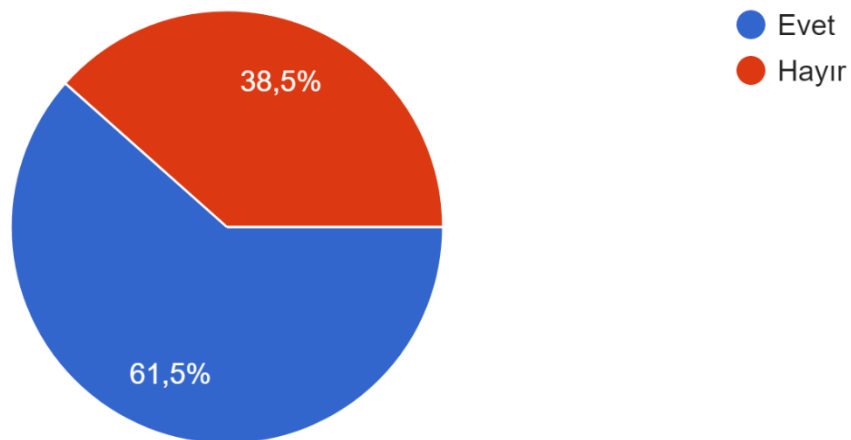


Şekil 4.9 Firmaların Kullandığı YBM Yazılımları

Katılımcılardan gelen cevaplarda görülmüştür ki çeşitlilik olsa da kullanım yoğunluğu açısından öne çıkan bazı yazılımlar bulunmaktadır. YBM yazılımlarında tüm disiplinlerin (mimari, statik, mekanik, elektrik gibi) modelleme araçlarına sahip olan Revit’ in, farklı şirketlerin YBM yazılımlarında üretilmiş modelleri veri kaybı olmadan açan Navisworks’ ün ve çelik yapılarda öncü YBM yazılımı olan Tekla’ nın katılımcılar arasında en yaygın kullanıma sahip olduğu görülmektedir.

12.Soru: YBM yazılımınızı / yazılımlarınızı kullanırken eğitim aldınız mı?

Bu soru ile katılımcıların YBM kullanımına geçerken destek alıp almadığı öğrenilmek istenmiştir.

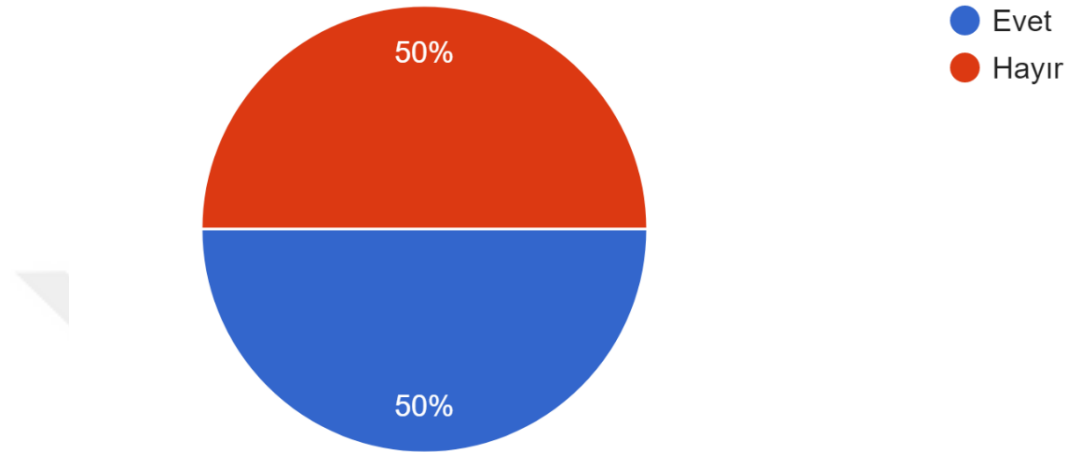


Şekil 4.10 Katılımcıların YBM Yazılımı Kullanımında Eğitim Alma Sonuçları

Katılımcıların %61,5 oranla yarısından fazlasının YBM yazılımlarını kullanırken eğitim desteği aldığı görülmektedir.

13.Soru: Firmanızda YBM ile Bulut Bilişimi bir arada kullanıyor musunuz?

Bu soru ile firmaların YBM ile Bulut Bilişimi bir arada kullanım durumu belirlenmek istenmiştir.

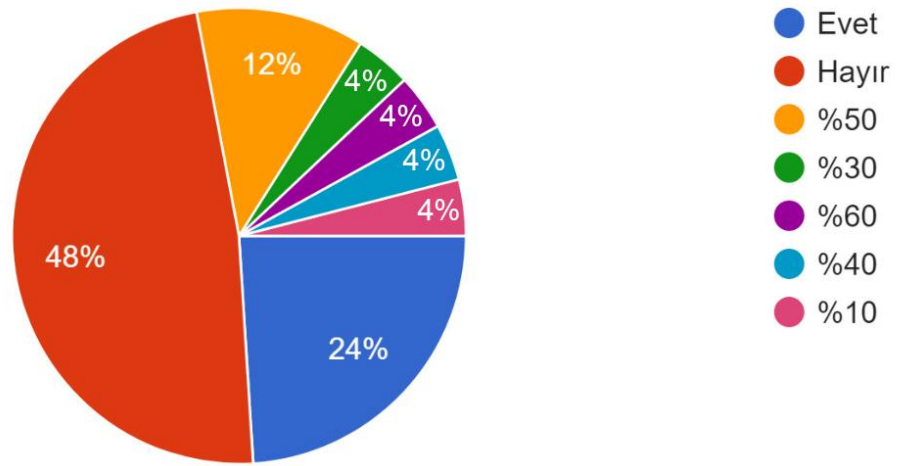


Şekil 4.11 Firmaların YBM ile Bulut Bilişimi Bir Arada Kullanım Durumu

Sorunun cevabında Türkiye’de Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat sektöründe önde gelen 26 firma çalışanının yarı yarıya bir oranla YBM ve Bulut Bilişimi beraber kullandığı görülmüştür. Bu oran Türkiye’nin Bulut Bilişime geçmekte diğer ülkelere göre çok da geri kalmadığı ve sektörde bir farkındalık oluşmuş olduğu şeklinde yorumlanabilir.

14.Soru: Bulut Bilişimi YBM projelerinizin tamamında kullanıyor musunuz, ne sıklıkta kullanıyorsunuz?

Bu soruda YBM projelerinin tamamında Bulut Bilişimi kullananları belirlemek istenmiştir. YBM projelerinin tamamında bulutu kulanmayanlardan da kullandıkları projelerde ne sıklıkta kullandıkları bilgisi toplanmıştır.

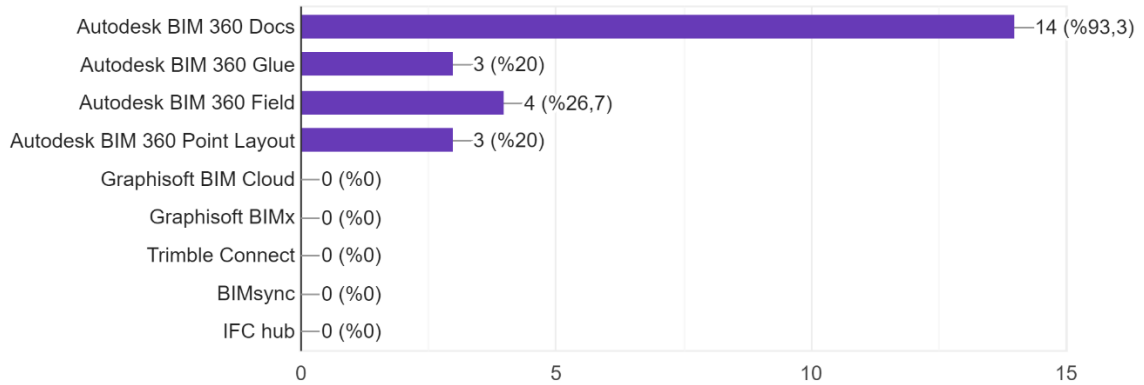


Şekil 4.12 Firmaların Bulut Bilişimi YBM Projelerinde Kullanım Oranı Sonuçları

Elde edilen sonuçta, %24 orandaki katılımcı YBM projelerinin tamamında Bulut Bilişimi de kullanmaktadır. Diğer büyük çoğunluğun da belli oranlarda YBM projelerinde Bulut Bilişimi kullandığı belirlenmiştir.

15.Soru: Firmanızda aşağıdaki Bulut çözümlerinden hangileri kullanılmaktadır? (bir veya birden fazla)

Bu soruda katılımcıların firmalarında hangi bulut çözümlerini kullandığı öğrenilmek istenmiştir.

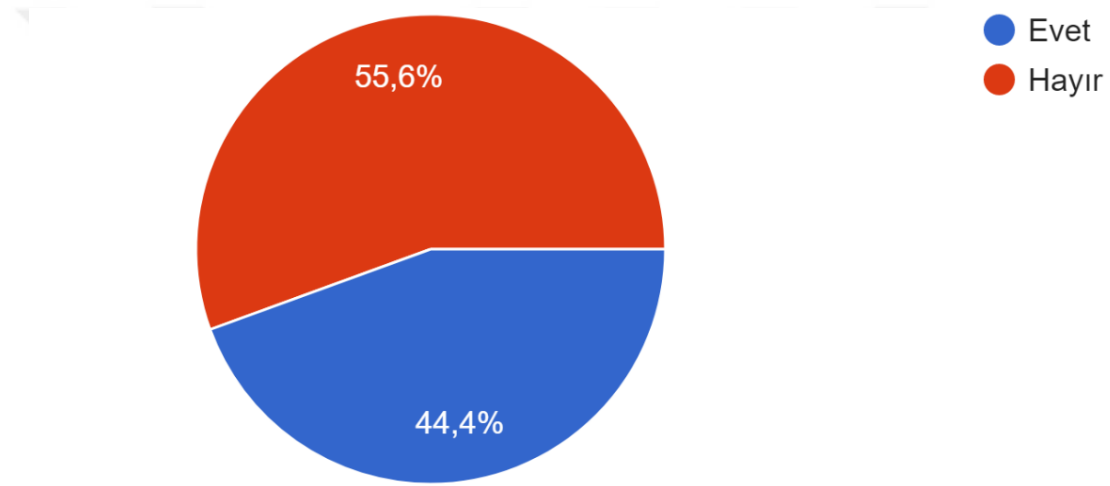


Şekil 4.13 Firmaların Kullandığı Bulut Çözümleri

Katılımcıların cevaplarından çıkan sonuçlarda %93,3 oranla Autodesk BIM 360 Docs (Doküman yönetimi yazılımı)'nın en yüksek kullanım oranına sahip olduğu görülmektedir. Bu yazılımın en önde gelen özelliği proje yaşam döngüsünde veri yönetiminin yapıldığı bir bulut ortamı olmasıdır. Literatür araştırması kapsamında farklı yazılım firmalarına ait bulut çözümlerinin özellikleri araştırılmıştır. Katılımcıların kullanım tercihini, bulut çözümlerinin özellikleri ve kabul ettikleri dosya formatlarındaki esnekliğin etkilediği düşünülmektedir.

16.Soru: Bulut yazılımınızı / yazılımlarınızı kullanırken eğitim aldınız mı?

Bu soru ile katılımcıların Bulut kullanımına geçerken destek alıp almadığı tespit edilmiştir.



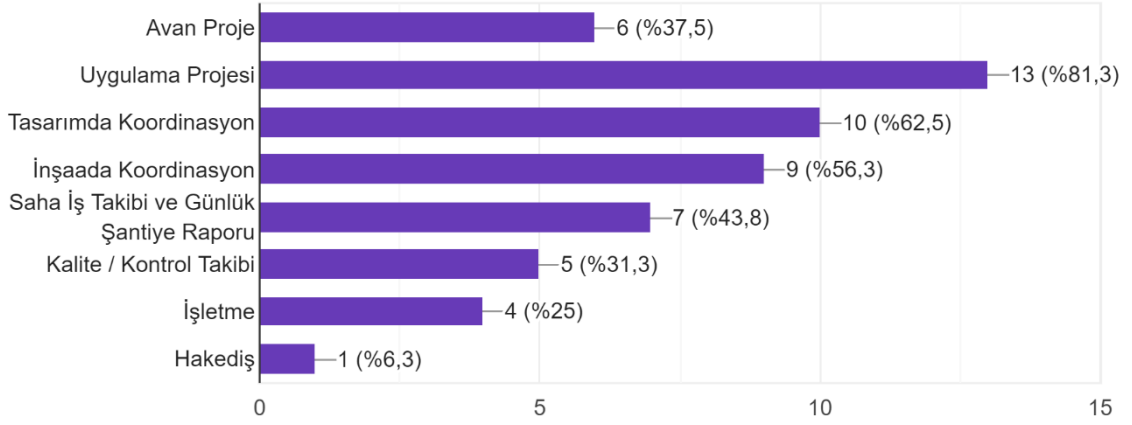
Şekil 4.14 Katılımcıların Bulut Yazılımı Kullanımında Eğitim Alma Sonuçları

Bulut yazılımlarını kullanan katılımcıların %55,6'sının eğitim desteği almadan sisteme adapte olduğu görülmektedir. Bulut yazılımı için %44 oranında eğitim desteği alınırken YBM yazılımında bu oran %61,5 olarak tespit edilmiştir.

Bu durum, YBM yazılımlarının Bulut yazılımlarından daha zor ve detaylı özellikler içerdiği bu nedenle eğitim desteğinin daha çok tercih edildiği şeklinde yorumlanabilir.

17.Soru: Hangi İş ve/veya Proje Adımlarında Bulut Kullanıyorsunuz?

Bu soruda Türkiye'de Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat sektöründeki çeşitli alanlarda çalışan katılımcılara hangi proje etabında bulut kullandıkları sorgulanmıştır.

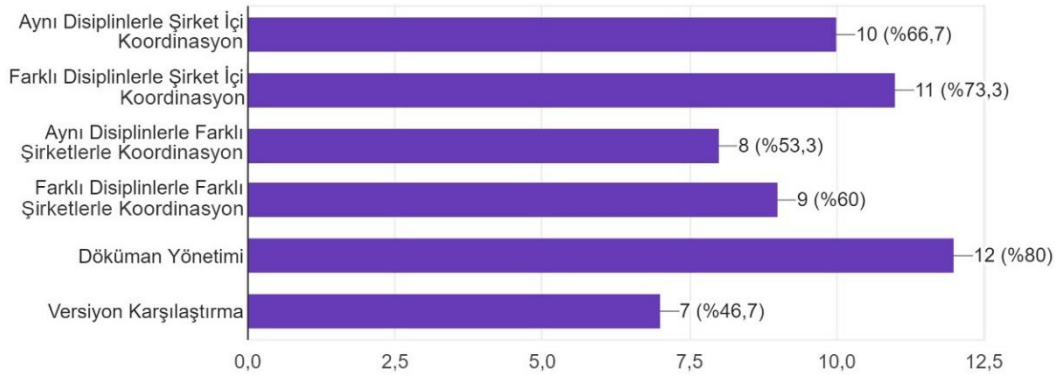


Şekil 4.15 Katılımcıların Bulut Kullandığı İş&Proje Adımları

Katılımcıların en çok %81,3 oranında uygulama projesi üretiminde bulut çözümlerini kullandığı görülmektedir. Uygulama projesi, avan projenin hazırlanmasından sonra pek çok disiplinin bir arada üretim yaptığı süreç olduğu için koordinasyon ve veri alışverişi ihtiyaçları doğmaktadır. Diğer en yüksek orana sahip olan kullanımlar; tasarımda koordinasyon ve inşaatda koordinasyon olmuştur. Yine bir çok disiplinin işbirliği içinde çalışmak için Bulut Bilişimi tercih ettiği görülmektedir.

18.Soru: Bulutu en çok hangisi için tercih ediyorsunuz ?

Bu soruda katılımcıların bulut bilişimi en çok tercih etme sebebi araştırılmaktadır.



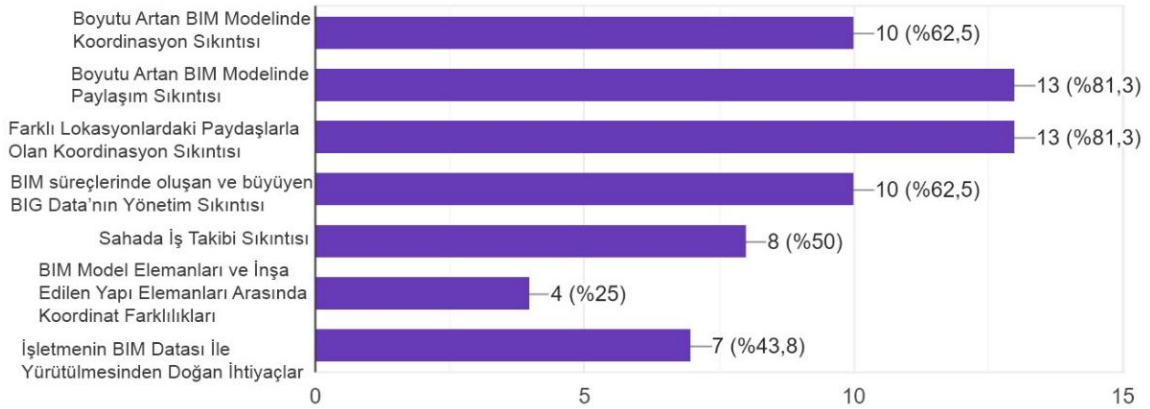
Şekil 4.16 Katılımcıların Bulutu Tercih Etme Sebepleri

Verilen cevaplarda en yüksek oran döküman yönetimine aittir. Kullanıcı görüşlerinden örnek verecek olursak; eski projelendirme ve yapım süreçlerine göre YBM proje üretim süreçlerinde daha çok dökümanın ortaya çıkmakta ve bu

dökümanların paylaşımında, güncel versiyonlarının saklanması ve kullanılmasında bulut hizmetleri çözüm olarak görülmektedir. Döküman yönetiminin ardından en yüksek kullanım oranları aynı ve farklı disiplinlerle şirket içi ve şirket dışı koordinasyona aittir. Bulut Bilişimin şirket içi ve şirket dışı, disiplin içi ve disiplin dışı aksayan işbirliği ve koordinasyona çözüm olarak kullanıldığı tercih sebeplerinde görülmektedir. Ayrıca versiyon kontrolü yapabilme bulut yazılımlarının sunduğu çok önemli bir özelliktir.

19.Soru: YBM ile Bulut Kullanımını tercih etme sebepleriniz? (bir veya birden fazla seçebilirsiniz?)

Bu soruda YBM ile Bulut kullanımını tercih etme sebebi sorulmuş, verilecek cevaplarla YBM' nin kullanımından doğan ihtiyaçları saptamak hedeflenmiştir.

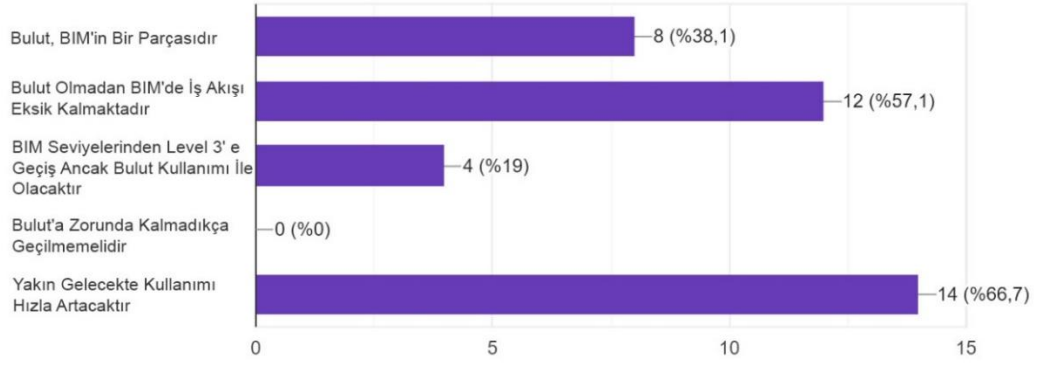


Şekil 4.17 Katılımcıların YBM ile Bulut Kullanımını Tercih Etme Sebepleri

Katılımcıların bulut kullanımının en çok “Boyutu artan BIM modelinde paylaşım sıkıntısı” ve “Farklı lokasyonlardaki paydaşlarla olan koordinasyon sıkıntısı”nı çözmek için tercih ettiği görülmektedir.

20.Soru: YBM ile Bulut kullanımını nasıl değerlendirirsiniz?

Bu soruda bulutu kullananlar ve kullanmayanlardan görüş alınarak geleceğe yönelik bakış açıları değerlendirilmek istenmiştir.

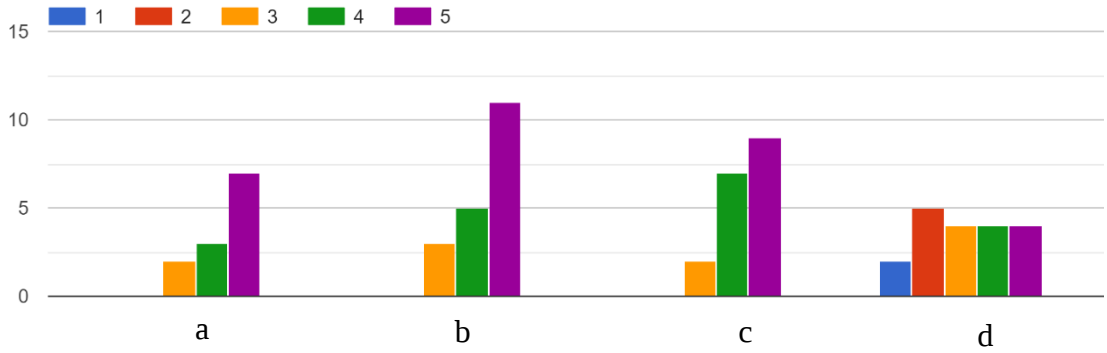


Şekil 4.18 Katılımcıların YBM ile Bulut Kullanımını Değerlendirmesi

Katılımcılardan alınan cevaplarda bulut kullanımı hakkında pozitif bir görüş birliği olduğu görülmektedir. Bulut'a geçilmemesini hiç kimse desteklemezken %66,7 oranla yakın gelecekte kullanımının hızla artacağına inanılmaktadır.

21.Soru: YBM ve Bulut Bilişimin kullanımının avantajlarını değerlendiriniz. (1=Hiç Katılmıyorum, 5=Tamamen Katılıyorum)

Çoklu değerlendirme sorularının yer aldığı 21. soruda listelenmiş olan avantajlar/değerlendirmeler için YBM ile Bulut Bilişim kullanan katılımcılardan görüşlerini 1 ile 5 aralığında dile getirmeleri istenmiştir.



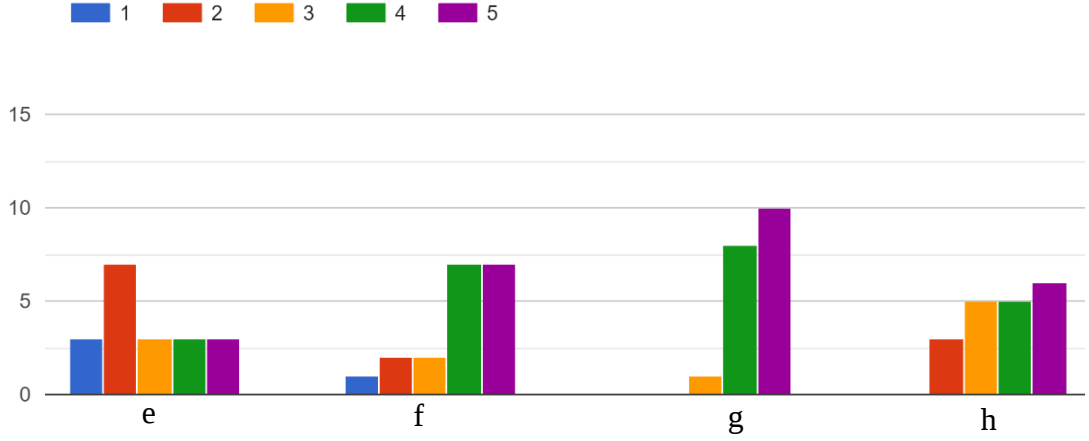
Şekil 4.19 Katılımcıların YBM ve Bulut Bilişimin Kullanım Avantajlarını Değerlendirmesi (1/6)

a: BIM Verisine Erişim Kolaylaşır.

b: Proje Üretim Sürecinde Disiplinler Arası Koordinasyonun Engelleri Azalır.

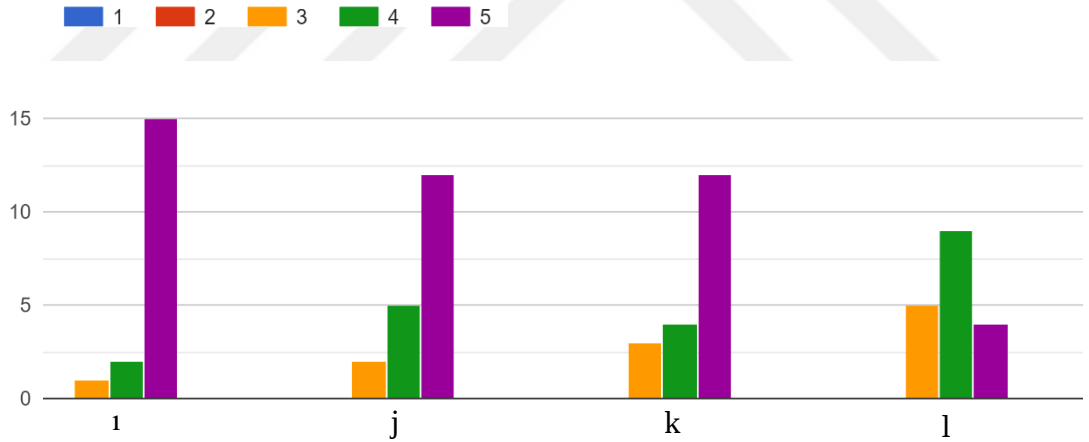
c: Disiplin İçi İletişim Artar.

d: Projelendirmeye Ayrılan Toplam Süre Azalır.



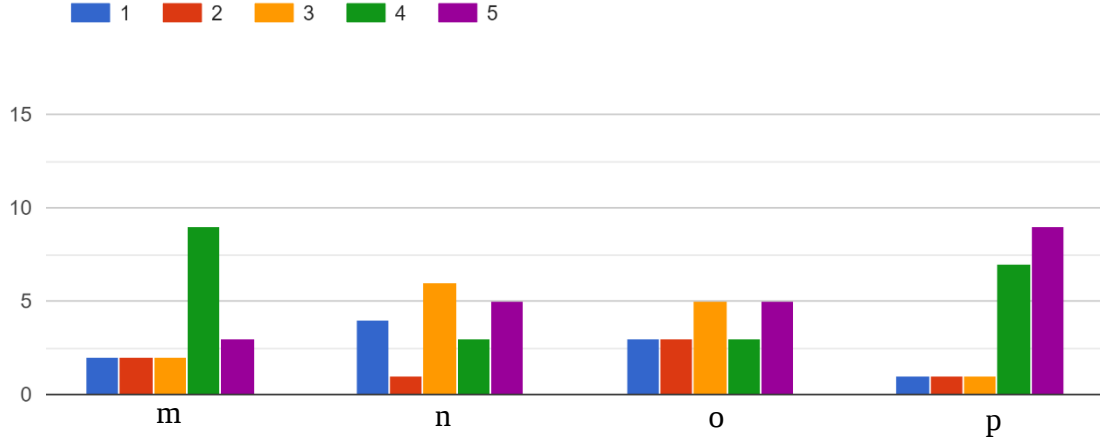
Şekil 4.20 Katılımcıların YBM ve Bulut Bilişimin Kullanım Avantajlarını Değerlendirmesi (2/6)

- e: Revizyon İhtiyacı Azalır.
f: Revizyon Kolaylığı Sağlar.
g: Verimlilik Artar.
h: Tasarım Kalitesi Artar.



Şekil 4.21 Katılımcıların YBM ve Bulut Bilişimin Kullanım Avantajlarını Değerlendirmesi (3/6)

- 1: Güncel Dökümanlara Erişim Kolaylaşır.
j: Döküman Yönetimi Kolaylaşır.
k: Süperpozelerin (Çakışma Testlerinin) Üç Boyutlu Olarak Her An Yapılabilmesi Kolaylaşır.
l: Enerji Analizi Araçları Sürdürülebilir Tasarıma Katkı Sağlar.



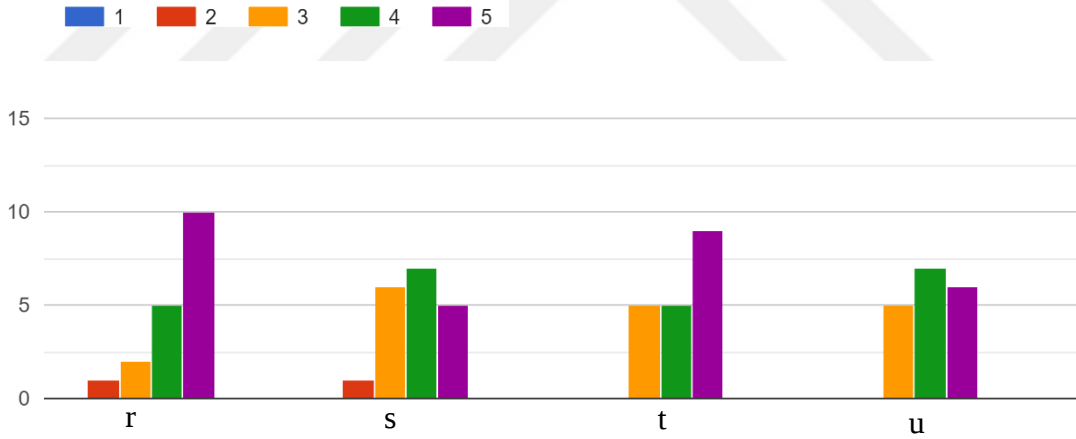
Şekil 4.22 Katılımcıların YBM ve Bulut Bilişimin Kullanım Avantajlarını Değerlendirmesi (4/6)

m: Bulut Görselleştirme Araçları Harcanan Süreyi Azaltır.

n: Donanım Maliyetleri Azalır.

o: Yazılım Maliyeti Azalır.

p: Depolama Kapasitesi Artar.



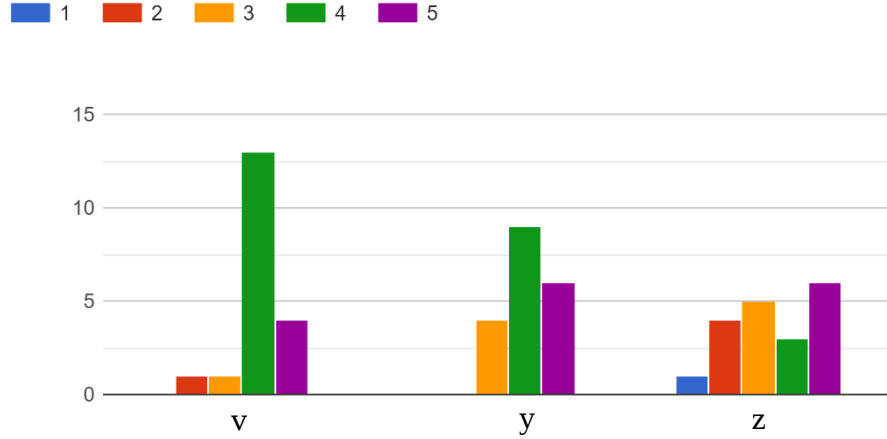
Şekil 4.23 Katılımcıların YBM ve Bulut Bilişimin Kullanım Avantajlarını Değerlendirmesi (5/6)

r: Proje ve İnşaat Süreci Yönetimi Daha Gerçekçi Verilerle Yapılır.

s: Projenin İnşaa Edilebilirliği Artar.

t: Saha Yönetimi Kolaylaşır.

u: Zaman ve Maliyet Kayıpları Azalır.



Şekil 4.24 Katılımcıların YBM ve Bulut Bilişimin Kullanım Avantajlarını Değerlendirmesi (6/6)

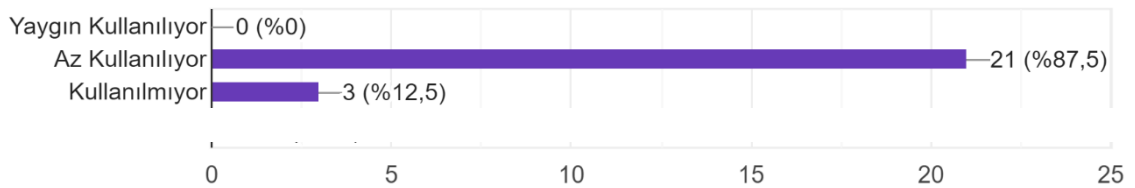
v: Tesis Yönetimi (Model Üzerinden Yapılabildiğinden) Kolaylaşır ve Tesis Yönetim Yazılımları İle Entegrasyon Mümkün Olur.

y: BIM Modelinin Başka Teknolojilerle Entegrasyonu Mümkün Olur. (Sensör, Yapay Zeka, VR v.b. Teknolojiler)

z: Veri Güvenliği Artar.

22.Soru: Günümüz Türk inşaat sektöründe, YBM ve Bulut Bilişimin kullanım yoğunluğu hakkındaki görüşünüz nedir?

Bu soruda Türkiye'deki sektörel durum değerlendirilmesi hakkında görüş alınmak istenmiştir.



Şekil 4.25 Katılımcıların YBM ve Bulut Bilişimin Türk İnşaat Sektöründe Kullanım Yoğunluğu Hakkındaki Görüşleri

Katılımcılar Türk inşaat sektöründe YBM ve Bulut Bilişimin %87,5 oranıyla az kullanıldığını düşünmektedirler.

Bazı katılımcılar bu konuyla ilgili olarak şu görüşleri ifade etmiştir;

“Kullanımın yaygınlaşması için işveren ve saha ekibinin de kullanım bilincine sahip olması gerekmektedir.”

“En iyi Yapı Bilgi Modellerine sahip olursa da bu modellerin imalat esnasında tam olarak kullanılmadığını düşünüyorum. Kültür değişimi gerekmektedir.”

“Bulut Sistemleri henüz çok yeni, gelişmeleri gerekmektedir. Tıpkı Revit 2008 versiyondan güncel versiyona kadarki gelişmeler gibi ilerleyecektir. Yakın zamanda modelleme işlerinin de bulut üzerinden yapılacağına inanıyorum.”

“Geleneksel çizim ve uygulama tekniklerinin ötesine geçmek ve ülkemizdeki projeleri YBM'ye geçirmek zaman alacaktır. Fakat en fazla 10 sene içerisinde bu geçişin tamamlanacağını düşünüyorum.”

“Kullanım arttıkça ve kullanıcı geri bildirimleri paylaşıldıkça Bulut sistemi gelişecek ve kolaylaşacaktır. Büyük projeler için halen kullanım zorluklarının olduğunu düşünmekteyim.”

“Büyük projeler dışında kullanılmadığını görüyorum.”

“Büyük projelerde kullanılıyor. YBM kullanımının tüm işlere aktarılması gerekiyor.”

“YBM ve Bulut kullanım entegrasyonunun vakit alacağını düşünüyorum.”

“YBM ve Bulut Bilişim genellikle ekonomik koşullardan dolayı büyük projeler dışında uygulanamıyor. Devlet desteğinin bu sorunları çözeceğine inanıyorum.”

4.1.3 Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Türkiye’de Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat sektörü katılımcılarından alınan bilgiler ve elde edilen izlenimler ışığında, şirketlerin büyük çoğunluğunun yurt içi ve yurt dışı uygulamalarda YBM sistemini kullanmaya başladıklarıdır.

Artık dünyada ve ülkemizdeki YBM kullanıcılarının tartıştıkları konu YBM’ nin geleceği ve yeni teknolojilerle entegrasyonudur.

YBM kullanıcılarının yarısı bulut çözümlerini de kullanmaktayken, diğer yarısı bulut çözümlerini kullanmaya geçmemiştir. Ancak Bulut Bilişimi kullanan ve kullanmayanlardan oluşan her iki grubun da yanıtladığı 20. Soru “BIM ile Bulut

kullanımını nasıl değerlendirirsiniz?”, en yüksek oranla, “Yakın Gelecekte Kullanımı Artacak” ve “Bulut Olmadan BIM’de İş Akışı Eksik Kalır” şeklinde yanıtlanmıştır.

Ölçmeye yönelik sorularındaki genel yargıya bakıldığında;

“BIM Verisine Erişim Kolaylaşır”, “Proje Üretim Sürecinde Disiplinler Arası Koordinasyonun Engelleri Azalır”, “Disiplin İçi İletişim Artar”, “Verimlilik Artar”, “Güncel Dökümanlara Erişim Kolaylaşır”, “Döküman Yönetimi Kolaylaşır”, “Süperpozelerin (Çakışma Testlerinin) Üç Boyutlu Olarak Her An Yapılabilmesi Kolaylaşır”, “Depolama Kapasitesi Artar”, “Proje ve İnşaat Süreci Yönetimi Daha Gerçekçi Verilerle Yapılır”, “Saha Yönetimi Kolaylaşır”, “Veri Güvenliği Artar” konularına katılımcılar tamamen katıldıklarını ifade etmişlerdir.

Cevaplar değerlendirilecek olursa çoğunluğun vardığı ortak yargı, Bulut Bilişimin faydalı olduğu ve YBM ile beraber kullanılmasının gerekli olduğudur.

Ancak, nadir olarak aynı düşünmedikleri noktalar da bulunmaktadır.

Ölçmeye yönelik sorularda en az ve en çok katılımın (1 – 5), benzer oranlarda kullanıldığı, “Revizyon İhtiyacı Azalır.”, “Donanım Maliyetleri Azalır.” maddelerinde bir görüş ayrılığı olduğu görülmüştür.

Bulut Bilişimin kullanıcıları donanım maliyetinin zamanla azalacağını düşünürken, fiili olarak henüz kullanıcı olmayanlar donanım maliyetlerinin azalması konusunda çekimser cevap vermişlerdir. Bunun sebebinin Bulut Bilişim Teknolojisini henüz kullanmayan katılımcıların donanım maliyetlerinin düşmesi konusunda deneyim sahibi olmadıklarından kaynaklandığı düşünülebilir.

YBM ile yapı yaşam döngüsünde deneyim elde etmiş kullanıcıların büyük bir kısmı, Bulut Bilişimin öncelikli olarak performanslarına olumlu katkıda bulunduğu ve işlerini kolaylaştırdığı fikrini desteklemektedir.

4.2 Türkiye’de Yapı Bilgi Modellemesinde Bulut Bilişime Geçiş Önerisi

Yapı Yaşam Döngüsünde farklı disiplinler ve farklı firmalar tarafından Yapı Bilgi Modeli üzerinde veya ona entegre sistemler ile veri üretimi gerçekleştirilmektedir. Her disiplinin/meslek grubunun kendi ihtiyacı olan güncel veriye, izinler dahilinde, ihtiyaç duyduğu her an ve her lokasyondan erişmesi ancak YBM ve Bulut Bilişimin beraber kullanımı ile mümkündür. Anket katılımcılarının görüşlerinin de bu doğrultuda olduğu saptanmıştır.

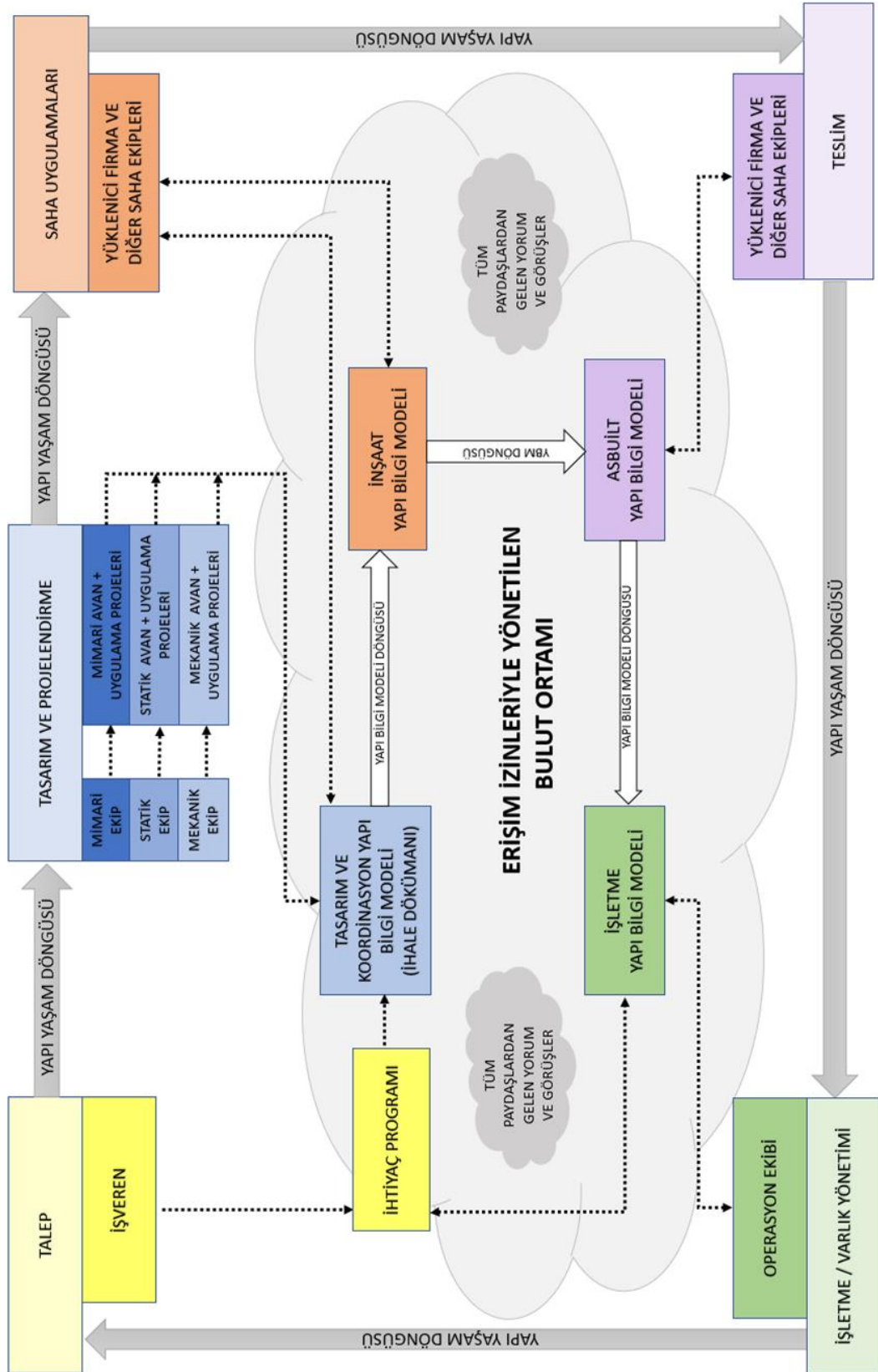
İşverenin talebi ve ihtiyaç programıyla başlayan Yapı Yaşam Döngüsü, “Tasarım ve Projelendirme, Saha Uygulamaları, Teslim ve İşletme” süreçleriyle ele alınmıştır. Tasarım ve Projelendirme sürecinde Mimari, Statik, Mekanik, Elektrik ve diğer disiplinlerce hazırlanan Yapı Bilgi Modelleri bulut ortamında oluşturulabilir veya ihale paketi halinde buluta yüklenerek bu aşamada geçiş yapılabilir.

Daha sonra “Tasarım Yapı Bilgi Modeli” saha ekiplerince belirlenen gerçek satın alma bilgileri, iş programları v.b. gibi bilgilerle şekillenerek “İnşaat Yapı Bilgi Modeli” ne dönüşmektedir. Saha uygulamaları adımı iş takibi, kalite kontrol, günlük raporlama saha koordinasyonu gibi YBM kullanımları bulut ortamından yürütülür. Bulut’ da yer alan Yapı Bilgi Modeline ve tüm proje dökümanlarına İşveren’ de dahil olmak üzere tüm paydaşlar yetki ve izinler doğrultusunda erişmekte, yorum ve görüşlerini bildirerek uygulamaya yön vermektedir. Model dışında Yapı Yaşam Döngüsündeki tüm veriler ve süreçler bulut ortamında yönetilir.

Teslim sürecinde Yapı Bilgi Modeli. “Yerinde Uygulama Modeli (As-built Model)” haline dönüştürülür ve buluta yüklenir. Bu aşamada model, uygulaması bitmiş yapının tüm güncel özelliklerini içeren bir model haline getirilir.

İşletme süreci başladığında ise varlık yönetimi ekibi “Yerinde Uygulama Modeli” ni kullanarak model elemanlarına (varlıklara) kullanım ömrü, garanti süresi v.b veriler ekleyerek “İşletme Yapı Bilgi Modeli”ni oluştururlar.

Literatür araştırması ve alan araştırması ile elde edilen bilgiler ışığında hazırlanan Şekil 4.26’ da Yapı Bilgi Modelleri ve onlar üzerindeki verilerin Yapı Yaşam Döngüsü boyunca hangi disiplinler tarafından oluşturulup dönüştürüldüğü ve bulut ortamında ne şekilde paylaşıldığını ifade eden bir süreç şeması hazırlanmıştır.



Şekil 4.26 Yapı Yaşam Döngüsünde Yapı Bilgi Modellerinin Bulut Ortamında Paylaşım Grafiği

Alan araştırmasından edinilen bilgiler sonucunda katılımcıların YBM ve Bulut Bilişimi birlikte kullanım sebepleri göz önüne alınmış, kullanım alanları belirlenmiş ve Bulut yazılımlarının YBM kullanıcıları tarafından kuvvetle onaylandığı görülmüştür. Bu kapsamda YBM kullanımlarının (BIM Uses) Yapı Yaşam Döngüsünün hangi sürecinde yer aldığı ve bulut ortamında kullanımının ele alındığı bir çalışma gerçekleştirilmiştir (Tablo 4.1). Bu sayede YBM kullanımı ve Bulut kullanımının kesişim kümesi çıkarılmıştır.

Tablo 4.2 YBM Kullanımlarının (BIM Uses) Bulut Ortamında Çalışılması ve Yapı Yaşam Döngüsünde İfadesi.

TASARIM VE PROJELENDİRME	SAHA UYGULAMALARI	İŞLETME / BAKIM / ONARIM	BULUT KULLANIMI
Mevcut Koşulları Modelleme	Mevcut Koşulları Modelleme	Mevcut Koşulları Modelleme	+
Maliyet Tahmini	Maliyet Tahmini	Maliyet Tahmini	
Faz Planlama	Faz Planlama		
Programlama			+
Saha Analizi			+
Tasarım Kritiği			+
Tasarım Oluşturma			+
Enerji Analizi			+
Yapısal Analiz			+
Aydınlatma Analizi			+
Mekanik Analiz			+
Diğer Mühendislik Analizleri (Enerji Analizi, CFD vs)			+

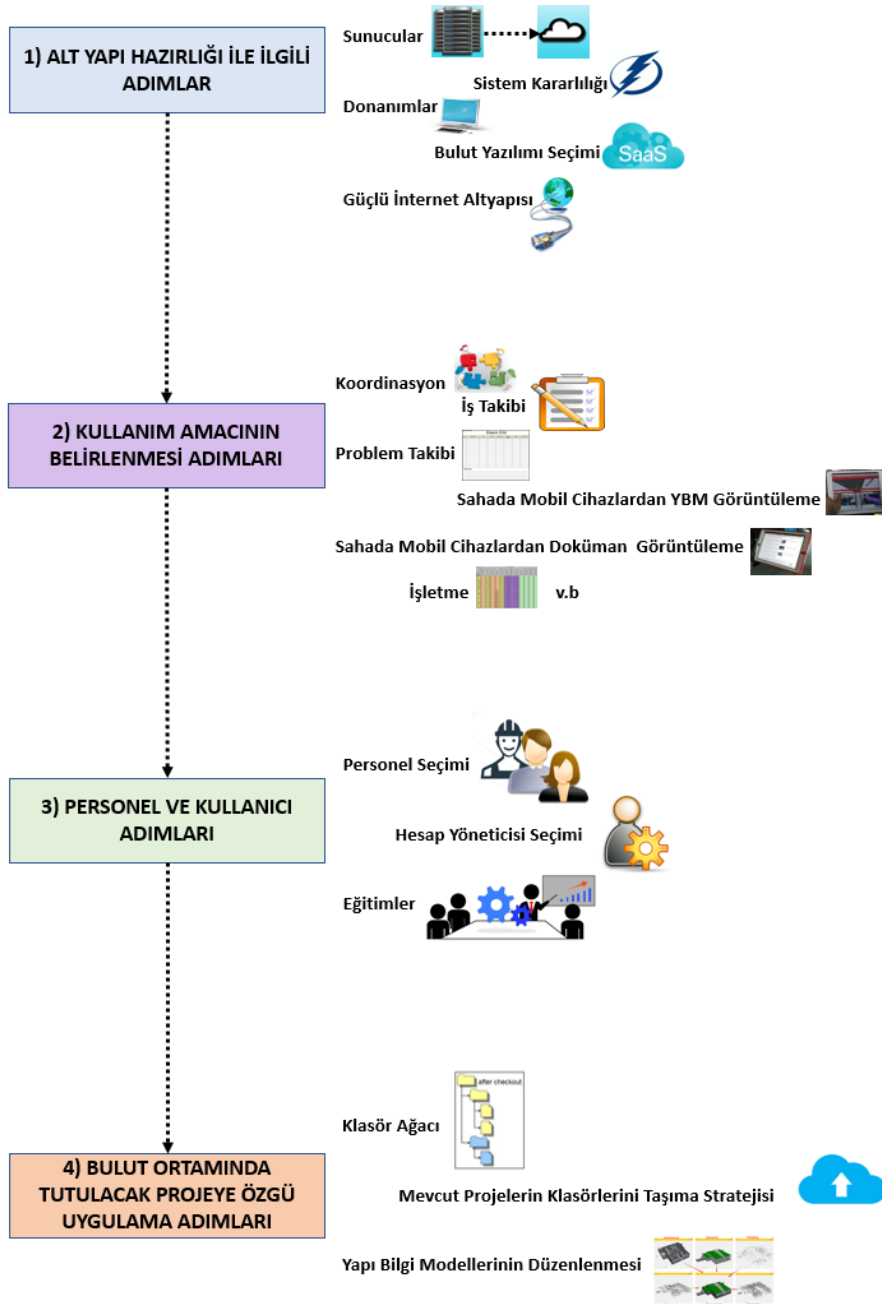
TASARIM VE PROJELENDİRME	SAHA UYGULAMALARI	İŞLETME / BAKIM / ONARIM	BULUT KULLANIMI
LEED Değerlendirmesi			+
3B Koordinasyon	3B Koordinasyon		+
	Saha Kullanım Planlaması		+
	Yapı Sistemleri Tasarımı		
	Dijital Üretim		
	3B Kontrol ve Planlama		+
	Kayıt modeli	Kayıt modeli	+
		Bakım Planlama	+
		Varlık Yönetimi	+
		Alan Yönetimi/Takibi	+
		Afet Planlaması	+

Literatür araştırmaları bölümünde bir YBM projesinin en büyük gerekliliklerinden biri “YBM Uygulama Planı (BIM Execution Plan)” olarak açıklanmıştır. Bu döküman firmanın YBM projesinin başında hazırladığı ve proje süresince başvurduğu yol haritasıdır.

Tez kapsamında gerçekleştirilen literatür araştırmaları ve anket çalışması ile elde edilen bilgiler ışığında varılmak istenen nokta YBM projelerinde Bulut Bilişimi kullanacak firmalara “YBM Uygulama Planı” mantığında yol haritası olabilecek bir döküman sunmaktır. Kullanıcı firma, literatür araştırmaları bölümlerinde yer alan YBM ve Bulut Bilişime ait özellikler, avantajlar, risklerden v.b. bilgilendirmelerden sonra sunulan “YBM Projelerinde Bulut Bilişime Geçiş için Öneri Adımlar” ile buluta geçişte yol haritasını oluşturabilecektir. YBM sürecinin birçok uygulama adımında

yer alabilecek bulut kullanımı bu sayede mevcut sisteme adapte edilebilecektir ve geçiş süreci kontrollü ilerleyecektir.

Bu bağlamda hazırlanan “YBM Projelerinde Bulut Bilişime Geçiş için Öneri Adımlar” öncelikle Şekil 4.27’ de yer alan akış diagramında özetlenmiştir. Tablo 4.2’ de geçiş adımlarının detaylı açıklamalarına da yer verilmiştir. Dört başlıkta toplanan geçiş adımları, YBM projelerinde Bulut Bilişim’e geçmek isteyen firmalar için bir klavuz niteliğindedir.



Şekil 4.27 YBM Projelerinde Bulut Bilişime Geçiş İçin Öneri Adımlar Şeması

Tablo 4.3 YBM Projelerinde Bulut Bilişime Geçiş İçin Öneri Adımlar Tablosu

Buluta Geçiş Adımları	Sıralama	Eylem	Avantaj ve Açıklama	Onay Kutusu
1) Alt Yapı Hazırlığı İle İlgili Adımlar	1	Fiziksel sunucuların bulut ortamına geçirilmesi	Daha kolay ve hızlı yönetim imkanı	
	2	Sistemin çalışma kararlılığının artırılması	Elektrik kesintisi, donanım arızalanması gibi durumlara karşı önlem alınması	
	3	İhtiyaca göre donanım seçimi	Esnek kaynak kullanımı ve kullandığın kadar ödeme imkanı	
	4	Bulut kullanımı için yapı yaşam döngüsündeki iş adımlarına uygun Bulut/YBM yazılımı seçimi ve tedariki	Yazılımların satın alınmak yerine kiralatarak kullanılması	
	5	Seçilen yazılım firmasının veri güvenliği ile ilgili yeterliliklerinin incelenmesi	Bulut yazılımı hizmeti sunan firmalardan güvenlik tedbirlerinin sorgulanması (Sertifikaları, üyelikleri v.b.)	
	6	Güçlü internet altyapısı	İnternet alt yapısı gözden geçirilmelidir.	
2) Kullanım Amacının Belirlenmesi Adımları (Arttırılabilir)	7	Tasarım aşamasında koordinasyon		
	8	Saha uygulamalarında Koordinasyon		
	9	Sahada günlük iş takibi		
	10	Sahada kalite kontrol takibi		
	11	Sahada problem takibi		
	12	Sahada mobil cihazlar kullanarak Yapı Bilgi Modelini görüntüleme		
	13	Sahada mobil cihazlar kullanarak proje ait tüm dokümanlarını görüntüleme		
	14	Teslim süreçleri takibi		
	15	İşletme süreçleri takibi		

3) Personel Ve Kullanıcı Adımları	16	Bulut ortamında görev alacak personel seçimi	Bulut ortamındaki veriye erişim sağlayacak personellerin belirlenmesi yönetici ayarları aşamasında gereklidir .	
	17	Hesap yöneticisinin belirlenmesi ve diğer personellerin görev ve yetki tablolarının bulut ortamına dahil olacak firma/firmalar tarafından oluşturulması	Bulut ortamındaki bilgilere kullanıcı hesabı olan herkes erişememektedir. Belirlenen yetki ve sorumluluklar çerçevesinde erişim veri güvenliği açısından da avantaj sağlar. Bu organizasyonu kuracak bir hesap yöneticisi belirlenmelidir.	
	18	Gerekli görülürse Bulut sisteminden çalışmaya başlamadan önce veya gerekli görülen herhangi bir adımda personel eğitimlerinin planlanması	Bulut sisteminde çalışırken sürecin başında veya ihtiyaç duyulan adımda kullanılan bulut yazılımın tedarikçilerinden eğitim ve bilgi talep edilebilmektedir.	
4) Bulut Ortamında Tutulacak Projeye Özgü Uygulama Adımları	19	Bulut ortamında yönetilecek projelerin klasör ağacının hazırlanması	Eski klasör yapısından farklı olarak erişim ve yetkiler açısından alt klasörlerin kurgusu değişkenlik gösterebilir.	
	20	Mevcut ve devam eden projelerde klasör ağacının buluta taşınma stratejisinin ve yönteminin belirlenmesi	Mevcut projelerde kullanılmakta olan fiziksel sunucularda yer alan ortak veri ortamının klasör ve dosyaları bulut ortamına taşınabilmektedir.	
	21	Yapı bilgi modellerinin buluta taşınması öncesi uygun bölünme ve birleştirmelerinin yapılması	Şekil 5.1 'de açıklanmış olan farklı süreçlerdeki Yapı Bilgi Modelleri, proje katılımcılarının erişim ve yetkilendirmeleri kurgulanarak düzenlenmeli ve bulut ortamına aktarılmalıdır.	

İlk grup olan “Alt Yapı Hazırlığı ile İlgili Adımlar” öncelikle fiziksel sunuculardan bulut sunucularına geçişle başlamakta böylece daha kolay ve hızlı veri yönetimine geçiş hedeflenmektedir. Geçiş çeşitli yöntemler ile gerçekleştirilebilir:

Fiziksel Sunucuyu Sanal Sunucuya Dönüştürme: Bulut altyapı hizmet sağlayıcıda kullanılmakta olan platforma göre uygun araçlar kullanılarak dönüştürme gerçekleştirilebilmektedir.

Temiz Kurulum: Kurumda mevcut durumda fiziksel sunucu üzerinde bulunan uygulamaların ve veri tabanlarının, yeni kurulacak bulut altyapıda tekrar kurulması işlemidir. Uygulamalar ve veri tabanları kurumda çalışmaya devam ederken bulut

altyapısı üzerinde kurulum gerçekleştirilir ve kurulum sonrası veriler yeni kurulan bulut altyapıya taşınır.

YBM ile kullanılacak Bulut Bilişim yazılımı seçimi adımında firmalar yazılım satın almadan kiralama modeline geçecektir. Bu yazılımların verimli kullanımı internet altyapısıyla doğrudan ilişkili olduğundan gerekli altyapı hazırlığının ve iyileştirmelerinin yapılması önerilir. Buluta geçen firmalar bulut sisteminin sürdürülebilirliği açısından alt yapının (internet-elektrik v.b.) kararlılığını test etmeli ve kontroller yapmalıdır.

Ayrıca veri güvenliği ile ilgili yeterlilik ve güvenceler sorgulanmalıdır.

İkinci grup; "Bulut Kullanım Amacının Belirlenmesi Adımlarıdır". Belirlenen kullanım amaçlarıyla yol haritası şekillenecektir. Koordinasyon, veri yönetimi, mobil cihazlar üzerinde proje ve YBM modeli görüntüleme veya işletme süreci yönetimi gibi kullanım amaçlarının seçimi bu adımda gerçekleştirilecektir (Tablo 4.1' de yer alan kullanım alanlarından faydalanılabilir). Alan araştırmasına katılan firmaların Bulut kullanım alanları örnek alınarak ile bu grup oluşturulmuştur ve geliştirilmeye açıktır.

Üçüncü grup geçiş adımları olan; "Personel ve Kullanıcı Adımları" nda bulut ortamında yer alacak personellerin belirlenmesi ve kullanım alanlarıyla yetkilerinin kararlaştırılması gerçekleştirilecektir. Tüm bu süreçlerin uygulayıcısı olan hesap yöneticisi (Admin) de bu adımda belirlenir. Süreç içerisinde veya sürecin başında gerekli görülürse eğitim ve danışmanlık hizmetleri planlanmalıdır. Alan araştırmasından çıkan sonuçlarda YBM' ye geçişte firmaların büyük çoğunluğunun eğitim desteği aldığı fakat Bulut Bilişim kullanımında bu durumun değiştiği saptanmıştır.

Son olarak "Bulut Ortamında Tutulacak Projeye Özgü Uygulamalar" gerçekleştirilmelidir. Klasör yapısının oluşturulması, mevcut projeler için klasörlerin buluta aktarımının kurgulanması ve en önemlisi de Yapı Bilgi Modellerinin buluta aktarımından önce kullanım alanları ve kullanıcı yetkileri göz önüne alınarak hazırlanması, birleştirilmesi veya parçalanması önerilmektedir.

Hazırlanmış olan öneri geçiş adımlarının telefon, tablet gibi mobil cihazlardan bir uygulama kullanılarak ya da yazılım sağlayıcıların web siteleri üzerinden erişilerek doldurulup kullanılması üzerine bir öneri geliştirilmiştir (Şekil 4.28).



Şekil 4.28 Uygulamanın Kullanım Araçları

Mobil cihazlarda bir kontrol listesi şeklinde doldurulması önerilen uygulama için birkaç kullanım kurgusu bulunmaktadır. 4 gruptan oluşan ve her grup başlığında yer alan öneri geçiş adımlarının kullanım avantajlarına ve yerine getirilmediği taktirdeki dezavantajına ilgili maddenin sağ tarafında bulunan + ve - butonlarından erişim sağlanır (Şekil 4.29). Kullanıcılar okudukları uygulama adımını yerine getirdiklerinde işaretleme yapar ve diğer adımlara geçerler.



Şekil 4.29 Avantaj ve Dezavantaj Bilgilerine Erişim

Aynı grup başlığına ait maddelerde bazı işlemler (personel seçimi ve personel yetkilendirmesi v.b.) birbirleriyle bağlantılıdır. Öncelikli adıma ait seçim yapılmadığı zaman bir sonraki adımın seçiminde uyarı alınacaktır (Şekil 4.30).



Şekil 4.30 Uyarı Ekranları

4 bölüm de tamamlandığında yerine getirilmiş veya getirilmemiş olan tüm geçiş adımlarına ait seçimler değerlendirilir ve YBM Projelerinde Bulut' a geçiş için uygunluk yüzdesi ekranı karşımıza çıkar. Kullanıcılar Bulut' a geçiş için % kaçlık uygunluğu sağladığını bu ekranda görebilecektir (Şekil 4.31). Tamamlanan yüzdelik dilime göre kullanıcılar geçiş adımlarında seviyelerini değerlendirebilecektir.



Şekil 4.31 Değerlendirme Ekranları

“YBM Projelerinde Bulut Bilişime Geçiş için Öneri Adımlar” gelişmeye ve geliştirilmeye açıktır. Zamanla kullanan firmalar içerisinde elde edilen deneyim ve öngörülerle gelişeceği ve geliştirileceği umulmaktadır. Sektörde YBM Projelerinde Bulut Bilişime Geçiş için bir rehber haline gelmesi hedeflenmektedir.

Yapı Bilgi Modellemesi (YBM), yapı yaşam döngüsündeki uygulamaların verimini arttıran ve Dünya’da hızla gelişen yöntemlerden biridir. YBM süreci; bir yapının fiziksel ve fonksiyonel özelliklerini içeren akıllı, üç boyutlu bir model oluşturulmasıyla başlar. Bu akıllı model yapı yaşam döngüsü dediğimiz temelde tasarım, yapım ve işletme olan süreçlerde kullanılır. YBM’ nin ayrıca yapı yaşam döngüsü boyunca tasarım oluşturma, görselleştirme, model üzerinden döküman üretimi, koordinasyon, maliyet tahmini, faz planlama, iş planı entegrasyonu, sürdürülebilirlik analizleri, yapısal analizler, diğer mühendislik analizleri, yeniden işlevlendirme & kullanım dönüşümü, işletme süreçlerinde veri yönetimi gibi birçok kullanım alanı vardır. Ayrıca bu alanlardaki birçok problemin öngörülmesinde faydaları bulunmaktadır.

Tez kapsamında (Tezin 2. Bölümü) Yapı Bilgi Modellemesine yönelik literatür araştırması yapılmıştır. YBM ile ilgili terminoloji açıklanmış ve YBM’ nin boyutları, yapı yaşam döngüsünde kullanımı incelenmiştir. Dünya’ da ve Türkiye’ de YBM kullanımı ve yayınlanmış olan standart & kılavuzların zengin bilgi birikiminden yararlanılmıştır. Bu bölüm tezin ana konusu olan Türkiye’ de YBM ile Bulut Bilişimin kullanımını araştırmaya ve anlamaya yönelik başlangıç noktasını oluşturmaktadır. YBM’ ne geçiş süreci Dünya’ da kılavuz ve protokoller gibi dökümanların oluşturulup kurgulanmasıyla gerçekleşmiştir. YBM’ nin küresel anlamda benimsenmesini ve kullanım stratejisini ele alacak olursak;

ABD, İngiltere, Norveç, Almanya, Japonya gibi birçok ülke, bilgi teknolojilerini inşaat sektöründe araştırmalar ve yatırımlar için kullanmayı benimsemiştir.

Kamu sektörü ve özel sektörle iş yapan şirketlere yardım ve destek vermek için YBM Görev Grubu veya "buildingSmart" gibi kuruluşlar kurulmuş ve bu kuruluşlar ABD, Singapur, Norveç, Fransa, Avusturalya gibi ülkelerde faaliyetlerini sürdürmektedir.

buildingSmart Türkiye Topluluğu da kısa zaman önce kurularak faaliyetlerine başlamıştır.

Başta İngiltere olmak üzere birçok ülkede kamu projelerinde YBM kullanımı zorunlu hale getirilmiştir.

Singapur'da kurulan İnşaat ve Emlak Ağı (CORENET) gibi stratejik başlatma mekanizmasının kurulması da küresel anlamda ülkelerin YBM' ye geçişteki strateji ve uygulamalarına örnek olarak verilebilir.

Türkiye' de henüz hazırlanmış bir YBM klavuzu bulunmamaktadır. Ancak bu durum firmaların YBM' ye geçişine engel olmamıştır. Her firma YBM' ye geçişte organizasyonel bir yol haritası belirler ve her YBM projesinin bir uygulama planı hazırlanır. Bu dökümanlar dünyada kabul görmüş standartlar ve kılavuzlar örnek alınarak hazırlanabilmektedir. Bu doğrultuda firmalar için, tez kapsamında ele alınmış olan YBM uygulama adımları başlamaktadır. “Teknoloji, Süreç ve Plan&Prosedür” adımları YBM' ye geçiş sürecinde örnek uygulama adımlarıdır. Özellikle teknoloji ve süreç adımları tezin konusu olan “YBM' de Bulut Bilişime Geçiş” de bizlere eşlik eden adımlardır. Teknoloji, YBM' nin en değişken bileşenidir. Her geçen gün ivmesini arttırarak gelişmektedir.

Yerel ve küresel anlamda YBM' ye geçiş süreci stratejik adımlarda ve zamanlama anlamında farklılıklar gösterse de ülkeler arasında benzer süreçlere rastlanmaktadır. Globalleşmenin buna katkısı olduğu söylenebilir. Türkiye' deki birçok proje bürosu ve inşaat firması YBM' yi aktif kullanan ve talep eden ülkelerde iş yaparak deneyim edinmiş ve bu deneyimler ülkedeki diğer işlere de yansımıştır. YBM' nin yaygınlaşması ile yeni ihtiyaçlar, tamamlayıcı teknolojilerle entegrasyonlar gündeme gelmiştir. YBM artık farklı teknolojilerle olan entegrasyonu açısından ve bu teknolojileri kullanmamızda bir köprü olarak ele alınmaktadır. YBM' nin ileri düzeyde kullanımıyla doğan yeni ihtiyaçlara çözüm Bulut Bilişim'den gelmektedir.

Tezin 3. Bölümünde Bulut Bilişim ve terminolojisi incelenmiş, tarihsel gelişiminde her ikisi de teknolojinin gelişmesiyle ortaya çıkan YBM ile paralel süreçler gözlemlenmiştir. Bulut Bilişim, bilgisayarlar ve mobil cihazlar üzerinden internet

bağlantısı koşulu ile her yerden ve her zaman güncel veriye ulaşılmasını sağlayan bir hizmettir. Her ne kadar yıllardır kullanılsa da Türkiye’ de Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat sektörü için yenidir. Ve her yeni teknoloji gibi kendisine temkinli yaklaşılmaktadır. YBM sistemine adaptasyonun tartışıldığı gibi Bulut Bilişim ve diğer teknolojilerle (yapay zeka, sensör v.b.) entegrasyonlar tartışılmaktadır. Artık YBM kullanımı ile ilgili çekimserliklerin Türkiye’ deki öncü firmalar arasında neredeyse bittiği, yeni gündemin farklı teknolojilerle entegrasyonun ve koordinasyon sıkıntıları, veri paylaşım sıkıntıları v.b olduğu görülmektedir. Tez kapsamında gerçekleştirilen alan çalışmasında katılımcıların yanıtları da bu durumu desteklemektedir. 2-3 yıl öncesinde Türkiye’ de YBM’ yi tam anlamıyla kullanmaya niyetli, geliştirmeye kararlı az sayıda firma bulunmakta idi. Ancak firmaların yurtdışında da iş yapmaya başlaması ve Türkiye’ de projelendirme & uygulama alanlarındaki son gelişmeler firmaların yeni teknolojilere ayak uydurma eğilimini arttırmıştır.

Önemli bir konu da şudur ki; Dünya’da kabul gören ve çeşitli ülkelerde zorunlu tutulan YBM sisteminin de tıkandığı noktalar saptanmıştır. Bu noktalarda Bulut Bilişimin kullanım alanları ortaya çıkmıştır. Öncelikli konu, YBM süreçlerinde ortaya çıkan verilerin depolanması, paylaşılması, güncel veriye ulaşılması ve yapı yaşam döngülerinde ihtiyaç halinde bu verilere erişilip yeniden kullanılmasıdır. Bulut Bilişimin kullanılmadığı bir süreçte veriye her yerden erişim ve doğru verinin kullanılması en problemli konudur. Bunun nedeni YBM sisteminde farklı yazılımlarca üretilen verilerin o yazılımlara sahip olmasalar bile diğer paydaşlar tarafından görüntülenip kullanılmasının gerekliliğidir. Bu probleme çözüm olarak birçok bulut yazılımının dosya formatı ayırt etmeksizin veriye erişim sağlaması sunulabilir. Özetle Bulut çözümleri YBM yazılımlarının ürettiği verileri görüntüleme ve kullanmada ortak bir dil olmuştur. Bulut Bilişimin ayrıca düşük donanım maliyeti, gelişmiş performans, düşük yazılım maliyeti, anında güncelleme, sınırsız depolama kapasitesi, arttırılmış veri güvenliği, arttırılmış dosya formatı uyumu, grup çalışması gibi avantajları bulunmaktadır.

Bulut Bilişimin servis modelleri; SaaS (servis olarak Yazılım), PaaS (Servis olarak Platform ve IaaS (Servis olarak Altyapı) ‘dır. Tez kapsamında incelenen sektörde

yaygın kullanıma sahip Bulut Yazılımları YBM süreçlerinde kullandığımız ve modeli buluta taşıyan ayrıca yapı yaşam döngüsünde süreç ve veri yönetimini bulut ortamında gerçekleştirmemizi sağlayan SaaS servis modeline aittir. Kullanılan bulut yazılımları veri inceleme konusunda dosya formatı uyumsuzluğu problemlerine çözüm olabilmektedir. İncelenen bulut yazılımları özellikleri bakımından ele alındığında hepsinin proje verisi inceleme ve depolama için kullanılabileceği görülmüştür. Ancak içlerinden bazıları yetkilendirme ve izinler konusunda düzenleme araçlarıyla bu sürecin daha kontrollü yürütülmesine imkan vermektedir.

YBM sisteminde projelendirme safhasında eski yöntemlere göre çok daha fazla doküman üretimi gerçekleştiği kabul edilir. Eskiden projeye ait sınırlı (yeterli görülen) sayıda doküman teslimi yapılırken YBM yazılımlarıyla doküman üretiminin, çizimlerin modelden üretilmesinden dolayı hızlanması sayıyı ve talepleri oldukça arttırmıştır. Bu durum grafiksel verinin artışı olarak ifade edilebilir. Ayrıca YBM Yapı Yaşam Döngüsünde birçok mesleki disiplini bir araya getirmiş ve entegrasyonlar kurulmuştur. Örneğin proje aşamasından sonra uygulama aşamasında planlama mühendislerinin Yapı Bilgi Modeli ile planlama verini birleştirdikleri süreçler yaşanır. Saha imalatları başladığında sahadan gelen günlük raporlar, yorumlar ve fotoğraflar oldukça yüklü miktarda veri anlamına gelir. İşletme sürecinde ise kendi alanında profesyonel varlık yönetimi yazılımları Yapı Bilgi Modeli ile entegre edilir ve işletme döngüsünde çok daha hızlı veri üretimi gerçekleşir. Tüm bu süreçler sonucunda ortaya çıkan veriler Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat Sektörü’ deki “BIG Data” olarak adlandırılır. BIG Data, depolanması ve yönetilmesi zor olan boyutlardaki datalardır. Günümüzde bu büyüklük onlarca terabayt’ tan (1 terabayt= 1000 gigabayt, 10 üzeri 12 bayt) petabayt’lara (10 üzeri 15 bayt) uzanır. Büyük boyutlardaki verileri saklamak ve yönetmek için iyileştirilecek server ve bilgisayarlar donanım maliyetlerini çok arttırmaktadır. Firmaların en büyük sıkıntısı IT donanım ve yazılım maliyetlerini en aza indirmektir. Bu kapsamda Bulut Bilişim’ e geçilmesi sonucu maliyet azalacaktır.

Türk inşaat sektöründe önde gelen YBM uygulamalarında koordinasyon ve veri yönetimi konuları başta olmak üzere bulut çözümleri kullanılmakta ve büyük faydalar elde edilmektedir. YBM sistemini aktif olarak kullanan firmaların

deneyimleri ve YBM sürecinde ortaya çıkan ihtiyaçları, yakın gelecekte benzer projeleri yürütenler tarafından bulut kullanımına YBM ile paralel geçileceğinin bir göstergesi olmuştur. Uygulama süreci ve sonrasında işletme sürecindeki farklı teknolojiler ve yazılımlarla entegrasyon ihtiyaçları buluta geçişi zorunlu hale getirmektedir. Ayrıca YBM kullanımını efektif hale getirmek ve globalleşmek firmaları bulut kullanımına yönlendirmektedir.

Bulut çözümlerinin faydaları genel olarak Türkiye’de Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat sektöründeki birçok YBM kullanıcı firma tarafından kabul görmüştür. Veri güvenliği konusu ise hala en çok tartışılan konudur. Dünya’ da bulut güvenliği ile ilgili alınan önlemler ve yazılım firmalarının sunduğu veri güvenliği ile ilgili bilgiler de güvenlik konusunda artışı desteklemektedir. Bulut Bilişimin kullanımı birçok sektör için yeni değildir (eğitim, sağlık v.b.), Ancak Ülkemizde Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat sektöründe yeni deneyimlemeye başladığımız bir konu olması veri güvenliğinin tekrar tartışılmasına yol açmıştır. Bu adımda iş birliği yapılan hizmet sağlayıcıların güvenlik konusunda sunduğu yeterlilikleri ve imkanları araştırılmalıdır. Hizmet sağlayıcıların sunduğu sertifikalar ve güvenlik konusunda üye oldukları topluluklar bulunmaktadır.

Bulut Bilişim adaptasyonunu ele alacak olursak, YBM’ ye geçişte şirketlerin mevcut organizasyonel yapılarını değiştirmelerine ve ek personel için bütçe ayırmalarına ihtiyaç vardır çünkü YBM süreci firmalar açısından ciddi dönüşümler gerektirir. Bu geçiş sürecinde eğitim desteği, personellerin yetiştirmesi gibi konularda kaynak ve zaman ayrılması gerekmektedir. Ancak Bulut Bilişim’e geçişte bu durum değişmektedir. Firmalar genellikle hızlı adapte olmakta, gerekli görülürse bir eğitim & danışmanlık hizmeti talep etmektedir. Çünkü Bulut çözümleri YBM iş akışını destekler niteliktedir. Bu durumda buluta geçişin, YBM’ ye geçişten daha hızlı olacağı ön görülmektedir.

Tezin 4. Bölümünde gerçekleştirilen Alan Araştırması, Türkiye’deki sektörün YBM ve Bulut Bilişim’ e olan bakış açılarını ve güncel durumu ortaya koymuştur.

Hem literatür hem de alan araştırmalarından elde edilen bilgi ve deneyimler ışığında Türkiye’ de Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat sektörlerinde YBM’ de Bulut Bilişime geçiş için öneri adımlar sunulmuştur.

Ana başlıklar;

Altyapı Hazırlığı ile İlgili Adımlar

Kullanım Amacının Belirlenmesi Adımları

Personel ve Kullanıcı Adımları

Bulut Ortamında Tutulacak Projeye Özgü Uygulama Adımları' dır.

Sonuç olarak, yapılan tüm çalışmalar neticesinde Yapı Bilgi Modellemesi' nde Bulut Bilişim' e geçişin Türkiye'de Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat sektöründe firmalar için katma değerli bir dönüşüm süreci olacağı yargısına varılmıştır. Daha uygulanabilir projeler, dijitalleştirilen bilgi akışı ve yönetilebilir bilgiler ile yapı yaşam döngüsü yönetiminde firmalar daha doğru kararlar alarak hızlı, kaliteli ve doğru bir süreç yönetimi yaparak projeleri tamamlayabileceklerdir. Ayrıca işveren beklentilerinin daha iyi yönetilebildiği, daha profesyonel bir ekosistem oluşturulacaktır.

Her değişim beraberinde direnç getirmektedir. Yapı Bilgi Modellemesi' nde Bulut Bilişim kullanım sürecinin başarı ile sonuçlanması firmaların yönetim kadrosunun desteğine, doğru altyapıların ve süreçlerin kurgulanmasına ve değişime dirence karşı gösterilecek mücadeleye bağlıdır. Bulut Bilişim ile ilgili soru işaretlerinin giderilmesi, daha çok yayın ve örneklerin oluşturulması, kullanıcılardan gelen pozitif geri dönüşler ve başarı öyküleri ile YBM ve Bulut Bilişim iş akışlarının anlaşılması kolay hale gelecek ve tez çalışması kapsamında hazırlanan "YBM Projelerinde Bulut Bilişime Geçiş İçin Öneri Adımlar" ile Bulut Bilişimin YBM ile kullanımı daha yaygın hale gelecektir.

A

Anket Uygulanan Şirketler

Yapı Bilgi Modellemesi ve Bulut Bilişim’ in birlikte kullanımının değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilen alan araştırması kapsamındaki anket çalışmasına katılan şirketler listede yer almaktadır.

- Acıbadem Proje Yönetimi
- Akad Proje ve Mühendislik
- Alsim Alarko
- ANEL
- Apsis Proje
- BOLD Mimarlık
- Doğuş İnşaat
- DOME + Partners
- EK Partners
- EMAY
- ENKA İnşaat
- ERKAAS & KOBİ
- GMO MOSKAY Mühendislik
- Gülermak-Kolin-Kalyon Metro Yapım Ortaklığı
- İGA
- İhlas Yapı
- İSBAK A.Ş.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi
- Kalyon İnşaat
- LG + Partners
- MCS Mühendislik İnşaat yönetim A.Ş.
- NET İnşaat
- Optet Makina
- Penta Teknoloji
- Sİ DESTEK Mimarlık
- Türk Hava Yolları

- [1] Succar B., (2009). Building Information Modeling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders, Automation in Construction, pp. 357-375.
- [2] IFC hub (2018). <http://ifchub.com>, 11.10.2018.
- [3] Autodesk (2018). <https://www.autodesk.com/solutions/bim>, 09.06.2018.
- [4] AIA, (2007). Integrated Project Delivery Guide.
- [5] Ofluoğlu, S., Bina Yaşam Döngüsünde BIM Uygulamaları, <http://sayisalmimar.com/2014/06/simdi-bim-ile-koordinasyon-zamani/>, 08.11.2018.
- [6] RIBA, (2012). BIM Overlay to the RIBA Outline Plan of Work. Royal Institute of British Architects, London.
- [7] AEC (UK), (2012). AEC (UK) BIM Protocol, Implementing UK BIM Standards for the Architectural, Engineering and Construction industry, Version 2.0, 01.11.2018.
- [8] BIM Forum, (2015). Level of Development Specification, BIM Forum, 30.10.2015.
- [9] AIA, (2008). Building Information Modeling Protocol Exhibit, AIA Document E202, 2008.
- [10] AIA, (2013). Project Building Information Modeling Protocol Form, AIA Document G202, 2013.
- [11] Quirk, V., (2012). A Brief History of BIM, <https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>, 11.09.2018.
- [12] Paul, S., (2018). BIM Adoption Around The World: How Good Are We?, Geospatil World, <https://www.geospatialworld.net/article/bim-adoption-around-the-world-how-good-are-we/>, 19.08.2018.
- [13] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. ve Liston, K., (2008). Managing BIM Technology in the Building Industry, AECbytes, 12.02.2008.
- [14] Hartman, T., Meerveld, H., Vossebeld, N., Adriaanse, A., (2012). Aligning building information Model Tools and Construction Management Methods, Automation in Construction, 605-613.
- [15] Erdene, S., (2018). Yapı Bilgi Modellemesi Kapsamında Hesaplama Komplekslerinin Entegrasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- [16] Dallasega, P., Marengo, E., Nutt, W., Rescic, L., Matt, D. T., Rauch, E., (2015). Design of a Framework for Supporting the Execution-Management of Small

and Medium sized Projects in the AEC-industry, Conference Paper, 4th International Workshop on Design in Civil and Environmental Engineering, At Taipei, Taiwan.

- [17] Arayıcı, Y., Egbu, C. O. and Coates, S., P., (2012). "Building Information Modelling (BIM) Implementation and Remote Construction Projects: Issues, challenges, and critiques", Journal of Information Technology in Construction, 17: 75-90.
- [18] Jordani, D. (2008). BIM: "A healthy disruption to a fragmented and broken process", Journal of Building Information Modelling, Spring 2008, Matrix Group Publishing, Houston.
- [19] Aranada, Dr. G., Wakefield, Prof. R. (2006). "Interoperability of Building Information: Myth or Reality?", School of Property, Construction and Project Management, RMIT University, Melbourne, January 2006.
- [20] Arayici Y., Aouad, G, (2010). "Building Information Modelling (BIM) For Construction Lifecycle Management", School of the Built Environment, The University of Salford, Greater Manchester UK, October 2010.
- [21] Diker, M. P., Öktem S., (2018). "Bir BIM Adaptasyon Hikayesi: Nasıl BIM Yaparız?", BIM ve Ötesi Sempozyumu, 12-13.10.2018, İstanbul.
- [22] Ofluoğlu, S., Yapı Bilgi Modelleme: Yeni Nesil Mimari Yazılımlar, <http://www.sayisalmimar.com/yayin/ybm.pdf>, 10.09.2018.
- [23] Çıtıptıoğlu, A., (2018). "Yapı Endüstrisini Sayısallaştırmak: Zorluklar, Uygulamalar ve Yol Haritası", BIM ve Ötesi Sempozyumu, 12-13.10.2018, İstanbul.
- [24] Holzer, D., (2016). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, 2nd Edition, John Wiley&Sons Ltd.
- [25] Ofluoğlu, S., (2017). Bina Yaşam Döngüsünde BIM, www.sayisalmimar.com, 10.08.2017.
- [26] Öktem, S., (2016). BIM'e Geçiş Sürecinin Organizasyonel ve Operasyonel Çerçevesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [27] Becerik-Gerber, B., Rice, S., (2010). "The Perceived Value of Building Information Modeling in the U.S. Building Industry", Journal of Information Technology in Construction, 15: 185-201.
- [28] Bew M. ve Richards M., (2008). Bew-Richards BIM Maturity Model.
- [29] Mordue, S., Swaddle, P., and Philp, D., (2015). Building Information Modeling for Dummies, 2nd Edition, John Wiley & Sons Inc., New York.
- [30] Wong, A., Wong, F. and Nadeem, A., (2009). "Comparative Roles Of Major Stakeholders For The Implementation Of Bim In Various Countries", Conference: Changing Roles: New Roles, New Challenges, At Noordwijk aan zee, the Netherlands, October 2009.

- [31] GSA, (2007). BIM Guide Overview, GSA BIM Guide Series, U.S. General Services Administration Public Buildings Service Office of the Chief Architect.
- [32] NBIM-US, (2018). National BIM Standard-United States, <https://www.nationalbimstandard.org/>, 03.08.2018.
- [33] Singapore BIM Guide, (2013). Singapore BIM Guide, Version 2, Building and Construction Authority, 2013.
- [34] McGrawHill Construction, (2010). SmartMarket Report, Green BIM. How Building Information Modeling is Contributing to Green Design and Construction.
- [35] Ademci, M. E., (2018). An Analysis Of BIM Adoption In Turkish Architectural, Engineering And Construction (AEC) Industry, M. Sc. Thesis, Mimar Sinan Fine Arts University Institute Of Science And Technology, Istanbul.
- [36] McGrawHill Construction, (2014). SmartMarket Report, The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How Contractors Around the World Are Driving Innovation With Building Information Modeling.
- [37] Aladag, H., Demirdogen, G. and Isik, Z., (2016). "Building information modeling (BIM) use in Turkish construction industry", *Procedia Engineering* (161): 174-179.
- [38] Succar B., (2010). Building Information Modelling Maturity Matrix. ChangeAgents AEC, Australia. January 2010.
- [39] Jernigan, F., (2008). BIG BIM, little bim-The Practical Approach to Building Information Modeling-Integrated Practice Done the Right Way!.
- [40] Sackey E., (2014). A Sociotechnical Systems Analysis of Building Information Modelling (STSaBIM) Implementation in Construction Organisations (A doctoral thesis), Loughborough University, Leicestershire.
- [41] Kassem, M., Iqbal, N., Kelly, G., Lockley, S., ve Dawood, N., (2014). Building Information Modelling: Protocols for Collaborative Design Processes. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, Vol.19, (pp 126-149).
- [42] Penn State CIC, (2011). BIM Project Execution Planning Guide and Templates, Version 2.1, BIM Project Execution Planning, CIC Research Group, Department of Architectural Engineering, The Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- [43] PAS 1192:2 (2013). Specification for Information Management for the Capital /Delivery Phase of Construction Projects Using Building Information Modelling, BSI. January 20, 2019.
- [44] Penn State CIC, (2013). Computer Integrated Construction Research Program, (2013). Building Information Modeling (BIM) Planning Guide For Facility Owners, 2.0 Edition, Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- [45] Allen, B. (2016). "The Future of BIM Will Not Be BIM and It's Coming Faster Than You Think", Autodesk University, Evolve Lab., Las Vegas.
- [46] Moran, M., Kanner, J., (2017). Get Ready for Artificial Intelligence In Construction, Autodesk University, London.

- [47] Budiac, D., (2018). Cloud Software, Construction Technology Trends-2018 Report, <https://softwareconnect.com/construction/technology-trends-2018-report/>, 14.10.2018.
- [48] Mangon, N., (2017). It's The End Of BIM As You Know It-Are You Ready for Connected BIM?, Redshift by Autodesk, <https://www.autodesk.com/redshift/connected-bim/>, 05.11.2018.
- [49] Kemer, N., (2018). "Yeni Teknolojiler, İşveren Yüklenici İlişkilerini Nasıl Değiştiriyor?", BIM ve Ötesi Sempozyumu, 12-13.11.2018, İstanbul.
- [50] Miller, H., (2018). İGA, İstanbul Yeni Havalimanı'nın İnşaatı İçin BIM Kullanmaya Başladı, Redshift by Autodesk, <https://www.autodesk.com.tr/redshift/istanbul-yeni-havalimani/>, 12.12.2018.
- [51] Wikipedia, AR, VR, www.wikizero.pro, 20.09.2018.
- [52] Kusano, K., (2017). Freesom Architects Advances Home Design Using Virtual Reality Showrooms, Redshift by Autodesk, <https://www.autodesk.com/redshift/virtual-showroom/>, 05.10.2018.
- [53] Shretha, N., (2018). Artificial Intelligence and Machine Vision to Increase Construction Productivity, Autodesk University, Las Vegas.
- [54] Takahashi, D., (2017). Nvidia Partners With Japan's Komatsu to Make Construction Safer With AI, <https://venturebeat.com/2017/12/12/nvidia-partners-with-japans-komatsu-to-make-construction-safer-with-ai/>, 11.10.2018.
- [55] Woyke, E., (2018). AI Could Help The Construction Industry Work Faser – And Keep Its Workforce Accident-Free, MIT Technology Review, <https://www.technologyreview.com/s/611141/ai-could-help-the-construction-industry-work-faster-and-keep-its-workforce-accident-free/>, 01.11.2018.
- [56] BDO United States, (2017). Which Of The Following Will Have The Most Measurable Impact On Your Business in 2017?, <https://www.bdo.com/insights/industries/technology/2017-bdo-technology-outlook-survey>, 11.10.2018.
- [57] Kavzoğlu, T., Şahin, E. K., (2012). "Bulut Bilişim Teknolojisi ve Bulut CBS Uygulamaları", IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 16-19 Ekim 2012, Zonguldak, 159-167.
- [58] Ceylan, E. B., Sağiroğlu, S., (2015). "Bulut Bilişimin Kurumsal Zorlukları ve Çözüm Önerileri", ISC Türkiye, Haziran 2015, Ankara, 159-167.
- [59] Bulut Bilişim, <http://www.wikizero.net/index.php?q=aHR0cHM6Ly90ci53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvQnVsdXRfYmlsacWfaW0>, 17.12.2018.
- [60] Google Cloud Konumları, <https://cloud.google.com/about/locations/?hl=tr>, 11.11.2018.
- [61] Tecim, V., Tarhan, Ç., Aydın, C., (2016). Akıllı Teknoloji & Akıllı Yönetim, İzmir.

- [62] Gartner, Inc., (2019). Worldwide Public Cloud Service Revenue Forecast, 23.12.2018.
- [63] Dokuz, A. Ş., Çelik, M., (2017). Bulut Bilişim Sistemlerinde Verinin Farklı Boyutları Üzerine Derleme, Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 6, Sayı 2, (2017), 316-338.
- [64] Tatar, M., Cloud Sunucu vs Kiralık Fiziksel Sunucu, <http://www.murattatar.net/cloud-sunucu-vs-kiralik-fiziksel-sunucu.html>, 10.12.2018.
- [65] Özdaş, M. R., (2014). Bulut Bilişimin Kamuda Kullanımı, Uzmanlık Tezi, T.C. Kalkınma Bakanlığı Bilgi Toplumu Dairesi, İstanbul.
- [66] Gönüllü, D., (2016). BIG Data, <https://www.slideshare.net/DeryaGonullu/big-data-60970611>, 20.12.2018.
- [67] Bilal, M. (2016). Big Data In The Construction Industry: A Review Of Present Status, Opportunities, and Future Trends, Advanced Engineering Informatics, August 2016.
- [68] International BIM Implementation Guide, (2014). RICS First Edition.
- [69] Bulut Bilişim Tarihçe, <http://www.wikizero.biz/index.php?q=aHR0cHM6Ly90ci53aWtpcGVkaWEuY3JnL3dpa2kvQnVsdXRfYmlsaSVDNSU5Rmlt>, 10.11.2018.
- [70] Carr, NG., (2005). "The End of Corporate Computing" Journal of MITSloan Management Review.
- [71] Younge, Andrew J., G. Laszewski, L. Wang, S. Lopez-Alarcon, W. Carithers, (2010). "Efficient Resource Management for Cloud Computing Environments", greencomp, pp.357-364, International Conference on Green Computing.
- [72] Öz, A., (2013). Bulut Bilişim Veri Güvenliği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Ankara.
- [73] Özpınar, A., (2013). "Yenilenebilir Enerji Santrallerinde Planlama ve Veri Tutulmasında Bulut Bilişim Kullanımı", 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17-20 Nisan 2013, İzmir.
- [74] Küçüksille, E. U., Özer, F. ve Sevdanur, G., Mobil Bulut Bilişim ve Geleceği, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Isparta.
- [75] Keloğlu, S., (2012). Kurumsal Yönetimde Bulut Bilişim, Denetişim.
- [76] Columbus, (2017), Roundup Of Cloud Computing Forecasts, 2017, RightScale 2017, Forbes, 13.10.2018.
- [77] IBM, <https://www.ibm.com/cloud/learn/iaas-paas-saas>, 12.12.2018.
- [78] Okutucu, B. O., (2012). Bulut Bilişim ve Teknolojileri, Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [79] Yüksel, H., (2012). Bulut Bilişim El Kitabı, <http://www.cozumparkcom/files/folders/308132/download.aspx>, Ocak 2012.

- [80] TÜBİTAK, (2017). Bulut Altyapı Hizmeti Rehberi, 10.10.2018.
- [81] Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology, 2016–2021 White Paper, <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/global-cloud-index-gci/white-paper-c11-738085.html>, 15.11.2018.
- [82] Cloud Security Alliance, <https://cloudsecurityalliance.org/history/>, 11.12.2018.
- [83] Ülke Raporu Türkiye, (2012). https://cloudscorecard.bsa.org/2012/assets/pdfs/country_reports/Country_Report_Turkey.pdf, Business Software Alliance, 28.09.2018.
- [84] Beach, T., H., Rana, O., Rezgui, Y., Parashar, M., (2013). Cloud Computing For The Architecture, Engineering & Construction Sector: Requirements, Prototype & Experience, Journal Of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications.
- [85] Stejskal, D., (2017). Cloud adoption is rising in the AEC — but what are we missing? Sage weighs in, <https://builtworlds.com/news/cloud-adoption-is-rising-in-the-aec-but-what-are-we-missing-sage-weighs-in/>, 01.10.2018.
- [86] Song, S., (2016). Virtuality Check: 3 Ways Cloud Technology in Construction Can Solve the Skilled-Labor Shortage, Redshift by Autodesk, <https://www.autodesk.com/redshift/cloud-technology-in-construction/>, 05.11.2018.
- [87] Ayvaz, B., Bilgisayar ve Bilişim Sistemleri, <https://slideplayer.biz.tr/slide/1916199/>, 15.01.2019.
- [88] Autodesk (2018). <https://bim360.autodesk.com/>, 08.10.2018.
- [89] Graphisoft (2018). <https://www.graphisoft.com/bimcloud/overview/>, 08.10.2018.
- [90] Graphisoft (2018). <https://helpcenter.graphisoft.com/user-guide/83067/>, 08.10.2018.
- [91] Graphisoft (2016). BIMcloud and BIM Server User Guide.
- [92] Graphisoft (2018). <https://www.graphisoft.com/bimx/>, 05.11.2018.
- [93] Trimble (2018). <https://connect.trimble.com/>, 05.11.2018.
- [94] Broekmaat, M., (2019). <https://community.trimble.com/docs/DOC-10028-3d-model-files>, Trimble, 11.10.2018.
- [95] Bonsma, P., (2015). Framework for BIM, hardware and software data Interoperability, INSITER.
- [96] MakeBIM, (2016). Bimsync Allows Share And Colaborate in Any Browser <https://www.makebim.com/2016/09/05/bimsync-allows-share-and-colaborate-in-any-browser/?lang=en>, 05.11.2018.
- [97] Bimsync (2018). <https://bimsync.com>, 06.11.2018.
- [98] Jain, T., (2016). BIMsync, <https://www.prototechsolutions.com/3d-cloud-engineering-app/>, ProtoTech Solutions, 10.11.2018.

- [99] BuildingSmart, <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/bcf-releases>, 28.12.2018.
- [100] Visual ARQ, IFC, <https://www.visualarq.com/features/collaboration/ifc/>, 26.12.2018.

