

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KENTSEL DÖNÜŞÜM PROJELERİ İÇİN BIM UYGULAMA PLANI
ÖNERİSİ**

DOKTORA TEZİ

Tahir AKKOYUNLU

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Bilimleri Programı

EKİM 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KENTSEL DÖNÜŞÜM PROJELERİ İÇİN BIM UYGULAMA PLANI
ÖNERİSİ**

DOKTORA TEZİ

**Tahir AKKOYUNLU
(502102009)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Yapı Bilimleri Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Attila DİKBAŞ

EKİM 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502102009 numaralı Doktora Öğrencisi **Tahir AKKOYUNLU** ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**KENTSEL DÖNÜŞÜM PROJELERİ İÇİN BIM UYGULAMA PLANI ÖNERİSİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Attila DİKBAŞ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Sema ERGÖNÜL**
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Doç. Dr. Hakan YAMAN
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Zeynep SÖZEN
İstanbul Kültür Üniversitesi

Doç. Dr. Esin Ergen PEHLEVAN
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **10 Eylül 2015**
Savunma Tarihi : **16 Ekim 2015**

Canan'a ve Zeynep'e,

ÖNSÖZ

Yapı Bilgi Modelleme (BIM) konusunda, Türkiye’de yapılan çalışmaların genişletilmesi gerektiği ve gelişmiş ülkelerde olduğu gibi BIM ile ilgili bir mevzuat geliştirilmesinin elzem bir ihtiyaç olduğu, ortadadır. Tüm sektörlerde olduğu gibi inşaat sektöründe de, istenen ürünlerin çok daha karmaşık sistemleri içermesi ve ciddi bir rekabet ortamı olması, sektörde yeni teknolojilerin rolünün artmasını gerekli kılmaktadır. Böylesi büyük ve alt sektörleri de olan endüstrilerde bu tarz uygulamaları yaygınlaştırmanın en etkili yolu, yasa ve yönetmeliklerdir. Bu noktadan hareketle, bu tezi yazmamda ve akademik olarak çalışmaya başlamamda katkısı olan; hocalarım, ailem ve arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Öncelikle bu tez boyunca bana her konuda destek olduğu, cesaretlendirdiği, bilgi ve tecrübelerinden istifade edebilme şansı verdiği ve her zaman bana gösterdiği iyimser ve olumlu yaklaşım sebebiyle; danışmanım, hocam, Prof. Dr. Attila DİKBAŞ’a

Yüksek lisans sürecimden beri beni her konuda destekleyen, bana fikirler veren ve akademik hayatta yol almamı sağlayan hocam, Prof. Dr. Sema ERGÖNÜL’e

İTÜ’deki öğrenimim boyunca danıştığım her konuda bana yardımcı olan, yol gösteren ve derslerinden çok şey öğrendiğim hocam, Doç.Dr. Hakan YAMAN’a

Beni yetiştiren ve benim için sayısız fedakârlık yapan annem Şenol AKKOYUNLU ve babam Şefik AKKOYUNLU’ya

Zor zamanlarımdaki desteği, sevgisi ve anlayışı için sevgili eşim, Canan AKKOYUNLU’ya

Her zaman yanımda olan, beni koşulsuz seven ablalarım; Ülkü İNCETÜRKMEN ve İlke BAYIR’a

Verdikleri hayat neşesi ve ilham için kızım Zeynep’e, yeğenlerim; Doğa, Kerem ve Çınar’a

Bununla birlikte, hayatımda doldurulamaz yerleri olan dostlarıma, en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ekim 2015

Tahir Akkoyunlu
Yük.İnş.Müh.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY.....	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Problemin Belirlenmesi	2
1.2 Tezin Amacı.....	4
1.3 Tez Çalışmasının Kapsamı ve Sınırları	5
2. TEZ ÇALIŞMASININ METODOLOJİSİ.....	7
2.1 Tezin Arka Planı ve Literatür Araştırması.....	7
2.1.1 Alan kategorisi	10
2.1.2 Konu kategorisi	11
2.1.3 Süreç kategorisi	12
2.1.4 Yöntem kategorisi	13
2.1.5 Yayımlanma yılı kategorisi.....	13
2.1.6 Yayın tipi kategorisi	14
2.2 Modelin Geliştirilmesi	15
2.3 Modelin Sınanması.....	18
3. YAPI BİLGİ MODELLEME’NİN GELİŞİMİ ve YAPIM SEKTÖRÜNDE YENİ YAKLAŞIMLAR	21
3.1 BIM Kavramı	21
3.2 BIM ve Yapım Sektörüne Getirdiği Yeni Kavramlar	28
3.2.1 Parametrik modelleme	29
3.2.2 Birlikte çalışabilirlik (interoperability).....	30
3.2.3 Çakışma kontrolleri (clash detections)	32
3.2.4 Çok boyutlu (nD) BIM	33
3.2.5 LOD detay seviyesi (levels of development).....	34
3.2.6 IPD (Integrated project delivery- tümleşik proje teslimi TPY)	37
3.2.7 Canlı metraj listeleri	39
3.3 BIM tabanlı programlar	40
3.4 BIM’in ölçülebilen faydaları.....	43
3.4.1 BIM’in inşaat öncesi işverene olan faydaları.....	48
3.4.2 BIM’in tasarım sürecindeki faydaları.....	48
3.4.3 BIM’in inşaat ve üretim sürecindeki faydaları.....	49
3.4.4 BIM’in inşaat sonrası faydaları	49
3.4.5 BIM’in uzun ve kısa vadeli faydaları	50
3.5 Günümüzde BIM kullanımı	51
3.6 Dünya’da BIM örnekleri.....	56

3.7 BIM'in sürdürülebilir yapılar ve atık yönetimi açısından değerlendirilmesi ...	60
3.8 Dünya'da BIM ile ilgili standartlar	63
3.8.1 A.B.D	64
3.8.2 Birleşik Krallık (UK)	66
3.8.3 Finlandiya	68
3.8.4 Singapur.....	70
3.8.5 Hong Kong	71
3.8.6 Norveç	72
3.8.6.1 Geoteknik mühendislik modeli	72
3.8.6.2 Mimari model.....	72
3.8.6.3 Yapısal model	73
3.8.6.4 Mekanik-elektrik model.....	73
3.8.6.5 Akustik model	73
3.8.6.6 Yangın güvenlik modeli	74
3.8.7 Sonuç	75
4. KENTSEL DÖNÜŞÜM UYGULAMALARINDA PROBLEMLER ve BIM ÇÖZÜMLERİ	77
4.1 Kentsel Dönüşümün Tarihçesi, Uygulanması ve Yaşanan Sorunlar	77
4.2 Dünya'da Büyük Çaplı Kentsel Dönüşüm Proje Örnekleri ve Uygulamaları..	79
4.2.1 Beyrut tarihi kent merkezi kentsel dönüşüm projesi (Lübnan)	79
4.2.2 Hiroşima Danbara kenti kentsel dönüşüm projesi	81
4.2.3 Yapım ve inşaat tekniği açısından kentsel dönüşüm projeleri	81
4.2.4 Kentsel dönüşüm projelerinde teklif aşaması	82
4.2.5 Kentsel dönüşüm projelerinde ruhsat projesi aşaması	82
4.2.6 Kentsel dönüşüm projelerinde uygulama aşaması.....	83
4.3 Kentsel dönüşüm projelerinde karşılaşılan sorunlar ve BIM çözümleri	83
4.4 Kentsel dönüşüm projelerinde mal sahibi açısından yaşanan sorunlar	84
4.5 Kentsel dönüşüm projelerinde yükleniciler açısından yaşanan sorunlar	86
4.6 Kentsel dönüşüm projelerinde kontrol mekanizmaları açısından yaşanan sorunlar.....	88
4.7 Bölüm Sonucu	90
5. KENTSEL DÖNÜŞÜM PROJELERİ İÇİN BIM UYGULAMA PLANI ÖNERİSİ.....	93
5.1 Kentsel Dönüşüm Projeleri için BIM Uygulama Planı Oluşturulması	95
5.2 BIM Uygulama Planı Süreci.....	100
5.3 Ulusal BIM Uygulama Planı İçeriği ve Özellikleri	103
5.3.1 Modelin IFC uzantılı olması.....	106
5.3.2 Modelin koordinasyonu / birlikte çalışabilirlik (interoperability)	106
5.3.3 Mevcut yapıların modellenmesi (yıkılacak / restore edilecek yapılar) ...	107
5.3.4 Topografik model.....	109
5.3.5 Mimari model	109
5.3.6 Yapısal model	109
5.3.7 Mekanik-elektrik model	109
5.3.8 Model analizleri	110
5.4 Ulusal BIM Uygulama Planının Kamu Kurumları İçin Denetim ve Onay Aracı Olarak Kullanılması	111
5.5 BIM uygulama modeli örnek organizasyon şeması.....	116

6. ÖNERİLEN MODELİN SINANMASI ve GENEL SONUÇLARI	119
6.1.1 Proje bilgileri.....	121
6.1.2 Mevcut yapı modeli	127
6.1.3 Topografik model	128
6.1.4 Mimari, yapısal ve elektro-mekanik modeller	129
6.1.5 Geleneksel yöntem ve BIM proje teslim yöntemlerinin karşılaştırılması	133
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	141
7.1 Çalışmanın Uygulama Alanı ve Sonraki Çalışmalar	146
7.2 Öneriler	148
KAYNAKLAR.....	151
EKLER.....	159
ÖZGEÇMİŞ	183

KISALTMALAR

ADTF	: Australian Department of Treasury and Finance
AEC	: Architecture/Engineering/Construction
AGC	: Associated General Contractors of America (Amerika Yükleniciler Birliği)
AIA	: American Institute of Architects (Amerika Mimarlar Odası)
ASCE	: American Society of Civil Engineers (Amerika İnşaat Müh. Odası)
BCA	: Building and Construction Authority
BEP	: BIM Execution Plan (BIM Uygulama Planı)
BIM	: Yapı Bilgi Modelleme Building Information Modeling
BIS	: Business Innovations and Skills
BREEAM	: Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology
BSI	: British Standards Institute (İngiliz standart Enstitüsü)
CAD	: Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
CADD	: Computer Aided Design and Drafting (Bilgisayar Destekli Tasarım ve Çizim)
CEO	: Chief office executive
CIB	: International Council for Research and Innovation in Building and construction
CIFE	: Center For Integrated Facilities Engineering
CRC	: Cooperative Research Center
COBIM	: Common BIM Requirements (Genel BIM Gereklilikleri)
Corenet	: Construction and Real Estate Network
DCMS	: Department of Culture, Media and Sport (Kültür, medya ve Spor departmanı)
DXF	: Drawing Interchange file format
DWG	: Drawing (Çizim dosyası uzantısı)
EH	: English Heritage (İngiliz mirası)
FM	: Facility Management (işletme yönetimi)
GSA	: General Services Administration (genel hizmetler müdürlüğü)
HA	: Hong Kong Housing Authority (Hong Kong konut dairesi)
HVAC	: Heating, ventilating, air-conditioning (Isıtma, soğutma, havalandırma)
IBIM	: Intelligent BIM
IFC	: Industry Foundation Classes (Endüstri Temel Sınıfları)
IPD	: Integrated Project Delivery (Tümleşik Proje Teslimi)
IBC	: The Institute for BIM in Canada
ISO	: International Standard Organisation (Uluslararası Standartlar)
JV	: Joint Venture (Ortak Girişim)
LOD	: Levels of Development (Detay Seviyesi)
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design
MEP	: Mechanic, Electric & Plumbing
NBIMS	: National BIM Standard (Ulusal BIM Standardı)

NBS	: National Building Specification
OCA	: Office of Chief Architect
PAS	: Publicly Available Specifications
PBS	: Public Building Services (Kamu Yapım Hizmetleri)
PDF	: Portable Document Format (Taşınabilir Doküman Formatı)
PMI	: Project Management Institute (Proje Yönetim Enstitüsü)
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TC	: Türkiye Cumhuriyeti
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UBUP	: Ulusal BIM Uygulama Planı
UK	: United Kingdom (Birleşik Krallık- İngiltere)
USA	: United States of America (Amerika Birleşik Devletleri)
URL	: Uniform Resource Locator
WBS	: Work Breakdown Structure
YBM	: Yapı Bilgi Modelleme
2D	: 2 Boyutlu Çizim
3D	: 3 Boyutlu Çizim
4D	: İş programı + 3D çizim
5D	: Maliyet analiz + 3D çizim
6D	: BIM ile analiz (enerji, ışık, gölge vs) + 3d çizim
7D	: BIM ile tesis (işletme) yönetimi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Literatür taraması meta-analiz kategoriler ve açıklamaları.	9
Çizelge 2.2 : İncelenen 10 proje ile ilgili bilgiler.	16
Çizelge 3.1 : Yetersiz birlikte çalışabilirlik sürecinin yol açtığı ilave maliyetler: Proje yaşam döngüsü boyunca	26
Çizelge 3.2 : Yetersiz birlikte çalışabilirlik sürecinin yol açtığı ilave maliyetler: Paydaşlara göre maliyet kategorileri	26
Çizelge 3.3 : Geniş kullanım alanına sahip BIM ile ilgili kavramlar ve üreticileri. ..	29
Çizelge 3.4 : Geleneksel proje teslimi ve TPY karşılaştırması	38
Çizelge 3.5 : PMBOOK Bilgi Alanları.....	46
Çizelge 3.6 : Şangay'daki vaka çalışması	47
Çizelge 3.7 : Şangay afet yönetim merkezi projesi BIM çıktıları	48
Çizelge 3.8 : BIM açısından incelenen 10 projenin envanteri	57
Çizelge 3.9 : Sutter Health işi proje bilgileri	59
Çizelge 3.10 : Yeni bir inşaatta m ² başına atık miktarı	61
Çizelge 3.11 : Yapı cinslerine göre atık malzeme indeksleri	62
Çizelge 3.12 : Yapı elemanlarının yıkıntı hacim faktörleri	62
Çizelge 4.1 : Kentsel dönüşüm projeleri ile gayrimenkul geliştirme projeleri arasındaki farklar.	85
Çizelge 4.2 : Kentsel dönüşüm projelerinin onay ve kontrolleri için BIM çözümleri	89
Çizelge 5.1 : İlgili bakanlığın BIM uygulama planı oluşturulması için yapması gerekenler ve gerekli kaynaklar.	96
Çizelge 5.2 : Model içeriği ve üreticisi (Autodesk, 2014).	97
Çizelge 5.3 : BIM Modelleri.	105
Çizelge 5.4 : Model Analizleri.	111
Çizelge 5.5 : BIM Modelleri ve modellere bağlı kontroller.	112
Çizelge 6.1 : Geleneksel yöntemlerle yapılan kentsel dönüşüm projelerinin danışman firmadan alınan verileri.	119
Çizelge 6.2 : CAD ve BIM ile yapılan tasarımda gerçekleşen adam saatler.	120
Çizelge 6.3 : Pilot proje imar hesap bilgileri.	122
Çizelge 6.4 : Pilot proje <i>mevcut</i> daire mahal ve alanları.	123
Çizelge 6.5 : Pilot proje <i>teklif edilen</i> daire mahal alanları.	123
Çizelge 6.6 : BIM modeli ile belirlenen atık malzeme miktarları.	128
Çizelge 6.7 : Kentsel dönüşüm projelerinde geleneksel yöntem/ UBUP karşılaştırması.	135
Çizelge 6.8 : Pilot proje geleneksel yöntem / UBUP karşılaştırması.	139
Çizelge 6.9 : ÇŞB verileri doğrultusunda geri dönüşümden beklenen katkı miktarları.	140
Çizelge 7.1: Önerilen UBUP modeli.	143
Çizelge 7.2: Modelin katkıları.	145

Çizelge B.1:	BIM Uygulama Planı hedefler tablosu (Autodesk, 2014).	165
Çizelge B.2:	BIM Uygulama Planı proje bilgi formu (Autodesk, 2014).....	165
Çizelge B.3:	BIM Uygulama Planı model detayları formu (Autodesk, 2014)..	166
Çizelge B.4:	BIM Uygulama Planı onay prosedürü formu (Autodesk, 2014)..	167
Çizelge B.5:	BIM Uygulama Planı model oluşturma personel kısıtlamaları (Autodesk, 2014).	167
Çizelge B.6:	BIM Uygulama Planı analiz kontrol prosedürü formu (Autodesk, 2014).	168
Çizelge D.1:	Yapı Yaklaşık Maliyet Hesabı (İnşaat Mühendisleri Odası, İMO)....	177

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Problem tespiti ve UBUP önerisi.....	8
Şekil 2.2 : Meta- sınıflandırma sistemi alan kategorisi	10
Şekil 2.3 : Konu kategorisindeki başlıklar	11
Şekil 2.4 : Yayımlanan makalelerin ilgili olduğu yapım süreçleri.....	12
Şekil 2.5 : İncelenen yayınların kullandığı yöntemler	13
Şekil 2.6 : Literatürdeki yayınların yayımlanma yılları	14
Şekil 2.7 : Yayınların alındığı veritabanları.....	14
Şekil 3.1 : Geleneksel ve BIM inşaat süreçlerinin karşılaştırılması	22
Şekil 3.2 : İnşaat ve tarım dışı diğer sektörlerin verimlilikleri	25
Şekil 3.3 : Projedeki değişimlerin süreç içerisinde proje maliyetine etkileri	27
Şekil 3.4 : Tümüleşik proje tesliminde BIM'in birincil ve ikincil kullanımları	28
Şekil 3.5 : 'One Island Project' Çakışma Kontrolü.....	32
Şekil 3.6 : Çok boyutlu BIM.....	34
Şekil 3.7 : LOD tanımları	36
Şekil 3.8 : IPD Model Proje Süreç ve akım şeması	39
Şekil 3.9 : BIM'de otomatik metraj.....	40
Şekil 3.10 : Revit Arayüzü.....	41
Şekil 3.11 : Graphisoft Archicad arayüz genel görünümü	42
Şekil 3.12 : Allplan BIM arayüz	43
Şekil 3.13 : Proje aşamalarında öngörülemeyen maliyetlerin olasılıkları	44
Şekil 3.14 : Proje paydaşları arasında yıllara sari BIM kullanım oranları	51
Şekil 3.15 : Yıllara göre değişen BIM kullanım düzeyleri	52
Şekil 3.16 : BIM kullanım oranı artışı.....	53
Şekil 3.17 : BIM kullanım düzeyi: Proje paydaşları ve firma ölçeğinde.	53
Şekil 3.18 : BIM kullanımında değişiklik talebi miktarlarındaki değişim	54
Şekil 3.19 : Dünya'da BIM kullanım oranları	55
Şekil 3.20 : Ükelere göre yüklenicilerin BIM kullanım oranları	55
Şekil 3.21 : ABD ve Birleşik Krallık'ta müşavir firmaların BIM kullanım oranları	56
Şekil 3.22 : İncelenen projelerin tüm süreçteki BIM kullanım düzeyleri	58
Şekil 3.23 : Birleşik Krallık (UK) için zorunlu BIM kullanım Aşamaları	68
Şekil 3.24 : Tekerlekli sandalyenin engelli tuvaletindeki dönüş analizi	75
Şekil 4.1 : Beyrut tarihi kent merkezi	80
Şekil 5.1 : Önerilen BIM uygulama modeli oluşturma süreci ulusal modül	99
Şekil 5.2 : Önerilen BIM uygulama modeli oluşturma süreci yerel modül	100
Şekil 5.3 : BIM modelin kontrol ve onay döngüsü	113
Şekil 5.4 : UBUP'un paydaşlar tarafından uygulanması.....	115
Şekil 5.5 : Kamu kurumu BIM uygulama planı örnek bir organizasyon şeması	117
Şekil 6.1 : Fizibilite çalışmaları için hazırlanan makro arayüzü	122

Şekil 6.2 : Kentsel dönüşüm projelerinde geleneksel metot ile inşaat ruhsatı alınma süreci	125
Şekil 6.3 : BIM uygulama planı doğrultusunda pilot kentsel dönüşüm projesinin yıkım süreci diyagramı	126
Şekil 6.4 : Pilot proje ‘mevcut yapı’ modeli.....	127
Şekil 6.5 : Pilot proje için BIM uygulama planı topografik modeli	128
Şekil 6.6 : Topografik modelden kot-kesit doğrulaması.....	129
Şekil 6.7 : Pilot proje BIM uygulama planı ‘mimari model alternatif 2’	130
Şekil 6.8 : BIM uygulama planı doğrultusunda kot kesit hesaplarının çizimi	131
Şekil 6.9 : BIM uygulama planı doğrultusunda alternatif proje denemeleri otomatik brüt alan hesaplamaları	132
Şekil 6.10 : BIM uygulama planı ‘yapısal model’	133
Şekil 6.11 : Pilot proje 4D model	134
Şekil 6.12 : Pilot proje mevcut model betonarme metrajı.....	137
Şekil 6.13 : Pilot proje mevcut model duvar metrajı	137
Şekil 6.14 : Pilot proje mevcut model cam metrajı.....	138
Şekil A.1. : Geleneksel yöntemle göre proje teslim ve kontrol iş programı sf.1	161
Şekil A.2. : UBUP’a göre proje teslim ve kontrol iş programı sf.1	162
Şekil E.1. : Pilot proje alternatif tasarım geometrik hesap excel makro arayüz.....	179

KENTSEL DÖNÜŞÜM PROJELERİ İÇİN BIM UYGULAMA PLANI ÖNERİSİ

ÖZET

Dünya'daki çoğu endüstri kendi teknolojilerini geliştirmiş ve devrimlerini yaşamıştır. Diğer endüstriler ile karşılaştırıldığında, geleneksel metotlardan kurtulamamış yegâne sektörlerin başında inşaat sektörü gelmektedir. ABD Ticaret Bakanlığı işçilik istatistikleri bürosunun yayımladığı rapora göre 1960 yılından 2000 yılına kadarki işçi verimliliklerinde; inşaat ve tarım sektörleri haricindeki tüm sektörler, büyük bir ivme ile pozitif bir artış sağlarken, inşaat sektöründe bunun aksine, gerileme mevcuttur. Bunun sebepleri analiz edildiğinde, inşaat sektöründe malzeme haricinde teknolojik bir gelişim olmaması ve yeni nesil inşaat projelerinin nicelik ve nitelik olarak çok daha fazla üretim ve detayı bünyesinde barındırması, temel sebepler olarak belirlenmiştir. Yapım projeleri artık eskiye oranla çok daha fazla detayı barındırmalarına rağmen proje üretim tekniği ve imalat teknikleri neredeyse 50 sene öncesiyle aynı yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. İşte tam bu noktada, bu ihtiyaçtan kaynaklanan çalışmalar sonucunda, inşaat sektöründe BIM (Building Information Modelling – Yapı Bilgi Modeli) adında yeni bir teknoloji geliştirilmiştir. BIM, inşaat endüstrisinin; tasarım, inşaat ve yönetim metodunu değiştiren yeni bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. BIM esasen, bir teknolojiden ziyade bir süreç ve mantalite değişimidir. Pek çok yerde karşımıza çıkan şekliyle BIM “iki kere inşa etmektir.” Önce sayısal ortamda inşa etmek, sayısal ortamdaki bu yapım işi ile ilgili gerekli problemleri belirlemek ve çözümler üretmek ve nihayet sonrasında gerçekte inşa etmektir.

Tüm dünyada, inşaat sektörüne yön veren kamu ve özel kurumlar BIM'in farkına varmışlar ve pek çok gelişmiş ülke BIM ile ilgili mevzuatlar hazırlayarak ilgili ülkede inşaat projelerinin BIM ile üretilmesi ve yönetilmesiyle ilgili çalışmalar yapmışlardır. Özellikle büyük çaplı kamu projelerinden başlayarak zaman içerisinde tüm mikro ölçekli yapım projelerinde de BIM kullanılması zorunlu hale getirilmiş ve bu teknolojinin önü açılmıştır. Bu mevzuatlar, uygulama planları ve el kitapçılarının hazırlanmasında BIM'in dünyada yayılması ve BIM ile ilgili standartların oluşmasını sağlayan önemli kuruluşlardan olan BuildingSmart'ın ciddi katkıları olmuştur. BuildingSmart dünyada BIM ile ilgili organizasyonları düzenleyen BIM ile ilgili teknik standartları açıklayan ve yayımlayan BIM tabanlı program üreten yazılım firmaları üniversiteler ve ilgili kurumların oluşturduğu en önemli BIM organizasyonudur. BIM mevzuatı oluşturan ABD, İngiltere, Finlandiya, Singapur, Norveç, İsveç gibi ülkelerin tüm standartları BuildingSmart öncülüğünde oluşturulmuştur. BIM mevzuatları sayesinde ilgili ülkelerde belirli pilot alanlar ya da projeler belirlenmiş, bu projelerle başlayan BIM uygulamaları daha sonra genele yayılmıştır. Şu an itibarıyla İngiltere ve ABD de tüm kamu projeleri BIM ile projelendirilmeye başlanmış, Finlandiya ve Singapur gibi BIM geçişini daha da önceden planlayan ülkelerde ise 5000 m²'nin üzerindeki tüm yapım projelerinin BIM ile gerçekleştirilmesi şartı geliştirilen mevzuatlarla zorunluluk haline getirilmiştir. Bu çalışma hazırlanırken BIM ile ilgili mevzuatların belirli projelerde uygulanması için

araştırmalar yapılmış, konjonktürel sebepler ve projelerin büyüklüklerine bakılıp, kentsel dönüşüm projelerinin BIM uygulamaları için çok önemli bir laboratuvar olma potansiyelleri sebebiyle BIM uygulama planını önerisinin kentsel dönüşüm projeleri özelinde yapılmasının faydalı olacağı öngörülmüştür. Kentsel dönüşüm projeleri esasen şehrin mevcut yapısını derinden etkileyen büyük çaplı projelerdir. Dolayısıyla kentsel dönüşüm projeleri ele alınırken büyük ölçekli olmaları sebebiyle çevre ile olan etkileşimleri ve proje özellikleri bir bütün olarak ortaya konmalıdır. İlgili kamu kurumları kentsel dönüşüm projelerinin uygulanmasında BIM gibi bir teknolojiden yararlanmalıdırlar. Kentsel dönüşümü her açıdan ele alan tüm etkilerini belirleyen ve problemleri önceden tespit edebilen BIM yaklaşımı ile çok başarılı projeler gerçekleştirilebilir. Muhakkak ki; öncelikle, BIM ile ilgili bir uygulama planı ve mevzuat hazırlanmalı, bütüncül proje yaklaşımı ve BIM kullanılarak proje geliştirilmelidir.

BIM 'in temel faydası, yapıyı sayısal ortamda inşa edip ileride karşılaşılabilecek tüm problemleri gerek görüntü, gerekse de simülasyonlarla belirleyebilme kabiliyetidir. Bu özellik ile yapının inşasının sorumluluğunu üstlenen tüm birimler ve paydaşlar, gerekli analizleri kolayca ve hatasız bir şekilde yapabilme imkânına kavuşmuş olurlar. BIM ile proje üretmek, model oluşturma tekniğine dayanmaktadır. Yapıyı oluşturan tüm modeller birleşip ana modeli oluştururlar. Böylece tüm modellerle ilgili ayrı analizler yapılabilir. Yapısal analiz, enerji analizi, ışık analizi, maliyet analizi vs. Özellikle kentsel dönüşüm projelerinde, yapılması gereken çok çeşitli benzetim ve analizler vardır. Kentsel dönüşüm projelerini diğeri inşaat projelerinden ayıran bazı özellikler vardır. Bunların başında mevcut yapı stoku gelmektedir. Genellikle uygulamada ezber metotlarla binalar yıkmakta ve yerlerine yenileri inşa edilmektedir. Ancak iyi bir BIM modeli ile yapının yıkılması mı yoksa güçlendirilmesi mi gerektiğine karar verilebilir. Yıkılacak bir yapı ise de, yıkım tekniğinin belirlenmesine karar verilir. Teknik olarak şu an Türkiye'de tüm büyük/küçük çaplı yükleniciler, 6307 sayılı yasanın imkânlarını kullanarak, kentsel dönüşüm ve/veya bina yenileme projeleri yapmaktadırlar. Hiç bir veri olmadan, tamamen ezber metotlarla, yapım projeleri gerçekleştirilmektedir. Bu durum, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının verilerine göre yaklaşık 20.000.000 konutun yenilenmesini amaçlayan kentsel dönüşüm düzenlemelerinin amacına zarar vermektedir. Kentsel dönüşüm projeleri gibi, büyük çaplı yapım projelerini, bir bütün olarak ele alıp, tüm parametreleriyle değerlendirip, doğru projeler üretebilmek, geleneksel yöntemlerle mümkün değildir.

Kentsel dönüşüm projelerini geleneksel yapım yöntemleri dışında çağa uygun şekilde projelendirmek ve şehirlere yeni görünüm kazandıracak bu büyük çaplı projeleri doğru bir şekilde gerçekleştirebilmek için inşaat sektörünün son teknolojik gelişimi olan BIM ile gerçekleştirilmeleri gerekmektedir. Bu çaptaki projelerin amacına uygun şekilde BIM ile projelendirilmeleri ve yönetilmeleri sonucunda BIM uygulama planının tüm yapım projelerini kapsayacak şekilde genişletilmesi çok daha kolay olacaktır.

Bu tezin ana hedefi Türkiye'de kentsel dönüşüm projelerine yönelik olarak bir BIM uygulama planı geliştirmektir. Daha önce BIM uygulama planı oluşturmış ülkelerin mevzuatları analiz edilmiş ve Türk inşaat sektörüne uygun bir modelin bulunması amaçlanmıştır.

A BIM EXECUTION PLAN PROPOSAL FOR URBAN TRANSFORMATION PROJECTS

SUMMARY

BIM is the new paradigm of the AEC industry changing; design, construction and management techniques. It was required that such as this innovation fading up the productivity has been created for the AEC industry. In spite of the fact that AEC industry is one of the greatest power of the economy for many countries in the world, productivity of the industry couldn't have been improved (1960 to 2000). Productivity of the industries except AEC and agriculture, have been enhanced by using technology. Today the expectations from AEC industry, including; alternatively design options, sustainable projects, accurate cost estimations and lowest waste materials won't be able to fulfill with existing methodologies. The traditional project delivery methods such as design & built or design-bid-build having separated progress would be the insufficient way to the current construction requirements on account of the fact that raising project details and required accurate estimation of the project are becoming characteristics of the new generation construction projects. Today, all stakeholders sharing the responsibilities and executing the works, should manage the construction projects involving structural analysis, energy analysis, lightening analysis etc. as an integrated model. For instance, a structural engineer must be able to reach all details of the model and analyse by using other information settled within the architectural or plumbing elements. Everyone in the project can get the information which supposed to be used in relevant analysis. Thus, it is able to be provided that misunderstanding projects details are reduced. Wasting time on account of the misunderstanding issues can be prevented by using BIM which facilitates to understand the model with 3D integrated information.

Furthermore, construction projects which comprises complex & integrated systems having clashing risks with each other can only be solved through the developed management systems supported by software. The unique system for AEC which is not only a software but also a process is named as BIM. This new philosophy and methodology, providing facility to easy observation and accurate information to the user is being rapidly accepted and comforted among the firms having innovative perspective. As the unique revolution of the AEC called BIM uses in advance, the project inaccuracy such as clash detections, misunderstanding details, unsatisfactory estimates, unreal schedules will reduce or even disappear.

Concept of BIM get new definitions acquired such as 4D scheduling, clash detection, interoperability and etc. These notions improving construction management quality which is one of the most remarkable point when a construction project proceeds. Project managers and stakeholders utilizes that the 4D scheduling deriving from BIM model which facilitates to arrange all activities of the project efficiently. Today's complicated construction projects which have limited budgets relating the edges' of deadlines determined in schedules need visual programing. When a project's

schedule produced by using BIM model is exist as a 4D model, estimators and schedulers will be able to control all the process including construction utilizing animations which can be produced from 4D. The main logic of the 4D model creation is that to attach all activities defined in the schedule to the related 3D elements.

The other concept named as clash detection which can evaluate and also superpose the systems within the project as important as 4D scheduling. This feature of BIM which facilitate to control accordance of the elements settled in the project is one of the most useful tool to reduce project cost. As the clash detection use to determine conflicts of the system elements such as structural beams and ducts, the project budget will be maintained into the acceptable edges through reducing defaults and corrections.

Plenty of countries (ABD, England, EU, Finland, Norway, Hong Kong, Singapore and others) which realized the benefits of BIM that can edit the construction projects have decided to arrange BIM regulations so as to improve quality of whole process of the construction. They aimed that the big construction projects executed under contrats including different technical analysis, scheduling and cost estimating are promoted through BIM. The projects having bigger area than stated magnitute or determined government projects are generally inception or pilot projects of these regulations. Especially for government projects, the bidders have to produce their competitive offers in accordance with the related BIM regulations. Thereby, the authority which must control and evaluate the projects through the regulations for approval will be able to execute the process easilly and rapidly.

When the countries decided to make a regulation about BIM, the organisation named Building Smart which is studying about BIM worked as a consultant for governments to improve a competible BIM regulation. Building Smart has produced many regulations which specilized for different countries. These created regulations has become a better guide for the countries thinking out to arrange a BIM regulation. Despite the fact that every country has distinctive circumstances, the created regulations which require to using BIM can be a good support for a new one. For sure, countries which intends to get a BIM mandate, don't need to settle a BIM plan covering all clauses of the regulations generated by other countries. It is possible that the clauses which are required for the country's vision can be settled into the spesific BIM regulation. BIM codes are included several chapters which are about drafting rules, scheduling properties, project delivery methods etc. It is required that detailed drafting rules and approved annotation styles must be put into the regulations.

On account of the fact that most of firms and institutions resist to use BIM in their projects, BIM utilization can not be reached desired level. It is the most effective way improving the usage of BIM that governments constitute the BIM codes. Some reasons of the resistance to use BIM are related with the conservative attitudes. Unless the opinion which advocates that construction does not need any revolution and it can be executed with existing tools and methods, is varied, BIM transition won't be able to be completed. BIM must be used as a tool of complex projects which consists multi systems and countless elements in addition to integration design requirements. Management of such these projects shoud execute with BIM to provide accurate analysis, faciliating to understand project and preventing fatal erros. Owing to BIM, integrated project delivery which can maintain to execute projects through a one model faciliating to collaboration will be used as a construction

management method. It is obvious that BIM will become a brand new management technique tool via government BIM regulations.

This study focused on specifically, generating a BIM regulation for urban renewal (urban transformation) projects within Turkey. The law 6307 related to urban transformation, has facilitated to start big construction projects. On account of it is thought that approximately 20 000 000 house will be transformed supporting 6307. An effective construction management system which has ability solving issues including enviromental effects during design stage should be settled.

Transformation projects which must be designed by considering all challenges, such as existing structures, demolition methods, traffic arrangement during construction etc. stand an effective design tool and useful management techniques which can only be provided by BIM for AEC industry.

That the transformation projects are the inception of the BIM regulation within Turkey is related to effects of the transformation projects on AEC industruy. Unless BIM is implemented, the transformation projects won't be able to reach the level that is aimed. The transformation projects must be designed with alternative selections. BIM is one of the easiest way of creating alternative design options As the alternative design options is existence, the most suitable selection at the transformation region can be found.

Due to the fact that, it's very hard to inspect such this magnitude of the transformation projects, Turkey's AEC industry needs an effective BIM regulation. If the offered BIM regulation can be implemented successfully within the transformation projects, Turkey will enhance the regulation for the other type of the construction projects. It is obvious that the transformation projects might be the start point of the BIM regulations in Turkey.

As a result, this thesis aimed to improve a proposed BIM execution plan for the urban transformation projects within Turkey. The previous implementations about BIM regulations which have been settled by the countries where usage of BIM has been developed were analyzed. The suitable proposal for the transformation projects has been intended to be found.

1. GİRİŞ

Günümüzde inşaat sektörü çok önemli değişim ve gelişimler yaşamaktadır. Bunun en önemli nedeni, inşaat projelerinin giderek daha zor yönetilen ve çok daha karmaşık hale gelen sistemleri barındırmasıdır (Alshawhi ve Ingirige, 2003; Chan ve diğerleri, 2004; Williams, 2002). İkincisi ise proje boyutlarının eskiye oranla çok büyümesidir. Bu değişimden inşaat yönetimi de nasibini almaktadır. Eskiden mimari, statik, mekanik ve elektrik projeleri yapıp buna bir de iş programı eklendiğinde proje ve inşaat yönetimi tamamlanmış olurken artık bu mümkün olamamaktadır. Günümüzde inşaat projeleri yapılırken enerji analizleri, ışık/gölge simülasyonları, yeşil bina üretim metotları, sanal şantiye (visual site) teknikleri, yalıtım projeleri, akustik detaylar, otopark simülasyonları, çevresel etki değerlendirmeleri gibi pek çok parametre inşaat projelerinin vazgeçilemez unsurları haline gelmiştir. Hal böyle olunca geleneksel inşaat yönetimi ve proje teslim yaklaşımlarının da değişmesi kaçınılmaz olmuştur. Bu bağlamda ve ihtiyaçlar ışığında yapımda enformasyon teknolojisi uygulamalar geliştirilmiştir. BIM (Building Information Modelling) - YBM (Yapı Bilgi Modelleme) yapım proje yönetimi açısından, literatür kaynakları tarandığında her yıl dikkate değer biçimde artan bir araştırma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. BIM (YBM) tüm dünyada bir kavram olarak kabul edildiği için bu tezde de YBM değil BIM olarak kullanılacaktır.- BIM, uyum, birlikte çalışabilirlik ve disiplinler arası işbirliğini kolaylaştırması gibi özellikleriyle yapım endüstrisindeki en önemli gelişmelerden birisidir (Valande ve diğerleri, 2008). BIM, CAD (BDT) teknolojisinin getirdiği yeniliğin çok ötesinde, çok daha temel bir değişim hatta devrim denilebilecek bir süreci başlatmıştır. BIM esasen bir yapım projesinin tek bir model üzerinden tüm parametreleriyle projelendirebildiği, simule edebildiği, istenilen çıktının istenilen şekilde alınabildiği ve her türlü değişimin anında, tüm çıktılara aktarabildiği bir teknolojidir.

Kentsel dönüşüm kavramı ise son yıllarda, tüm dünyada daha fazla gündeme gelen özellikle gelişmekte olan ülkelerin başvurduğu kullanılması tehlikeli yapı stoku yenileme yöntemlerindendir. Türkiye’de 2012 yılında yürürlüğe giren 6306 sayılı

“Afet Riski Altındaki Alanların Dönüşümü” hakkındaki kanunun yürürlüğe girmesiyle, 20 yılda yaklaşık 6,5 milyon konutun yenilenmesi öngörülmektedir. Yıkım ve yeniden inşa maliyeti için yıllık 44 milyar TL finansman gerekmektedir (Cushman & Wakefield, 2014). Bunlara ek olarak; tabiatları gereği, kentsel dönüşüm projeleri, büyük ve karmaşık inşaat projeleridir. Buradan hareketle, kentsel dönüşüm projelerinin ileri teknoloji içeren inşaat yönetim metotlarıyla gerçekleştirilmeleri gerekmektedir. BIM, bu büyük çaplı yapım projelerini gerçekleştirmenin en iyi yöntemi olabilir. Çünkü böylesine büyük rakamların söz konusu olduğu bir sürecin BIM ile yürütülmesi ile enerji tasarrufu, geri dönüşüm, dayanıklı yapılar ve çevre ile uyumlu binalar gibi konularda ciddi kazanımlar elde edilecektir.

1.1 Problemin Belirlenmesi

Dünyada ve Türkiye’de sıklıkla gündeme gelen ve uygulanan ‘kentsel dönüşüm’ projelerini diğer inşaat projelerinden ayıran önemli farklılıklar vardır. Son zamanlarda, Türkiye’de yürütülen kentsel dönüşüm projelerinde, projelendirme, yapım, çevre ve atık yönetimi açısından sorunlar yaşanmaktadır. Bu sorunların en önemli sebeplerinden birisi, kentsel dönüşüm projelerinin uygulamalarını, diğer inşaat projeleriyle bir tutan teknik mevzuat gölgesindeki uygulamalardır.

Kentsel dönüşüm projeleri, çoğunlukla, mevcut yapıların yıkılıp, yerine yeni bir yapı inşa edilen projelerdir. Bu bakımdan, kullanılan bir yapı söz konusudur ve bu yapıyla ilişkili olan insanlar vardır. Tez kapsamında, tez ile ilgili bilgilerin temin edilmesini sağlayan ve İstanbul Kadıköy bölgesinde kentsel dönüşüm danışmanlığı yapan bir firmadan teze altlık olacak 10 farklı kentsel dönüşüm projesinin bilgileri alınmıştır (Ek: 1). Genellikle, kentsel dönüşüm projelerinde tespit edilen problemler şöyle özetlenebilir:

- i. Boş bir arsa üzerine yapılacak yeni bir yapıda, genel olarak az sayıda veya yalnızca tek bir işveren varken, kentsel dönüşüm projelerinde bu sayının 100’lerle ifade edilebildiği örnekler mevcuttur. Projelendirme aşamasında bu durum önemli zorluklar yaratmakta ve sürekli proje revizyonu gerektirmektedir.
- ii. Kentsel dönüşüm projelerinin tamamı şehir merkezlerinde geliştirilen büyük çaplı projeler olduklarından, yıkım ve yapım aşamaları sebebiyle çevreyle önemli

etkileşimleri olmaktadır. Yalnızca çevre kirliliği değil, diğer yapılarla ve trafikle ilgili etkilerinin de ortaya konup, düzenlemeler yapılması gerekmektedir.

iii. Kentsel dönüşüm projelerindeki bir diğer farklılık ise, yıkılacak yapıdan sağlanacak atık malzeme yönetimidir. Bunun için mevcut yapı modelinin olması, yapılacak iş programı ve maliyet tahmininin bütüncül bir şekilde yapılması açısından önemlidir.

iv. Kentsel dönüşüm projelerinin hızlanmasıyla birlikte iş yükleri fazlasıyla artan kamu kuruluşları –özellikle belediyeler-, yönetmeliklerin kendilerine yüklediği yeni nesil proje kontrollerini ancak uzun süreler harcayarak yapabilmektedirler. Sadece teknik kontrollerle sınırlı olmayan bu kontrol süreci, hukuki ve idari bir takım kontroller de gerektirmektedir. Örneğin; kat maliklerinin tek tek dairelerinin durumları, eski yapı yerine yapılacak yapının yeni yönetmeliklere uyumu gibi. Tüm bu sebeplerle, kentsel dönüşüm projelerinin uygulanmasında ve yönetilmesinde özel, teknik bir mevzuat ve yöntemin olması gerektiği düşünülmektedir.

Yapım ve gayrimenkul sektörü açısından kentsel dönüşümün doğru bir şekilde planlanması ve yeni yapıların inşa edilmesinin, kamu yararı açısından kritik öneme sahip olduğu düşünülmektedir. Çünkü insanların halen kullanmakta olduğu yapılar, daha faydalı ve sağlıklı yapılara dönüşebilsin diye yıkılıp, yeniden inşa edilmektedir. Hal böyle iken, bu projelerin çok daha titizlikle tasarlanıp, kontrol edildikten sonra uygulanması gerekmektedir. Çağın gerektirdiği ihtiyaçlara (depreme karşı dayanıklı, enerji etkin binalar, akıllı ev teknolojileri, sosyal donatı alanlarına sahip yapı gereksinimleri gibi) cevap verebilecek bu büyük projelerin maliyet tahmini doğru yapılmalı, etkin ve uygulanabilir iş programı çıkarılmalıdır. Ayrıca, bu süreçte kamu kurumları, insan ve çevre sağlığını gözeten; iş güvenliği, trafik düzenlemeleri, inşaat alanlarının giriş çıkış ve kapatılması gibi önlemleri almalıdır. Bu doğrultuda, BIM gibi, yapım sürecinin tamamı ile ilgili doğru kararlar alınmasını ve yürütülmesini sağlayabilen, yapının sayısal olarak inşa edilmesini sağlayan, bütünleşik ve birlikte çalışabilir (interoperability) bir teknoloji gerekmektedir. Tez, tüm bu sebeplerle, BIM teknolojisinin, kentsel dönüşüm projelerinde tüm paydaşların tek bir model üzerinde tartışıp, kararlar alabileceği, muhtemel sorunları inşaat süreci başlamadan önce tespit edip düzeltme imkânı sağlayan yönetim sistemini ortaya koyup, uygulanabileceğini göstermek için hazırlanmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Kentsel dönüşüm projeleri için sözü edilen çevresel ve teknik problemleri çözmek amacıyla, kentsel dönüşüm projelerinin BIM tabanlı projelendirilmesi ve yürütülmesi için bir uygulama planının ortaya konulması gerekmektedir. Tezin en önemli amaçlarından birisi, yapım sektöründeki tüm paydaşları (işveren, kontrol, yüklenici, mimar-mühendis) içerisine alan, yapım sürecinin tamamını kapsayan, yeni yapım teknolojilerinin uygulanmasını mümkün kılan, çevresel etkileri ölçülebilen ve çevreye verdiği olumsuz etkilerin en düşük seviyelere indirilebildiği yapılar üretebilmek için gerekli olan araçlar içinde yer alan BIM ile ilgili ulusal BIM uygulama planı (UBUP) geliştirmektir. Yapıların 3 boyutlu modelleriyle birlikte, tüm tasarım ve yapım bilgilerinin oluşturulduğu bilgi ağı olan bu sayısal modeli kullanan bir mevzuat önerisi ve uygulama planı ile kentsel dönüşüm projelerinde kalitenin her yönü ile artması amaçlanmaktadır. Aynı zamanda şu alt hedeflere de ulaşılmaya çalışılmaktadır.

- i. İnşaat sektöründe kentsel dönüşüm projelerinin örnek alınabileceği, BIM ile bütünleşik, uygulama yönetmeliğine altlık olabilecek yönetmelik önerisi geliştirmek.
- ii. Kentsel dönüşüm ve depreme dayanıklı yapı tasarımı için inşaat aşamalarını bütüncül bir çerçeve içerisinde değerlendirip, bu durumun somut faydalarını ortaya koymak.
- iii. Kentsel dönüşüm projelerinin enerji etkin projeler haline getirilebilmesi için gerekli olan tasarım teknolojilerini uygulanabilir hale getirip, hızlı bir biçimde inşa edilmesini sağlayacak bir yöntem ortaya koymak.
- iv. Kentsel dönüşüm projelerinde ortaya çıkan atık malzemelerin yeniden kullanılmasına olanak verecek ve bunların planlı bir şekilde –kamu kurumlarının envanterine de girecek şekilde- değerlendirilmesini sağlayacak uygulamalar için öneri geliştirmek.
- v. BIM'in genel faydalarının ve yapım sektöründeki bu yeniliğin, ilgili akademisyenler ve profesyoneller tarafından farkındalığının oluşturulmasına katkı vermek.

1.3 Tez Çalışmasının Kapsamı ve Sınırları

Çalışmanın kapsamı, kentsel dönüşüm projeleriyle sınırlı tutulmuştur. Veri toplanan 10 kentsel dönüşüm projesinin arsa büyüklükleri 1000 m² ile 2000 m² arasında değişmektedir. Yapılan değerlendirmeler ve analizler bu arsa büyüklükleri için gerçekleştirilmiştir. Buradan hareketle, üzerinde yıkılacak yapı bulunan diğer arsalarda/alanlarda gerçekleştirilen büyük ölçekli inşaat projelerinde de bu tezde anlatılan yöntemlerin kullanılabileceği savunulmaktadır.

Tezde, kentsel dönüşüm projelerini diğer inşaat projelerinden ayıran özellikler başlıklar halinde sunulmaktadır. Ortaya konulan farklılıklar neticesinde, BIM teknolojisine neden kentsel dönüşüm penceresinden bakıldığı anlatılmış ve kentsel dönüşüm projelerinde uygulanacak BIM tabanlı uygulama ve yönetim modeli açıklanmıştır. Tez çalışması kapsamında danışmanlık firmasından alınan veriler doğrultusunda, yüklenici firmaların geliştirdiği kentsel dönüşüm projelerinin geleneksel metotlarla nasıl yapıldığı incelenmiş ve aksayan noktalar ortaya konmaya çalışılmıştır. İşveren, proje müellifleri ve kamu kurumları açısından bütünlük bir modelin neden kullanılması gerektiği yapılan çalışmalar sonucu tablo haline getirilmiştir.

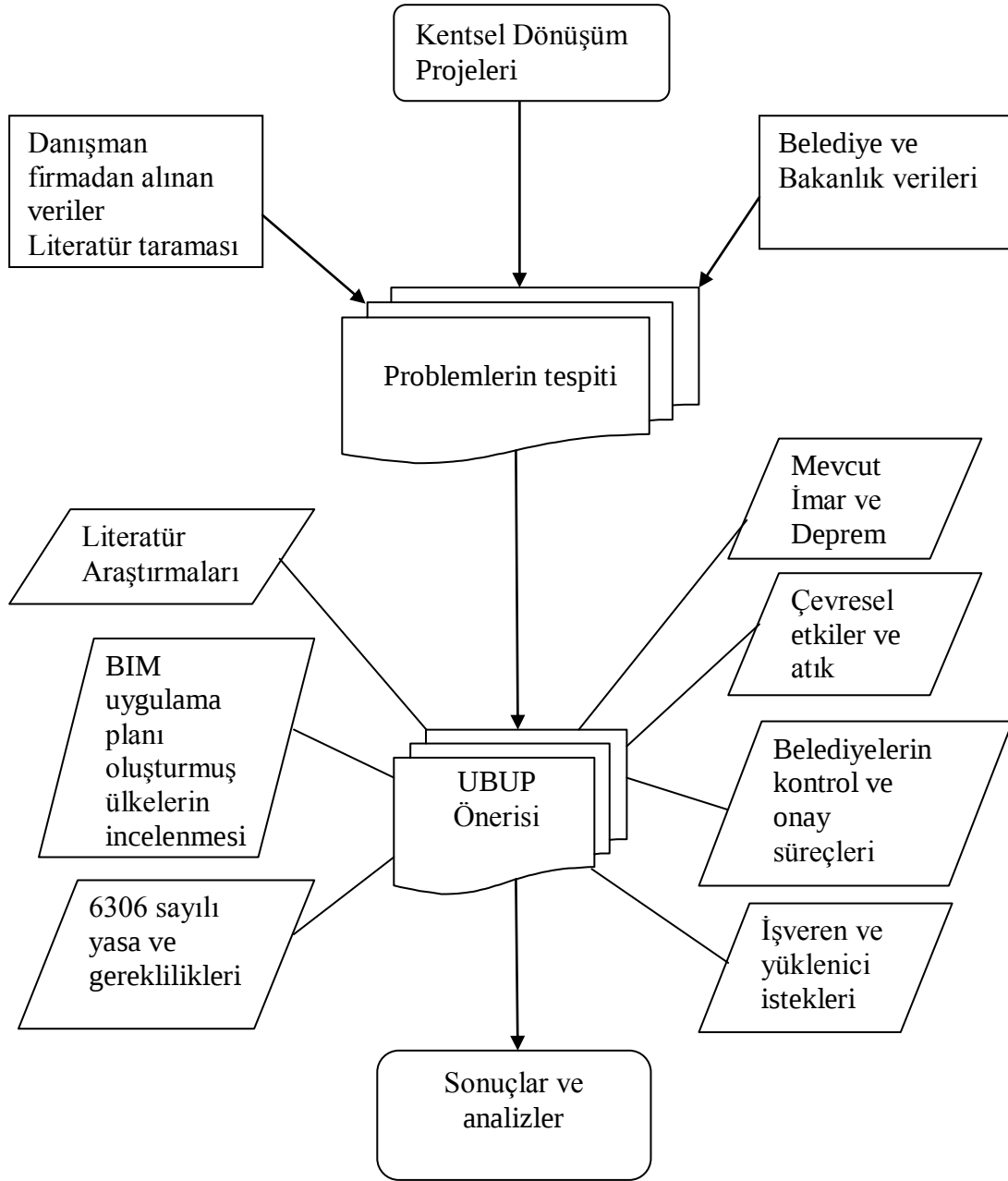
2. TEZ ÇALIŞMASININ METODOLOJİSİ

Bu çalışma 3 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, yaşanan problemlerin tespiti için meta-veri sistemi kullanılarak kategorik bir literatür araştırması yapılmıştır. Literatür araştırması yapılırken, tezin sacayaklarını oluşturan; BIM, kentsel dönüşüm ve BIM mevzuatı ve uygulama planları ile dolaylı ya da doğrudan ilgili olan makaleler incelenmiştir. Ayrıca, kentsel dönüşüm projelerinde belediye ve kamu kurumlarının çeşitli konferans, sempozyum ve çalıştaylarda aktardıkları problemler de bu tespitlerin yapılmasına katkı sağlamıştır. İkinci aşamada modelin geliştirilebilmesi için tez kapsamında veri tabanı kullanılan müşavir firmanın hizmet verdiği 10 farklı kentsel dönüşüm uygulamasının, ilgili tablolarda yansıtılan verileri kullanılarak analizleri yapılmıştır. Yine bu aşamada, dünyada BIM ile ilgili uygulama planı geliştiren öncü ülkelerin BIM uygulama planları incelenmiştir. ABD, Birleşik Krallık, Singapur, Finlandiya, Norveç ve Hong Kong, BIM uygulamalarını mevzuat olarak uygulamalarına aktaran ülkeler olarak tespit edilmiş ve bu ülkelerin yayımladığı dokümanlardaki teknik kısımlar (çizim standartları, 3B standartları, LOD seviyeleri vb.) ile bu standartları uygulama süreç ve yöntemleri alınarak uygulama planında tablo haline getirilmiştir. Ayrıca süreçler, grafikler yardımıyla açıklanmıştır. 3. aşama ise, modelin sınanmasıdır. UBUP'un uygulaması ve geleneksel yöntem ile karşılaştırılması ile birlikte kentsel dönüşüm sürecinin en önemli başlıklarından birini oluşturan atık yönetimi ile ilgili UBUP katkıları; işveren, yüklenici ve belediyeler açısından analiz edilmiştir (Şekil: 2.1).

2.1 Tezin Arka Planı ve Literatür Araştırması

Literatür taramalarının, incelenen konu ile alakalı olarak etkin bir filtrelemeden geçirilmesinin en etkin yöntemlerinden birisi meta-analiz sınıflandırmasıdır. Bu doğrultuda uygun meta-veri sisteminin uygulaması için İlhan ve Yaman (2013) ve İlter ve diğerleri (2008) gibi birkaç meta-veri sistemi incelenmiştir. Meta-analiz, araştırmacıya karar verme süreçlerinde, planlamadan yönetime her seviyede fayda sağlamaktadır (İlhan ve Yaman, 2013), (İlter ve diğerleri, 2008). Bu tezin de fikir ve içeriğine katkıda bulunan literatür taramasının temeli, akademik yayınların,

incelenen alan doğrultusunda meta-sınıflandırma sistemi temel alınarak analiz edilmesidir. BIM ve tezin ilişkili olduğu kavramlarla ilgili literatür araştırmaları ya-



Şekil 2.1 : Problem tespiti ve UBUP önerisi.

pılırken, akademik yayınlar, konferans yayınları, tezler ve ilgili teknik kuruluşların dokümanları gibi pek çok kaynak da incelenmiştir. İncelenen bu kaynaklar meta-sınıflandırma ile analiz edilmiştir. Meta-analiz sınıflandırma için oluşturulan kriterler; alan, konu, ilişkilendirilen BIM süreci, kullanılan yöntem, yayımlanma yılı ve yayın isminden oluşan 6 başlıktan oluşmaktadır. Her bir başlığın altında ise o başlığın içeriğine göre oluşturulan alt kategoriler bulunmaktadır. Oluşturulan bu başlıklar ile araştırma yapılan literatürden çok sayıda analiz çıkartılmıştır. Bu

sınıflandırma sistemi sayesinde tezin altlığını oluşturabilecek makale ve yayınlar arasında geçişler yapılabilmiş ve teze faydası olacak tanımlamalar ve araştırmalar daha kolay daraltılabilmektedir (Çizelge: 2.1). Literatür taramalarında öncelikle BIM ile ilgili araştırma, makale ve tezlerden oluşan 100’e yakın yayın incelenmiştir. Bu makalelerin tümünde BIM, anahtar kelimelerde veya özetlerde geçmiştir.

Çizelge 2.1 : Literatür taraması meta-analiz kategoriler ve açıklamaları.

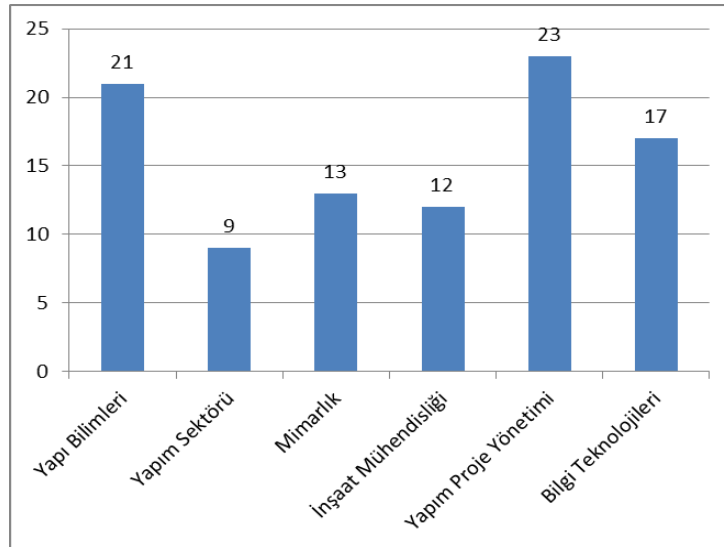
Kategori	Açıklama
Alan	Yapı Bilimleri
	Yapım Sektörü
	Mimarlık
	İnşaat Mühendisliği
	Yapım Proje Yönetimi
	Bilgi Teknolojileri
Konu	BIM'in faydaları
	BIM ve eğitim
	BIM ve tarihi yapılar
	BIM'in görselleştirmede kullanımı
	McGraw Hill raporları
	BIM özellikleri
	IPD
	BIM uygulama planları ve standartlar
	Şantiye yönetimi ve BIM
	Değişim mühendisliği
	Kurumlarda BIM kullanımı
Yapım süreci	Tasarım süreci
	Planlama süreci
	Yönetim süreci
	Şantiye süreci
	Hepsi
Kullanılan yöntem	Vaka çalışması
	Anket
	Araştırma
	Yazılım geliştirme
	Ölçme
Yayımlanma yılı	2005-2014 yılları arası
Yayın Tipi	Automation In Construction
	ASCE
	AIA
	Konferans
	Üniversite
	McGraw Hill
	Diğer

Yapılan literatür taramalarında, nicelik olarak, içerisinde BIM’e (Building Information Modelling) atıf yapılan ya da doğrudan BIM ile ilgili makale sayısı Science Direct ‘te 12346 iken, ASCE (American Society of Civil Engineers)

kütüphanesinde 23.564, Engineering Village’de ise 1880’dir. Bu aramalarda incelenen 97 yayının ilgili alanlarına bakıldığında; yapı bilimleri, yapım sektörü, mimarlık, yapı mühendisliği, yapım proje yönetimi ve bilgi teknolojilerinin olduğu anlaşılmıştır (Çizelge: 2.1) Bu yayınların konuları ise; BIM’ in faydaları, BIM’in eğitimde kullanılması, BIM ve tarihi yapılar, BIM görselleştirme, McGraw Hill raporları, vaka çalışmaları, ifs, ipd, BIM uygulama planları, şantiye yönetimi, değişim mühendisliği ve kurumlarda BIM kullanımı gibi konu başlıklarında dağıldıklarını görebiliriz. Diğer taraftan yapım süreci yönünden bakıldığında tüm yapım süreçlerinin tekil olarak ele alındığı makaleler olduğu kadar yapım sürecinin bütünüyle ilgili makalelerin çok daha fazla sayıda olduğu görülmektedir. Kullanılan yöntemler açısından ise, vaka çalışmaları, anketler, araştırmalar, ölçme ve yazılımlarla ilgili başlıklar görülmektedir. Yayımlanma yılları ise 2005-2014 arasındadır. Son olarak hangi dergi ya da yayın tarafından yayımlandıklarına bakıldığında ise; Automation In Construction, ASCE, AIA, McGraw Hill, konferanslar, üniversite yayınları gibi başlıklar altında toplanmaktadır.

2.1.1 Alan kategorisi

İncelenen literatür, 6 değişik alanda toplanmaktadır. Yapım proje yönetimi alanındaki makale sayısı 23 ile en fazla miktardadır. Onu, 21 adet ile yapı bilimleri, 17 ile bilgi teknolojileri izlemektedir (Şekil: 2.2).



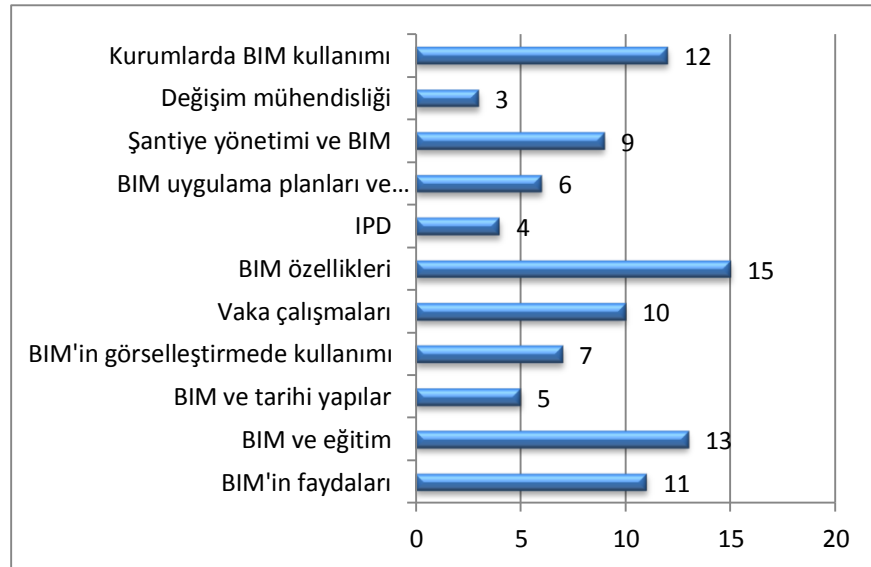
Şekil 2.2 : Meta- sınıflandırma sistemi alan kategorisi.

Yapım proje yönetiminde, 4D iş programları, 5D maliyet tahminleri, verimlilik ve şantiye organizasyonu ile ilgili konuların ele alındığı tespit edilmiştir. Yapı

bilimlerinde ise sürdürülebilirlik, enerji analizleri, ışık gölge analizleri gibi BIM uygulamaları incelenmiştir. Mimarlık ve mühendislik alanında yapılan çalışmalarda azımsanmayacak düzeydedir. Mimarlık alanındaki makaleler genellikle tasarım, 3d modelleme ve görselleştirme ile ilgilidir. İnşaat mühendisliği ile ilgili makaleler ise daha çok strüktür, arazi modelleme, mevcut yapılar ile ilgilidir. Yapım sektörünün merkeze alındığı makalelerde genellikle işveren ve yüklenici açısından BIM'in önemi ve faydaları incelenmiştir.

2.1.2 Konu kategorisi

Bu kategoride BIM'in faydaları ile ilgili makaleler 15 adet ile öne çıkmaktadır. BIM ve mimarlık mühendislik eğitimi, kurumlarda BIM kullanımı gibi kategoriler ise yoğunlukla işlenen konular arasındadır (Şekil: 2.3) Şantiye yönetiminin BIM ile yürütülmesi ile ilgili 9 adet yayın incelenmiştir. Bu makalelerde şantiye oluşumu, malzeme yönetiminin verimli yapılması için şantiye yerleşimi ve analizleri ile işçi sağlığı ve güvenliği konuları BIM yönünden ele alınmıştır.



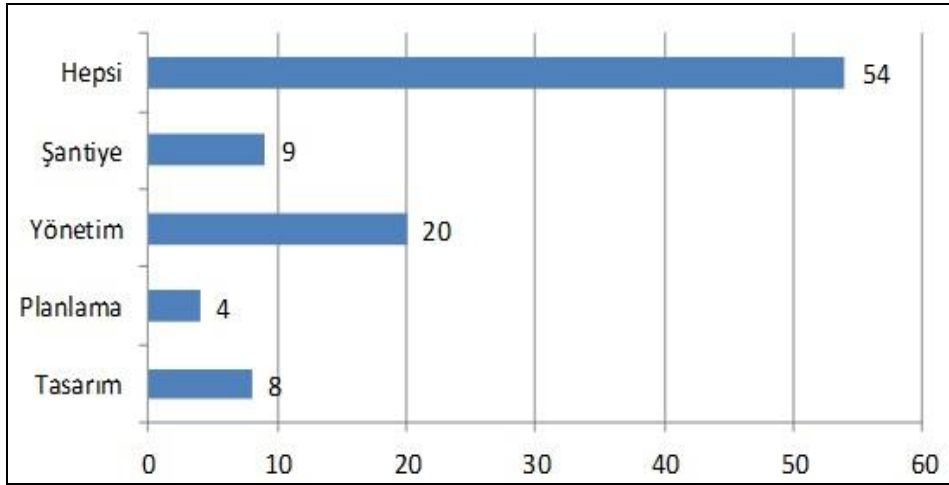
Şekil 2.3 : Konu kategorisindeki başlıklar.

Tezin içeriğinde büyük önemi olan diğer ülkelerin BIM standartları da incelenen makaleler arasında önemli bir yer tutmaktadır. Amerika, İngiltere, Finlandiya, Hong Kong, Singapur ve Norveç gibi ülkeler, oluşturulması planlanan UBUP doğrultusunda incelenmiştir. Tüm bunlarla birlikte IPD gibi BIM ile birlikte çok daha fazla uygulanabilir hale gelen kavram da makalelerde incelenen bir diğer konudur. Özellikle McGraw Hill raporlarında incelenen vaka çalışmaları teze önemli

katkı vermiştir. Yaklaşık 10 adet vaka çalışması içeren makale de bu kapsamda incelenmiştir. BIM'in görselleştirme için kullanımı ile mimarlık mühendislik öğrencilerinin lisans ve lisansüstü eğitimlerinde bir eğitim aracı olarak kullanılabilmesi ile ilgili de ciddi sayıda makale yayımlanmış ve bu makalelerin bazıları da tez kapsamında incelenmiş ve analiz edilmiştir. Örnek olarak, David Bryde ve arkadaşlarının 2013 yılındaki BIM'in faydalarına yönelik makalesinden en üst seviyede faydalanılmaya çalışılmıştır.

2.1.3 Süreç kategorisi

İnşaat yapım süreçlerinin ayrıldığı kategori; tasarım, planlama, yönetim, şantiye ve tüm bu süreçlerin yer aldığı 5 başlıkta toplanmıştır. BIM daha çok bütünleşik yönetim ve modelleme ile ilgili bir kavram olduğu için bahsi geçen 4 sürecin birlikte yer aldığı makale sayısı diğerlerine oranla çok daha fazla olarak ortaya çıkmıştır (54). BIM, çoğunlukla bir yapım proje yönetimi yöntemi/aracı olarak kullanıldığından bununla ilgili makale ve araştırma sayısı da diğerlerine oranla yüksektir. Sonrasında şantiye, tasarım ve planlama ile ilgili makaleler yer almaktadır (Şekil :2.4).

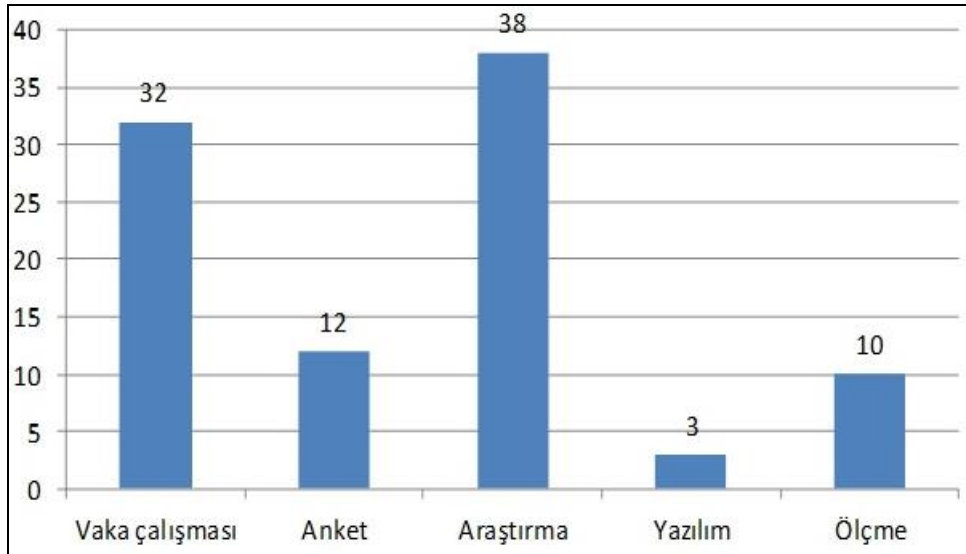


Şekil 2.4 : Yayımlanan makalelerin ilgili olduğu yapım süreçleri.

Süreç kategorisinde tüm aşamaların BIM sürecine dahil olduğu vaka çalışmasının incelendiği Li ve diğerlerinin 2014 yılında kaleme aldıkları “A Project-based Quantification of BIM Benefits” isimli makale yapım süreçlerinin tamamının yer aldığı, süreçlerin BIM ile nasıl yürütüldüğünün araştırıldığı bir makale olarak tez kapsamında incelenmiştir.

2.1.4 Yöntem kategorisi

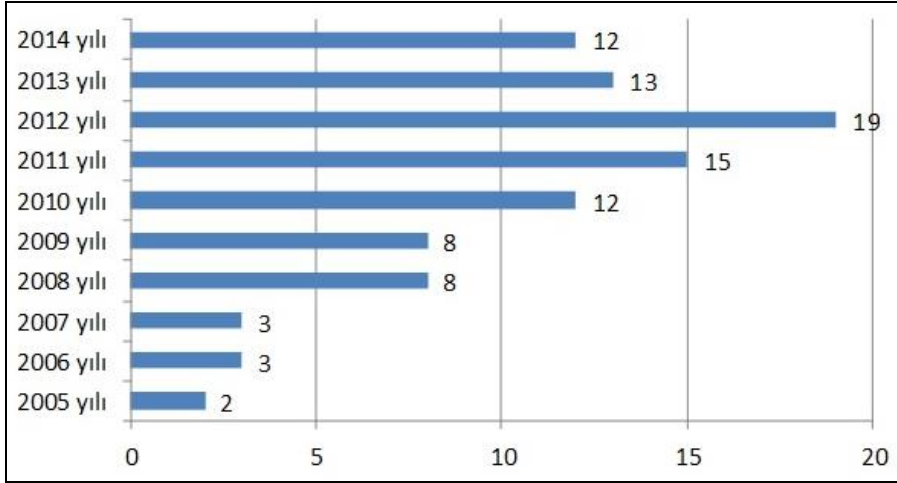
İncelenen makaleler; vaka çalışması, anket, araştırma, yazılım ve ölçme gibi yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil: 2.5) En çok başvurulanan yöntem araştırma olmuştur. Genellikle BIM ve etkilerinin teorik olarak araştırılması ve yazılımların sektöre katabileceklerinin neler olabileceğine dair çalışmalar literatürde önemli yer tutmuştur. Diğer çok sık başvurulanan yöntem ise vaka çalışmalarıdır. Özellikle McGraw Hill raporlarında ve enstitü çalışmalarında pek çok vaka çalışmasına yer verilmiştir. Bunların dışında BIM'in kullanımı ve faydalarının belirlenmesi ile ilgili anket çalışmaları yapılmış, ayrıca belirli bölgelerde BIM kullanımıyla ilgili ölçümler de yapılmıştır. Bu kategori ile ilgili diğer bir örnek de tezde kullanılan, Barlish ve Sullivan'ın 2012'de BIM ile ilgili vaka çalışmasını anlattıkları "How to measure the benefits of BIM — A case study approach" isimli makaledir. Ayrıca ilgili ülkelerdeki zorunlu BIM kullanımlarının ölçme ve değerlendirmeleri de yapılmıştır. Birkaç makale de BIM ile ilgili yazılımlar ve bunların özellikleri ile ilgilidir.



Şekil 2.5 : İncelenen yayınların kullandığı yöntemler.

2.1.5 Yayımlanma yılı kategorisi

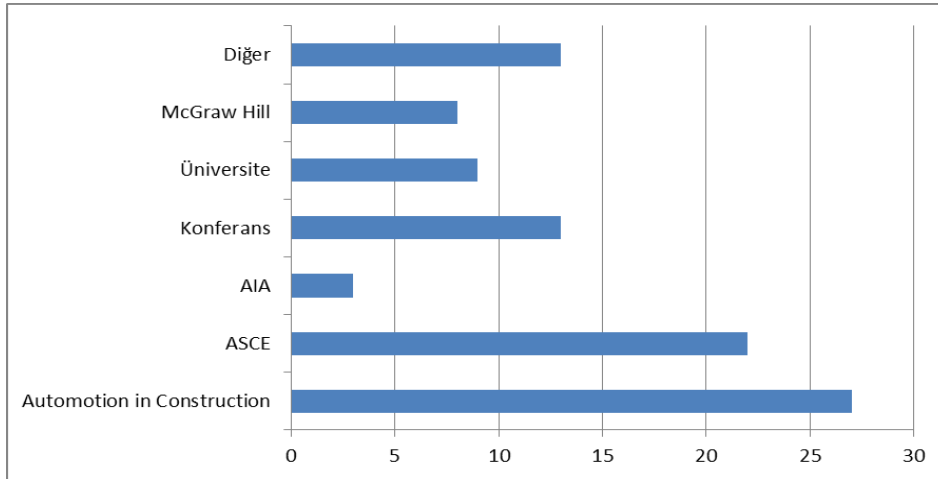
2014 yılı dahil incelenen makalelerde 2005 yılından sonra lineer bir artış gözlenmiştir (Şekil: 2.6). Tezin konusu kapsamında incelenen makalelerde 2012 yılındaki makale sayısı nicelik olarak en fazla olanıdır. Bununla birlikte genel çerçevede BIM ile ilgili makalelerin yer aldığı tüm kaynaklarda yıllar itibariyle ciddi sayıda artış yaşanmaktadır.



Şekil 2.6 : Literatürdeki yayınların yayımlanma yılları.

2.1.6 Yayın tipi kategorisi

Makalelerin yer aldığı yayınların dağılımında “Automation in Construction” dergisi öne çıkmaktadır (Şekil: 2.7). İncelenen yayınlarda en fazla makale bu dergide yayımlananlardan oluşmaktadır. Ayrıca Amerika İnşaat Mühendisleri Odasının yayınları (ASCE), üniversiteler, McGraw Hill raporları, konferanslar ve Amerika Mimarlar Enstitüsü yayınları da incelenen makalelerin yayımlandıkları platformlardandır.



Şekil 2.7 : Yayınların alındığı veritabanları.

Sonuç olarak sözü edilen literatür araştırmasında mevzuat önerisi oluşturmaya odaklı bir planlama ve derleme yapılmıştır. İncelenen makale, tez ve yayınlar mevzuatı oluşturan kavramların tanımları, özellikleri ve faydalarını ortaya koymaktadır. BIM ve kentsel dönüşüm kavramlarının tanımlarından yola çıkılarak özellikle BIM gibi yeni bir sürecin faydalarını ortaya koyan araştırmalar özellikle incelenmiştir.

Bununla birlikte dünyada BIM mevzuatı geliştirmiş ülkelerin söz konusu BIM uygulama planları da çizim standartlarından süreçlerine kadar incelenmiştir. Yapılandırılan meta analiz sınıflandırması ile incelenen yayınların tasnifi ve aranılan bilginin bulunmasının kolaylaştırılması amaçlanmıştır.

2.2 Modelin Geliştirilmesi

6306 sayılı “Afet Riski Altındaki Alanların Dönüşümü” isimli yasa doğrultusunda riskli yapı tespiti lisansı bulunan ve kentsel dönüşüm uygulamalarında müşavirlik hizmeti veren firmanın kentsel dönüşüm danışmanlık hizmeti verdiği yüklenici, arsa sahibi ile ilgili belediyede yaşanan problemler tespit edilerek model geliştirilmiştir. İncelenen 10 proje ile ilgili olarak; yüklenici firma, belediye onay süreci, trafik simülasyonlarının yapıp yapılmadığı, atık değerlendirme, yıkım tekniğinin analizi, sürdürülebilirlik analizleri, günlük şantiye giderleri ve projenin (trafik, iş güvenliği vb.) durma süresi gibi parametrelerin envanteri alınmaktadır. Bu veriler, firmaya taslağı verilen tablonun firma tarafından doldurulması ile elde edilmektedir (Çizelge:2.2). Alınan bu bilgiler, problemlerin belirlenmesinde, Ulusal BIM Uygulama Planı’nın (UBUP) tanımlanmasında ve 6. Bölümde, önerilen UBUP’un 107 kodlu projeye uygulanmasında kullanılmaktadır. UBUP’un oluşturulmasının en önemli sac ayaklarından birisi de dünyadaki BIM uygulama planlarının incelenmesidir. Bu kapsamda 6 ülke (ABD, Birleşik Krallık, Finlandiya, Singapur, Hong Kong ve Norveç) incelenmiştir. ABD’de Mekânsal Program için BIM Rehberi, Birleşik Krallık’ta PAS1192-3, Finlandiya’da COBIM, Singapur’da “Singapur BIM Rehberi”, Hong Kong’da “Hong Kong Konut Otoritesi BIM El Kitabı ve Norveç’te “Statsbygg BIM El Kitabı” ismiyle yayımlanan dokümanlar incelenmiştir. Bu dokümanlarda yer alan bölümlerin kentsel dönüşüm projeleri ile ilgili olan kısımları, önerilen UBUP için araştırılmıştır. Örneğin ABD’de 3 boyutlu doküman üretimi olarak başlayan BIM uygulama planı serüveni şu anda enerji analizlerinin yapılması ve mekânsal alanların otomatik olarak belirlenip, kontrol edilme aşamasındadır ve tüm bunlarla ilgili düzenlemeler sözü edilen dokümanda yazılmıştır.

Çizelge 2.2 : İncelenen 10 proje ile ilgili bilgiler.

Proje Kodu	Yüklenici Firma	Belediye onay süresi (ay)	Trafik Simülasyonu	Atık Değerlendirme (İnş çeliği) (ton)	Yıkım Tekniği Analiz	Sürdürülebilirlik Analizleri	Günlük Şantiye Gideri (TL)	İşin Durma süresi (gün)
101								
102								
103								
104								
105								
106								
107								
108								
109								
110								

Öte yandan, Birleşik Krallık'ta 2016 Ocak ayından itibaren tüm kamu projelerinde kullanılacak, yapıyı oluşturan tüm elemanların enformasyon bilgileri (geometrik bilgiler ve diğer veriler), proje yönetim stratejisi ile tüm tanımların yer aldığı PAS 1192-3 standardı başlıkları itibariyle analiz edilmiş ve UBUP'un oluşturulmasına katkıda bulunmuştur.

UBUP'un mevcut problemlerin aşılmasına yönelik hedeflerinden bir diğeri de imar kanunu ve yönetmeliklerle önüne geçilemeyen, pratikte işlerin yürümesi için göz yumulan, “avan proje” üzerinden yapıma başlanmasının önüne geçilmesidir. Bu doğrultuda UBUP'ta gerekli tüm projelendirmenin yapılmasına yönelik öneriler geliştirilmiştir. Uluslararası seviyede BIM ile ilgili olarak birçok kaynak yaratan ve birçok ülkedeki BIM mevzuatının geliştirilmesinde başrol oynayan buildingSmart'ın uygulamaya geçmiş önerileri temel alınarak UBUP'un sahip olması gereken modeller açıklanmıştır. Bu modeller sayesinde gerekli tüm analizlerin altlıklarının oluşturulması sağlanmıştır. UBUP oluşturulurken en önemli verilerden birini oluşturan, mevcut kentsel dönüşüm projelerinin yapım süreçleri ile ilgili bilgiler, danışman firmadan alınmıştır. Tamamı İstanbul ili Kadıköy ilçesinde olan; 10 apartman ve 8 yüklenici için verilen kentsel dönüşüm danışmanlık hizmetlerinde, geleneksel yöntemlerle yürütülen proje yönetiminde arsa sahibi ve yüklenici yönünden yaşanan sorunlar raporlanmıştır. Sorunlar 4 ayrı grupta incelenmiştir.

- i. Tasarım problemleri,
- ii. Arsa sahiplerinin projeyi anlama ve ikna problemleri,
- iii. Yüklenicinin fizibilite problemleri ve

iv. Projenin onay ve kontrol problemleri ele alınmıştır.

Kadıköy bölgesindeki kentsel dönüşüm projelerinde, çevre açısından çözüm bekleyen problemler ise çevreye verilen zararlar (kirlilik, trafik, iş güvenliği gibi) ve atık yönetimi olarak iki ana başlıkta değerlendirilmiştir. Diğer gayrimenkul geliştirme projeleriyle kentsel dönüşüm projeleri arasındaki en belirgin farkın, kentsel dönüşüm projelerindeki mevcut yapının / yapıların varlığı olduğu düşünülmektedir. Mevcut yapıların modellenmesi ve bütüncül modelde ilk aşama olarak mevcut modelin yaratılmasının sağlayacağı faydalar BDT/BIM karşılaştırması ile belirlenmiştir. Çevresel etki değerlendirmeleri için tüm kentsel dönüşüm alanlarında, yeniden yapılacak binaların her türlü analizlerinin, BIM'in görselleştirme özelliğiyle belediyeler tarafından yapılabileceği savunulmaktadır. Bu kapsamda; Autodesk Revit ve Autodesk Navisworks yazılımları kullanılmıştır.

Autodesk Revit'in;

- i. Parametrik tabanlı obje oluşturma yöntemi kullanılarak istenilen özellikte elemanlar oluşturulmuş bunlara özgün malzemeler atanarak doğru ve kesin analizler için altyapı oluşturulmuş,
- ii. Kat oluşturma ve kat seviyelerini otomatik ayarlama özellikleri kullanılarak yapılarda oluşacak kat yüksekliklerinin değişimlerinin tüm ilgili elemanlarda (Kolon, giriş, döşeme, duvar, kapı gibi...) otomatik değişimlerin yapılabilmesi sağlanmış,
- iii. Proje aşamaları oluşturma özelliği kullanılarak mevcut model, betonarme ve ince işler gibi proje aşamalarındaki planlama, metraj ve maliyet gibi başlıklar ayrı ayrı ve bütüncül olarak analiz edilmiş
- iv. Enerji, statik ve ışık enerji modülleri kullanılarak yapıların gerekli olan simülasyonlarının yapılması sağlanmıştır.

Autodesk Navisworks'ün

- i. Gezinme özelliğiyle projelerin 3 boyutlu sayısal modellerinin içerisindeki taramalar yapılmış, problemler tespit edilmiş,
- ii. Çakışma kontrolü özelliğiyle istenilen kat seviyesinde ve tüm strüktür, mekanik, elektrik ve mimari yapı unsurları (elemanları) arasındaki çakışma ve düzensizlik kontrolleri yapılmış,

- iii. 4 Boyutlu planlama modülü sayesinde oluşturulan 3 boyutlu modele Microsoft Project'te gerçekleştirilen iş programları eklenerek projelerin 4 boyutlu iş programları oluşturulmaya çalışılmıştır.

2.3 Modelin Sınanması

6. bölümde, önerilen UBUP doğrultusunda modellemeler yapılmıştır. UBUP'ta tarifi yapılan tüm BIM modelleri pilot proje üzerinde denenmiştir. Bu modeller için UBUP'ta tariflenen çıktılar alınmış, analizler yapılmıştır. Modeller Autodesk firmasının BIM tabanlı Revit yazılımı kullanılarak üretilmiştir. Bu yazılımın kullanılma sebebi arayüzün uzun bir süredir müşavir firma tarafından kullanılıyor olması, Autodesk Navisworks gibi yapım yönetimi ile ilgili yine Autodesk ürünü olan yazılımla çok iyi entegre olabilmesi, dünya çapında BIM programları arasında en fazla kullanılan program olmasıdır. Ayrıca Autodesk Revit açık kaynak kodlu yazılım olması sebebiyle ihtiyaç duyulan bazı hesaplamalar ve analizler dünyanın her yerinden insanların geliştirdiği küçük eklentiler (script,add-inn) ile gerçekleştirilebilmektedir. Autodesk Revit ile gerçekleştirilen model üretimi tek personel ile üretilmiştir. Tüm model, iş programı ve maliyet hesapları ile alternatif diğer modeller tek kişi ile yaklaşık 1 haftalık bir sürede hazırlanmıştır. Kullanılan bir diğer program Autodesk Naviswork ise tüm BIM programlarının entegre olabildiği bir yazılımdır. Autodesk Navisworks BIM modellerini ayrıntılı görüntülemeye yarayan, çakışma kontrollerinin, iş programlarının ve sanal şantiyenin uygulanabildiği bir yazılımdır. IFC dosya uzantılarını açabilmesi, Ms Project ve Oracle Primavera gibi iş programı yazılımları ile veri alış verişini sorunsuz gerçekleştiriyor olması, BIM kullanımında Autodesk Navisworks'ü önemli bir araç haline getirmektedir. Kentsel dönüşüm projeleri için profesyonel olarak yapılan bu BIM modelleri ile yine kentsel dönüşüm projeleri için diğer firmalar tarafından geleneksel yöntemlerle üretilen teklif projeleri karşılaştırılmış ve farklar analitik bir şekilde ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bir kentsel dönüşüm projesinin geleneksel yöntem ve BIM ile yürütülmesi arasındaki farkları ortaya koyan bu çalışmalarla birlikte, resmi kurumlar tarafından hedeflenen kentsel dönüşüm alanlarının BIM ile yenilenmesi ile ortaya çıkacak ekonomik değerin de hesaplaması yapılmıştır. Bu hesaplama yapılırken; resmi kurumlar tarafından ilan edilen yaklaşık yenilenecek konut sayısı, mevcut her bir yapıdan ortaya çıkan minimum atık miktarları (demir,

doğrama (kapı, pencere vs.), cam, kablo gibi), doğru yıkım teknikleri, trafik (yakıt tasarrufu), inşaat maliyetindeki azalmalar (proje ve yapım aşaması) gibi kriterlerdeki tasarruf miktarları hesaplanmıştır. Atık yöntemi ve atık malzemelerin hesaplanmasında Cheng ve Lauren (2013)'te yaptıkları çalışma doğrultusundaki veriler referans alınmış ve 107 kodlu kentsel dönüşüm projesinin verileri ile Türkiye'de dönüştürülmesi planlanan 6.5 milyon konutun atık miktarlarının hesaplanmasında kullanılmıştır.

3. YAPI BİLGİ MODELLEME’NİN GELİŞİMİ ve YAPIM SEKTÖRÜNDE YENİ YAKLAŞIMLAR

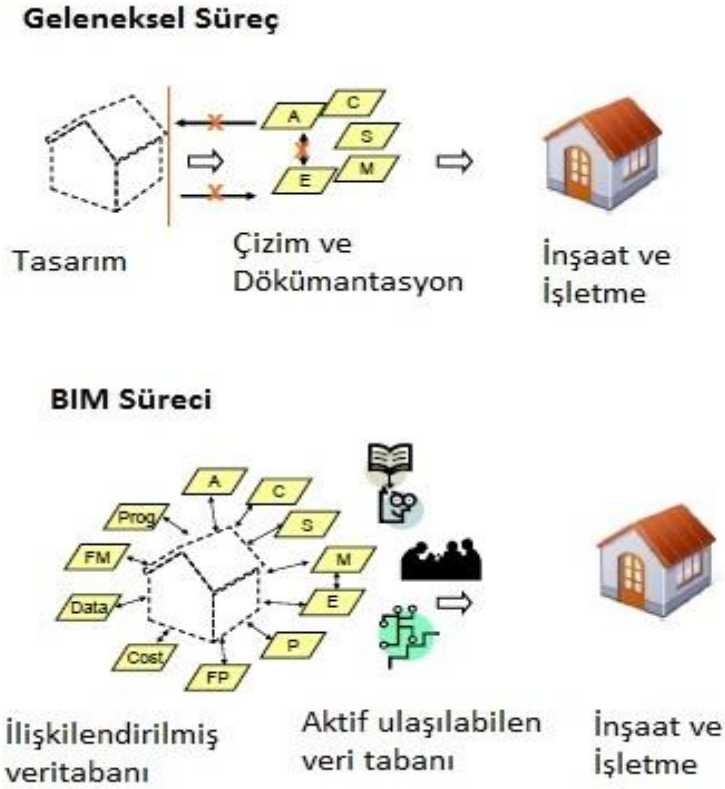
Bu bölüm, ikinci bölümde değinilen, tezin amaçladığı ulusal Yapı Bilgi Modelleme - YBM (BIM) uygulama planı önerisinin en önemli yapıtaşlarından olan BIM kavramının ortaya çıkış sürecini, amacını ve mantığını açıklamanın yansıra; BIM’in özelliklerini, BIM’in literatürde tespit edilmiş faydalarını ve BIM ile birlikte gelişen kavramları tanımlamak için hazırlanmıştır. Tezde, yapım sektöründe bir kavram olmanın yanında, terim olarak da kullanıldığı için yapı bilgi modellemesi için ‘BIM’ ifadesi tercih edilecektir. Ayrıca yine bu bölümde BIM’in dünyadaki uygulamaları, BIM ile ilgili vaka çalışmalarına değinilecektir. Tüm bunlar açıklanırken bu bölümün nihai hedefi, UBUP oluşturulurken kullanılan BIM özelliklerinin ve BIM ile ilgili kavramların, bu tarz bir yönetmelik önerisindeki önem ve etkileri tespit edilerek, önerilen modele doğru bir şekilde aktarılmasını sağlamaktır.

Bu bölümde, UBUP’un önemli bileşenlerinden ve mantıksal parçalarından olan TPY (IPD) ve BIM’e bağlı enerji analizleri gibi doğrudan BIM ile gelişen kavramların irdelenmesi amaçlanmıştır. Bölüm içerisinde pek çok literatür araştırmasının sonuçları yer almış ve BIM kavramının teorik ve pratik, tüm yönleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

3.1 BIM Kavramı

Bundan 12 -13 sene öncesine kadar BIM, inşaat mühendislerinin ve mimarların gözünde bir ışıktı. Şimdi ise; rapido ve “T” cetvelleriyle yapılan proje çizimlerinden, bilgisayar destekli tasarıma geçişten sonra, en yaygın ve hızlı gelişen; mühendislik, inşaat yönetimi, planlama ve koordinasyon aracı olmuştur (Azhar ve diğerleri, 2012) (Şekil: 3.1). BIM, yapının yaşamı boyunca gerek duyduğu sayısal bilgiyi içeren proje verisi ve tasarımını yöneten bir metottur. Üç boyutlu nesne tabanlı veri sistemi olan; oluşturarak, depolayarak, yöneterek ve değiştirerek yapı enformasyonunu paylaşabilen bir süreçtir (Vanlande ve diğerleri, 2008, Mihindu ve Arayıcı, 2008). Geleneksel 2 boyutlu proje teslim yöntemiyle karşılaştırıldığında BIM, süratle ve

etkin bir şekilde aktarılabilen, tümü ya da istenilen kısmı kolaylıkla çıkarılabilen sayısız sayısal bilgi dağıcıdır (Porwal ve Hewage, 2013).



Şekil 3.1 : Geleneksel ve BIM inşaat süreçlerinin karşılaştırılması.

Artık birçok kişi, BIM'in, inşaat sektöründeki firmalarda, günlük kullanılan bir kavram olduğunu söylemektedir. Bu özellik ve BIM'in yeni bir küresel mühendislik ve proje yönetim süreci olması sebebiyle, BIM kavramını tek bir tanım içerisine yerleştirmek ve limit koymak pek mümkün olmamakla birlikte, BIM ile ilgili kavramsal tanımlamalar da mevcuttur.

BIM, bilgi teknolojileri ve yazılımlar sayesinde, yapıların daha etkin tasarım, yapım ve yönetimini ortaya çıkaran, birlikte çalışabilirlik yöntemidir. (HM Government, 2012). Bir kısaltma olan BIM, isim olarak 'Yapı Bilgi Modeli' (Building Information Model), fiil olarak ise 'Yapı Bilgi Modellemesi' (Building Information Modelling) olarak kullanılan bir kavramdır. İsim olarak kullanılan BIM yapım projelerinin sayısal bir sunumunun yanında, fiziksel ve fonksiyonel özelliklerini de yansıtır. Fiil olarak kullanılan BIM ise farklı proje paydaşları tarafından farklı zamanlarda farklı hedefler için yapım projesinin tüm sürecinin kalite ve etkinliğini geliştirmek için yaratılan modellerin kullanılmasıdır. Bununla birlikte; tasarlamak, yönetmek,

türetmek ve çeşitli seviyelerdeki proje paydaşları arasındaki iletişimi sağlamak için kullanılır (IBC, 2011).

BIM, yapım sektörünün en çok umut vadeden gelişimidir. Model tamamlandığında yapı ile ilgili tüm geometri ve veri; yapım, fabrikasyon ve satın alma gibi süreçlere sanki gerçekten bina yapılmışçasına altlık olur (Eastman v.d 2008).

Projelerin, tasarım, yapım ve işletilmeleri için yaratma ve sayısal model kullanma sürecidir. (Barlish.K & Sullivan.K, 2012). BIM, bir altyapı ya da yapı projesinin tüm unsurlarının elektronik nesne tabanlı veri kullanılarak; tasarlama, yapım veya işletme sürecidir (PAS 1192-2, 2013). Amerika Genel Hizmetler Müdürlüğü 'ne göre ise BIM, sanal yapıların oluşturulması için sayısal bir platformdur (GSA, 2007).

USA National BIM Standarts'a göre BIM, yapının fiziksel ve fonksiyonel karakteristiklerinin sayısal temsilidir ve enformasyonu projenin yaşam döngüsü boyunca (başlangıcından işletimine değin) güvenli bir şekilde aktaran süreçtir. NBIMS (2007) BIM'i şu şekilde 3 boyutlu olarak tanımlar :

- i. BIM modeli, (ürün) yapıyı açıklayan bir veri dizini yapılanmasıdır.
- ii. BIM süreci, bir BIM modeli oluşturma eylemidir.
- iii. BIM yönetimi (management) iş yapma biçimini oluşturduğu gibi, kalite ve verimliliği artıran iletişim yapısını da oluşturur.

BIM, inşaat projelerinin planlanması, tasarımı, yapımı ve yönetimini daha iyi anlamak için yardımcı olmayı sağlayan model tabanlı 'yetenekli' bir süreçtir (Autodesk, 2011). International Standarts'a göre ise BIM, karar alma için güvenilir bir taban oluşturan bina, köprü, yol vs. gibi yapı biçimlerini içeren paylaşılan sayısal modellerin fiziksel ve fonksiyonel karakteristikleridir (ISO 29481-1, 2010).

Başka bir tanıma göre BIM, konsept proje öncesi, yapıyı oluşturan tüm elemanların özelliklerinin sayısal olarak inşa edilebildiği akıllı bir 3 boyutlu sanal bina modelinin düşük risk ve yüksek değerle yapımını optimize etmek üzere kullanmaktır. (Zuppa, vd., 2009). BIM bir yapı projesinin sanal gerçek bir çevrede simüle edilmesidir. BIM teknolojisi ile yapı bilgi modeli olarak isimlendirilen kesin sanal-gerçek model sayısal olarak inşa edilir (Azhar, 2011). Bu model projenin tüm yaşam döngüsünü canlandırmak/göstermek için kullanılabilir (Bazanac, 2006). Kymmel BIM'i, yapıyı inşa etmeden önce bütünüyle görmek olarak ifade etmektedir. Kymmel ayrıca BIM'i,

mimari, yapısal, elektrik ve mekanik aksamaların bütüncül bir model içerisinde ayrı ayrı analiz edilebildiği bir teknoloji olarak nitelendirmektedir. Ona göre BIM ile proje süreçleri CAD teknolojisine oranla tamamen değişecektir.

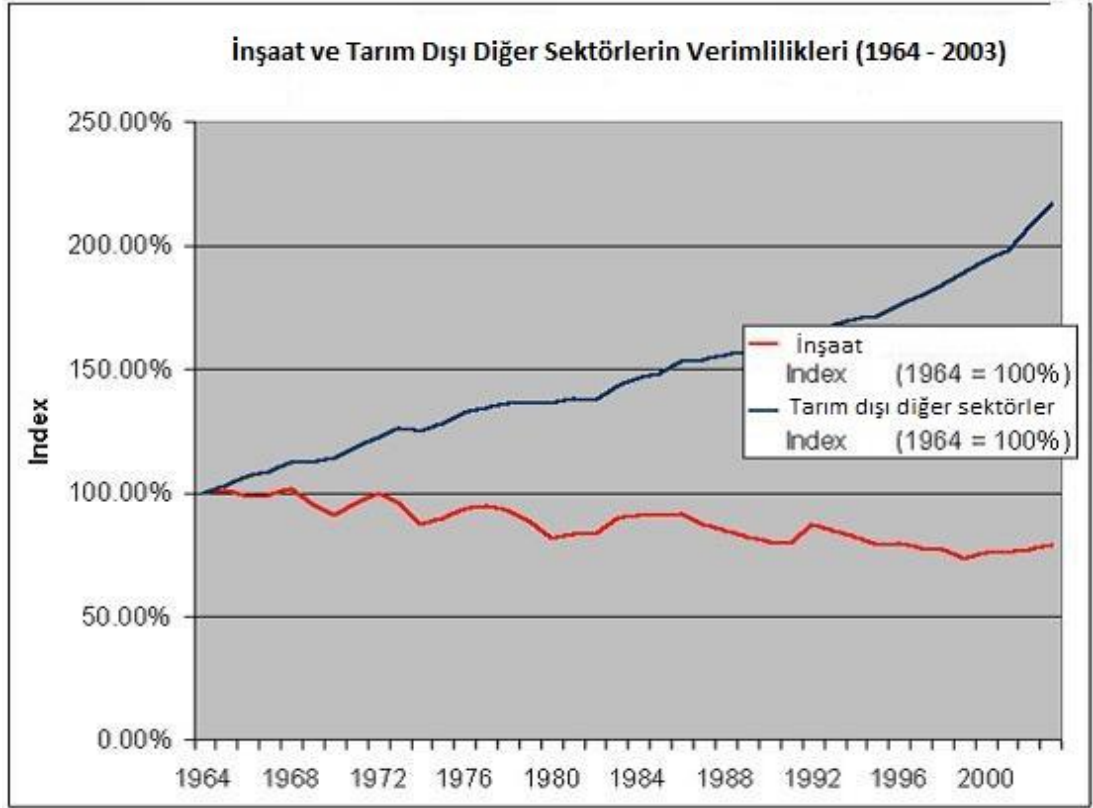
BIM, en sık algılanan şekliyle; görselleştirme, mimarlık, mühendislik ve inşaat işlerinin koordinasyonu ile, hata/eksiklerin azaltılması için bir araçtır. (ISO 29481-1, 2010). BIM, çalışılabilir ve yeniden kullanılabilir tüm yapı bilgisinin; üretilen, depolanan, yönetilen, istişare edilen ve paylaşılan bir veri haline getirilebildiği bir süreç olarak tanımlanmaktadır. (R. Vanlande, ve diğerleri 2008). Jernigan'a göre BIM dar anlamıyla (Little BIM) yapının sayısal sunumu ve merkez enformasyonu iken, geniş anlamıyla birbiri ile ilişkilendirilmiş; fonksiyonel, enformasyonel, teknik ve yönetsel modellere ayrılabilen bir kavramdır.

BIM, çeşitli kullanıcıların karar almakta ve yapım projelerin yürütülmesi sürecinin geliştirilmesinde kullanılabilen ihtiyaçların süzulebildiği ve analiz için oluşturulabildiği çizim ve veri ihtiyaçlarının, veri yönünden zengin, obje tabanlı, akıllı, sayısal sunumudur (AGC, 2005). BIM, bir tesisin fiziksel ve fonksiyonel özelliklerinin sayısal bir sunumudur. Bu bağlamda BIM, projenin başından sonuna kadar enformasyonu proje paydaşlarına aktaran ve doğru kararları alabilmek için güvenilir temeller oluşturan bir platformdur (BuildingSmart, 2008). Birlikte çalışan araçların hızlı gelişimi ile bütünleşik tasarım ve inşaat yönetimini kolaylaştırmaktır. (Lester, 2014). Mimarlık, mühendislik, inşaat endüstrisi proje maliyetlerini düşürmek, verimliliği ve kaliteyi artırmak ve proje teslim sürelerini azaltmak için çareler arar. BIM'in bu hedeflerin gerçekleşmesini sağlayacak potansiyeli bulunmaktadır (Azhar ve diğerleri, 2008).

BIM ile ilgili tanımlar kimi zaman inşaat projelerinde yer alan paydaşların projedeki konum ve görevlerine göre değişebilmektedir. Tüm bu tanımlardan hareketle BIM, yapıyı sayısal olanıyla birlikte 2 defa inşa etmeyi sağlayan, tüm unsurların akıllı nesnelerden oluştuğu, inşaat sektörü için tasarım, planlama, inşaat, imalat ve işletme metodlarını kökünden değiştirecek bir teknoloji ve süreç devrimi olarak tanımlanabilir.

BIM'in bir ihtiyaç olarak nasıl ortaya çıktığını anlamak için Amerika işçilik istatistikleri bürosunun hazırladığı rapora bakmak faydalı olacaktır. 1964 – 2003

yılları arasında inşaat sektörü ve tarım dışı diğer tüm sektörlerin verimliliği karşılaştırıldığında ortaya Şekil 3.2’de görüldüğü gibi şaşırtıcı bir sonuç çıkmıştır.



Şekil 3.2 : İnşaat ve tarım dışı diğer sektörlerin verimlilikleri
(Teicholz, 2004).

Buradaki sonuçlardan hareketle inşaat sektöründeki bir işveren yapının büyüklük ve çeşidine bağlı olarak 1964 yılına oranla %5 daha fazla harcama yapmak zorundadır. Yapım projeleri için dışarıda üretilen malzemeler her ne kadar üretim aşamalarında üst düzey verimlilikle üretilseler de şantiyedeki uygulamalarda işçi verimlilikleri çok düşük düzeyde kalmaktadır (Eastman ve diğerleri, 2011). İnşaat sektöründe malzeme ile ilgili teknolojik gelişmeler oldu ise de proje yönetimi ve tasarımla ilgili yeterli gelişme kaydedilememiştir. Örneğin tekstil sektörü tam otomatik üretime geçtiği halde, inşaat sektörü halen insan emek yoğun bir sektördür. İnşaat sektörünün endüstrileşebilmesi ve üretim verimliliğinin artmasının en önemli yapı taşlarından birisinin BIM olacağı öngörülmektedir.

İnşaat sektöründeki verimliliğin bu kadar düşük olmasının ana sebebi, geleneksel proje teslim yaklaşımının dağınık bir yapısı olması, geleneksel 2 boyutlu tasarım teknolojisi ve inşaat firmalarının boyutlarıdır (Teicholz, 2004). Amerikan Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü’nün (NIST) yaptığı çalışmaya göre inşaat

sektöründeki yetersiz birlikte çalışma sürecinin ekstra maliyetlere yol açtığı tespit edilmiştir (GRC, 2004). Yetersiz birlikte çalışma düzeni inşaat aşamalarında birim alanda(ft²) 6.12 \$, operasyon ve işletme aşamalarında ise birim alanda (ft²) 0,23 \$'lık ilave maliyete neden olmaktadır (Çizelge:3.1).

Çizelge 3.1 : Yetersiz birlikte çalışabilirlik sürecinin yol açtığı ilave maliyetler: Proje yaşam döngüsü boyunca (GCR, 2004 değiştirilmiş).

Paydaşlar	Mühendislik ve tasarım aşaması	Yapım aşaması	Bakım ve işletme	Toplam Maliyet
Mimar Mühendisler	\$1,007.20	\$147.00	\$15.70	\$1,169.80
Yükleniciler	\$485.90	\$1,265.30	\$50.40	\$1,801.60
Üreticiler ve tedarikçiler	\$442.40	\$1,762.20		\$2,204.60
Mal sahipleri	\$722.80	\$898.00	\$9,027.20	\$10,648.00
Toplam	\$2,658.30	\$4,072.50	\$9,093.30	\$15,824.00

Sonuç olarak Amerikan inşaat endüstrisine bu durum 15.8 milyar dolarlık bir ek yük getirmektedir (GRC, 2004). NIST'in bu çalışmasına göre yetersiz birlikte çalışma düzeninin nedeni, ortaya atılan hipoteze göre, yetersiz bilgi akışı ve kesin olmayan veri girişidir. Bu yetersizliğin her bir paydaş için maliyetleri de ayrıca tespit edilmiştir (Çizelge: 3.2). Bunun sebepleri ise;

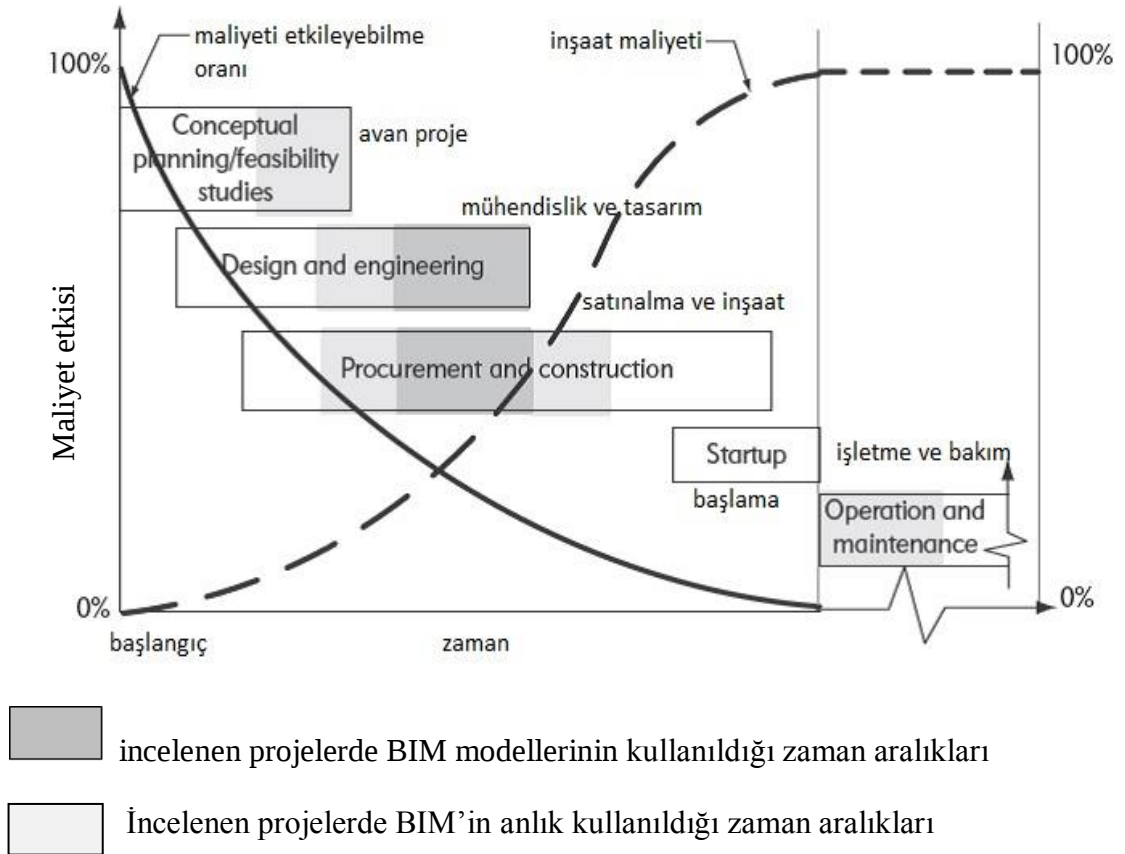
Çizelge 3.2 : Yetersiz birlikte çalışabilirlik sürecinin yol açtığı ilave maliyetler: Paydaşlara göre maliyet kategorileri (GCR, 2004 değiştirilmiş).

Maliyet Kategorisi	Kaçınılan maliyet	Azaltılan maliyet	Gecikme maliyeti
Mimar Mühendisler	\$485.30	\$684.50	
Yükleniciler	\$1,095.40	\$693.50	\$13.00
Üreticiler ve tedarikçiler	\$1,908.40	\$296.10	
Mal sahipleri	\$3,120.00	\$6,028.20	\$1,499.80
Toplam	\$6,609.10	\$7,702.30	\$1,512.80

- Kaçınma (Gereksiz bilgisayar sistemleri, yetersiz yönetim süreçleri, yetersiz bilgi teknoloji uzmanları
- Elle defalarca girilen ve düzeltilen veriler, veri yönetimi ihtiyacı

iii. Ertelemeler

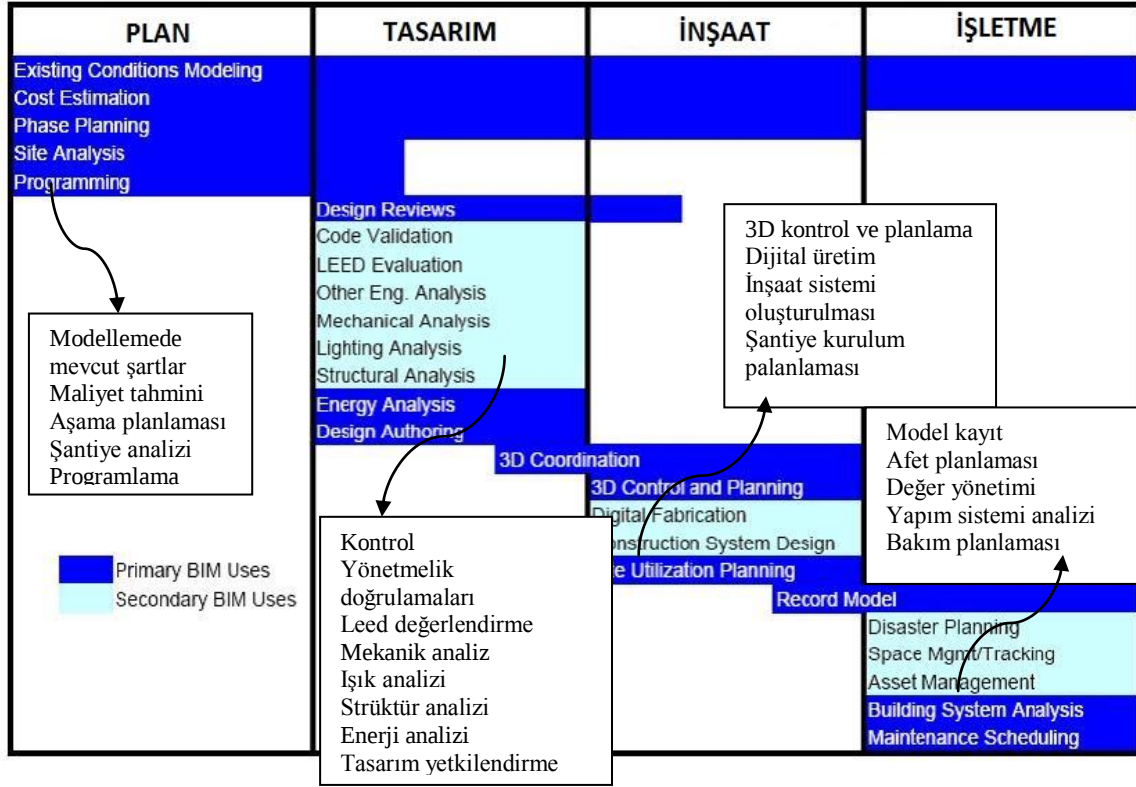
BIM günümüzde bir araç ve teknoloji olmanın ötesinde inşaat sürecinin tümünün yeni bir yöntemle ifade edilmesi olarak kabul edilmektedir. 3D obje tabanlı model, 4D malzeme, insan gücü, yapısal nitelikler ve proje yaşam döngü maliyet iş programı ve sıralaması, 6D sürdürülebilirlik, 7D işletme yönetimidir. Tüm bu kavramlar uygulanan yazılım teknolojilerine bağlıdır (Tjell, 2010).



Şekil 3.3 : Projedeki değişimlerin süreç içerisinde proje maliyetine etkileri.

BIM ile üretilen yapım projeleri, geleneksel yöntemle kıyaslandığında, inşaat maliyetini etkileyebilme kapasiteleri çok yüksektir (Şekil: 3.3) (Eastman v.d 2011). 3 boyutlu model ile birlikte, yapının tüm özelliklerinin değerlendirilebiliyor olması yapım aşamasında olabilecek değişiklik ve aksamalar ön proje safhasında tespit edilebilmektedir. Bu durum fizibilite aşamasında büyük önem kazanmaktadır. Çünkü teklif departmanlarının hazırlık için yeterli süreleri ve koordinasyon için yeterli imkânları yoktur (Akıntoye ve Fitzgerald, 2000). BIM'in yetenek ve kapasitelerini incelediğimizde TPT (Tümleşik Proje Teslimi - IPD) yaklaşımıyla üretilen BIM modelleri ön tasarım aşamasında maliyete ciddi şekilde etki etmektedir. Proje, süreç olarak ilerlediğinde bu etki azalmakta, inşaatın başlamasıyla birlikte '0' seviyesine

gelmektedir. BIM’den en üst seviyede faydalanabilmek, tam, kesin ve gerçekleşen maliyet ile çok yakın maliyet tahmini yapabilmek için BIM’in ön tasarım aşamasından itibaren kullanılmasının gerekliliği Şekil 3.4’te görülmektedir.



Şekil 3.4 : Tümüleşik proje tesliminde BIM’in birincil ve ikincil kullanımları
Eastman v.d, 2011’den uyarlanmıştır.

3.2 BIM ve Yapım Sektörüne Getirdiği Yeni Kavramlar

Yapı Bilgi Modelleme mimarlık, mühendislik ve inşaat sektöründe son 10 yıldır, özellikle batılı ülkeler tarafından yoğun şekilde kullanılan bir teknoloji ve yapıım yönetim argümanıdır. Sektöre kattıkları incelendiğinde BIM’in kullanımının bazı sebepleri şunlardır :

- Nesne tabanlı (parametrik modelleme) yapabilme
- IFC (Industrial Foundation Classes) tabanlı dosya transferi yapabilme
- Birlikte çalışabilirlik (Interoperability)
- Çakışma Kontrolü (Clash Detection) yapabilme
- 4D İş Programı (4D Scheduling) oluşturabilme
- 5D Maliyet Tahmini (5D Cost Estimating) yapabilme

- 6D Sürdürülebilirlik (6D Sustainability) ile ilgili analiz yapabilme
- 7D Tesis & Bakım Yönetimi (7D Facility management) yapabilme
- LOD Detay Seviyesi (Levels of Detail) belirleyebilme
- Tümüleşik Proje Yönetimi TPY (Integrated project delivery IPD)
- Otomatik metraj alabilme

Çizelge 3.3 : Geniş kullanım alanına sahip BIM ile ilgili kavramlar ve üreticileri (Succar, 2009).

Kavram	Üreticisi (Kaynağı)
Yaşam döngüsü bilgi sistemi Asset Lifecycle Information System	Fully Integrated & Automated Technology
Yapı Bilgi Modelleme Building Information Modelling	Autodesk, Bentley Systems and others
Yapı Ürün Modelleri Building Product Models	Charles Eastman
BuildingSMART™	International Alliance for Interoperability
Tümüleşik Tasarım Sistemleri Integrated Design Systems	International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB)
Tümüleşik (bütüncül) proje teslimi Integrated Project Delivery	American Institute of Architects AIA
Çok Boyutlu Modelleme nD Modelling	University of Salford — School of the Built Environment
Sanal Yapı/Şantiye Virtual Building™	Graphisoft
Sanal şantiye ve 4D iş programı modelleri Virtual Design and Construction & 4D Product Models	Stanford University— Centre for Integrated Facility Engineering

BIM'e bağlı olarak geliştirilen söz konusu kavramlar ve üreticileri (Çizelge:3.3)'te özetlenmiştir (Succar, 2009). Bu özete parametrik modelleme, tümleşik model (integrated model) gibi kavramlar da dahil edilebilir. Söz konusu kavramlar aşağıda daha detaylı olarak ele alınmaktadır.

3.2.1 Parametrik modelleme

BIM nesne tabanlı yazılımlar ve yapıyı oluşturan parametrik nesnelerle var olan bir kavramdır (Cerovsek, 2011; Lee ve diğerleri, 2006). Yapım sektöründe proje çizimleri yapılırken nesne tabanlı eleman kullanım ihtiyacı sektörün BIM kullanma ihtiyacı ortaya çıktığında belirginleşmiş ve yapı elemanlarının gerekli duyulan ekstra

özellikleri, diğer elamanlarla olan etkileşimi gibi nedenlerle temel bir ihtiyaç haline gelmiştir. Parametrik modellemeye göre, nesneler geometrik ya da geometrik olmayan fonksiyonel, anlamsal ya da topolojik bilgiye sahip olabilirler (Wong and Yang, 2010). Fonksiyonel özellikler, yapım süreçleri veya maliyetler, anlamsal veri, bağlantı, iç içe geçme veya çakışma bilgisi ve nesnenin lokasyon ve koordinatı gibi topolojik özellikler olabilir (Volk ve diğerleri, 2014). Artık obje tabanlı – parametrik modelleme ile elemanların 2 boyutlu kesit ve planları ile 3 boyutlu görünüşlerinin birbirleri ile tam ve etkileşimli çalışmaları mümkün olmaktadır. (Estman v.d, 2011). BIM tabanlı programları geleneksel CAD tabanlı programlardan ayıran en önemli özellik, parametrik yazılım tabanlı olmaları, bir başka deyişle nesneyi baz alan yazılımlara sahip olmalarıdır. BIM programlarında nesneler oluşturulmuş ve bu nesnelere sayısız miktarda özellik yükleme veya şekil değiştirme özgürlüğü verilmiştir. Örneğin bir CAD programında pencere yaratmak için çoklu çizim ile çizgilerden oluşan bir çizgi grubu pencereyi oluştururken, BIM’de pencere hazır nesne olarak sunulup, bu pencerenin özgün hale getirilmesi için gerekli düzenlemelerin yapılacağı platform da mevcuttur. Ayrıca pencereye ait akla gelebilecek tüm özellikler (pencereyi üreten firma bilgisinden, pencerede kullanılacak malzemenin miktarına kadar) nesne ile beraber taşınmaktadır. Paylaşılan bu çoklu bilgi nerede isteniyorsa kullanılabilir. Örneğin, pencere camının ısı geçirgenlik katsayısı ısı yalıtım hesaplarında kullanılabilir. Bir binada yüzlerce pencerenin ısı yalıtımına olan sayısal katkısı otomatik olarak bulunabilir. Parametrik modellemede projeye özel materyal özellikleri de tanımlanıp tüm projede bu bilgiler kullanılabilir.

3.2.2 Birlikte çalışabilirlik (interoperability)

BIM tabanlı programların en önemli özelliklerinden birisi de birlikte çalışabilirlik özelliğidir. (interoperability). Birlikte çalışabilirlik özelliği, 5. Bölümde ele alınacak olan ‘Dünya’da BIM mevzuatı başlığı altında mevzuat hazırlıklarını tamamlamış ABD, İngiltere, Finlandiya gibi ülkelerde hazırlanan yönetmeliklerin en önemli yapıtaşlarından birini oluşturmaktadır. BuildingSmart tarafından hazırlanan dokümanlarda, birlikte çalışabilirliğin faydaları şöyle sıralanmaktadır:

- Tüm proje paydaşlarına ihtiyaçlarına hızla cevap alabilecekleri bir platformun oluşacak olması

- Proje döngüsü boyunca veri alışverişini sürdürebilecek bir imkân yaratılmış olması
- İşverenin istekleri ve projenin verilerinin uygunluğunun her an denetlenebilmesi
- En uygun yazılımı tercih edebilmek için gerekli altyapının olması
- Tasarım hizmetleri için rekabetçi ve açık pazarların hızla seçilebilmesi
- Proje verilerinin tedarikçilerin karar ve ilkelerinden bağımsız olarak gelecekte de kullanılabilecek olması (GSA 2007, Statsbygg,2013 Finish Senate,2012, AIA, 2014).

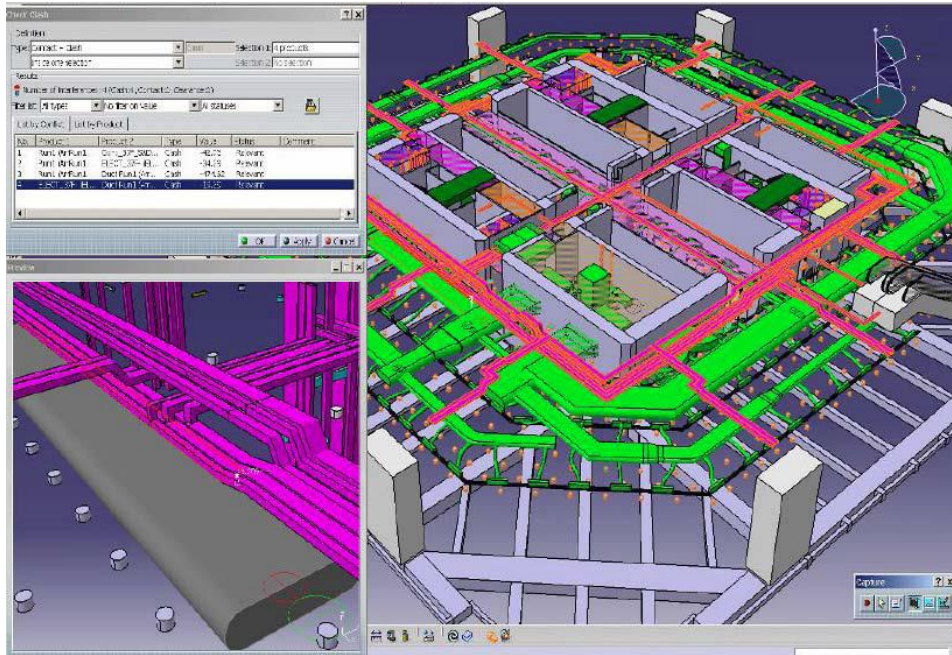
Birlikte çalışabilirlik, iş akışlarını ve işletme otomasyonlarını düzenleyen uygulamaların arasındaki veri değişimi için olan bir özelliktir (Eastman vd, 2011). Bu özellik proje paydaşlarının tek bir model üzerinden çalışıp değişikliklerin anında modele yansmasıyla diğer tüm paydaşların bu değişiklik üzerinde kendi tasarım sorumluluklarını geliştirebilmelerini ve düzeltmelerini sağlar. Tek bir model üzerinde mimari, statik, mekanik ve elektrik sistemler ile buna ek olarak özel uzmanlık gerektiren yalıtım, enerji gibi projeyi oluşturan tüm etmenler tasarımcıları tarafından ortak bir model geliştirilir. Bu sayede bu disiplinlerin ihtiyaç duyduğu imalat ve yöntemler beraber değerlendirilir, olası çakışmalar ve iş programları buna göre düzenlenebilir. Birlikte çalışabilirlik, çizim, satın alma detayları, çevresel koşullar ve sunum yöntemlerini de kapsar (Elmuallim ve Gilder, 2014). İşveren, BIM modelin uygulanması ile proje ekibinden uygulama ekibine kadar yapım proje yönetiminin tüm aşamalarının büyük organizasyonlara ihtiyaç duyulmadan etkin bir biçimde yürütülmesini beklerler (Kymmel,2008). Böylece BIM daha az sürede proje değişikliklerini azaltarak maliyetleri azaltır (Sinopoli, 2010). Uygulama aşamasında ortaya çıkabilecek ve projeye büyük zarar verebilecek hatalar baştan öngörülmüş ve tartışılmış olur. Bununla birlikte BIM tabanlı projelendirme ve modellemeyle yönetmelik kontrolleri de hızlı ve kolay bir şekilde yapılabilir. Bunun için akıllı kodlar yazılıp, örneğin yapısal modelleme yönetmelik kontrolleri yapılabilir (Nawari, 2014).

BIM ile yapılan projelerde bir BIM yöneticisi bulunur, BIM yöneticisi modeldeki aşama ya da kısımların kimlere açılacağını ve kimlerin hangi aşama ve kısımlarda değişiklik ve tasarım yapabileceğini yönetir. Örneğin MEP ile ilgili düzenlemelerin

anahtarını konunun uzmanı ya da sorumlusunun inisiyatifine bırakır ve diğer departmanların bu disiplin üzerindeki değişiklik etkisini kısıtlar. Bu sayede karışıklıklar önlenir ve her uzman kendi alanındaki tasarım / uygulama süreçlerini geliştirir.

3.2.3 Çakışma kontrolleri (clash detections)

Yapım endüstrisindeki zaman kullanımı problemleri ve 2 boyutlu çizimlerin neden olduğu düşük verimli süreçler, yüklenicilerin ve yapım projesindeki karar alma mekanizmalarının potansiyel tasarım koordinasyonu sorunlarını oluşturmaktadır. Bu sebeple yapım sektöründeki firmalar giderek artan bir hızla, koordinasyonu artırmak ve çakışma problemlerini azaltmak için BIM kullanılmaktadırlar (Kiviniemi ve diğerleri, 2008; Khanzode ve diğerleri, 2008). Kiviniemi ve arkadaşlarının 2008’de yaptığı araştırmada Avrupa’daki yapım sektöründen firmalar incelenmiş ve mühendislik firmalarının %25’i, yüklenicilerin de %13’ünün BIM ile çakışma kontrolü yaptıkları belirlenmiştir. Çakışma kontrolü özellikle, mekanik-elektrik sistemlerin birbirleri ile ve strüktürel sistemlerle olan ilişkisini tasarım aşamasında ortaya çıkarır (Şekil: 3.5, Url-1). Bu o kadar etkin bir süreçtir ki; BIM uygulanan tüm yapım projelerinde çakışmalar ‘0’ seviyesindedir. BIM kullanımı günden güne artarken en önemli özelliklerinden olan çakışma kontrolü ile ilgili pek çok araştırma da yapılmıştır (Leite ve arkadaşları, 2009).



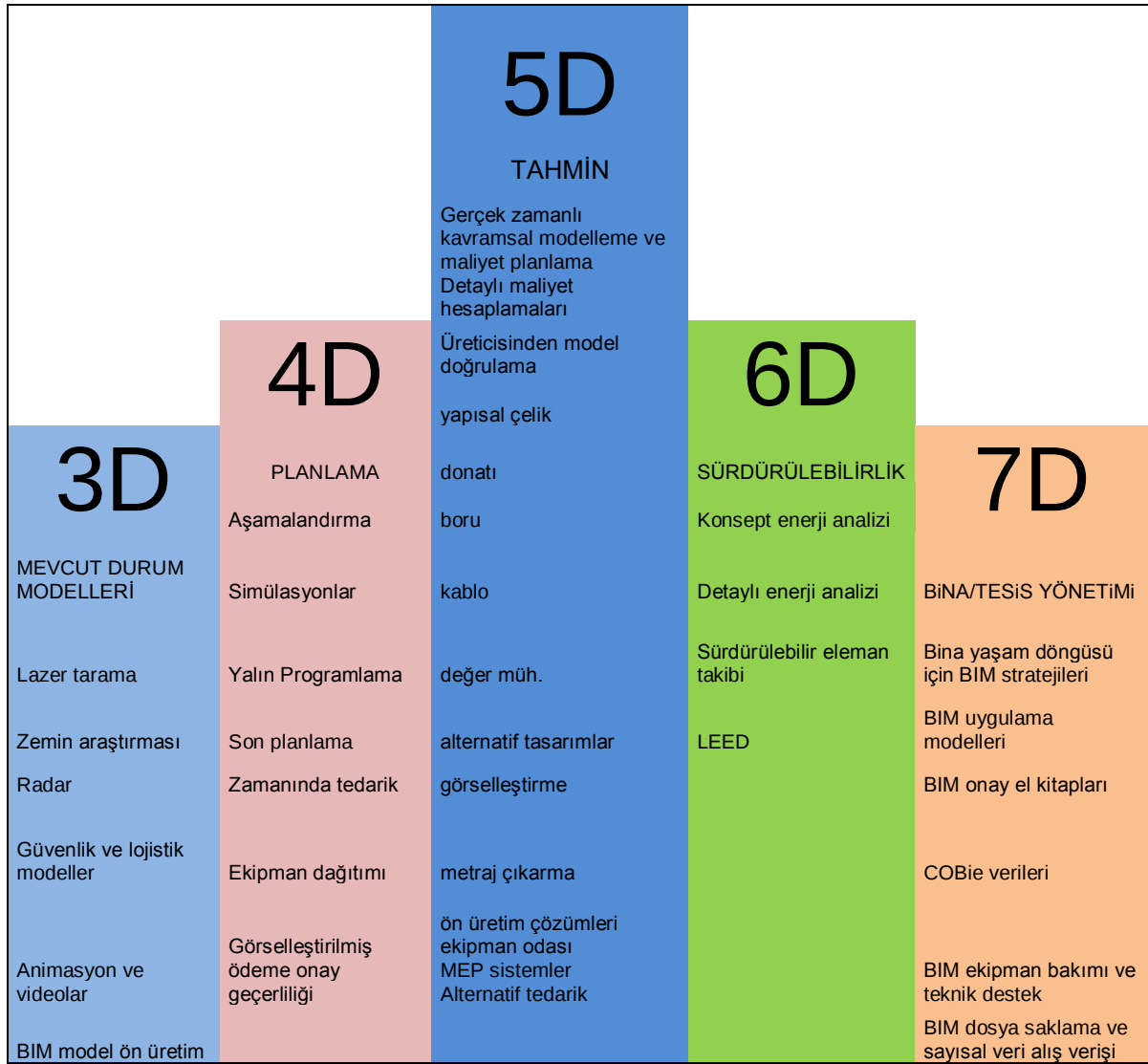
Şekil 3.5 : ‘One Island Project’ Çakışma Kontrolü.

Tek bir model üzerinde yapılan üretim sayesinde, BIM uygulanan projelerde geleneksel yöntemlerle yapılan disiplinler arası çakışma kontrolleri otomatik olarak yapılabilmektedir. Böylece, tüm kolon ve kirişlerin sürekliliği kontrol edilebilir, döşeme yırtıkları saptanabilir, asma tavan detayları proje aşamasında çok sağlıklı bir şekilde değerlendirilip uygulama için hatasız çıktılar elde edilir.

Bunun sonucunda, maliyetler ciddi miktarda azaltılıp, değişiklik talepleri gibi, sözleşmeyi sekteye uğratacak hatalar ‘sıfır’ seviyelerine inebilir. BIM ile modellemede en önemli hedeflerden birisi ‘0’ hata ile projenin gerçekleştirilmesidir. BIM projelerinde proje aşamalarının yapılan analizler neticesinde daha uzun sürmesi beklenir. Bu sayede imalat ve montaj aşamalarında oluşabilecek tüm riskler de önemli ölçüde azaltılmış olur. 46 milyon dolar bütçeli Hilton Aquarium, 300 milyon \$ bütçeli Hong Kong’taki ‘One Island East Project’ gibi BIM ile projelendirilen ve BIM vaka analizlerinin yapıldığı projelerde en önemli BIM hedefleri, çakışma kontrollerinin yapılması ve ‘0’ hata ile imalatların gerçekleştirilmesi idi. Bu iki büyük proje ‘0’ çakışma hatası ile tamamlanmıştır (Azhar v.d, 2008)

3.2.4 Çok boyutlu (nD) BIM

BIM çok hızlı gelişen ve kullanıcıları tarafından değişik amaçlarla faydalanan bir teknolojidir. Bugün nBIM olarak da ifade edilen BIM’in çoklu boyutları ortaya çıkmıştır (Şekil: 3.6). 3D, 4D, 5D, 6D ve 7D şu an için üzerinde en çok konuşulan ve tartışılan BIM boyutlarıdır. 3D’nin ne anlama geldiği zaten bu tezde de değinilen ve sektörün en fazla bilgi sahibi olduğu BIM boyutudur. 4D modelleme, hazırlanan iş programının 3D modele entegrasyonu iken, 5D modelleme ise maliyet analizinin de çıkarılmasıdır. Böyle bir yöntem ancak BIM tabanlı programlar ile yapılabilir. Projenin bütünüyle bitirilmesiyle beraber tüm aşamaların iş programı ve maliyeti de otomatik olarak hazırlanmış olacaktır. Bu sayede iş akışlarıyla ilgili değerlendirmeler çok daha sağlıklı yapılabilecektir. Örneğin; ana gider borusunun imalatı ile ilgili olarak makine mühendisi ile şantiye mühendisi aralarında konuşup iş programının doğruluğu konusunda rahatlıkla karar alabilirler. Ayrıca projenin bütününe yönelik maliyet hesapları da olduğundan, tüm aşamalar için ne kadar harcanacağı da görülmüş olur. İşveren de finansman dengesini ayarlayabilir.



Şekil 3.6 : Çok boyutlu BIM (BIMTaskgroup).

Tüm bu faydalar, kontrol ile yükümlü kurumlar olan kamu kuruluşları için de çok rahatlatıcı olacaktır. Onlar da inşaat aşamalarının süresi ile ilgili olarak zaman kaybı olmaksızın bilgi sahibi olacaklardır ve bu durumu rahatlıkla yönetebileceklerdir. Bunun haricinde, sürdürülebilirlik ile ilgili olan 6D modelleme ve işletmenin bakım ve onarımları ile ilgili olan model 7D modelleme de BIM ile yapılabilmektedir. Tüm bunlarla birlikte, iş güvenliği ve sağlığı, şantiye yönetimi gibi geliştirilebilir pek çok modelleme de yapılabilmektedir.

3.2.5 LOD detay seviyesi (levels of development)

LOD, yapı sektöründeki proje paydaşlarının inşaat sürecinde ve tasarımın çeşitli aşamalarında BIM'in güvenilirliğini ve kapsamını yüksek seviyede duru bir bilgiyle belirtmesine imkân veren bir referanstır. LOD spesifikasyonu Amerikan Mimarlar

Enstitüsü (AIA) tarafından “G202-2013 Building Information Modeling Protocol Form” için geliştirilen temel LOD tanımlamalarından yararlanır. LOD, BIM kullanılarak geliştirilen projelerde ortaya çıkan temel birkaç soruna çözüm üretebilmek amacıyla geliştirilmiş tanımlamalardır. Genel olarak bu sorunların çıkış noktası projeyi üreten kişi dışında projeye bakıp ondan bilgi almak isteyen diğer paydaşların o proje ile ilgili yanlış çıkarımlar yapması ve çoğu zaman da işine yaramayacak detay bilgilerle boğuşmak zorunda kalmasıdır. Bu durum projelerin BIM süreçlerine zarar vermektedir. Bu amaçla LOD tanımları getirilmiş ve projenin içeriğine göre hangi gelişim seviyesinde bilgiye ihtiyaç varsa, BIM modelinin o seviyede üretildiğini gösteren LOD numarasının modele eklenmesi önerilmiştir.

Temel LOD sınıfları şu şekildedir :

LOD 100 : Eleman grafiksel olarak modelin içerisinde gösterilebilir. Ancak LOD 200 tanımında olan detayları barındırmaz. model elemanla ilgili bilgiler (maliyet, metraj, tonaj, HVAC vs) diğer model elemanlarından türetilir.

LOD 200 : Eleman, model içerisinde bir genel sistem, nesne veya yaklaşık metraj, boyut, şekil, lokasyon ve konumlamayla montajlama gibi grafiksel şekilde gösterilir (ifade edilir). Şekli çizimi olmayan bilgiler de modele konulabilir.

LOD 300 : Eleman detaylı bir sistem, nesne veya metraj, boyut, şekil, lokasyon ve konumlama bilgisiyle montajlanan eleman olarak modelde çizilir. Şekli çizimi olmayan bilgiler de modele konulabilir.

LOD 400 : Eleman detaylı bir sistem, nesne veya metraj, boyut, şekil, lokasyon ve konumlama bilgisine ek olarak detaylı üretim, montajlama ve kurulum bilgileriyle Modelde çizilir. Şekli çizimi olmayan bilgiler de modele konulabilir.

LOD 500 : Eleman ; boyut, şekil, lokasyon, metraj ve konum olarak doğrulanmış bir durumdadır. Şekli çizimi olmayan bilgiler de modele konulabilir (Şekil: 3.7).

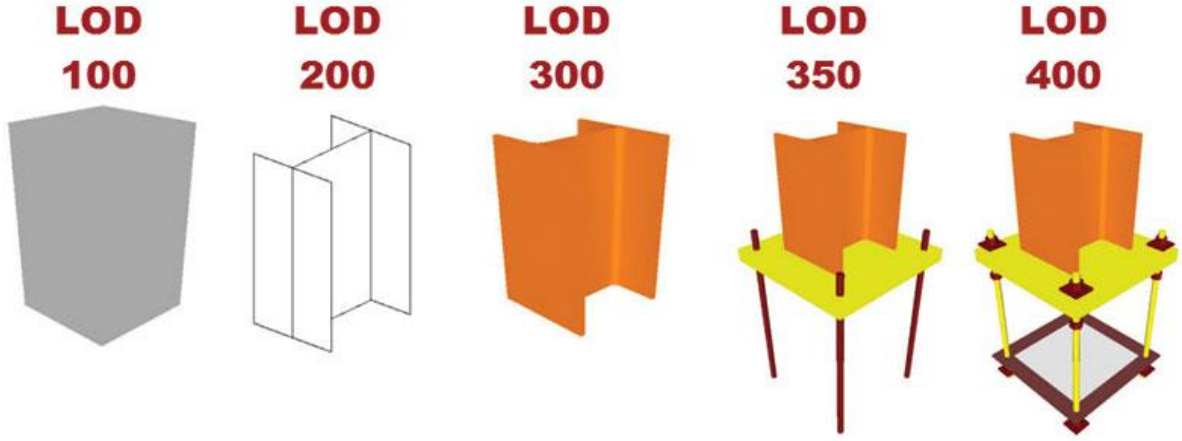
Örnek verilecek olursa bir ışıklandırma tesisatının LOD dereceleri şu şekilde tanımlanabilir.

100 – Aydınlatmanın maliyetinin ve alanının döşemeye tanımlanması

200 – Aydınlatma elemanının yaklaşık olarak boyutu, şekli ve konumu

300 – Aydınlatmanın türü (60 w gibi) , detaylı olarak boyutu, şekli ve konumu

400 - Aydınlatmanın detayı (imalat detayları, montaj şekli ve montaj elemanları) dekoratif sınır bilgileri.



Şekil 3.7 : LOD tanımları (Url-2).

AIA ve BIM forum bir öneri olarak LOD inşaat aşamalarına göre LOD gruplandırması yapmıştır. Buna göre :

- A. Altyapı (Substructure)
- B. Kaba İnşaat (Shell)
- C. İnce işler (Interiors)
- D. Mekanik Elektrik işler (Services)
- E. Ekipman ve Mobilya (Equipment & Furnishings)
- F. Özel İşler (Yıkım vb.)
- G. Şantiye İşleri

LOD, öznel tanımlamalardan oluşmuştur. Günümüzde bazı şartnamelerde atıfta bulunulsa da, LOD BIM'i tam anlamıyla, belirli standartlara sokabilen tanımlamalardan oluşmamaktadır. Örneğin LOD 100 seviyesi LOD standartlarında tanımlanmıştır, ancak pratikte kullanımı mümkün değildir. Kaldı ki, BIM modellerinin yegane amacı, proje düzeyi ve önemi her ne olursa olsun, yapım işindeki tüm detayları barındırmasıdır. Günümüzde BIM ile yürütülen projelerin hemen hepsi ve neredeyse tüm aşamaları (MEP aşamaları değişebilmektedir) LOD'nin tanımladığı en yüksek detay seviyesi LOD 400 ya da 500'e göre modellenmektedir. Dolayısıyla LOD'nin diğer detay seviyelerinin pek bir anlamı kalmamaktadır. LOD, belki BIM'in emekleme dönemlerinde tanımlanan, gelecekte her proje yöneticisi / BIM uzmanlarının ilgili projeye yönelik hazırlayacakları özgün tanımlamaların ortaya çıkmasıyla, önemini yitirecek bir kavram olacaktır.

3.2.6 IPD (Integrated project delivery- tümleşik proje teslimi TPY)

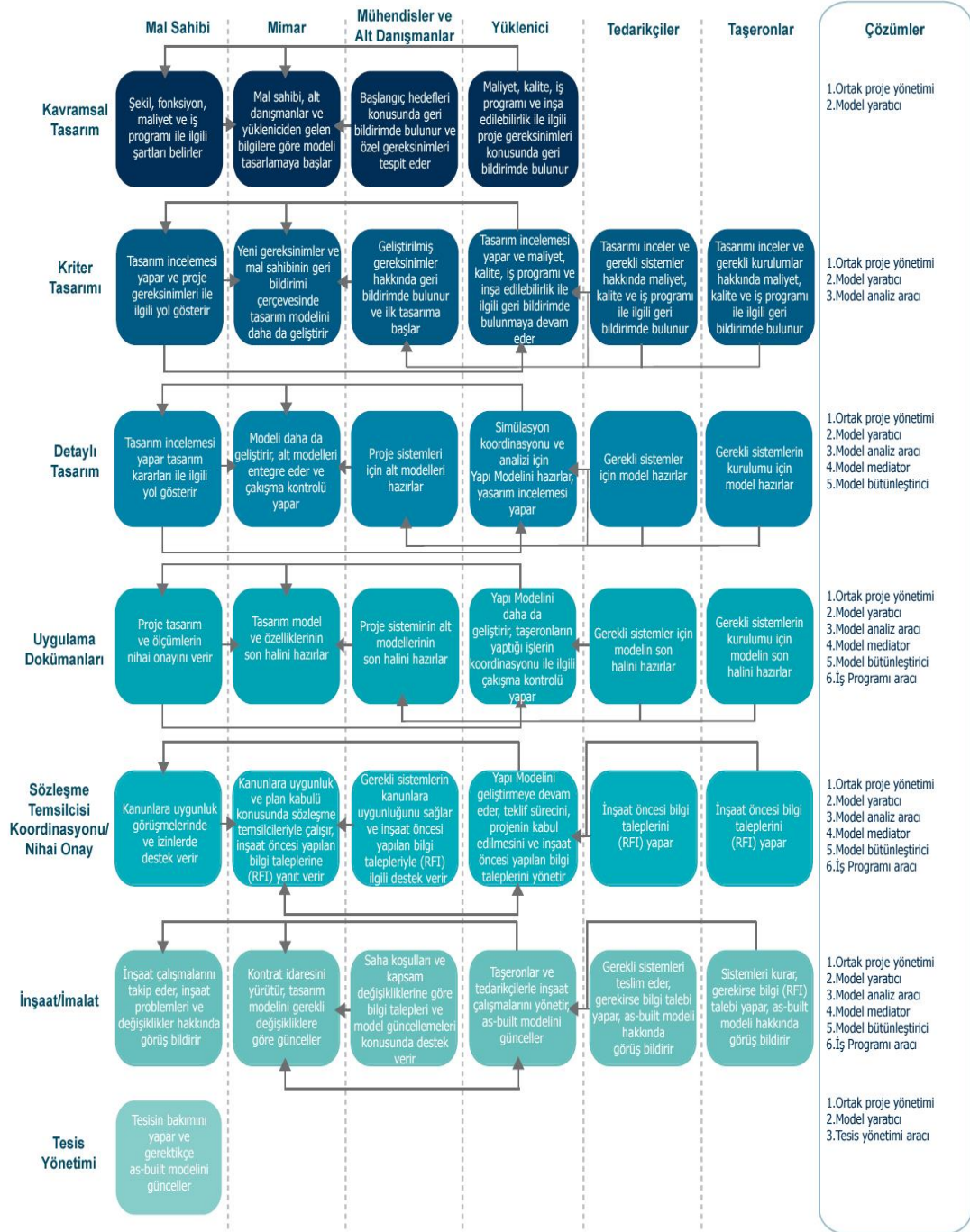
BIM ile gündeme gelen en önemli kavramlardan bir diğeri de IPD-TPY (Integrated project delivery- Tümleşik proje yönetimi)'dir. IPD; insanları, sistemleri iş yapılarını ve tecrübeleri, bir süreç içerisinde tasarımın, üretimin ve inşaatın tüm aşamalarının etkinliğini maksimize etmek, atık miktarını azaltmak, işverenin karlılığını artırmak projenin sonuçlarını optimize etmek için tüm paydaşların yetenek ve kavrama kabiliyetlerini kullanan, bir proje teslim yaklaşımıdır (AIA and AIA California Council, 2007). IPD, inşaat sektörünün çokça kullanmakta olduğu Tasarla-İnşa Et ya da Tasarla-İhale Et inşaat gibi sözleşme modellerinden farklı olarak projeyi bütüncül olarak ele alır ve proje aşamasından inşaatın bitimine kadar tüm paydaşların projenin içerisinde olmasına olanak tanır (Eastman v.d, 2011). Aynı zamanda proje paydaşlarının çalışmalarını, hedeflerini ve ilgilerini aynı hizada birleştiren bir kavramdır (Matthews ve Howell, 2005). Tümleşik proje teslim yaklaşımı, diğer proje teslim yaklaşımlarından çoklu sözleşme taraflarının yönetimi, risklerin ve avantajların paylaşılması sebebiyle ayrılmaktadır (Thomsen ve diğerleri, 2009). IPD, proje çıktılarını, proje takımının tüm birimlerinin ve sözleşmedeki tarafların erken ilişki kurmasını ortak risk ve imkân doğrultusunda hedefler ve teşviklerin düzene sokulmasının bütüncül bir yaklaşım doğrultusunda geliştirilmesi için araştırır (ADTF, Australian Department of Treasury and Finance 2006). IPD'nin ilham veren vizyonu; birbirinden bağımsız ekonomik parçalara ayrılmış ya da ayrı büyük kontratsal sorumlulukları bulunan proje tarafları olmasının yerine, sorumlulukları paylaşan firmaların bir araya gelip işverenin istekleri doğrultusunda birbirlerine yardım etmeleridir (Çizelge: 3.4). Bu vizyon doğrultusunda; işverenler, mimarlar, mühendisler, yapı profesyonelleri ve bunların hukukçuları verimliliği artırmak, atık miktarını azaltmak ve daha iyi binalar yapmak gibi hedefler doğrultusunda, beraberce hazırlanmış sözleşmelerle iyi bir takım oluştururlar (Thomsen ve diğerleri, 2009). Tümleşik proje teslim yaklaşımı ile 1 milyon \$'lık projeden 1milyar\$'lık projeye kadar tüm yapım projelerinin proje yönetimi rahatlıkla ve istenen kalitede yürütülebilir (Cohen, 2010). IPD'nin için önemli olan noktalardan birisi; bu yöntemle proje geliştirmeye başlayacak firmaların, IPD'nin işbirlikçi anlayışına hazırlanmak için gerekli hukuki, kültürel ve teknolojik dönüşümleri sağlamaları gerektiğidir (Ghassemi ve Becerik-Gerber, 2011).

Çizelge 3.4 : Geleneksel proje teslimi ve TPY karşılaştırması
(yeniden düzenlenmiş, Perdemo ve diğerleri, 2014).

Geleneksel		TPY (IPD)
ayrılmış	Proje Paydaşları	beraber, işbirliği
lineer, ayrık	Süreç	eş zamanlı, çok aşamalı, birleşik
bağımsız yönetilir	Risk	işbirliği ile yönetilir
Bağımsız başarı	Ödül	değer tabanlı, takım başarısı
analog, kağıda üzerinde, 2 boyut	Teknoloji	sayısal, BIM, 3 boyutlu
risk transferi, paylaşılmayan	Kontratlar	paylaşım açık, komple entegrasyon
bağımsız odaklanma	Eğitim	takım tabanlı, entegre işbirliği

IPD ile yapım projeleri çok daha sağlıklı yönetilebilir. IPD ile tümleşik proje yaklaşımı benimsenmiş projelerde BIM tarzı projeye bütüncül yönetim yaklaşımı sunabilecek bir teknoloji kullanılması gerekmektedir. BIM, entegrasyonun, tasarımın ve proje koordinasyonunun uygun bir şekilde gelişmesini sağlar. (Lee ve diğerleri, 2014). Tümleşik proje teslim yaklaşımının yakıtı, tasarım koordinasyonunu sağlayan BIM olacaktır. (Lancaster ve diğerleri, 2010). 2D modelleme ile IPD teslim yaklaşımını gerçekleştirmek ve bunda başarılı olmak hayalden öteye geçmeyecektir. Dolayısıyla, BIM uygulamalarının en etkili olacağı proje teslim yaklaşımı, entegrasyona dayalı IPD olacaktır. Genel olarak IPD şekil 3.8'deki süreç modelinden de anlaşılacağı gibi; işveren, mimar, mühendis, danışman, yüklenici, alt yüklenici ve tedarikçi gibi pek çok paydaş bir proje dahilinde takım hüviyetine bürünmektedirler. Tüm süreçlerde takımın ilgili alt birimi / birimleri o sürece akredite olmaktadır. Tasarım, hesaplama, analiz ve koordinasyon, tek bir model üzerinden, IPD yöntemleri doğrultusunda başarılmaktadır. Departmanların birbirleriyle olan ilişkileri iyi tanımlanmıştır. Proje bütünlüğünün tam olarak sağlanması için kavramsal tasarımdan, sözleşmeye, yer tesliminden işletmeye kadar tüm departmanların görev ve sorumlulukları ve birbirleriyle olan koordinasyonları önemlidir. Böyle bir süreci ve koordinasyonu günümüz proje gereklilikleri doğrultusunda yönetebilmenin mümkün olan tek yolu BIM kullanmaktır.

Tümleşik Proje Yönetimi/Paylaşımı

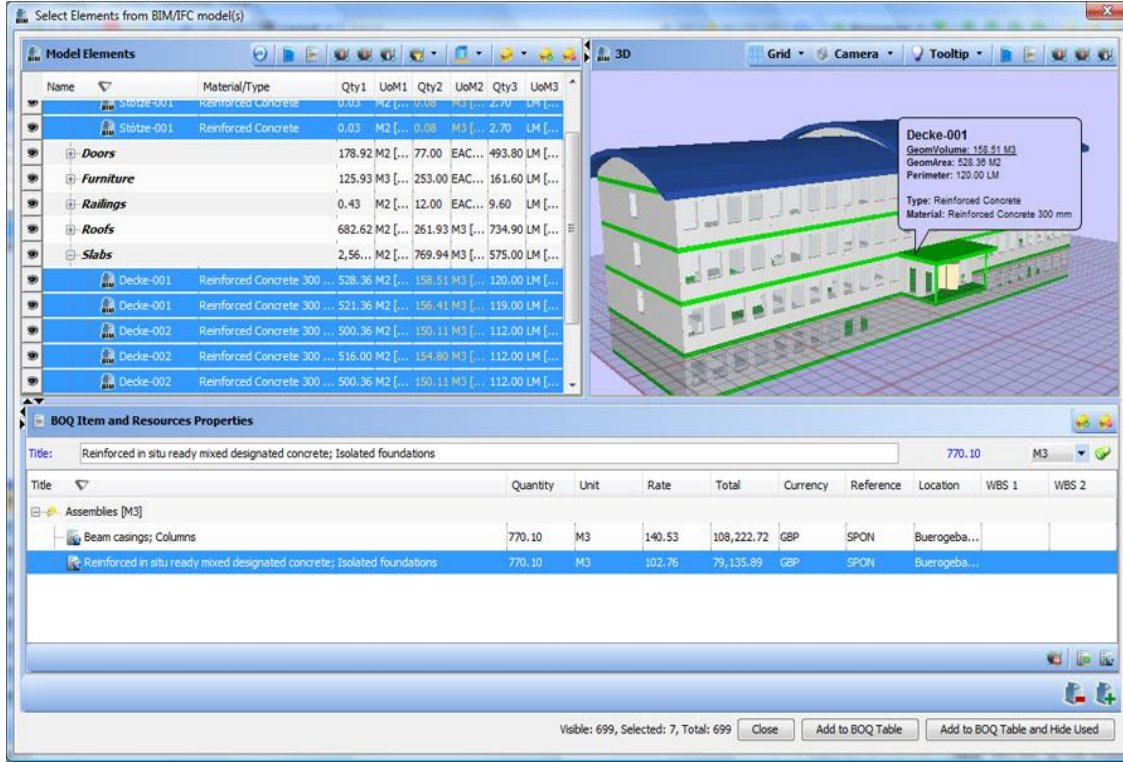


Şekil 3.8 : IPD Model Proje Süreç ve akım şeması (Autodesk, 2014).

3.2.7 Canlı metraj listeleri

BIM modeli 3 boyutlu olduğu için kullanılan tüm malzemelerin metrajları model yapılırken arka planda yapılmış olur. Tek yapılması gereken bu bilgileri çağırmaaktır. Ayrıca metraj hesaplanmaz. Otomatik metraj, tüm proje paydaşlarını oldukça

rahatlatır. Yapılan her türlü değişiklik de anında metrajla yansır, dolayısıyla metrajla ilgili olarak hesaplama ve düzeltme yapmak gibi işler BIM de geçerli değildir. Bu özellik çok önemli bir zaman tasarrufu anlamına gelmektedir. Bununla birlikte oluşan metraj listeleri %100 doğru ve kesindir (Şekil: 3.9, Url-3) Örneğin beton içerisindeki donatılar beton metrajından düşülmüştür ya da duvardaki pencere minhaları duvar malzemesi ve sıva metrajından otomatik olarak düşülmüştür.



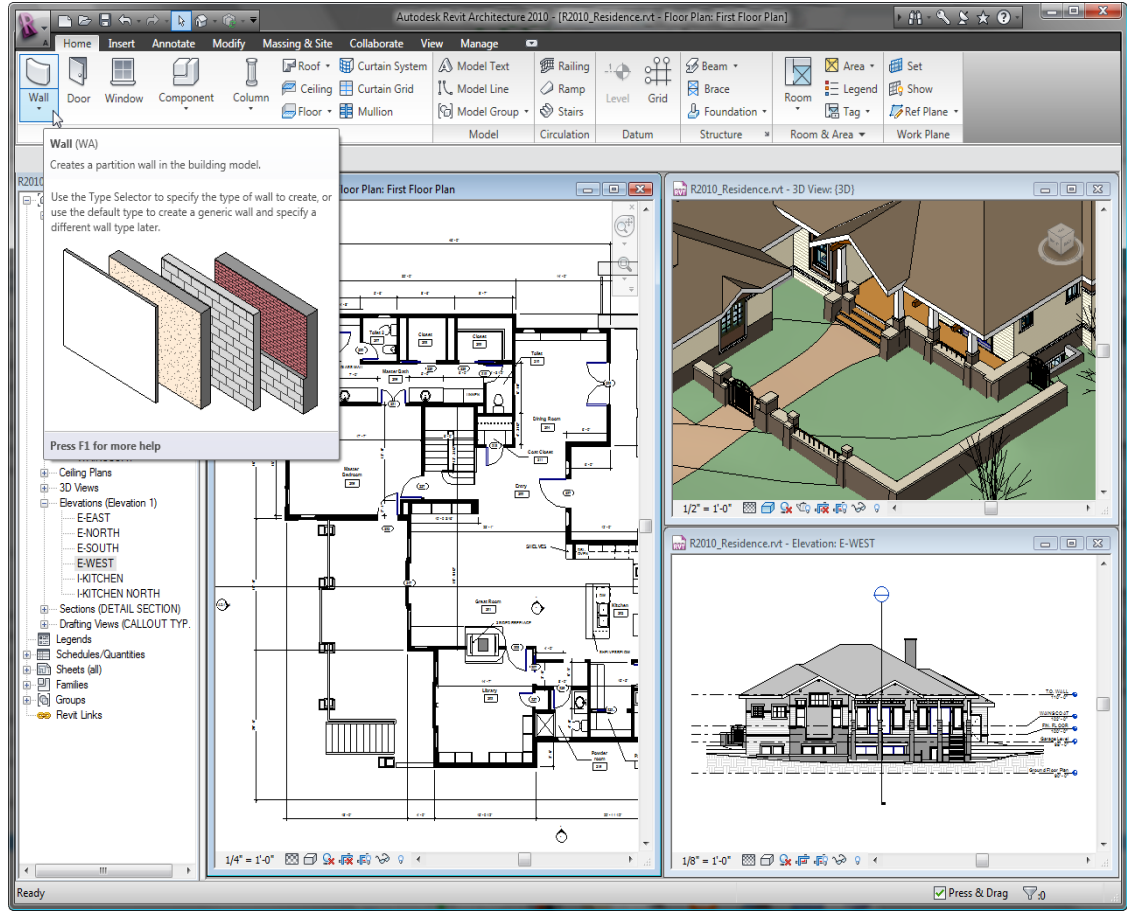
Şekil 3.9 : BIM’de otomatik metraj.

3.3 BIM tabanlı programlar

BIM’in tanımını yaparken bir süreç olduğundan ve asla sadece bir yazılım olarak algılanmaması gerektiğinden bahsedilmişti. Diğer taraftan, BIM tabanlı bir yazılım olmadan BIM kavramının temelinin olmayacağını ve BIM’in düşünülmemeyeceğini söylemek de gerekir. BIM tabanlı programlar üreten belli başlı firmalar bulunmaktadır. Bunlardan bazıları tasarım ve proje yönetimini bir arada sunan paket programlardır. Bazıları ise tasarımdan çıkarımlar elde eden ve sadece proje yönetimine yardımcı olan programlardır.

Revit 2000 yılında Charles River Software Cambridge firmasının yazılımı olarak doğmuştur. Takma bir isimdir, İngilizce’de Revision & Speed (revizyon ve hız) gibi

anlamlara gelen kelimelerden türetilmiştir. 2006 yılında Autodesk tarafından satın alınmıştır. Şu an dünyada en yaygın şekilde kullanılan BIM programıdır.

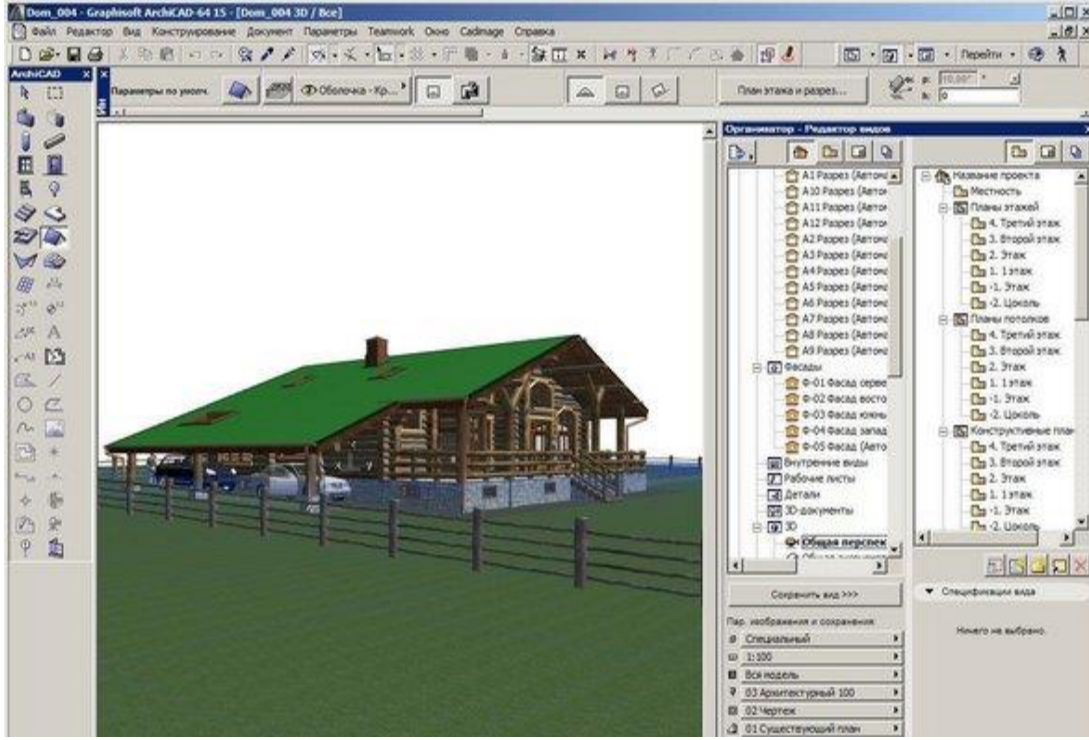


Şekil 3.10 : Revit Arayüzü.

Kullanıcı dostu ara yüzü olması, mimari, strüktür, mekanik elektrik modellemenin yanında, proje yönetimini ilgilendiren metraj, aktivite sıralama ve görselleştirme gibi bütüncül bir BIM imkânı sunması Autodesk Revit'in özelliklerindendir. Yine Autodesk firmasının ürettiği Navisworks platformu ile sorunsuz çalışması ve Navisworks programında çakışma kontrolü, 4D scheduling gibi işlemlerin de yapılabilmesi Revit'in çok yaygın olarak kullanılmasındaki önemli unsurlardır (Şekil: 3.10, Url-4). Analitik verilerin parametrik tabanlı geometrik tasarımlarda kullanılmasıyla, güneş ışığı analizleri, çevresel kısıtlamalar, solar radyasyon miktarları ve güneş ışığının yapıdaki açıları kaliteli bir şekilde belirlenebilir ve alternatif projelerle Revit ile beraber çalışan Ecotect ile değerlendirilebilir (Aksamija vd.,2011).

Bir diğer önemli BIM tabanlı platform ise Graphisoft'un Archicad programıdır. Graphisoft 3 boyutlu yapı modellerini obje tabanlı ve parametrik olarak görsel hale

getirmeye yarayan bir yazılımdır (Şekil: 3.11, Url-5). Archicad BIM tabanlı ilk programdır. Yaklaşık 20 yıl önce bugünkü BIM kavramı temel alınarak üretilmiş bir program olması onu BIM'in ilk tanımlayıcılarından birisi yapmıştır (Cyon Research, 2003). Ayrıca Archicad, IFC uyumlu dosya transferini kayıp olmadan tüm mimari ve



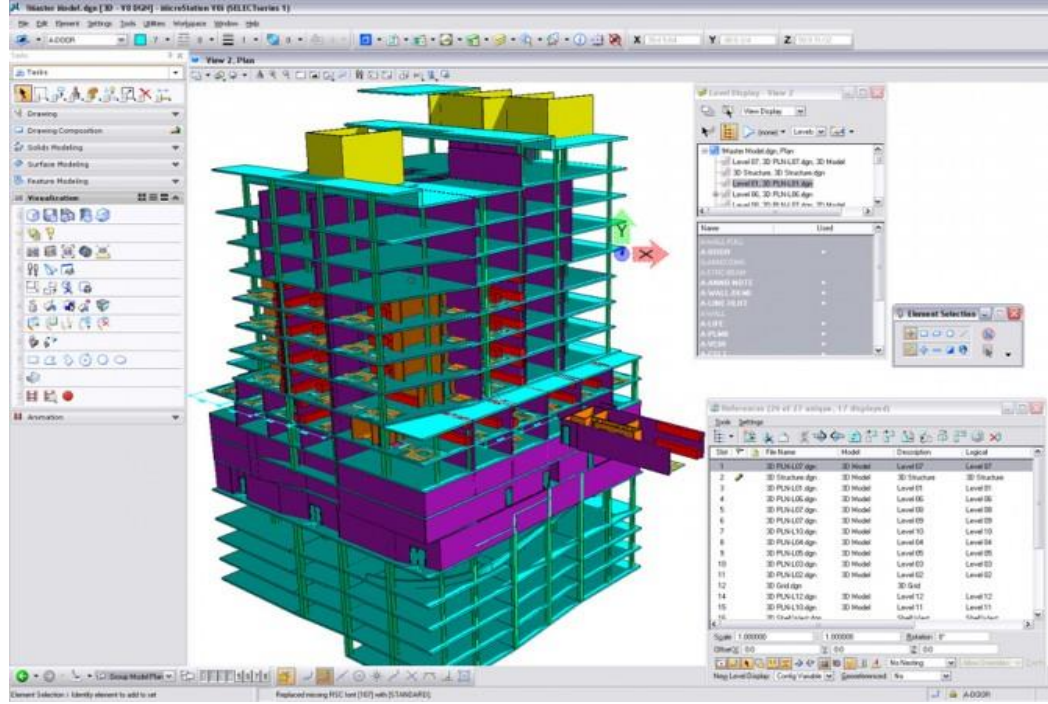
Şekil 3.11 : Graphisoft Archicad arayüz genel görünümü.

mühendislik bileşenlerini veri ve geometrik olarak içeriye alabilen ve içeride üretilen veri-geometrik yapıyı dışarı aktarabilen ilk programdır (Khemlani, 2004).

Bentley firmasının Bentley Architecture, Structure ve Hvac isimli BIM tabanlı programları bulunmaktadır. Bentley Sysetms ürünleri 'build as one' tek modelde tasarım (üretim) kavramı geliştirmiş ve tümleşik proje yaklaşımı (IPD) ve etkin koordinasyon için bu kavramın biliniyor olması gerektiğinden yola çıkarak tüm bu tasarım ürünleri geliştirilmiştir (Url-6). Dünya'daki büyük çaplı projelerde Bentley ürünleri yaygın olarak kullanılmaktadır. (Roberts, 2005).

Dünya'da ve Türkiye'de yaygın olarak kullanılan BIM tabanlı bir diğer program ise Alman Nemetschek firmasının Allplan platformudur. Allplan mimari, mühendislik ve Allplan BCM maliyet kontrol ve programlarıyla bütüncül BIM uygulama imkânı sunuyor (Şekil: 3.12). DWG, DXF, DGN, IFC, PDF gibi dosya uzantılarıyla rahatlıkla çalışılabilir. Allplan ailesinin diğer başka özellikleri ise; akıllı yapı

sistemi, değiştirilebilir tasarım imkânı, kapsamlı mahal analizi, metraj keşif, ahşap ve cephe tasarımı için geliştirilmiş arayüz sistemi (Url-7, Url-8).



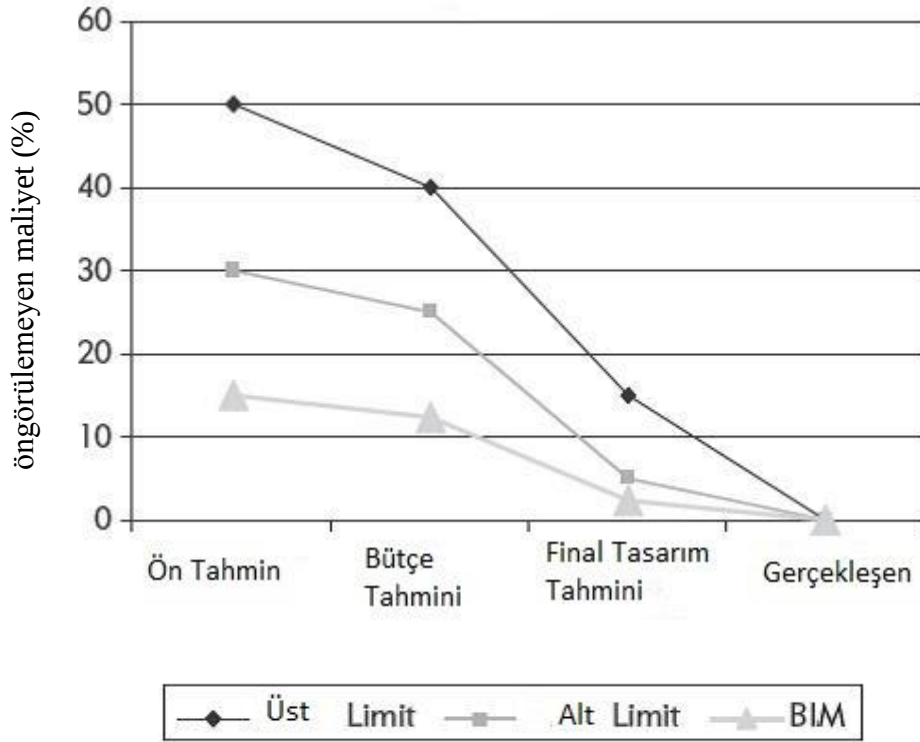
Şekil 3.12 : Allplan BIM arayüz.

Tasarım ve bütünleşik BIM'e odaklanmış bu programlarla beraber, BIM modellerin denetimi ve doğrulamasını yapmak için üretim yapan Trimble ve Solibri firmalar da kendi ürünlerini piyasaya sunmaktadır. Bu firmaların programları da BIM yönetimi için gerekli olan yazılımlar konusunda uzmanlaşmışlardır. Solibri firması IFC optimizier programıyla IFC değişimi ile ilgili önemli bir boşluğu da doldurmaktadır. Trimble firmasına ait Vico ise IPD uygulaması için çok yaygın olarak kullanılan bir platformdur.

3.4 BIM'in ölçülebilen faydaları

Literatürde BIM 'in faydaları genellikle iki şekilde incelenmektedir. Bunlardan ilki proje süreci baz alınarak değerlendirilen faydalar, bir diğeri ise proje paydaşlarına sağlanan faydalar baz alınarak değerlendirilenlerdir. BIM ile yürütülen projelerde Şekil 3.13'te görüleceği üzere “ön tahminden yapımın tamamlanmasına kadar geçen zamanda beklenmedik maliyetlerin gerçekleşen maliyete oranı yüzdesel olarak en az BIM ile yürütülenlerde görülmektedir. Bu durum alt limitin dahi altındadır. Dolayısıyla buradan BIM ile yürütülen projelerde öngörülemeyen maliyetlerin en

asgari düzeyde olabileceği sonucu çıkarılabilir (Munroe,2007). Her iki sınıflandırmada da aynı sonuçların çıktığı görülmektedir.



Şekil 3.13 : Proje aşamalarında öngörülemeyen maliyetlerin olasılıkları (Munroe,2007; Oberlander ve Trost, 2001).

CRC Construction Innovation, 2007'ye göre BIM'in en önemli faydası kesin doğrulukla ve enformasyonla beslenmiş 3 boyutlu modeldir, bunun yanında diğer faydaları şunlardır:

- Hızlı ve etkin süreç : Enformasyonun kolayca paylaşılabilmesi, bilgiye ek yapılabilmesi ve yeniden kullanılabilmesi
- Daha iyi tasarım : Teklifler doğru bir şekilde analiz edilip, alternatif yaratılıp simüle edilebilmekte ve kıyaslanabilmektedir.
- Projenin Tüm yaşam sürecinin kontrol edilebilmesi : Çevresel etkilerinin öngörülebilir hale gelebilmesi, maliyet tahmininin öngörülebilir ve gözlemlenebilir olması
- Robotik montaj ve imalat : Sayısal modelin imalat ve montaj için rahatlıkla kullanılabilmesi projenin imalat ile %100 uyumu
- Sağlıklı bilgilendirme : Teklifin muhataplarının kesin ve doğru görselleştirmelerle bilgilendirilebilmeleri

- Proje yaşam döngüsü verileri: Projenin işletme yönetimi de dahil tüm yaşam sürecindeki bilgilerin ulaşılabilir ve düzenlenebilir olması

Stanford University 2007 yılında ‘center for integrated facilities engineering (CIFE) biriminin BIM kullanan 32 büyük çaplı proje üzerindeki araştırmaları sonucunda da BIM’in faydaları kısaca şöyle raporlanmıştır :

- Bütçedeki değişimlerin %40 oranında azalması
- Maliyet tahminlerinin %3 hata payı ile yapılabilmesi
- Maliyet tahminlerinin oluşturulmasında %80 ‘in üzerinde daha az zaman harcanması
- Yapısal elemanların çakışmalarından kaynaklanan sözleşmeden doğan para kayıplarının %10 oranında azalması
- Tüm proje zamanının %7 oranında azalması. (CIFE, 2007)

Bu sonuçlarda dikkat çekici olan araştırmaların bu tezin hazırlanışından yaklaşık 8 sene önce olmasıdır. BIM teknolojisindeki gelişmeler ve BIM uzmanlarının yetkinliklerinin ve sayılarının artmasıyla, bahsi geçen fayda oranlarının çok daha üst seviyelerde olduklarını tahmin etmek pek de zor değildir.

Bunlarla birlikte BIM’in faydaları ile ilgili pek çok vaka çalışması yapılmış ve literatürde yayınlanmıştır. Bunlardan birisi de David Bryde ve arkadaşlarının 2013 yılındaki makalesinde BIM’in faydalarını dünyanın değişik bölgelerinde yapılmış inşaat projelerinden alınan bilgilerle ortaya koymuşlardır. 2008-2010 yılları arasında raporlanan 35 büyük inşaat projesi ikincil veriler olarak toplanmış ve BIM ‘in faydaları bakımından incelenmiştir. Alınan veriler Project Management Institute's (PMI) Project Management Body of Knowledge (PMBOK) (PMI, 2008)’deki bilgi alanlarına göre (Çizelge: 3.5) analiz edilmiştir. Elde edilen bilgiler BIM’in faydaları ve olası negatif etkileri olarak iki kısma ayrılmış ve negatiften pozitif -3 arası +3 arasında puan verilmiştir.

Çizelge 3.5 : PMBOOK Bilgi Alanları.

Koordinasyon (integration management)
Kapsam (Scope management)
Zaman (Time management)
Maliyet (Cost management)
Kalite (Quality management)
İnsan Kaynakları (Human resources)
İletişim (Communication)
Risk Yönetimi (Risk Management)
Tedarik (Procurement Management)

BIM'in faydalarının analitik olarak belirlenmek istendiği bu çalışmada 35 büyük/küçük ölçekli projeden alınan veriler doğrultusunda analizler yapılmıştır.

Ortaya çıkan sonuçlara göre BIM kullanımı neticesinde en fazla başarı sağlanan kriter 'maliyetin azalması ve maliyet kontrolü' olmuştur. 35 projeden 21'inde (%60) maliyetin düşürülmesi ve kontrolünde BIM kullanımı sayesinde avantajlar elde edilmiştir. 35 projenin içinde yer alan (Endeavour House – BSI, 2010) 'da %9.8 lik bir maliyet azalması tespit edilirken, (Festival Place –BSI, 2010) projesinde ise %9'luk bir maliyet azalması tespit edilmiştir.

İkinci olarak en fazla başarı sağlanan kriter ise zaman (time management) olmuştur. İkincil veri olarak incelenen 35 projeden 13'ünde (yaklaşık %37) zaman yönetimi ve planlama ile ilgili pozitif etkilerden söz edilmiştir. (Aylesbury Crown Court – McGraw-Hill, 2010a projesinde yaklaşık iki aylık bir erken bitirme yapılabilmektedir. BIM kullanılarak proje aşamasında gerçekleştirilen simülasyonlarla hazırlanan iş programına uygunluk sağlanmış hatta 2 aylık bir erken teslim de yapılmıştır. Tablo 2'den de anlaşılacağı üzere yazılımlardan memnuniyet haricinde tüm başlıklarda BIM 'den ciddi kazanımların olduğu somut olarak ortaya konmuştur. BIM'in 'değişiklik talepleri (change orders) ve iş programındaki değişiklikler üzerindeki etkileri dikkate alınarak yapılan araştırmada ise proje değişikliklerinin geleneksel metoda oranla %42 azaldığı, iş programında ise %67 daha az değişim olduğu sonucu elde edilmiştir (Barlish ve Sullivan, 2012). Dikkat edilirse, bu çalışmalar daha önce de belirtildiği gibi 2008-2010 yılları arasında alınan bilgilerden derlenen sonuçlara göre yapılmıştır. Yaklaşık 4-5 senede BIM çok daha fazla gelişmiş, yapı profesyonelleri tarafından daha iyi anlaşılmaya başlanmış ve gerekli insan kaynağı yetişmiştir. Buradan hareketle, günümüzde ve yakın gelecekte, BIM'in faydalarının

bu sonuçlardan çok daha ileri gideceğini tahmin etmek zor değildir. 2014 McGraw Hill *BIM for Owners'* Raporunda BIM'in yapım projelerine olumlu etkisinin Amerika'da %69, Birleşik Krallık'ta ise %80 olduğu tespit edilmiştir (McGraw Hill, 2014)

The Hillwood Commercial vaka çalışması bize maliyet tahmini için erken tasarım sürecinde (concept design) BIM ile maliyet tahmini yapma metodunda %1'lik değişim yaparak maliyet tahmini süresi %92 azaltılabileceğini gösterir. Ayrıca incelenen diğer bir vaka çalışması olan 'One Island East Office Tower' da işveren BIM ile maliyet tahminini yaparak öngörülemeyen harcamaları (contingency) çok düşük seviyelerde tutabilmiş ve maliyet tahminindeki kesinlik düzeyi üst seviyede gerçekleşmiştir (Eastman et.al, 2011).

Şangay'daki diğer bir vaka çalışmasında da, MEP ile ilgili aktivitelerin projelendirilmesi ve yapımı ile ilgili bulgular elde edilmiştir (Çizelge: 3.6 ve 3.7). Buna göre proje 4 aşamada değerlendirilmiş, 1. Aşama hataların kolayca düzeltilebildiği, 2. Aşama hataların işi durdurup gerekli teknik personelin el koymasıyla düzelebildiği 3. Aşama sökölüp yeniden inşa etmekle düzelebilecek 4. Ve son aşama ise söküm, tasarım yenilemesi ve yeniden yapım ile düzeltilebilecek aşamalar olarak tanımlanmış ve BIM kullanımı ile zamanda %60,6, toplam maliyette de yaklaşık %3 lük bir fayda sağlanmıştır (Li ve diğerleri, 2014).

Çizelge 3.6 : Şangay'daki vaka çalışması (Li ve diğerleri, 2014) değiştirilmiş.

Proje Bilgileri	Proje özellikleri
İnşaat alanı	42140 m ²
Lokasyon	Kuzey Şangay
Bina tipi	Sistem veri merkezi
Kat brüt alanı	28124 m ²
İnşaat büyüklüğü ile ilgili bilgiler	Kazı inşaat alanı = 7807 m ²
	Zemin kat alanı = 20317m ²
	Yükseklik = 28,95m
	Deprem takviye seviyesi = 7 derece
Proje başlama tarihi	2010 eylül

Çizelge 3.7 : Şangay afet yönetim merkezi projesi BIM çıktıları (Li ve diğerleri, 2014), değiştirilmiş.

No	Başlık	Sorunlar			Zaman tasarrufu		Maliyet tasarrufu
		İnşaat öncesi tanımlanan sorunlar	İnşaat sırasında tanımlanan sorunlar	Toplam	Her sorun için (gün)	Toplam tasarruf	%
1	Aşama 1	198	67	265	0.05	13.25	0.265
2	Aşama 2	132	32	164	0.1	16.4	0.82
3	Aşama 3	95	26	121	0.15	18.15	0.968
4	Aşama 4	58	6	64	0.2	12.8	0.832
5	Ön üretim						0.25
Toplam		483	131	614		60.6	3.135

‘BIM Handbook ‘ta proje süreçleri doğrultusunda değerlendirilen BIM’in faydaları, inşaat öncesi, tasarım evresi, inşaat ve üretim aşaması ve inşaat sonrası olmak üzere 4 bölümde incelenmiştir.

3.4.1 BIM’in inşaat öncesi işverene olan faydaları

- Fizibilite ve konsept tasarımıyla ilgili faydaları : BIM, işverenin tasarım ve proje ofisleri ile anlaşmadan önce yapılması düşünülen inşaatın, hedeflenen zaman ve maliyetle yapılıp yapılamayacağının hızlı bir şekilde analizinin yapılmasını sağlar.
- Yapı performans ve kalitesinin artması : Yapının şematik bir modelinin oluşturulmasıyla, bina fonksiyon ve sürdürülebilirliğinin ön değerlendirmesi sağlıklı bir şekilde yapılmış olur.
- Bütünleşik proje teslim metodu kullanılarak işbirliğinin geliştirilmesi : Proje ekibinin beraber çalışması ile proje tüm safhaları ve nitelikleriyle daha iyi anlaşılabilir, maliyet ve süre tahminleri daha doğru şekilde yapılması sağlanır.

3.4.2 BIM’in tasarım sürecindeki faydaları

BIM’in tasarım sürecindeki faydaları şu şekilde sıralanabilir :

- Tasarımın, erken dönemde çok daha detaylı görsellerle desteklenebilmesi

- ii. Tasarımda yapılan herhangi bir değişikliğin anında tüm paftalara ve projenin geneline yansması
- iii. Tasarımın tüm aşamalarının kesin ve tutarlı 2D çizimlerinin standartlaşması
- iv. Çoklu tasarım disiplinlerinin projenin en erken safhasından itibaren birlikte çalışabilirliğinin sağlanması
- v. Tasarımın içeriğinin tutarlı bir şekilde doğrulanmasının projenin başlangıç aşamasında yapılabilmesinin sağlanması
- vi. Tüm tasarım süreci boyunca istenilen her aşamada maliyet tahminlerinin çıktı olarak alınabilmesi
- vii. Enerji etkin, ve sürdürülebilir bina tasarımının geliştirilebilmesi.

3.4.3 BIM'in inşaat ve üretim sürecindeki faydaları

BIM Handbook'ta şantiye ve imalat sürecinde BIM'in faydaları şu şekilde özetlenmiştir:

- i. Oluşturulan yapı modelinin inşaat için kullanılacak malzemelerin üretiminde kullanılması
- ii. Proje değişikliklerinin seri ve hızlı bir şekilde yapıp adapte edilebilmesi
- iii. Tasarımdaki hata ve eksikliklerin inşa aşaması öncesi farkına varılması
- iv. Tasarım ve inşaat planlamalarının senkronizasyonlarının sağlanması
- v. Yalın inşaat tekniğinin daha iyi uygulamalarının yapılabilmesine olanak sağlaması
- vi. Tasarım ve inşaat aşamalarının tedariklerinin senkronizasyonu

3.4.4 BIM'in inşaat sonrası faydaları

BIM'in yapım sonrası faydaları ise şu üç başlıkta toplanabilir :

- i. Yapımı tamamlanan bina/tesisın işletmeye alma ve teslim/devir işlerinin kolaylıkla yapılabilmesi
- ii. Yapının işletme ve yönetiminin çok daha iyi yapılır hale gelmesi
- iii. İşletme operasyonlarının ve yönetiminin entegre şekilde yapılabilmesinin sağlanması.

3.4.5 BIM'in uzun ve kısa vadeli faydaları

2012 Yılında McGraw Hill tarafından yayınlanan 'The business value of BIM in North America' araştırmasında 2009 – 2012 yılları arasında BIM ile ilgili olarak incelenen 30'a yakın projeden alınan bilgiler doğrultusunda BIM'in 11 faydası 5 tanesi uzun dönem 6 tanesi de kısa dönemde olmak üzere 2 ana başlık altında toplanmıştır.

BIM'in Uzun dönem faydaları şöyledir :

BIM, müşteri memnuniyeti ya da eski müşterilerle sürekli iş yapabilme kabiliyetini (Repeat Business) sağlamaktadır.

BIM ile proje süresinin azalmaktadır (Reduced Project Duration).

BIM ile karlılık artmaktadır (Increased Profits).

BIM inşaat maliyetlerinin azalmasını sağlamaktadır (Reduced Construction Cost).

BIM ile yürütülen yapım projelerinde sözleşme anlaşmazlıklarının azaldığı rapor edilmiştir. (Fewer claims / litigation)

BIM'in kısa dönem faydaları ise şöyle özetlenmiştir:

BIM ile dokümantasyona bağlı hata ve kusurların azalmaktadır (Reduced document errors and omissions).

BIM ile yeni iş geliştirme kabiliyetinin oluşmaktadır (Market new business).

BIM ile yeniden yapma (yanlış imalat) azalmaktadır (Reduced rework).

BIM ile firmaların yeni hizmetler verebilmektedir (Offer new services).

Özellik ve dikkat isteyen iş akışlarının işleyiş süreleri azalmaktadır.

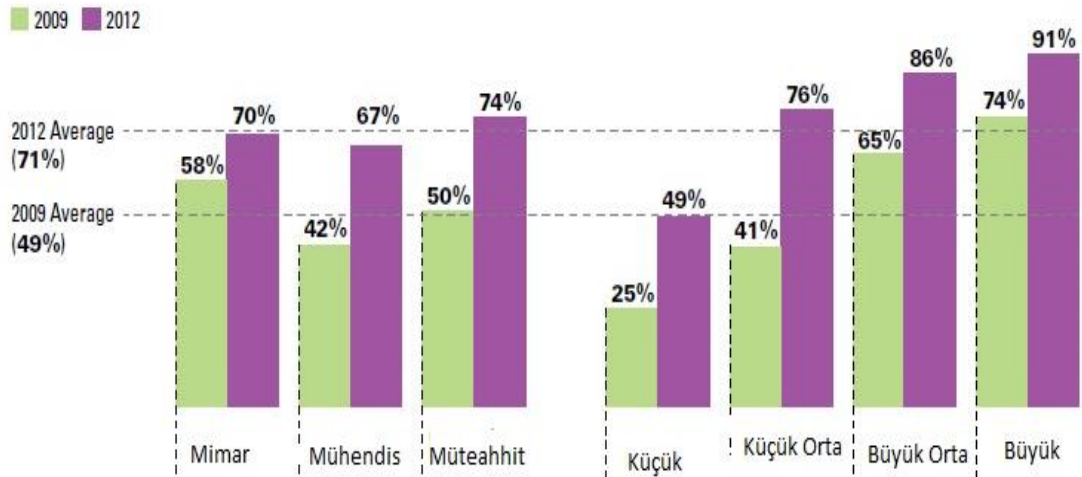
BIM'in insan kaynağı seçme ve verim alma ile mevcut insan kaynaklarını koruma konusunda da faydaları olmaktadır.

2007 yılından itibaren BIM'in faydaları ile ilgili olarak yapılan çalışmalara bakıldığında BIM'in pek çok faydası farklı kategorilerde değerlendirilmiştir. Özellikle proje öncesi değerlendirme ve analizlerin eski yöntemlere oranla çok daha kesin ve doğru sonuçlar verecek şekilde yapılıyor olması dikkat çekicidir. Bununla birlikte proje kontrolleri, her türlü tasarımsal problemin önceden belirlenebilmesi, çoklu proje paydaşının projeyi tek model üzerinden geliştirebilmesi, enerji ve

analizlerin simülasyonlarının yapılması ve tüm proje aşamalarının sürelerindeki azalmalar, bu tezde önerilen UBUP'un oluşturulmasının ana nedenlerindendir.

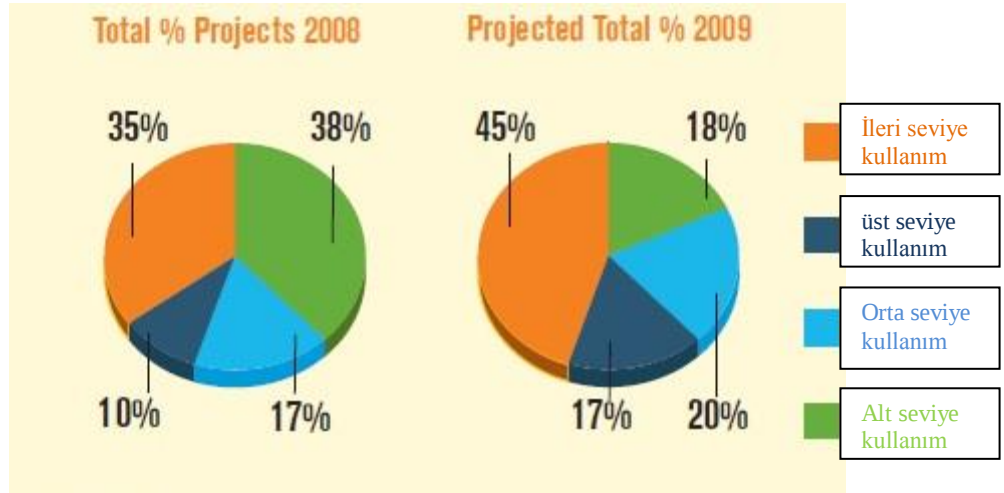
3.5 Günümüzde BIM kullanımı

BIM tabanlı programların artmasıyla birlikte BIM kullanıcılarının sayısı artmaktadır. BIM kullanıcılarına ilişkin her yıl kapsamlı rapor hazırlayan McGraw Hill Construction (Amerika) BIM ile ilgili araştırma ve gelişimlere ışık tutmaktadır. McGraw Hill'in tez ve makalelere altlık oluşturan, BIM ile ilgili önemli çalışmaları bulunmaktadır. Bu çalışmalar 2007 ile 2014 yılları arasında çok sayıda proje paydaşına ulaşılarak ve onlardan BIM kullanımıyla ilgili doğrudan bilgi alınarak rapor haline getirilmiş, akabinde yayımlanmıştır. 2007 ve 2009 yıllarındaki raporlar BIM ile ilgili direkt olarak yazılmış ilk rapordur. Sektördeki BIM kullanımı araştırılmıştır. Daha sonra hazırlanan raporlar ise daha ziyade, bölgesel olarak yapılan araştırmaların sonuçlarıdır. Bu raporların en önemli verilerinden birisi 2007 yılından itibaren BIM kullanımının pozitif olarak ne kadar ivmelendiğini somut olarak gösterebilmeleridir(Şekil : 3.14) (McGraw Hill, 2012).



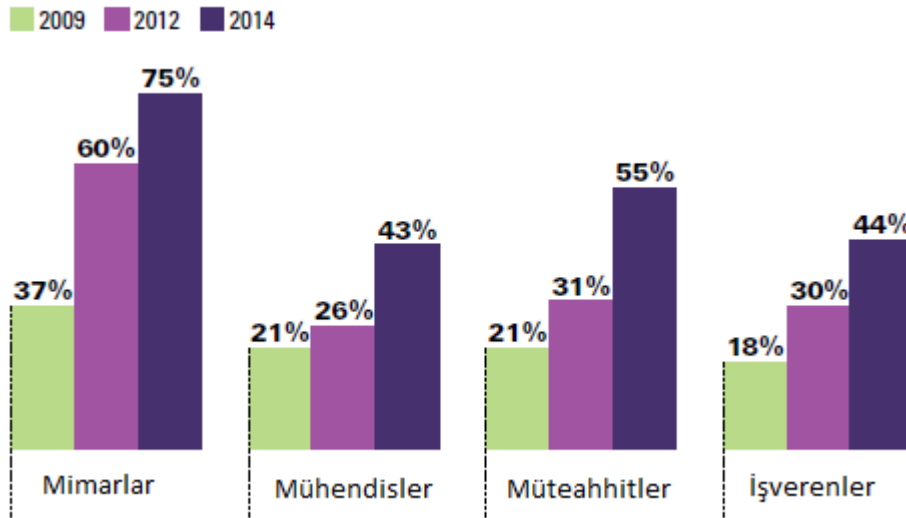
Şekil 3.14 : Proje paydaşları arasında yıllara sari BIM kullanım oranları.

BIM'in kuzey Amerika'da benimsenme / kullanılma oranı 2007'de %28 iken 2009'da %49 ve 2012 yılında ise %71 olarak ölçülmüştür (McGraw Hill, 2012). En yüksek kullanım oranları %74'le yükleniciler, %71'le mimarlar %67 ile mühendislerdir. Firmaların büyüklüğüne bakılarak yapılan değerlendirmede ise büyük ve orta ölçekli firmalarda BIM kullanımı %90'lar seviyesindeyken küçük ölçekli firmalarda bu oran %49 seviyesindedir.



Şekil 3.16 : BIM kullanım oranı artışı McGraw Hill, 2008.

Projelerinin %60'ından fazlasını BIM ile gerçekleştiren firmaların oranlarına baktığımızda 2009 yılında mimarlar arasında %37 olan oran 2012 yılında %75 olarak ölçülmüştür. Bu oran mühendisler için 2009 'da %21 iken 2012'de %43 olmuş, yükleniciler için 2009'da %21 iken 2012'de %55 olmuş, işverenler tarafından bakıldığında ise 2009'dan 2012'ye %18 'den %44 e yükselmiştir (Şekil: 3.17) (McGraw Hill, 2012).

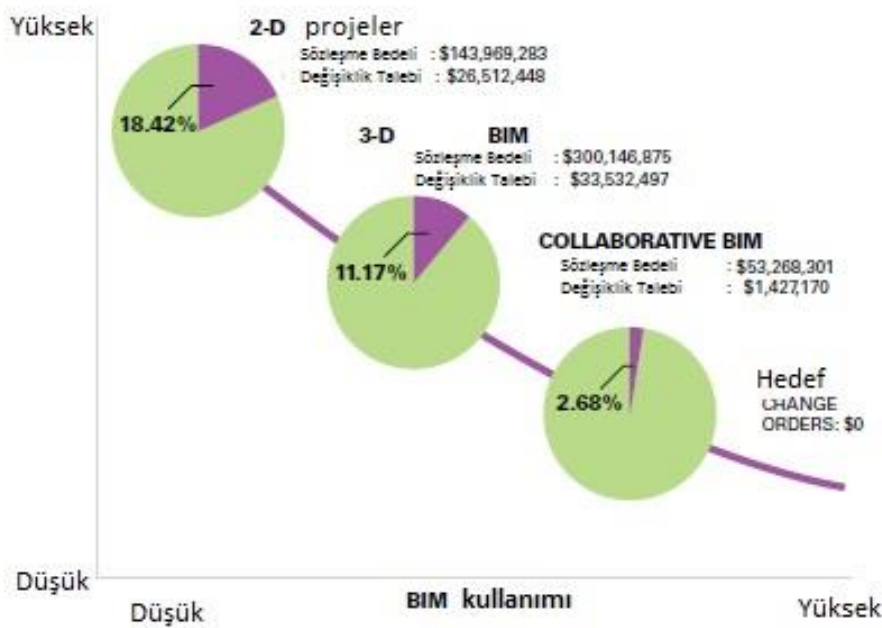


Şekil 3.17 : BIM kullanım düzeyi: Proje paydaşları ve firma ölçeğinde.

Amerika'da firmalara BIM danışmanlığı hizmeti sunan J.C Cannistraro'nun CEO'su Michael Cannistraro hizmet verdikleri 408 projenin maliyet değişimleriyle ilgili çalışma yaptıklarını ve BIM ile ilgili önemli bulgular elde ettiklerini belirtmiştir. Bu 408 projenin toplam proje bedellerinin yaklaşık 559 milyon \$'dır. Firma danışmanlığını yaptığı 408 projeyi BIM kullanımına göre 3 e ayırmıştır (Şekil:3.18):

- 2D Projeler BIM kullanılmayan (non- BIM)
- Yalnızca 3D çizim için kullanılan BIM (lonely BIM)
- Tam entegrasyon sağlanarak kullanılan BIM (Collaborative BIM)

Bu değerlendirmede, yapılan çalışmanın sonuçlarına göre BIM kullanılmayan projelerin toplam maliyet bedellerinin maliyet değişim (claims, change orders) oranı %18.42, sadece 3D çizim amaçlı kullanılan BIM ile yapılan projelerde bu oran %11.17, tam entegrasyon BIM yönetimi sağlanan projelerde ise oran yalnızca %2,68 olarak ortaya çıkmıştır. (Şekil: 3.18) .

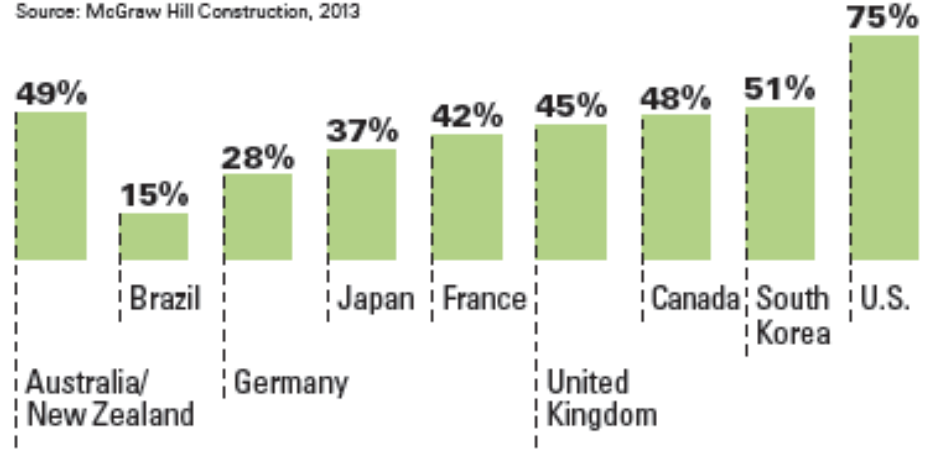


Şekil 3.18 : BIM kullanımında değişiklik talebi miktarlarındaki değişim.

Bu sonuç çok dikkat çekicidir. Özellikle yapım proje yönetimi açısından BIM'in ne derece önemli olduğunu somut bir şekilde ortaya koyan bir çalışmadır.

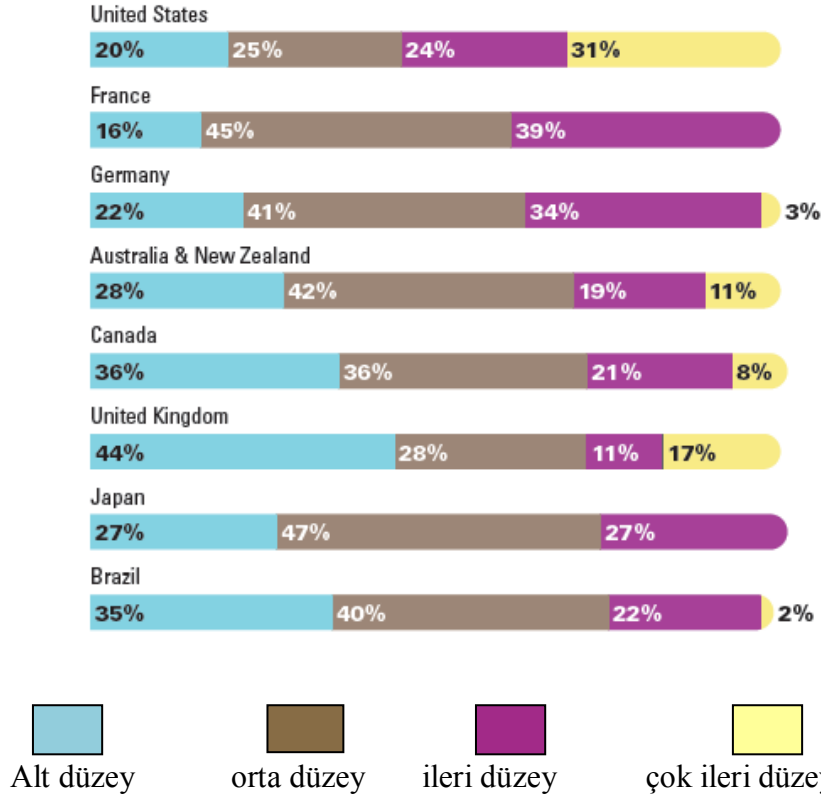
2014 yılında hazırlanan güncel McGraw Hill raporuna göre dünyada BIM kullanımı ciddi seviyelere ulaşmıştır (Şekil: 3.19). En fazla kullanım; projelerin %75'i ile ABD'de ölçülürken, İngiltere, Fransa ve Avustralya'da da %50'ler mertebesine ulaşmış gözükmemektedir (McGraw Hill, 2014-b).

Source: McGraw Hill Construction, 2013



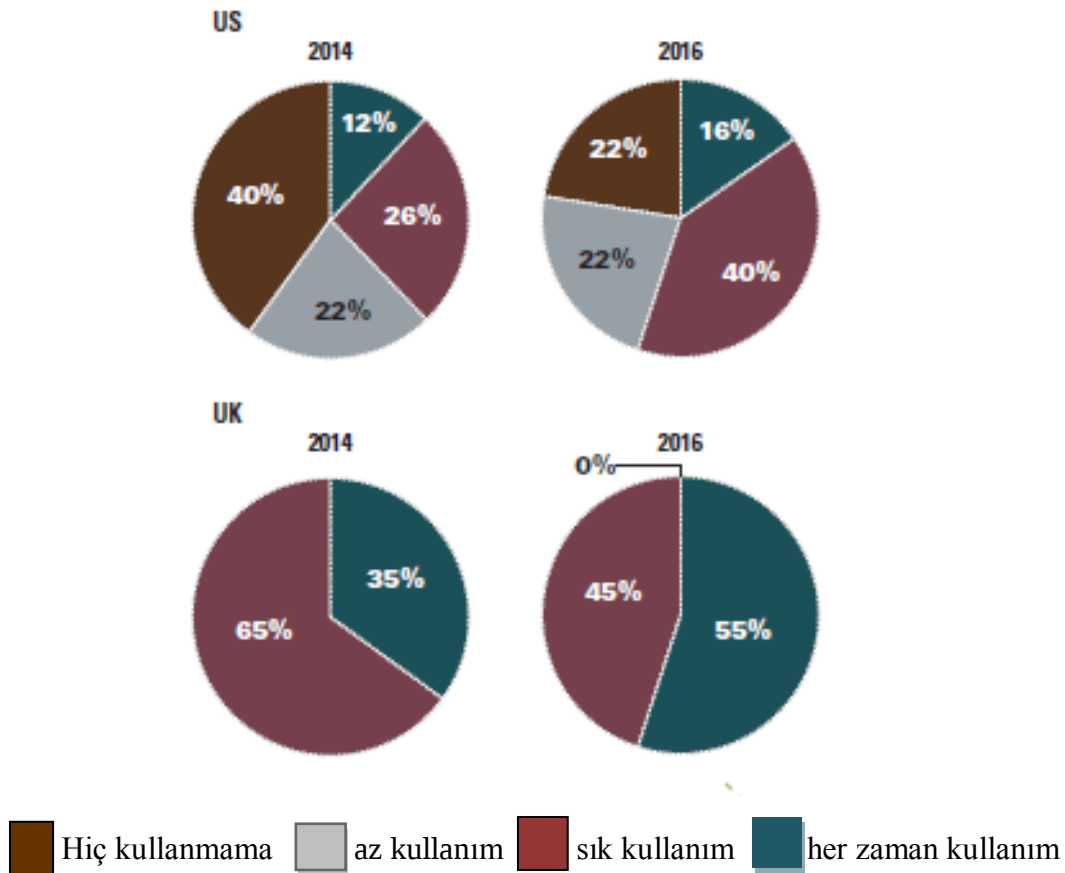
Şekil 3.19 : Dünya’da BIM kullanım oranları (McGraw Hill, 2014).

Şekil 3.20’de, (McGraw Hill, 2014-a) yüklenicilerin BIM kullanma ve uygulanma oranlarına bakıldığında çarpıcı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Araştırma yapılan hemen hemen tüm ülkelerde, yüklenicilerin orta ve ileri seviyelerde BIM kullanımı %50’den fazla olarak ölçülmüş ve rapor edilmiştir (McGraw Hill, 2014-a). ABD’de bu oran %80, Fransa’da %84, Almanya’da %78, İngiltere’de ise %56’dır.



Şekil 3.20 : Ükelere göre yüklenicilerin BIM kullanım oranları.

Bu raporda ülkelerin yüklenicilik sektörlerinin gelişmişlik düzeyi göz önünde tutulmalıdır. BIM kullanımına işverenlerin seçtiği müşavirler yönünden bakıldığında ise yine çarpıcı sonuçlarla karşılaşmıştır. Yapılan inceleme ve mülakatlar neticesinde 2014 gerçekleşen ve 2016 tahminleri ABD ve Birleşik Krallık için sık ve her zaman kullanımda oldukça yüksek değerlerdedir (Şekil: 3.21). Amerika’da kullanılmama oranı 2014’te %40 iken 2016’da %22’ye düşmesi beklenmektedir. Birleşik krallıkta ise geleneksel olarak çok güçlü olan müşavirlik sektörü burada da kendini belli etmektedir. BIM kullanılmama oranı %0 ‘dır. Her zaman kullanım oranı 2014’te %35 iken 2016’da %55 olarak beklenmektedir (McGraw Hill, 2014-b).



Şekil 3.21 : ABD ve Birleşik Krallık’ta müşavir firmaların BIM kullanım oranları.

3.6 Dünya’da BIM örnekleri

Dünya genelinde BIM kullanılan 30’dan fazla proje incelenmiş, analiz edilmiş ve sonuçları raporlanmıştır. Eastman v.d, 2011 tarafından yazılan BIM Handbook kitabında bu projelerden 10 tanesi detaylı analiz edilmiş ve BIM’in etkileri analitik olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca McGraw Hill 2008-2009-2012 raporlarında da

BIM kullanılan birçok projenin detayları verilmiştir. Bryde ve arkadaşlarının 2013 yılındaki makalesinde genellikle ABD ve Avrupa ülkelerinde olmak üzere büyük çaplı projelerde BIM kullanıldığı tespit edilmiş ve bu projelerdeki BIM kullanım düzeyleri araştırılmıştır. Bunların içinde 380 000m²' lik Shangai Tower projesi inşaat alanı ve 1 milyar \$'ı aşan maliyetiyle en önemli proje olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca Atlanta'daki 45 000 m² inşaat alanına sahip Hilton Aquarium projesi proje paydaşlarının ortak çalışabilmesi için Archicad ve Navisworks gibi BIM programları kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Himes ve Steed, 2008).

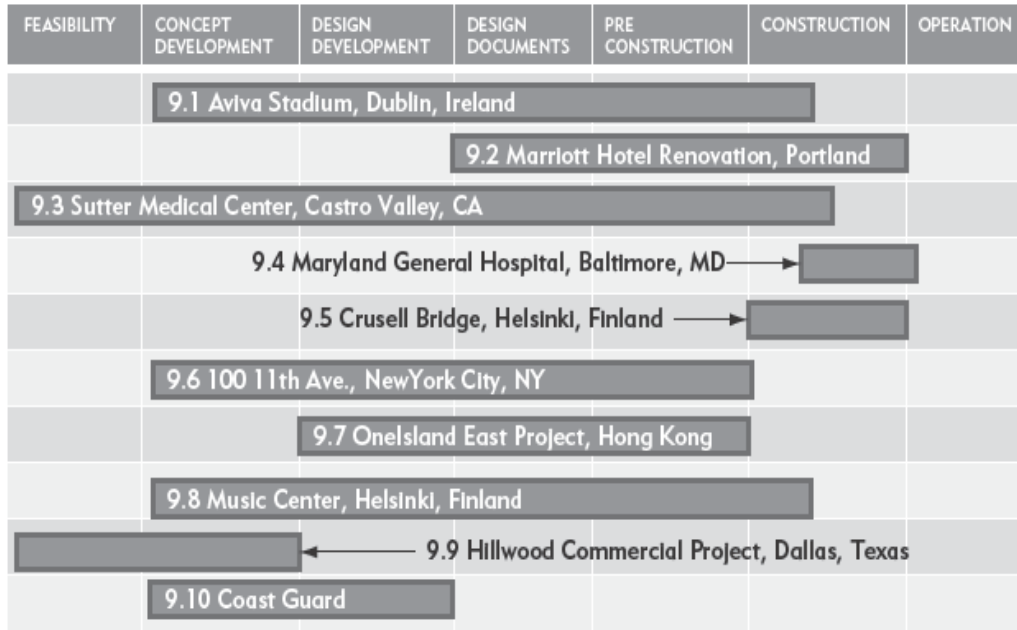
Çizelge 3.8 : BIM açısından incelenen 10 projenin envanteri.

Proje Adı	Yer	BIM Kullanım Amaç ve Süreçleri
Aviva Stadium	Dublin	Sıra dışı tasarımı olan cephe için parametrik tasarım yapılması
Marriott Hotel Renovation	Portland, Oregon	Leed sertifikası için yeniden tasarım yapılması
Sutter Medical Center	Castro Valey	Yenilikçi IPD (tümleşik proje teslimi) için belirlenen hedeflere ulaşabilmek.
Maryland General Hospital	Baltimore, Maryland	İşletme yönetimini de kapsayacak şekilde inşaat ve teslim aşamalarının gerçekleştirilmesi
Crussel Bridge	Helsinki, Finland	Sıra dışı tasarımı olan köprü için imalat ve inşaat aşamalarının gerçekleştirilmesi
100 11th Avenue	New York	Taşıyıcı duvarların karmaşık tasarımı, analizi ve üretimi
One Island East Office Tower	Hong Kong	İşveren tarafından tasarımın yönetilmesi, ihaleye çıkılması ve inşaat programı için
Music Center	Helsinki, Finland	Çevresel etkileşimin değerlendirilmesi ve sürdürülebilir yapı tasarımı
Hillwood Commercial Project	Texas	Fizibilite analizi ve konsept maliyet tahmini yapılması
Coast Guard Facility Planning	Multiple loc.	Olası vaka senaryolarının simülasyonu ve işletme yönetimi

BIM Handbook'ta incelenen bu 10 projenin BIM ile ilgili hangi aşamalarda kullanıldığı da çizelge 3.8'de ve şekil 3.22'de (Eastman ve diğerleri, 2011) gösterilmiştir. Bu incelenen projeler sayesinde BIM'in inşaat projelerine sağladığı faydaların yanında BIM'in firmalarda doğru uygulanması için gerekli olan yöntemler de belirlenebilir. Rapor edilen bazı projelerde BIM uygulaması gerektiği ölçüde

başarılı olamamaktadır. Bu durum BIM teknolojisinin yetersizliği nedeniyle değil BIM'in doğru anlaşılamayıp eksik bir şekilde uygulanmasıyla alakalıdır.

BIM Handbook'ta 3. Sırada verilen Sutter Medical Center, Castro Valley (California) projesi McGraw Hill 2009 BIM raporunda da ayrıntısıyla verilmiştir. Castro Vadisinde bulunan 55 senelik Eden sağlık merkezi Kaliforniya eyaletinin mecbur tuttuğu deprem yönetmeliğine uygun olarak yeniden yapılması gerekiyordu. Fizibilite raporlarına göre sağlık merkezinin yalnızca projesinin yapılması geleneksel yöntemlerle 7 yıla yakın bir zaman alıyordu oysa projenin teslim süresi yalnızca 5 seneydi. Proje 11 farklı proje paydaşı tarafından bütüncül proje teslim yaklaşımı (IPD) benimsenerek gerçekleştirilmiştir. Bu bütüncül proje teslim yaklaşımına göre oluşturulan şartname projenin zamanında ve öngörülen bütçede gerçekleştirilmesini sağlamıştı.



Şekil 3.22 : İncelenen projelerin tüm süreçteki BIM kullanım düzeyleri.

Bu 11 proje paydaşı (Çizelge 3.9), BIM kullanarak projenin tasarım, inşa ve hassas fabrikasyon işlerini gerekli mühendislik teknolojileriyle istenilen zaman ve bütçede tamamlama başarısı göstermiştir. Proje geleneksel yöntemlere oranla %30 daha erken tamamlanmıştır. Projenin BIM yönetimini sağlayan Ghafari'nin proje müdürü S. Emdanat bu büyüklükte bir inşaat projesinin tasarım aşaması ve uygulama çizimlerinin tamamlanmasının ortalama 2.5 / 3 yılda tamamlanabildiğini, BIM kullanarak bu sürenin 15 ayda tamamlandığını belirtmiştir. İnşaat başladığında ise yaklaşık 25000 uygulama projesi (pafta) BIM ile oluşturulmuş ve merkezleri

Amerika'nın farklı eyaletlerinde bulunan 50 firma bu paftalara rahatlıkla erişebilmiş ve inceleyebilmiştir. BIM sayesinde tam ve kesin koordinasyon sağlanabilmiştir. Yine Emdanat'ın belirttiğine göre bu çapta bir projede yaklaşık 2000 civarı proje detayları ile ilgili soru, düzeltme veya toplantı çağrısı talebi oluşurken, bu projede rakam 555 olmuştur. Yani beklentiye oranla %70 daha az bilgi talebi gelmiş bu da projenin çok daha hızlı gerçekleşmesini sağlamıştır.

Çizelge 3.9 : Sutter Health işi proje bilgileri.

Proje Paydaşları	firma adı
İşveren	Sutter Health
Süreç ve Teknoloji Yöneticisi	Ghafari & Associates
Yüklenici	DPR Inc.
Mimari Tasarım	Devenney Group
Yapısal Tasarım	TMAD / Taylor & Gaines
Mekanik Tasarım	Capital Eng.
Elektrik Tasarım	The Engineering Enterprise
Yangın Koruma	Transbay
Mekanik Taşeronu	Superior Air Handling
Elektrik Taşeronu	J.W McClenahan
Tesisat Taşeronu	Morrow Meadows

Ayrıca yine çok önemli bir ayrıntı olarak, gelen bu taleplerin %55'i aynı gün cevaplanabilip, sonuçlandırılırken, %20'si de birkaç gün içinde sonuca bağlanmıştır. Proje yönetiminden Christian, çerçeve sistem ve MEP (mekanik & elektrik & plumbing) yeniden yapma / hata düzeltme işlerinde %60'lık bir azalma yaşanırken verimlilikte %8'lik artma kaydedildiğini söylemiştir. Emdanat'ın belirttiğine göre Sutter'ın inşa ettiği bu sağlık tesisinin inşa aşamasında maksimum ölçüde fabrikasyon teknolojisi kullanılmıştır. Yapısal çelik, donatı, metal levha, boru ve ana elektrik şebekesi BIM sayesinde fabrikasyon olarak hazırlanıp monte edilmiştir. Proje yönetim birimine göre böyle bir projenin yasal kısıtlamalar nedeniyle belirlenen sürede bitirilebilmesi için imalatların fabrikasyon yapılması gerekliliği vardı ve bu nedenle uygulama projelerinin hatasız ve çok detaylı olması gerekiyordu. Bu nedenle projenin bütüncül bir yaklaşımla çözülüp uygulamanın da kusursuz bir koordinasyonla gerçekleştirilmesi gerekiyordu. Bu projede bu zorunluluklar sebebiyle BIM kullanılmış ve başarıya ulaşılmıştır.

3.7 BIM'in sürdürülebilir yapılar ve atık yönetimi açısından değerlendirilmesi

ABD Mimarlar Enstitüsü'nün (AIA) verilerine göre, dünyadaki zararlı gaz emisyonlarının ana kaynağı binalardır. Global enerji sarfıyatı ve karbondioksit emisyonlarının %40'a yakın bir kısmı da yapılar tarafından harcanmaktadır (Schlueter ve Thessling, 2009). Günümüzde BIM, oldukça güncel olan; sürdürülebilir (yeşil) binaların tasarım ve yapımı ile etkin bir atık yönetimi için de kullanılmaktadır. Çünkü BIM ile tasarım ve yapım aşamalarında tüm yapı verileri; geometri, malzeme, boşluklar gibi enerji analiz ve simulasyonları için gerekli bilgiler, farklı proje paydaşları tarafından (mimar, mühendis, analist gibi.) oluşturulmuş; veri yönünden zengin, akıllı ve kapsamlı tek bir model üzerinde birleştirilip değerlendirilmektedirler (Meridian, 2008). Geleneksel metotla yapılan sürdürülebilir yapı tasarımında, model bilgisayar destekli çizim ile tamamlanır. Sonrasında, enerji simülasyonu yapacak araç/yazılım için gerekli olan veri ve bilgiler ise peyderpey toplanır. Enerji simülasyon programlarına; (Energy Plus, Ecotect ve IES Virtual Environment gibi) ısı yalıtımı, iklimlendirme, parlama, gölge, güneş ışıını kazanımı, gün ışığı penetrasyonu, hava akımı, doğal havalandırma, mekanik havalandırma, yapı dinamiği ve ısı kütlesi simülasyonlarının detayları için önemli miktarda yapı tasarım bilgisi girilmesi gerekmektedir (Cho ve diğerleri, 2010). Tüm bunlara ek olarak, yerel meteorolojik veri ve bölgesel iklim değerleri de termodinamik hesaplarda gözetilmesi gereken unsurlardandır. Bu verilere göre örneğin pencere boyutlarının mukayeseli analizleri ve alternatif çözümler gerekebilecektir (Motawa ve Carter, 2013). Bu durumdaki temel problem tüm bu simülasyon bilgileri arasındaki değişikliklerle girilen veri değişikliklerinin yansımasıdır. Yapılması gereken enerji analizleri ve simülasyonlar kesin ve doğru bilgiye ihtiyaç duymaktadırlar. Yeşil bina analiz ve simülasyonları için kullanılan BIM çözümleri farklı disiplinleri başarı ile bir araya getirip hataları azaltır ve iletilen verileri doğru bir şekilde analiz etme imkânı oluşturur (Azhar ve diğerleri, 2011). Bu akıllı bilgiler topluluğu tüm bina enerji modelleri ve simülasyonları için ayarlanabilir ve kullanılabilir bilgiler olarak çözümlenirler. Böylece analizleri yapan tasarımcılar tüm bu simülasyonları test edebilme imkânına kavuşmuş olurlar (Motawa ve Carter, 2013).

Bina yapımı, yıkımı ve restorasyonunda açığa çıkan atık ve yeniden kullanılabilir malzemenin hesaplanması ile ilgili birkaç yöntem bulunmaktadır. Birincisi inşaat

alanını temel alan yöntemdir (Poon ve diğerleri, 2001). Atık indeksi yöntemi olarak da özetlenebilecek bu yöntemde toplam atık hacmi ya da ağırlığı belirlenen indeks değerlerine bağlı olarak brüt tabliye alanından (Gross Floor Area - GFA) hareketle hesaplanmaktadır (Çizelge 3.10) (Cheng ve Lauren, 2013).

Çizelge 3.10 : Yeni bir inşaatta m² başına atık miktarı (Jalali, 2007).

Atık tipi	Miktar (Ton)	Miktar	Yoğunluk (t/m)
Ahşap	1.4	0.22	0.15
Metal	0.6	0.12	0.2
Beton	176	0.04	
Moloz	1215	194	0.25
Zararlı atık	0	0.02	
Kağıt ambalaj	73	0.15	0.02
Plastik ambalaj	58	0.09	0.02
Diğer ambalaj	0	0	
Diğer atıklar	1800	30600	170
Toplam	3324	30794.64	

İkinci yöntem yapıyı oluşturan unsurlara göre yapılan hesaplama şeklindedir. Yapı bileşeni indeksi baz alınarak hesap yapılmaktadır (Jalali, 2007). Üçüncü tahmin yöntemi bölgedeki malzeme stok ve tüketim miktarına göre yapılmaktadır. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri'nde toplam inşaat malzemesi tüketim miktarları ve malzemenin yaşam süresi belirlenerek atık malzeme miktarı belirlenmektedir. Bu tezde kullanılacak yöntem ise İspanyol modeli denilen atık hesaplama yöntemidir. Bu yöntem 4 parametreye bağlı istatistiksel veriler doğrultusunda hesaplama yapılan bir yöntemdir. Bunlar; inşaat hacmi (VAC), yıkıntı hacmi (VAD), yıkıntı atık hacmi (VAR), nakliye hazır atık hacmi (VAE)'dir (Solis-Guzman ve diğerleri, 2009). Bu yöntem düşük katlı binalar için uygundur (Llatas, 2011). Cheng ve Lauren 'ın İspanyol modelini benimseyen, BIM tabanlı atık miktarı belirleme yönteminde ise 3 önemli faktör bulunmaktadır. Birincisi atık hacmi değiştirme faktörü, diğeri malzeme geri dönüşüm miktarı faktörü, üçüncüsü ise birim dönüştürücüdür. Cheng ve Lauren (2013)'teki çalışma neticesinde BIM tabanlı atık yönetiminin uygulanması ile %70 verim artışı olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3.11 : Yapı cinslerine göre atık malzeme indeksleri (Poon ve diğerleri, 2001).

Proje	İnşaat atık indeksi (m ³ / m ² gfa)
Toplu konut projesi	0.175
Özel konut projesi	0.25
Ticari gayrimenkul projesi	0.2

$$\text{Proje Toplam Atık Miktarı (m}^3 \text{ / kg)} = \left[\text{GFA (m}^2 \text{)} \right] \times \left[\text{Atık indeksi (m}^3\text{/m}^2\text{)} \right]$$

BIM tabanlı atık madde miktarı belirleme yöntemine göre katı atık malzeme hacmi 4.1 e göre hesaplanmaktadır.

$$V_{dw} = (V_{ow} \times F_{vol}) - V_{ros} - V_{ra} - V_{rot} \quad (4.1)$$

V_{dw} = Konut Atık malzeme hacmi

V_{ow} = Değiştirilmemiş malzeme hacmi

F_{vol} = Hacim değiştirme katsayısı

V_{ros} = İkinci kere kullanılan kullanılan malzeme hacmi

V_{ra} = Geri dönüştürülen malzeme hacmi

V_{rot} = Diğer şantiyede ikinci kere kullanılan malzeme hacmi

İspanya yöntemi doğrultusunda BIM tabanlı atık yönetimi için

Çizelge 3.12 : Yapı elemanlarının yıkıntı hacim faktörleri (Chen ve Lauren, 2013 değiştirilmiş).

Literatürdeki eleman tipi	Autodesk Revit elemanı	Yıkıntı atık hacim faktörü(F_{dem})
Beton döşeme	Döşeme + giriş	0.434
Ahşap kapılar	Kapı	0.0086
Ana duvar	Duvar	0.0527
Bölme duvar	Duvar	0.0579
Betonarme	Donatı + kolon	0.13
Cam	Pencere	0.0014

Autodesk Revit’te oluşturulan BIM tabanlı atık yönetimine göre *yıkımda* açığa çıkan malzeme miktarı 4.2’ ye göre hesaplanır.

$$V_{\text{dem}} = S \times F_{\text{dem}} \times N \times M \quad (4.2) \quad (\text{Cheng ve Lauren, 2013}).$$

V_{dem} = Yıkım için hesaplanan atık malzeme hacmi

F_{dem} = Yıkım için atık malzeme hacim atsayısı (m^3 / m^2)

S = Konut alanı

N = Konut sayısı

M = Kat sayısı

BIM tabanlı atık malzeme belirleme yöntemiyle şu hesaplamalar yapılabilmektedir:

Tüm *elaman* kategorileri için ayrıntılı atık malzeme hacmi hesaplanabilir

Tüm *malzeme* tipleri için ayrıntılı atık malzeme hacmi hesaplanabilir

Yeni bina yapımında ortaya çıkan atık malzeme ile yıkımı yapılan binalardan ortaya çıkan atık malzemeler ayrı ayrı hesaplanabilir.

3.8 Dünya’da BIM ile ilgili standartlar

Dünya’da uygulanmakta olan BIM ile ilgili mevzuat ve şartnamelere bakıldığında İskandinav ülkeleri, İngiltere, Amerika ile Hong Kong, Singapur gibi bazı uzak doğu ülkelerinde BIM ile ilgili ciddi adımlar atıldığını ve kayda değer ilerlemeler sağlandığını görüyoruz. Özellikle kamu projelerinde BIM kullanımına yönelik olarak, projelerin ne şekilde ilgili kuruma teslim edilmesi gerektiğine dair mevzuat hazırlanmış ve mevzuatın yürürlüğe girişi adım adım tanımlanmıştır. Birçok ülkede BIM ile proje teslim yaklaşımlarının kabulüyle ilgili tarihler belirlenmiştir. BIM’in kamu ihalelerinde kullanılmasına yönelik hızlandırıcı başlıkların belki de ilki, sürdürülebilirlik olmuştur. Sürdürülebilirlik hem yapı firmalarının yaptıkları binaların ‘işletme/tesis yönetiminin (FM) gerçekleştirilmesini sağlamak, hem de yapı sektöründeki karbon salınımını azaltmak ve çevreye duyarlı, çevreyle dost, kendi enerjisini üreten ve az enerji harcayan yapılar inşa etmek olarak ele alınmıştır. Bu

sayede projelerin yeşil bina ile ilgili tüm unsurları daha doğru ve hızlı bir şekilde değerlendirilebilecektir. Bu bölümde ABD, Birleşik Krallık, Finlandiya, Singapur, Hong Kong ve Norveç hükümetlerinin hazırladığı BIM standartları ve BIM uygulama planları detaylı olarak incelenmiştir. Ayrıca McGraw Hill 2014 Smart Market Rapor'a göre, Brezilya, Japonya, Macaristan, Kanada ve İsveç gibi ülkelerin de BIM standartları hazırlığında oldukları rapor edilmiştir. Avrupa birliğinin önemli ülkeleri; Almanya, Fransa, İspanya ve İtalya gibi ülkeler de BIM standartları geliştirmek için gerekli kaynak ve planlamalar tamamlanmıştır. Avrupa Birliği, Avrupa Parlamentosu'nun 19 ocak 2014'te aldığı karar doğrultusunda 2016 yılının sonuna kadar Avrupa Birliği Sınırları içerisinde (shengen) kamu projelerinin BIM'e uygun şekilde projelendirilip inşa edilmesi gerektiğine dair öneriyi kabul etmiştir (URL: 9).

3.8.1 A.B.D

Amerika Birleşik Devletleri'nde, BIM mevzuat geliştirmeleri (GSA- General Service Administration) Genel Hizmetler Müdürlüğü'ne bağlı (PBS) Public Building Services tarafından yapılmaktadır. GSA Dünya'da BIM ile ilgili mevzuata sahip olan ilk kamu kurumudur. BIM mevzuatı geliştirmekteki asıl amaç maliyetleri kontrol altına almaktır (McGraw Hill,2014). Bu bağlamda PBS, 2003 yılında National 3D-4D-BIM programını duyurmuştur. GSA bu sayede projelerde tasarım kalitesi, inşaat gereksinimleri gibi konularda karar verebilme imkânına kavuşmuştur. Görselleştirme, koordinasyon, simülasyon ve optimizasyonun gücü BIM sayesinde belirlenmiş ve yapım sektörüne olumlu katkıları olmuştur. CAD bazlı çizimler için yeterli olan bilgi, model tabanlı tasarım için yetersiz kalmaktadır. Gelişen sektör ise beklentilerinin olduğu analizleri gerçekleştirmek için model tabanlı tasarım ihtiyacı duymaktadır. GSA'nın BIM rehberinde belirtildiği üzere BIM'in hedefi proje bilgilerinin açık ve anlaşılır olması ve böylece de çizimlerin anlatmak istediklerinin ve genel inşaat programının anında anlaşılabilmesi ve değerlendirilebilmesidir. GSA'nın hazırladığı yönetmeliğe göre 2007 yılından itibaren yapılacak tüm büyük çaplı projelerde BIM kullanımı BIM kullanımı zorunlu hale getirilmiştir. Burada BIM kullanımı öncelikle "spatial program-mekân analizleri" kapsamında başlatılmıştır. GSA'nın uygulama planında yer alan başlıklar kısaca şöyledir:

- Projelerin analiz ve gözlem amacıyla 3D & 4D olarak BIM ile hazırlanması

- Mekânsal analiz doğrulamaları
- 3D lazer scan
- 4D phasing (projenin aşamalara ayrılması)
- Enerji performans analizleri
- İş güvenliği

GSA'nın PBS birimine bağlı OCA (Office of Chief Architect) tarafından 2007'de yayımlanan son mekansal program(BIM guide for spatial program) resmi dokümanındaki bilgilere göre ilk aşamada emsal hesaplarının yapılabilmesi amacıyla tüm çizimlerin BIM formatlı ya da IFC uzantılı dosyalar şeklinde teslim edilmesi zorunlu tutulmuştur. Bu dokümanda açıkça duvarlar, kolonlar,kirişler, minhalar, net alanlar, brut alanlar gibi birçok yapı elemanı özelliklerinin BIM formatında çizilip teslim edilmesi istenmektedir. Projeyi teslim alan PBS tüm kontrollerini BIM üzerinden yaptıktan sonra uygun projelere onay vermektedir. Yönetmeliğe aykırı kısımlar ise yine BIM tabanlı programlarda belirlenerek proje müellifine BIM ortamındaki çizimlerle bildirilmektedir. Projeyi kontrol etmekle görevli olan raportör mimar ve mühendisler yayımlanan yönetmelik doğrultusunda aksaklıkları şu başlıklar altında rapor etmektedirler:

- Bağımsız bölümlerle ilgili hatalar
- Brüt alan ile ilgili hatalar
- Mahal bilgisi hataları
- BIM eleman modelleme hataları

Tüm bu hataların tespitinin akabinde OCA proje müellifinden rapor doğrultusunda hataların düzeltilmesi için yeniden tasarım ve proje yapılarak teslim edilmesini isteyecektir.

GSA'nın hazırladığı yönetmeliğe göre BIM'in zorunlu tutulduğu ilk aşama olan 'mekânsal program' ile proje sahiplerinden ve proje müelliflerinden BIM tabanlı proje teslimlerinde istenenler:

Tüm mahal alanlarının tespiti ve alanlarla ilgili geometrik bilgiler

Kat bazında spesifik alan tarifleri ve bilgileri (sığınak, bina koridoru, daire alan sınırı vs.)

Arsa ile ilgili çizim ve IFS dosyaları

Kolon, giriş bilgileri

Yapı elemanı (kapı, pencere, duvar, çatı vs.) bilgileri (metraj bilgisi, geometrik bilgiler ve malzeme bilgisi)

ABD’de ayrıca Amerikan Ordusu Mühendislik Birliği’nin, Ohaio ve Maryland eyaletleri ile New York Belediyesi’nin BIM kullanımının zorunluluğuna yönelik mevzuatları ve BIM uygulama planları bulunmaktadır.

3.8.2 Birleşik Krallık (UK)

2011 yılında, Birleşik Krallık hükümeti yayımladığı ‘yapım statejisi’ isimli dokümanla kamudaki inşaat harcamalarını %20 oranında azaltmak hedefiyle, 2016 yılı başından itibaren geçerli olmak üzere, tüm kamu projelerinde BIM kullanımını zorunlu kılmıştır. Bu strateji yapım sektöründeki derin bir değişim için hükümetin ülkenin uzun vadeli sosyal ve ekonomik altyapısını genişletmek olarak adlandırılmıştır ve 2013 Temmuz’da yayımlanan ‘2025 yapım endüstrisi stratejisi’ tarafından desteklenmiştir (PAS 1192-3, 2014).

2011 yılından itibaren BIM ile ilgili standartları hazırlamak ve inşaat sektöründe BIM doğrultusunda bir mevzuat oluşturulması amacıyla bir strateji oluşturulmuştur. BIM için oluşturulması planlanan mevzuat ve ekleri, mimar ve mühendis odalarının katkıları ile hazırlanmıştır. Mayıs 2011 de birçok ülkede olduğu gibi İngiltere’de de AEC sektöründe BIM kullanımını zorunlu hale getiren adımları atmak için hükümet (cabinet office) “Government Construction Strategy” isimli bir doküman yayınlamıştır. Bu yönergedeki bölümlerden birisi BIM e ayrılmış ve 2016 yılından itibaren tüm inşaat projelerinin BIM ile uyumlu olarak projelendirilmesi gerekliliği belirtilmiş ve bunun için yapılması gerekenler açıklanmıştır. BIM, kavram olarak; kronolojik şekilde, 4 aşamalı olarak tariflenmiştir (Şekil: 3.23). Aşama ‘0’ çizimler, çizgiler, dairesel şekil ve karakterlerden oluşan 2 boyutlu; elektronik ya da olmayan proje teslim şeklidir. Aşama ‘1’ CAD standartları ile desteklenmiş kısmen ve alt düzeyde işbirliği olan proje yönetim şeklidir. Aşama ‘2’ 3B model ile yönetilen, projenin tasarıma ait enformasyon bilgilerini içeren bununla birlikte 4D iş programı ve 5D maliyet tahmini gibi projeye ait önemli bilgileri de barındıran 2016 kadar tüm kamu projelerinde uygulanması zorunlu olan aşamadır. 2014 yılına kadar 2.aşama ile ilgili olarak İngiliz kamu kurumları tarafından birçok doküman yayımlanmıştır. Bunlar:

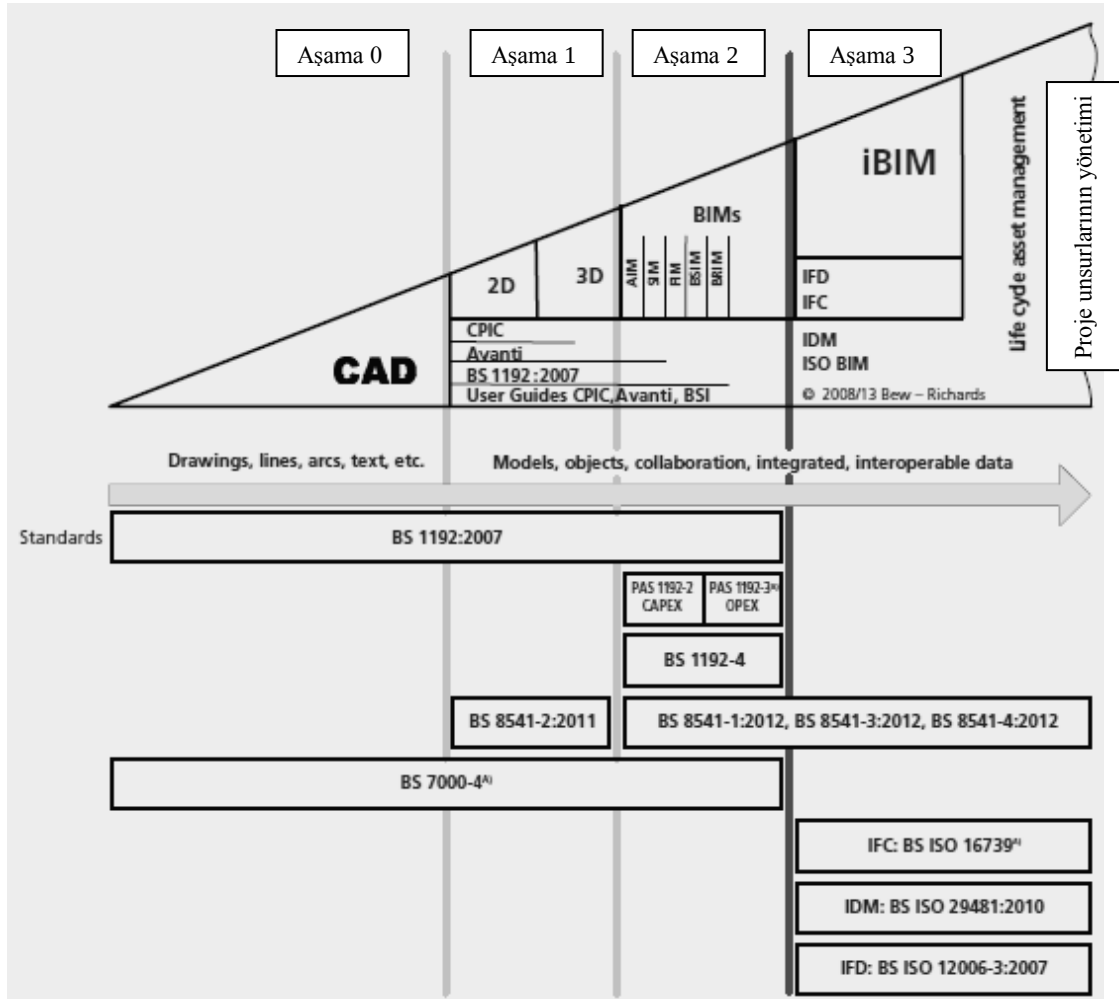
- PAS 1192-2 ‘Yapım projeleri için BIM kullanarak proje teslim aşaması yönetimi için şartname’
- PAS 1192-3 ‘BIM kullanarak yapım unsurlarının kullanım/faaliyet aşamasının yönetimi için şartname’

- BS 192-4 ‘ Bilgi paylaşımı ve işveren gerekliliklerinin değişimi için COBie kullanımı (Tez yazıldığı sırada bu doküman hazırlık aşamasındaydı.)
- BS 8541-1 İngiliz Standardı, İngiliz Standardı, mimarlık, mühendislik, inşaat sektörü için eleman kütüphanesi: Tanımlar ve gruplamalar
- BS 8541-2 İngiliz Standardı, mimarlık, mühendislik, inşaat sektörü için eleman kütüphanesi: BIM için önerilen 2d semboller
- BS 8541-3 İngiliz Standardı, mimarlık, mühendislik, inşaat sektörü için eleman kütüphanesi: şekil ve ölçü
- BS 8541-3 İngiliz Standardı, mimarlık, mühendislik, inşaat sektörü için eleman kütüphanesi: ayrıntılama kriterleri ve simülasyon
- BIM protokolü.

PAS dokümanlarının her biri 7 bölümden oluşmaktadır:

- Amaç
- Normatif referanslar
- Terimler, tanımlamalar ve kısaltmalar
- Yapıyı oluşturan tüm unsurların enformasyon bilgileri
- Proje verileri ve Modeli
- Roller ve sorumluluklar
- Bilgi aktarımı

Autodesk, Bentley, Archicad ve Vectorworks firmaları; 2016 için kendi programlarının mevzuata uygunluğuna yönelik çalışmalarını ve geliştirmelerini yayımlamışlardır. Tüm bu yazılımlar İngiltere’deki 2016 BIM kullanım için yayımlanan standartlara uygun modelleme için altyapı oluşturmuş durumdadırlar. Bu yazılımlara ek olarak Solibri, Acconex ve Vico gibi firmalar da BIM yönetimi ile ilgili programlarını güncellemişlerdir.



IDM : Veri paylaşım/dağıtım el kitabı

IFC : Industry Foundation Classes

IFD : Uluslararası terimler sözlüğü

Şekil 3.23 : Birleşik Krallık (UK) için zorunlu BIM kullanım Aşamaları (Construction Industry Council, 2011, PAS 1192-2, 2013).

İngiltere’de doğrudan hükümete bağlı; Business, Innovation, and Skills (BIS) departmanı BIM ile ilgili raporu 2012 yılında hazırlamıştır. Bu rapor oldukça kapsamlıdır. Hem Dünya’da BIM teknolojisinin geldiği noktayı özetlemektedir hem de İngiltere’de inşaat sektörünün genel durumunu ortaya koyup BIM’in katacağı faydalar açıklanmıştır. 2015 Şubat’ta BIS tarafından ‘level 3 stratejik plan’ yayımlanmıştır. Dokümanda 2. Aşamanın ardından 3 aşamaya geçiş için BIM’in kullanım düzeyi, BIM üreticilerinin düşünceleri ve 3. Aşama vizyonu aktarılmıştır.

3.8.3 Finlandiya

Finlandiya dünyanın diğer ülkelerine kıyasla BIM ile proje yapımına en çok adapte olan ülke konumundadır. Hükümet, 2007 yılında BIM ile ilgili ilk uygulama

stratejisini yayımlamıştır. Bu doküman daha sonra 2012 yılında güncellenen BIM yönetmeliği (common BIM requirements, COBIM) ; BIM stratejisi üretmiştir. COBIM diğer ülkelere kıyasla dünyada BIM ile ilgili yapılan mevzuat çalışmalarının en ileri olanıdır. Yönetmelik 13 fasıldır ve her bir fasıl tüm detayları barındırmaktadır. Tüm yapı projelerinde BIM kullanılmasının gerekli olduğu Finlandiya’da oluşturulan COBIM’in 13 bölümü şu şekildedir.

1. Bölüm : General Part (Genel)
2. Bölüm : Modelling in Starting Situation (avan proje)
3. Bölüm : Architectural Design (Mimari Tasarım)
4. Bölüm : MEP Design (Mekanik-elektrik Tasarım)
5. Bölüm : Structural Design (Yapısal Tasarım)
6. Bölüm : Quality Assurance (Kalite Güvencesi)
7. Bölüm : Quantity Take-off (Metraj)
8. Bölüm : Use of models for visualization (modelin görselleştirme aracı olarak kullanılması)
9. Bölüm : Use of models in MEP analysis (modelin mekanik-elektrik projelerde kullanılması)
10. Bölüm : Energy Analysis (enerji analizleri)
11. Bölüm: Management of a BIM project (BIM projesinin yönetimi)
12. Bölüm : Use of models in facility management (modelin yapının işletme aşamasında kullanımı)
13. Bölüm : Use of models in construction (modelin inşaat aşamasında kullanımı)

CoBIM ile projelerin yürütülmesiyle 5 ana hedef belirlenmiştir :

- Sürdürülebilirlik (sustainability)
- Kalite (quality)
- Etkinlik (efficiency)
- Güvenlik (safety)
- Koruyucu bakım (maintenance)

Hazırlanan 13 fasıkülle birlikte Finlandiya BIM’in gelişimi ve projelere adaptasyonu ile ilgili önemli gelişme kaydetmiştir. Yalnızca kamuya ait olan ve hükümetin yürüttüğü yapım projeleri değil özel sektöre ait yapım projelerinde de BIM kullanımında büyük bir aşama kaydedilmiştir. Bu gelişimin henüz BIM kullanma

zorunluluğu başlamadan gerçekleşmesi dikkate değer bir noktadır. Türkiye için de Finlandiya BIM konusunda örnek alınabilecek ülkelerden birisidir.

3.8.4 Singapur

Singapur, Finlandiya ile beraber BIM konusunda gelişim kaydetmiş en önemli iki ülkeden birisidir. İnşaat sektörüne yönelik düzenlemeleri yapan yetkili devlet kurumu Building & Construction Authority (BCA), Singapur model tabanlı projelendirme ve tasarımın farkında olan ilk ülkelerden birisidir. CORENET (construction and real estate network URL-10) isimli bir proje ile yazılım üretilmiş ve yönetmelik kontrolleri bu yazılım ile otomatik olarak yürütölmeye başlanmıştır. 2012 yılında ilk versiyonu yayımlanan “Singapore BIM Guide” ile BIM mevzuatına ilişkin tüm yol haritası belirlenmiştir. İçeriğinde BIM’e yönelik tüm tanımlamalar ve BIM uygulamalarının getireceği yenilikler tanımlanmış ve süreç ile ilgili hedefler belirlenmiştir. Binaların enerji sınıfının sertifikalanmasından, yeni iş organizasyon şemalarına (BIM manager, BIM coordinator vb) gibi tüm yenilikler bu dokümanda tanımlanmıştır. Yapım projelerindeki ‘BIM execution Plan (BEP) - BIM uygulama planı da başlıklardan birisidir. BEP’in içinde yer alması istenen veri ve süreçler ;

Proje bilgileri

BIM’in hedefi ve kullanımı

Proje takımındakilerin rolleri, görevleri

BIM süreci ve stratejisi

BIM değişim protokolü ve teslim formatı

BIM veri gereksinimleri

Birlikte çalışma prosedür ve model paylaşım metotları

Kalite kontrol

Teknoloji altyapısı ve yazılım (<http://www.corenet.gov.sg>)

Singapur 2012 yılından itibaren kamuya ait tüm inşaat projeleri yönetmeliklerde belirtilen şekilde BIM ile uyumlu olarak ihaleye açılmakta ve gerçekleştirilmektedir. Ülkedeki tüm projelerin BIM ile yürütölmesine ise şu sıralama ile kademeli olarak geçilecektir.

- 2013 Temmuz ve sonrasında başlayan/başlayacak projelerde inşaat alanı > 20000 m² olanlar Mimari projeleri BIM tabanlı olarak teslim etmek zorunda

- 2014 Temmuz ve sonrasında başlayan/başlayacak projelerde inşaat alanı > 20000 m² olanlar mimari projelerin yanı sıra Yapısal projeleri de BIM tabanlı olarak teslim etmek zorunda.
- 2015 Temmuz sonrasında başlayan/başlayacak projelerde inşaat alanı > 5000 m² olanlar tüm proje ve proje yönetim işlerini (full BIM) BIM tabanlı olarak yapmak zorunda olacaklardır.

Anlaşıyor ki; Singapur'da 2015 yılının temmuz ayından itibaren tüm yapı sektörü gerçekleştireceği projelerin her aşamasında BIM kullanmakla mükellef olacak. Bu BIM'in bir ülkede uygulanması açısından son derece önemli bir gelişme olarak görülmektedir.

3.8.5 Hong Kong

Ülkede bulunan İskân Müdürlüğü (Hong Kong Housing Authority) (HA) 2009 yılında BIM el kitabı ve BIM standartlarını yayımlamıştır. 2006'dan beri ülke genelinde kamuya ait, pilot olarak seçilen, büyük konut projelerinin 19'u BIM ile gerçekleştirilmiştir. Uygulama yapılan bu pilot projeler BIM'in büyük fayda sağladığını göstermiş ve tüm projelerin BIM tabanlı olarak gerçekleştirilmesi için çalışmalar başlatılmıştır. 2009'da yayımlanan 'BIM standartları ve el kitabı' 4 bölümden oluşmaktadır :

- Giriş
- Referanslama ve isimlendirme kuralları
- Proje dosyalama yapısı
- Modellerin hiyerarşisi

İlk kısımda projelerin alfanumerik olarak isimlendirilmesinin detayları anlatılmıştır. Örneğin proje numarası 4 rakamlı olacak revizyonlar tek rakam gibi. Bununla birlikte isimlendirmeler de standartlaştırılmıştır. Örneğin A: Mimari, S: Yapısal, Q: Metraj gibi.

Üçüncü bölümde dosyalama standartları detaylı olarak verilmiştir. Amaç, kontrol ve onay aşamasında standart dosyalar üzerinden hızlı ve etkin sonuç alabilmektir (Hong Kong Housing Authority, 2009). Özellikle görselleştirme, saha çalışmaları, kazı, dolgu ve yıkım gibi proje aşamalarında gözlemlenen faydalar neticesinde BIM'e uyum bu sonuçlardan faydalanılarak geliştirilmiştir. (Url-11)

2011 yılında ise yapısal BIM ve elektromekanik BIM projelerinin BIM tabanlı olarak kabulü uygulaması başlamıştır.

3.8.6 Norveç

Norveç, İnşaat ve Düzenleme İdaresi (The Norwegian directorate of public construction and property - Statsbygg) inşaat sektöründeki problemleri önlemek amacıyla BIM el kitabı 1.2.1'i yayımlamıştır. Doküman 9 ana bölümden oluşmaktadır:

- A. Giriş
- B. Genel şartlar
- C. İlgili alan için şartlar
- D. Modelleme kalitesi ve pratik
- E. BIM çıktılarının paylaşımı
- F. Sınıflandırma
- G. Detay kontratlar için ek
- H. Referanslar
- I. Değişiklikler

Amaç, kamuya ait yapım projelerinin tüm süreçlerinde BIM'i etkin olarak kullanabilmek olarak benimsenmiştir. Bu doğrultuda 2007 yılında 5 pilot proje BIM kullanılarak projelendirilip inşa edilmeye başlanmıştır.

Statsbygg'in 'Building Smart' ile hazırladığı BIM kılavuzu ve mevzuata göre 2010 yılından itibaren Norveç'teki tüm kamu projelerinde BIM kullanımı zorunlu hale getirilmiştir. Statsbygg BIM elkitabının 'C' bölümünde modellemelerin isim ve kapsamı açıklanmıştır. Buna göre Norveç'teki BIM projeleri BIM ile yürütülürken şu modellerin olması beklenmektedir:

3.8.6.1 Geoteknik mühendislik modeli

Statsbygg BIM uygulama kitabında geoteknik modelde; proje için gerekli ekipmanın tanımlanması, saha-zemin işleri, zemin sınıfının belirlenmesi ve ilgili proje için gerekli hesaplamaların yapılması, tasarım ve hesaplama sonucunda optimum çözüm ile temel sınıfının belirlenmesi ve toprak işlerinin maliyet ve iş akışının çıkarılması maddeleri zorunlu tutulmuştur (Statsbygg BIM manuel 1.2.1- eng, 2013)

3.8.6.2 Mimari model

Statsbygg'e göre; yapının kat-i geometrisi ve ifc verileri, arsa bilgileri, yapısal elemanlar ve ifc uyumlu veriler, dış cephe kaplaması, iç cephe kaplaması, döşeme,

çatı elemanları ve kaplaması, mobilya ve ağaç elemanlarının geometrisi ve ifc verisi, merdiven ve eleman bilgileri, özel yapı varsa geometri ve ifc bilgilerinin mimari modelde olması zorunludur. Mimari modelin kodu ‘ARK’ olarak tanımlanmıştır. Ayrıca yukarıda sözü edilen her başlık için referans kodları da tanımlanmıştır. Örneğin yapısal elemanların kaynak kodları #47 olarak tanımlanmıştır. Mimari model ile mahal analizleri yapılabilecek ayrıca revizyonların sağlıklı ve hızlı bir şekilde yapılması sağlanacaktır (Statsbygg BIM manuel 1.2.1- eng, 2013).

3.8.6.3 Yapısal model

El kitabındaki yapısal BIM modelde ise ; saha ve zemin bilgisi, mesnetlere ait bilgiler (kazık ya da radyal temel gibi), çerçeve sistem geometrisi (kolon, giriş) ve ifc verileri, iç ve dış duvar eleman bilgileri ve ifc verileri, temel, zemin ve kat döşeme eleman ifc verileri, çatı taşıyıcı sistem geometrisi ve ifc verileri, bina ekipmanları, merdiven unsurları ve ifc verilerinin olması zorunlu tutulmuştur. Yapısal modelin kodu ise RIB olarak belirlenmiştir. Tüm BIM modelleri gibi yapı mühendisi de tüm paydaşlardan işine yarayacak bilgileri, BIM ‘in birlikte çalışabilirlik prensibine göre alacaktır. Bu modelden faydalanılarak tasarım ile birlikte yapısal analiz yapılacak ve yapısal modelin maliyeti de hesaplanacaktır (Statsbygg BIM manuel 1.2.1- eng, 2013).

3.8.6.4 Mekanik-elektrik model

Mekanik modelde, tüm tesisatlar, ısıtma-soğutma (HVAC), yangın güvenlik ve kontrolü, yakıt ve basınç eleman tasarım ve kontrol ekipmanları, hava taşıma sistemleri, su taşkın kontrolü ve varsa çöp ayrıştırma ve atık yönetimi, elektrik destek sistemleri, yüksek voltaj güç kaynağı, ışıklandırma, elektriksel ısıtma, iletişim hatları, telefon ve internet hatları, alarm ve sinyal sistemleri, bina otomasyon sistemleri gibi sistemleri barındırması zorunlu tutulmuştur. Tüm yapı elektro-mekanik sistemlerin tasarım ve ifc bilgilerinin modeli olmalıdır. Mekanik modelin kaynak kodu ‘RIV’ olarak tanımlanmıştır. Mekanik modelle birlikte ısıtma-soğutma ve enerji analizleri yapılabilecektir (Statsbygg BIM manuel 1.2.1- eng, 2013).

3.8.6.5 Akustik model

Yangın güvenlik modeliyle beraber Norveç BIM uygulama planını diğer ülkelerin mevzuatından ayıran en önemli teknik detaylardan birisidir. Akustik modelde diğer

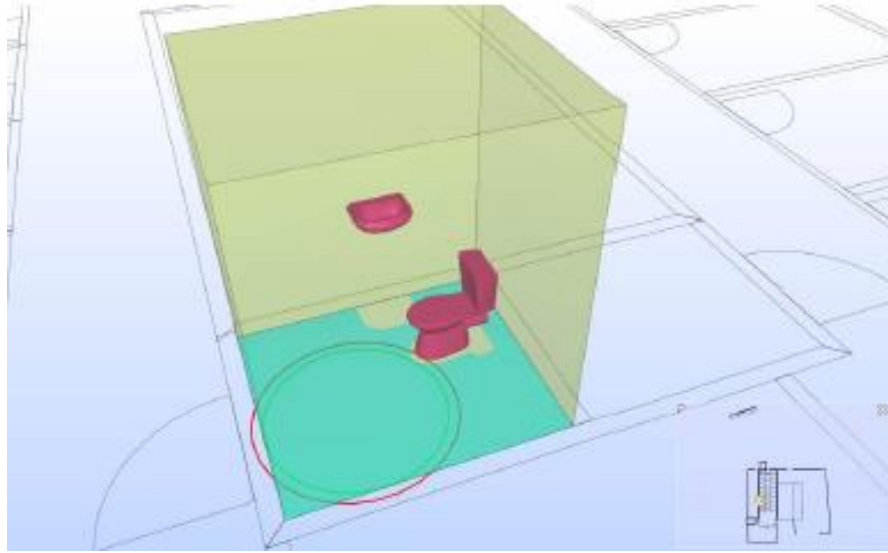
modellerden elde edilen eleman bilgilerinin akustik biliminin gerçekleri doğrultusunda hesaplanması amaçlanmaktadır. Akustik modelde; akustik zonlar, seçilen rastgele alanlar için akustik analiz sonuçları, akustiğin ilişkili olduğu tüm yapı elemanları ve bunların akustik ile ilgili olan özelliklerinin yer alması zorunlu tutulmuştur. Norveç BIM yönetmeliğinde akustik mühendisi gibi bir istihdam zorunlu tutulmadığı için akustik modelin yürütmesini akustik ile ilgili herhangi bir disiplinden uzman yapabilmektedir (Statsbygg BIM manuel 1.2.1- eng, 2013).

3.8.6.6 Yangın güvenlik modeli

Yangın güvenlik modeli insanlar ve çevrelerinin yangına karşı tam güvenliklerini sağlayabilmek amacıyla mevzuatta kendine yer bulmuştur. Yangın güvenlik modelinde; aktif yangın güvenlik sistemleri (alarm, soğutma vs.) , pasif yangın güvenlik sistemleri (ateş ve duman bariyerleri, yangın güvenlik holleri gibi), duman kontrol ekipmanları, yangın güvenli yapı tasarımı, yangın kaçış yönetmeliği ve planlarının bulunması zorunludur. Yangın güvenlik modelinin Statsbygg'deki referans kodu 'RIBR' olarak belirlenmiştir (Statsbygg BIM manuel 1.2.1- eng, 2013).

Yayımlanan BIM kılavuzunda; yapım projelerinin ilk adımı olan konsept projelerden, inşaat aşamasına kadar, kamu otoritesinin projeyi ne şekilde kabul edeceğine dair tüm gereklilikler açıklanmıştır. Projenin binanın aplikasyonundan, kapı modeli ve üreticisinin bilgisine hatta şekil 3.24'te gösterildiği gibi engelli aracının mahallerdeki dönüş imkânlarının analizine kadar (Statsbygg, 2013)tüm enformasyonu içerecek şekilde, kontrol ve onay için ilgili kuruma belirtilen prosedürler çerçevesinde teslim edilmesi istenmektedir.

Proje tesliminde; enerji, planlama, tasarım, malzeme, iklimlendirme, mekânsal analiz gibi konu başlıklarında BIM ile proje yapımının nasıl olması gerektiği ve ilgili kamu otoritesine kontrol ve onay için hangi prosedürler çerçevesinde teslim edileceği detaylı bir şekilde açıklanmıştır. "Statsbygg BIM manuel" yayımlanan en güncel ve en kapsamlı BIM uygulama planlarından birisidir. Bu sebeple bu tezin sonunda Statsbygg'in C bölümünü oluşturan 'BIM modeller' kısmı ek olarak verilecektir (Ek: C).



Şekil 3.24 : Tekerlekli sandalyenin engelli tuvaletindeki dönüş analizi.

3.8.7 Sonuç

Yapım sektörünün devrimsel bir süreç gereksinimi Amerikan İşçilik Bürosunun bu bölümde aktarılan önemli grafiğinden açıkça anlaşılmaktadır. Tarım dışı tüm sektörlerin gerisinde kalmış bir yapım sektörü bulunmaktadır. Projelendirme ve imalatın yöntem olarak değişikliğe uğramaması bir yana yapım sektöründen talep edilen yeni uygulamalar da sektörü oldukça zorlamaktadır. BIM tam da bu süreçte geliştirilmiş ve yapılan çalışmalarla yapıların dijital olarak inşa edilmesi sağlanmıştır. Bu sayede projelendirme aşamasında yapı ile ilgili tüm bilgilere erişme ve kontrol etme şansı doğmuştur. Bu doğrultuda yapılan çalışmalarda BIM'in pek çok faydası kanıtlanmıştır. Buradan hareketle pek çok ülke, kamu projelerinden başlayarak BIM mevzuatı geliştirmeye başlamıştır. 2015 yılından itibaren pek çok ülke adım adım BIM ile proje üretecektir. BIM mevzuatı geliştiren ülkelerin yapım sektörleri incelendiğinde; ortak noktaları, müşavirlik sektörünün gelişmiş olmasıdır. Bahsi geçen ülkeler BIM mevzuatlarını ve uygulama planlarını, müşavirler vasıtasıyla inşaat sektörüne sokacaklardır. BIM gibi yenilikçi bir yaklaşımın sektöre adapte edilebilmesinin en etkili yolu mevzuat oluşturmaktır. Bu sayede hedeflenen kaliteli ve çevre açısından sürdürülebilir yapılara ulaşılabilecektir. Türkiye'de de bir an önce çalışmalara başlanmalı ve inşaat sektörünün mevcut sorunlarının pek çoğuna çözüm olabilecek bu teknolojiyi uygulamak için inşaat sektöründe farkındalık yaratılmalıdır. İş güvenliği, kaliteli yapılaşma ve çevre ile dost ve sürdürülebilir yapılar tasarlanmanın ve yapmanın yolu BIM mevzuatından geçmektedir. Görüldüğü gibi birçok ülke, bu konuda çok ciddi yol kat etmiştir. Bu bölümde incelenen kavram

ve çalışmalar, ulusal BIM uygulama planı (UBUP) oluşturulurken önemli bir kaynak veri tabanı olarak kullanılmıştır.

4. KENTSEL DÖNÜŞÜM UYGULAMALARINDA PROBLEMLER ve BIM ÇÖZÜMLERİ

Metodolojide belirtildiği şekli ile bu tezin en önemli kavramlarından olan kentsel dönüşüm kavramının bu tez ile ilgili olan yönlerinin açıklanması hedeflenmiştir. Kentsel dönüşüm projelerinin hızlı ve yoğun bir şekilde uygulanmaya başlanmasıyla birlikte, bu projelerin mal sahipleri, mimar-mühendisler, yükleniciler, belediyeler ve çevre açısından yarattığı problemler bu tezin ortaya çıkmasının temel nedenlerinden birisidir. Kentsel dönüşümün projelendirilme, onay, kontrol ve şantiye aşamalarında çok ciddi problemler yaşanmaktadır. Çevre kirliliği, trafik problemleri, belediye ruhsat, onay ve kontrol problemleri bunlardan bazılarıdır. Böylesine büyük çapta dönüşümler planlandığında inşa edilecek yapıların eski yapılara oranla çok daha sağlam, teknolojik ve çevreci olması beklenmelidir. En basit tabirle *‘atılan taşın ürkütülen kurbağaya değmesi gerekmektedir.’* Bu doğrultuda bu tezin ilgilendiği ana kavramlardan birisi olan ‘kentsel dönüşüm’ ve yaşanan problemlerin 2. bölümde tanımı ve özellikleri detaylı bir şekilde aktarılan BIM ile yürütülmesinin faydaları ortaya konulacaktır.

4.1 Kentsel Dönüşümün Tarihçesi, Uygulanması ve Yaşanan Sorunlar

Kentsel dönüşüm, 20. yüzyıl ortalarından itibaren dünyanın sanayileşmiş ülkelerinde başlayan, İkinci Dünya Savaş’ının ardından gelişmiş ülkelerdeki şehirlerin onarımlarının yapılması amacıyla hızlanmış bir olgudur.

Kentsel dönüşüm, birçok etmene bağlı olarak yaşamın her anında ve alanında gerçekleşen, sürekli değişim özelliğine sahip bir süreç olarak görülebilir. Süreçte kent yaşamını paylaşan ve belirli biçimlerde yeniden üreten tüm aktörler önemli roller almaktadırlar. Bu açıdan değerlendirildiğinde, gerek kentlilerin kendi içlerinde oluşturacakları, gerekse yönetim birimleriyle sağlanacak iletişim ortamları ve ilişkiler önem taşır. (İncedayı, 2004)

Kentsel gelişmenin toplumsal ekonomik ve mekânsal olarak yeniden ele alındığı ve kentteki sorunlu alanların sağlıklı ve yaşanabilir hale getirilmesi için yıkıp yeniden

yapma, canlandırma, sağlamlaştırma veya yeniden yapılandırma için proje üretilmesi ve uygulama yapılmasıdır. Özetle kentsel dönüşüm bir kentin dokusunu bozan sorunların giderilmesi anlamına gelmektedir. Gecekondu dönüşüm/kentsel yenileme projelerinde “kent içinde kaçak yapılaşma alanları ile ekonomik ömrünü doldurmuş bulunan çöküntü alanlarının gerekli tüm kentsel ve sosyal donatı hizmetleri getirilerek olası tüm doğal afet riskleri de bertaraf edilecek şekilde yeniden fenni ve sıhhi standartlara haiz bir şekilde yapılandırılması gerekmektedir.

Aynı zamanda kentsel dönüşüm yüksek yoğunluklu bölgelerin geliştirilmesi amacıyla arsaların yeniden geliştirilmesini amaçlayan bir kavramdır. Yenileme/dönüşüm pek çok artı ve eksiği barındırır. 19.yy sonlarında gelişmiş ülkelerde başlayıp vücut bulan bu kavram 1940’larda gelişmiş ve birçok deneyimle birlikte yeniden yapım süreçlerinin önemli bir alt başlığı olmuştur. Birçok kentsel alana önemli etkileri olmuş olan bu kavram aynı zamanda şehirlerin tarih ve demografilerinde de önemli rol oynamıştır. Kentsel dönüşüm, iş merkezlerinin taşınması, yapıların yıkılması, insanların farklı bölgelere dağılması ve seçkin sınıfın kamu otoritesinin belirlediği yerlere naklini de içerir (Chigbu, Uchendu Eugene-2012). Kentsel dönüşüm yapı ada ve parsellerin değerini ve çevresel kalitelerini yükseltmek için dillendirilen bir kavramdır (Adams ve Hastings, 2001), bu amaçla şehirle alakalı tüm problemleri çözmeye yoğunlaşır, sosyoekonomik hedefler, sosyal etkileşim ve yaşamsal alanlardaki problemlerin çözümlenmesi de kentsel dönüşüm kapsamında ele alınır (Lee ve Chan, 2008), (Chan ve Yung, 2004). Kentsel yenileme, kentsel dönüşüm, kentsel kalkınma ve kentsel rehabilitasyon da şehir planlamacılığı açısından sıkça kullanılan anlamları az da olsa farklı olan kavramlardır. Kentsel yenileme ve kentsel dönüşüm birbirlerine çok yakın kavramlardır ve her ikisi de büyük çaplı değişimleri ifade ederler, kentsel yenileme daha çok alan temizliği fiziksel gelişim ve tarihi yapı dokusunun korunmasını ele alırken (Couch, Sykes, ve Boerstinghaus, 2011); kentsel dönüşüm ilgili alanlar ilgili kapsamlı olarak sorunların çözümüne odaklanır; ekonomik, sosyal, fiziksel ve çevresel problemleri ortadan kaldırmayı hedefler (Ercan, 2011). Kentsel dönüşüm, beş temel amaca hizmet etmek üzere tasarlanmalıdır (Roberts,2000).

Bunlar:

1. Kentin fiziksel koşulları ile toplumsal problemleri arasında doğrudan bir ilişki kurulmalıdır. Kentsel alanların çöküntü alanı haline gelmesindeki en önemli nedenlerden birisi toplumsal çökme ya da bozulmadır. Kentsel dönüşüm projeleri,

temelde toplumsal bozulmanın nedenlerini araştırmalı ve bu bozulmayı önleyecek önerilerde bulunmalı.

2. Kentsel dönüşüm projeleri kentin hızla büyüyen, değişen ve bozulan dokusunda ortaya çıkan yeni fiziksel, toplumsal, ekonomik, çevresel ve altyapısal ihtiyaçlara göre, kent parçalarının yeniden geliştirilmesine olanak sağlamalı.

3. Kentsel refah ve yaşam kalitesini artırıcı bir ekonomik kalkınma yöntemlerini ortaya koymalı.

4. Fiziksel ve toplumsal bozulmanın yanı sıra, kentsel alanların çöküntü bölgeleri haline gelmelerinin en önemli nedenlerinden birisi, bu alanların ekonomik canlılıklarını yitirmesidir. Kentsel dönüşüm projeleri fiziksel ve toplumsal çöküntü alanları haline gelen kent parçalarında ekonomik canlılığı yeniden getirecek stratejileri geliştirmeyi ve böylece kentsel refah ve yaşam kalitesini artırmayı amaçlamalı.

5. Kentsel alanların en etkin biçimde kullanımına ve gereksiz kentsel yayılmadan kaçınmaya yönelik stratejilerin ortaya koyulmasıdır (Şişman ve Kibaroglu, 2009).

4.2 Dünya’da Büyük Çaplı Kentsel Dönüşüm Proje Örnekleri ve Uygulamaları

Dünya’da 19.yy sonlarından itibaren kentsel dönüşüm (yenileme rejenerasyon) gibi isimler altında kentsel dönüşüm kavramının uygulandığı görülmektedir.

4.2.1 Beyrut tarihi kent merkezi kentsel dönüşüm projesi (Lübnan)

1990 yılında iç savaşın neticelenmesini müteakip, ülkenin bütünlüğünün vurgulanması ve savaşın izlerinin ortadan kaldırılmasını amaçlayan ulusal plan hazırlanmış ve yürürlüğe sokulmuştur. Bu bağlamda savaştan en büyük hasarı görmüş olan Beyrut için de Master plan geliştirilmiş ve uygulamaya sokulmuştur (Demirsoy M.S, 2006).

1994’te Beyrut merkez bölgesinin geliştirilmesi ve yeniden yapılanması amacıyla bölgedeki mülkiyet hakkı sahipleriyle yatırımcıların ortaklığında oluşan SOLIDERE (The Lebanese Company for Development and Reconstruction of the Beirut Central District s.a.l) adında bir Lübnan anonim şirketi kurulur. (Şişman ve Kibaroglu, 2009). Bu firma bölgedeki gayrimenkul geliştirmeleri ile birlikte kültür mirasının da ileriye taşınması için gerekli olan kentsel dönüşüm çalışmalarını hazırlamaktadır. Şekil 4.1’deki kentsel dönüşüm alanında; konutlar, oteller, iş merkezleri ve kültür

merkezleri bulunmaktadır. Yeni yapılan yapıların yanı sıra önemli ölçüde de restorasyon çalışmaları yapılmıştır. Lübnan'daki bu büyük kentsel dönüşüm projesi, küresel ölçekte de kentsel dönüşüm projeleri açısından önemli bir yer tutmaktadır.



Şekil 4.1 : Beyrut tarihi kent merkezi (Url:12).

Kentsel dönüşüm ile ilgili pek çok çalışmaya kaynak oluşturmuş olan Solidere kentsel dönüşüm projesinin ana hedefleri şöyle belirlenmiştir.

- Bütüncül modern altyapı sisteminin sağlanması,
- Yeni geliştirilecek alanlar için kentsel tasarım çerçevesinin çizilmesi,
- Tarihi binaların ve koruma alanlarının restore edilmesi,
- Proje alanı bütününde deniz görünümünün en üst seviyeye ulaştırılması,
- Denize açık bir kentsel alan,
- Kamusal alanların yaratımı, seyir terasları, gezi alanları ve yaya yollarının yapımı ve organizasyonu,
- Sağlam kalmış binaların ve şehir manzarasının korunması,
- Şehrin dokusunu ve komşuluk ünitelerini yeniden kurmak,
- Modern ile geleneksel mimari arasında harmoniyi sağlamak ,
- Pazarlama ve gelişme olguları bütününde sürdürülebilir çevre oluşturulmasını cesaretlendirmek ve bunun için esnek öneriler getirmek,
- İşyeri ve bu kurumlara ait yerleşkeler, kültürel ve rekreasyon imkânları gibi geniş ve çok fonksiyonlu kullanım imkânları yaratmak,
- 24 saat yaşayan bir kentsel alan oluşumu,
- Şehir merkezinin yenilenmesi için mıknatıs etkisi gösteren cazibe

olanakları yaratmak (Url : 13)

4.2.2 Hiroşima Danbara kenti kentsel dönüşüm projesi

6 Ağustos 1945'te Hiroşima şehri üzerine, dünyanın ilk atom bombası atılması 140.000 kişinin ölümü ve 13 kilometrekarelik bir alanın tamamen yerle bir olmasına sebep olmuştur. Böylesi bir yıkım bölgeyi kaçınılmaz bir yeniden yapılandırma ile karşı karşıya bıraktı. Hiroşima kentsel dönüşüm projesi, dünyanın en güzel ve endüstriyel olarak üretici şehrini yaratmak için uygulanmıştır. Yeşillikleri, nehirleri ve kültürü ile dünya barışına hizmet verecek örnek bir yerleşim yeri oluşturulmak istenmiştir.

Proje 1973 yılında onaylanmış, 1983 yılında başlatılmış ve 1995 yılında tamamlanması hedeflenmiştir. Binaların yüzde 62'si üzerinde bu tarihe kadar çalışılmıştır. Proje, kamu, özel sektör ve yerel halk işbirliği ile gerçekleştirilmiştir. Dönüşüm alanındaki 461 bina özel sektör tarafından inşa edilmiştir. Bu binalar genel olarak ana yollar üzerinde, 7 ila 10 katlı, yerleşim yeri olarak veya ticari amaçlı kullanılan binalardır. Projenin toplam maliyeti 283.800.000 dolardır. Maliyetin %38'i yerel yönetimlerden, %57'si Hiroşima şehrinden ve %5 'i diğer özel kaynaklardan sağlanmıştır.

Proje 1973 yılında onaylanmış, 1983 yılında başlatılmış ve 1995 yılında tamamlanması hedeflenmiştir. Binaların yüzde 62'si üzerinde bu tarihe kadar çalışılmıştır. Proje, kamu, özel sektör ve yerel halk işbirliği ile gerçekleştirilmiştir. Dönüşüm alanındaki 461 bina özel sektör tarafından inşa edilmiştir. Bu binalar genel olarak ana yollar üzerinde, 7 ila 10 katlı, yerleşim yeri olarak veya ticari amaçlı kullanılan binalardır. Projenin toplam maliyeti 283.800.000 dolardır. Maliyetin %38'i yerel yönetimlerden, %57'si Hiroşima şehrinden ve %5 'i diğer özel kaynaklardan sağlanmıştır (Şişman ve Kibaroglu, 2009).

4.2.3 Yapım ve inşaat tekniği açısından kentsel dönüşüm projeleri

Bu tez kapsamında, neden özellikle kentsel dönüşüm projelerinin BIM yönünden incelendiğini anlamak için kentsel dönüşüm projelerini, diğer inşaat projelerinden ayıran özellikleri ortaya koymak gerekmektedir.

Kentsel dönüşüm projeleri, büyük çaplı alanlarda (8-10 ada) olacağı gibi tek bir parsel üzerinde de olabilmektedir. Günümüz metropollerinde kentsel dönüşüm için gerekli projelendirme, geleneksel yöntemlerle yapılmaktadır (Çizelge: 4.1) Bununla

birlikte, kentsel dönüşüm projelerini, herhangi bir arsa üzerinde, yeni yapılacak diğer projelerden ayıran bazı önemli farklar vardır. Bu bölümde esas olarak bu farklar ortaya konulmaya çalışılmaktadır. Kentsel dönüşüm projeleri diğer inşaat projelerine oranla birtakım farklılıklar içerir. Bu farklılıklar; teklif aşamasında, ruhsat projesi aşamasında ve uygulama aşamasında olmak üzere 3 aşamalı olarak değerlendirilmiştir.

4.2.4 Kentsel dönüşüm projelerinde teklif aşaması

Kentsel dönüşüm projeleri gerçekleştirilirken en zorlayıcı ve zaman alıcı aşama teklif aşamasıdır. Ortada çoklu bir işveren topluluğu bulunmaktadır. Bununla birlikte teklif projeleri sürekli değişime maruz kalmaktadır. Her paydaş farklı bir istekte bulunur. Ön analizler (imar durumu, cephe tayinleri, arsa sahiplerinin istekleri) çok uzun zaman almaktadır. Yapı çok eski olması münasebetiyle strüktür açıdan sakıncalı ise mevzuata uygun olarak riskli yapı analizinin yapılması ve bu doğrultuda adımlar atılması ve mevcut yapının modellenmesi gerekir. Çoğunlukla arsa sahiplerine detay projeye yakın bilgiler vermek gerekmektedir.

Kentsel dönüşüm projeleri çok yüksek olasılıkla şehir merkezlerinde gerçekleştirildiklerinden, inşaat şekli, süresi ve malzeme termini ile ilgili olarak sağlam maliyet hesapları yapıp ona göre teklif vermek gerekmektedir. Kentsel dönüşüm projeleri boş bir arsa ile mukayese edildiğinde fazladan bir yıkım fazı içereceğinden çevre ile ilişkisi çok daha fazla olmakta ve ilgili kamu kurumları ve belediyeler ile sorunlar yaşanabilmektedir. Dolayısıyla teklif aşamasında etkin ve doğru analizler için yakın binalarla birlikte modellemeler yapmak gerekmektedir.

4.2.5 Kentsel dönüşüm projelerinde ruhsat projesi aşaması

Kentsel dönüşüm projelerinde belediye projeleri yapılırken de çeşitli farklılıklar ortaya çıkmaktadır. En önemli fark yine yıkım aşamasıyla ilgili olanıdır. Kamu kuruluşları ve belediyeler öncelikle mevcut bina/binaların durumuna bakmakla mükelleftirler. Orada hak sahibi olan kişiler ve yapının durumu hakkında arşiv taraması yapılır. Yeni yapılacak yapının mevcut bina ile olan farklılıklarına bakılabilir. Kentsel dönüşüm projelerinde normal bir inşaat projesi ile kıyaslandığında proje dosyasında olması gerekenler ilave dokümanlar şunlardır:

- Riskli yapı tespiti raporu (gerekli ise)
- Yıkım projesi mevcut yapı ve yıkım metodu.

- Eski yapılardan çıkacak atık malzeme miktarı ve atık yönetim stratejisi
- Eski/yeni yapı kıyaslaması ve artan konut sayısının analiz bilgisi
- Yeşil alan ve sosyal donatıların analizleri

4.2.6 Kentsel dönüşüm projelerinde uygulama aşaması

Kentsel dönüşüm projelerinde projeler tamamlanıp tüm izinlerin alınmasını müteakip geçilen uygulama aşamasında da tüm paydaşların uyması gereken kurallar ve yapması gereken farklı işler vardır. Öncelikle belediyeler kentsel dönüşüm projelerinin uygulanması esnasında tüm tedbirleri almakla mükelleftir. Bunlar; can ve mal güvenliğinin sağlanması için gerekli tedbirler, trafik ile ilgili tedbirler, yapının fenni kurallara uygun olarak inşa edildiğinin kontrolü amacıyla alınan tedbirlerdir. Ayrıca çoğu belediye uyguladığı politikalar doğrultusunda atık yönetimi ve çevre koruma amaçlı tedbirler de alır.

Yüklenici, yıkım uygulama projesi doğrultusunda ve yıkım önlemlerini alarak yıkımı tamamlar. Daha sonra onaylanan proje doğrultusunda inşaatın yapımına başlar. Kentsel dönüşüm projesi çerçevesinde uymak zorunda olduğu kurallara göre, şantiye lojistik ve organizasyonunu yapar, elde ettiği atık malzemeyi değerlendirmek üzere gerekli girişimleri yapar, beton döküm zamanlarını ayarlar. İnşaatı yönetmeliklerde belirtilen kurallara uyarak tamamlar.

4.3 Kentsel dönüşüm projelerinde karşılaşılan sorunlar ve BIM çözümleri

Türkiye’de kentsel dönüşüm kavramı Mayıs 2012 yılında yürürlüğe giren 6306 sayılı “*Afet Riski Altındaki Alanların Dönüşümü*” hakkındaki kanun ile Türkiye’nin gündemine girmiştir. Daha önceki dönemlerde de kentsel dönüşüm kavramıyla ilgili özellikle üniversitelerde pek çok araştırma ve çalışma yapılmıştır ancak hiç birisi ilgili kanunun yaptığı etkiyi yapamamıştır. Kentsel dönüşüm esasen Türkiye’nin potansiyel en önemli sorunlarından olan deprem ve depremin tehdit ettiği sağlıksız, mühendislik ve mimarlık hizmeti almamış yapı stoğunun hızlı bir şekilde yenilenmesini amaçlamaktadır. Dolayısıyla Türkiye’deki kentsel dönüşüm neredeyse tüm akademik çevrelerin de sözbirliği ile gerçek bir kentsel dönüşümü ifade etmemektedir. Kentsel dönüşüm projeleri hızlı bir şekilde mevcut parsel ve adaları yenilemek mevcut alanlara yeni binalar yapmak şeklinde tezahür etmektedir.

Cumhuriyet sonrası dönemde, hızlı nüfus artışıyla birlikte ortaya çıkan yoğun ve plansız yapılaşma özellikle 1970'lerden sonra ülke genelindeki çarpık imar yöntemleri ve uygulamalarının yanında mühendislik hizmeti almamış yapıların 2000'li yıllara gelindiğinde yüksek oranda artan arsa bedellerinin de etkisiyle yeniden değerlendirmeleri gündeme gelmiştir. Bu fikirlerin gelişmesinde inşaat sektöründe yaşanan teknik ilerlemenin de büyük etkisi vardır. Çünkü artık inşaat projeleri teknolojinin verdiği imkânlar nispetinde çok daha hızlı ilerleyebilmektedir. Bu sayede kentsel dönüşüm projelerinin gerçekleşme potansiyelleri bir ütopya olmaktan çıkmış ve gerçekleştirilebilecek hale gelmiştir.

Kentsel dönüşüm projelerinin Türkiye'deki uygulamalarına bakıldığında bölgesel olarak değiştiği görülmektedir. Özellikle, İstanbul gibi metropollerde parsel bazında dönüşüm yapıldığı gibi, devletin riskli alan ilan ettiği mahallelerde ise büyük ölçekli dönüşümler gerçekleşmektedir. Dönüşümün teknik ve planlı olabilmesi için inşaat ile ilgili en güncel teknolojilerden yararlanmak gerekmektedir. Bu ekipman ve makina açısından olabileceği gibi bu tezin üzerinde durduğu BIM benzeri yeni dönem inşaat teknolojileri de olabilir. Böylece enerjisini kendisi üretebilen, hızlı inşa edilen, atık yönetimi olan ve atıkların kullanılabilirdiği projeler gerçekleştirilebilir.

Kentsel dönüşüm projeleri ile gayrimenkul geliştirme projeleri karşılaştırıldığında önemli bir takım farklar ortaya çıkmaktadır. Çizelge 4.1'de sıralanan bu farklar, metodolojide değinilen İstanbul ili Kadıköy bölgesinde müşavirlik hizmeti verilen 10 farklı kentsel dönüşüm projesinden elde edilen veriler doğrultusundadır. Seçilen projeler, önerilen uygulama planının aynı tip projeler üzerinde denenmesi için, büyüklüğü 2000 m²'ye kadar olan parseller ile sınırlı tutulmuştur.

4.4 Kentsel dönüşüm projelerinde mal sahibi açısından yaşanan sorunlar

Kentsel dönüşüm projelerindeki en önemli noktalardan birisi bu tip projelerin tabiatı itibarıyla çoklu işverenlerinin olmasıdır. Kentin rantı yüksek herhangi bir yerinde (ada/parsel bazında pek çok kişinin ortağı olduğu büyük/küçük yapıların yıkılıp yeniden yapımı, mevcut mevzuat çerçevesinde tüm ortakları işveren statüsüne sokmaktadır. Dolayısıyla inşaat, proje taahhüt işleri ile ilgili uzman olsun ya da olmasın tüm toprak sahipleri işveren konumundadırlar ve projenin her anında istekleri, talepleri olmaktadır. Dönüşüm projeleriyle ilgili en önemli sorunlardan birisi çoklu işveren varlığıdır. Bu işveren grubu teknik yönden de yetersiz olduğu

için hem isteklerinin uygulanabilirliği konusunda bilgi eksiği vardır, hem de karşı tarafı süreç boyunca denetleyebilecek/kontrol edebilecek yeterliliği mevcut değildir.

Çizelge 4.1 : Kentsel dönüşüm projeleri ile gayrimenkul geliştirme projeleri arasındaki temel farklar.

	Kentsel Dönüşüm Projeleri	Gayrimenkul Geliştirme Projeleri
İşveren Sayısı	Büyük rakamlara ulaşabilir (Örn: >1000 kişi)	Genellikle tek ya da iki firma/resmi kurum
Şartname	Şartname yoktur proje ile ilgili bilgi de yoktur. Tamamen yüklenicinin yaratıcılığına kalmıştır.	Belirli bir şartname vardır. Teklif projesi bu şartnameye göre hazırlanır.
Teklif teslim süresi	Çok sayıda yere teklif verileceği için inşaat küçük de olsa iş geliştirebilmek için çok hızlı proje üretimi gerektirir	Teklif teslim süresi ve koşulları bellidir. Önemli olan maliyet analizidir. Kentsel dönüşüm projelerine nazaran proje üretimi daha yavaştır.
Konsept proje detayı	Tefrişli kat planları, her daire için kesitler, görünüşler, betonarme metraj keşif için plan ve kesitler	Kat planları, enkesit, boykesit, betonarme plan ve kesitler
Görselleştirme	Konsept ya da teklif projesi kapsamında görselleştirme gerekli	Konsept ya da teklif projesi kapsamında görselleştirme gerekli değil
Alternatif proje sayısı	Alınan verilere göre ortalama 3 alternatif proje gerekmektedir.	Şartname dosyasında aksi belirtilmedikçe alternatif projeye gerek yoktur.
Revizyonlar	Arsa sahibi ve kat maliklerinin talepleri doğrultusunda çok sık revizyon gerekir.	Belirli tarihlerde kontrol ekibinin istediği revizyonlar yapılır. Bu revizyonlar bir düzen içinde istenir.
Maliyet tahmini	Anlaşmanın son aşamasına kadar maliyet tahmini yapmak zordur.	Edinilen şartnameye göre yaklaşık maliyet hesapları yapılabilir.

Yerel yönetimler de bu kadar büyük çaptaki bir dönüşüm için tüm vatandaşlara müşavirlik hizmeti verebilecek yeterlilikte değildir. Dolayısıyla mevzuatla ilgili değişiklik yapılması ve batıda olduğu gibi Türkiye’de de müşavirlik kavramının altının, mevzuatla doldurulup vatandaşların dönüşüm projelerinde müşavir firma (işveren temsilcisi) ile birlikte hareket etmeleri sağlanmalıdır.

Söz konusu dönüşüm projelerinde teknik altyapı oluşturulup BIM kullanılması sağlandığı takdirde işveren, temsilcisi vasıtasıyla proje ile ilgili olarak geleneksel yöntemlere göre çok daha kısa zamanda çok daha detaylı bilgilere anlaşılır şekilde ulaşabilir. Bunu şöyle sıralamak da mümkün :

- İşveren projeyi 3 boyutlu olarak görebilir 3 Boyutlu modelin CAD çizimlerinden farkı, projeyi detaylı inceleme olanağının olmasıdır. Yani işveren modelde gördüğü herhangi bir yapı elemanının malzemesini görüntüye göre değerlendirebilir ve anında değişiklik yapıp sonuçlarını izleyebilir. Bu değişen durum tüm projeyi etkiler ve proje müellifleri ekstra çizim, hesap ve maliyet analizi yapmak durumunda kalmazlar.
- İşveren, ışık, gölge, enerji analizi gibi kendisini yakından ilgilendiren konularda kısa zamanda proje müellifini de oyalamayacak şekilde, bilgiler alıp karar sürecini kısaltabilir.
- Pek çok kişiden oluşan işveren, yapının olası yeni cephe düzeniyle ilgili çok daha nitelikli bilgiye sahip olur. Böylece inşa aşaması bittiğinde geri dönülemeyecek problemlerle karşılaşma ihtimali çok düşük seviyelere iner.
- İşverenlerin tamamı / bir kısmının mevcut konumlarının (cephe, kat, yola hâkimiyet vs.) değişmesi ile ilgili çok detaylı, anlaşılır analizler yapılabilir.
- Mevcut durum aşaması da projelendirilip akla gelebilecek her türlü mevcut yapı/yeni yapı kıyaslaması yapılabilir.

4.5 Kentsel dönüşüm projelerinde yükleniciler açısından yaşanan sorunlar

Kentsel dönüşüm projelerinde yükleniciler çoğu zaman tasarla-yap (design & built) proje teslim esasına göre iş yapmaktadırlar. Tüm tasarım ve inşa sürecini ya kendi içlerinde ya da dışarıdan hizmet almak suretiyle yapmaktadırlar. Büyük yüklenici firmalar kendi bünyelerindeki kaynakları kullanarak iş yapıyor olsalar da teknik uzmanlık gerektiren pek çok konuda dışarıdan proje veya danışmanlık hizmeti almak zorunda kalmaktadırlar. Hem kendi bünyelerindeki iş akışlarının ve teklif süreçlerinin hızlanması hem proje revizyonlarının çok daha hızlı yapılabilmesi ve hem de dışarıdan aldıkları hizmetin kalite ve niteliğinin kontrolü için bütüncül bir proje teslim yaklaşımına ciddi şekilde ihtiyaç duymaktadırlar. Yükleniciler kentsel dönüşüm projeleri geliştirmek için genel olarak iki yoldan yürümek zorundadır. Bunlardan birincisi arsa sahipleri ile anlaşma yoluna gidilerek mevcut mevzuat doğrultusunda iş geliştirmek, ikincisi ise kamunun riskli alan ilan ettiği bölgeler için ihaleye girmektir. Türkiye’de şu anda her iki yöntem de yükleniciler tarafından kullanılmaktadır. Ancak kamudan ihale yoluyla iş almak daha büyük yüklenici

firmaların seçtiği iş geliştirme metoduyla birinci yöntemde büyük küçük tüm yüklenici firmaları görmek mümkündür.

10 farklı kentsel dönüşüm (yenileme) projesinde yer alan 8 yükleniciden alınan veriler doğrultusunda, yerel ölçekte kentsel dönüşüm projeleri yapan yüklenicilerin proje yürütme yöntemleri incelendiğinde şu sonuçlar ortaya çıkmıştır:

- İncelenen tüm yükleniciler CAD teknolojisini kullanarak proje üretmektedirler.
- Teklif verilecek ada/parsel için en az 2 (çoğunlukla 3 ya 4 alternatif istenmektedir) değişik proje üretilip görselleştirmesi yapılmaktadır.
- Teklif aşaması 10-15 gün arasındadır.
- Üretilen teklif/avan projelerde yeterli detay bulunmadığı için işveren ile çok sık toplantı yapılmaktadır.
- Yükleniciler işvereni ikna edebilmek için onların isteklerini kabul etmektedir. Ancak isteklerin tamamına yakını proje revizyonu gerektirdiği için ve revizyon da kayda değer zaman aldığı için hesapsız kabuller yapılmaktadır.
- Özellikle statik, elektrik ve mekanik projelerin uyumu denetlenmemektedir. Yeni yapıda çok sayıda işverenin farklı istekleri olduğu için düşey simetri sağlanamamakta ve bu da statik, mekanik ve elektrik işleri ile ilgili ciddi problemlere yol açmaktadır. Vakit darlığı sebebiyle müşteriyle anlaşma imzalanmakta ve yüklenici yükümlülük altına girmektedir.
- İçinde bulunulan konjonktürde çok sayıda bina yenilenmesi gerektiğinden yükleniciler yapabilecekleri işlere bile teklif verememekten şikayetçi durumdadır.
- Bu problemi aşmak için fazla sayıda proje ofisiyle çalışılıp iş dışarı verilmekte ancak bu durum da ciddi bir maliyete sebebiyet vermektedir.
- Önemli bir diğer ayrıntı ise büyük çaplı dönüşüm projelerinde yaşanmaktadır. 30 000 m² ve üzerindeki kentsel dönüşüm projelerinde BIM teknolojisinin önemi daha da artmaktadır. Bu tip projelerde arsa sahipleri ile yapılacak anlaşmalar çok ciddi zaman almaktadır. Anlaşma yapılması gereken, bin kişiyi aşan işverenin olduğu alanlar bulunmaktadır. Buradaki arsa sahipleri evlerinin güneş alma pozisyonlarını dahi sorgulamakta ve proje aşamasında yükleniciyi zorlamaktadırlar. Bu seviyede doğru bir proje üretimi CAD imkânlarıyla 1 yılı bulabilmektedir. Ancak hiçbir müteahhidin böyle bir zamanı yoktur.

- İmar durumlarında yapılan değişiklikler ise ayrı bir proje üretme sorunu doğurmaktadır. Öyle ki; kimi imar revizyonları projede büyük değişimlere sebep olmaktadır. Mevcut durumda proje üretim yöntemleri bu revizyonları yapabilmek için ciddi zamana ihtiyaç duymaktadır.
- Büyük alanlarda doğru ve kesin fizibilitenin CAD tabanlı programlarda yapılma zorluğu. Özellikle cephe ve ışık analizlerinin doğru bir şekilde yapılmasının CAD tabanlı programlarda yapılmasının çok uzun zaman alması ve doğru sonuçlar alınamaması.
- Günümüzde sıkça gündeme gelen ve mevzuat gereği birçok avantajı da içerisinde barındıran LEED sertifikalı binalar üretebilme kabiliyetinin CAD çizimleriyle gerçekleştirilememesi. Özellikle birçok kentsel dönüşüm projesinde yeşil binalardaki vergi avantajları sebebiyle yeşil binaların projelendirilmesinin istenmesi.
- Kentsel dönüşüm projelerini de diğer inşaat projeleri gibi değerlendirdiğimizde proje paydaşlarını; işveren, kontrol mekanizmaları (kamu, işveren temsilcisi vs), proje hizmetleri (müellifleri) ve yüklenici olarak 4 ana unsur üzerinden değerlendirmek mümkündür. Diğer projelerden farklı olarak bir önceki bölümde de değinildiği gibi kentsel dönüşüm projeleri, sosyolojik ve ekonomik boyutları itibarıyla kamuyu çok yakından ilgilendiren projeler oldukları için bu 4 proje paydaşının etkilendiği çok önemli detaylar bulunmaktadır.

4.6 Kentsel dönüşüm projelerinde kontrol mekanizmaları açısından yaşanan sorunlar

Bu tezin en önemli amaçlarından birisi kentsel dönüşüm projelerinde önemli görevleri olan yerel ve merkezi yönetimlerin kontrollerinin ve uygulamalarının hızlı ve doğru bir şekilde yapılabilmesine imkân sağlayacak olan BIM teknolojisini onların ilgili mekanizmalarına adapte edebilecek yöntem ve önerileri geliştirmektir. Dönüşüm projelerindeki kontrol, dünya ölçeğinde genellikle 2 taraflı olmaktadır. Bunun resmi olan kısmı yerel yönetimlerdir diğer taraftan çoğu ülkede, kanunla belirlenmiş yapı denetim firmaları vardır. Türkiye gibi bazı ülkelerde proje aşaması

Çizelge 4.2 : Kentsel dönüşüm projelerinin onay ve kontrolleri için BIM çözümleri.

kontrol edilecek başlık	Mevcut Durum /Yaşanan Sorunlar	BIM çözümü
mevcut yapı risk durumu	Mevcut yapı modeli yapılmamakta. Riskli yapı tespit süresi ortalama 3 ay	BIM modelinde mevcut yapı oluşturulduğunda riskli yapı tespiti yalnızca dakikalar içinde alınır.
yıkım metodu	Mevcut yapının detaylı modeli olmadığı için yıkım metodu tüm yapılarda aynı	BIM modeli sayesinde yıkım teknolojisi yıkım simülasyonu ile çevreye yansıyacak etkiler de göz önüne alınarak anında belirlenir
imar kısıtlamaları (anıtlar kurulu, silüet vs)	Model bazlı proje üretilemediğinden yapıların birlikte nasıl görüneceği bilinmiyor	Tüm yapıların BIM modelleri teslim edilmesi halinde tüm yapıların oluşturduğu sanal şehir sayesinde tüm görselleştirmeler kolaylıkla yapılır.
yapısal kontrol	Deprem yönetmeliği ve diğer yönetmelik kontrolleri uygunluk kontrol süreleri çok uzun	BIM modelin yapısal elemanları BIM modelde bilgi olarak yer aldığı için statik analiz raporu çok hızlı bir şekilde alınır.
imar durum kontrolü	İmar kontrolleri çok uzun ve subjektif rapor hazırlanabiliyor.	BIM modeldeki bilgiler yönetmeliğe uygun yazılacak scriptler sayesinde çok hızlı bir şekilde analiz edilip doğrulanır.
malzeme uygunluk kontrolü	Kullanılacak malzeme kontrolleri yapılamıyor ancak belirli bir sertifikasyon alınacaksa özel danışmanlık firmaları tarafından doğrulama yapılabilir.	Oluşturulan BIM modeldeki tüm malzeme bilgilerinin yönetmeliğe uygunluğu ayrı bir süre verilmeden otomatik olarak kontrol edilebilir.
tesisat uygunluk kontrolü	Uygunluk kontrolleri çok zaman alıyor. Gerekli analizler yapılamıyor. Yalnızca hesaplama doğrulamaları yapılabilir.	Mevcut yönetmeliklere uygunluk BIM model üzerinden yapılır ve kısa bir sürede tamamlanır.
elektrik uygunluk kontrolü	Uygunluk kontrolleri çok zaman alıyor. Gerekli analizler yapılamıyor. Yalnızca hesaplama doğrulamaları yapılabilir.	Mevcut yönetmeliklere uygunluk BIM model üzerinden yapılır ve kısa bir sürede tamamlanır.
enerji analizleri	Gerekli enerji analizleri ve simülasyonları yapılmıyor. Sürdürülebilirlik ve çevre ile ilgili konularda yalnızca kabullerle ilgili hesaplar yapılıyor sonuçları çoğu zaman hatalı oluyor.	BIM modelde analiz için gerekli olan tüm bilgiler olduğu için ayrıca adam-saat harcanmadan otomatik olarak enerji simülasyonları yapılabilir ve kısa süre içerisinde gerekli raporlar alınabilir.

belediye tarafından denetlenip onaylanırken, üretim/inşa aşaması ise genellikle parasını yükleniciden alan özel denetim firmaları tarafından sağlanmaktadır. Haliyle; denetim firmalarının sorumlulukları çok fazladır. Dönüşüm projelerinde kontrol mekanizmalarının en sık karşılaştığı problem projenin mevzuata uygunluğunun denetlenmesidir. Bu durum, yerel yönetimler için ciddi bir zaman ve emek isteyen bir süreç olduğu kadar işveren, proje müellifi ve yüklenici açısından da sancılı geçmektedir. Bunun en önemli sebebi mevzuatın gerekliliklerinin kontrolünün ancak tek tek tespit ile mümkün olmasıdır. BIM ile yapılan projeler yine BIM tabanlı programlar yardımıyla incelenip mevzuata uygunluğu denetlenirse ciddi zaman kayıplarının önüne geçilebildiği gibi olası hatalar da engellenmiş olur (Çizelge: 4.2). Kontroller mevzuata göre esnetilip bir rapor haline getirilebilir. Proje paydaşları da projelerini BIM’de hazırladıkları için 3 boyutlu tek bir model üzerinde istenilen tüm kontroller maksimum birkaç gün içerisinde yapıp rapor haline getirilebilmektedir. Mevcut durumda örnek üzerinden gidilecek olursa; yükleniciler ve yapı denetim kuruluşlarının envanterine göre Kadıköy belediyesinde ruhsat alma süresi 3 ay ile 6 ay arasında değişmektedir. Ortalama 4.5 ayda ruhsat alınmaktadır. BIM ile yürütülen bir yapım projesinin kontrolü de BIM tabanlı olarak yapılabilmektedir. Tek bir model üzerinden teslim edilecek projenin ruhsat alma süresi birkaç gün içerisinde raporlarıyla beraber tamamlanabilmektedir. Ayrıca denetimin kalitesi de önemli derecede artmış olacaktır. Kimi projelerde izin verilen bir detaya başka projede izin verilmemesi gibi garip durumların da önüne geçilebilecektir.

4.7 Bölüm Sonucu

Bu bölümde, geliştirilmesi amaçlanan UBUP ile ilgili olarak ele alınan ‘kentsel dönüşüm’ kavramı, dünyadaki uygulamaları ve Türkiye özelinde 6306 sayılı yasanın ardından, uygulamada ortaya çıkan problemler tespit edilmeye çalışılmıştır. Tezin amacı, kentsel dönüşüm projeleri için BIM uygulama planı önermek olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda kentsel dönüşümün tüm paydaşlarının; mal sahibi, belediyeler, çevre, yüklenicilerle, mühendis ve mimarlar için ürettiği problemler belirlenmiştir. Tespit edilen problemler ışığında çözüm için BIM’in sunacağı reçete için önemli bir altlık da elde edilmiştir. UBUP’un hedeflerinden olan; çevreye duyarlı yıkım ve atık yönetimi ile, kentsel dönüşümün olduğu alanların çevresindeki trafik problemlerine, mal sahiplerinin doğru ve anlaşılabilir projeler için sözleşme

yapabilmelerine olanak sağlayacak bütüncül bir uygulama planı bu tespitlerin doğru bir şekilde ortaya konulmasıyla başarılabilir.

5. KENTSEL DÖNÜŞÜM PROJELERİ İÇİN BIM UYGULAMA PLANI ÖNERİSİ

Tezin tüm çalışmalarının ana amacı olan BIM uygulama planı oluşturulması ile ilgili olarak metodolojide bahsedilen çalışmalar tamamlanmış ve bu bölümde uygulama planı geliştirilmesine başlanmıştır. Dünyanın gelişmiş pek çok ülkesi, BIM ile ilgili mevzuat çalışmalarına uzun bir süre önce başlamış, hatta bu düzenlemeleri yürürlüğe koymuşlardır. Genellikle pilot projelerle başlayan ve kamu projeleriyle devam eden BIM kullanma zorunluluğu, bahsi geçen ülkelerde tüm kamu projelerinde uygulanmaktadır. Hong Kong, Singapur gibi bazı ülkelerde ise belirli metrajın üzerindeki (5000 m² üzeri) tüm inşaat projelerinde de uygulanmak zorundadır.

Türkiye’de önümüzdeki 20 yıl içerisinde 6,5 milyon konutun kentsel dönüşüm yasası çerçevesinde dönüşüme uğrayacağı tahmin edilmektedir. Yine, bahsi geçen 6.5 milyon konutun yalnızca %10’unun kurumsal yükleniciler tarafından yenileneceği tahmin edilmektedir (Konut Konferansı, 2013). Çevresel etkilerin hesap edilebilirliği, tasarım aşamasında belirlenebilen problemler ve paydaşların birlikte çalışabilirliği gibi, BIM’in bir inşaat projesine olan katkıları 3. bölümde detaylı olarak aktarılmıştır. Bununla birlikte günümüz inşaat projelerinin karmaşıklığı ve daha kusursuz projeler üretme ihtiyacı, BIM kullanımı talebini artırmaktadır. Özellikle büyük çaplı projelerde, geleneksel proje yönetim araç ve yöntemlerinin yetersiz kalması, bahsi geçen gelişmiş ülkelerin BIM ile ilgili mevzuat hazırlama nedenlerini artırmıştır.

2009-2014 yılları arasında İTÜ, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi ve Beykent Üniversitesi’nde verilen MBL607E ve CM519 kodlu BIM derslerinde TAV, Arup, İstanbul Ulaşım A.Ş., Ağaoğlu ile birçok mimarlık mühendislik bürosunun BIM kullanım düzeyleri araştırılmıştır. Araştırmalardan alınan sonuçlar Türkiye’de, şu anda, BIM’i tam bütünleşik bir bilgi ve paylaşım platformu ve inşaat yönetim aracı olarak projelerine akredite eden kamu kurumu ya da özel firma bulunmamaktadır. Münferit olarak; yalnızca mimari, statik ya da mekanik-elektrik projeler BIM tabanlı programlarda üretilebilmektedir. Ancak BIM’i sistematik olarak kullanma alışkanlığı henüz kazanılamamıştır (Url: 14).

Paradoksal olarak Türkiye, diğer sektörlerin aksine dünya inşaat sektöründe söz sahibi bir ülkedir. Engineering News Record Dergisi'nin (ENR) yayımladığı, dünyanın en büyük 250 yüklenici firması araştırmasına göre Türkiye bu listede 42 firma ile temsil edilirken, 62 firma ile temsil edilen Çin'in ardından 2. sıradadır. Türk firmalarının elde ettikleri gelirlerin toplamı 20.4 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir (ENR Top 250, 2014). Türkiye'nin 2014 yılındaki 1 trilyon 749 milyar 782 milyon TL'lik gayri safi milli hasılasının %14.4'ü inşaat ve gayrimenkul faaliyetleri olarak gerçekleşmiştir. Bununla birlikte sanayi, ulaşım, altyapı gibi pekçok ana sektörü besleyen bir sektör olan yapım sektörünün gayri safi yurt içi hasıladaki payı çok daha büyüktür (TÜİK, 2014). Özellikle büyük kamu projelerinin ülke ekonomisine sağladığı faydalar bir çok yazı, araştırma ve tartışmanın da konusu olmuştur. 2000'li yılların ortalarından itibaren sıkça dillendirilmeye başlanan ve 2012 yılında yürürlüğe konan 6306 sayılı 'kentsel dönüşüm yasası' olarak bilinen kanun ve yönetmeliklerinin ivmelendirmesiyle, Türkiye'de kentsel dönüşüm projelerinin sayısında çok hızlı bir artış yaşanmıştır. T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2014 verilerine göre kentsel dönüşümde riskli yapı olarak tespit edilen konut sayısı 130.000 adettir. Bunların, 12.500 tanesi yıkılmış durumda iken, riskli alan ilan edilen yerlerdeki konut sayısı ise 392.000'dir (URL-15). Kentsel dönüşüm projeleri parsel bazında olabildiği gibi ada, semt hatta mahalle bazında da yapılmaktadır. 4. Bölümde detayıyla anlatıldığı gibi bu büyük çaplı kentsel dönüşüm projelerinin belirli bir sistem dahilinde yapılmasının birçok avantajı olacaktır. Asıl hedef proje yönetiminin ana hedefleri olan süre, maliyet ve kalite ile yeni nesil yapım projelerinin gerekliliklerinin tüm mühendislik hesaplamalarına uygun olacak şekilde gerçekleştirilmesidir. UBUP'un geliştirilmesinde, danışmanlığı yapılan 10 projeden, 107 kodlu Suadiye projesi baz alınmaktadır. Geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilen proje ve yapım yönetimi ile birlikte, BIM modelleri hazırlanmaktadır. UBUP'un geliştirilmesinde bu iki yöntemin farkları göz önüne alınarak BIM ile sağlanan avantajlar belirli kurallara bağlanmaktadır. 107 kodlu projede geleneksel yöntemler sebebiyle ortaya çıkan çevresel problemler (trafik, gürültü, iş güvenliği, atık malzeme yönetimi) ile teknik problemler (çakışmalar, düzeltmeler, proje hataları, revizyonlar) ortaya konmaktadır. Bu problemlerin giderilmesi veya azaltılması ile ilgili adımlar BIM yöntemi kullanılarak açıklanmaktadır. Mevcut yapıda, Türkiye'de uygulanan kentsel dönüşüm projeleri tamamen, yüklenici ve yatırımcı firmaların ticari hedefleri doğrultusunda, geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Bu

firmaların, esasında kendilerinin de bir çok faydasını görecekleri BIM teknolojisini uygulamakta imtina edecekleri, bir gerçektir. Onları BIM ile proje üretmeye zorlayacak bir güç gerekmektedir. Bu güç de tabi ki yasal düzenlemelerdir.

Bu tezde özellikle olarak, BIM'in kentsel dönüşüm projelerine yönelik kullanımına odaklanması ve bununla ilgili mevzuat geliştirme çabası (UBUP), kentsel dönüşüm projelerinin ülke çapında sıklıkla uygulanan ve birçok devasa alanı başlı başına dönüştürebilen kapasitesi sebebiyledir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2014 verilerine göre İstanbul'da 6306 sayılı yasa doğrultusunda 11 milyon m²'den fazla alan riskli alan ilan edilmiş ve kentsel dönüşüm kapsamına girmiştir. Bahsi geçen alanlar bu kapsamda, yasanın getirdiği tüm teşviklerden yararlanılabilecektir (kira yardımı, finansman yardımı, KDV avantajı vs.). Eğer Türk inşaat sektörü BIM ile tanışmasını kentsel dönüşüm projeleriyle sağlayabilirse, kentsel dönüşüm dışında kalan alt ve üst yapı projelerine de ilham kaynağı olabileceği düşünülmektedir. Çünkü BIM, karmaşık sistemler ve analizler gerektiren yapım projelerinin geliştirilmesi için kullanılan bir teknolojidir (Bryde ve arkadaşları, 2013, Barlish ve Sullivan, 2012). Ayrıca kentsel dönüşüm projeleri mevcut sağlıklı yapı stokunun dönüştürülmesini hedeflediğinden bunu BIM ile gerçekleştirmek, eski yapım yöntemlerini de tamamen terk etmek anlamına gelecektir.

5.1 Kentsel Dönüşüm Projeleri için BIM Uygulama Planı Oluşturulması

BIM kullanımının zorunlu hale geldiği diğer ülkelerde olduğu gibi, Türkiye'de de BIM kullanımının nedenlerini ve yöntemlerini açıklayan bir plan, Çevre ve Şehircilik bakanlığı tarafından yayımlanmalıdır (Şekil: 5.1). Uygulama planı doğrultusunda bakanlık, planı oluştururken bir komite/kurul ile birlikte bu çalışmayı yürütmelidir. Komitede yer alacak akademisyen ve yapı bilimleri alanındaki uzmanlarla birlikte, BIM konusunda eğitim almış ya da çalışmalar yapmış profesyonelleri de barındırmalıdır (Çizelge: 5.1). Bu aşamadan sonra, Şekil 5.2'de özetlendiği gibi, yerel yönetimlere ilgili mevzuat hazırlığı ileilmeli ve yapmaları gereken hazırlıklar bildirilmelidir. Yerel yönetimler bakanlık tarafından açıklanan yol haritaları doğrultusunda BIM koordinatörlüğü oluşturabilir ve bu koordinatörlükler aracılığıyla eğitim verirler, denetim ve onay birimlerini belirleyip yapı kontrolleri ile ilgili işlemleri ulusal BIM uygulama planı doğrultusunda yürütürler. UBUP hazırlanırken BIM ile ilgili yasal düzenlemeleri hazırlayan diğer ülkelerin incelenmesi için süre ve

insan kaynağı da göz önüne alınmalıdır. BIM ile ilgili yasal düzenlemelerin oluşturulduğu diğer ülkelerde olduğu gibi, Türkiye de BIM uzmanı kurum ve kuruluşlardan destek alabilir. Bu konuda Dünya'daki en önemli kuruluş sayılan BuildingSmart pek çok ülkeye BIM'e adaptasyon ile ilgili destek vermiştir. Bu tezde de bahsi geçen ülkelere, BIM'e geçiş süreciyle ilgili yol haritaları hazırlamış ve BIM'e geçiş ve uygulama planlarının başarılı olması için gerekenleri raporlamıştır. Bknz : Finlandiya, Norveç, ABD, Singapur vb.

UBUP oluşturulurken öncelikle proje paydaşlarının belirlenip, belirlenen proje paydaşlarının BIM ile ilgili olarak sorumluluk alanlarının belirlenmesi ve bu paydaşların birlikte çalışabilmeleri için gerekli olan adımların neler olduğunun planda tanımlanması gerekmektedir.

Çizelge 5.1 : İlgili bakanlığın BIM uygulama planı oluşturulması için yapması gerekenler ve gerekli kaynaklar.

	Görevleri	Gerekli Kaynak
Bakanlık	BIM ile ilgili yasal düzenleme için komite atanması	akademisyen, BIM uzmanı, mimar, mühendis
	BIM yasal düzenleme planı oluşturulması, yayımlanması (BIM tanımı, amaçlar, süreler,mükellefiyetler)	akademisyen, BIM uzmanı, mimar, mühendis, hukuk uzmanı
	BIM ile ilgili uygulama planı oluşturulması ve yayınlanması (teknik doküman)	Akademisyen, Building Smart, BIM uzmanı, mimar, mühendis
	Uygulama planı için pilot proje belirlenmesi	İç denetim ve atama
	BIM uygulama planı aşamalarının kontrolü	BIM uzmanı
	Uygulamaya geçişten sonra sürekli ve rutin kontrol	BIM uzmanı, mimar, mühendis

Kentsel dönüşüm projelerindeki başlıca proje paydaşları şu şekilde özetlenebilir :

- Bakanlık
- Yerel yönetimler
- Mimar ve Mühendisler
- Yatırımcılar
- Yükleniciler

- Arsa Sahipleri
- Müşavir / Danışmanlar (resmi görevi olanlar dahil)
 - Yapı Denetim Firmaları
 - Riskli Yapı Tespiti Yapan firmalar
 - Özel danışmanlık

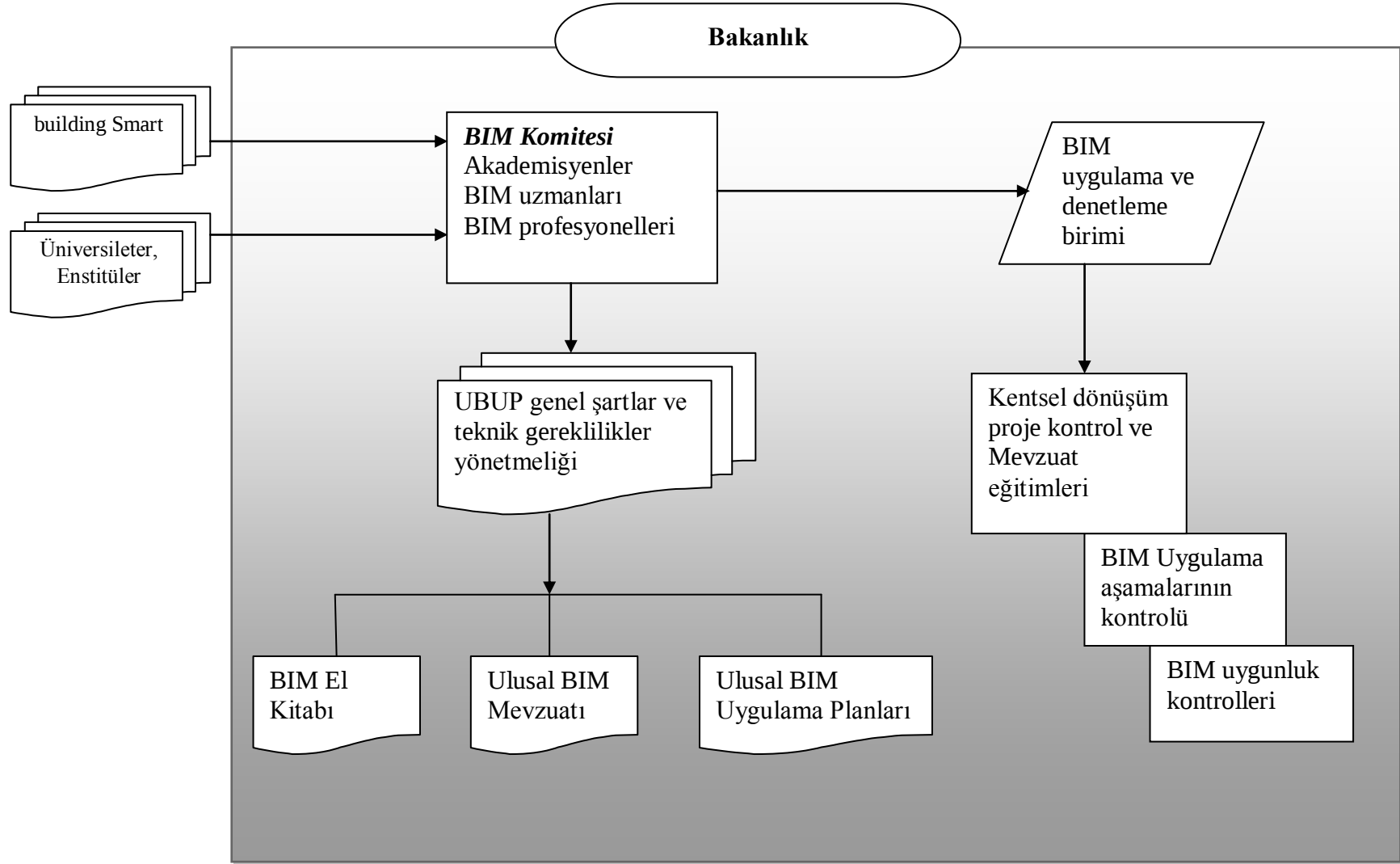
Yukarıda ismi geçen paydaşlardan konusu ile ilgili olarak BIM modellerinden hangisini üretebilecekleri Bakanlık tarafından verilecek yetkinlik belgesiyle sağlanabilir.

Çizelge 5.2 : Model içeriği ve üreticisi (Autodesk, 2014).

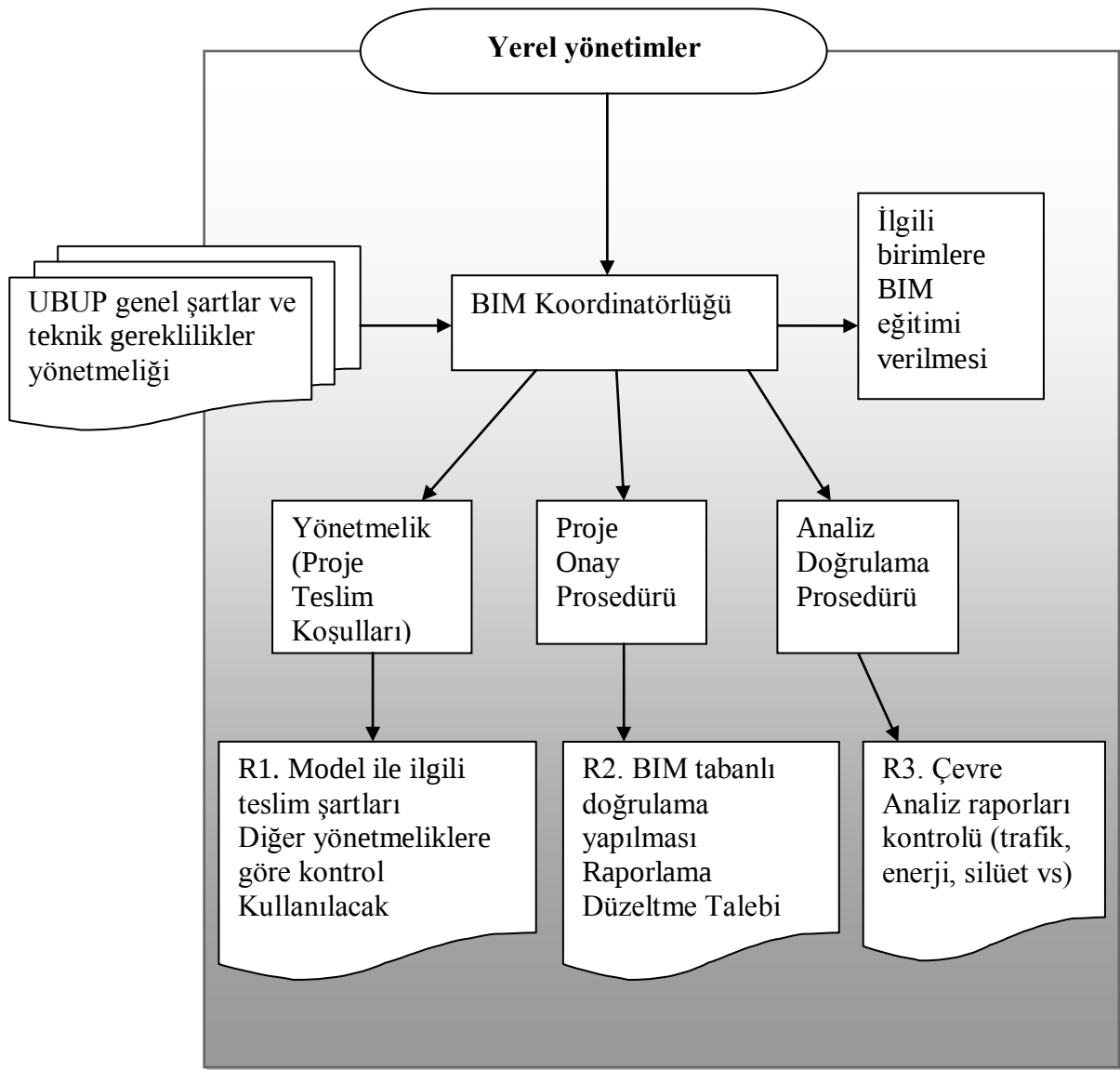
Modelin Adı	Model İçeriği	Proje Fazı	Modeli Üretecek Şirket	Kullanılacak Araç
<i>Koordinasyon Modeli</i>	<i>Ana binanın; mimari, strüktürel ve MEP bileşenleri</i>	<i>Tasarım geliştirme ve imalat dokümanları</i>	<i>ABC Designers</i>	<i>Yazılım</i>
Arazi-Altyapı Modeli				
Mimari Model				
Strüktürel Model				
MEP Modeli				
Yapım Modeli				
Koordinasyon Modeli				
Uygulanmış Proje (As-Built) Modeli				

Örneğin, bir mühendislik firmasına MEP modeli üretebileceğine dair yetkinlik belgesi verilirken, statik büroya statik model üretebilme belgesi, mimari büroya da mimari model yapma yetkinliği verilirse (Çizelge: 5.2) her kurum/firma ya da şahıs yetkinliğinde olan modeli üretecek ve nitelikli projeler ortaya çıkacaktır. Bununla

ilgili olarak her projede bir bilgi f6y6 oluşturulması istenip, her bir proje paydaşının iş tanımı yapılabilir.



Şekil 5.1 : UBUP oluşturma süreci ulusal modül.



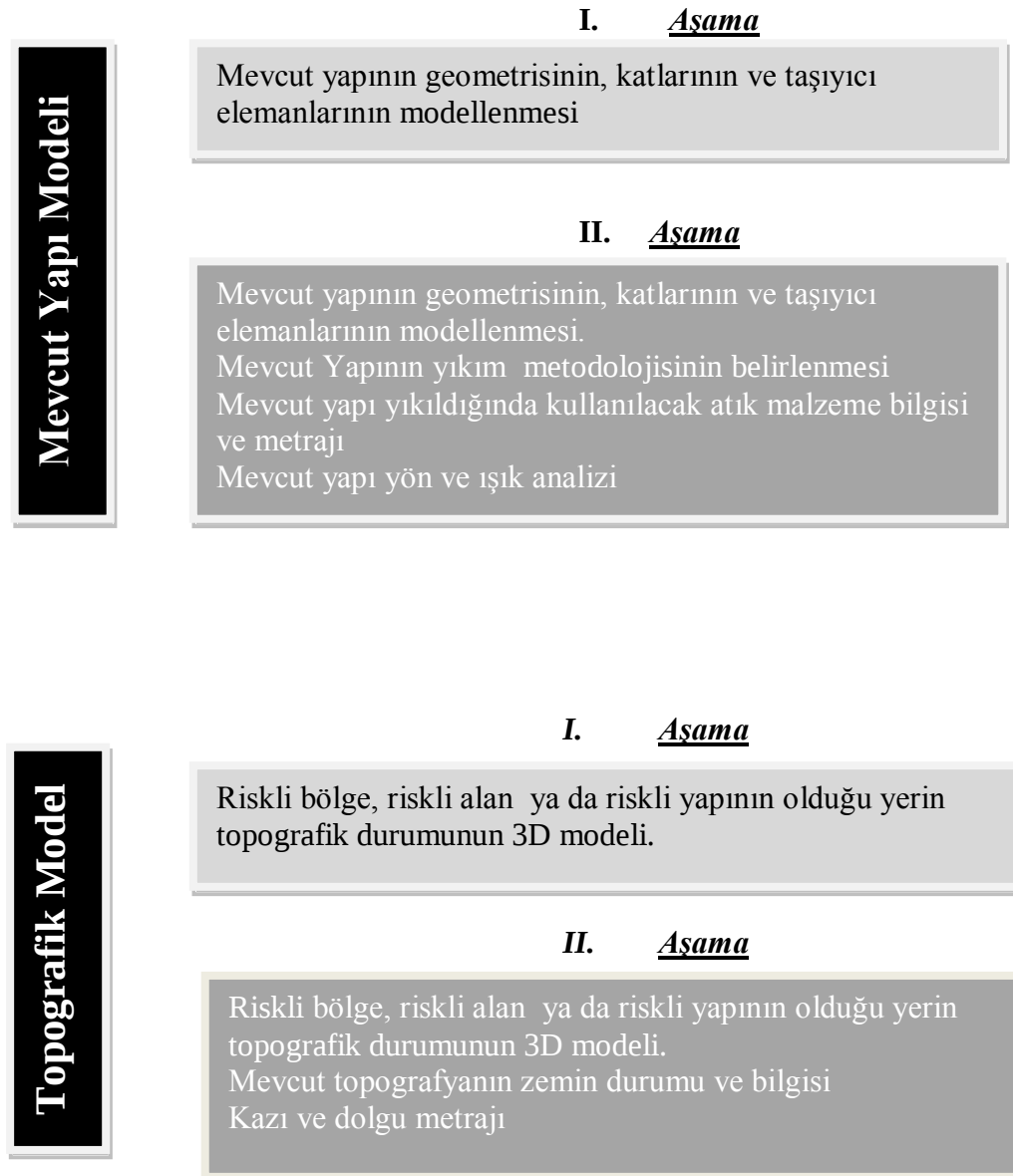
Şekil 5.2 : Önerilen BIM uygulama modeli oluşturma süreci yerel modül.

5.2 BIM Uygulama Planı Süreci

BIM ile bütünleşik tasarımın (Integrated Project Delivery - IPD) , öncelikle bir kısım büyük projelerde, daha sonra da tüm kamu projelerinde ve en sonunda da tüm inşaat projelerinde kullanımının zorunlu hale gelmesi beklenir. Çoğu mevzuat uygulamalarında olduğu gibi, kentsel dönüşüm projeleri için önerilen BIM mevzuatının da şekil 5.3'te gösterildiği gibi kademeli olarak yürütülmesi akla yatkın olacaktır. Örneğin, ilk Aşamada analizler de dahil olmak üzere bütünleşik bir BIM modelleme yapmanın başarılı olamayacağı öngörülmektedir. Buna mukabil 2 aşamalı bir plan, BIM mevzuatı ve uygulama planı üretmiş diğer ülkelerde uygulanan bir yöntemdir. Burada önerilen modelde de 1. Aşamada; mimari, yapısal ve mekanik – elektrik tasarımların BIM tabanlı olarak yapılması şartı getirilip bu sürece 1 yılda

adapte olunabileceği düşüncesiyle 1 yılın sonunda da 2. Aşamayla birlikte, metrajlar, iş programları, enerji analizleri, maliyet analizleri, çakışma kontrolleri gibi BIM 'in asıl hedefi olan işlerin bu mevzuata göre zorunlu tutulacağı bir süreç öngörülmüştür.

Kentsel Dönüşüm Projeleri için BIM Uygulama Planı Aşamaları



Şekil 5.3 : UBUP aşamaları.

Mimari Model

I. Aşama

Mimari elemanların boyutları ve metrajları
Çizim ile ilgili standartlar,
3 boyutlu model
Adlandırma, gruplandırma ve alan bilgileri

II. Aşama

Mimari elemanların boyutları ve metrajları
Çizim ile ilgili standartlar,
3 boyutlu model
Adlandırma, gruplandırma ve alan bilgileri
Malzeme bilgileri (üretici, hammadde, üretim şekli,
Malzeme sınıfı (omni class)
Çakışma kontrolü
Görselleştirme

Yapısal Model

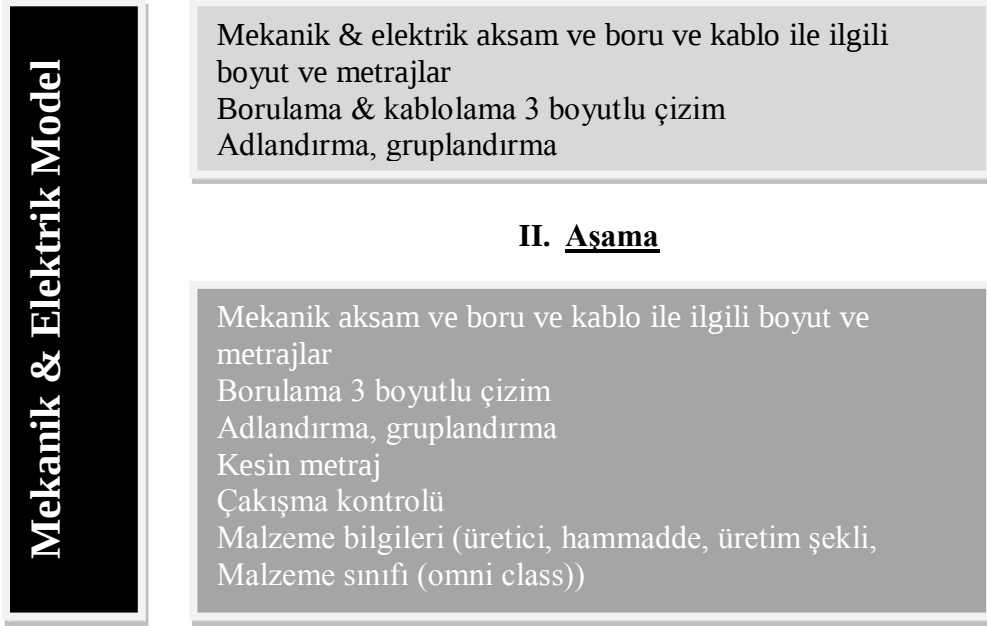
I. Aşama

Yapısal elemanlarının boyutları ve aks bilgileri
Donatı yerleşimi
3 boyutlu model
Adlandırma, gruplandırma

II. Aşama

Yapısal elemanlarının boyutları ve aks bilgileri
Donatı yerleşimi ve metraji
3 boyutlu model
Adlandırma, gruplandırma
Statik Analiz
Kesin metraj
Malzeme bilgileri (üretici, hammadde, üretim şekli,
Malzeme sınıfı (omni class)

Şekil 5.3 (devam) : UBUP aşamaları.



Şekil 5.3 (devam) : UBUP aşamaları.

5.3 Ulusal BIM Uygulama Planı İçeriği ve Özellikleri

Önerilen modelde ‘manuel’ (el kitabı) ya da ‘guide’ (rehber) başlığıyla yayımlanabilecek ulusal BIM uygulama planında (UBUP) olması gereken başlıklar şu şekilde sıralanmaktadır:

- Mekan (mahal) analizi,
- Malzeme tanımları ve malzeme özellikleri,
- Çizim prosedürleri,
- Model paylaşımı,
- Birlikte çalışabilirlik (disiplinler arası çalışma) prosedürleri ve teknikleri,
- Çakışma analizleri yapılması,
- Çevresel etki değerlendirmeleri (trafik, silüet, kirlilik vs)
- Enerji, iklimlendirme, sürdürülebilirlik

Bu değerlendirmelerin yapılabilmesi için gerekli olan modeller ise:

- Mevcut yapı (yıkılması planlanan yapı) modeli.

- Topografik model
- Mimari Model
- Yapısal Model
- Mekanik-Elektrik Model
- Tümüleşik Model (Integrated Model)

Bu başlıkların BIM ile bütünleşik tasarımın parametreleri olduğunu düşünmek gerekir. Önerilen modelde ise modelin 6 başlık halinde üretilmesi (çizelge 5.3) öngörülmektedir. Her uzmanlık için üretilmesi gereken modeller bulunmaktadır. Bu modellerin içeriğinde olması gerekenler ve bu modellerden alınacak çıktılarla yapılması hedeflenenler de çizelge 6.3'te gösterilmiştir.

Bununla birlikte model üretimlerinin tamamlanmasıyla birlikte analiz aşamasına geçilebilecektir. Kentsel dönüşüm projelerinde gerekli olan analizler ve bu analizlerin bilgi alacağı modeller de çizelge 5.3'te gösterilmiştir. Kesin ve doğru analizlerin yapılabilmesi için LOD 400 düzeyinde (LOD 400'de elaman detaylı bir sistem, nesne, veya metraj boyut, şekil, lokasyon ve konumlama bilgisiyle modellenir) bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Kentsel dönüşüm projelerinde yıkım safhasıyla ilgili analizlerin yapılması ile trafik düzeninin değişmesi ile ilgili analizler diğer projelerde bulunmayan analizlerdir. BIM kullanımıyla bu analizlerin rahatlıkla yapılabileceği 2. Bölümde aktarılmıştır.

Çizelge 5.3 : BIM Modelleri.

Üretilcek BIM modeli	Modelin içeriği	Hedef	Detay düzeyi
Mevcut yapı / yapıların modeli	Dönüşümün yapılacağı bölgede bulunan tüm yapıların mevcut strüktür ve mimari modelleri	Yıkım projesi için sağlıklı bilgi toplamak. Yıkım yöntemine karar vermek. Doğru atık malzeme yönetimi yapabilmek.	LOD 400
Topografik model	Dönüşüm alanının mevcut topografik durumu. Toplam kazı/dolgu miktarı. Çevresel etki değerlendirme.	Yeniden inşa edilecek alanın topografik bilgelerinin toplanması	LOD 300
mimari model	alan hesapları mimari elemanların tümü duvar ve döşeme katmanları metrajlar	otomatik yönetmelik kontrolü sağlanması mimari modelin otomatik metrajının çıkarılması Analizler için gerekli altlığın oluşturulması	LOD 400
yapısal model	temel sistemi ve modeli kat bilgileri ve yükseklikleri taşıyıcı sistem elemanları donatı yerleşimi çatı geometrisi ve strüktürü	otomatik yönetmelik kontrollerinin sağlanması statik analiz için gerekli altlığın oluşturulması Deprem simülasyonu otomatik metraj listeleri	LOD 400
mekanik & elektrik model	tüm tesisat boruları ısıtma & soğutma elemanları mekanik üst yapı malzemeleri tüm kablo sistemi topraklama akıllı ev sistemleri (var ise)	otomatik yönetmelik kontrollerinin sağlanması gerekli analizler için altlık oluşturulması otomatik metraj listeleri	LOD 400
As-built (uygulama modeli)	Tüm modellerin birleşimi ana model Değişiklik veya revizyon yapabilme kısıtlamaları Değişikliklerin tüm paydaşlar tarafından anında görülmesi toplam metrajlar tüm analiz altlıkları 4D /5D/ 6D	Çakışmaların düzeltilmesi Enerji analizlerinin yapılması (6D) Güncel revizyonların uygulanması iş programının gerçekleştirilebilmesi (4D) malzeme yönetim stratejisi Maliyet tahmini (5D)	LOD 500

5.3.1 Modelin IFC uzantılı olması

İkinci bölümde değinildiği gibi IFC (Industry Foundation Classes - Temel Endüstri Sınıfları), Building Smart'ın geliştirdiği, dünyadaki BIM üretici ve kullanıcılarının aynı dili konuşmaları amacıyla oluşturulmuş bir dosya çeşididir. IFC formatta dosyalar üretilmesi, modellerin tek bir programa bağlı kalınmadan yapılabilmesine olanak sağlar. Bununla birlikte, bu bölümde bahsi geçen analizlerin yapılabilmesi için gerekli platformlara model aktarımlarının yapılması imkânı yaratılmış olur. BIM uygulama planında olması gereken IFC uyumlu eleman ve malzeme çizimlerinin yapılıp tanımlanması belirli standartların tüm projelerde aynı seviyeye gelmesini sağlayacaktır. Sıklıkla değişen proje verilerinden girdi ya da çıktı olarak faydalanmak BIM in önünde bulunan ve aşması gereken en önemli problemlerden birisidir (Eastman et al, 2010). Bu sayede kamu otoritesi (merkezi ve yerel yönetimler) de istediği tüm analiz ve doğrulamaları rahatlıkla yapabilecektir. Tüm bunlarla birlikte atılacak en önemli adımlardan birisi de yapı malzeme üreticilerine getirilecek düzenlemedir. Yapı malzemesi üreticilerinin ürün ve bu ürünlerle ilgili malzemeleri IFC formatlı olarak yayımlamaları akabinde, bu üretimleri ücretli/ücretsiz kullanıcılarının hizmetine sunmaları BIM'in işlerliğine büyük kalite katacaktır. Çünkü üreticilerin ürünlerini kullanacak yapı profesyoneli, BIM modelinde bu ürünlerin ifc formatlarını kullanacak ve bu ürünlerin sahip olduğu bilgiler de üreticisinden gelen en doğru haliyle modelde yer almış olacaktır. Dolayısıyla, bu ürünlerin özelliklerinin direkt kullanılacağı analizlerde doğru sonuçlara çok rahat bir şekilde ulaşılmış olacaktır. Ayrıca detay çizimlerle ve modellemelerle oluşacak vakit kaybının da önüne geçilecektir. Building Smart'ın son IFC formatı olan ve modele ait tüm bilgilerin saklanabildiği 2*3 IFC formatlı modellerin olması şartı uygulama planında yer almalıdır.

5.3.2 Modelin koordinasyonu / birlikte çalışabilirlik (interoperability)

BIM model öncelikle aşamalara ayrılmalıdır. Önerilen mevzuat kentsel dönüşüm projeleri özelinde olduğundan mevcut yapı aşaması olmalıdır. Mevcut yapının sağlıklı bir şekilde, teknik hesapları yapılıp çevreye zarar vermeden yıkılması, bu sayede bölgenin boş parsel haline getirilmesi ve çıkan malzemenin değerlendirilip katma değer yaratılabilmesi için mevcut bina modeli son derece önemlidir. Bununla

birlikte altyapı ve Zemin işleri, betonarme bina ise taşıyıcı sistem karkas aşaması (kaba yapı), ince işler ve bitirme işleri olarak aşamalara ayrılmalıdır.

İş programına bağlı olarak (WBS-work breakdown structure) modelin aşamalı hale getirilmesinin ardından model, uzmanlık alanlarına göre de kısımlara ayrılmalıdır. Mimari, yapısal, mekanik, elektrik, yalıtım, enerji vs. Bununla birlikte projenin büyüklüğüne göre model parçalara da ayrılmalıdır. Örneğin 10 bloklu bir konut projesi için 2'şer bloklu parçalar oluşturulup her grubun kontrolü ile ilgili yetkilendirme yapılmalıdır.

Süreçle ve uzmanlık konularıyla ilgili ayrımın ardından aynı BIM model üzerinde çalışma yapılması için model, kısmi yetkilendirme dahilinde tüm paydaşlara açılmalıdır. Örneğin mimari kısımdan sorumlu teknik uzmanlar modelde yetkileri olan kısımlarla ilgili değişiklikleri yapabilirken taşıyıcılarla ilgili güncellemeler inşaat mühendisleri tarafından yapılabilecek şekilde yetkilendirilirler. Bu yetkilendirme sonucunda her yapılan değişikliğin kim tarafından ne zaman yapıldığı ve tasarımın eski - yeni durumları belli dosyalarda muhafaza edilir. Tüm paydaşlar yetkileri doğrultusunda yaptıkları değişiklikleri merkez modelde güncellerler ve yapılan değişiklik tüm paydaşlar tarafından görülür ve tartışılması gereken durumlar varsa anında tartışılmaya başlanabilir.

5.3.3 Mevcut yapıların modellenmesi (yıkılacak / restore edilecek yapılar)

Kentsel dönüşüm projelerini diğer inşaat projelerinden ayıran en önemli unsurlardan bir tanesinin de yıkım safhası olduğunu biliyoruz. Yıkım safhasının oluşabilmesi için mevcut durumda bir yapı olması gerekmektedir. Bu durumda kentsel dönüşüm projelerinde bir yıkım planı ve projesi oluşturabilmek için mevcut durumun projelendirilmesi gerekmektedir. Mevcut durumun geleneksel yöntemler ya da BIM ile projelendirilmesi arasındaki farklar ortaya konulmaya çalışılmıştır (Ek A).

Mevcut durumun yeni yapılacak proje ile aynı modelde yer alması birçok avantajı beraberinde getirmektedir. Özetlenirse:

- Kentsel dönüşüm projeleri yıkımla beraber bir bütündür. Planlama ve iş programının bu nokta da dikkate alınarak yapılması gerekmektedir.
- Yıkım metodunun seçilmesi analitik yöntemlerle yapılabilir. Mevcut model elde olduğundan gerekli simülasyonlar yapılarak hangi yıkım metodunun

seçileceğine kolaylıkla karar verilebilir. Simölasyon sayesinde yıkım sürecinde çevresel etkilerin neler olabileceği çok daha detaylı incelenmiş olacaktır.

- Mevcut durum aynı modelde olduğuunda ileride doğabilecek hukuki ve teknik problemler zaman kaybı olmadan özöllebilir. (eski ve yeni yapılar birlikte değerlendirilebilir)
- Eski (stok) yapıların deprem analizlerinin yapılabilmesi için altlık oluşmuş olur.
- Projede bütüncöl bir maliyet planı oluşmuş olur. Tüm kaynak, malzeme ve ekipman mevcut durum da göz önüne alınarak bütüncöl olarak planlanır.
- Kentsel dönüşüm projeleri açısından büyük bir açılım değer taşıyan 4D modelleme teknolojisi ile civar parsellere zarar vermeden inşaat yapma stratejileri geliştirme şansı doğer.
- Zemin ile ilgili olarak, proje aşamasında olursa bile gerçeğe yakın tahminler yapılabilmesi sağlanır.
- Mevcut durum analizi; müteahhide, proje paydaşlarına ve arsa maliklerine doğer karar alma imkânı tanır.
- Mevcut durum ile ilgili bilgiler kayıt altına alınabilir. Bu durum kamu hizmetleri ve belediyecilik açısından altlık olarak da kullanılabilir.
- Enerji tüketimi ile ilgili olarak analitik karşılaştırmalar ve değerlendirmeler yapmak çok daha kolay olur.(eski-yeni karşılaştırma)
- Arsa ile ilgili olarak eski durumun yarattığı dezavantajlar proje aşamasında daha net gözölkebilir.
- Çok büyük çaplı (20-30 adalı) kentsel dönüşüm projelerinde mevcut durumun modelde olması (malzemeler vs.) ıkacak hurdanın değerlendirilmesi yönünde de sağlıklı veri imkânı doğuracaktır.
- Kentsel dönüşüm sonrası ortaya çıkan yapı/yapılarla önceki yapıların arsa bazında karşılaştırması yapılabilir. Örneğin önceki durumdaki tek binanın olduğu bir arsada artık 2 bina olabilir bu durumda ortaya çıkacak hukuki ve teknik konular da rahatlıkla değerlendirilebilir.
- Kentsel dönüşüm geniş arsalarda gerçekleşen büyük çaplı projelerdir. Buradan hareketle özellikle kentsel tasarım ve planlama ile ilgili olarak, BIM tabanlı projeler üretildiğinde (mevcut durumu da kapsayan), öngörölün yol genişliklerinin eskiye oranla kontrol edilmesi, sosyal donatı alanlarının eskiye oranla ne derecede artırılması gerektiği gibi konularda karar verme kabiliyeti artacaktır.

5.3.4 Topografik model

Kentsel dönüşüm projelerine yönelik BIM uygulama planında yeni yapıya ait ilk model mevcut arsanın durumu ve modellenmesiyle olacaktır. Topografik model tam bütünlük bir BIM modeli için gerekli olan temel modeldir. Topografik modelde yer alacak bilgiler ışığında sağlıklı uygulanabilirlik yapılabilecek, yapısal hesaplara altlık oluşturulacak ve üretilecek mimari modelle ilgili sağlıklı ve kesin karar alma imkânı doğacaktır. Topografik modelde, yapının inşa edileceği alan tüm yönüyle modellenecektir. Eğim ve topografik koşullar, zemin durumu bitki örtüsü vs. Topografik modelin üretilmesiyle kazı ve dolgu gibi arazi işlerini ilgilendiren aktiviteler iş programında doğru bir şekilde yer alacak ve bu aktivitelerle ilgili gerekli kaynak ve adam saatler belirlenerek bütüncül bir maliyet tahmininin oluşması için gerekli olan parçalardan biri tamamlanmış olacaktır.

5.3.5 Mimari model

Mimari model üretilirken, BIM prosedürlerine göre vaziyet planı, kat planları, kesit ve görünüşleri modellenir ve isimlendirme yapılır. 1. Aşama BIM uygulama planına göre, yapı elemanlarının gerekli özellikleri IFC dosyasına eklenir. Örneğin, duvar elemanında olması gereken ısı ile ilgili katsayı ve parametreler, duvar ana elemanının üretim sınıfı (leed, breeam vs için) ilgili özellikler kısmında yer almalıdır. Kapı, pencere, parke, sıva, boya, çatı kaplama malzemesi, döşeme malzemeleri (parke, seramik vs) gibi mimari elemanlar modellenir ve malzeme bilgileri modelde yer alır.

5.3.6 Yapısal model

2007 deprem yönetmeliğinin gerektirdiği tasarım gerekliliklerinin hesapları yapılarak BIM tabanlı model hazırlanır. Hazırlanan BIM modeli kontrol ve onay için gerekli enformasyonu da barındırmalıdır. BIM ile hazırlanmış yapısal model ilgili kurumun kontrolü için gerekli programda kolaylıkla denetlenecektir. Örneğin düşey ve yataydaki kat düzensizlikleri, malzeme kontrolleri, minimum donatı oran ve miktarları, uygun temel sistemi vs.

5.3.7 Mekanik-elektrik model

Mekanik ve elektrik tasarımı da BIM modelde bulunması gereken en önemli unsurlardan birisidir. Altyapı ile ilgili tasarımlar, iklimlendirme, akıllı bina

elemanları ile ilgili parametreler modelin içerisinde yer alır ve “clash detection (çakışma kontrolleri)” için hazır bir halde tamamlanır.

5.3.8 Model analizleri

Önerilen model doğrultusunda modeller üretilirken asıl hedef bu modellerden faydalanılarak gerekli analizleri tam ve eksiksiz yapabilmektir. Bu analizler mevcut yapının yıkım metodunun belirlenmesinden görselleştirmeye kadar uzanacaktır. Analizlerin bazıları simülasyon bazıları ise sayısal verilerle yapılacaktır. Tasarımı tamamlanan 6 modelden elde edilecek veri ile 5.4 çizelgesinde tanımlanan 8 analiz yapılabilecektir. Bu analizler ile amaçlanan; yüksek standart ve kalitede yapıların üretilmesidir. Bununla birlikte, günümüzün en önemli başlıklarından olan sürdürülebilirlik ve buna bağlı olarak gelişen ‘yeşil bina’ üretimi de BIM uygulama planının ana hedeflerinden birisidir. Geleneksel CAD yöntemlerinin çıktılarıyla doğru analizler yapabilmek neredeyse imkânsızdır. BIM, enerji analizlerini yapmak ve doğru sonuçlara ulaşabilmek için çok iyi bir fırsattır. Enerji analizleri, BIM’de, yapının tüm yaşam döngüsü dikkate alınarak rahatlıkla yapılır. Ayrıca analizlerde çok özellikli bilgileri de içeren hesaplamalar yapılır. Analizlerde ulaşılan sonuçlara göre modelde istenen değişiklikler anında yapılabilir ve bunun aksi olarak da modeldeki değişiklik anında enerji analizlerine yansır. Kentsel dönüşüm projelerine yönelik olarak önerilen BIM yönetmeliğinde enerji analizlerinin IFC formatlı hazırlanmış model üzerinden yapılması gerekmektedir. Bunun sebebi yukarıda bahsedilen faydaları, kentsel dönüşüm projelerine yansıtabilmek için enerji analizlerinin tek bir model üzerinde ve tüm paydaşların, sonuçları, kendi alanlarına göre değerlendirebilecekleri bir platformda gerçekleştirilmesi içindir.

Mühendislik analizleri; yapısal analiz, iklimlendirme (HVAC), ışık ve gölge analizleri vs. gibi tüm mühendislik analizlerinin; modelin tasarımı, modelde kullanılan eleman ve malzemeler baz alınarak BIM ortamında yapılması genel amaçlardan birisidir. İleri seviye BIM uzmanlığı gerektiren bu aşamada yapısal analizler deprem yönetmeliği, TS 500 gibi standartlara göre kolaylıkla çözümlenebilir. Bununla birlikte iklimlendirme analizlerinde de kesin sonuçlara ulaşmak çok kolaylaşacaktır. Işık ve gölge analizleri ise sanal gerçeklik uygulamalarıyla yapının inşasından önce çok net bir şekilde ortaya konabilir. Bunların yanında yapının tümleşik modelinde tüm malzeme ve işçilik ile ilgili veriler

bulunduğundan maliyet tahmini ve maliyete yönelik analizlerde rahatlıkla yapılabilecektir. Maliyet analizleri de BIM uygulama planının analiz başlıklarından birisidir.

Çizelge 5.4 : Model Analizleri.

Analiz Adı	Analiz İçeriği/ Amacı	Bilgi Alınan Model
Mevcut Yapı Yıkım Analizi	Yapının mevcut strüktürü ve Yıkım metodunun ne olacağının belirlenmesi	Mevcut Yapı Modeli
Yapısal Analiz	Mevcut yönetmeliklere göre statik analizin ve yapısal elemanların uygunluğunun kontrolü	Mimari & Yapısal Model
Alan (emsal) Analizi	Mevcut yönetmeliklere göre alan hesaplarının ve mimari unsurların uygunluğunun kontrol edilmesi.	Mimari & Yapısal Model
Enerji Analizi	İklimlendirme, sertifikasyon (Leed, Breeam veya Türk Standardı gib) analiz sonuçları, Yeşil bina uygun malzeme kullanımı, Işık ve gölge analiz değerlendirmeleri.	Mimari , Yapısal ve MEP modeli
Çakışma Kontrolleri (Analiz)	Tüm modellerde bulunan elemanların birbirleriyle olan ilişkilerinin 3 boyutlu modelde denetlenmesi . Çakışan elemanların tespit ve raporlamasının yapılp modelin Revizyonu	Mimari , Yapısal ve MEP modeli
4D İş Programı	Tamamlanan model üzerinden iş programının yapılması, İş programı 3 boyutlu olduğu için realizasyonun sağlanması ve aktivitelerin kontrolü.	Mimari , Yapısal ve MEP modeli
Maliyet Analizi	İş programı ile beraber oluşturulan maliyet analizi sayesinde kesin ve doğru tahminlerin yapılabilmesi için gerekli olan tüm metraj ve kaynakların hesaplanması.	Mimari , Yapısal ve MEP modeli
Görselleştirme	İmara uygun yapıların tasarım ve onay sürelerinin kısılması. Görsel açıdan birbiriyle uyumlu binaların yapılması	Mimari , Yapısal ve MEP modeli

5.4 Ulusal BIM Uygulama Planının Kamu Kurumları İçin Denetim ve Onay Aracı Olarak Kullanılması

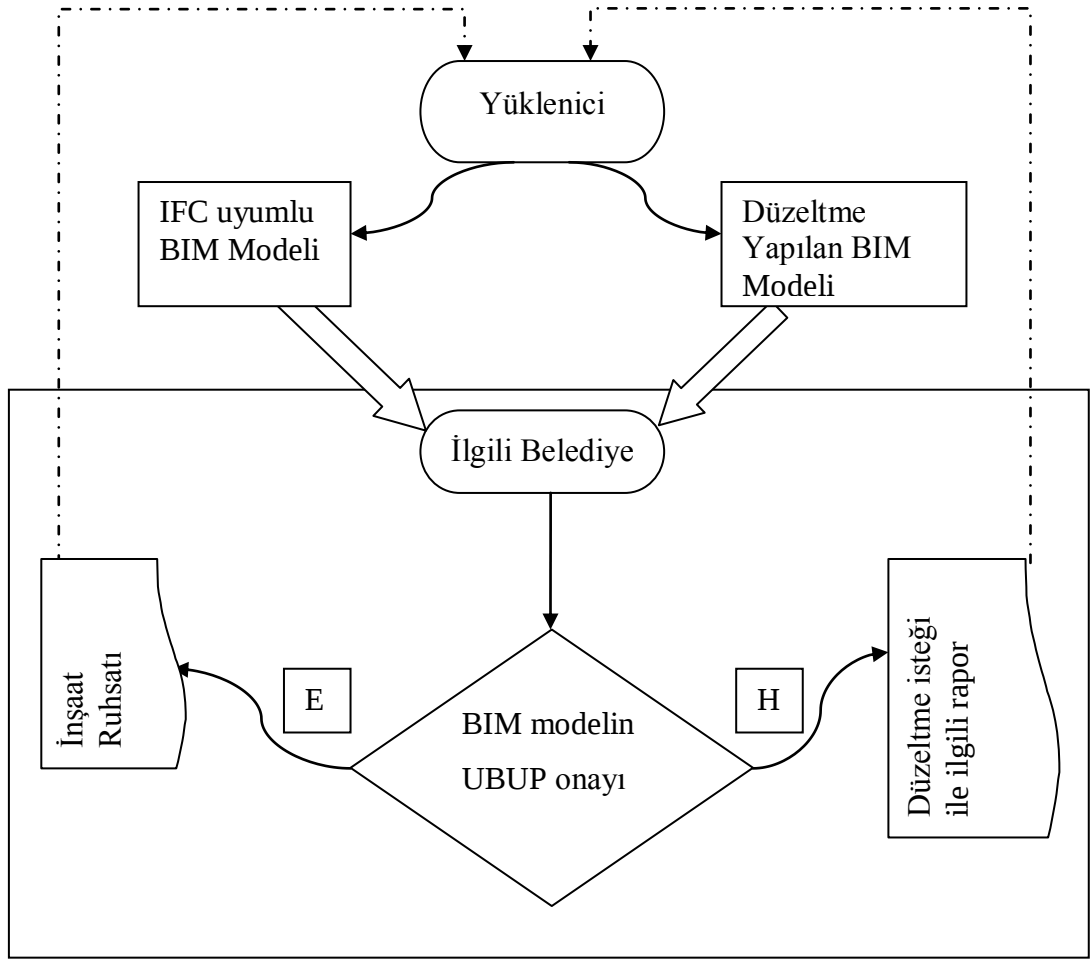
BIM ile yapım projesi geliştirmenin en önemli hedeflerinden birisi de; yapım projelerini denetlemekle yükümlü kamu ve özel kurumların bu denetimlerini BIM

sayesinde geleneksel yöntemle oranla çok daha hızlı ve doğru yapabilmelerini sağlamaktır. Singapur, Finlandiya ve Norveç gibi ülkelerde geliştirilen BIM ile ilgili yönetmelikler ve düzenlemelerle, yapım projesinin tüm aşamalarında onay verici ve denetleyici birimlerin / kurumların BIM uyumlu şekilde gerekli tetkikleri yapmaları sağlanmaktadır. Örneğin Norveç'te BIM standardı olan Statsbygg'de kamu kurumları tarafından yapılması gereken kontroller engelliler için tasarım dahil pek çok detayı kapsamaktadır.

Çizelge 5.5 : BIM Modelleri ve modellere bağlı kontroller.

Üretilcek BIM modeli	Belediyeler tarafından modeller kullanılarak yapılacak kontroller
Mevcut yapı / yapıların modeli	Mevcut yapının strüktürel durumu. Riskli yapı ise güçlendirme yapıp yapılamayacağı Öngörülen yıkım metodunun uygunluğu Yıkımla ilgili alınacak önlemlerin kontrolü Varsa kültür varlıklarının korunmaya alınması ile ilgili kontroller ve tedbirler.
Topografik model	İnşaat yapılacak alanın zemin raporunun kontrolü Zeminle ilgili öngörülen çalışmaların doğruluğu Zemin suları ve ilgili altyapı idareleriyle ilgili bilgilerin doğrulanması
mimari model	Yapının oturumunun (yön) kontrolü Emsal hesabının kontrolü Taban oturum alanı kontrolü Mimari malzeme uyum kontrolü Engelli yönetmeliği ile ilgili kontroller Mahal alanlarının kontrolü
yapısal model	Zemin mekaniği ile ilgili kontroller Temel tekniği ile ilgili kontroller Deprem yönetmeliği uyum kontrolü Duvar elemanı uygunluk kontrolleri Statik analiz kontrolü
mekanik & elektrik model	Mekanik tesisat kontrol ve doğrulamaları Elektrik tesisat kontrol ve doğrulamaları Bina enerji analizi kontrolü İklimlendirme kontrolü
As-built (uygulama modeli)	Şantiye sahası ile ilgili kontroller İş programı (başlama ve bitiş) kontrolleri Çevresel etki değerlendirme kontrolü Trafik ile ilgili kontroller Yapı denetim kontrolleri

Bu sayede aylar süren emsal denetimleri birkaç saatte tamamlanabilirken, deprem yönetmeliği veya enerji analizi gibi denetim ve doğrulama gerektiren konular da saatler içerisinde denetlenebilmektedir. Dolayısıyla böyle bir imkân Türkiye’deki inşaat sektörünü kökten değiştirebilecek, yapılan tüm işleri şeffaflaştıracak bir adım olacaktır. Kamu kurumlarında kısa, orta ve uzun vadede yapılacak imar planlarını dahi etkileyebilecek bir teknolojidir. Yapım projelerinin BIM ortamında denetimi önerilen düzenleme ile tüm modeller, ilgili birim tarafından bütünleşik analizlerle denetlenir ve onay ya da düzeltme için raporlama yapılır (Çizelge: 5.5).



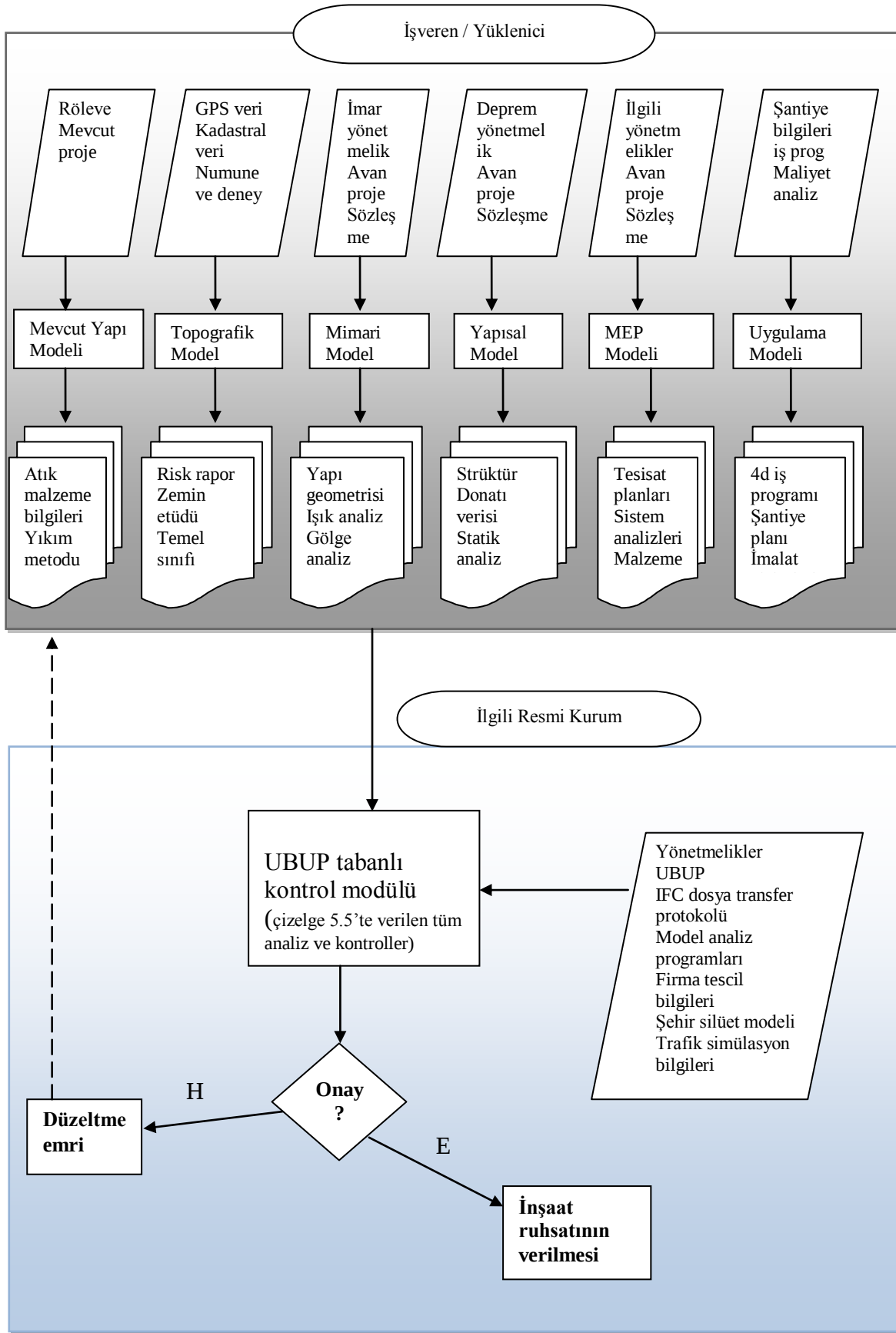
Şekil 5.4 : BIM modelin kontrol ve onay döngüsü.

Yapılacak bu kontrollerin akabinde ruhsat almış ve yapım aşamasına geçmiş olan kentsel dönüşüm projelerinde şu denetimler de BIM uygulama planı doğrultusunda yapılacaktır:

- Yıkım aşaması ile ilgili olan denetimler (yıkım metodu, güvenlik tedbirleri)

- Emsal hesabı denetimleri
- Yapısal denetim
- Mekanik – elektrik tesis denetimi
- İklimlendirme ve / veya yalıtım denetimleri
- Çevresel etki denetimleri
- Korunması gerekli kültür varlıkları ve yeni yapının bunlara etkilerinin değerlendirilmesi

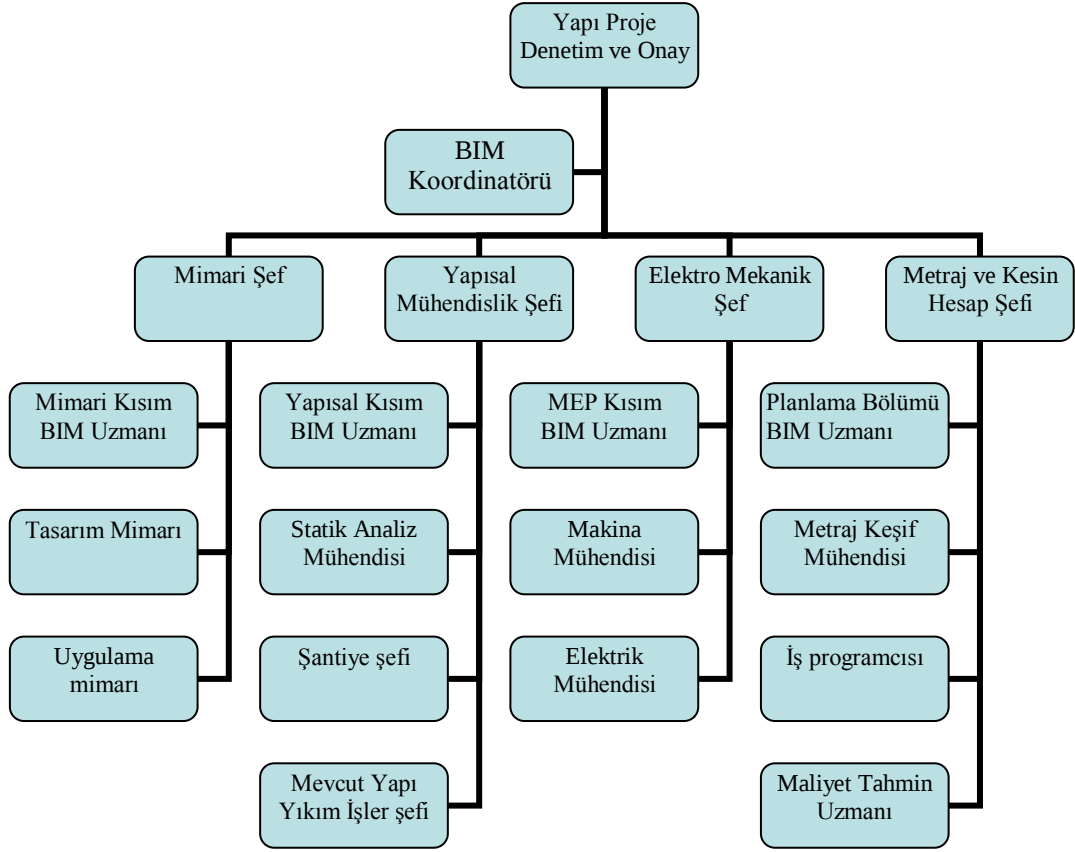
Kentsel dönüşüm ile ilgili olarak işveren, temsilcisi ya da yüklenici, mimar, mühendis ve proje yönetim firmaları vasıtasıyla tüm BIM modellerini ve tümleşik BIM modelini hazırlar. Hazırlanan BIM model kontrol ve onay için belediyeye sunulur. Belediye kendi organizasyonundaki ilgili birimlerin kendi alanlarındaki koordineli kontrolünü raporla birlikte çok kısa bir sürede (maksimum 1 hafta) içerisinde tamamlar (Şekil 5.3). Gerekli kontroller sonucunda %100 uyumlu olan başvurulara onay verilerek inşaat ruhsatı hazırlanır. Uyumsuzluk varsa bunların düzeltilmesi için yükleniciye düzeltme istenen rapor gönderilir ve gerekli süre içerisinde düzeltmeleri yapması istenir. Düzeltmeler yapıldıktan sonra yeniden tümleşik modelin kontrolü yapılır ve sorunlu kısımlar düzeltilmiş ise onay verilir. İlgili departmanın inceleyeceği özellikli model onay için bekleyen tümleşik modelden ayrıştırılır, yerel yönetimin bünyesindeki BIM tabanlı modülde gerekli kontroller otomatik olarak yapılır ve sonuç bir rapor ile ilgilisine iletilir (Şekil:5.4). Bu sürecin geleneksel metoda kıyasla çok önemli 2 farkı vardır. Bunlar süre ve kesinliktir. Eski yöntemle oranla çok kısa bir sürede doğruluğu kesin olan kontroller yapılabilir.



Şekil 5.5 : UBUP'un paydaşlar tarafından uygulanması.

5.5 BIM uygulama modeli örnek organizasyon şeması

BIM yönergesinde olması gereken bir diğer önemli başlık da BIM modelin analizlerinin ve kontrollerinin nasıl yönetileceğidir. Dünya'nın pek çok yerinde olduğu gibi Türkiye'de de klasik yapım yöntemi anlayışında, küçük inşaatlar için 'şantiye şefi' daha büyük inşaatlar için ise 'proje müdürlüğü', 'teknik ofis şefliği', 'tasarım şefliği' gibi yönetici kavramları türetilmiştir. BIM yeni bir proje yönetim modelini ortaya koyduğu için, süreci yönetecek, teknolojiye hakim yeni bir yönetici tanımlamasına ihtiyaç duymaktadır. Batı'daki BIM mevzuatlarından "BIM manager veya BIM coordinator" (BIM müdürü/ şefi/ koordinatörü) olarak tanımlanan kavramın BIM modeli üretilerek yapılacak bir yapım projesinde olması gerekmektedir (Şekil: 5.5). Bu unvanı alacak kişinin BIM tabanlı bir programı çok iyi seviyede bilmesi, BIM ile koordinasyonu tam anlamıyla uygulayabilmesi ve BIM'e bağlı analizleri yorumlayabilecek kalibrede olması beklenmektedir. "BIM koordinatörü" yanında "BIM mühendisi", "BIM tasarımcısı" ya da "BIM uzmanı" gibi unvanlar da BIM koordinatörü altındaki organizasyon şemasında olmalıdır. Önerilen modelde, hem denetleyici mekanizmalarda hem de modelin hazırlayıcıları (yüklenici, mühendis, mimar) BIM konusunda profesyonelleşmiş, BIM uzmanlarının istihdam edilmelerini öngörmektedir. BIM konusunda uzman olduklarını belgeleyen diploma ya da bakanlığın konu ile ilgili olarak sınavla vereceği yetkinlik belgesi ile kamu kurumlarında ve özel firmalarda BIM uzmanı insanlar istihdam edilmelidir. BIM uzmanı kişi BIM müdürü, BIM uygulama mimarı/mühendisi gibi ünvanlar alabilir. Önerilen BIM uygulama planına göre, tüm proje tümleşik (IPD) olarak BIM uzmanının onayıyla hazırlanmalıdır. BIM uzmanı kısım şefine bağlı olarak çalışabilir. BIM uzmanının buradaki görevi tasarım yapmak ya da yapısal analiz yapmak gibi derinlemesine teknik konulara girmek değildir. BIM uzmanı oluşturulması planlanan projenin BIM tabanlı olarak hangi prosedürler ve süreçlerle oluşturulacağını saptamak, elde edilecek modellerin hangi detay seviyesine ihtiyaç duyduğunu saptamak ve BIM modellerle ilgili tüm koordinasyonu sağlamakla görevlidir. Doğası itibariyle BIM uzmanı tüm süreçlere akredite olmalıdır. Kontrol merciindeki BIM uzmanı ise tüm kontrol sürecini yönetmelidir. Nitekim, kontrol safhasında yeniden bir tasarım yapılmayacağı düşünülürse, tüm süreç BIM ile gereken kontrol ve doğruların yapılmasını sağlamaktır. Bu bağlamda BIM tabanlı programlara uygun olarak geliştirilecek yazılım/script 'lere ihtiyaç olacaktır.



Şekil 5.1 Kamu kurumu BIM uygulama planı örnek bir organizasyon şeması.

Bu yazılımlar kendi bünyesindeki yazılımcılar olabileceği gibi dış alım olarak da edinilebilir. Belediyenin yapacağı kontrole özel spesifik BIM tabanlı yazılımlar ile model rahatlıkla yönetmelikler doğrultusunda kontrol edilebilecektir.

İş programının 3. Boyuta aktarımı olarak adlandırılabilir 4D ile görsel boyutta bir iş programı yapılır. Yani yapı sanal olarak inşa edilir. İş programında hesaplamalarda görülemeyecek hatalar burada ayıklanır ve uygulanabilecek ve daha da önemlisi alternatifli iş programları oluşturulur.

İç denetim ve kontrol mekanizmaları da projenin BIM yönetimi tarafından gerçekleştirilir. Özellikle çakışma kontrolleri gibi BIM'e ait kavramların uygulanmasıyla kesin, hızlı ve düzeltmeleri de içeren denetim ve kontroller yapılır.

BIM ile birlikte, kendiliğinden oluşan metraj listeleriyle tedarik ve malzeme yönetimi de yapılır. BIM koordinatör altında bulunan malzeme tedarik edilmesinden sorumlu personel modelde bulunan iş programı ve malzeme listelerine göre hangi malzemenin ne şartlarda getirilmesi gerektiği ile ilgili tüm bilgilere sahiptir. Ayrıca satın alma ile ilgili olarak kısıtlayıcı bilgiler de BIM modelinde bulunmaktadır. 5D olarak isimlendirilen BIM'in maliyet tahmini modülü diyebileceğimiz teknoloji

sayesinde, malzemenin alım zamanı, miktarı ve maksimum alış fiyatı ve hedefi ile ilgili bilgiler modelde mevcut olup malzeme yönetiminden sorumlu personel tarafından projenin her safhası için kolaylıkla ulaşılabilir bir bilgidir. Malzeme yöneticisi gerekirse ileriye dönük stratejisini belirleyebilir, proje paydaşları ile değişen fiyatlarla ilgili revizyon gereksinimlerini önceden müzakere edebilir. 5D BIM ile onay verici resmi kurum ilgili projeyi yapacak olan yükleniciyi finansal olarak da kontrol edebilir. Örneğin mevzuata göre belirli bir seviyede inşaat yapma yetkisi olan yüklenici BIM modelin incelenmesi sonucunda eğer kendi finansal standardının üzerinde inşaat yapmak isterse sistem buna otomatik olarak izin vermeyecektir. Bu sayede inşaat firmalarının finansal yönden de denetlenmesi ve projelerin finansal olarak sağlıklı bir şekilde bitirilebilmesinin önü açılmış olacaktır. Buradan da anlaşılacağı gibi BIM sadece teknik bir süreç değil izleme ve değerlendirme amacıyla da kullanılabilecek etkin bir araçtır. Kentsel dönüşüm projeleri için hazırlanan öneri BIM uygulama planı ile ilgili formlar 'ekler' kısmında incelenebilir. Autodesk firması tarafından birçok firmanın BIM'e uyum süreci gözlemlenerek hazırlanan örnek formlar BIM uygulama planının Türkiye'deki kamu kurumlarındaki uygulama süreçlerinde kullanılabilir.

6. ÖNERİLEN MODELİN SINANMASI ve GENEL SONUÇLARI

İkinci bölümde metodoloji kısmında belirtildiği gibi önerilen BIM uygulama planının amaçladığı tümleşik proje teslimi ile, geleneksel yöntemle gerçekleştirilen proje teslim yaklaşımının mukayeseli analizini yapmak için önerilen modelin sınaması yapılmıştır. Kentsel dönüşüm (daha çok bina yenileme) projelerinin yoğun olarak gerçekleştirildiği İstanbul - Kadıköy bölgesinde, 1000 m² ile 2000 m² arasında değişen arsalardaki, 10 adet farklı kentsel dönüşüm işinin danışmanlığını yürüten firmanın verilerinden faydalanılmıştır. Yürütülen danışmanlık hizmetinin işverenleri tümüyle kat malikleridir. Bahsedilen 10 proje için 8 farklı yüklenici, proje ve inşaat faaliyetlerini yürütmektedir. Projeler, tahmin edilebileceği gibi dış-alım yöntemiyle, mimarlık ve mühendislik ofislerine ücret karşılığı yaptırılmaktadır. Bu danışmanlık envanterinden, tez için; yaşanan tasarım problemleri, kentsel dönüşüm projesi (bina yenileme) geliştirme aşamaları, çevresel sorunlar, inşaat sürecinde yaşanan problemler ve belediye ile ilgili olan sürecin verileri alınmıştır (Çizelge : 6.1).

Çizelge 6.1 : Geleneksel yöntemlerle yapılan kentsel dönüşüm projelerinin danışman firmadan alınan verileri.

Proje Kodu	Yüklenici Firma	Belediye onay süresi (ay)	Trafik Simülasyonu	Atık Değerlendirme (İnş çeliği) (ton)	Yıkım Tekniği Analiz	Sürdürülebilirlik Analizleri	Günlük Şantiye Gideri (TL)	İşin Durma süresi (gün)
101	A	4	yok	0.1	yok	yok	650	20
102	A	4	yok	0.1	yok	yok	600	27
103	B	5	yok	0.08	yok	yok	700	22
104	C	3	yok	0.06	yok	yok	600	25
105	D	4	yok	0.06	yok	yok	700	30
106	E	3	yok	0.055	yok	yok	650	20
107	F	4	yok	0.06	yok	yok	650	35
108	F	3	yok	0.05	yok	yok	750	24
109	G	3.5	yok	0.05	yok	yok	700	30
110	H	3.5	yok	0.05	yok	yok	700	32

Sürekli proje revizyonlarının yaşandığı kentsel dönüşüm projelerinde BIM ile revizyon takibi yapmak ya da alternatifli projeler üretmek, geleneksel yöntemlere göre oldukça kolay ve hızlıdır. İstanbul ili Kadıköy ilçesinde, çizelge 6.1'deki kentsel dönüşüm projelerini üstlenen 8 yükleniciden 4'ünün iş geliştirme süreçleri

incelenmiş ve proje üretim sürecinde geleneksel yöntem ile BIM'in arasındaki farklar (Çizelge: 6.2) belirlenmiştir. Bahsi geçen firmaların her biri proje üretimlerini, geleneksel metotlarla gerçekleştirmektedirler. Danışmanlık firmasında ise bu projelerden 4'ü Autodesk Revit programı kullanılarak UBUP'a uygun şekilde projelendirilmiştir. UBUP ile geleneksel yöntem (CAD kullanımı) arasındaki proje üretim detayları aşağıda verilmektedir (Şekil: 6.2). Tablodaki aktivite başlıklarının gerçekleşme süreleri danışman firmanın takibi neticesinde ortaya çıkan sonuçlardır. Danışman firma, ilgili başlıklar için yüklenici firmalardan veri almaktadır. Aktivitelerin her biri için çalışan sayısı ve gerçekleşme süreleri bilinmektedir. Bu verilere göre 4 yüklenici firma, 4 ayrı proje için gerekli teslimleri tablodaki adam-saatler olarak gerçekleştirmektedir. Tabloda öne çıkan sonuçlardan ilki, BIM ile proje teslim yaklaşımının geleneksel metoda oranla yaklaşık 5 kat daha verimli olduğudur.

Çizelge 6.2 : CAD ve BIM ile yapılan tasarımda gerçekleşen adam saatler.

AKTİVİTE	Gerçekleşen adam-saatler	
	BIM	CAD
Arsanın imar durumuna göre tetkiki (fizibilite)	2	5
Paylaşım oranı doğrultusunda alan hesapları	10	20
Kot hesapları	7	16
Plan çizimleri	12	24
15 adet kesit	0,5	32
Çıkma hesabı	1	16
Prekast cephe hesabı	0,5	20
Otopark çizimi	4	20
Görsel hazırlanması ve render	4	16
Metraj	0,5	40
İş programının yapılması	4	20
Toplam	49,5	229
BIM/CAD (adam-saat oranları)	0,22	

Bununla birlikte, kimi aktivitelerin gerçekleşme süreleri çok kısadır (BIM ile kesit almak, metraj listeleri oluşturmak vb.). Bu aktiviteler 0,5 adam saat olarak kaydedilmiş olmasına rağmen esasında gerçekleşen süre bunun dahi altındadır. Çünkü bu aktiviteler için ayrıca bir çalışma yapılmamış olup, program yapılan çizimden bu sonuçları çıkarmıştır (çizelge:6.2). Sadece rapor düzeltmeleri ve

etiketlemeler yapılmıştır. Oysa CAD çizimlerinde bu verimlilik çok düşük kalmıştır. Tablo incelendiğinde, metraj çıkarılması ile iş programının yapılması arasında BIM’de ters bir orantı varken CAD çiziminde bu doğru orantı şeklindedir. Buradaki sebep ise yukarıdaki madde ile aynıdır. Metraj için BIM’de ayrı bir çalışma yapılmamıştır. Ayrıca, görselleştirme kısmında da BIM lehine önemli bir fark olmaktadır. Çünkü BIM 3d model üretmektedir. Ayrıca 3 boyut için zaman harcanmamaktadır. Bu da kentsel dönüşüm projelerinin arsa sahibine kabul ettirilmesinde büyük avantaj sağlamaktadır. CAD çizimiyle iş almaya çalışan yüklenici ilk teklifini hızlıca verebilmek için sunum dosyası aşamasını sonraya bırakmak zorunda kalmıştır.

Bu 10 adet kentsel dönüşüm projesinin içerisinde, 107 kodlu, mevcut 4 katlı konutun, yıkılıp yeniden yapılması süreci, geleneksel yöntemle, UBUP’un karşılaştırılması için vaka çalışması olarak seçilmiştir. 10 proje arasından 107 kodlu projenin seçilmesi; projenin önerilen modelin tüm aşamalarını barındırması, belediye onayları ve proje üretim aşamalarının takip edilebilmesi sebebiyledir. Proje, yüklenici tarafından geleneksel yöntemlerle geliştirilmektedir. Bununla birlikte, paralel zamanda, projenin önerilen UBUP ve IPD yöntemleri ile gerçekleştirilmesi için gerekli modellemeler tez kapsamında yapılmış ve sonuçlar tablo haline getirilmiştir. Ayrıca, önerilen UBUP ile geleneksel metot karşılaştırılmış, önerilen UBUP teorik olarak test edilmiştir. UBUP doğrultusunda, yapılması planlanan teslim sayesinde, kontrol eden ve onay veren kurumlarda ne gibi süreç değişikliklerinin olacağı ve yapılacak kontrollerin kalitesinin ne derecede artacağı belirlenmeye çalışılmıştır. Yetkili kamu kurumlarının ilgili uygulama planı hayata geçtiği taktirde; çevre düzenleme ve koruma ile altyapı ve şehir planlama için sağlanacak verilerin de nasıl etkili olacağı da araştırılmış olacaktır.

6.1.1 Proje bilgileri

Kentsel dönüşüm konu; pilot projenin arsası, İstanbul ili, Kadıköy ilçesinin Suadiye mahallesinde yer almaktadır. Konum itibariyle A+ tabir edilen yüksek gelir grubunun ikamet ettiği, resmi imar durumuna göre ‘az yoğunluklu bölge’ de yer almaktadır. Az yoğunluklu bölgeler için max.KAKS yerine max.TAKS değeri ile emsal hesaplanmaktadır (Çizelge: 6.3).

Çizelge 6.3 : Pilot proje imar hesap bilgileri.

PROJE ADI	0021	KAKS	Yok
ADA	3...9	Max TAKS	0.25
PARSEL	25	HMAX (m)	14.5
PAFTA	P.77	Tapu Alanı (m²)	1140
PROJE BEDELİ	3.500.000 tl	Terk (m)	43.95

$$(\text{Tapu Alanı} - \text{Terk}) \times \text{TAKS} = (1140 - 43.95) \cdot 0.25 = 274.013 \quad (6.1)$$

bina giriş kotundan 2.4 m yükseklikte çıkma yapılabilir. Bu imar bilgileri doğrultusunda (ek imar bilgilerini de içermek üzere) Microsoft Excel programında bir makro yazılmış ve parselde gerçekleştirilmesi planlanan proje için optimum çözüm aranmıştır (Şekil: 6.1).

PROJE ADI	TUNCMAN	KAKS						İMARA UYGUNLUK		
ADA	3199	TAKS	0.25	İNŞAAT YAPILABİLEN TABAN ALANI	294.0125	UYGUN DEĞİL				
PARSEL	25	HMAX (m)	14.5							
PAFTA	P.77	Tapu Alanı (m ²)	1140					BOYUT GIR	TEMİZLE	
		Terk (m)	43.95							
A BLOK										
MEVCUT TABAN ALANI							EN	BOY	ALAN	
MEVCUT 1.NK ALANI							11.8	18	212.4	
MEVCUT 2.NK ALANI							14.8	21	310.8	0.72
MEVCUT 3.NK ALANI							14.8	21	310.8	
MEVCUT 4.NK ALANI							14.8	21	310.8	
TOPLAM ALAN							14.8	21	310.8	
İNŞAAT ALANI							1455.6			
B BLOK										
MEVCUT TABAN ALANI							EN	BOY	ALAN	
MEVCUT 1.NK ALANI							10	8.26	82.6	
MEVCUT 2.NK ALANI							13	11.26	146.38	0.28
MEVCUT 3.NK ALANI							13	11.26	146.38	
MEVCUT 4.NK ALANI							13	11.26	146.38	
TOPLAM ALAN							13	11.26	146.38	
İNŞAAT ALANI							668.12			
TOPLAM ALAN							3263.72			
TAHMİNİ TOPLAM MALİYET							2123730			

Şekil 6.1 : Fizibilite çalışmaları için hazırlanan makro arayüzü.

Parsel için alınan resmi imar durumu doğrultusunda açığa çıkan bodrum katlar haricinde zemin +4 kata izin verildiği ve sözleşme ‘satış vaatli kat karşılığı’ olduğu için iki bloklu inşaat yapılması kat malikleri ve yüklenici tarafından uygun bulunmuştur. Fizibilite çalışmaları bir taraftan geleneksel yöntemlerle (CAD

çizimleri) yapılırken bir diğer taraftan da BIM tabanlı Autodesk Revit kullanılarak geliştirilmiştir.

Çizelge 6.4 : Pilot proje *mevcut* daire mahal ve alanları.

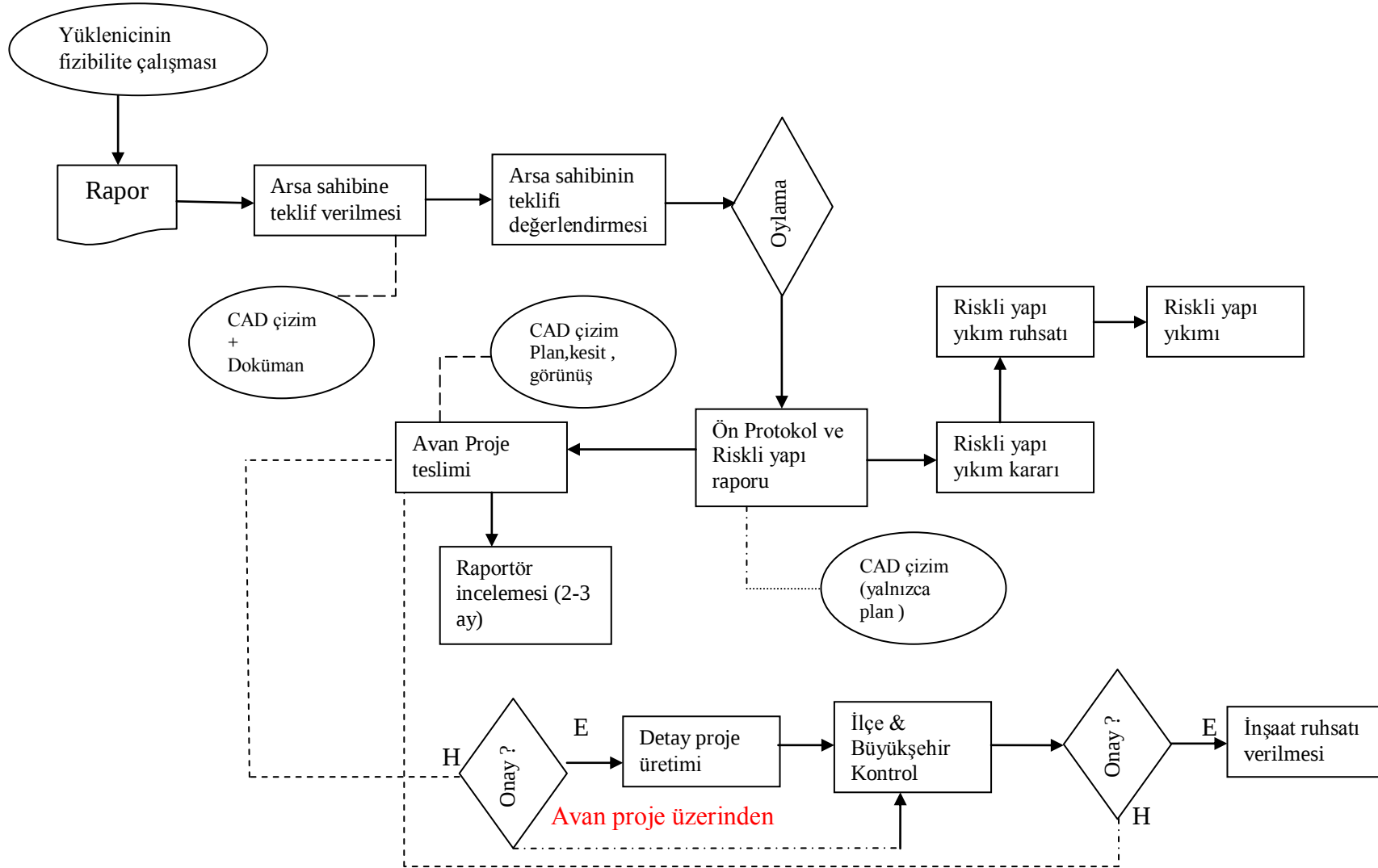
	daire 1	daire3	daire2	daire 4-5	daire 6-11
Salon	19.8	22.03	21.6	34.8	45.75
ODA 1	6.3	18.43	8	8.75	7.5
ODA 2	8.75	13.75	9.9	10.5	10.5
ODA 3	-	-	-	19.25	19.25
ODA 4	-	-	-	17.28	17.28
MUTFAK	3.45	5.5	4	8.05	8.05
BANYO	2.4	5.86	5.02	7	7
WC	-	-	-	2	2
HOL	1.4	4.3	5.17	7.15	7.15
GİRİŞ	3.6	4.95	3.2	5.85	5.85
BALKON	-	-	-	16.5	6
BALKON	-	-	-	6.15	6.15
BALKON	-	-	-	-	2.4
TOPLAM	45.7	74.82	56.89	143.28	144.88

Çizelge 6.5 : Pilot proje *teklif edilen* daire mahal alanları.

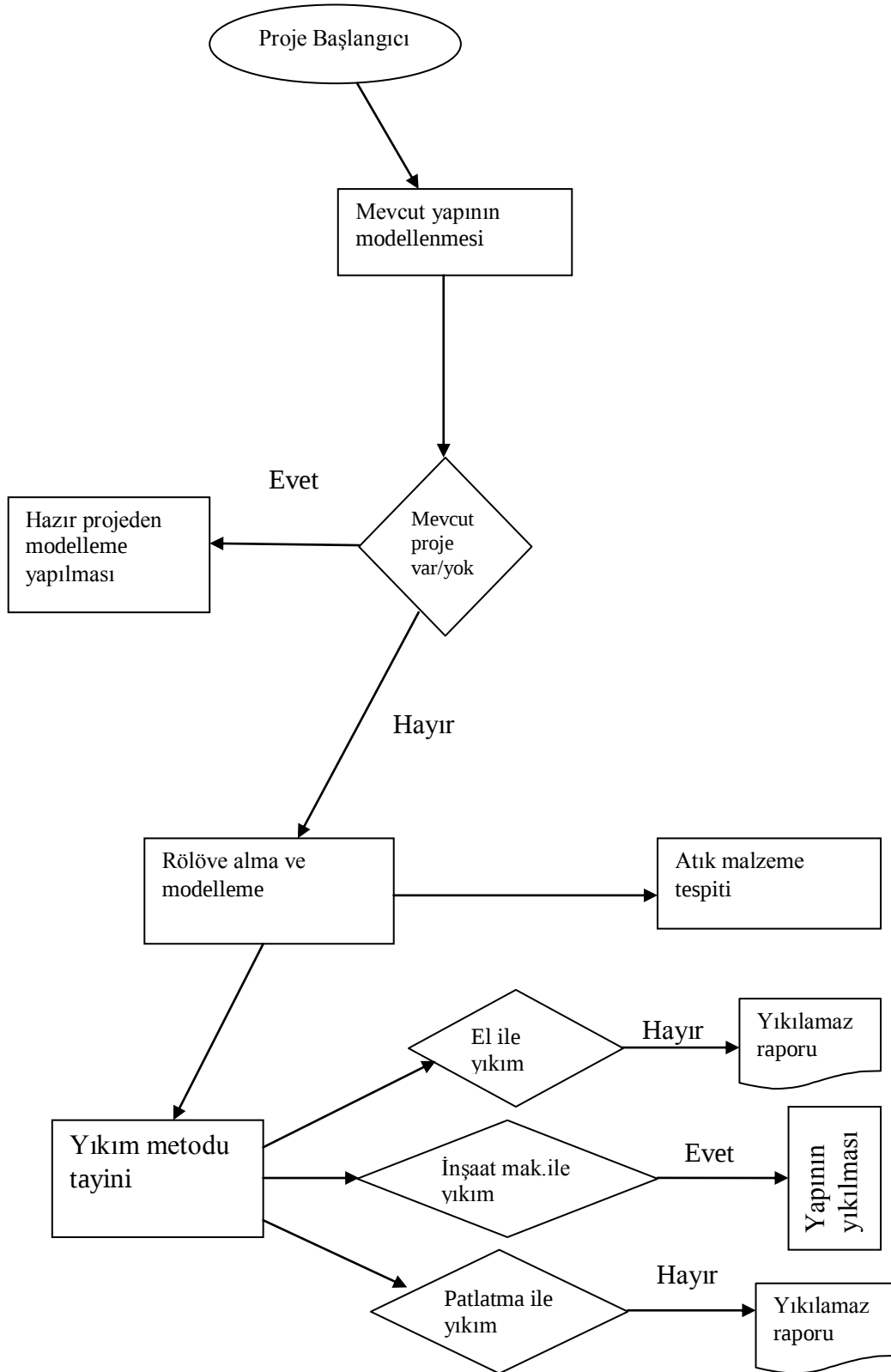
	daire1	daire3	daire2	daire 4-11
Salon	17.04	21.32	19.01	40.28
ODA 1	9.57	12.03	12	11.98
ODA 2	6.29	13.02	7.97	10.54
ODA 3				10.88
ODA 4				20.61
MUTFAK	4.02	10.16	6.89	15.11
BANYO	2.79	4.78	4.36	6.43
WC		1.87		3.46
HOL		4.43	2.13	7.28
GİRİŞ	3.86	5.51	4.52	7.55
BALKON				3.23
BALKON				3.57
TOPLAM	43.57	73.12	56.88	140.92

Kat malikleri ile sağlıklı bir anlaşma yapılabilmesi için öncelikle kat maliklerinin, dairelerinin kesin alanlarını bilmeleri gerekmektedir. Bu doğrultuda, geleneksel çizimlerde eski projeler baz alınırken, UBUP'a göre yapılan mevcut BIM model sayesinde kat maliklerinin gerçek mahal alanları çıkarılmıştır (Çizelge: 6.4).

Teklif projesindeki alanlar, mevcut yapıdaki alanlara göre %5-7 arasında azalmıştır. Buradan hareketle şerefiyeler de hesaba katılmak suretiyle dairelerin %3-%5 arasında küçülerek tasarlanması konusunda antant kalındı ve kat maliklerine verilecek yeni dairelerin alanları ortaya çıkmış oldu (Çizelge: 6.5). Mevcut durumda, kamu kurumları denetleme görevlerini yaparlarken 2 boyutlu paftalar üzerinden kontrol yapmaktadırlar (Şekil: 6.2). Her ne kadar CAD çizimlerinden destek alınsa da A0 boyutunda alınan çıktılar birebir kontrol edilmektedir. Mevcut yapı ile ilgili detaylı bilgi olmadığı için yıkım projesi ve atık malzeme ile ilgili doküman düzenlenmemektedir. Ayrıca kamu kurumları arasında bir senkronizasyon sağlanamamaktadır. BIM ile aynı anda kontrol edilebilecek bilgiler geleneksel yöntemde sıra ile kontrol edilebilmektedir. Buna mukabil önerilen UBUP doğrultusunda yıkım süreci de; güvenlik, hız ve atık malzemenin değerlendirilmesi açısından çok daha verimli bir şekilde ilerleyebilmektedir (Şekil: 6.3).



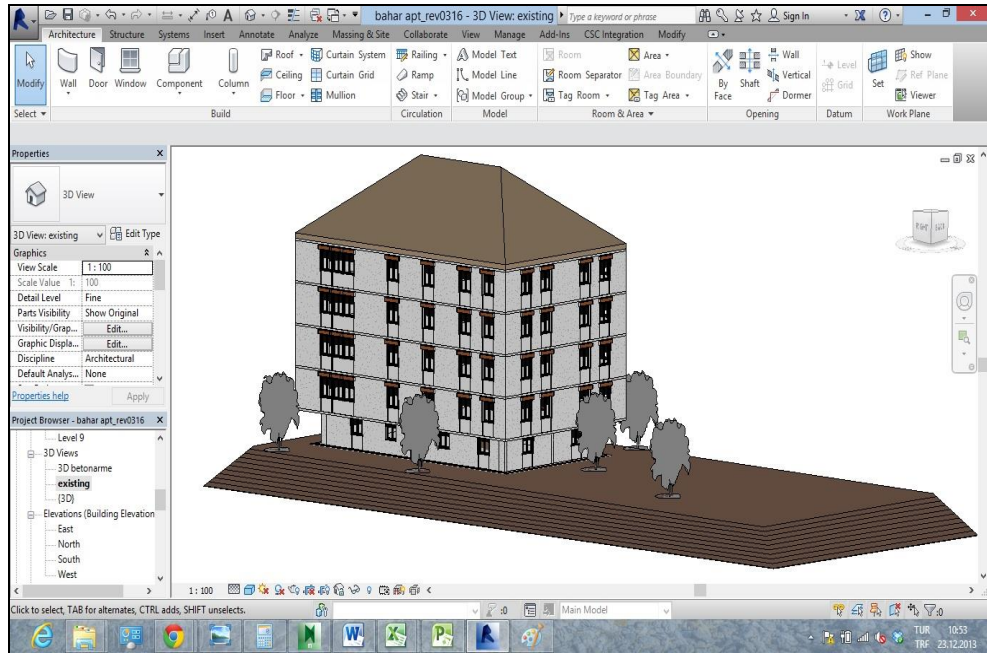
Şekil 6.2 : Kentsel dönüşüm projelerinde geleneksel metot ile inşaat ruhsatı alınma süreci.



Şekil 6.3 : BIM uygulama planı doğrultusunda pilot kentsel dönüşüm projesinin yıkım süreci diyagramı.

6.1.2 Mevcut yapı modeli

Kadıköy – Suadiye’deki projede geleneksel yöntemlerle işleyen süreçte yıkım tekniğinin araştırılmasına yönelik bir çalışma yapılmamıştır. Yıkım tekniğinin belirlenebilmesi için yapının çevresel etkiler de göz önüne alınarak modellenmesi gerekirdi. Danışmanlığı yapılan ve geleneksel yöntemlerle yapımı ve tasarımı devam eden 10 proje için mevcut yapı modeli hazırlanmamıştır. Yalnızca eski yapıların ilgili kurumlarda bulunan eski tarihli projelerinden hareketle riskli yapı araştırmaları yapılmıştır. Bu nedenle çevresel etkileri hesaplanmayan yapılmayan ve yıkım yöntemleri belirlenmeyen yapıların yıkımına denetimsiz bir şekilde geçilmiştir. Belediyeler ve ilgili kurumlar da yıkım ruhsatı haricinde yıkım süreci ile ilgili yaptırım ya da kontrol yapmamaktadırlar (Çizelge 6.1)



Şekil 6.4 : Pilot proje ‘mevcut yapı’ modeli.

Bunlarla birlikte, mevcut yapı içerisinde yer alan ve yeniden kullanılabilir, ahşap, demir, moloz, cam, kablo gibi geri dönüştürülebilecek malzemelerin envanteri tutulamamış, atık yönetimi yapılamamıştır. Bu eksiklik öncelikle çevre kirliliğinin artmasına neden olmuş aynı zamanda ekonomiye katkı yapacak atık malzemeler hem yüklenici hem de ülke açısından zarar getirecek malzemelere dönüşmüştür. Paralel zamanda aynı yapının mevcut modeli çevresel etkiler de göz önüne alınarak (zemin yapısı, çevredeki yapılar vs.) birebir modellenmiştir (Şekil 6.4). Mevcut yapı modelinin analizi sonucunda 4 katlı bir yapı olması ve inşaat makinalarının hareket kabiliyeti olması sebebiyle iş makinalarıyla yıkım en uygun seçenek olarak

belirlenmiştir. Mevcut yapının modellenmesi ile değerlendirilebilecek atık malzeme miktarları da çizelge 6.5 ‘teki gibi ortaya çıkmış oldu.

Çizelge 6.6 : BIM modeli ile belirlenen atık malzeme miktarları.

Atık malzeme miktarları	birim	miktar
Beton miktarı	m ³	329
Çelik donatı miktarı	ton	33.88
Ahşap miktarı	m ³	29
Kablo miktarı	m.tül	2420
Kapı adedi	adet	143

Bu model sayesinde; şantiye planlaması ve atık malzemelerin satılması için gerekli görüşmeler, yıkım aşamasından önce yapılabilmiştir.

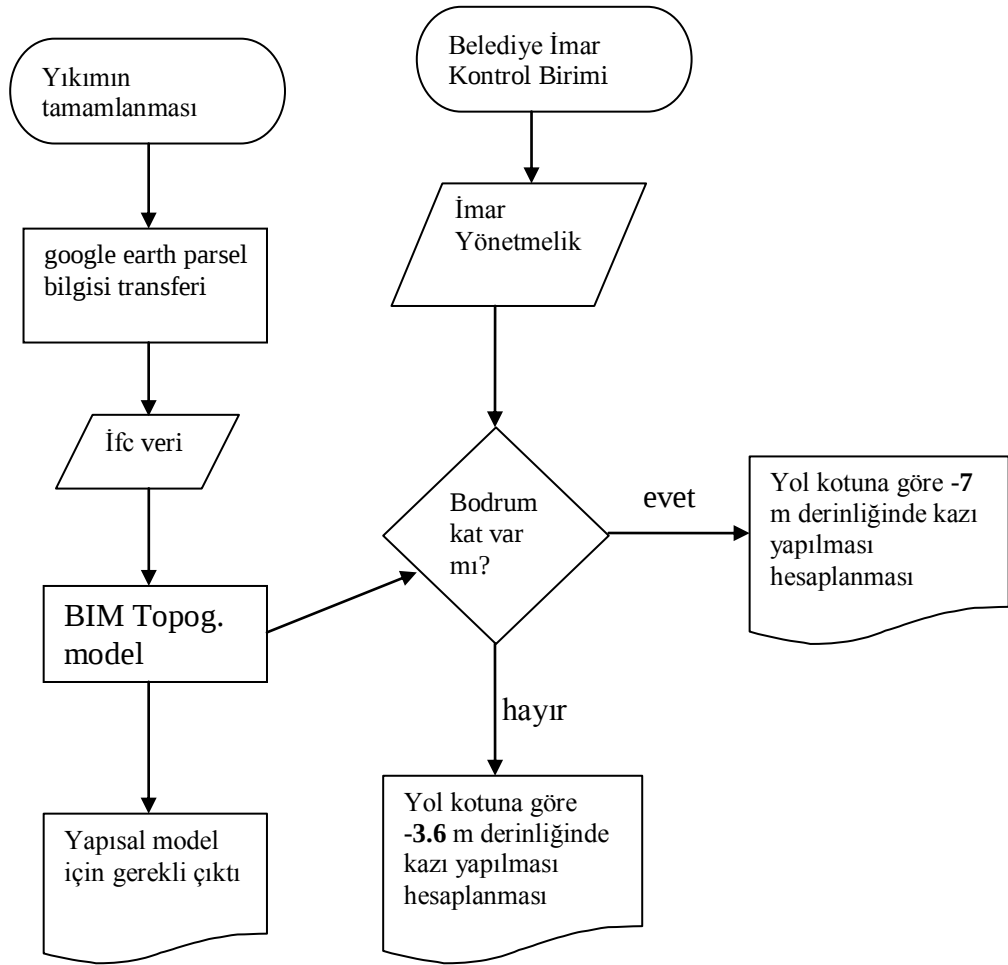
6.1.3 Topografik model

Arsanın durumu ‘Google Earth’ yardımıyla belirlenip topografyası çıkarılmıştır. (Şekil:6.5). Topografik modelin elde edilen fiziki durumu ile kazı ve geri dolgu miktarları hesaplanabilmiş ve maliyet hesabına otomatik olarak yansımıştır. Parselde üretilcek yapı ile ilgili alternatif projeler için kazı dolgu miktarları güncellenmiş ve optimum çözüm için fazla zaman harcanmamıştır.



Şekil 6.5 : Pilot proje için BIM uygulama planı topografik modeli.

Topografik modelin mevcut teknolojik imkânlar doğrultusunda GPS üzerinden alınan verilerle modellenmesi de BIM ile mümkündür. Üretilen topografik model ile riskli yapı tespiti için altlık da oluşturulmuş olur. Kentsel dönüşüm müdürlüğü verilerine göre mevcut şartlarda çok fazla kentsel dönüşüm projesi olduğu için riskli yapıların tespit raporları ortalama 3.5 ay gibi bir sürede onay seviyesine gelmektedir. Bu çok ciddi bir zaman kaybıdır. BIM uygulama planı ile bu süre 1 haftada çözülebilir. Çünkü elde edilen mevcut model ve topografik model sayesinde ek analizlere gerek kalmadan onay verici kurum analizlerini yapabilecektir (Şekil: 6.6).

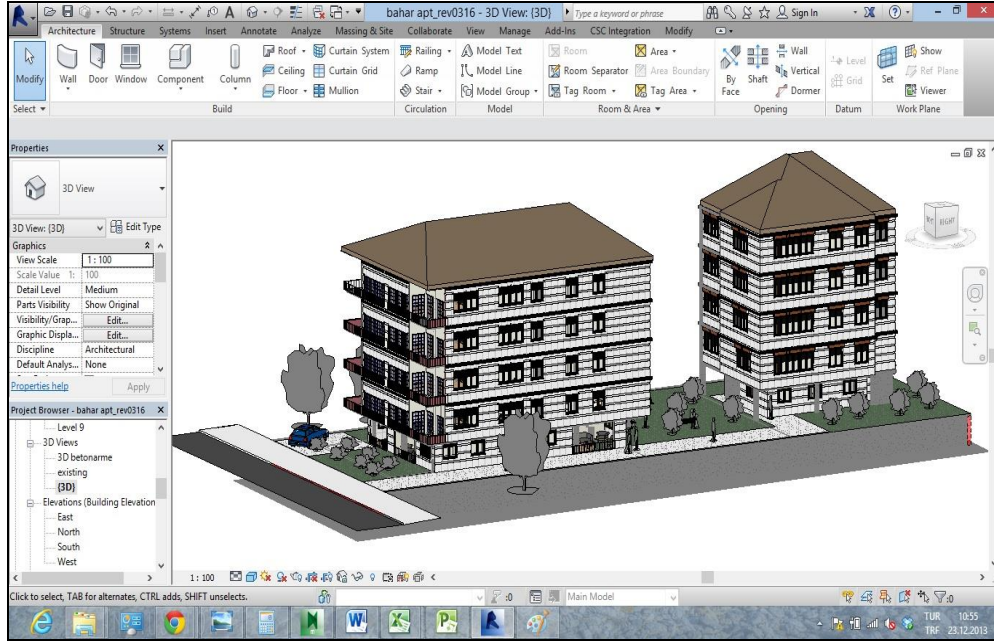


Şekil 6.6 : UBUP ile topografik modelden kot-kesit doğrulaması.

6.1.4 Mimari, yapısal ve elektro-mekanik modeller

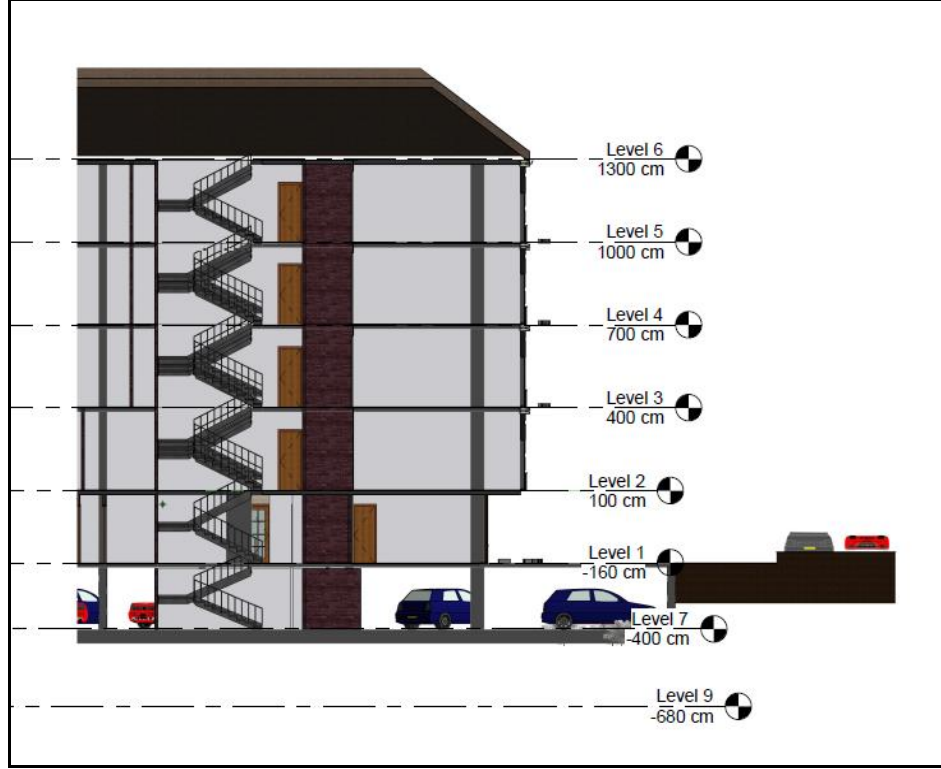
Parsel ile ilgili 3 alternatif proje topografik modelden gelen bilgi doğrultusunda bodrum kat açığa çıkmış şekilde hazırlanmıştır (Şekil: 6.7 ve 6.8). Topografik model çok hızlı bir şekilde yapılmasaydı, TAKS ile emsal verilen bu parselde bodrum katta

açığa çıkan yaklaşık 200 m² brüt, satılabilir alan hesaba katılamayacak ve verilecek teklif arsa sahipleri için cazip olmayacaktı. Nitekim bu parsel için teklif veren yüklenici firmalar bu kesin bilgi için gerekli teknik araştırma ve fizibiliteyi yapamamışlar ve reddedilen teklifler vermişlerdir. Mevcut model ve topografik modelden elde edilen veriler ile oluşturulmaya başlanan taslak model ile teklif projeleri hazırlanmıştır. İmar yönetmeliği doğrultusunda BIM çizimiyle uyumlu olarak yazılan makro ile optimum çözüm bulunmaya çalışılmıştır.



Şekil 6.7 : Pilot proje BIM uygulama planı ‘mimari model alternatif 2’.

Parselde geliştirilmesi planlanan kentsel dönüşüm projesi için uygun bulunan ve üzerinde antant kalınan proje doğrultusunda detay proje de CAD ve BIM ile paralel zamanlı olarak hazırlanmaya başlanmıştır. Emsal hesaplarında yer almayan alanlar (minhalar) ile sadece brüt alanda olacak kısımların çizim yaparken hesaplanması yalnızca BIM modelinde mümkün olurken CAD çizimlerinde manuel hesaplamalar gerekmiştir.



Şekil 6.8 : BIM uygulama planı doğrultusunda kot kesit hesaplarının çizimi.

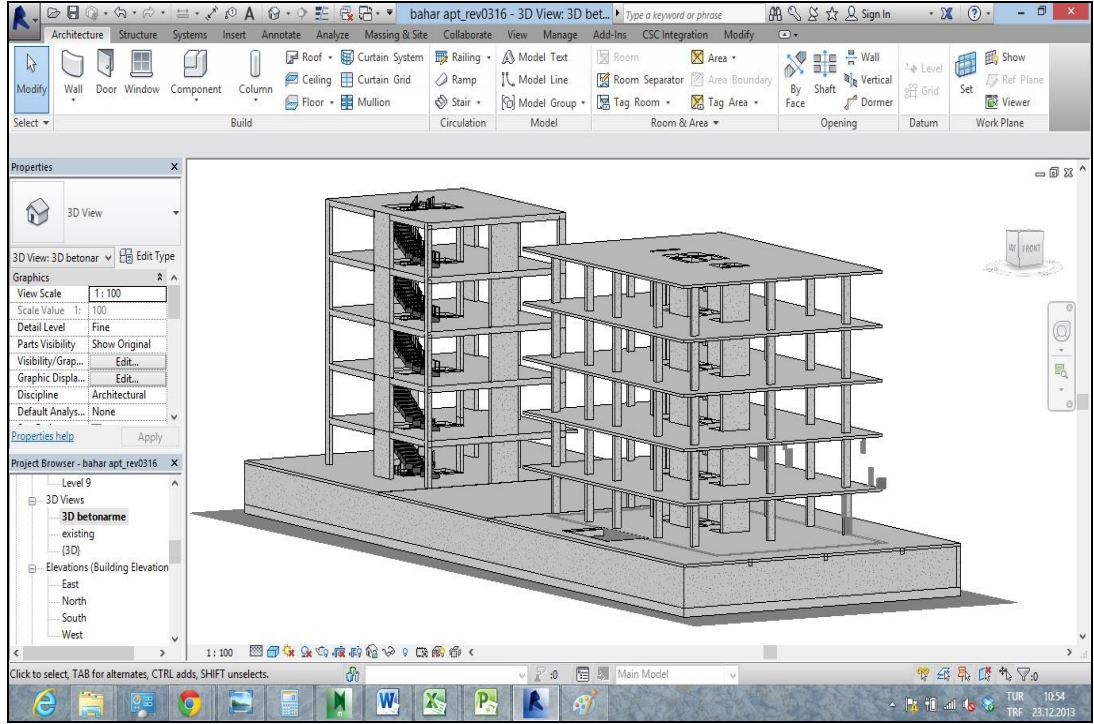
Örneğin merdiven kovasının boyutları değiştiğinde, değişen TAKS için baştan hesaplamaya yapılması gerekmiştir. Yapısal modelde ise geleneksel yöntemde yapılamayacak kıyaslamalar yapılmıştır. Mevcut imar ve deprem yönetmelikleri doğrultusunda en çok 1.5 m çıkma izni verilen bölge için optimum strüktür modeli aranmıştır. Ayrıca teklif doğrultusunda yapılması planlanan B bloğun boyutları çıkmalı yapı için küçük olduğundan, tasarım problemlerini aşmak için çıkmalı yapı yerine kolonlar tabliye kenarına çekilerek emsal ve imar kontrolleri revize edilmiştir. Bu çalışma 1 gün gibi kısa bir zamanda tamamlanmıştır. Yapısal modelde, deprem yönetmeliğine uygunluk şartları da kısa sürelerde kontrol edilebilmiştir (Şekil: 6.9 ve 6.11)

Yapı projelerini denetlemekle yükümlü yerel yönetimin ilgili birimi de kontrollerini tek tek hesaplama ile yapmaktadır. Emsal hesabının kontrolü başta olmak üzere, yönetmeliğin öngördüğü tüm kısıtlamaların kontrolleri hataya açık, önemli süreler alacak şekilde gerçekleştirilmektedir.



Şekil 6.9 : BIM uygulama planı doğrultusunda alternatif proje denemeleri otomatik brüt alan hesaplamaları.

Mevcut durumda Kadıköy belediyesinden yıkım ruhsatı sonrasında, imar ruhsatı alma süresi 8 yüklenici firmanın ve Kadıköy Belediye’sinin verilerine göre, ortalama 3.5- 4 aydır (Çizelge: 6.1). Önerilen BIM uygulama planı doğrultusunda yönetmeliğe uygun şekilde oluşturulacak yazılım sayesinde; iş programından da anlaşıldığı üzere inşaat ruhsatı alma süresinin en fazla 15 günde verilmesi teorik olarak mümkündür. (Ek: A). Bu durum %80’in üzerinde bir zaman tasarrufu sağlamaktadır.

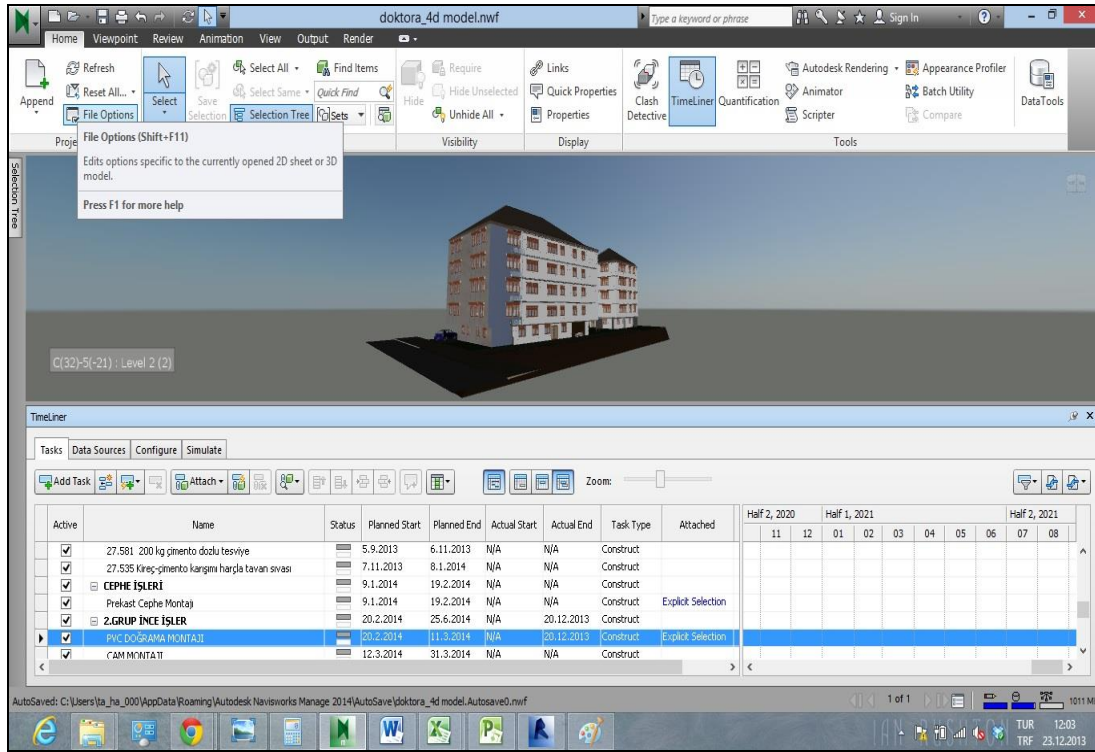


Şekil 6.10 : BIM uygulama planı ‘yapısal model’.

6.1.5 Geleneksel yöntem ve BIM proje teslim yöntemlerinin karşılaştırılması

Pilot proje için geleneksel metotla eş zamanlı ve BIM uygulama planı doğrultusunda, IPD proje teslimi için gerekli modellemenin yapıldığı açıklanmıştır. Bu bölümde geleneksel yöntem ve BIM uygulama planı ile proje teslimi yapıldığında iki yöntem arasında ne gibi farklar yaşanacağı teorik olarak açıklanacaktır. Mevcut parselde yapımı düşünülen kentsel dönüşüm projesi için geleneksel yöntem ve BIM uygulama planı ile proje teslimi iş programları hazırlanmıştır (Ek: A). İş programında yer verilen aktiviteler, ortaya konan uygulama planı doğrultusunda daha çok proje teslimine ve projenin kontrolüne yöneliktir. BIM uygulama planına göre yapılan modelin 4d modeli de üretilmiştir (Şekil : 6.12).

Bununla birlikte inşaatın belli başlı aşamaları da aktivitelendirilmiştir. Ortaya çıkan tablo son derece çarpıcı olmuştur. Geleneksel yöntemde proje üretimi ve kontrolü ile yapım aşaması *771 gün* iken, BIM ile proje teslim yaklaşımında; aktivite sayısı, tam 3 katına çıkmasına rağmen süre *451 gün* olarak gerçekleşmiştir (Ek: A). Aktivite sayısının üç katına çıkması proje üretiminin, kontrolünün ve onayının çok daha kaliteli olmasının bir izdüşümü olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 6.11 : Pilot proje 4D model.

Örneğin geleneksel metotta ‘enerji analizi’ ile ilgili hiçbir üretim ve kontrol mekanizması yokken BIM uygulama planı ile bu işler yapılabilmektedir (İş programı Gantt Chart için bkz; Ek: A). Pilot projenin mevcut şartlarda geleneksel yöntemler ile gerçekleştirilmesinin en önemli sonuçlarından birisi de yıkım ve yapım süreçlerinin avan proje ile başlaması, uygulama projelerinin tamamlanmasının inşaat bitimini bulmasıdır. Buna karşılık UBUP ile yıkım ve yapım süreçleri uygulama projelerinin onayları yapıldıktan sonra başlamaktadır.

İş programları karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde, önerilen BIM uygulama planı ile, yaklaşık 1.3 yılda inşaat tamamlanabilirken, geleneksel yöntemde bu süre 2 yıldan fazla sürmektedir. Zaman açısından %71’lik fark oluşmuştur. Bu fark; yapımdan ziyade, proje ve kontrol süreçlerinde ortaya çıkmıştır. Şu an geleneksel metotla birlikte yürürlükte olan uygulama neticesinde yapım projeleri için belki de en önemli sorun, *avan proje üzerinden uygulamanın başlamasına izin verilmesidir*. Bu durum ileride telafisi imkânsız sonuçlara neden olmaktadır. Kesin projelerin üretilmesi ve yapımdan önce kontrol ve onaya sunulması ile, UBUP’ta tanımlanan analiz ve simülasyonların yapılabilmesi de sağlanacaktır. İnşaat projelerinin tümünde olması gerektiği gibi proje ve değerlendirme süreci tamamlanacaktır. UBUP doğrultusunda yürütülen pilot kentsel dönüşüm projesinde, tüm enerji analizleri,

çevresel etki değerlendirmeleri, trafik problemlerini önleme amaçlı simülasyonlar ve uygulama projesi ile yapım süreci gerçekleştirilebilmektedir (Çizelge: 6.6). Geleneksel yöntemde ise; kesin ve doğru analizler ile etkin simülasyonların yapılabilmesi mümkün değildir. Kaldı ki, pek çok kabul ile yapılan analiz ve simülasyonlar dahi ciddi zaman gerektirmektedir.

Çizelge 6.7 : Kentsel dönüşüm projelerinde geleneksel yöntem/ UBUP karşılaştırması.

Denetim Başlığı	ilgili model	CAD (Geleneksel Yöntem)	BIM Model
yıkım tekniği belirleme	mevcut yapı modeli	varsayım ile belirleniyor	analiz sonucu
atık malzeme miktar hesaplama	mevcut yapı modeli	tahmini	analiz sonucu
alternatif proje üretimi	mimari model	max 2 adet	min 5 adet
şehir silüet kontrolü	mimari model	yapılmıyor	yapılıyor
imar durum kontrolü	mimari model	manuel	otomatik
yapısal kontrol	yapısal model	manuel	otomatik
Proje bilgileri kontrol	tümleşik model	yapılamaz	otomatik
malzeme uygunluk kontrolü	tümleşik model	manuel	otomatik
tesisat proje kontrolü	mep model	Yapılmıyor (detay)	otomatik
elektrik proje kontrolü	mep model	Yapılmıyor (detay)	otomatik
enerji analizleri	tümleşik model	yapılamıyor	otomatik
imar yönetmelik doğrulaması	tümleşik model	manuel	otomatik
çevresel etki değerlendirmeleri	tümleşik model	yapılamıyor	otomatik
iş güvenliği	tümleşik model	yapılamıyor	simülasyon
trafik simülasyonu	tümleşik model	yapılamıyor	simülasyon
revizyon kontrolleri	tümleşik model	yeniden manuel	otomatik

IWES 2012 4. Atık Teknolojileri Sempozyumu’nda sunulan verilerine göre 1m³ atığın %60’ından faydalanılabilmektedir. Önerilen UBUP ile bu oranın teorik olarak %100’e ulaşması hedeflenmektedir. Çünkü mevcut modelin oluşturulması ile atık malzeme miktarlarının kesin olarak belirlenmesinin yanında uygun yıkım metodu da belirlenecek ve atık malzemelerin en iyi şekilde ayrıştırılıp değerlendirilebilmesi için gereken tüm simülasyonlar yapılabilecektir. Mevcut durumda geleneksel yöntemlerde yapılan yıkımlarda, yıkım tekniği ve planlama teknik veriler doğrultusunda belirlenmediği için, geri dönüşümde kullanılması planlanan ve sökülerek yıkımdan ayrılması gereken malzemeler belirlenememekte, yıkıntının

ayrıştırılabilmesi ve istiflenebilmesi için gereken zaman ve lokasyon da planlanamamaktadır. Yapılan vaka çalışmaları sonucunda, doğru yıkım metodu uygulandığında, atık malzemelerin plansız bir şekilde değerlendirilmeye çalışılmasına oranla %70'in üzerinde bir fayda sağlanmaktadır (Cheng ve Lauren, 2013). Malzemelerin şantiyede kategorik olarak ayıklanması ve istiflenmesi, atık malzemenin nakliyesi ile ilgili şantiye düzeni kurulması, satış stratejisinin belirlenmesi gibi önlemler bu etkinliği sağlamaktadır. 2.7. bölümde değinilen 3 çalışma ile birlikte (Solis-Guzman ve diğ., Cheng ve Lauren, Jalali) *IWES 2012 4. Atık Teknolojileri Sempozyum'nda* sunulan atık malzeme miktarı hesaplama yöntemlerinin yerine, pilot projede, BIM modeli ile, yıkım safhasında ortaya çıkan atık miktarları otomatik olarak hesaplanmıştır. Geleneksel yöntemle yürütülen kentsel dönüşüm projelerinde kapı ve pencere kasalarının tamamı ile mevcut donatının %20'si geri dönüşümde değerlendirilmektedir (Çizelge: 6.10). Önerilen BIM modelde ise bu oranı önemli ölçüde artırabilmek mümkündür. Çünkü üretilen mevcut model sayesinde bu atıkların mevcut miktarları kesin olarak tespit edilir. Geleneksel yöntemde beton üretimi için kullanılabilecek duvar, döşeme ve beton atıkları agrega olarak hiç kullanılmamakta, çok düşük oranlarda dolgu olarak değerlendirilmektedir. Pilot projeden alınan bilgiler doğrultusunda oluşan UBUP / Geleneksel yöntem karşılaştırma tablosu ortaya çıkmıştır (Çizelge 6.10). Buna göre teklif projesi ve ruhsat projesi hazırlanırken geleneksel yöntemde 5-6 kat daha fazla zaman harcanmıştır. İnşaat ruhsatı alma süresinde de teorik olarak 105 günlük bir fark ortaya çıkmıştır. Ayrıca 2. Bölümde ayrıntılı olarak değinilen BIM'in çalışmaları yok etmesi, -incelenen vaka çalışmalarında % 10 (CIFE, 2007) civarı fayda sağlanan çakışma kontrolleri pilot proje için %3 olarak hesaplanmıştır.

bahar apt_rev0316.rvt - Schedule: beton metraj

Properties	Parameters	Columns	Rows	Titles & Headers	Appearance	Element
Material Name:	Format Unit	Insert Delete Resize Hide Unhide All	Insert Delete Resize Merge Unmerge	Clear Group Ungroup Cell	Shading Borders Reset Font	Align Horizontal Align Vertical Highlight in Model
Schedule Properties						
Project Browser - bahar apt_rev0316.rvt						
Legends						
Schedules/Quantities						
beton metrajı						
paslanmaz çelik metrajı						
kısı metrajı						
kapı metrajı						
küpeste metrajı						
parke metrajı						
perçeme metrajı						
prekast cephe						
sva ve bova metrajı						
Properties						
Schedule						
Schedule: beton metrajı Edit Type						
Identity Data						
View Template <None>						
View Name beton metrajı						
Dependency independent						
Phasing						
Phase Filter Show All						
Phase mevcut						
Other						
Fields Edit...						
Ready Main Model						

Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Column	Concrete-Rec	Concrete-Rect	Level 4	5.49 m²	0.51 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Column	Concrete-Rec	Concrete-Rect	Level 4	5.49 m²	0.51 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Column	Concrete-Rec	Concrete-Rect	Level 4	5.49 m²	0.51 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Column	Concrete-Rec	Concrete-Rect	Level 5	5.49 m²	0.51 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Column	Concrete-Rec	Concrete-Rect	Level 5	5.49 m²	0.51 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Column	Concrete-Rec	Concrete-Rect	Level 5	5.49 m²	0.51 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Column	Concrete-Rec	Concrete-Rect	Level 5	5.49 m²	0.51 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Column	Concrete-Rec	Concrete-Rect	Level 5	5.49 m²	0.51 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Column	Concrete-Rec	Concrete-Rect	Level 5	5.49 m²	0.51 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Column	Concrete-Rec	Concrete-Rect	Level 5	5.49 m²	0.51 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Column	Concrete-Rec	Concrete-Rect	Level 5	5.49 m²	0.51 m³
Floor					280.35 m²	26.08 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Floors	Floor	Floor döşeme	Level 1	238.96 m²	35.84 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Floors	Floor	Floor döşeme	Level 2	344.56 m²	51.68 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Floors	Floor	Floor döşeme	Level 3	344.56 m²	51.68 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Floors	Floor	Floor döşeme	Level 4	344.56 m²	51.68 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Floors	Floor	Floor döşeme	Level 5	344.56 m²	51.68 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Floors	Floor	Floor döşeme	Level 6	344.56 m²	51.68 m³
Footing-Rectangular					1961.76 m²	294.26 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Foundations	Footing-Recta	Footing-Rectan	Level 7	7.02 m²	0.97 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Foundations	Footing-Recta	Footing-Rectan	Level 7	7.02 m²	0.97 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Foundations	Footing-Recta	Footing-Rectan	Level 7	7.02 m²	0.97 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Foundations	Footing-Recta	Footing-Rectan	Level 7	7.02 m²	0.97 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Foundations	Footing-Recta	Footing-Rectan	Level 7	7.02 m²	0.97 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Foundations	Footing-Recta	Footing-Rectan	Level 7	7.02 m²	0.97 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Foundations	Footing-Recta	Footing-Rectan	Level 7	7.02 m²	0.97 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Foundations	Footing-Recta	Footing-Rectan	Level 7	7.02 m²	0.97 m³
Concrete - Cast-in-Place Concrete	Structural Foundations	Footing-Recta	Footing-Rectan	Level 7	7.02 m²	0.97 m³
Total					63.18 m²	8.36 m³
Total					2395.29 m²	329.09 m³

Şekil 6.12 : Pilot proje mevcut model betonarme metrajı.

-incelenen projelerde pilot projeye yakın inşaat alanı olanlar dikkate alınmış ve tesisat sistemleri daha fazla olduğu için onlara göre de oran düşük tutulmuştur - Geleneksel yöntemde hiçbir modelleme yapılmadığı için, hafriyat ve tabliye betonlarının dökümünde yaşanan trafik problemleri ve çakışmalardan dolayı günlük 650 tl rutin gideri olan şantiyede, toplamda 35 gün imalat yapılamamıştır.

BIMBAK - BIM BAK

Architecture Structure Systems Insert Annotate Analyze Massing & Site Collaborate View Manage Add-Ins BIMCoder Suites Bonus Tools 1 Bonus Tools 2 CSC Integration Modify

Properties Walls Family and... Format Unit Calculated Insert Delete Resize Hide Unhide All Merge Insert Clear Group Ungroup Shading Borders Reset Font Align Horizontal Align Vertical Highlight in Model

Properties Parameters Columns Rows Titles & Headers Appearance Element

Modify Schedule/Quantities

Project Browser - bahar apt_rev0316.rvt

- beton metrajı
- cam metrajı
- gasbeton metrajı
- kapi metrajı
- kazı metrajı
- küpeste metrajı
- Mevcut Yapi Duvar Metrajı
- parke metrajı
- pencerer metrajı

Properties

Schedule

Schedule: Mevcut Yapi Duvar M Edit Type

Identity Data

View Template <None>

View Name Mevcut Yapi Duvar ...

Dependency Independent

Phasing

Phase Filter Show All

Phase mevcut

Other

Fields Edit...

Filter Edit...

Properties help Apply

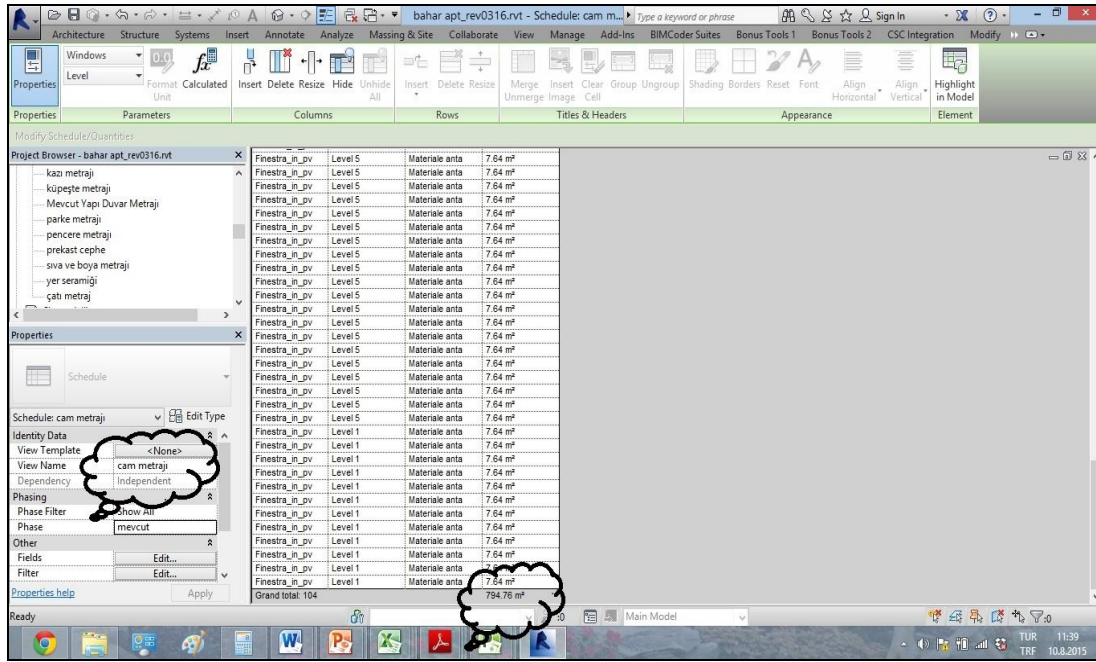
<Mevcut Yapi Duvar Metrajı>				
A	B	C	D	E
Family and Type	Area	Volume	Width	Length
Basic Wall: me	36.60 m²	10.29 m³	300	14300
Basic Wall: me	64.50 m²	18.83 m³	300	23300
Basic Wall: me	32.10 m²	8.59 m³	300	14300
Basic Wall: me	56.40 m²	15.71 m³	300	23300
Basic Wall: me	36.60 m²	10.29 m³	300	14300
Basic Wall: me	57.30 m²	15.98 m³	300	23300
Basic Wall: me	32.10 m²	8.59 m³	300	14300
Basic Wall: me	56.40 m²	15.71 m³	300	23300
Basic Wall: me	36.60 m²	10.29 m³	300	14300
Basic Wall: me	57.30 m²	15.98 m³	300	23300
Basic Wall: me	32.10 m²	8.59 m³	300	14300
Basic Wall: me	56.40 m²	15.71 m³	300	23300
Basic Wall: me	36.60 m²	10.29 m³	300	14300
Basic Wall: me	57.30 m²	15.98 m³	300	23300
Basic Wall: me	32.10 m²	8.59 m³	300	14300
Basic Wall: me	56.40 m²	15.71 m³	300	23300
Basic Wall: me	28.36 m²	8.39 m³	300	11300
Basic Wall: me	46.06 m²	13.85 m³	300	20300
Basic Wall: me	19.54 m²	6.17 m³	300	11300
Basic Wall: me	42.16 m²	12.96 m³	300	20300
Grand total: 20	872.92 m²	246.46 m³		

Main Model

TUR 12:03
TEB 10.8.2015

Şekil 6.13 : Pilot proje mevcut model duvar metrajı.

Değerlendirilebilecek atık malzemelerden; beton, donatı çeliği, duvar yıkıntıları, pencere, kapı ve cam ile ilgili listeler UBUP ile uyumlu olarak Autodesk Revit'te hazırlanmıştır (Şekil: 6.12, 6.13 ve 6.14).



Şekil 6.14 : Pilot proje mevcut model cam metrajı.

Geleneksel yöntemlerde mevcut atık malzemenin %30'unun değerlendirilebildiği tabloya yansıtılmıştır (Cheng ve Lauren, 2013). Kapı metrajları adet olarak hesaplandığından, her iki yöntemde de aynı miktarda atık kapı elamanı hesaplanmıştır (114 adet). ÇŞB verilerine göre, ortaya çıkan atık malzemelerden; agrega oluşumunda hammadde olarak kullanılacak betonarme ve duvar atıklarının ekonomik kazancı hesaplanmış, Toplam atık donatı miktarı ise İMO'nun yapı yaklaşık maliyet hesabı doğrultusunda 0.38 kg/m² verisi ile hesaplanmıştır (Ek: D). Geleneksel yöntemde mevcut yapının toplam alanı kesin olarak belirlenememektedir. Çizelge 6.6 ve 6.7 den anlaşılacağı üzere pilot proje özelinden bir genelleme yapıldığında önerilen UBUP ile somut faydalar sağlanmaktadır. Bu faydalar proje paydaşlarının bütünü için geçerlidir. Hem işverene, hem kontrol ve onay veren kurumlara hem yüklenicilere hem de çevreye ciddi faydalar sağlamaktadır.

Bunlarla birlikte, kentsel dönüşüm projelerinde ortaya çıkan molozların geri dönüşümü için de BIM, çok iyi fırsatlar sunmaktadır. ÇŞB verilerine göre 20 yılda 6,5 milyon konutun yenilenmesi hedeflenen süreçte 2 milyar ton civarında moloz ortaya çıkacak, bunun yaklaşık %90'ı çelik ve beton atığı olacaktır. Bu %90 hurdamın da binde 6 kadarı donatı çeliği olacaktır. Çıkan hurda çelik miktarının minimum 6 milyon ton civarında olacağı hesaplanmaktadır. Ortalama 600 TL civarında olan hurda çeliğin tonu ile hesaplama yapıldığında atık çelikten elde edilecek katma değer yaklaşık 3.6 milyar TL olacaktır.

Çizelge 6.8 : Pilot proje geleneksel yöntem / UBUP karşılaştırması.

Başlık	Birim ve/veya fiyat	UBUP	Geleneksel Yöntem
Teklif hazırlama süresi	hafta	0,5	3
Belediye projesi hazırlanma süresi	hafta	1	5
Yıkım yönteminin belirlenmesi		Yapılıyor	Yapılmıyor
İnşaat ruhsatı alma süresi	gün	15	120
Şantiye atık biriktirme sahalarının tayini		Yapılıyor	Yapılmıyor
Atık değerlendirme stratejisi		Var	Yok
Proje üretim maliyeti	tl	9000.00 ₺	45000.00 ₺
Çakışma sebebiyle yıkım ve tekrar yapım maliyeti	m ² *1500 tl	0.00 ₺	105000.00 ₺
İş takviminin uzaması nedeniyle oluşan giderler (35 gün)	gün*650 tl	0.00 ₺	22750.00 ₺
Geri Dönüşüm			
Beton hammadde miktarı	m ³	329,09	0*
Donatı çeliği miktarı	ton	42,5	25
Yıkıntı duvar malzeme	m ³	210	73,938
Cam	m ²	404,6	238.428
Kapı	adet	114	114
Pencere	m.tül	476,85	280,5
Toplam geri dönüştürülmüş agrega fiyatı	ton/m ² (5 tl)	1725.94 ₺	0 ₺
Toplam geri dönüştürülmüş donatı çeliği fiyatı	ton (600 tl)	25500.00 ₺	15000.00 ₺

*Geleneksel yöntemlerle yürütülen kentsel dönüşüm projelerinde beton ve duvar atıkları agrega hammaddesi olarak kullanılmamakta moloz olarak atılmaktadır.

Hurda beton miktarının ise -betonun niteliği belirlenerek; her 1000 kg için 1 kilo numune alınıp tasnif yapılması ile- yaklaşık 1 milyar 900 bin ton civarında olması beklenmektedir. Hurda, beton üretiminde agrega üretiminin hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Hurda betonun ton fiyatının 2014 yılı hammadde endeksine göre 5 tl civarında asgari bir düzeyde olması beklenmektedir. Böylece, hurda betondan elde

edilecek katma değer yaklaşık 9.5 milyar TL civarında gerçekleşecektir. Bu hesaplama ile kentsel dönüşümde minimum düzeyde 13.1 milyar TL’lik bir gelir yaratılabilir (Yürek, 2013). Bahsedildiği gibi bu geri dönüşümün sağlanabilmesi için kentsel dönüşüm projelerinin detaylı olarak modellenmesi ve doğru proje yönetiminin uygulanması gerekmektedir. Hesaplanan moloz miktarları minimum seviyelerdedir (Çizelge: 6.8).

Çizelge 6.9 : ÇŞB verileri doğrultusunda geri dönüşümden beklenen katkı miktarları.

Birim ve fiyat	Geleneksel Yöntem(*)	UBUP
Adet (konut)	6,500,000.00	6,500,000.00
ton (beton atık)	1,176,470,588.24	2,000,000,000.00
m ³ /m ²	1,117,647,058.82	1,900,000,000.00
Ton(çelik atık)	3,529,411.76	6,000,000.00
Beton ton/m ² (5 tl)	5,588,235,294.12	9,500,000,000.00 ₺
Çelik ton (600 tl)	2,117,647,058.82	3,600,000,000.00 ₺
TL	7,705,882,352.94 ₺	13,100,000,000.00 ₺

(*)Cheng ve Lauren’e göre atık malzeme yönetimindeki verimlilik, BIM uygulamalarıyla yapıldığında %70 ‘in üzerinde artmaktadır. Tabloda, ÇŞB verilerinin teorik olduğu düşüncesinden yola çıkılarak maksimum atık verimliliğinin UBUP ile sağlanabileceği belirlenmiştir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kentsel dönüşüm süreci Türkiye için hem fırsat hem de risklerle doludur. Fırsattır, çünkü mimarlık mühendislik hizmeti almamış yaklaşık 6-7 milyon konutun 20 yılda yenilenmesi planlanmaktadır (Url-16). Diğer yandan da risklidir çünkü, doğru planlanmayan kentsel dönüşüm uygulamalarıyla, başlanan noktaya geri dönülebilir. Kentsel dönüşüm projelerini bir fırsata dönüştürmek için dünyadaki teknolojik gelişmelerden faydalanmak gerekmektedir. Böylesine büyük çaplı inşaat projeleri için planlı ve iyi yönetilebilir uygulamalar geliştirmek gerekir. Kentsel dönüşüm projelerini bütüncül proje teslim yaklaşımı (IPD) ile ele almak gerekmektedir. Çünkü dönüşüm projeleri çevre etkileşimleri çok ciddi boyutlarda olan projelerdir. Ayrıca yeni bir uygulama yapılırken çağın gerekliliklerini de karşılayacak eski yapı stokunda bulunmayan donatıların da proje kapsamına alınması gerekmektedir. Tüm bunlarla beraber diğer tüm sektörlerde olduğu gibi kentsel dönüşüm projelerinin çevreye olan etkilerinin de iyi ve doğru analiz edilmesi gerekmektedir. Örneğin; GYODER'in hazırladığı 2023 gayrimenkul vizyon raporuna göre 2012-2023 yılları arasında yaklaşık 6.7 milyon konutun üretileceği tahmin edilen Türkiye'de (Cushman & Wakefield, 2014) tüm yapılar yeşil bina olarak inşa edilirse yaklaşık olarak 25 milyar\$ enerji tasarrufu sağlanabilir (Alhanlıoğlu ve Çamlıbel, 2012). 144 milyon kW saat/yıl kapasiteli bir hidroelektrik santralin yatırım maliyetinin 100 milyon\$ olduğu düşünülürse elde edilecek kaynak 250 adet hidroelektrik santralin yapımına eşdeğer olacaktır (Çamlıbel, 2011). Yeşil binaların tasarımı ve yapımı ile ilgili düzenlenen LEED, BREAM gibi organizasyonlar, etkin bir yeşil bina tasarımı için BIM'in vazgeçilemez olduğunu, geleneksel yöntemlerle etkin bir yeşil bina tasarımı ve yapımının yapılamayacağını kabul etmişlerdir. BIM ile gerçekleştirilecek kentsel dönüşüm projeleri sayesinde projeler gerçekte inşa edilmeden önce sayısal olarak inşa edilir ve tüm tetkikler sağlıklı ve doğru bir şekilde yapılabilir. Trafik düzenlemelerinden yeni yapılaşmanın şehrin su ve elektrik şebekesine etkisi ve hatta şehrin silüetini bozup bozmadığı analizi de yapılabilir. Böylece eski yapı stokunun olduğu bölgeler doğru projelerle sağlıklı bir yapıya kavuşmuş olur. Kentsel dönüşüm sürecinin çok hızlı şekilde ilerlediği Türkiye'de şu ana kadar bu büyük hacimdeki

projelerin yürütülmesine ilişkin kapsamlı bir mevzuat ile bu projelerin hangi yöntemle projelendirilip, ne şekilde onaylanıp kontrol edileceğine dair bir yöntem geliştirilemediği ortaya konmuştur.

Tezin 1. Bölümünde tanımlanan amaçlar yeniden hatırlanacak olursa:

- i. İnşaat sektöründe kentsel dönüşüm projelerinin örnek alınabileceği, BIM ile bütünleşik, uygulama yönetmeliğine altlık olabilecek yönetmelik önerisi geliştirmek.
- ii. Kentsel dönüşüm ve depreme dayanıklı yapı tasarımı için inşaat aşamalarını bütüncül bir çerçeve içerisinde değerlendirip bu durumun somut faydalarını ortaya koymak.
- iii. Kentsel dönüşüm projelerinin enerji etkin projeler haline getirilebilmesi için gerekli olan tasarım teknolojilerini uygulanabilir hale getirip hızlı bir biçimde inşa edilmesini sağlayacak yöntem ortaya koymak.
- iv. Kentsel dönüşüm projelerinde ortaya çıkan atık malzemelerin yeniden kullanılmasına olanak verecek ve bunların planlı bir şekilde –kamu kurumlarının envanterine de girecek şekilde- değerlendirilmesini sağlayacak uygulamalar için öneri geliştirmek.
- v. BIM'in genel faydalarının ve yapım sektöründeki bu yeniliğin, ilgili akademisyenler ve profesyoneller tarafından farkındalığının oluşturulmasına katkı vermek. Bununla birlikte BIM'e geçişin kaçınılmaz olduğu çağımızda yapım sektöründeki tüm paydaşlara BIM ile ilgili özet bir Türkçe kaynak oluşturmak.
- vi. Türk inşaat sektörü için BIM mevzuatıyla ilgili adımlar atılmasına katkıda bulunmak.

Amaçlanan hedefler doğrultusunda hazırlanan UBUP ve vaka çalışmasının sonuçları şöyle sıralanabilir:

- i. İnşaat sektöründe kentsel dönüşüm projeleri özelinde Ulusal BIM uygulama planı (UBUP) önerisi geliştirilmiş, tüm süreç ve içerik açıklanmıştır.
- ii. Mevcut durumda geleneksel yöntemlerle yürütülen kentsel dönüşüm çalışmalarının depreme hazırlık odaklı ve aynı zamanda çevreye duyarlı ve çevre ile dost projeler olarak üretilemedikleri ortaya konmuş, bu durumun UBUP ile tersine çevrilebileceği açıklanmıştır.

Çizelge 7.1: Önerilen UBUP modeli.

UBUP		
SÜREÇLER	İŞLEMLER	PAYDAŞLAR
Fizibilite	Kentsel dönüşüm alanının imar durumu Proje alternatiflerinin üretilmesi Yapı Yaklaşık Maliyet hesaplamaları Çevresel etkilerin hesaplanması	Mal sahibi Mimar Mühendis Yüklenici
Modelleme	Mevcut model Topografik model Mimari model Yapısal model Mekanik elektrik model Uygulama modeli	Mal sahibi Mimar Mühendis Yüklenici
Analiz	Mevcut yapı yıkım analizi Yapısal analiz Enerji analizi Çakışma analizi İş programı analizi Maliyet analizi Görselleştirme Atık yönetimi ve atık değerlendirme	Mal sahibi Mimar Mühendis Yüklenici
Kontrol ve Onay	Mevcut yapı yıkım kontrol ve onayı Zemin raporu ve altyapı şebeke analizleri İmar durumuna bağlı kontroller Statik analiz ve deprem yönetmelik kontrol Tesisat ve bina enerji kontrolleri Simülasyonlar (Trafik, silüet, enerji, atık) Tüm analizlerin kontrolü Çevre ve atık kontrolü	Kamu (kontrol ve Onay)

Gerçek anlamda enerji etkin yapıların tasarlanıp inşa edilebilmesi, yeşil binalar üretilmesi ve uluslararası sertifikaların alınabilmesinin ancak geleneksel proje yönetim süreci alışkanlıklarının bir kenara bırakılıp önerilen UBUP ya da benzeri proje teslim yaklaşımları ile başarılacağı vaka çalışmasından hareketle

genelleştirilmiştir. 25 milyar dolarlık bir enerji tasarrufunun sağlanabilmesinin ilk adımının doğru projelendirme ve analiz olduğu düşünülürse BIM kavramının kentsel dönüşümüne adapte edilmesinin önemi daha iyi anlaşılmış olacaktır.

- iii. Kentsel dönüşüm sürecinin en önemli başlıklarından olan atıkların etkin bir şekilde değerlendirilebilmesinin yolu UBUP ya da benzeri yöntemlerdir. Atık yönetiminde, UBUP ile projelendirilen ve yürütülen kentsel dönüşüm süreci, geleneksel yöntemle oranla %70 daha verimlidir.
- iv. Bakanlık verilerine göre dönüşümü planlanan 6.500.000 konutun yeniden yapılması süreci Türkiye için hayati öneme sahiptir ve bu dönüşümün nitelikli mimar-mühendis ve yükleniciler ile yapılmasının yanında doğru projelendirme için gerekli tüm analiz ve simülasyonların yapılması gerekmektedir. Bunun yapılabilmesinin en kolay yolunun BIM destekli süreç modellerinin uygulanmasının olduğu düşünülmektedir.
- v. Hedeflenen bu çok büyük ve önemli hedefin kontrol ve onay süreçlerinin de sağlıklı ve olabildiğince hızlı yürütülebilmesinin tek yolunun tümleşik proje teslim yaklaşımı olduğu ve Tümleşik Proje Yönetimi (TPY) uygulamasının yapılan literatür çalışmaları doğrultusunda BIM ile gerçekleştirilebileceğinin altı çizilmiştir. Üretilen UBUP bu doğrultuda tasarlanmıştır.
- vi. Önerilen UBUP ile kentsel dönüşüm projelerinin yapım aşamasında trafik problemleri, çakışmalar ve hatalı projelendirme neticesinde ortaya çıkan iş kayıplarının da önüne geçilmiş olunacaktır.

Çizelge 7.2: Modelin katkıları.

UBUP Modeli Katkıları			
A. Akademik Katkıları			
1. BIM uygulama planı (UBUP) ve bu planın büyük ölçekli projelere uygulanabilirliği için öneri geliştirilmesi			
2. BIM uygulama planında tanımlanan 6 modelden birisi olan "mevcut yapı modeli" kavramı ve bu modelin proje, kontrol ve simülasyonlarda kullanımı			
3. Atık değerlendirme ve yönetimi için BIM'in etkin bir araç olarak kullanımının yöntemleri			
4. Bütüncül/tümleşik proje teslim yaklaşımı için bir yöntem önerisinin tanımının yapılmış olması.			
B. Sektörel Katkıları			
1. Süreç Açısından Faydaları	2. Çevre ve İş Güvenliği Açısından	3. Paydaşlar Açısından	4. Şehircilik açısından
Fizibilite aşaması	Atık yönetimi ve atık değerlendirme	Kamu kurumları (Kontrol ve onay)	Şehir bölge planları oluşturulması
Proje geliştirme aşaması	Yeşil bina sertifikasyonu	Mal sahibi (işveren)	Master ulaşırma planları oluşturulması
Yıkım Aşaması	Yıkım yöntemi simülasyonu	Proje Müellifleri (Mimar & mühendis)	Kültür ve tabiat varlıklarının korunması
Yapım Aşaması	Trafik kontrol simülasyonu	Yüklenici	Şehir silüet simülasyonlarının yapılması
Kontrol ve onay aşamaları	İş sağlığı ve güvenliği / Şantiye önlemleri		
C. İleriye Yönelik Çalışmalara Olan Katkıları			
1. BIM ve geri dönüşüm kavramları arakesitinde yapılacak olan araştırma ve çalışmalar			
2. Mevcut yapı modeli ve "lazer tarama" cihazlarının BIM tabanlı kullanımı			
3. Avan proje ya da uygulama projesi ile yapım projesi gerçekleştirmenin karşılaştırılması			
4. Kentsel dönüşüm alanlarındaki yapım projelerinin çevreye olan tüm etkileri ve bunların aşılması ile ilgili araştırma ve çalışmalar.			

Tezin ortaya çıkardığı sonuçlar doğrultusunda literatüre ve sektöre katabileceği faydalar da şöyle özetlenebilir :

Literatüre olan katkıları :

- BIM ve kentsel dönüşüm arakesiti ile ilgili çalışmanın yapılması ‘mevcut yapı BIM modeli’ kavramının ortaya konması ve bu model ile önemli analizlerin yapılabilmesi.

- ii. UBUP'un kentsel dönüşüm örneğinden hareketle diğer tüm projelere altlık olması ve BIM'in diğer tüm yapım projelerinde kullanılması ve geliştirilmesi.
- iii. UBUP ile yıkım tekniklerinin analitik olarak belirlenip gerekli güvenlik önlemlerinin simülasyon yöntemleriyle alınabilmesi ve kentsel dönüşümdeki yıkım sürecinin iş ve çevre sağlığı gözetilerek yapılabilmesinin sağlanması
- iv. Yaklaşık 2 milyar ton civarında olacağı tahmin edilen atık malzemenin değerlendirilebilmesi için gerekli olan teknoloji ve organizasyonun, açıklanan UBUP ile sağlanması.
- v. UBUP'ta tanımlanan şekli ile bütüncül proje teslim yaklaşımının somut bir hale bürünmesi (Çizelge: 7.1).

Sektöre ve pratiğe katkıları :

- vi. Kontrol ve onay mercilerinin iş yükünün azalması ve projelerin ruhsat süreçlerinin kısılması.
- vii. Kontrol ve onay mercilerinin UBUP doğrultusunda oluşturulacak 6 model ile analiz ve kontrollerin kolaylıkla yapılabilecek olması.
- viii. UBUP'ta tanımlanan mimari, yapısal ve mekanik-elektrik modeller sayesinde malzeme kalitesinin ve uygunluğunun denetlenebilmesi
- ix. Avan proje üzerinden ruhsat verilip, inşaata başlanması sendromuna bir son verilebilmesinin UBUP modelleri ile sağlanması.
- x. UBUP'ta tariflenen şekliyle yapılacak olan atık yönetimi ile çevreye en az zararın verilmesi ve ortaya çıkan atık malzemenin değerlendirilmesi ile birlikte 13.1 milyar TL'lik bir kaynak yaratılabilmesi (Çizelge: 7.1).

7.1 Çalışmanın Uygulama Alanı ve Sonraki Çalışmalar

Bu tezde, dünyanın gelişmiş pek çok ülkesinde olduğu gibi, BIM'in yapı sektörüne adaptasyonu için BIM uygulama planı (UBUP) önerilmiştir. Diğer örneklerde olduğu gibi bu çalışmada pilot alan olarak kentsel dönüşüm projeleri seçilmiştir. 17 Ağustos 1999 Marmara depreminin ardından sağlıksız yapı stokunun yarattığı sorunlarla yüzleşen Türkiye'de ilgili tüm kurumlar ve sivil toplum örgütlerinin de baskısıyla 6306 sayılı "Afet riski altındaki alanların dönüştürülmesi" yasası yürürlüğe

konmuştur. İlgili bu yasanın getirdiği teşvik ve imkânlarla şu an ve yakın gelecekte Türk inşaat sektöründe önemli bir paya sahip olması beklenen kentsel dönüşüm projelerinde UBUP'un uygulanmasıyla, yapım sektörü, BIM yetkinliği bulunan insan kaynağına yönelecek ve piyasadaki BIM uzmanlarının ve profesyonellerinin sayısı hızla artacaktır. Kentsel dönüşüm projelerinin pek çok teşvik avantajları göz önüne alındığında dönüşüm projeleri ile iştigal eden ve edecek olan yüklenici firmalar, projelerini BIM tabanlı olarak yapmak zorunda kalacaklar ve bütüncül proje teslim yaklaşımıyla ruhsat almaya gayret edeceklerdir. Bu sayede kamu kurumlarının kontrol ve denetleme kalite seviyelerinde niteliksel ve niceliksel gelişmeler yaşanacaktır. Tüm yapıların ruhsat süreçleri adaletli olarak yürütülecek ve şeffaflık artacaktır. Bu sürecin 'kazan – kazan' tipi bir etkileşim yaratması beklenmektedir. Proje teslimi yapan yüklenici ve işverenler, hatalarını kendileri de belirleyebilme imkânına kavuşacaklardır. Düzeltme işleri de çok kısa sürelerde yapılabilecek ve yapı ruhsatı ile ilgili sorunlar azalacaktır. Ayrıca yine bu çalışmada, üzerinde durulduğu gibi BIM ile proje teslim yaklaşımında projenin nihai inşaat maliyeti de otomatik olarak belirlenebildiğinden kamu otoritesi, firmaların projeyi gerçekleştirebilme kabiliyetlerine göre ruhsat verebilecekler böylece inşaat firmaları arasında hakkaniyetli bir rekabete imkân tanınmış olacaktır. Küçük ve yatırımı az olan firmalar, büyük işleri yapamayacak her firma kendi büyüklüğü nispetinde iş yapacaktır. Bu aynı zamanda arsa sahiplerini koruyucu bir tedbir olacaktır. Çalışmada kentsel dönüşüm projeleri baz alınmıştır. İmara yönelik yeni mevzuatlarda pilot bölge/çalışma ya da proje seçilmesi uygulamanın sağlıklı bir şekilde işlemesi için iyi bir yöntemdir.

BIM'in kentsel dönüşüm projelerine adaptasyonu ve bu adaptasyonu sağlayacak mevzuat dışında aşağıdaki çalışmalar da akademik düzeyde yapılabilir :

- BIM ile atık yönetiminin arakesitinde yapılacak çalışmalar BIM programlarına entegre alt programlar yaratılması (Şantiye yerleşimi, atık malzeme miktarının belirlenmesi vs.)
- Mevcut yapı modelinden hareketle hızla gelişen bir teknoloji olan lazer tarama araçları ile mevcut yapıların otomatik olarak 3 boyutlu taramalarının BIM programlarında analizleri ile ilgili çalışmalar

- Avan proje ile yapım projelerine başlanmasının sonuçları; mal sahibine, yükleniciye, kamu kontrol birimlerine ve çevreye etkileri.
- Kentsel dönüşüm alanı olarak ilan edilmiş büyük lokasyonlardaki projelerde çevresel etkilerin (trafik, kirlilik, şehir silueti vb.) simülasyonlarının BIM ile gerçekleştirilebilmesi üzerine çalışmalar (Çizelge: 7.1).

Tüm bunların ötesinde, asıl amaç Türkiye’de tüm inşaat projelerinin BIM formatında projelendirilmesi ve yönetilmesi olmalıdır. Bu amaç kentsel dönüşüm projeleri gibi Türk inşaat sektörünün önümüzdeki 20 yılına damga vurması beklenen projelere yönelik olarak başlarsa etkin bir şekilde devam edebilir. Tümevarım ile kentsel dönüşüm projelerinde BIM ile ilgili olarak getirilen uygulama planı başarılı olduğunda kamu projeleri ve özel sektör projelerinin de zamanla bu kapsama dahil edilmesi beklenmektedir. Önerilen BIM uygulama planı kentsel dönüşüm özelinde birtakım kurallar ve yöntemler geliştirirken bu yöntemler rahatlıkla diğer inşaat projelerine de uygulanabilir. Nihai hedef de bu olmalıdır. Kentsel dönüşüm projelerinde başarılı olacak BIM uygulama planı zaten sektördeki diğer tüm proje tipleri tarafından da talep edilecektir. Doğru ve kesin tasarım imkânı, hızlı alternatif proje üretebilme, doğru maliyet tahmini yapabilme kabiliyeti, 3 boyutlu sanal gerçek proje sunumu gibi inşaat projelerinin tüm paydaşlarının lehine olan gelişimler bu talebi tetikleyecektir. Türkiye’de süreç içerisinde tüm kamu ve özel kuruluşların tüm yapım projelerinde BIM kullanma olanağına kavuşmaları aynı zamanda yeni bir istihdam da yaratacaktır. Ciddi bir eğitim gerektiren ve nitelikli insan gücü ile gerçekleştirilebilecek BIM yönetimi için firmalar ve kurumlar BIM uzmanları istihdam edecekler sektördeki profesyoneller de kendilerini bu alanda yetiştirip yeni bir istihdam sahası oluşturacaklardır. Bu çalışmanın giriş bölümünde belirtildiği gibi inşaat sektörü, diğer tüm sektörlerin yıllardır uyguladığı endüstrileşebilme olgusunu BIM sayesinde başaracak, bu sayede yapım sektöründe de robotik üretime geçişin kapılarının da açılacağı düşünülmektedir. İş kazalarının en çok yaşandığı sektörde, riskli tüm imalatlar robotlar yardımıyla yapılabilecektir. Bu sayede projelerin niteliği artacak, daha hızlı proje üretililebilecek ve iş hacimleri artacaktır.

7.2 Öneriler

Tüm batılı ülkelerin geçiş için hazırlıklarını yaptığı, bazılarının artık tamamen geçtiği BIM ile yapım projelerinin üretimi ve yönetilmesi ile ilgili olarak Türkiye de gereken

adımları atmalıdır. Bu konu bir an önce ilgili kurumlar tarafından ele alınmalıdır. Bu çalışma işte bu gerekliliğe bir öneri sunmak amacını taşımaktadır. Yapım projeleri maliyet ve iş gücü olarak büyük çaplıdır. Dolayısıyla yapım sektöründe yapılacak düzenlemeler de belirli bir akış içerisinde yapılmalıdır. Tepeden inme, zorlama kurallar sektör tarafından benimsenmez ve uygulamada sorunlar yaratır. Önerilen model bu sebeple yalnızca kentsel dönüşüm projeleri temel alınarak hazırlanmıştır. Türkiye’de, mevcut durumda, kentsel dönüşüm projeleri tezde de yer alan şekliyle “bina yenileme” olarak algılanmakta ve uygulanmaktadır. Bu durum kentsel dönüşümün hedefleriyle bağdaşmamaktadır. Çünkü dönüşümün büyük alanlar için planlanıp bu büyük alanlarla ilgili ciddi fizibilite ve proje çalışmaları yapılması gerekmektedir. Ayrıca en alt seviyede, ada bazında yapılacak kentsel dönüşüm projeleriyle küçük projelerin birbiri ardına başlaması ve yapım işlerinin çevreyi olumsuz yönde etkilemesinin de önüne geçilecektir (lojistik nedenler, şantiye kurulumu için yetersiz alanlar vs.). Dolayısıyla kentsel dönüşüm projelerinin en küçük alan olarak ada bazında düşünülmesi ve büyük alanlarla ilgili kentsel dönüşüm projeleri yapılması ve bu projelerin de BIM ve benzeri gelişmiş proje yapım yönetim teknikleri ile yürütülmesi gerekmektedir.

Türkiye iyi ve etkin bir çalışma ile BIM uygulama planının belirli bir süreç dahilinde tüm sektöre uygulanabilmesi için hazırlıklarını yapmalıdır. Kentsel dönüşüm projelerinde görülecek aksaklıklar iyi izlenmeli sektörü kapsayacak bütüncül bir plan tüm ilgili birimlerle tartışılarak geliştirilmelidir. İncelenen ve tezde sözü edilen diğer tüm ülkelerin uygulama planları incelenmeli tıpkı onların yaptığı gibi Building Smart gibi kuruluşlardan destek alınmalıdır. BIM’i doğru ve etkin bir şekilde kullanabilmek için üniversitelerle işbirliği yapılmalı, gerekli insan kaynağının yetiştirilmesi için adımlar atılmalıdır. BIM ile bir yapı iki kere inşa edilmektedir. Sayısal boyutta olan inşaat ile projedeki hatalar detaylı bir şekilde tespit edilebilir. Ayrıca çevresel etkiler de rahatlıkla simüle edilebilir. Türkiye’de şu an yürürlükte olan ve uygulanan yapım ve imar ile ilgili yönetmelikler, simülasyon ve analiz ile ilgili maddeler içermemektedir. Çok yüzeysel olarak ısı yalıtımı ile ilgili yaptırımlar mevcuttur. Hâlbuki İstanbul gibi büyük metropollerin de olduğu Türkiye’de yapım aktivitelerinin çok ciddi simülasyonlara tabi tutulması gerekmektedir. Bununla birlikte iş güvenliği ile ilgili gerekli önlemlerin alınabilmesi için gerekli teknolojilerin yönetmeliklere girmesi ve bu teknolojilerle risk tespitlerinin

yapılabilmesi gerekmektedir. Yurt dışı yüklenicilik sektöründe ciddi bir konuma sahip olan Türkiye'nin dış ülkelerde uymak zorunda olduğu yapım ve imar yönetmeliklerinin benzerlerinin Türkiye'de de gündeme gelmesi beklenmektedir. Böylece şu an düzensizlik içerisinde alışlagelmiş yöntemlerle gerçekleştirilen yapım projeleri daha sağlıklı bir yapıya kavuşabilir. Türkiye'de inşaat sektöründe yaşanan yüklenici enflasyonu ve inşaat yapım yönetimi konusunda hiç bir uzmanlığı olmayan firmaların sektöre girmelerinin de önlemi alınmalıdır. BIM benzeri uygulamalar sayesinde zaten uzmanlığı olmayan firmalar fiilen sektöre giremeyeceklerdir. Tıpkı sağlık(tıp) sektöründeki uzmanlık gibi inşaat yapmak isteyen firmalarında ciddi bir uzmanlık geçmişi olması gerekecektir. İnşaat sektörü bu sayede, endüstriyel manada hak ettiği seviyeye ulaşabilecek ve insanlara tüm güvenlik ve konfor şartları simüle edilerek testten geçirilmiş, yaşanılabilir mekânlar yapabilmek için gerekli altyapıya kavuşmuş olacaktır. Bu tez kapsamında geliştirilen ve büyük ölçekli kentsel dönüşüm projelerinde kullanılması hedeflenen, ulusal düzeydeki BIM politikalarını da destekleyeceği düşünülen UBUP model önerisinin kamu kurumları tarafından özellikle mevzuat geliştirilmesi yönünden değerlendirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- AGC Associated General Contractors of America.** (2005). *The Contractor's Guide to BIM*, 1st ed. AGC Research Foundation, Las Vegas, NV
- AIA, American Institute of Architects,** (2013). *Document G202–2013, Project Building Information Modeling Protocol Form*, <http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aia099086.pdf>
- Akintoye, A., and E. Fitzgerald** (2000). "A Survey of Current Cost Estimating Practices in the UK," *Construction Management & Economics* 18(2): 161-172
- Aksamija A., Guttman M., Rangarajan, H. and Meador, T.** "Parametric Control of BIM Elements for Sustainable Design in Revit: Linking Design and Analytical Software applications through Customization" *Perkins+Will Research Journal* 3.1 (2011): 32-45.
- Alshaw, M. ve Ingirige, B.** (2003). Web-enabled project management: an emerging paradigm in construction, *Automation in Construction* 12 (2003) 349 – 364
- Asojo, A. O. & Pober, E. F.** (2009). Building Information Modeling (BIM) Strategies: Pedagogical Models for Interior Design. *Design Principles and Practices: An International Journal*. 3(2), 159-167.
- Australian Department of Treasury and Finance (ADTF).** ,(2006). Project Alliances Practitioners' Guide. <[http://www.dtf.vic.gov.au/CA25713E0002EF43/WebObj/CompleteProjectAllianceGuide/\\$File/Complete%20Project%20Alliance%20Guide.pdf](http://www.dtf.vic.gov.au/CA25713E0002EF43/WebObj/CompleteProjectAllianceGuide/$File/Complete%20Project%20Alliance%20Guide.pdf)> (Jul. 2, 2009)
- Autodesk.** (2014). BIM Uygulama Planı: BIM'in Uygulanması İçin Pratik Bir Sistem alındığı tarih, 20.08.2014
http://www.sayisalgrafik.com.tr/images/yapibilgisistemi/BIM_Uygulama_Planı.doc
- Azhar, S., Nadeem, A., Mok, J.Y.N., and Leung, B.H.Y.** (2008) 'Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects', *Proceedings of the First International Conference on Construction in Developing Countries (ICCIDC-I)*, Karachi, Pakistan, August 4-5.
- Azhar, S.** (2011) Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry ” *Leadership Manage. Eng.*, 11(3), 241–252

- Azhar, S., Khalfan, M., Maqsood, T.** (2012) 'Building information modeling (BIM): now and beyond', *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 12 (4) 15-28
- British Standards Institution (BSI)**, (2010). *Constructing the Business Case: Building Information Modelling*. British Standards Institution and BuildingSMART UK, London and Surrey, UK.
- Barlish, K., Sullivan, K.** (2012). How to measure the benefits of BIM A case study approach *Automation in Construction* 24 (2012) 149-159
- Bazjanac, V.** (2006). "Virtual building environments (VBE)—Applying information modeling to buildings." < <http://repositories.cdlib.org/lbnl/LBNL-56072>>
- Building and Construction Authority** (2013). *Singapore BIM guide version 2* BIM Guide Workgroup on behalf of BCA and the BIM Steering Committee.
- buildingSMART**. (2010). International home of openBIM.
- buildingSMART**. (2012). COBIM - Common BIM Requirement 2012, institute of buildingSMART Finland alındığı tarih, 20.08.2014 <http://www.en.buildingsmart.kotisivukone.com/1> 24.04.2014
- Cerovsek, T.** (2011). A review and outlook for a "Building information model (BIM)": A multi-standpoint framework for technological development, *Advanced Engineering Informatics*, 25, 224-244.
- Chan, A.P.C., Scott, D., Chan, A.P.L.**, (2004). Factors affecting the success of a construction project. *Journal of Construction Engineering and Management* 130, 153–155.
- Cheng, J. C., & Ma, L. Y.** (2013). A BIM-based system for demolition and renovation waste estimation and planning. *Waste management*, 33(6), 1539-1551.
- CIFE - Center For Integrated Facilities Engineering**, (November 22, 2007). CIFE Technical Reports URL <http://cife.stanford.edu/Publications/index.html>
- CRC Construction Innovation**. (2007). Adopting BIM for Facilities Management: Solutions for Managing the Sydney Opera House, Cooperative Research Center for Construction Innovation, Brisbane, Australia.
- Cohen, J.** (2010). Integrated project delivery: Case studies, American Institute of Architects (AIA), Washington, DC, 59.
- Construction Industry Council**, (2011). A report for the Government Construction Client Group, Building Information Modelling (BIM), *Working Party Strategy Paper*.
- Couch, C., Sykes, O., & Boerstinghaus, W.** (2011). Thirty years of urban regeneration in Britain, Germany and France: The importance of context and path dependency. *Progress in Planning*, 75, 1-52. doi: 10.1016/j.progress.2010.12.001
- Cyon Research White Paper**, (2003) *Cyon Research*, The Building Information Model: A Look at Graphisoft's Virtual Building Concept.

- Çamlıbel, E., Alhanlıoğlu, G.** (2012). 2023 yılında Türkiye’de yeşil konutlar., *Ekolojik yapılar ve yerleşimler dergisi*, 10, 42-45.
- Demirsoy, M.S.,** (2006). Kentsel Dönüşüm Projelerinin Kent Kimliği Üzerindeki Etkisi, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- David Bryde, Martí Broquetas, Jürgen Marc Volm.** “The project benefits of Building Information Modeling (BIM)” *International Journal of Project Management*, Volume 31, Issue 7, October 2013, Pages 971-980, ISSN 0263-7863
- Eastman, C. .M., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K.** (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Architects, Engineers, Contractors and Fabricators*. John Wiley and Sons, Hoboken NJ, USA.
- Eastman, C. M., Jeong, Y. S., Sacks, R., & Kaner, I.** (2010). Exchange model and exchange object concepts for implementation of national BIM standards, *Journal of Computing in Civil Engineering*, 24(1), 25-34.
- Eastman, C. M.** (1989). Why Are We Here and Where We Are Going: The Evolution of CAD. In *New Ideas and Directions for the 1990’s, Proceedings of ACADIA Conference*, Gainesville, Florida, USA, 27–29 October, 9-26.
- Elmuallim, A., Gilder, J.,** (2014) BIM: innovation in design management, influence and challenges of implementation. *Architectural Engineering and Design Management*, 2014 Vol. 10, Nos. 3–4, 183–199, <http://dx.doi.org/10.1080/17452007.2013.821399>
- GCR, NIST.** (2004) "Cost analysis of inadequate interoperability in the US capital facilities industry." National Institute of Standards and Technology (NIST). p: ES6 – ES8
- Ghassemi, R., and Becerik-Gerber, B.** (2011). “Transitioning to integrated project delivery: Potential barriers and lessons learned.” *Lean Constr. J.*, 2011, 35–52.
- GSA** (2007). *The National 3D-4D-BIM Program- GSA BIM Guide Overview* Office of the Chief Architect Public Buildings Service U.S. General Services Administration 1800 F Street NW, Suite 3341 Washington, DC 20405.
- GSA** (2009). *BIM Guide For 4D Phasing* Office of the Chief Architect Public Buildings Service U.S. General Services Administration 1800 F Street NW, Suite 3341 Washington, DC 20405.
- GSA** (2009). *BIM Guide For Spatial Program Validation* Office of the Chief Architect Public Buildings Service U.S. General Services Administration 1800 F Street NW, Suite 3341 Washington, DC 20405.
- Holness, G.** (2008, June) BIM Gaining Momentum. *ASHRAE Journal*, 50(6), 28-40.
- Himes, M., Steed, B.,** (2008). BIM case study : Aquarium Hilton Garden Inn, Atlanta, GA

- HM Government** (2012). *Industrial strategy: government and industry in partnership*, 'Building Information Modelling'.
- Hong Kong Housing Authority** (2009). Building Information Modelling (BIM) Standards Manual for Development and Construction.
- IBC The Institute for BIM in Canada.**, (2010). Institute for BIM in Canada, Environmental Scan of BIM Tools and Standards.
- Ilhan, B., & Yaman, H.** Meta-Analysis of Building Information Modeling Literature in Construction. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) Volume 3, Issue 4, October 2013 ISSN: 2277-3754 P: 373-379*
- İlter, T., Dikbaş, A., ve İlter, D. A.** (2008). An analysis of drivers and barriers of construction innovation, The 5th International Conference on Innovation in Architecture, Engineering and Construction (AEC), Antalya, Turkey, June 23–25.
- ISO 29481-1** (2010). Building information modeling – Information delivery manual, Part 1: Methodology and format, The International Organization for Standardization, Switzerland.
- IWES**, (2012) 4. Atık Teknolojileri Sempozyumu, “*Kentsel dönüşüm sürecinde geri kazanım ve atık yönetimi paneli*, İstanbul, MMG Başkan Yard. Kadem Ekşi,
- İncedayı, D.** (2004) Kentsel Dönüşüm Kavramı Üzerine, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent şubesi Mimarist (12), 60-61
- Jalali, S.** (2007). Quantification of construction waste amount.
- Jernigan, F.** (2007). Big BIM Little BIM: The Practical Approach to Building Information Modeling *Integrated Practice Done the Right Way*. 4Site Press, Salisbury, Maryland, USA.
- Kayalar, J.**, (2006). Kent Ve Meydan Olgusu, Yeniden Canlandırma Sürecinde Karşılaştırılmalı Bir İrdeleme, Trafalgar Meydanı ve Eminönü Meydanı, *Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Üniversitesi*, İstanbul.
- Khanzode, A; Fischer, M; Reed, D** (2008). Benefits and lessons learned of implementing building virtual design and construction (VDC) technologies for coordination of mechanical, electrical, and plumbing (MEP) systems on a large healthcare project, *ITcon Vol. 13, Special Issue Case studies of BIM use*, pg. 324-342, <http://www.itcon.org/2008/22>
- Khemlani, L.**, (2004). The IFC Building Model: A Look Under the Hood, *AECbytes Feature*, March 30, 2004,
- Kiviniemi, A.; Tarandi, V.; Karlshøj, J.; Bell, H.; Karud, O.J.** (2008) “Review of the Development and Implementation of IFC compatible BIM” *Erabuild*, 128p.
- Kymmel, W.**, (2008). *Building Information Modeling, Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations*. McGraw-Hill, New York, USA. , 40-60
- K Barlish, K Sullivan** (2012). How to measure the benefits of BIM—A case study approach - *Automation in construction*, 2012 149-159.

- Lancaster, F. D., & Tobin, J.** (2010). Integrated Project Delivery: Next-Generation BIM for Structural Engineering. ASCE, Orlando, Florida, 254.
- Lee, H. W., Anderson, S. M., Kim, Y. W., & Ballard, G.** (2013). Advancing impact of education, training, and professional experience on integrated project delivery. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 19(1), 8-14.
- Lee, G., Sacks, R., & Eastman, C. M.** (2006). Specifying parametric building object behavior (BOB) for a building information modeling system, *Automation in Construction*, 15, 758-776.
- Leite, F., Akinci, B., & Garrett, J.** (2009, April). Identification of veri items needed for automatic clash detection in MEP design coordination. In *2009 Construction Research Congress* (pp. 416-425).
- Lester, A.,** (2014). *Project Management, Planning and Control (Sixth Edition)*, Managing Engineering, Construction and Manufacturing Projects to PMI, APM and BSI Standards, ISBN: 978-0-08-098324-0, 504-505
- Li, J., Hou, L., Wang X, Wang, J., Guo, J., Zhang S., ve Jiao Y.,**(2014) A Project-based Quantification of BIM Benefits. *Int J Adv Robot Syst*, 2014, 11:123. doi: 10.5772/58448
- Matthews, O., and Howell, G. A.** (2005). "Integrated project delivery an example of relational contracting." *Lean Construction. Journal*", 2(1), 46–61.
- Mihindu, S., and Arayici, Y.** (2008). Digital construction through BIM systems will drive the re-engineering of construction business practices, *12th International Conference of Information Visualisation, London, UK, July 8–11*.
- McGraw-Hill Construction.** (2007). *Interoperability in the Construction Industry*. RetrievedFrom<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aia077485.pdf>
- McGraw-Hill Construction.** (2008).SmartMarket Report on Building Information Modeling: Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity.
- McGraw-Hill Construction.** (2009). The Business Value of BIM. Getting Building Information Modeling to the Bottom Line Connecting People , Projects,Products[Http://fiatech.org/images/stories/research/2009_BIM_SmartMarket_Report.pdf](http://fiatech.org/images/stories/research/2009_BIM_SmartMarket_Report.pdf)
- McGraw-Hill Construction.** (2010a). The Business Value of BIM in Europe: Getting Building Information Modeling to the Bottom Line in the UK, France&Germanyshttp://images.autodesk.com/adsk/files/business_value_of_bim_in_europe_smr_final.pdf
- McGraw-Hill Construction.** (2012). The business value of BIM in North America: multi-year trend analysis and user ratings (2007-2012). *Smart Market Report*
- McGraw-Hill Construction.** (2014-a). *The Business Value of BIM for Owners*. [http://i2sl.org/elibrary/documents/Business_Value_of_BIM_for_Owners_SMR_\(2014\).pdf](http://i2sl.org/elibrary/documents/Business_Value_of_BIM_for_Owners_SMR_(2014).pdf)

- McGraw-Hill Construction.** (2014-b). The business value of BIM in Australia and New Zealand: How building information modeling is transforming the design and construction industry SmartMarket Report, Bedford, MA: McGraw Hill Construction. Bedford, MA: *McGraw Hill Construction*.
- Motawa, I., & Carter, K.**(2013). Sustainable BIM-based evaluation of buildings.Procedia-Social and Behavioral Sciences, 74, 419-428.
- Munroe, C.** (2007). “Construction Cost Estimating.”American Society of Professional Estimators,
- Nawari O.** (2012). BIM-Model Checking in Building Design. *Structures Congress 2012, ASCE pp. 941-952*
- NBIMS.** (2007). *National Institute of Building Sciences, National BIM Standard*.
- Oberlender, G., S. Trost** (2001). “Predicting Accuracy of Early Cost Estimates Based on Estimate Quality.” *Journal of Construction Engineering and Management* 127(3): 173–182.
- Perdomo, J. L., & Cavallin, H.** (2014).Transforming Building Design through Integrated Project Delivery in Architectural and Engineering Education. In *Construction Research Congress 2014@ sConstruction in a Global Network* (pp. 359-368). ASCE.
- PMI,**(2008). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*, 4th edition. Project Management Institute, Newton Square, Pennsylvania, USA.
- Poon, C. S., Ann, T. W., & Ng, L. H.** (2001). On-site sorting of construction and demolition waste in Hong Kong. Resources, conservation and recycling, 32(2), 157-172.
- Porwal, A., & Hewage, K. N.** (2013). Building information modeling (BIM) partnering framework for public construction projects, *Automation in Construction*, 31, 204-214.
- R. Vanlande, C. Nicolle, C. Cruz,** (2008) IFC and building lifecycle management, *Automotion in Construction*. 18 (1) (2008) 70–78.
- Roberts, P. ,** (2000). The evolution, definition and purpose of urban regeneration. P. Roberts ve H. Sykes, (Ed.), *Urban regeneration a handbook .London: SAGE Publications*.
- Roberts, Huw. W.,** (2005) Build As One: A practice methodology for the building industry, *Bentley Systems White Pages*, 2005
- Sacks, R. and Barak, R.** (2010). ”Teaching Building Information Modeling as an Integral Part of Freshman Year Civil Engineering Education.” *J. Prof. Issues Eng. Educ. Pract.*, 136(1), 30–38.
- Schlueter, A., & Thesseling, F.**(2009). Building information model based energy/exergy performance assessment in early design stages. *Automation in Construction*, 18(2), 153-163.
- Sinopoli, J.** (2010). Smart building systems for architects, owners, and builders. Oxford: Elsevier (Butterworth-Heinemann).

- Solis-Guzman, J., Marrero, M., Montes-Delgado, M. V., & Ramírez-de-Arellano, A.** (2009) "A Spanish model for quantification and management of construction waste." *Waste Management* 29.9 (2009): 2542-2548.
- Succar, B.** (2009). Building information modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction* 18 (3), 357–375.
- Statsbygg.** (2013). Statsbygg Building Information Modelling Manual, Version 1.2.1 (SBM1.2.1) Alındığı tarih, 22.12.2014
<http://www.statsbygg.no/Files/publikasjoner/manualer/StatsbyggBIM-manual-ver1-2-1eng-2013-12-17.pdf>
- Şişman, A. Kibaroglu, D.** Dünyada Ve Türkiye’de Kentsel Dönüşüm Uygulamaları TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası
 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 11-15 Mayıs 2009, Ankara
- Teicholz, P.** (2004) Discussion on U.S. Construction Labor Productivity Trends, 1970-1998” in *J. Constr. Engineering and Management*, ASCE. 127[5]: 427-429.
- Tjell, A. J.** (2010). "Building Information Modelling (BIM) in Design Detailing with Focus on Interior Wall Systems." University of California at Berkeley.
- The British Standards Institution** (2014) *PAS 1192-3:2014 Incorporating Corrigendum No. 1*, Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling.
- The British Standards Institution** (2014) *PAS 1192-2:2013 Incorporating Corrigendum No.1*, Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling.
- Thomsen, C., Darrington, J., Dunne, D., & Lichtig, W.** (2009). Managing integrated project delivery. *Construction Management Association of America (CMAA)*, McLean, VA
- Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB)**, (2015). Konut fiyat endeksi, Mart 2015, TCMB İstatistik genel müdürlüğü, Reel sektör verileri müdürlüğü.
- Url-1** <<http://www.gammonconstruction.com/en/html/projects/projects9f9eb497db1d4ad491fa2f3eacd389e9.html>>, alındığı tarih: 21.04.2015
- Url-2** <<http://www.bimforum.org/lod/>>, alındığı tarih: 21.04.2015
- Url-3** <<http://www.nomitech.gr/media/costos/screenshots/bim/screen1.jpg>> alındığı tarih: 18.04.2015
- Url-4** <<http://www.insidethefactory.typepad.com/.a/6a011278d71c9628a4011168c35aed97c-pi>> alındığı tarih: 18.04.2015
- Url-5** <<http://www.autodesk.com/solutions/building-information-modeling/overview>> alındığı tarih, 04.12.2013
- Url-6** <<http://www.graphisoft.com/archicad/>>, alındığı tarih, 10.01.2012.

- Url-7**< <http://cadprograms.ru/programs/architectural-systems/500-graphisoft-archicad-version-15003006-32-64-bit.html>> alındığı tarih: 18.04.2015
- Url- 8**< <http://www.nemetschek-allplan.eu/>>, alındığı tarih, 04.12.2013
- Url-9**< <http://www.microstation.ro/wp-content/uploads/2013/02/arch2.jpg>> alındığı tarih: 18.04.2015
- Url-10**
http://www.allplan.com/fileadmin/user_upload/_corp/Launch2015/PDFs/Architektur/En/Verisheet_Allplan_Architecture.pdf>, alındığı tarih: 10.04.2015
- Url-11** <[http://www.corenet.gov.sg/general/building-information-modeling-\(bim\)-e-submission.aspx](http://www.corenet.gov.sg/general/building-information-modeling-(bim)-e-submission.aspx)>, alındığı tarih 07.02.2014
- Url-12**<<http://www.housingauthority.gov.hk/en/business-partnerships/resources/building-information-modelling/index.html>>, alındığı tarih 06.12.2014
- Url-13** < <http://www.csb.gov.tr/turkce/index.php?Sayfa=faaliyetdetay&Id=1271>> alındığı tarih, 17.11.2014
- Vanlande, R., Nicolle, C., & Cruz, C.** (2008). IFC and building lifecycle management, *Automation in Construction*,18(1), 70-78.
- Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F.** (2014). Building information modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs, *Automation in Construction*, 38, 109-127.
- Williams, T.,** (2002). *Modelling Complex Projects*. Wiley, London, UK.
- Wong, J., and Yang, J.** (2010). Research and Application of Building Information Modelling (BIM) in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry: A Review and Direction for Future Research, *Proceedings of the 6th International Conference on Innovation in Architecture, Engineering & Construction (AEC), Pennsylvania, USA, 9–11 June*, 356-365.
- Yürek, S.Y.** (2013). Kentsel Dönüşüm: Ya molozların geri dönüşümü *EKO IQ Temmuz 2013* sayfa :24-27
- Zuppa, D., Issa, R., and Suermann, P.** (2009) BIM's Impact on the Success Measures of Construction Projects. *Computing in Civil Engineering* (2009): pp. 503-512.

EKLER

EK A: Pilot Proje GanttDiyagramları

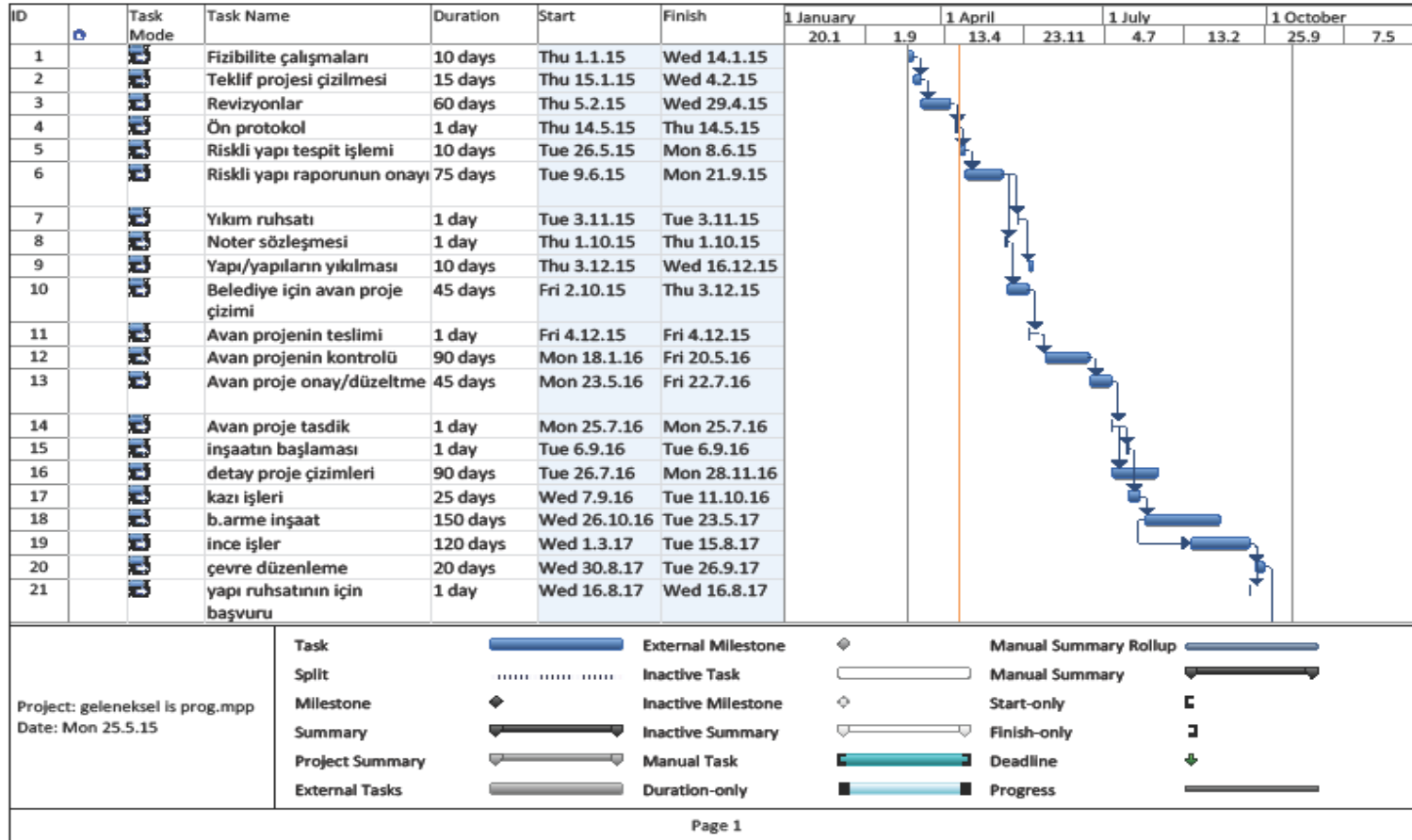
EK B: BIM Uygulama Planı Dokümanları

EK C: Norveç BIM Kılavuzu Mimari Modelleme Bölümü

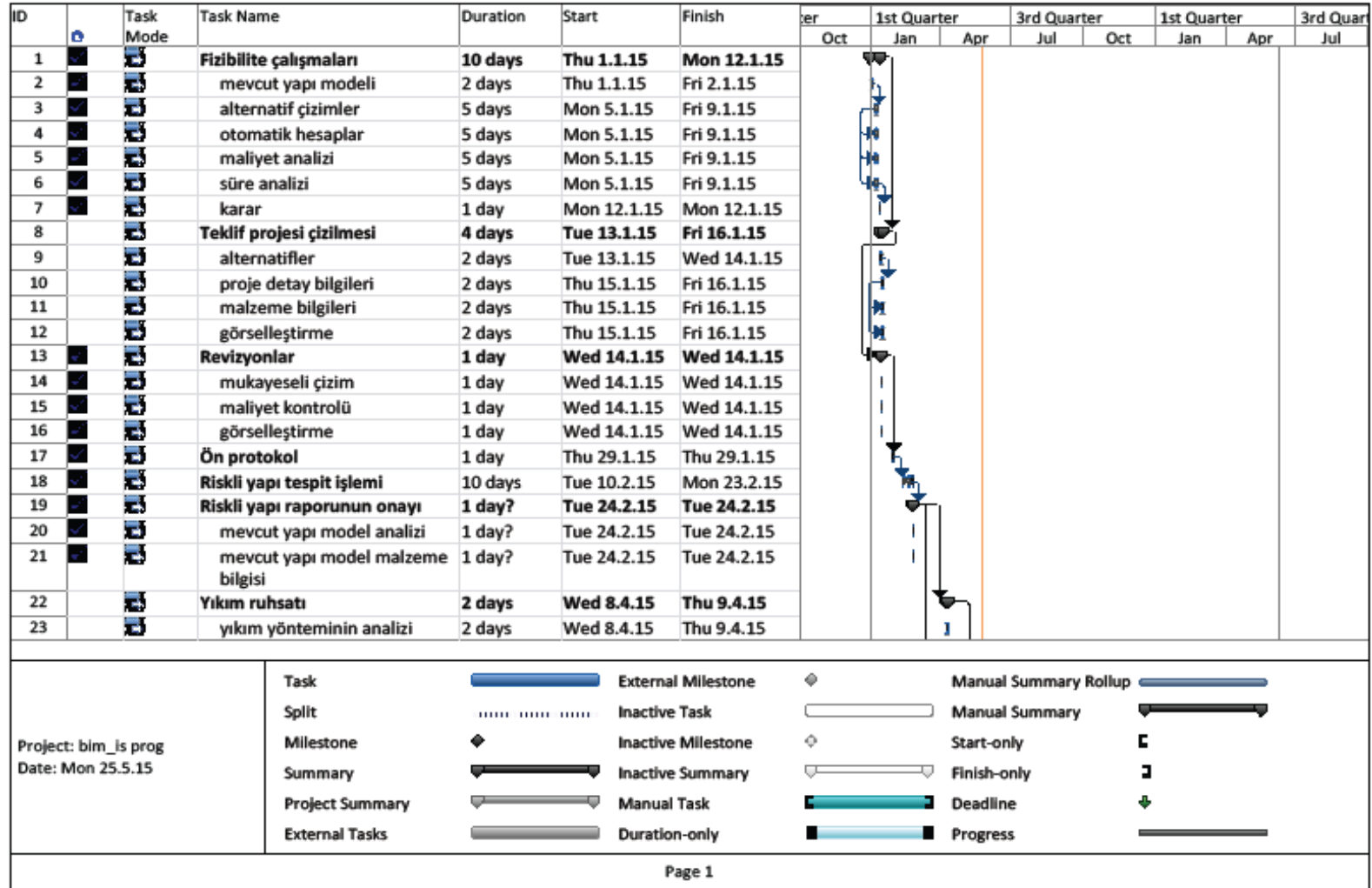
EK D: Yapı Yaklaşık Maliyet Tablosu

EK E: Pilot Proje Optimum Alan Hesabı Excel Makro Kodları

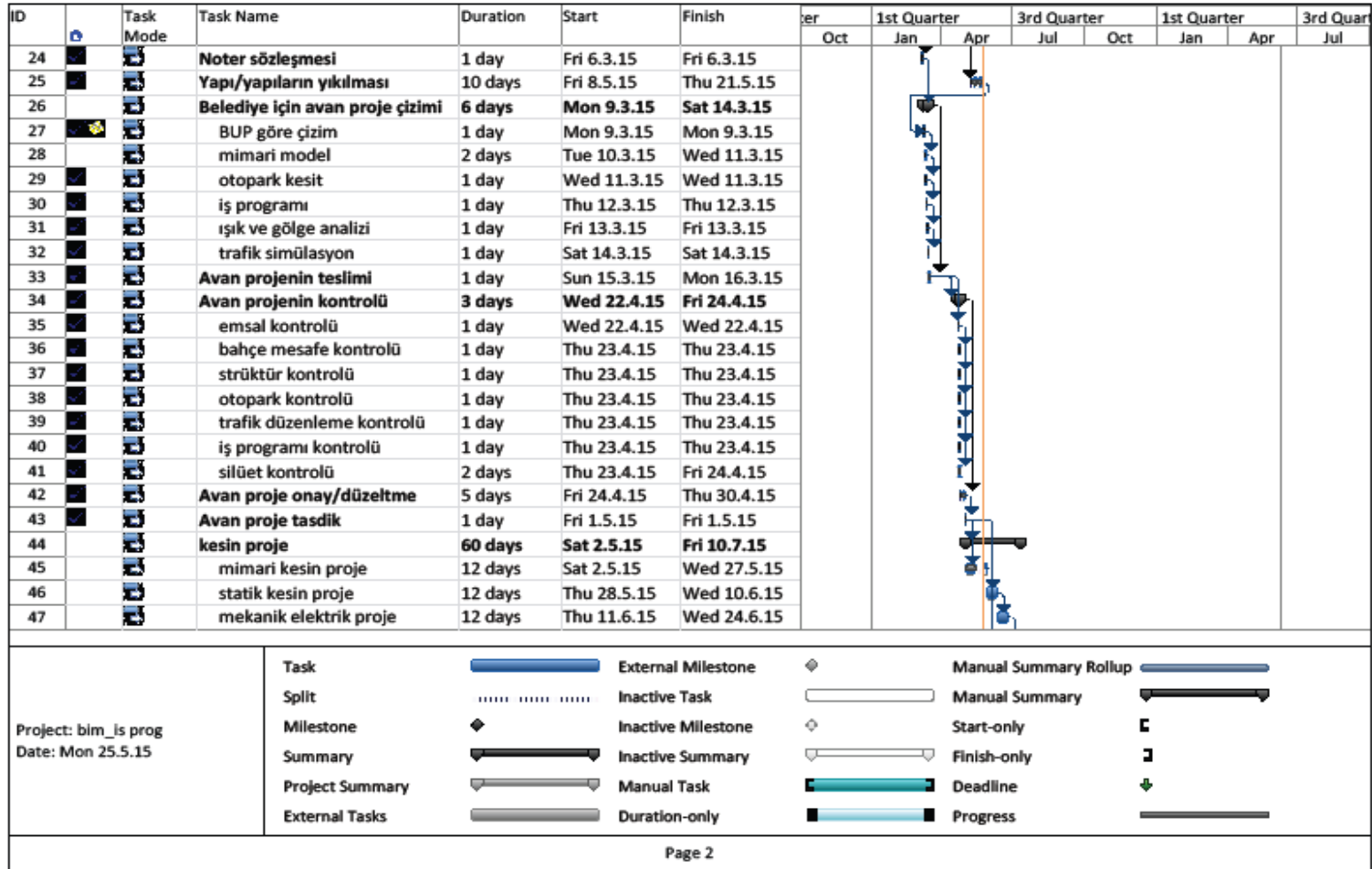
EK: A



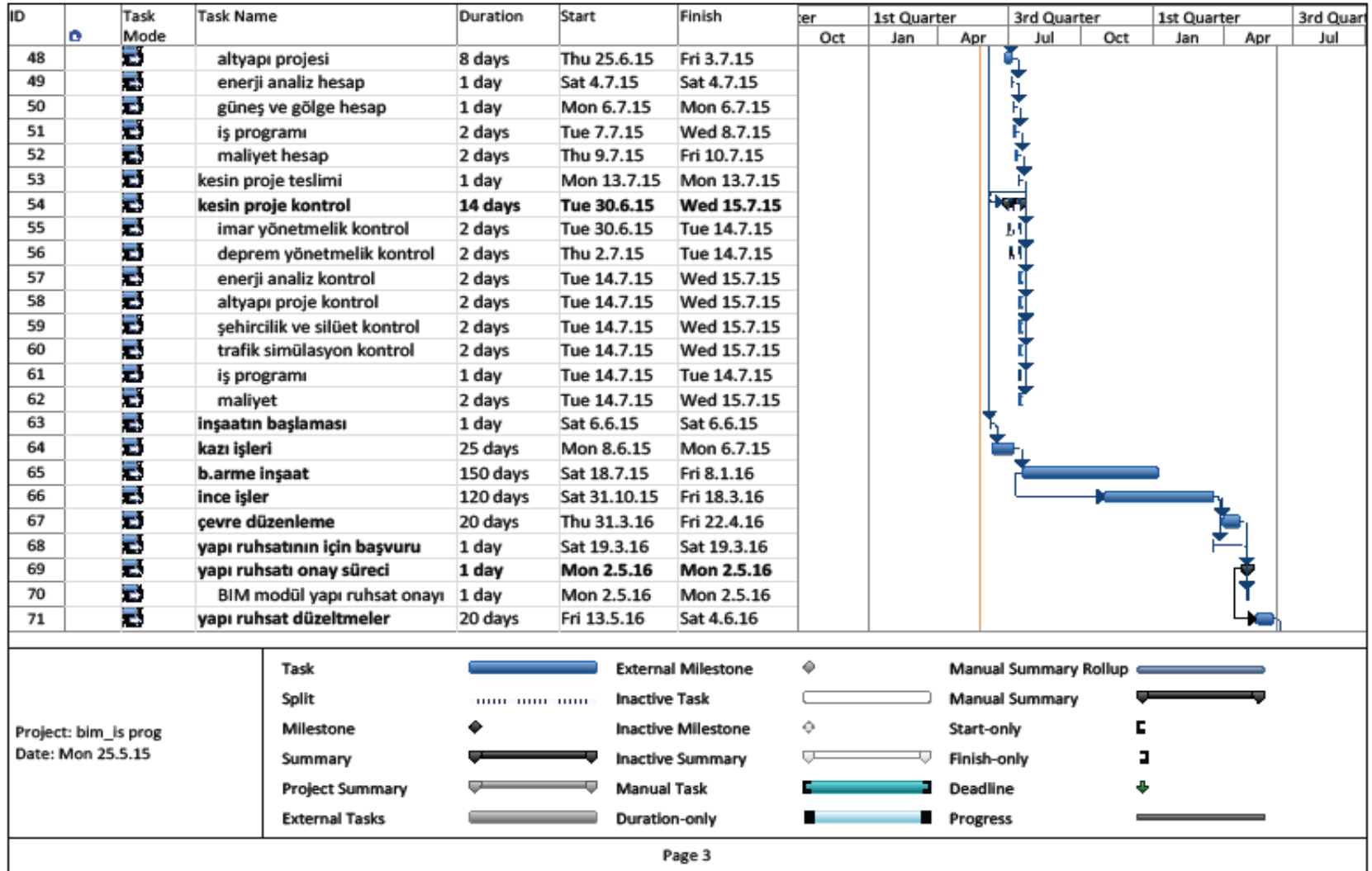
Şekil A.1: Geleneksel yöntemle göre proje teslim ve kontrol iş programı.



Şekil A.2: UBUP'a göre proje teslim ve kontrol iş programı.



Şekil A.2 (devam): UBUP'a göre proje teslim ve kontrol iş programı.



Şekil A.2 (devam): UBUP'a göre proje teslim ve kontrol iş programı.

EK B

Çizelge B.1: BIM Uygulama Planı hedefler tablosu (Autodesk, 2014).

BIM Kullanmanın Amacı	Ölçülebilir Hedef	Eğer Gerçekleşirse	Öngörülen Süre
<i>Tüm yeni tesislerde operasyon yönetimini geliştirmek</i>	<i>Tüm yeni yapılarda mekanik sistem bilgisini gösteren as-built modelini elde etmek</i>	<i>Model her proje veya bekleme emrinden sonra toplanacak veya güncellenecek</i>	

Çizelge B.2: BIM Uygulama Planı proje bilgi formu (Autodesk, 2014).

Projenin Adı	
Proje Numarası	
Projenin Adresi	
Proje Hakkında Açıklamalar	
Modellenecek Alanlar	

Çizelge B.3: BIM Uygulama Planı model detayları formu (Autodesk, 2014).

Modelin Adı	Modelin İçeriği	Proje Fazı	Yazılım Aracı
<i>Koordinasyon Modeli</i>	<i>Ana bina ve otopark yapısının mimari, yapısal ve MEP bileşenleri</i>	<i>Tasarım geliştirme ve imalat dokümanları</i>	
Mevcut Yapı Modeli			
Arazi-Altyapı Modeli			
Mimari Model			
Taşıyıcı Sistem Modeli			
Mekanik-Elektrik (MEP) Modeli			
Yapım Modeli			
Koordinasyon Modeli			
Uygulanmış Proje (As-Built) Modeli			

Çizelge B.4: BIM Uygulama Planı onay prosedürü formu (Autodesk, 2014).

Analiz	Onay Kutusu	Analiz Aracı
Görselleştirme	☐	
Strüktürel	☐	
Çakışma Kontrolü	☐	
Metraj/Malzeme Listesi	☐	
İnşaat İş Programı/4D	☐	
Maliyet Analizi/5D	☐	
Enerji/LEED	☐	
Gün Işığı/Aydınlatma	☐	

Çizelge B.5: BIM Uygulama Planı model oluşturma personel kısıtlamaları (Autodesk, 2014).

Dosya	İçerik	İzin
Çizimler	<i>Tüm proje çizimleri alt dosyalarda yer alır</i>	<i>Yükleme: Mimari/Mühendislik Görüntüleme: Yüklenici, Mal Sahibi Hiç: Alt</i>
Şematik Tasarım	<i>Şematik Çizimler</i>	<i>Yükleme: Mimari/Mühendislik Görüntüleme: Yüklenici, Mal Sahibi Hiç: Alt</i>

Çizelge B.6: BIM Uygulama Planı analiz kontrol prosedürü formu (Autodesk, 2014).

Analiz	Analiz Aracı	Model	Analizi Yapacak Şirket	Projenin Fazı/ Fazları	Gerekli Dosya Formatı
Görselleştirme					
Strüktürel					
Çakışma Kontrolü					
Malzeme Listesi					
İnşaat İş Programı (Scheduling)/4D					
Maliyet Analizi/ 5D					
Enerji/LEED					
Gün Işığı/Işıklandırma					

C.1 Architecture Modelling [no:ARK]

C. Domain Specific Requirements (Normative)

C.1 Architecture Modelling [no:ARK]

Architectural modelling in Norwegian practice usually includes programming, visualisation and presentation for users, granting authorities and other stakeholders. This involves equipment planning, cultural monument preservation and cost control, etc.

In a BIM design process the architectural model usually contains most of the other domains, such as structural elements and electrical and mechanical equipment. The model is also the main holder of spatial information, such as user requirements. It is extremely important that the architectural model remains interdisciplinary. This means that it should always be coordinated with other domains in respect of space demands.

Relevant Architectural part numbers of NS3451:

20	Generic structure
21	Site and foundation
22	Superstructure
23	External enclosure
24	Internal enclosure
25	Floor slabs
26	External roofing
27	Equipment and furnishings
28	Stairs and balconies, etc.
29	Special structure
66	Fixed equipment and furnishings for business operation
69	Special Facility Services

Outline conceptual design - default modelling requirements

Ref.#	Subject	Type	Requirement and description
45.	Geometric accuracy	MAND	Geometry shall be <u>approximate</u> in respect of shape, size (length, width, height, area and volume), location and orientation.
46.	External enclosure/building envelope	MAND	All spaces with climate/comfort requirements shall be encircled by the building envelope.
		REC	The building envelope should be "sirtight".
		MAND	IfcWall.Name = Building code (no: NS3451) + User defined wall type (e.g: 231 YV-01, or 231.01)
		REC	Type should be set according to defined types in the project. User defined wall type description can be set in IfcWall.Description, .Material or in a separate wall scheme.

C.1 Architecture Modelling [no:ARK]

Ref.#	Subject	Type	Requirement and description
		MAND	Objects in the building envelope like roof, exterior walls, windows and doors (<i>IfcWall</i> , <i>IfcCurtainWall</i> , etc.) shall be identified as external elements (e.g. <i>IfcWallCommon</i> <i>IsExternal</i>=true)
		MAND	The following properties shall not differ within the same wall type: • Wall thickness • Material
		MAND	External wall height shall be according to planned floor height, and modelled from the top surface floor slab in storey n, to the bottom surface of slab in storey n+1.
47.	Superstructure	REC	The following load bearing building elements should be modelled if the project or design requires it at such an early phase: • Reinforced walls • Frameworks • Columns and beams • Footings
		(MAND)	These objects require the use of naming conventions or object type including building code [no: NS3451] Example: <i>IfcFooting.ObjectType=214.1 pelefundament</i> , <i>IfcColumn.ObjectType=222.1 søyle</i> <i>IfcWall.ObjectType= 224.3 avstivet vegg</i>
48.	Internal enclosure walls	REC	Internal walls should be included in the model. This requirement is not mandatory because the project might focus on overall volumes and design.
		(MAND)	Wall types should be set according to defined wall types in the project. The following properties shall not differ within the same wall type: • Wall thickness • Material
		REC	User defined wall type description should be set in <i>IfcWall.Description</i> or in a separate wall schema.
		REC	Internal wall height should be modelled from the top surface floor slab in storey n, to the bottom surface of slab in storey n+1.

C.1 Architecture Modelling [no:ARK]

Ref.#	Subject	Type	Requirement and description
		REC	Internal doors should be included in this phase, primarily for visualisation purposes. IfcDoor.Name = door code (e.g. 10M) IfcDoor.Type = user defined label (e.g. ID-01) PSet_IfcDoorCommon IsExternal = false PSet_IfcDoorCommon FireExit = true/false
49.	Floor slabs	MAND	At least one floor slab for each storey according to the structural engineer [no: RIB] Set type to correct IfcSlabTypeEnum= • 'baseslab' for slab on ground • 'floor' for slab(s) between storeys • 'roof' for top or roof slabs
		MAND	The following properties shall not differ within the same slab type: • Slab thickness • Material
50.	Major equipment/invent ory objects	REC	Equipment or inventory that are space-intensive, heavy and prone to vibration or noise generation, have potential structural consequences, etc. and thus affect inter-disciplinary planning / design / engineering, should be modelled using the relevant object entity types, with the basic geometry at the approximate location.
		INFO	If component geometry is product specific and hard to predict, "bounding box" geometry should be applied for space planning purposes.
		REC	For example, a laboratory unit, like a water tank, should be modelled as: IfcObject IfcObject.Name = Water tank IfcObject.ObjectType = Planned article number [01.242]
51.	Stairs, elevators	MAND	Main stairs shall be modelled. Geometry is most relevant, but circulation and/or regress analysis tests could be carried out during this phase. IfcStair.Name = User defined type (e.g. Stair 01) IfcStair.Tag = User defined tag (e.g. F for FireExit) IfcStair.Type = IfcStairTypeEnum /1/

C.1 Architecture Modelling [no:ARK]

Ref.#	Subject	Type	Requirement and description
		MAND	Elevator shafts shall be modelled. Elevator shafts must contain a space object within the shaft walls. Example: <code>IfcSpace.Name = Elevator [no: Heis]</code> Elevator shafts are part of the gross area of each storey
		REC	The elevator car should be modelled, preferably with type enumeration. Example: <code>IfcTransportElement</code> <code>IfcTransportElementTypeEnum = ELEVATOR</code>
		INFO	Net functional dimensions inside the elevator car are set in <code>Pset_TransportElementElevator</code> • <code>ClearWidth</code> • <code>ClearHeight</code> • <code>ClearLength</code>
52.	Functional area spaces	MAND	Model contains all programmed areas with <code>IfcSpace.Name = RoomFunctionNumber (e.g. 01.02.019)</code>
		MAND	Room name is set in <code>IfcSpace.LongName</code>
53.	Technical area, circulation and gross area	MAND	In addition to functional spaces (NS3940:FUA), the following spaces must be modelled in this phase: • Technical room (NS3940:TEA) for ventilation (e.g.: <code>IfcSpace.LongName = Main ventilation room</code>) • Vertical ducts • Gross area (NS3940: BTA) for each storey • Circulation area (NS3940:KOA).
54.	Zones	INFO	Requirements for zones are handled under the generic requirements section.
		REC	If a zone denotes a (fire) compartment, the following types should be used, if applicable, as values of the <code>ObjectType</code> attribute: • <code>FireCompartment</code> - a zone of spaces, collected to represent a single fire compartment. • <code>ElevatorShaft</code> - a collection of spaces within an elevator, potentially going through many storeys. • <code>RisingDuct</code> • <code>RunningDuct</code>

C.1 Architecture Modelling [no:ARK]

Ref.#	Subject	Type	Requirement and description
55.	Space boundaries	INFO	Space boundaries (IfcRelSpaceBoundary) are virtual objects used to calculate quantities for various forms of analysis relating to spaces (IfcSpace) in buildings. Analyses that use space boundaries include: • Quantity takeoff for Cost Estimating – In the early stages of design, many objects have not yet been modelled. During this phase of a project, space boundaries (and other measurements based on the space object) are used to estimate such things as finished materials (i.e. carpeting, tiles, paint) and casework. • Energy Analysis – i.e. estimating the amount of energy that will be used by a building during operation. Space boundary energy flows between a space and other spaces or the outside air. • Facilities Management Work Package Estimating – During the operational phase of a building's life cycle, space boundaries can be used to estimate areas for facilities management work packages such as re-painting, carpet cleaning and the cleaning of other building element surfaces. "First level" space boundaries are the boundaries of a space defined by the surfaces of building elements bordering this space (physical space boundaries) or by virtual surfaces provided by an adjacent space with no dividing wall. "Second level" level space boundaries still represent building elements that border the space, but are more granular in that they are subdivided in any of the following cases: (a) Contained openings (with or without fillings like doors and windows), (b) Differences in materials and/or material assemblies (e.g. a wainscot or panelling on the lower portion of a wall), and (c) Differences in spaces or zones on the other side of the building element (or virtual boundary) represented by the space boundary (e.g. two different spaces on the other side of a wall).
		REC	Space boundaries should be included in the BIM whenever the aim is to serve relevant purposes where space boundaries are essential – second level if the BIM authoring tool supports it.

Full Conceptual Design – Default modelling requirements

Ref.#	Subject	Type	Requirement and description
56.	Basis	MAND	All architectural requirements from the Outline Conceptual Design Phase apply as a basis for this phase.

C.1 Architecture Modelling [no:ARK]

Ref.#	Subject	Type	Requirement and description
57.	Geometric accuracy	MAND	Geometry shall be <u>approximate</u> in respect of shape, size (length, width, height, area, volume), location and orientation.
58.	Building envelope, superstructure and façade	MAND	All building elements shall be modelled with the relevant object entities for occurrences (e.g. <i>IfcWall</i>) and type objects (e.g. <i>IfcWallType</i>).
		INFO	Two windows of the same type (example): Window 1: <i>IfcWindow</i> .GUID= 3SY_hhw\$P7xOyg0\$CxrUKE <i>IfcWindowType</i> .GUID= 32LF0qsHPChwCP0g\$H3TYJ Window 2: <i>IfcWindow</i> .GUID= 2tjoTk\$WL6cBkol9sITij3 <i>IfcWindowType</i> .GUID= 32LF0qsHPChwCP0g\$H3TYJ
		MAND	Models shall contain cost-demanding coverings and special equipment in the façade such as an external sun shield.
		INFO	How to model a sun protection system: <i>IfcBuildingElementProxyType</i> .Name = Enum (no: <i>solavkjerming</i>)
59.	Internal enclosure, walls and doors	MAND	All internal walls shall be modelled with the following attribute properties in <i>PSet_WallCommon</i> : • FireRating = FireEnum (e.g. EI60) • LoadBearing = TRUE/FALSE • IsExternal = TRUE/FALSE • AcousticRating = AcousticEnum (e.g. R'40) • Compartmentation = TRUE/FALSE
		REC	Other properties are optional. For definitions please visit IAI-tech /2/
		MAND	All load bearing elements shall contain block-outs [no: <i>utsparinger</i>] for technical ducts and shafts. Coordinate with construction and mechanical domain.
		(MAND)	Internal doors must have the object type, and the following attribute properties in <i>PSet_DoorCommon</i> : • FireRating = FireEnum (e.g. REI60) • FireExit = TRUE/FALSE • Other properties are optional.
60.	Structure	MAND	Load bearing elements – e.g. columns, load bearing layers of slabs and walls – shall be included and be modeled with correct location and dimensions, in agreement with The Structural Engineer.
		(MAND)	Column front cover [no: <i>søyleforkant</i>] has own wall type: e.g. <i>IfcWallType</i> .Name = 222.1 column front cover

C.1 Architecture Modelling [no:ARK]

Ref.#	Subject	Type	Requirement and description
		INFO	There must be a 100 % overlap of columns when undertaking a collision check between an architectural and a structural model.
61.	Suspended ceilings	MAND	Suspended ceilings must be modelled at right height and coordinated with the mechanical domain. Ceiling thickness is approximate.
62.	Sanitary equipment	MAND	Placement of sanitary equipment like water closet, sink and kitchenette, etc.
		REC	Coordinate need for supply and outlets with mechanical domain.
63.	Inventory, equipment and other building elements	MAND	Furniture is modelled as <i>IfcFurnishingElement</i> . The name of the type of furniture is defined using the <i>IfcFurnitureType.Name</i> attribute. For the following types of furniture naming <i>shall</i> be used: Chari, Table, Shelf Unit E.g. <i>IfcFurnitureType.Name</i> = <i>dining table, clothes closet, refrigerator, lamp</i>
		(MAND)	If using an article registry, such as <i>dRofus equipment database</i> , the database number is set in tag: <i>IfcFurnitureType.Tag</i> = 60.02.003
		(MAND)	If using <i>IfcBuildingElementProxy</i> objects, the following naming scheme according to the infrastructure type shall be used: Building code (no: NS 3451) + Name of object e.g. <i>IfcBuildingElementProxy.Name</i> = 265.X Cornice (no: <i>gesims</i>)
64.	Spaces	MAND	All planned spaces shall contain the room function number and be placed in the model.
		MAND	In addition to functional spaces ,the following spaces must be modelled in this phase: • All main technical areas • Vertical ducts [no: <i>vertikale sjakter</i>] • Running ducts [no: <i>horisontale sjakter</i>] • Gross area [no: <i>BTA</i>] for each storey • Circulation area
65.	Zones	MAND	The model shall contain following zone types: • Fire zone

C.1 Architecture Modelling [no:ARK]

Ref.#	Subject	Type	Requirement and description
		REC	Other zone types should be used, such as: • Security zone • Heating zone • Cooling zone
66.	Stairs and elevators	MAND	All stairs, ramps, elevators and escalators shall be modelled.
		(MAND)	Properties and type definitions as in previous phase.

Coordinated design, procurement and full financial authority – Default modelling requirements

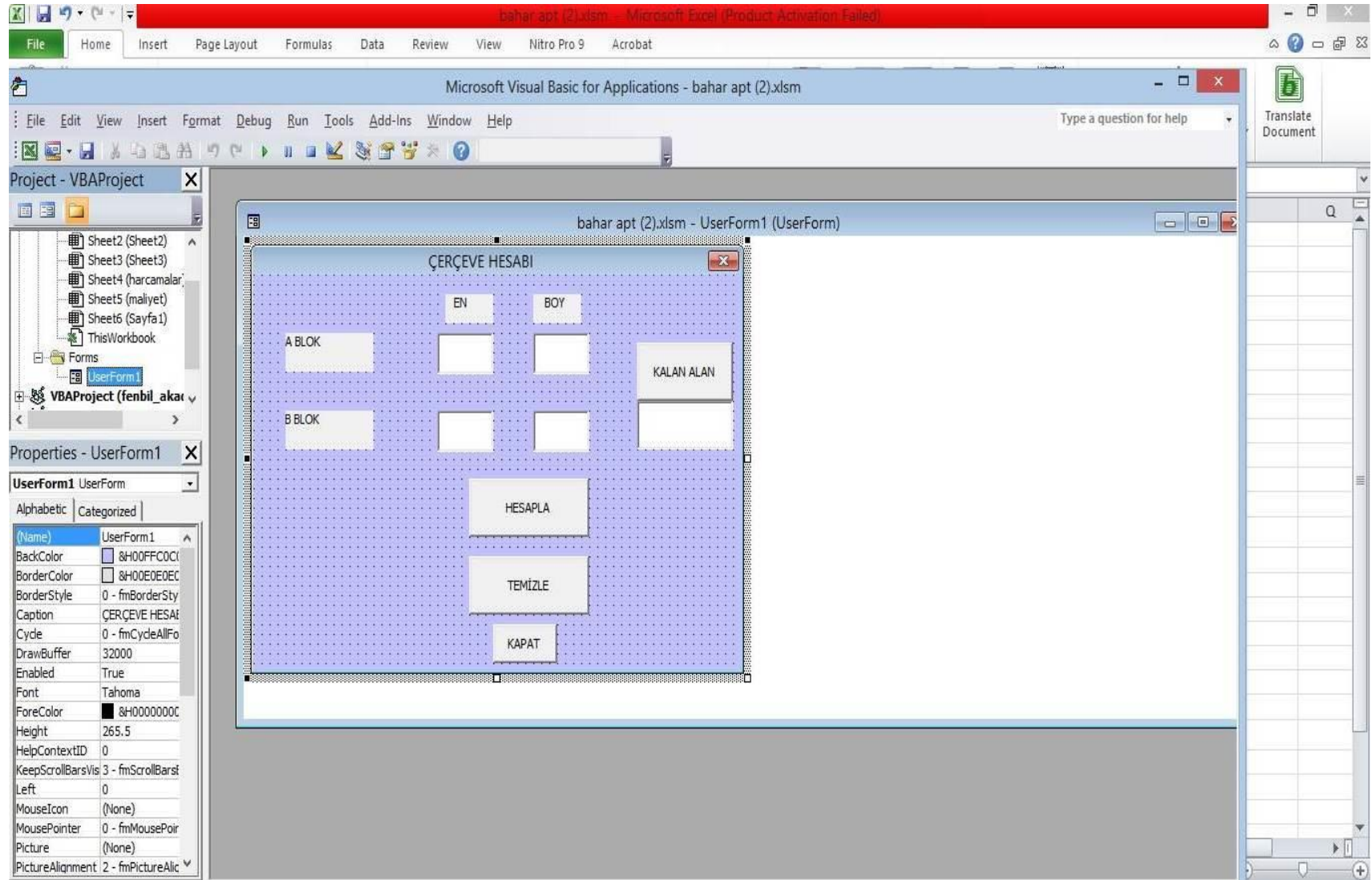
Ref.#	Subject	Type	Requirement and description
67.	Basis	MAND	All architectural requirements from the Full Conceptual Design Phase apply as a basis.
68.	Geometric accuracy	MAND	Geometry shall be accurate in respect of shape, size (length, width, height, area, volume), location and orientation. "Location" includes precise positioning within spaces for relevant equipment and furniture.
69.	External walls	MAND	Wall objects shall contain material layers. Texture is described in <code>IfcWallType.Description</code> Slab and column front cover [no: <i>dekke-, søyleforkant</i>] and roof cornice have their own wall type: e.g. <code>IfcWallType.Name = 226.3 slab front cover</code>
70.	Internal walls	MAND	Wall objects contain material layers and the final height.
71.	Suspended ceilings	REC	Suspended ceiling should be modelled as a slab with <code>IfcSlabType.Name = 257.X suspended ceiling</code>
		INFO	Suspended ceilings do not contain a grid. This can be formulated in <code>IfcSlabType.Description</code>
		INFO	[no: <i>Skjørt</i>] can be modelled in various approaches. Either by wall or slab tools. Proxy elements can be used, but with correct naming conventions e.g.: <code>IfcBuildingElementType.Name = 245.X Skjørt</code> or <code>IfcWallType.Name = 245.X Skjørt</code>

EK D

Çizelge D.1: Yapı Yaklaşık Maliyet Hesabı (İnşaat Mühendisleri Odası, İMO).

	İmalat Cinsi	Yığma		Betonarme Karkas	
1.	Betonarme Betonu	0.250	m ³ /m ²	0.380	m ³ /m ²
2.	Betonarme Demiri	22	kg/m ²	34	kg/m ²
3.	Kalıp	1.75	m ³ /m ²	2.60	m ³ /m ²
4.	Kalıp iskelesi	1.90	m ³ /m ²	2.80	m ³ /m ²
5.	İş iskelesi	1.43	m ² /m ²	1.43	m ² /m ²
6.	Tuğla Duvar	0.200	m ³ /m ²	0.150	m ³ /m ²
7.	İç Sıva	2.40	m ² /m ²	2.40	m ² /m ²
8.	Dış Sıva	1.30	m ² /m ²	1.30	m ² /m ²
9.	Tavan Sıvası	0.90	m ² /m ²	0.90	m ² /m ²
10.	Badana (iç)	3.00	m ² /m ²	3.00	m ² /m ²
11.	Fayans - Seramik	0.30	m ² /m ²	0.30	m ² /m ²
12.	Ahşap yapı + Karkas	0.15	m ² /m ²	0.15	m ² /m ²
13.	Ahşap Pencere	0.12	m ² /m ²	0.12	m ² /m ²
14.	Yağlı Boya	0.42	m ² /m ²	0.42	m ² /m ²
15.	Ahşap Çatı, kiremit örtü (Toplam İnşaat Alanı Üzerinden)				
	Tek kat	1.25	m ² /m ²	1.25	m ² /m ²
	İki kat	0.63	m ² /m ²	0.63	m ² /m ²
	Üç kat	0.42	m ² /m ²	0.42	m ² /m ²
	Dört kat	0.33	m ² /m ²	0.33	m ² /m ²
	Beş kat	0.25	m ² /m ²	0.25	m ² /m ²
16.	Metal Örtü (Toplam İnşaat Alanı Üzerinden)				
	Tek kat	1.33	m ² /m ²	1.33	m ² /m ²
	İki kat	0.67	m ² /m ²	0.67	m ² /m ²
	Üç kat	0.44	m ² /m ²	0.44	m ² /m ²
	Dört kat	0.34	m ² /m ²	0.34	m ² /m ²
	Beş kat	0.27	m ² /m ²	0.27	m ² /m ²
17.	Mozaik Döşeme Kaplaması	0.90	m ² /m ²	0.90	m ² /m ²
18.	Cam	0.10	m ² /m ²	0.10	m ² /m ²

EK E



Şekil E.1: Pilot proje alternatif tasarım geometrik hesap excel makro arayüz.

```

Private Sub CommandButton1_Click()

Cells(8, 10).Value = TextBox1.Text

Cells(8, 11).Value = TextBox2.Text

Cells(8, 12).Value = TextBox2.Text * TextBox1.Text

Cells(9, 10).Value = TextBox1.Text + 3

Cells(9, 11).Value = TextBox2.Text + 3

Cells(9, 12).Value = Cells(9, 10).Value * Cells(9, 11).Value

Cells(10, 10).Value = TextBox1.Text + 3

Cells(10, 11).Value = TextBox2.Text + 3

Cells(10, 12).Value = Cells(10, 10).Value * Cells(10, 11).Value

Cells(11, 10).Value = TextBox1.Text + 3

Cells(11, 11).Value = TextBox2.Text + 3

Cells(11, 12).Value = Cells(11, 10).Value * Cells(11, 11).Value

Cells(12, 10).Value = TextBox1.Text + 3

Cells(12, 11).Value = TextBox2.Text + 3

Cells(12, 12).Value = Cells(12, 10).Value * Cells(12, 11).Value

Cells(13, 10).Value = Cells(8, 12).Value + Cells(9, 12).Value + Cells(10, 12).Value +
Cells(11, 12).Value + Cells(12, 12).Value

'B BLOK

Cells(16, 10).Value = TextBox3.Text

Cells(16, 11).Value = TextBox4.Text

Cells(16, 12).Value = TextBox4.Text * TextBox3.Text

Cells(17, 10).Value = TextBox3.Text + 3

Cells(17, 11).Value = TextBox4.Text + 3

Cells(17, 12).Value = Cells(17, 10).Value * Cells(17, 11).Value

Cells(18, 10).Value = TextBox3.Text + 3

Cells(18, 11).Value = TextBox4.Text + 3

```

```

Cells(18, 12).Value = Cells(18, 10).Value * Cells(18, 11).Value

Cells(19, 10).Value = TextBox3.Text + 3

Cells(19, 11).Value = TextBox4.Text + 3

Cells(19, 12).Value = Cells(19, 10).Value * Cells(19, 11).Value

Cells(20, 10).Value = TextBox3.Text + 3

Cells(20, 11).Value = TextBox4.Text + 3

Cells(20, 12).Value = Cells(20, 10).Value * Cells(20, 11).Value

Cells(21, 10).Value = Cells(16, 12).Value + Cells(17, 12).Value + Cells(18, 12).Value +
Cells(19, 12).Value + Cells(20, 12).Value

' KONTROL

If Cells(2, 8).Value > (Cells(8, 12) + Cells(16, 12)) Then Cells(2, 9).Value = "UYGUN"

If Cells(2, 8).Value < (Cells(8, 12) + Cells(16, 12)) Then Cells(2, 9).Value = "UYGUN
DEGiL"

'insaat alani

Cells(23, 10).Value = Cells(13, 10).Value + Cells(21, 10).Value + 1140

'tahmini maliyet

Cells(25, 10).Value = 1000 * (Cells(21, 10).Value + Cells(13, 10).Value)


End Sub


Private Sub CommandButton2_Click()

TextBox1.Text = ""

TextBox2.Text = ""

TextBox3.Text = ""

TextBox4.Text = ""


End Sub

```

Private Sub CommandButton3_Click()

End

End Sub

Private Sub CommandButton4_Click()

TextBox5.Text = Cells(2, 8).Value - (TextBox1 * TextBox2)

End Sub

Private Sub Label3_Click()

End Sub

Private Sub Label5_Click()

End Sub

Private Sub UserForm_Click()

End Sub

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Tahir AKKOYUNLU

Doğum Yeri ve Tarihi: Kayseri, 23.01.1980

E-Posta: tahirakkoyunlu@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

Lisans: 2005, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans : 2009, MimarSinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Yapım Proje Yönetimi Yüksek Lisans Programı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi – Yarı Zamanlı Öğretim Görevlisi CM 519
Building Information Modelling & Integrated Project Production dersi yürütücüsü
2015- Halen

Yapı Kurgu Müşavirlik ve Mimari Mühendislik Ltd.Şti – Kurucu, Gn.Md. 2012- Halen

Doerken GmbH – Proje Yöneticisi / Teknik Koordinatör 2009-2012

Gülermak Ağır Sanayi İnşaat ve Taahhüt A.Ş – Marmaray CRI Sözleşmesi; Maltepe, Gebze, Halkalı İstasyon ve Gare Sahası Yapım İşi – Proje ve şantiye mühendisi 2007-2009

Prota Mühendislik Proje ve Danışmanlık A.Ş– İstanbul Fatih İlçesi, Tarihi Yapıların Depreme Karşı Güçlendirilmesi Rölöve ve Proje işleri - Proje ve Saha Mühendisi 2006-2007

DOKTORA TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

▪ **Akkoyunlu, T., Dikbaş A.,**2014: Building Information Modelling (BIM) for Large-Scale Construction Projects : *International Journal of Structural Analysis & Design – IJSAD* Volume 1 : Issue 3 ISSN : 2372-4102] 30 September,2014.

- **Akkoyunlu, T.,** Dikbaşı A., 2014: Kentsel Dönüşüm Projeleri için BIM Kullanımı : 3. *Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi Akdeniz Üniversitesi, Antalya özet bildiriler kitabı* ISBN : 978-605-60244-3-6, Ekim 2014. sf:116

DİĞER YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Akkoyunlu, T.,** Ergönül S., 2014: İnşaat Sektöründe Malzeme Yönetim Yaklaşımları ve Bir Model Önerisi : 3. *Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi Akdeniz Üniversitesi, Antalya özet bildiriler kitabı* ISBN : 978-605-60244-3-6, Ekim 2014. Sf :75
- **Akkoyunlu, T.,** Dikbaşı A., 2014: Building Information Modelling (BIM) & urban renewal projects : *Creative Construction Conference 2014, June 21-24 in Prague, Czech Republic*