

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YBM STANDARTLARININ KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ VE
ULUSAL STANDARDİZASYON ÇALIŞMALARI AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Burcu ATAY TOSUN

Bilişim Anabilim Dalı

Mimari Tasarımda Bilişim Programı

HAZİRAN 2019

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YBM STANDARTLARININ KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ VE
ULUSAL STANDARDİZASYON ÇALIŞMALARI AÇISINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Burcu ATAY TOSUN

(523071004)

Bilişim Anabilim Dalı

Mimari Tasarımda Bilişim Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ozan Önder ÖZENER

HAZİRAN 2019

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 523071004 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Burcu ATAY TOSUN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “YBM STANDARTLARININ KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ VE ULUSAL STANDARDİZASYON ÇALIŞMALARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Ozan Önder ÖZENER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yrd. Doç. Dr. Sema ALAÇAM**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Ümit IŞIKDAĞ
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Teslim Tarihi : **03 Mayıs 2019**
Savunma Tarihi : **14 Haziran 2019**





Ailem'e,



ÖNSÖZ

Yapı Bilgi Modelleme (YBM) konusunda, Türkiye’de kamunun da desteği ile yapılan çalışmaların artırılması gerektiği ve gelişmiş ülkelerde olduğu gibi YBM ile ilgili standartlar geliştirilmesinin de önemli bir ihtiyaç olduğu açıkça ortadadır.

Bu durumdan hareketle hazırladığım bu tezi yazmamda katkısı olan; hocalarım, ailem ve arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Öncelikle bu tez boyunca bana her konuda destek olduğu, bilgi ve tecrübelerinden istifade edebilme şansı verdiği için danışman hocam, Doç. Dr. Ozan Önder ÖZENER’e

Benim için sayısız fedakârlık yapan ve beni yetiştiren annem Sevgi ATAY ve babam Ekrem ATAY’a

Her zaman yanımda olan kardeşlerim Murat ATAY ve Eda ATAY’a,

Desteğini esirgemeyerek güven veren eşim Semih TOSUN’a

Verdiği hayat neşesi için oğlum Emir’e,

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

Mayıs 2019

Burcu Atay Tosun
(Mimar)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ	xiii
ŞEKİL LİSTESİ	xv
ÖZET	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımı.....	2
1.2. Tezin Amacı	3
1.3. Araştırma Yöntemi	3
1.4. Tezin Kapsamı.....	3
2. ULUSLARASI YBM STANDARDİZASYON ÇALIŞMALARI	5
2.1. Standardizasyon ve YBM.....	5
2.2. YBM Standartlarının Temel Amaçları	6
2.3. YBM Standartları Geliştiren Kuruluşlar ve Çalışmaları	8
2.4. YBM'nin Adaptasyonunda Kamunun Rolü	12
2.5. YBM Kullanımının Faydaları	16
2.6. YBM Kullanımının Zorunlu Olduğu Ülkeler.....	19
2.7. İncelenecek YBM Kılavuzlarının Seçimi	22
2.8. Seçilen Ülkelerin YBM Politikaları ve Standartlaşma Çabaları	24
2.8.1. Amerika.....	24
2.8.2. İngiltere	27
2.8.3. Norveç	31
2.8.4. Avustralya	31
2.8.5. Singapur	33
2.9. Türkiye'deki YBM Projeleri ve Standartlaşma Çabaları	36
2.10. Türkiye için Ulusal YBM Standardizasyonunun Gerekliliğinin Tartışılması	40

2.11. Kaynakların Değerlendirmesi.....	42
3. YBM KILAVUZLARININ İNCELENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI ..	45
3.1. YBM Kılavuzlarının Genel Yapısının İncelenmesi	45
3.2. YBM Kılavuzları İçerisinde Öne Çıkan Konuların Belirlenmesi	47
3.3. YBM Kılavuzları İçerisinde Öne Çıkan Konuların İçeriklerinin İncelenmesi	48
3.3.1. YBM uygulama planı	48
3.3.2. Gelişim seviyeleri.....	50
3.3.3. Sorumluluk	54
3.3.4. Ortak veri formatı.....	55
3.3.5. İşbirliği modelleri.....	57
3.3.6. Dosyalama.....	59
3.3.7. Arşivleme	60
3.3.8. Simülasyonlar	61
3.3.9. Proje aşamaları YBM fonksiyonları.....	62
3.3.10. İşletme ve bakım gereksinimleri	64
3.3.11. Veri güvenliği.....	65
3.3.12. İş akış şeması.....	66
3.3.13. Referans gösterilen ulusal ve uluslararası standartlar	67
3.4. YBM Kılavuzlarının İncelenmesi ve Karşılaştırılması Sonucunda Ulaşılan Bulgular	68
3.4.1. Kılavuzların genel yapısına ait bulgular.....	68
3.4.2. Kılavuzların içeriklerinin karşılaştırılması sonucunda ulaşılan bulgular.	69
4. BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	75
4.1. Uluslararası Nitelikteki Bulguların Değerlendirilmesi.....	75
4.2. Ulusal Nitelikteki Bulguların Değerlendirilmesi.....	77
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	81
KAYNAKLAR.....	87
EKLER	91
ÖZGEÇMİŞ.....	103

KISALTMALAR

- AIA** : Amerika Mimarlar Odası (American Institute of Architects)
- AEC** : Mimarlık Mühendislik İnşaat (ArchitectureEngineeringConstruction)
- BSI** : İngiliz Standartları Enstitüsü (British Standarts Enstitute)
- BUP** : YBM uygulama planı (BIM Execution Plan)
- CIC** : İnşaat Endüstrisi Konseyi (Construction Industry Council)
- DWG** : Çizim dosyası uzantısı (Drawing)
- FM** : Tesis yönetimi (Facility Management)
- GIS** : Coğrafi Bilgi Sistemleri (Geographic Information System)
- IAI** : Uluslararası Birlikte Çalışabilirlik İttifakı (International Alliance Interoperability)
- ISO** : Uluslararası Standardizasyon Örgütü (International Standards Organization)
- İMSAD** : İnşaat Malzemeler Sanayicileri Derneği
- IFC** : Endüstri Temel Sınıfları (Industry Foundation Classes)
- LOD** : Gelişim Seviyesi (Level of Development)
- NBS** : National Building Specifications
- NIBS** : National Institute for Building Sciences
- NBIMS** : Ulusal YBM Standartları (National BIM Standard)
- OGC** : Açık Mekansal Konsorsiyum (Open Geospatial Consortium)
- PAS** : Halka açık teknik özellikler (Publicly Available Specifications)
- YBM** : Yapı Bilgi Modellemesi (Building Information Modeling)



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Ülkeler ve YBM zorunlulukları.....	20
Çizelge 2.2: İncelenen kılavuzların ilk ve son sürümlerine ait çizelge.....	23
Çizelge 2.3: Amerika'daki YBM standartlarının listesi.....	26
Çizelge 2.4: Avrupa'daki YBM standartlarının listesi.....	30
Çizelge 2.5: Avustralya'daki YBM standartlarının listesi.....	32
Çizelge 2.6: Asya'daki YBM standartlarının listesi.....	35
Çizelge 2.7: YBM kullanımları incelenen 13 proje envanteri.....	36



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Uluslararası YBM standardizasyonu.....	10
Şekil 2.2 : BuildingSmart standartlarının resmi süreçleri.....	10
Şekil 2.3 : BuildingSmart standartları oluşum süreçleri.....	11
Şekil 2.4 : BuildingSmart temsilciliklerinin çalışma prensipleri.....	11
Şekil 2.5 : Kamu sektörünün oynayabileceği altı potansiyel rol	14
Şekil 2.6 : YBM adaptasyon oranları	15
Şekil 2.7 : YBM olgunluk seviyeleri	19
Şekil 2.8 : Ülkelerin YBM standartları ve zorunlulukları	21
Şekil 2.9 : Çeşitli coğrafyaların standartlarına ait çizelge	22
Şekil 2.10: Amerika'daki kamu standartlarına ait zaman çizelgesi.....	25
Şekil 2.11: Avrupa ülkelerinin standartlarına ait zaman çizelgesi	29
Şekil 2.12: Avustralya'da oluşturulmuş olan standartlara ait zaman çizelgesi	32
Şekil 2.13: Asya ülkelerinin standartlarına ait zaman çizelgesi	34
Şekil 2.14: Proje İsimlendirme Modeli.....	37
Şekil 2.15: Klasör İsimlendirme Modeli	38
Şekil 2.16: Dosya İsimlendirme Modeli.....	38
Şekil 3.1 : İncelenen kılavuzların son sürümlerine ait zaman çizelgesi	46
Şekil 3.2 : BIM Forum LOD Tanımları.....	52
Şekil 3.3 : NATSPEC LOD Tanımları	52
Şekil 3.4 : Gelişim Seviyesi Tanımı	53
Şekil 3.5 : İncelenen maddelerin içerik yoğunluğu	69



YBM STANDARTLARININ KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ VE ULUSAL STANDARDİZASYON ÇALIŞMALARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

İnşaat sektörü, dünyadaki diğer sektörlerle kıyaslandığında farklı disiplinlerden çok sayıda katılımcısının olması, pek çok aktiviteyi içermesi, zaman ve maliyet unsurlarının ön planda olması gerekçeleriyle teknolojiye en çok ihtiyaç duyan sektörlerdendir. Günümüz inşaat projelerinin yönetiminde, birçok farklı disiplinin bütünleşik bir şekilde ele alındığı sistemler içerisinde problemlerin çözülmesine odaklanılmaktadır. Bu bütünleşik yönetim sistemi; bilgiyi, zamanı, kabiliyetleri, teknolojileri, kaynakları, kaliteyi, insanları, bilgi değişimlerini yani ortaya çıkarılması planlanan ürün ve hizmete yönelik hedefleri içeren unsurları kapsamaktadır. Bu yönetim sisteminin gerçekleştirilebilmesi için geliştirilen ve gelişmiş teknolojileri içeren yaklaşımların en önemlisi Yapı Bilgi Modellemesi (YBM–Building Information Modelling BIM)'dir. YBM ile bir inşaat projesinin gerçekleştirilebilmesi için, geleneksel süreçlerde ihtiyaç duyulan verilerin dışında YBM özelinde geliştirilmiş verilere ihtiyaç duyulmaktadır.

Dünya çapında YBM kullanımının artırılması ile ilgili önemli gelişmeler özellikle kamunun geliştirdiği politikalar sayesinde olmaktadır. Amerika ve İngiltere'nin YBM kullanımını zorunlu tutması hem YBM'nin kullanımını arttırmakta hem de oluşturulacak mevzuatlar ve standartlarla ilgili de çalışmaların gelişmesine sebep olmaktadır. Ülkeler YBM kullanımını inşaat sektöründe başarılı sonuçlar elde edebilmek için talep etmektedirler. YBM kullanımı ile ortaya çıkması istenilen başarıya ulaşabilmesi için katılımcılar arasında anlaşılmış ve üzerinde mutabakata varılmış bir çalışma yönteminin kullanılması gerekmektedir. YBM standartları bu başarının sağlanması için ortaya koyulması gereken çalışma yöntemlerini destekleyen ve sürecin performansının arttıran en önemli unsurlardandır. Günümüzde oluşturulmuş çok sayıda YBM standardı ve kılavuzu olduğu ve hızla oluşturulmaya devam edildiği görülmektedir. Kamu, özel sektör, üniversiteler ve bağımsız kuruluşlar YBM standardı ve kılavuzu oluşumu için çalışmalar yapmaktadır. Bağımsız bir uluslararası kuruluş olan BuildingSmart tarafından küresel ölçekte yapılan çalışmalar YBM standartlarının

geliştirilmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Standart oluşturan birçok ülke YBM projelerini geliştirirken bu standart ve kılavuzları projelerine adapte etmektedir. Standardı olmayan ülkeler ise YBM projelerini uygularken başka ülkelerin geliştirdiği YBM standardı ve kılavuzlarından faydalanabilmektedir. Ülkeler; yasal mevzuatlarının, standartlarının, inşaat iş kültürleri ve iş modellerinin kılavuzlara yansıtılması amacı ile kendi YBM standartlarını oluşturmaktadırlar.

Bu çalışmada YBM kullanımının zorunlu olduğu ülkeler arasından, en kapsamlı standardizasyon çalışmalarına sahip farklı coğrafyalardan 5 ülke seçilerek kılavuzları incelenmiştir. Kılavuzların ortak maddeleri ortaya çıkarılarak ve bu maddeler ülkelere göre karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda YBM standartları konusunda yapılacak çalışmalar için kapsamlı bir teorik anlayışın ortaya koyulması amaçlanmıştır. Bu tez ve içeriğinin ileride ülke düzeyinde yapılabilecek standardizasyon faaliyetleri için altlık oluşturması hedeflenmiştir.

COMPARATIVE ANALYSIS OF BIM STANDARDS AND ITS ASSESSMENT IN TERMS OF NATIONAL STANDARDIZATION WORKS

SUMMARY

Compared to other sectors in the world, construction is the one that requires the use of technology the most based on the facts that it involves a large number of participants from different disciplines, includes many activities, and time and cost elements are in the forefront. Today, in the management of construction projects, we focus on solving problems within systems where many different disciplines are handled in an integrated manner. This integrated management system covers information, time, capabilities, technologies, resources, quality, people, information changes, namely, all efforts including targets for products and services planned to be obtained. The most important approach developed to realize this management system is Building Information Modelling (BIM). In order to manage a construction project with BIM, besides traditional methods; different methods, data, legislation, and standards are needed. Increase in productivity, visualization improvements, collaboration options, and better communication are among the social and economic benefits provided by use of digital engineering such as BIM in construction projects. Usage of BIM is expected to transform the construction industry providing access to these benefits. Thus, the industry prefers to use BIM in order to take advantage of these benefits.

Standardization and policy making efforts for BIM which has a strong influence on adoption are considerably different in different countries. Important developments related to the increase in the use of BIM worldwide are mainly thanks to the policies developed by the public. The public sector is the leading actor for adoption of BIM in the construction industry. That the use of BIM is made obligatory by the United States and the UK both increases the use of BIM and leads to the development of studies related to the regulations and standards to be established. It can be observed that in many of the countries where BIM is being used, BIM standards are being produced and the processes are being improved. In Turkey, BIM's initial use have been for the construction of railroad systems which are public projects. Although its popularity is increasing, there isn't any standard introduced yet. Governments demand the use of

BIM in order to achieve successful results in the construction sector. In order to achieve the desired success with the use of BIM, a working method understood and agreed by the participants needs to be used. BIM standards are one of the most important factors that support the methods of work that need to be put forward in order to achieve this success and increase the performance of the process. It is observed that there are a large number of BIM standards and guidelines that have been and is continuing to be prepared. Public, private sector, universities, and independent institutions are working for the preparation of the BIM standards and guidance. A global scale study by BuildingSmart, an Independent International Organization, has contributed significantly to the development of BIM standards. Many countries that create the standards adapt these standards and guidelines to their projects while developing their BIM projects. Countries that do not have their own standards can benefit from the BIM standard and guidelines developed by other countries while implementing BIM projects. Countries require to establish their own standards and guidelines in order to reflect their legal legislation, standards, construction business cultures and business models to the guidelines.

This study aims to assess the national and international BIM standardization efforts. While preparing this study, the guidelines of 5 countries of different geographies, where the use of BIM is obligatory were selected. U.S. and th U.K. are among the leading countries in BIM adoption efforts. Various public entities in the U.S. have introduced BIM programs, goals, implementation roadmaps and standards. On the other hand, numerous countries in the Europe are focusing on application practices of BIM. For example, it is mandatory to use BIM in governmental projects in the U.K. since 2016. Thus, this study focuses on the guidelines introduced by countries leading in BIM adoption such as the USA, the UK, Singapore, Australia and Norway. The common provisions of the guidelines per country were deduced and evaluated by comparison. The aim of this study is to provide a comprehensive theoretical understanding by conducting a comparative analysis of the studies to be carried out in the field of BIM standards. This thesis and its contents are intended to create a base for standardization activities that can be carried out at the country level in the future. It is assumed that increase in the development and usage of BIM will provide considerable benefits and increase in quality for construction projects.

This study is conducted to perform a comprehensive literature review on national and international regulations and policy initiatives, and analyze the BIM adoption globally. The countries are selected to represent various geographic regions according to the availability of data and their leading role for the subject. It is aimed that a deeper analysis of the concept of the “internationalization of BIM” would be introduced by this research effort.



1. GİRİŞ

İnşaat sektöründe köklü değişiklikler yaratan YBM ile ilgili literatürde birçok farklı tanımlama bulunmaktadır. Kurumlar kendi yaklaşımları doğrultusunda farklı tanımlamalar geliştirmiş ve bu tanımlamaların içeriğinde YBM'ne özgü farklı kapsamlara yer vermişlerdir. YBM bir tesisin inşası ve yönetilmesi ile ilgili simülasyonlar için bir bilgisayar yazılımının kullanılması ve geliştirilmesi ile ortaya çıkan, veri açısından zengin, obje tabanlı, bir tesisin akıllı ve parametrik dijital temsilidir. Bunun yanı sıra YBM kararların alınmasında ve tesisin sunulma sürecinin iyileştirilmesinde kullanılacak bilgilerin üretilmesi için çeşitli kullanıcıların ihtiyaçlarına uygun görüşlerin ve verilerin çıkarılabileceği ve analiz edilebileceği, tesisin sayısal ortamdaki sunumudur (AGC, 2005, s. 3). YBM bir yapının tasarım, inşaat ve işletme süreçleri ile ilgili dijital teknolojilerle kolaylaştırılan araçları ve işlemleri tanımlar (Eastman ve diğ., 2010, s. 586). YBM teknolojisinin kullanımı ile proje sonuçlarının ve varlık operasyonları süreçlerinin radikal bir şekilde iyileştirilmesi istenmektedir. YBM, tüm yaşam döngüsü boyunca hem binalar hem de kamu altyapısı varlıkları için karar vermeyi geliştirmeye yönelik stratejik olanaklar sunmaktadır (EUBIM, 2017, s. 4). YBM süreçleri görselleştirme, mühendislik analizi, çakışma tespiti, kod kriterleri kontrolü, maliyet mühendisliği, yapım ürünü, bütçeleme ve diğer birçok amaç için elektronik model oluşturma eylemlerini kapsamaktadır (NBIMS, 2007, s. 150). YBM, bir tesisin yaşam döngüsü boyunca kararlar için güvenilir bir temel oluşturan ve tasarımından yıkıma kadar var olan olan bir bilgi kaynağını oluşturmaktadır (Url-1). YBM inşaat sektörü paydaşlarının yer aldığı tüm süreçlerdeki görev üstlenicilerin bütünlük bir yönetim sistemi içerisinde kullandığı ve faydalandığı bir bilgi teknoloji entegrasyonu içerisinde var olabilmektedir. İnşaat projelerinde YBM'nin sisteminin kullanılması ile yapım maliyetlerinin düşürülmesi, üretim kalitesinin artırılması, kısa sürede daha az hata miktarı ile projelerin tamamlanması gibi çeşitli imkanlar sağlaması ve bu sayede verimliliğin artırılması beklenmektedir.

YBM tanımlarının çeşitliliği ve kapsamlarının farklılığı, çok sayıda paydaşında yer aldığı YBM süreçlerinin yönetilmesini karmaşık hale getirmektedir. YBM kullanımının öncelikli amacının inşaat sektörüne fayda sağlanması olduğu düşünüldüğünde, bu süreçlerin etkin bir şekilde yönetilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır. Etkili ve verimli bir işbirliği için, üzerinde mutabık kalınmış ve paylaşılmış bir çalışma yöntemi ile YBM'nin yönetilmesi gereklidir (NBS, 2018). Bu çalışma yönteminin temelini uygun mevzuat ve standartlar oluşturmaktadır. Standartlar işleri işler hale getirerek kaliteyi, güvenliği ve verimliliği sağlamak için ürünler, hizmetler ve sistemler sunarlar. Uluslararası ticareti kolaylaştırırlar (Url-1). Standartlar YBM'nin içeriğinde ne olması gerektiği ve nasıl olması gerektiği konusunda ortak bir anlayış sağlar. Açıkça görülmektedir ki YBM uluslararası projelerin geleceğini oluşturacaksa ortak kılavuzların adapte edilmesi gerekmektedir (NBS, 2013). Bir YBM standardına bağlı kalmak başarılı bir YBM projesi yürütmek için gereken en önemli unsurlardan biridir.

1.1. Problemin Tanımı

Dünyada ülkelerin YBM'nin tanımlanması ile ilgili farklı yaklaşımları olduğu gibi, ülkelerin YBM'ne yaklaşımları, beklenen faydalar, kullanım amaçları ve kapsamaları farklılık göstermektedir. Bazı ülkelerde YBM zorunlu kılınmıştır ve YBM standartları mevcuttur. Bazı ülkelerde ise YBM zorunlu kılınmış ancak henüz bir standart oluşturulmamıştır. Ayrıca YBM'nin zorunlu kılınmadığı ve henüz YBM'nin gelişim göstermediği ülkelerde mevcuttur. YBM'in en ileri seviyede kullanıldığı ülkelerden İngiltere ve Amerika'da geliştirilen standartlar dünyada en çok bilinen standartlardır. Kendi YBM standardı bulunmayan pek çok ülke bu standartlardan faydalanılmakta ve şartnamelerinde bunlara atıfta bulunmaktadır.

Günümüzde Türkiye'de YBM'nin uygulanmasında ciddi bir artış olduğu ve YBM standardı kullanmanın projelerin başarılı olması için önemli bir faktör olduğunun anlaşıldığı gözükmektedir. Ancak YBM uygulama zorunluluğu bazı özel projeler dışında söz konusu değildir ve henüz ulusal bir YBM standardı oluşturulmamıştır. Türkiye'de YBM standardı oluşturulmasının önemi anlaşılmıştır ve bu doğrultuda çalışmalar başlatılmıştır. Ancak oluşturulacak YBM standardı için hangi unsurların önemli olduğu ile ilgili ulusal düzeyde bir çalışmaya rastlanmamıştır. YBM standardı kılavuzlarının kullanılması ile sağlanacak faydalar ile ilgili beklentilere yanıt

verilebilmesi için kılavuzların genel yapısının, kılavuz içerisinde olması gereken konuların ve bu konulara dair içeriklerin belirlenmesi bu tez çalışmasının problemini belirlemektedir.

1.2. Tezin Amacı

Bu tez kapsamında farklı coğrafyalara ait ülkelerin YBM kılavuzlarının karşılaştırmalı analizi yapılarak, YBM standartları konusunda yapılacak çalışmalar için kapsamlı bir teorik anlayışın ortaya koyulması amaçlanmıştır.

1.3. Araştırma Yöntemi

Tez kapsamında öncelikle detaylı bir literatür araştırması yapılmıştır. Literatür çalışması bilimsel makaleler, mevcut ulusal ve uluslararası standartlar, YBM kılavuzları, bağımsız kuruluşlar tarafından yayınlanmış raporlar, kitaplar ve endüstri dergilerinden oluşmaktadır. Kaynak taraması sonrasında YBM kılavuzlarının incelenmesi için içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizi nitel araştırma yöntemlerinden biridir. “İçerik analizinde temelde yapılan işlem, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde organize ederek yorumlamaktır” (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Çalışma, içerik analizi ilkelerini takip ederek gerçekleştirilmiştir. İnceleme için öncelikle her bir belge okunmuştur ve konular belirlenmiştir. Konularla ilgili olan terimler, işaretlenmiştir. Eşanlımlı veya eşdeğer terimler listelenip aynı konu altında toplanmıştır. YBM kılavuzlarındaki benzer konular oluşturularak içerikleri karşılaştırılmıştır. Benzerlikler ve farklılıklar ortaya koyularak bu doğrultuda çeşitli bulgulara ulaşılmıştır.

1.4. Tezin Kapsamı

Bu tez kapsamında günümüzde YBM kullanımının zorunlu olduğu ülkeler arasından, en kapsamlı standardizasyon çalışmalarına sahip farklı coğrafyalardan 5 ülke seçilmiştir. Analizin kapsamı 5 ülkeye ait ekleriyle birlikte toplam 13 adet belgenin incelenmesinden oluşmaktadır. İncelenen kılavuzların ortak maddeleri sıralanarak benzerlik ve farklılıklar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.



2. ULUSLARASI YBM STANDARDİZASYON ÇALIŞMALARI

2.1. Standardizasyon ve YBM

Standardizasyon bir sürecin performansını artırmak için yapılabilecek bir eylemdir (Lillrank, 2003). Standardizasyonlar performansın iyileştirilmesi, verimlilik, kontrol edilebilirlik, kalite, şeffaflık, azalan riskler ve maliyet tasarrufu gibi birçok avantaj ve olanak sunmaktadır. En iyi sonuçlara ulaşabilmek için günümüzde oluşturulmuş çok sayıda standart mevcuttur. Bu standartlar farklı sektörlerde farklı talepleri karşılamak üzere düzenlenmektedir ve bu sebeple birbirinden farklı yönleri vardır. Örneğin kodlanmış bilgiler gibi bilgilendirici veya sağlık ve güvenlik konusundaki standartlar gibi kısıtlayıcı içeriğe sahip olabilirler. Bunun yanı sıra hem bilgilendirici hem de kısıtlayıcı bilgiler de içerebilirler.

Standartlar olması gerekenleri ve bunların nasıl olması gerektiğini tanımlamak için oluşturulmaktadır (NBS 2018). Standartların kullanımı ile ortaya çıkması beklenen faydalar için standartların başarılı bir şekilde oluşturulmuş olması önemlidir. Bir işlem ancak aynı faaliyetleri aynı sırayla işleyerek ve tam olarak aynı çıktıyı üreterek önceden tanımlanmış en uygun şekilde gerçekleştirilirse başarılı bir şekilde standartlaştırılır (Rosenkranz, 2011). İyi standartlar asgari düzeyde teknik özellikleri belirlenmiş ne çok fazla ne de çok az çeşit arasından doğru dengeyi sağlayarak net şartlar oluşturmalıdır. Ayrıca ihtiyaçların açıkça ortaya çıkmasını sağlamalıdır. Şartlar oluşturulduğunda hem ürün tedarikçisinin hem de tüketicinin çıkarlarına en uygun şekilde fayda sağlar. Ticareti mümkün kılar, güvenliği artırır, kaynakların verimli kullanılmasını kolaylaştırır, zaman kaybını azaltır, kaliteyi artırır, uyumluluğu sağlar ve entegrasyona yardımcı olurlar. İşletmeler ve tüketiciler onlardan dünyanın her yerinde yararlanırlar (NBS,2014).

İnşaat endüstrisi, diğer birçok üretim endüstrisi gibi, sayısız standart, kural, uygulama kodu ve yönetmelikle düzenlenmektedir. YBM süreçlerinin standartlaştırılması ve uygulanabilmesi için kılavuz dokümanların tanımlanması gereklidir (Azhar ve diğ., 2012). YBM'in inşaat endüstrisinde kullanımı ile yeni standartların oluşum ihtiyacı

ortaya çıkmıştır. Standartlar YBM teknolojilerinin, süreçlerinin ve işbirliğinin daha geniş bir şekilde benimsenmesini sağlamada aynı doğru verinin tedarik zinciri boyunca erişilebilir olmasını sağlayarak önemli bir rol oynamaktadır (BSI, 2013). Ayrıca “standartlar farklı uzmanlar arasında uluslararası ve uzun süreler boyunca iletişim kurulurken kritik bir öneme sahiptir” (Howard ve Björk, 2008). Günümüzde birçok ülkede YBM'nin yararlarının artırılması beklentisiyle YBM standartlaşma çalışmaları yapmaktadır. YBM standartları uluslararası standartlar, ulusal standartlar ve kurumsal standartlar olarak 3 farklı seviyede yayınlanır ve uygulanabilirler. Benzer şekilde, bunlara uyma zorunluluğu seviyesi, zorunlu olma durumundan tavsiye edilme niteliğine kadar değişiklik gösterebilir (Hooper, 2015). Sektörde metodolojik, prosedürlere uygun ve modelleme standartlarının başarılı bir YBM uygulaması için şart olduğu konusunda genel bir anlaşma vardır (Hooper, 2012). İngiltere’de geliştirilen British Standards BS PAS 1192 ve Amerika’da geliştirilen National BIM Standard (NBIMS) dünyada en çok bilinen YBM standartlarıdır (Özorhon,2018).

Standartlar, zaman içinde yetersiz olabilen belirli teknolojilere kilitlenmelere katkıda bulunabilir. Bu nedenle konumlandırmaları ve kapsamaları uygun çerçevelendirilmiş koşullarla kontrol edilmelidir (Blind, 2013). Gelişmiş teknolojiler ve günümüz koşullarının etkisi ile güncellenen başarı bir şekilde oluşturulmuş standartlar bir işin yapım süreçlerindeki performansını arttırabilmektedir. Standardizasyonun gerekliliği ve faydaları birçok platformda ortaya koyulmuş olsa da bazı süreçlere olan etkisi net değildir. İş akışlarının standardizasyonu, aynı ürünlerin tekrarlayan şekilde üretildiği imalat ve prefabrik endüstrilerde istenmektedir, ancak bu tanımlamanın Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat endüstrisindeki YBM işlemlerine uygulanabilir olup olmadığı daha az açıktır (Poljanšek,2017).

2.2. YBM Standartlarının Temel Amaçları

YBM ile ilgili günümüzde oluşturulmuş sayısız standart, kural, uygulama kodu ve yönetmelik bulunmaktadır. Bunların ortak amaçları aslında standardizasyonun tanımında olduğu gibi bir sürecin performansını arttırmaktadır. Ülkelerin kendi ihtiyaçları doğrultusunda ürettikleri standartlar farklı alt amaçlar içerebilmektedir. Genel anlamda birbiri ile benzerlik gösteren ve tez kapsamında incelenen 5 ülkenin YBM kılavuzlarının oluşturulma amaçlarına ait tanımlamalar aşağıda belirtilmiştir.

National BIM Standard-United States'in amacı, elektronik nesne verilerini organize etmek ve sınıflandırmak için bir araç sağlayarak dikey ve yatay yapılı çevrenin tüm yaşam döngüsünün sanatını ve bilimini ileri seviyeye taşımaktır. Yapı sahipleri, tasarımcılar, malzeme tedarikçileri, inşaatçılar, tesis yöneticileri ve yapılı çevreyle ilişkili tüm paydaşlar arasında düzenli iletişimi teşvik etmek istenir. Sektördeki tüm profesyoneller için geliştirilen kılavuzun amacı, bir projenin yaşam döngüsü boyunca mimar / tasarımcı, mühendis, yüklenici, mal sahibi ve operatör ekibinin tüm üyeleri tarafından daha verimli uygulamaları teşvik etmektir (NBIMS, 2015).

Ulusal YBM Rehberi, her bir proje için özel gereksinimleri belirten ve YBM Proje Özeti ile birlikte okunması gereken bir referans belgesidir. YBM Proje Özeti'nin NATSPEC YBM kılavuzundan faydalanılarak müşteri tarafından proje takımı tarafından istişare edilmek üzere geliştirilmiş olması beklenmektedir. Kılavuz, danışmanlar tarafından önerdikleri hizmetleri açıklığa kavuşturmak için bir planlama aracı olarak da kullanılabilir. Ulusal YBM Rehberi, müşterilerin, danışmanların ve paydaşların YBM gerekliliklerini ulusal olarak tutarlı bir şekilde netleştirmelerine yardımcı olmaktadır. Bu durum, karmaşanın ve çabanın tekrarlanmasını azaltacaktır (NATSPEC, 2011a).

PAS 1192-2 ile YBM kullanılarak teslim edilen projelerin bilgi yönetim ihtiyaçları için özel rehberlik sağlanması amaçlanır. Bir projedeki bütün bilgiler YBM formatında yönetilecek veya değişimi yapılacak biçimde değildir. Bu bilgilerin ayrıca tutarlı ve yapılandırılmış bir şekilde yönetilmesi verimli ve doğru bilgi alışverişini mümkün kılar. BS 1192: 2007 standartların detaylarını ve bunların sonuçlarının teslim edilme yöntemlerinin adapte edilmesini sağlar. Yalnızca YBM'e özgü bilgi alışverişleri bu PAS'ta açıklanmaktadır (BS PAS 1192-2, 2013).

Singapur YBM Rehberi, bir yapı projesinde Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) kullanıldığında yer alan çeşitli olası çıktılar, süreçleri ve personeli / uzmanları ana hatlarıyla belirtmeyi amaçlamaktadır. Kullanıcılar, bir inşaat projesinde YBM'ni kullanırken proje üyelerinin rollerini ve sorumluluklarını netleştirmek için bu kılavuzu kullanabilir. Görev ve sorumluluklar daha sonra işveren ve proje üyeleri arasında kararlaştırılarak bir YBM uygulama planında açıkça belirtebilir (SBIM, 2013a).

SBM'nin amacı, YBM'nin bilgi modelleri oluşturma konusunda hem genel gereksinimler hem de disiplin bazlı ihtiyaçları belirlemek için açık endüstri temel

sınıfları (IFC) formatında tanımlanmasıdır. Gereksinimler operasyon sırasında da eklenebilir veya değiştirilebilir. SBM'nin ana hedef kitlesi tasarım ekipleri, müşteri projesi, tesis yöneticileri ve YBM süreçlerinde yer alan uygulayıcılardır. SBM, yazılım uygulama sağlayıcıları için rehberlik eden bir araç olarak kullanılabilir. Herhangi bir ilave bilginin, numaralandırılmış değişikliklerle yayınlanmış olarak birleştirilmesi veya eklenmesi amaçlanmaktadır (SBM, 2013).

YBM kılavuzlarının oluşturulma amaçları içerisinde proje paydaşlarının ortak bir süreçte bulunmasından dolayı ortaya çıkan problemlerin minimuma getirilmesi, YBM gerekliliklerinin belirlenmesi, bilgi yönetim ihtiyaçlarının belirlenmesi, verimli ve doğru bilgi alışverişinin sağlanması, görev ve sorumlulukların belirlenmesi, YBM süreçlerinin belirlenmesi gerekçelerinin ön plana çıktığı görülmektedir.

2.3. YBM Standartları Geliştiren Kuruluşlar ve Çalışmaları

Dünyada inşaat endüstrisi için çok sayıda ve geniş kapsamlı standart geliştirme çabaları mevcuttur. Çok sayıda kuruluşun çoklu girişimleri ulusal ve uluslararası seviyede devam etmektedir. YBM'nin standardizasyonu için ilk önemli adımlardan olan Uluslararası Birlikte Çalışabilirlik İttifakı (The International Alliance for Interoperability, IAI) 1996'da Londra'da, Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya'dan temsilcilerle birlikte kurulmuştur. 2008'de IAI, kuruluşun niteliğini ve hedeflerini daha iyi yansıtabilmek için buildingSMART olarak adını değiştirmiştir. BuildingSMART dünya çapında yapı sektörünün kullanımına yönelik açık ve uluslararası veri standartları geliştirmek yoluyla endüstrinin sayısal dönüşümünde öncülük eden açık ve uluslararası kar amacı gütmeyen bir organizasyondur (Url-1). BuildingSMART'in öncelikli amacı inşaat sektöründe kullanılan yazılım uygulamaları arasındaki bilgi alışverişini iyileştirmektir. Ayrıca maliyetleri azaltarak, açık paylaşılabilir varlık bilgilerinin kullanımı ile binanın değer ve çevresel performansının iyileştirilmesi hedeflenmiştir. YBM için açık dijital bilgilerin bilgi akışları boyunca hem inşaat endüstrisi hem de sonrasında yapı varlıklarının ömrü boyunca teknik temeli oluşturulan standartlar üretilmesini sağlamaktadır. Dünya çapında bir temsilcilik iletişim ağı sunarak iş akışları için gerekli teknik süreçleri desteleyen açık standartlar geliştirmektedir. Hedeflerini desteklemek için iki küresel standart kuruluşu olan ISO (Uluslararası Standardizasyon Örgütü) ve OGC (Açık Mekansal Konsorsiyum) ile

ortaklıklar geliştirmiştir. 1994 yılında açık YBM için tarafsız bir veri formatı olarak Endüstri Vakfı Sınıfları (The Industry Foundation Classes-IFC'ler) geliştirilmiştir.

ISO 1946'da, 25 ÷lkeden delegelerin Londra'da uluslararası standartların koordinasyonunu ve birleştirilmesini kolaylaştırmak için yeni bir uluslararası örgüt yaratmaya karar vermesiyle ISO'nun oluşum hikâyesini başlatmışlardır. O zamandan beri, teknoloji ve üretimin neredeyse tüm yönlerini kapsayan 22559'dan fazla uluslararası standart yayınlamıştır. Günümüzde 164 üye ÷lke ve 786 teknik komite ile standartların geliştirilmesi için çalışmalara devam etmektedir (Url-2). OGC ise uluslararası uzamsal ve coğrafi verilerin standartlarını belirleyen bir kuruluştur (Url-3). YBM standardizasyonu için diğeri önemli kuruluşlar aşağıda belirtilmektedir.

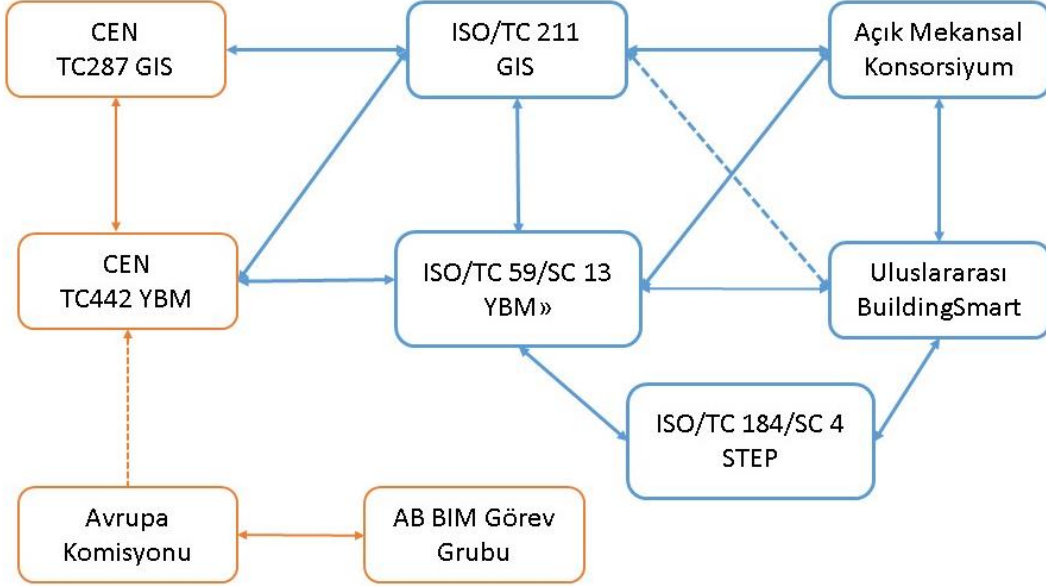
AB BIM Görev Grubu: Amacı dünya çapında bir dijital inşaat sektörü geliştirmek için ulusal çabaları ortak ve uyumlu bir Avrupa yaklaşımında bir araya getirmeyi amaçlayan standartlar üreten bir kuruluştur. YBM'nin dijital yapı olarak ortak kullanımı, kamu mallarının kalitesi ve sanayinin sürdürülebilir rekabet gücü için ortak değer kazanma amacıyla ortak çalışmaları teşvik etmektir (Url-4).

CEN: Avrupa Standardizasyon Komitesi CEN, 34 Avrupa ÷lkesinin Ulusal Standardizasyon Kuruluşlarını bir araya getiren bir dernektir. CEN, Avrupa düzeyinde ve Avrupa Serbest Ticaret Birliği tarafından Avrupa düzeyinde gönüllü standartların geliştirilmesinden ve tanımlanmasından sorumlu olarak resmen tanınan CENELEC ve ETSI ile birlikte üç Avrupa Standardizasyon Örgütünden biridir. CEN, çeşitli ürün, malzeme, hizmet ve süreçlerle ilgili olarak Avrupa Standartlarının ve diğeri teknik belgelerin geliştirilmesi için bir platform sağlamaktadır (Url-5).

Avrupa Komisyonu: Avrupa Komisyonu (EC), mevzuat önermekten, kararları uygulamaktan, AB anlaşmalarını sürdürmekten ve AB'nin günlük işlerini yönetmekten sorumlu olan bir Avrupa Birliği kurumudur.

Standardizasyon, insanları ve bir şeyleri bir araya getiren, bir senaryo ile bir standart etrafında bir toplum inşa etmekten ibarettir (Poljanşek,2017). Uluslararası YBM standardizasyonunun oluşumu, birçok kuruluşu içeren karmaşık bir süreç içerisinde var olmaktadır. İlişkiler buildingSmart, AB BIM görev grubu, Avrupa Komisyonu, inşaat işleri standardizasyonları, yapılı çevre için yapılandırılmış anlamsal yaşam döngüsü bilgisi alanında standardizasyon, dijital coğrafi bilgi alanında standardizasyon, uzamsal ve coğrafi verilerin/bilgilerin standartların, ürün ömrü

boyunca endüstriyel ürün verilerini tanımlayan ve yöneten standartlar arasında gelişmektedir. İlişkiler Şekil 2.1’de gösterilmektedir.



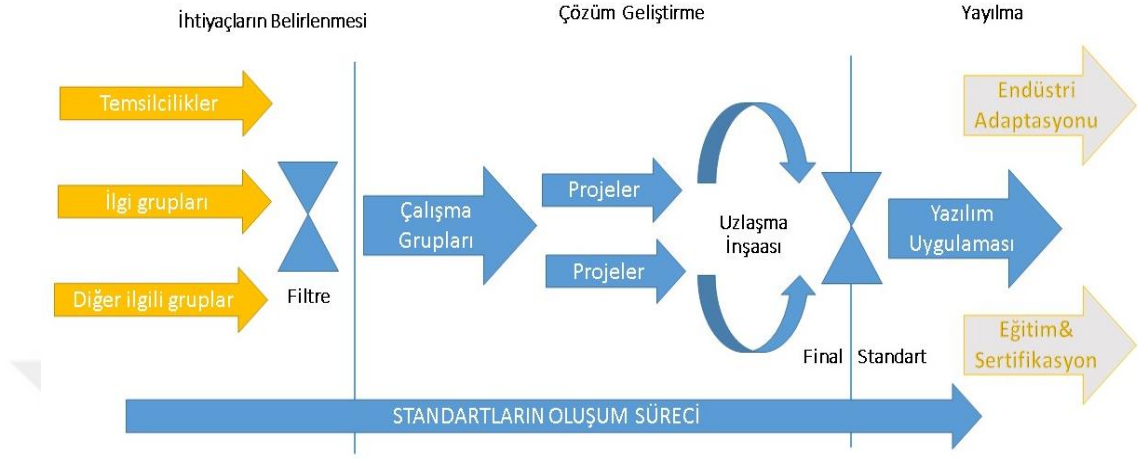
Şekil 2.1: Uluslararası YBM standardizasyonu (Poljanšek,2017).

Kuruluşların standardizasyon çabaları ve çalışmaları farklılık gösterebilmektedir. BuildingSmart, standartların ve çözümlerin geliştirilmesi için anlaşmaya dayalı resmi bir sürece sahiptir. Şekil 2.2’de standartların resmi süreçleri ve Şekil 2.3’de standartların oluşum süreci gösterilmiştir. Standartların organizasyonu ve ilişkili iş süreçleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bu sürecin zaman içerisinde iyileştirilmesi ve aynı zamanda geliştirilmesi beklenmektedir.



Şekil 2.2: BuildingSmart standartlarının resmi süreçleri (Url-6).

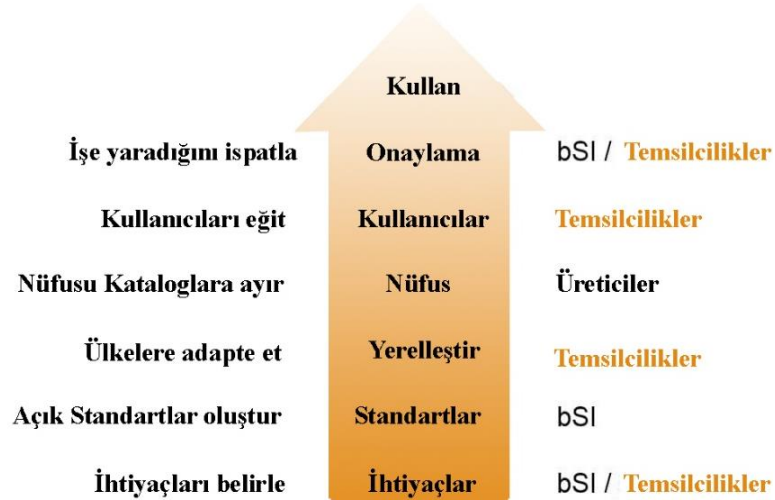
Resmi süreçler ihtiyaçların belirlenmesi ile başlamaktadır. Standartlar komitesi geçiş aşamalarındaki onay mercileridir. İhtiyaçlar geliştirme ve onay süreçlerinden geçerek çözüm geliştirilir. Standartlar komitesi onayı ile yayılımı sağlanır ve uygulanmaya başlanır.



Şekil 2.3: BuildingSmart standartları oluşum süreçleri (Url-6).

Dünya genelinde buildingSmart 18 üye temsilci ülkeden oluşmaktadır. Bunlar Avustralya, Avusturya, Belçika, Kanada, Çin, Fransa, Almanya, İtalya, Japonya, Kore, İskandinav ülkeleri, Norveç, Rusya, Singapur, İspanya, İsviçre, İngiltere ve İrlanda, Amerika Birleşik Devletleridir. Temsilcilikler uluslararası buildingSMART'ı kurma hedeflerini ve bakış açılarını paylaşan ulusal üyelik organizasyonlarıdır. BuildingSMART temsilciliklerinin çalışma prensipleri ve aktivite süreci Şekil 2.4'de belirtilmektedir.

TEMSİLCİLİK PRENSİPLERİ: AKTİVİTELER



Şekil 2.4: BuildingSmart temsilciliklerinin çalışma prensipleri (Url-6).

Temsilcilikler ayrıca ülkelerinde açık YBM kullanımını geliştirmektedirler ve bunların kullanımını teşvik etmektedirler. Temsilcilikler, ülkelerinin ihtiyaçlarına ve taleplerine uygun programların oluşturulmasında ve geliştirilmesinde yerel olarak kendi coğrafyalarında büyük bir rol oynamaktadır. Ayrıca standartların gereksinimlerini programlarına dâhil ederek bunları beslemektedirler.

Günümüzde dünya çapında yayınlanmış birçok YBM kılavuzu bulunmaktadır ve bu belgelerin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Güncel olarak dünyada hazırlanmış 124 adet YBM kılavuzu olduğu buildingSMART tarafından belirtilmektedir (Url-7). YBM standardizasyon çabaları hem uluslararası düzeyde birçok kuruluşu içeren karmaşık süreçler içerisinde, hem de ulusal düzeyde kamunun, üniversitelerin, yerel ve özel kuruluşların çabalarıyla sürdürülmeye devam etmektedir.

Türkiye’de henüz oluşturulmuş bir YBM standardı bulunmamaktadır. YBM standart dokümanları içerisinde referans gösterilebilecek ulusal tasarım ve yapım standartları üreten kuruluşlar vardır. Bu kuruluşlardan bazıları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB), Türk Standartları Enstitüsü (TSE)’dür.

2.4. YBM’nin Adaptasyonunda Kamunun Rolü

YBM’nin adaptasyonu, benimsenmesi, kullanımının arttırılması, standart ve mevzuatların oluşturulmasında kamunun etkisi büyüktür. YBM’nin adaptasyonunda kamu sektörünün çabaları doğrultusunda kamu sektörünün oynayabileceği altı potansiyel rol aşağıda belirtilmektedir (Cheng ve Lu, 2015).

- Başlatıcı
- Düzenleyici
- Eğitimci
- Finansman sağlayıcı
- Gösterici
- Araştırmacı

Başlatıcı: Kuşkusuz, kamu sektörü YBM’nin adaptasyonunda kilit bir rol oynamaktadır. Çoğu ülkedeki kamu kuruluşları YBM hedeflerini belirlemekte ve YBM teknolojisini ilk kez kamu inşaat projelerinde kullanılmasını gerekli kılmıştır. Örneğin, İngiltere, tüm merkezi hükümet departmanlarının 2016’ya kadar Seviye 2

YBM'ni benimsemesi konusunda iddialı bir hedef belirlemiştir. Diğer bir örnek olarak, ABD GSA'nın 2007 mali yılında projelerde YBM'ni talep etmesidir. Sanayiye yönlendirmek için YBM hedeflerinin belirlenmesinin yanı sıra, bazı kamu kuruluşları da YBM'nin uygulanmasını desteklemek için YBM çalışma grupları veya komiteler kurmuşlardır. Buna örnek olarak İngiltere'deki YBM görev grubu, Singapur'daki YBM Yönlendirme Komitesi ve Avustralya ve Yeni Zelanda'daki ANZRS Komitesi verilebilir. Ayrıca, bazı kamu kuruluşları tüm sektör için YBM yol haritaları yayınlamıştır. YBM ile ilgili kamu kuruluşları tarafından başlatılan tüm faaliyetler, tüm inşaat sektörünü YBM teknolojisini benimsemeye zorlamaktadır.

Düzenleyici:Tüm inşaat sektöründeki YBM uygulamalarına dair ortak anlayış ve tutarlı yaklaşımlar, YBM'nin başarılı bir şekilde benimsenmesi için önemlidir. Kamu sektörü, YBM'nin benimsenmesinde düzenleyici rol oynayabilmektedir ve inşaat projelerinde YBM uygulamalarını öğretmek ve standartlaştırmak için YBM yönergeleri geliştirebilmektedir. Bu YBM standartları veya kılavuzları ulusal veya uluslararası nitelikte olabilir. Bununla birlikte, tüm endüstriye rehberlik etmek ve YBM uygulamasının tutarlılığını sağlamak için çeşitli ulusal YBM standartları yayınlanmışlardır, böylece farklı YBM standartlarını takip eden proje katılımcıları arasındaki çatışma ve karmaşadan kaçınılmaktadır.

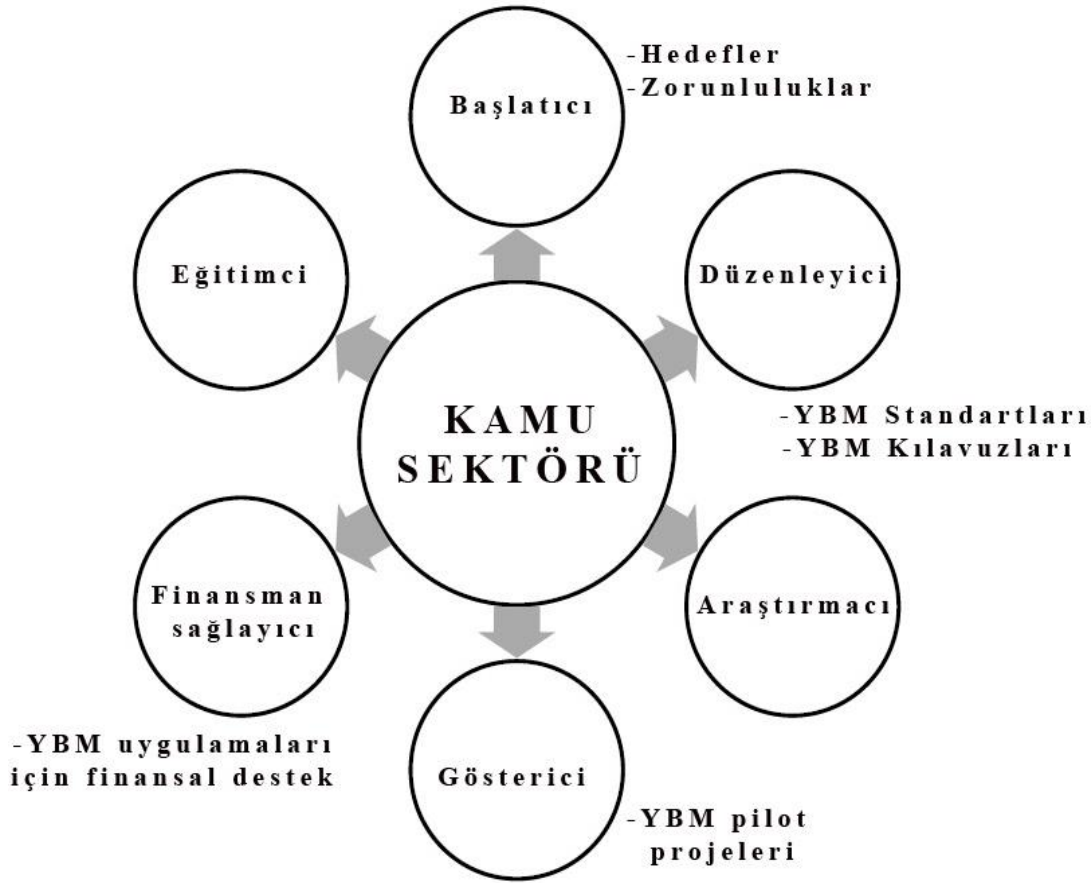
Eğitimci:Kurum içi personel için kurum içi YBM eğitimleri, YBM'ni benimseyen birçok kamu kuruluşunda görülmektedir. Bununla birlikte, kamu sektörü, sanayiye YBM uygulaması konusunda eğitmek için de lider bir rol oynayabilmektedir. Kamu sektörü, eğitim kursları sunmaya ve tüm endüstri için uzun vadeli bir eğitim planı oluşturmaya ek olarak, BIM eğitimini üniversiteler ile birleştirebilmektedir.

Finansman Sağlayıcı:BIM ile ilgili projelere finansal destek sağlayarak sektörü YBM'ni kullanmaya teşvik etmektedir. Tayvan'daki YBM'nin benimsenmesi için Tayvan hükümeti, Taipei City MRT projeleri ve New Taipei City Spor Merkezi projesi dahil olmak üzere birçok YBM araştırma programı ve projesini finanse etmiştir.

Gösterici:Pilot projeler sayesinde, kamu sektörü YBM teknolojisini çeşitli inşaat projelerinde uygulanmasını zorunlu gösterebilmektedir. Kamu kuruluşları tarafından yürütülen pilot projeler, kuruluşların sadece YBM'ni benimsenmesine yönelik bağlılığını göstermekle kalmayıp, sektördeki diğer kuruluşları arasında öğrenilen başarı faktörlerini ve dersleri paylaşmak için de kullanılabilir.

Araştırmacı:YBM teknolojisi hızla geliştiğinden, YBM teknolojisinin gerçek dünyadaki projelere uygulanmasını ilerletmek için yenilikçilik gerekmektedir. Dolayısıyla Ar-Ge, sektörün YBM kullanımını farklı yönlerde geliştirilmesine yardımcı olması açısından için önemlidir. Kamu sektörü YBM araştırmalarını dahili olarak yürütebilmekte veya araştırma kurumları ile işbirliği yapabilmektedir. YBM ile ilgili araştırma projelerinde üçüncü taraflara finansal olarak destekleyebilmektedir. Örneğin, Statsbygg, YBM'nin benimsenmesine yardımcı olmak ve YBM'nin Norveç'teki potansiyel uygulamalarını araştırmak için birkaç Ar-Ge projesi yürütmüştür. Kore'de, YBM'nin her yönünü inceleyen, YBM Ar-Ge projelerine birçok kamu sektörü kuruluşu katılmıştır. Başka bir örnek olarak, Japonya'daki JFCC, BIM araştırması konusunda Japonya'nın Yapı Araştırma Enstitüsü ile işbirliği yapmıştır.

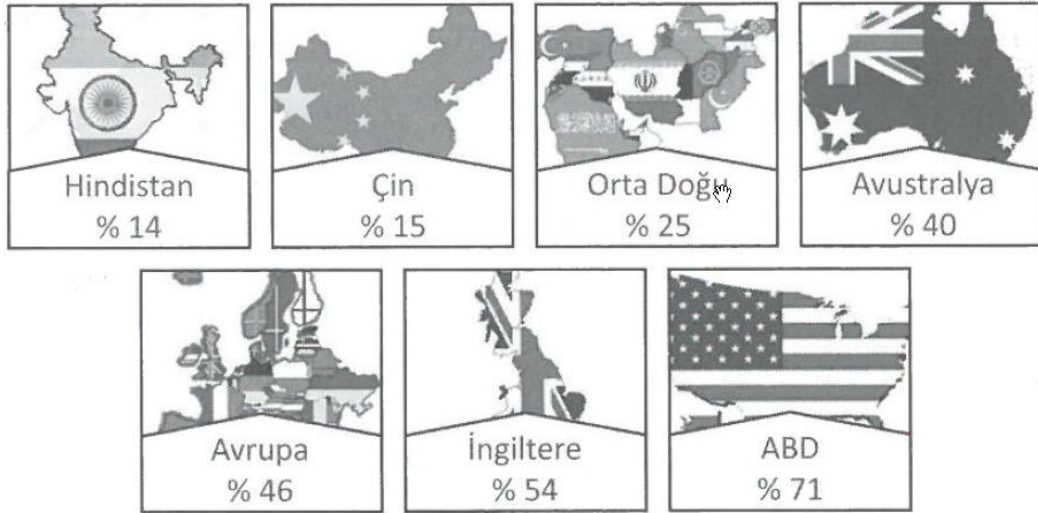
YBM'nin benimsenmesinde kamu sektörünün çabaları doğrultusunda kamu sektörünün oynayabileceği altı potansiyel rol Şekil 2.5'de belirtilmektedir.



Şekil 2.5: Kamu sektörünün oynayabileceği altı potansiyel rol (Cheng ve Lu, 2015).

YBM adaptasyonunun sağlanabilmesi için YBM'ne yönelik stratejiler geliştirilmesi gerekmektedir. Bu stratejilerin geliştirilmesine yönelik destek sağlamak için buildingSMART alliance tarafından BIM Proje Uygulama Planlaması Rehberi (BIM Project Execution Planning Guide) ve Autodesk tarafından BIM Yayılım Planı (BIM Deployment Plan) geliştirilmiştir.

YBM'nin dünyadaki gelişimine dair yapılan çalışmalar YBM adaptasyonunu ölçmeye yöneliktir. RICS (2014) raporunda dünyanın çeşitli bölgelerinde firmaların yüzde kaçının projelerinde YBM kullandığının bilgisi verilmiştir. Şekil 2.6'da bu bölgelerdeki YBM adaptasyon oranları gösterilmektedir. YBM adaptasyonunun en yüksek olduğu bölge %71 ile Amerika, en düşük olduğu bölge ise %14 ile Hindistan'dır. Çalışma sonucunda YBM adaptasyonunun en yüksek çıktığı ülkeler YBM'nin kamunun stratejileri ile en çok benimsetilmeye çalışıldığı ülkelerdir.



Şekil 2.6: YBM adaptasyon oranları (Özorhon, 2018).

YBM'nin adaptasyonu konusunda kamunun ciddi bir itici güç olduğu söylenebilir. İnşaat sektöründe YBM'nin kullanımı ile inşaat sektörüne fayda sağlandığının artık kabullenildiği düşünülmektedir. Ancak birçok ülkede halen YBM adaptasyonuna yönelik kamunun yeterli girişimi bulunmamaktadır. Bu nedenle kullanım seviyeleri hala beklenen düzeyde değildir. Bunun en önemli sebebi ise süreçteki teknik ve yönetsel problemler sonucu oluşan zorluklar olduğu düşünülmektedir. Kamunun stratejileri doğrultusunda YBM'nin zorunlu hale getirilmesi ile YBM'nin benimsenmesi arasındaki ilişki günümüzde halen tartışma konusudur ve yeterliliği sorgulanmaktadır.

2.5. YBM Kullanımının Faydaları

Literatürde YBM'nin sağladığı faydalar ile ilgili çalışmalar genellikle iki şekilde incelendiği görülmektedir. Bunlardan ilki proje paydaşlarına sağlanan faydalar, bir diğeri ise proje süreci baz alınarak yapılan değerlendirilenlerdir. Özorhon (2018) çalışmasında YBM kullanımının proje paydaşları için sağlanan faydalar sıralamıştır.

İşveren Temsilcisi:

- Paydaşlarla iletişimi artırma
- Karar vermeyi iyileştirme
- Daha iyi tahmin yapmabilme

Mimarlar:

- İş tekrarlarının azaltılması
- Koordinasyonun daha iyi sağlanması
- Üretkenliğin artırılması

Alt Yükleniciler:

- Prefabrikasyona imkan vermesi
- İşin tekrarının azaltılması
- Koordinasyonun daha iyi sağlanması
- Üretkenliğin sahada artırılması

İşçiler:

- İş emirlerinin daha iyi anlaşılması
- Günlük iş planının daha iyi yapılması
- İş tekrarlarının azaltılması

Yüklenici/İnşaat Müdürü:

- Sanal olarak inşa edilebilirlik ile denetim sağlanması
- Sanal verinin tahmin ve sıralama için kullanılabilir kılınması
- Bilgi istek değişikliklerinin azalması
- Müşterilere daha kaliteli sunum sağlanabilmesi

Mühendisler:

- Simülasyon ile gerekli verilerin üretilebilmesi
- Proje inceleme süreçlerinin kısalması
- Sözleşme yönetiminin süreçlerinin azalması
- İşbirliğinin daha iyi sağlanması

Tesis Yöneticileri:

- Uygulama belgelerinin hazır olması
- Şartnameye olan bağlantının kurulabilmesi
- Bakım kolaylığının sağlanması
- Daha iyi operasyon yönetiminin sağlanması
- Gelecekteki genişleme planına yönelik altyapı oluşturması

Son Kullanıcılar:

- Görselleştirme olanağı
- Operasyonun simülasyonunun yapılabilmesi
- Aksaklıkların azalmasının sağlanması

YBM'nin proje süreçleri baz alınarak Eastman ve diğ. (2010) tarafından yapılan çalışma proje süreçleri doğrultusunda değerlendirilen YBM'nin faydaları üzerinedir. İnşaat öncesi, tasarım evresi, inşaat ve üretim aşaması ve inşaat sonrası olmak üzere 4 bölümde incelenmiştir.

İnşaat Süreci Öncesi Mal Sahibine:

- Fizibilite, kavramsal tasarım ve tasarım aşamasında bütçe ve maliyetlerle ilgili ön çalışmanın sağlanması,
- Yapının kalitesi ve performansında artış sağlanması,

Tasarım Süreçleri:

- Görselleştirilmenin tasarımın erken aşamasında ve doğru bir şekilde sağlanması,
- Modele tasarım süreçlerinde yapılan tüm değişikliklerin doğru bir şekilde otomatik olarak yansınması,
- Tutarlı ve doğru 2 Boyutlu teknik çizimlerin tasarımın talep edilen herhangi bir aşamasında üretilebilmesi,

- Maliyet öngörülerinin tasarım aşamasında oluşturulabilmesi,
- Erken tasarım evresinde koordinasyon olanağının tüm disiplinler ile birlikte sağlanması ve oluşabilecek problemlerin erken aşamada çözülmesi,

Üretim ve İnşaat Süreci:

- Üretilen tasarım ürünlerindeki yanlışlıkların, ihmallerin ve eksikliklerin inşaat öncesi anlaşılması ve böylece değişiklik talepleri, uygulama hataları, makine, malzeme kayıplarının azaltılması,
- Maliyet ve metraj hesaplamalarında hata oranının minimum seviyeye indirilmesi,
- Nakit akışın proje süreçlerinde kontrolünün sağlanması,
- İş planındaki sapmaların azaltılması,
- Tasarım değişikliklerine inşaat aşamasında hızla yanıt verilebilmesi,
- Tedariğin inşaat ile senkronize ilerlemesi,
- Belirsizliklerin en aza indirilmesi
- İnşaat kontrol edilebilirliğinin artırılarak kalitenin yükseltilmesi, bu sayede kaliteli üretimin sağlanması,
- Daha az enerjinin tüketiminin sağlanarak daha az atık üretiminin sağlanması,

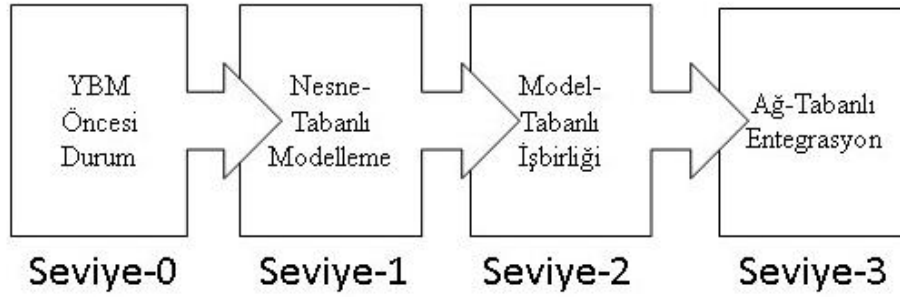
İnşaat Sonrası Süreçleri:

- Tesis devir işlemleri ve yapının işletmeye alınma süreçlerinin iyileştirilmesi,
- Tesislerin daha etkili ve verimli işletilmesi ve yönetilmesi,
- Yönetimi sistemleri ve tesis işletmesi arasındaki entegrasyonun sağlanmasıdır.

YBM'nin faydaları ile ilgili olarak yapılan literatür incelemesinde, YBM'nin sağlayacağı faydalar ile ilgili tezin bu bölümünde belirtilen paydaşlar ve süreç dışında farklı kategorilerin de yer aldığı görülmektedir. Proje bazında faydalar, yapım maliyetlerine yönelik faydalar ve iş akışlarına yönelik faydalar belirtilen kategorilerden bazılarıdır. Geleneksel proje yapım yöntemlerine oranla özellikle proje öncesi değerlendirmeler ile analizlerin çok daha kesin ve doğru sonuçlar verecek şekilde yapılıyor olması faydaların belirlenmesine yönelik yapılmış olan bir çok çalışmada dikkat çekmektedir (McGraw Hill, 2013). Kuşkuşuz ülkeler kamunun da çabalarıyla YBM'ne geçiş için ürettikleri stratejilerin bir sonucu olarak belirtilen faydaların sağlanmasını beklemektedir.

2.6. YBM Kullanımının Zorunlu Olduğu Ülkeler

Kamu sektörü, YBM'nin benimsenmesine yönelik sektör içerisinde en önemli rolü oynamaktadır (Wong ve diğ., 2010). Kamu sektörü YBM'nin benimsenmesinde düzenleyici rol oynayarak inşaat projelerinde YBM uygulamalarını geliştirmek ve standartlaştırmak için YBM kılavuzları geliştirmektedir. YBM'nin zorunlu tutulması ülkelerin YBM'ni benimsemesi için önemli bir itici gücü oluşturmaktadır. YBM'nin zorunlu tutulmasından önce ülkeler öncelikli olarak pilot projeler geliştirebilmekte ve bu çalışmalardan elde ettikleri veriler ile YBM'ne geçiş için kararlar alabilmektedir. İngiltere'de YBM'nin hükümet tarafından izlenen politika ve stratejiler yoluyla benimsetilmesi sayesinde dünyada lider pozisyonuna gelmesi büyük bir başarıdır (NBS, 2015). YBM farklı olgunluk seviyeleri doğrultusunda ülkelere zorunlu hale getirilebilmektedir. YBM'ne ait olgunluk seviyesi bilgileri Şekil 2.7'de belirtilmektedir.



Şekil 2.7: YBM olgunluk seviyeleri.

İngiltere hükümeti YBM'ni seviye 2 olarak talep etmiş, bu doğrultuda YBM standartlarının kullanılması konusunda farkındalığı arttırarak, dünya çapında YBM standartlarının da bilinirliğinin artmasında sebep olmuştur. YBM'nin benimsetilmesi yoluyla ülke çapında YBM ile ilgili çalışmalar artış göstermektedir. YBM'nin kullanımıyla elde edilen veriler YBM standartlarının oluşturulmasına ciddi faydalar sağlamaktadır. Kullanıcılar tarafından en çok tercih edilen YBM kılavuzunun PAS 1192-2:2013 olduğu belirtilmektedir (NBS, 2018). Bu durum bir anlamda kamu stratejileri ile ülkede YBM'nin artmasının bir sonucu olarak da düşünülebilir.

Amerika, İngiltere ve diğer bazı ülkelerin devlet kurumları YBM'ni zorunlu kılarak mal sahipleri için nasıl belirli hedeflerin koyulabileceğini, tasarım

güçlendirilebileceğini ve inşaat şirketlerinin bu hedefleri karşılamak ve aşmak için YBM teknolojilerinden yararlanabileceğini, ayrıca süreç içerisinde YBM'ni geniş proje ekosistemine nasıl dâhil edebileceğini göstermektedir (McGraw Hill, 2014a). Dünyada YBM'de ülkelerin farklı yaklaşımları bulunmaktadır. YBM kullanım zorunluluğu ile ilgili farklı ülkelere ait bilgiler Çizelge 2.1'de, ülkelerin standartları ile zorunluluklarının birlikte değerlendirildiği bilgiler harita üzerinde Şekil 2.8'de verilmektedir. Ortaya koyulan bu bilgilerden de anlaşılabilirdiği gibi günümüzde birçok ülkede YBM ile ilgili zorunluluklar vardır veya zorunlu olması yakın zamanda planlanmaktadır.

Çizelge 2.1: Ülkeler ve YBM zorunlulukları (McAuley ve diğ, 2017).

ÜLKELER	YBM ZORUNLULUKLARI
Avusturya	2018 olması muhtemeldir
Amerika	Farklı eyaletlere göre zorunluluklar var
Belçika	Zorunluluk yoktur
Brezilya	Yol haritası oluşturulmaktadır
Kanada	Zorunluluk yoktur
Şili	2020 yılında zorunlu olması planlanmaktadır
Çin	Zorunlu olması planlanmaktadır
Danimarka	2012 yılı itibariyle kamu ofisi ve üniversiteler için zorunludur
Dubai	2013 den beri zorunludur
Finlandiya	Bazı projeler için zorunludur
Fransa	2017 den itibaren zorunlu olacaktır
Almanya	2020 için zorunlu olması planlanmaktadır
Hong Kong	Bazı bölgelerde 2014'den beri zorunlu
İrlanda	Zorunlu olması planlanmaktadır
İtalya	2019 da zorunlu olması planlanmaktadır
Hollanda	Zorunluluk yoktur
Yeni Zelanda	Zorunluluk yoktur
Norveç	2016 yılından beri zorunludur
Portekiz	Zorunluluk yoktur
İskoçya	2017 yılında zorunlu olacaktır
Singapur	2015 yılından itibaren zorunludur
İspanya	2018 yılında zorunlu olacaktır
İsveç	Ulaştırma projeleri için zorunludur
İsviçre	Zorunluluk yoktur
İngiltere	2016 yılından beri zorunludur

2.7. İncelenecek YBM Kılavuzlarının Seçimi

Dünya'daki farklı ülkelerin YBM standartları incelenip analiz edilmesi ile ileride hazırlanacak ulusal bir YBM standartları için bilgi edinmek mümkün olabileceğinden ülkelerin YBM kılavuzları seçilmiştir. Tez kapsamında incelenecek YBM kılavuzlarının seçilmesi için öncelikle YBM'nin kullanımının yaygın olduğu gelişmiş ülkeler tespit edilmeye çalışılmıştır. YBM kullanımının zorunlu olması YBM'nin gelişimi açısından önemli bir unsur olabileceği yaygın bir düşünce olduğundan öncelikle bu ülkeler tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırmalar sırasında YBM'nin kullanımının zorunlu olduğu ancak YBM kılavuzuna sahip olmayan ülkelerin olduğu anlaşılmıştır. Kılavuzların seçiminde farklı coğrafyalardaki ülkelerin yerel standartlarının, iş kültürü ve iş modellerinin kılavuzlar üzerinde farklı etkilere sahip olabileceği de göz önünde tutulmuştur. Farklı coğrafi bölgelere ait ülkelerin standartlarının sayıları ile ilgili yapılan çalışma şekil 2.9'de gösterilmektedir.

Şekil 2.9: Çeşitli coğrafyaların standartlarına ait çizelge (Cheng ve Lu, 2015).

KITA	ÜLKE-ORGANİZASYON	YIL ARALIĞI	MİKTAR		
			KAMU	BAĞIMSIZ	TOPLAM
Amerika	Ulusal	2007-2015	9	15	24
	Eyalet	2009-2013	8		8
	Üniversite	2009-2013		15	15
	Alt toplam		17	30	47
Avrupa	İngiltere	2007-2015	3	15	18
	Norveç	2008-2013	4	2	6
	Finladiya	2007-2013	2	1	3
	Danimarka	2007		4	4
	İsveç	2009		1	1
	Hollanda	2013	2		2
	Alt toplam		11	23	34
Asya	Singapur	2008-2013	12		12
	Kore	2009-2011	5	1	6
	Japonya	2012-2013		3	3
	Çin	2013-2015	4		4
	Tayvan	2010-2014		4	4
	Hong Kong	2009-2014	4	2	6
	Alt toplam		25	10	35
Avustralya	Avustralya	2009-2015	3	5	8
TOPLAM					123

Bu çalışmada incelenen ülkelerin kamu ve bağımsız kuruluşlar tarafından oluşturulmuş toplam 123 adet YBM standart kılavuzuna sahip oldukları belirtilmektedir. 2015 yılına kadar Amerika’da toplam 47 kılavuz kamu tarafından oluşturulmuştur. Avrupa’da ise 2015 yılına kadar İngiltere 18 ve Norveç 6 kılavuz üreterek Avrupa’da en çok kılavuza sahip ülkeler olmuşlardır. Asya’da Singapur toplam 12 kılavuz ile Asya’da en çok kılavuz hazırlamış olan ülkedir. Avustralya ise toplam 8 kılavuz hazırlamıştır.

Bu doğrultuda tez kapsamında YBM kullanımının zorunlu olduğu ülkeler arasından, en kapsamlı standardizasyon çalışmalarına sahip farklı coğrafyalardan 5 ülke seçilmiştir. Ülkelerin güncel YBM kılavuzları okunarak öne çıkan maddeler belirlenmiş, bu kılavuzlar içerisinde referans gösterilen ve öne çıkan maddeler ile ilişkili olan ek kılavuzlarda seçilerek birlikte değerlendirilmiştir. İncelenen kılavuzlara ait bilgiler Çizelge 2.2’de belirtilmektedir.

Çizelge 2.2: İncelenen kılavuzların ilk ve son sürümlerine ait çizelge.

ÜLKE	DOKÜMAN	TARİH	SÜRÜM
Amerika	NBIMS	2015	V3
	BIM Forum Level of Development Spec.	2013	V1
Avustralya	NATSPEC National BIM Guide	2011	V1
	BIM and LOD	2013	V1
	NATSPEC BIM Reference Schedule	2011	V1
İngiltere	BS 1192:2007+A2:2016	2016	V2.2
	PAS 1192-2:2013	2013	V1
	PAS 1192-3:2014	2014	V1
Norveç	SBM BIM Manual	2013	V1.2.1
Singapur	SBIM Guide	2013	V2
	BIM Adoption in an Organization	2013	V1
	BIM Essential Guide For Transfer of BIM into BPA Tools	2015	V1
	BIM Execution Plan	2013	V1

2.8. Seçilen Ülkelerin YBM Politikaları ve Standartlaşma Çabaları

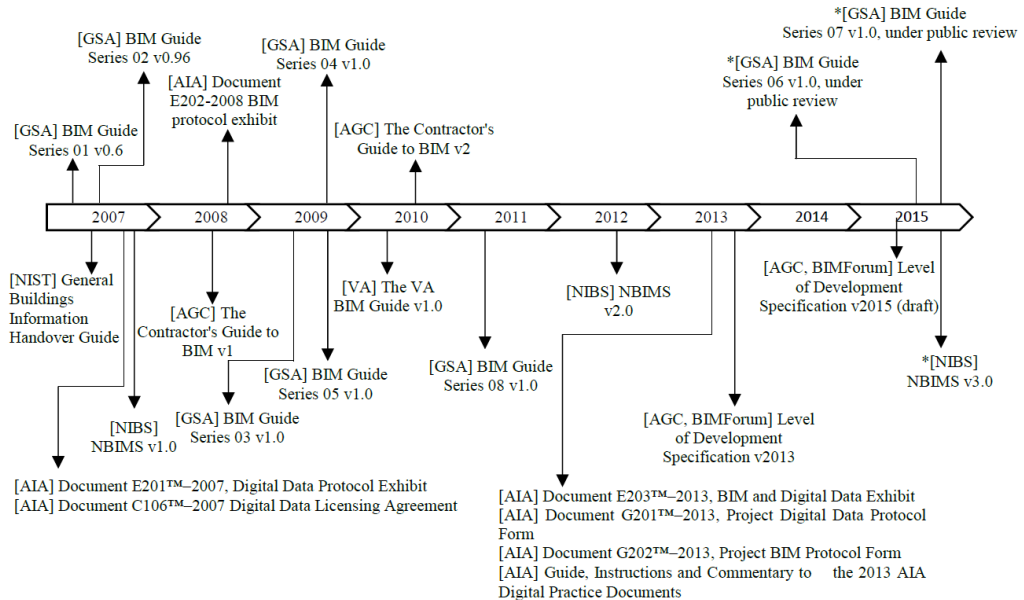
Etkili ve verimli bir YBM uygulamasını gerçekleştirebilmek için, bu amaç doğrultusunda hazırlanmış standartlara ve kılavuzlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bir ülkede etkili bir YBM uygulaması için hem kamu hem de özel sektörün işbirliği içinde uygun bir ortam oluşturması gerekmektedir (Wong ve diğ., 2010). Ülkelerin YBM politikaları ve stratejileri genellikle YBM adaptasyonu ve YBM Standartları ile kurdukları bağlantılarla doğrudan ilişkili olmaktadır. Kamu sektörü genellikle oluşturulacak politikaları belirlerken, YBM adaptasyon sürecinde kamu ve özel sektörün çabaları, YBM standartlarının gelişiminde ise kamu, kar amacı gütmeyen kuruluşlar, üniversiteler ve özel sektörün çabaları ön plana çıkmaktadır.

2.8.1. Amerika

Amerika’da İlişkili Genel Müteahhitler (Associated General Contractors -AGC), Ulusal Yapı Enstitüsü (National Institute for Building Sciences - NIBS) ve Genel Servis Yönetimi (General Service Administration - GSA) gibi önemli kamu kurumların tasarım, inşaat ve tesis yönetimi sektörlerinin YBM adaptasyonu için çalışan özel grupları bulunmaktadır. GSA, YBM ile ilgili standartlara sahip olan dünyadaki ilk kamu kurumu olmuştur. YBM’nin oluşturulması ve kullanımı için kılavuz dokümanlar geliştirmektedirler. GSA tarafından 2003 yılında Ulusal 3B ve 4B YBM Programı çalışmaları duyurulmuştur (Khemlani, 2012). 2007 yılı ve sonrasında itibaren proje tasarım fonu alan bütün büyük ölçekli projelerde YBM kullanılması gerektiği belirtilmiştir (Leite ve diğ., 2010). GSA’nın PBS birimine bağlı OCA (Office of Chief Architect) tarafından 2007’de yayımlanan son mekansal program (YBM guide for spatial program) dokümanında yer alan bilgilere göre ilk aşamada emsal hesaplarının yapılabilmesi amacıyla tüm çizimlerin YBM formatlı ya da IFC uzantılı dosyalar şeklinde teslim edilmesi zorunlu tutulmuştur. Bu dokümanda açıkça duvarlar, kolonlar, kirişler, minha edilecek alanlar, net alanlar, brüt alanlar gibi birçok yapı elemanı ile ilgili özelliklerin YBM formatında çizilip teslim edilmesi talep edilmektedir. Projeyi teslim alan PBS tüm kontrollerini YBM üzerinden yaptıktan sonra uygun projelere onay vermektedir. Yönetmeliğe aykırı kısımlar ise yine YBM tabanlı programlarda belirlenerek proje müellifine YBM ortamındaki çizimlerle bildirilmektedir. Birleşik Devletler Ordusu Mühendisler Birliğinin (USACE), 2006

yılında yayınlanan yol haritası ile 2012 yılında askeri inşaatlar ve inşaat işleri projelerinde YBM kullanımını talebini resmi olarak yayınlamıştır.

Ulusal Yapı Bilimleri Enstitüsü (NIBS) yetkili bir yenilikçi çözümler kaynağı olarak özel sektör ve hükümet arasında bir köprü oluşturmak amacıyla kurulmuştur. Sonrasında Ulusal YBM Standardı - US (NBIMS) NIBS'in buildingSMART birlikteliğinin bir girişimi olarak geliştirilmiştir. NBIMS mevcut standartlara atıfta bulunarak, fikir birliğine dayalı, bilgi değişimlerini dokümente eden tüm yapıli çevre için bilgileri belgeleyerek standartların en iyi uygulamalarını sunmaktadır. Açık YBM standartlarıyla tesisler için doğru ürünler sunularak tesisin kullanım ömrü boyunca tesisin işlevselliğini sağlamak için yüksek enerji performanslı, düşük karbon salımlı tesisler için detaylı modeller inşa edilebilmektedir (NBIMS, 2015). NIBS tarafından Ulusal Yapı Modellemesi YBM Standartları (National Building Modelling Information Modelling Standards – NBIMS) 2007 yılında birinci sürümü, 2008 yılında ise ikinci sürümü olan dokümanı yayınlanmıştır. Amerika'da kamu tarafından oluşturulmuş olan standartlara ait zaman çizelgesi şekil 2.10'da belirtilmektedir. Amerika'da 2015 yılına kadar hazırlanmış olan toplam 47 adet standardın listesi Çizelge 2.3'de belirtilmektedir. Ülke genelinde YBM zorunlulukları ile ilgili farklı eyaletlerde farklı kuruluşlara ait zorunluluklar mevcuttur.



Şekil 2.10: Amerika'daki kamu standartlarına ait zaman çizelgesi (Cheng ve Lu, 2015).

Çizelge 2.3: Amerika'daki YBM standartlarının listesi (Cheng ve Lu, 2015).

KILAVUZ	YILI
[NIBS] NBIMS v1.0	2007
[NIBS] NBIMS v1.0	2007
[GSA] BIM Guide Series 01 v0.6	2007
[GSA] BIM Guide Series 02 v0.96	2007
[AIA] Document E201™–2007, Digital Data Protocol Exhibit	2007
[AIA] Document C106™–2007 Digital Data Licensing Agreement	2007
[AIA] Document E202-2008 BIM protocol exhibit	2008
[AGC] The Contractor's Guide to BIM v1	2008
[Wisconsin] BIM Guidelines and Standards for Arc. and Engineers	2009
[PSU] BIM PEP Guide v0.1	2009
[PSU] BIM PEP Guide v0.2	2009
[PSU] BIM PEP Guide v1.0	2009
[GSA] BIM Guide Series 03 v1.0	2009
[GSA] BIM Guide Series 04 v1.0	2009
[GSA] BIM Guide Series 05 v1.0	2009
[VA] The VA BIM Guide v1.0	2010
[LACCD] LACCD BIMS v3	2010
[PSU] BIM PEP Guide v2.0	2010
[AGC] The Contractor's Guide to BIM v2	2010
[PSU] BIM PEP Guide v2.1	2011
[UF] BIM Execution Plan v1.1	2011
[University of Connecticut] CAD Standards Guideline	2011
[GSA] BIM Guide Series 08 v1.0	2011
[Ohio] State of Ohio BIM Protocol	2011
[NIBS] NBIMS v2.0	2012
[NYC DDC] BIM Guidelines	2012
[IU] BIM Guidelines and Standards for Aec	2012
[PSU] BIM Planning Guide for Facility Owners v1.0	2012
[PSU] BIM Planning Guide for Facility Owners v1.01	2012
[PSU] BIM Planning Guide for Facility Owners v1.02	2012
[University at Albany] AECM BIM Guidelines 2012	2012
[NYC DOB] BIM Site Safety Submission Guidelines and Standards	2013
[NYC SCA] BIM Guidelines and Standards for Architects and Engineers v1.1	2013
[SPU/SDoT] CAD Manual SPU/SDoT Inter-Departmental CAD Standard	2013
[Tennessee] BIM Requirements V1.0	2013
[PSU] BIM Planning Guide for Facility Owners v2.0	2013
[PSU] The Uses of BIM v0.9	2013
[NYC DDC] Design Consultant Guide Appendix	2013
[AIA] Document E203™–2013, BIM and Digital Data Exhibit	2013
[AIA] Document G201™–2013, Project Digital Data Protocol Form	2013
[AIA] Document G202™–2013, Project BIM Protocol Form	2013
[AIA] Guide, Instructions and Commentary to the 2013 AIA	2013
[AGC, BIMForum] Level of Development Specification v2013	2013
[AGC, BIMForum] Level of Development Specification v2015	2015
[NIBS] NBIMS v3.0	2015
[GSA] BIM Guide Series 06 v1.0	2015
[GSA] BIM Guide Series 07 v1.0	2015

2.8.2. İngiltere

İngiltere Hükümeti'nin Mayıs 2011'de yayınlanan İnşaat Stratejisi isimli dokümanla kamu sektörü varlıklarının maliyetini %20 oranında azaltmayı hedeflemiştir. Bunu başarabilmek için İngiltere Hükümeti, kamu sektörünün merkezi olarak tedarik ettiği inşaat projelerinin 2016 yılına kadar Seviye 2 YBM kullanılarak teslim edilmesini zorunlu kılmıştır. Bu amacı gerçekleştirmek ve YBM uygulamalarında kamu sektörünün kapasitesini güçlendirmek amacıyla, YBM Görev Grubu 2011 yılında kurulmuştur (McAuley ve diğ., 2017). Seviye 2 YBM kullanım kararı İnşaat Endüstrisi Konseyi (CIC) tarafından geliştirilen ve yönlendirilen programlar tarafından desteklenmektedir.

2013 yılında İngiliz Standartları Enstitüsü (British Standards Institute - BSI) tarafından, İnşaat Endüstrisi Konseyi (CIC) sponsorluğunda Halka Açık Mevcut özellikler (Publicly Accessible Standard-PAS) yayınlanmıştır. İhtiyaçlar doğrultusunda bu dokümana ek bir dizi destekleyici kılavuz dokümantasyon yayınlanmıştır. Bunlar işverenlerin bilgi gereksinimleri, YBM protokolü, rol için hizmetlerin kapsamını anahat bilgi yönetimi ve COBie-UK, İngiltere inşaat şeması operasyon binası bilgi değişimi belgeleridir. İngiliz Standartları Enstitüsü (British Standarts Enstitute – BSI) özelinde ise bir dizi PAS belgesi, işbirlikçi çalışma ve bilgi gereksinimleri için bir çerçeve oluşturarak amacı ile YBM Seviye 2'ye ulaşmak ve gereklilikleri ortaya koymak için oluşturulmuştur. Kılavuzların amaçlarına ve içeriklerine ait bilgiler aşağıda belirtilmektedir

BS PAS 1192-2: 2013 İnşaat (CAPEX) aşaması ile ilgilenen ve Seviye 2 vadesi için gereksinimleri belirleyen PAS işbirlikçi YBM çalışmasının çerçevesini, rollerini ve sorumluluklarını belirler, mevcut BS1192 standardı üzerine kurulur ve ortak veri ortamının (CDE) kapsamını genişletmek amacı taşımaktadır.

Yapı bilgi modellemesini kullanarak inşaat projelerinin teslim aşamasında bilgi yönetiminin şartname PAS 1192-2'deki gereksinimleri BS 1192: 2007 + A2: 2016 kapsamında tanımlanan mimari, mühendislik ve inşaat bilgilerinin işbirliğine dayalı üretimini sağlamak için mevcut uygulama kuralları inşa edildiği belirtilmektedir.

BS 1192'de inşaat sektörüne yönelik üretim bilgilerinin geliştirilmesi, organizasyonu ve yönetimine dayanan en iyi uygulama yöntemini sunduğu belirtilmektedir. Bu amaçla işbirliği ve belirtilen bir adlandırma politikası için disiplinli bir süreci ortaya

koymaktadır. Mimarlık, mühendislik ve inşaat alanlarında kullanıma dayalı işbirlikçi bir çalışma yaklaşımı tanımlayan ortak adlandırılmış kurallı şablonlar içermektedir. Metodolojileri benimsemek tesis yönetimi için de verimli veri kullanımını kolaylaştırmaktadır. Bu standart içerisinde özetlenen bilgi paylaşımı ve ortak modelleme ilkeleri, YBM Seviye 2 standartlarını desteklemektedir (BSI, 2013).

BS PAS 1192-3: 2014 Tesis Yönetimi için Varlık Bilgi Modelinin kullanımına ve bakımına odaklanan operasyonel (OPEX) aşamasını ele almaktadır. YBM kullanılarak projelendirilen varlıkların işletme aşaması ve bilgi yönetimi şartnamesi PAS 1192-3, varlık yönetiminin, daha uzun vadeli faaliyetleri boyunca varlık yönetimine yönelik varlık inşaatının daha kısa vadeli faaliyetleri ile bilgi yönetiminin nasıl entegre edileceğine dair rehberlik sağlamaktadır.

BS PAS 1192-4:2014 Teknik olarak COBie'nin uygulanması en iyi uygulamayı belgeleyen bir şartname standardından ziyade bir uygulama kodu sunmaktadır.

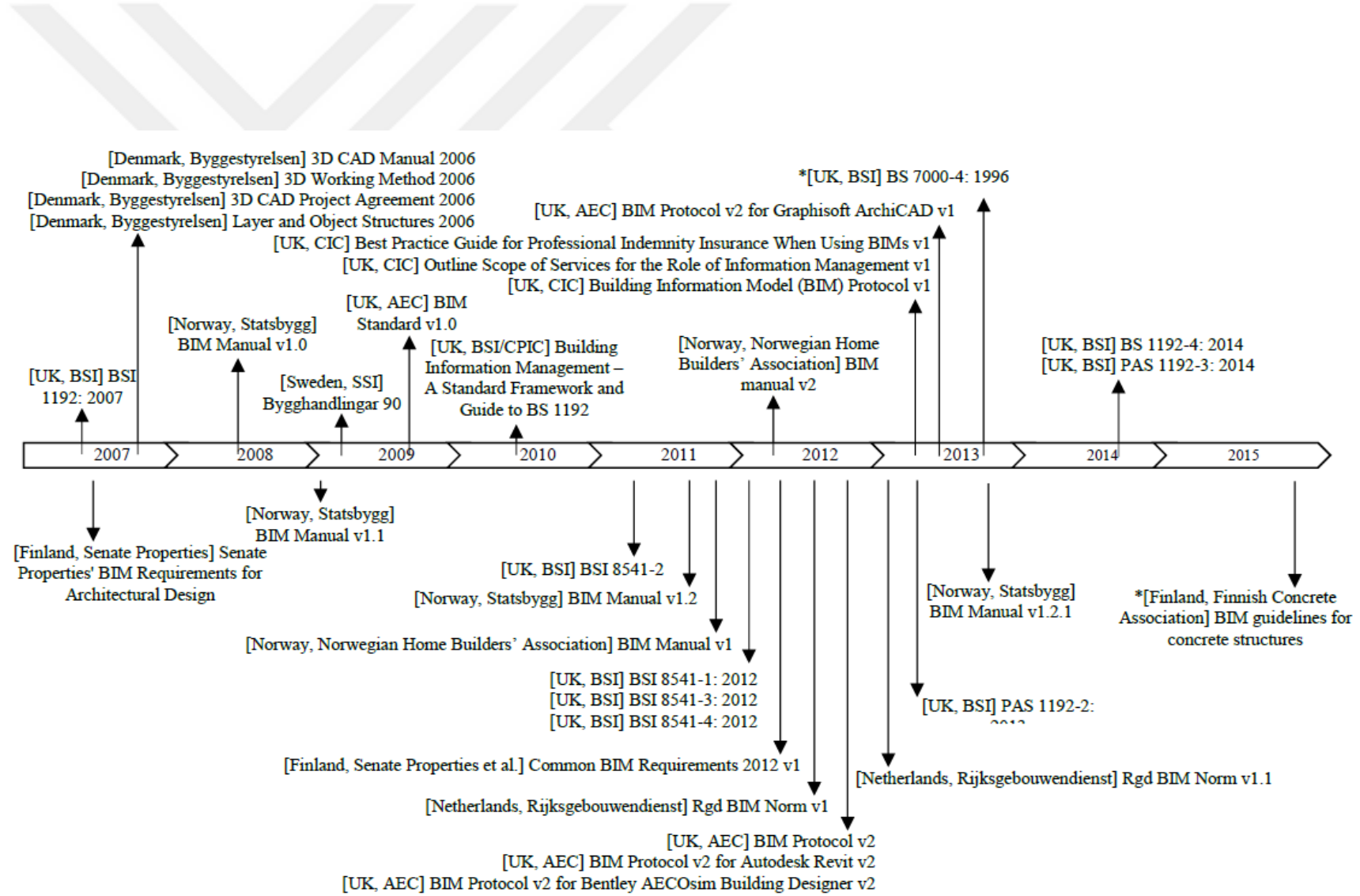
BS PAS 1192-5:2015 Güvenlik odaklı bina bilgi modellemesi, dijital yapı ortamlar ve akıllı varlık yönetimi için bir şartname sunmaktadır.

BS PAS 1192-6:2017 İşbirlikçi paylaşım ve YBM kullanılarak yapılandırılmış sağlık ve güvenlik bilgilerinin kullanımına dair bir şartname sunmaktadır.

BS PAS 1192-7:2017 İnşaat ürün bilgisi - Yapılandırılmış dijital yapı ürün bilgilerinin tanımlanması, paylaşımı ve sürdürülmesi için oluşturulmuş bir şartnamedir.

Halka Açık Mevcut Özellikler (PAS) hızla geliştirilmiş standartlar, şartnameler, uygulama kodları veya yönergelerden oluşmaktadır. Bir PAS dokümanı, acil bir piyasa ihtiyacını karşılamak ve British Standards Institution (BSI) tarafından belirlenen yönergeleri takip etmek için geliştirilmiştir. İki yıl sonra PAS'ler revizyon gerektirip gerektirmediklerini belirlemek için gözden geçirilir, geri çekilir veya resmi İngiliz veya uluslararası standartlara dönüştürülmektedir (BSI, 2013).

Avrupa ülkeleri tarafından oluşturulmuş olan standartlara ait zaman çizelgesi Şekil 2.11' de belirtilmektedir. Avrupa'da 2015 yılına kadar hazırlanmış olan toplam 34 adet standardın listesi Çizelge 2.4'de belirtilmektedir.



Şekil 2.11: Avrupa ülkelerinin standartlarına ait zaman çizelgesi (Cheng ve Lu, 2015).

Çizelge 2.4: Avrupa'daki YBM standartlarının listesi (Cheng ve Lu, 2015).

KILAVUZ	YILI
Denmark, Byggestyrelsen 3D CAD Manual	2007
Denmark, Byggestyrelsen 3D Working Method	2007
Denmark, Byggestyrelsen 3D CAD Project Agreement	2007
Denmark, Byggestyrelsen Layer and Object Structures	2007
Finland, Senate Properties Senate Prop' BIM Req.for AD	2007
[UK, BSI] BSI 1192: 2007	2007
[Norway, Statsbygg] BIM Manual v1.0	2008
[Sweden, SSI] Bygghandlingar 90	2009
[Norway, Statsbygg] BIM Manual v1.1	2009
[UK, AEC] BIM Standard v1.0	2009
[UK, BSI/CPIC] BIM – A Standard Framework and Guide to BS 1192	2010
[Norway, Statsbygg] BIM Manual v1.2	2011
[Norway, Norwegian Home Builders' Association] BIM Manual v1	2011
[UK, BSI] BSI 8541-2	2011
[UK, BSI] BSI 8541-1: 2012	2012
[UK, BSI] BSI 8541-3: 2012	2012
[UK, BSI] BSI 8541-4: 2012	2012
[UK, AEC] BIM Protocol v2	2012
[UK, AEC] BIM Protocol v2 for Autodesk Revit v2	2012
[UK, AEC] BIM Protocol v2 for Bentley AECOsım Building Designer	2012
[Netherlands, Rijksgebouwendienst] Rgd BIM Norm v1	2012
[Norway, Norwegian Home Builders' Association] BIM manual v2	2012
[UK, BSI] PAS 1192-2: 2013	2012
[UK, CIC] Best Prac. Guide for Prof.Indemnity Insurance BIM	2013
[UK, CIC] Building Information Model (BIM) Protocol v1	2013
[UK, AEC] BIM Protocol v2 for Graphisoft ArchiCAD v1	2013
[UK, CIC] Outline Scope of Services for the Role of Information Man.	2013
[Finland, Finnish Concrete Association] BIM guidelines for concrete structures	2013
[Norway, Statsbygg] BIM Manual v1.2.1	2013
[Netherlands, Rijksgebouwendienst] Rgd BIM Norm v1.1	2013
[UK, BSI] PAS 1192-3: 2014	2014
[UK, BSI] BS 1192-4: 2014	2014
[UK, BSI] BS 7000-4: 1996	2015

2.8.3. Norveç

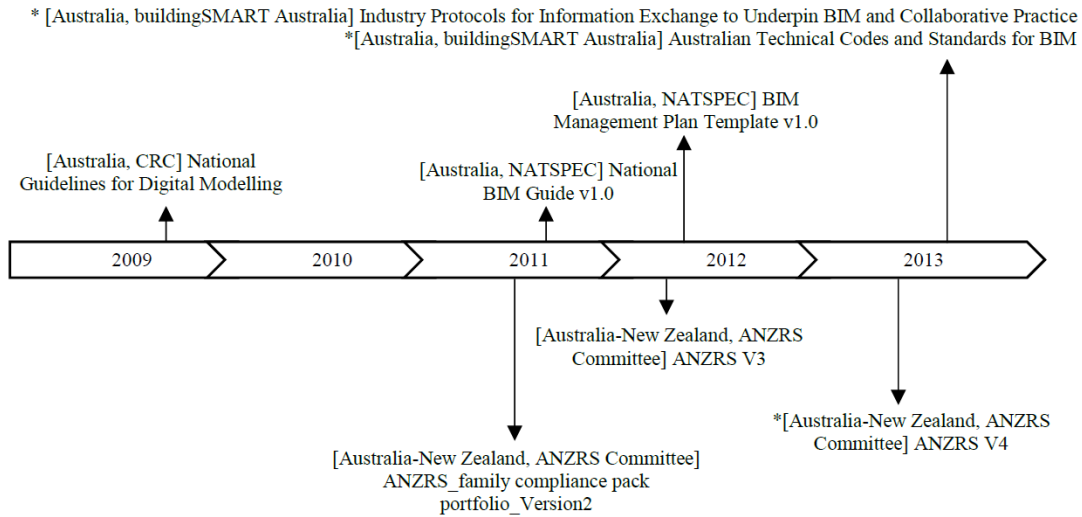
Norveç, inşaat ve düzenleme idaresi (The Norwegian directorate of public construction and property - Statsbygg) buildingSmart ile birlikte YBM el kitabını hazırlamıştır. YBM'nin benimsenmesine yardımcı olmak için, Statsbygg verimli bina, bina içi navigasyon, lokasyon bazlı simülasyon ve enerji hesaplamaları için YBM'ne odaklanan birkaç Ar-Ge projesi yürütmüştür. Statsbygg tarafından 2010'da tüm projelerde IFC ve IFD'ye dayanan YBM modelleri kullanılması uygun görülmüştür. Statsbygg Building Information Modeling Manual'ın yayınlanmış 4 sürümü vardır. İlk sürümü 2007 yılında 1.0.0 ve en son sürümü 2013 yılında yayınlanan 1.2.1 sürümüdür (SBM, 2013). SBM, hükümet girişimlerinin sonucu oluşmuştur ve kamu projeleri için zorunludur. Norveç'te YBM'nin kullanılması Statsbygg, Norwegian Homebuilders Association, Selvaag-Bulethink, SINTEF ve Norwegian International Alliance for Interoperability (IAI) Forum gibi bazı kamu ve özel sektör kurumları tarafından desteklenmektedir (Wong ve diğ, 2010). Norveç inşaat pazarında 2013 yılında yaşanan olumsuzluklar YBM'nin benimsenmesi için, büyümenin iyileşmesinde yardımcı olacak bir büyüme aracı olarak görülmüştür. 2015'te buildingSmart Norveç bir YBM Kılavuzu veri tabanı yayınlamıştır. 2016 yılında Norveç hükümeti ulusal projelerde YBM zorunlu kılmıştır.

2.8.4. Avustralya

YBM girişimleri ilk olarak Avustralya'da Yapılı Çevre Endüstrisi Yenilik Konseyi (BEIIC) tarafından gerçekleştirilmiştir. BuildingSmart Avustralya 2012 yılının başlarında sektörden geniş bir katılımcının oy birliği ile altı alanda YBM ile ilgili ulusal eylem planını onaylamıştır. Bu eylem YBM kuralları, çok disiplinli YBM eğitimi, ürün bilgi kütüphaneleri, iş süreci değişiklikleri ve öncelik olarak uyum ve belgelendirme konularını içermektedir (Url-8). Avustralya Ulusal YBM Girişimi raporunda (BuildingSmart Australia, 2012) kabul edilen ulusal YBM hedefleri; Temmuz 2016'ya kadar tüm Avustralya kamu ihaleleri için tam 3B işbirlikçi YBM gerekliliği, Avustralya eyaletlerinin ve bölgelerinin tam 3B açık YBM talep etmesi için teşvik edilmesi ve Ulusal YBM girişim planının uygulanmasıdır. Standartlarla ilgili kilometre taşları arasında Avustralya'da 2011'de geliştirilen NATSPEC Ulusal YBM Kılavuzu ve 2014'ün sonlarında yayınlanan ACIF-APPC YBM çerçevesi yer almaktadır (McGraw Hill, 2014b). Avustralya'da 2009 yılında Cooperative Research

Centre for Construction Innovation tarafından Ulusal YBM Kılavuzu ile ilişkili iki adet YBM dokümanı yayınlanmıştır. Ayrıca Savunma Bakanlığı tarafından YBM'nin yararları tanıtılmış ve kendi bünyesindeki projelerde YBM ve IPD'yi kullanacakları belirtilmiştir. Avustralya hükümetinin Altyapı, Ulaştırma ve Şehirler Daimi Komitesi tarafından hazırlanan Mart 2016 tarihli bir rapor, ulusal YBM politikasını, standartlarını ve eğitimini koordine etmek için akıllı bir altyapı görev gücü ve YBM'ni zorunlu hale getirilmesini tavsiye etmiştir. New South Wales' Sağlık Kuruluşu ve Avustralya Savunma Kuruluşu, YBM'nin daha büyük projelere teslim edilmesini 'runlu kılmıştır. Avustralya'da oluşturulmuş olan standartlara ait zaman çizelgesi Şekil 2.12'de belirtilmektedir. Avustralya'da 2015 yılına kadar hazırlanmış olan toplam 8 adet standardın listesi Çizelge 2.5'de belirtilmektedir.

Şekil 2.12: Avustralya'da oluşturulmuş olan standartlara ait zaman çizelgesi.



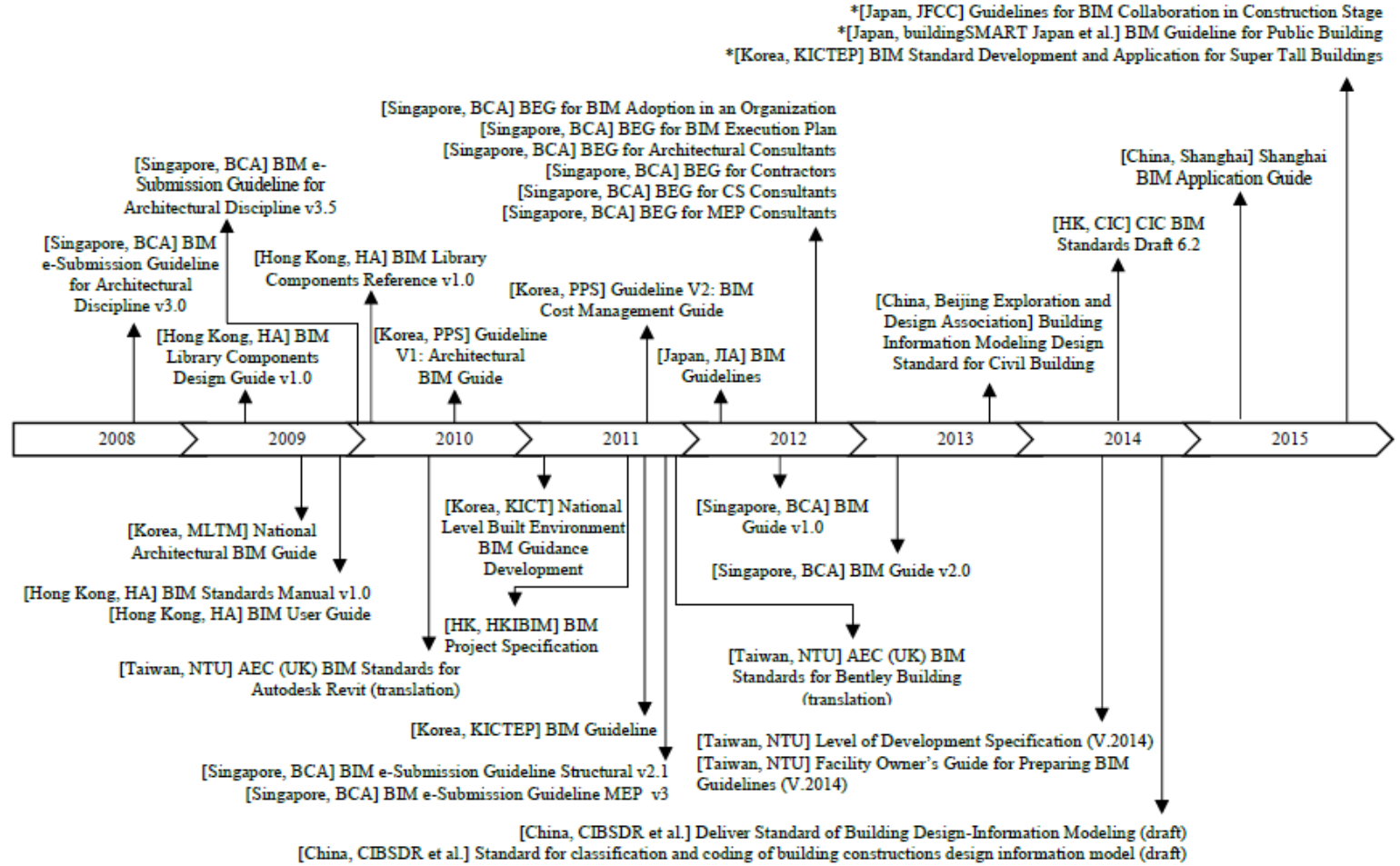
Çizelge 2.5: Avustralya'daki YBM standartlarının listesi (Cheng ve Lu, 2015).

KILAVUZ	YILI
[Australia, CRC] National Guidelines for Digital Modelling	2009
[Australia, NATSPEC] National BIM Guide v1.0	2011
[Australia-New Zealand, ANZRS Committee] _family compliance pack portfolio_Version2	2011
[Australia, NATSPEC] BIM Management Plan Template v1.0	2012
[Australia-New Zealand, ANZRS Committee] ANZRS V3	2012
[Australia buildingSMART] Industry Protocols Information Exchange to Underpin BIM and Collaborative Practice	2015
[Australia-New Zealand, ANZRS Committee] ANZRS V4	2015
[Australia buildingSMART] Australian Technical Codes and Standards for BIM	2015

2.8.5. Singapur

1995 gibi erken bir tarihte Singapur, AEC endüstrisinde çeşitli onay seviyeleri için IT ve YBM'nin kullanımını teşvik etmek ve talep etmek için İnşaat Emlak Ağı (construction and real estate network - CORENET) projesini yürütmeye başlamıştır. CORENET, Singapur'da çeşitli bina ve inşaat düzenleme kurumları tarafından yayınlanan bina kodları ve yönetmelikler için veri merkezi niteliğindedir (Url-9). BCA tarafından 2012 yılında YBM mevzuatına ilişkin bir yol haritası niteliğinde olan Singapur YBM kılavuzunun ilk sürümü yayınlanmıştır. 2013 yılında ise bu dokümanın ikinci sürümü yayınlanmıştır. 2012 yılından itibaren Singapur'da kamuya ait tüm inşaat projeleri için YBM zorunluluğu getirilmiştir. Bu tarih itibariyle ihaleler YBM ile projeleri hazırlanması gerektiği ihalelerde belirtilmeye başlanmıştır ve inşaatlar bu şekilde geliştirilmiştir. YBM zorunlulukları ile ilgili süreç projelerde m² gibi kriterler doğrultusunda artırılarak devam etmiştir. 20.000 m² de büyük projeler 2013 yılında, 5.000 m²'den büyük olanlar 2015 yılında hem tasarım hem yapım hem de işletme aşamasında YBM tabanlı olarak yapılması zorunlu kılınmıştır. Dolayısı ile Singapur'da 2015 yılından itibaren neredeyse tüm yapı sektörü gerçekleştireceği projelerde YBM kullanmak mecburiyetinde olmaktadır. Bu zorunluluklar ile YBM kullanımının Singapur'da çok büyük bir hızla geliştiği anlaşılmaktadır.

Singapur dünya genelinde YBM gelişimde öncü ülkelerden biridir. Singapur aynı zamanda Asya ülkeleri arasında da 35 adet kılavuz içerisinde toplam 12 adet kılavuz ile en çok standarda sahip ülkedir. Kore, Japonya, Çin, Tayvan, Hong Kong YBM konusunda Asya'da gelişmiş ülkelerden sayılmaktadır. Bu ülkelerin standartlarına ait zaman çizelgesi Şekil 2.13'deki belirtilmektedir. Şekilden de anlaşılacağı gibi Asya ülkeleri arasından YBM kılavuzuna ilk sahip olan ülke 2018 yılında oluşturduğu [Singapore, BCA] BIM e-Submission Guideline for Architectural Discipline v3.0 ile Singapur'dur. Asya'da 2015 yılına kadar hazırlanmış olan toplam 35 adet standardın listesi Çizelge 2.6'de belirtilmektedir.



Şekil 2.13: Asya ülkelerinin standartlarına ait zaman çizelgesi (Cheng ve Lu, 2015).

Çizelge 2.6: Asya'daki YBM standartlarının listesi (Cheng ve Lu, 2015).

KILAVUZ	YILI
[Singapore, BCA] BIM e-Submission Guideline for Architectural Discipline v3.0	2008
[HK, HA] BIM Standards Manual v1.0	2009
[HK, HA] BIM User Guide	2009
[HK, HA] BIM Library Components Design Guide v1.0	2009
[Korea, MLTM] National Architectural BIM Guide	2009
[HK, HA] BIM Library Components Reference v1.0	2010
[Taiwan, NTU] AEC (UK) BIM Standards for Autodesk Revit (translation)	2010
[Korea, PPS] Guideline V1: Architectural BIM Guide	2010
[Singapore, BCA] BIM e-Submission Guideline for Architectural Discipline v3.5	2010
[Singapore, BCA] BIM e-Submission Guideline Structural v2.1	2011
[Singapore, BCA] BIM e-Submission MEP v3	2011
[Korea, KICTEP] BIM Guideline	2011
[Korea, KICT] National Level Built Environment BIM Guidance Development	2011
[Korea, PPS] Guideline V2: BIM Cost Management Guide	2011
[HK, HKIBIM] BIM Project Specification	2011
[Taiwan, NTU] AEC (UK) BIM Standards for Bentley Building (translation)	2011
[Japan, JIA] BIM Guidelines	2012
[Singapore, BCA] BEG for BIM Adoption in an Organization	2012
[Singapore, BCA] BEG for BIM Execution Plan	2012
[Singapore, BCA] BEG for Architectural Consultants	2012
[Singapore, BCA] BEG for Contractors	2012
[Singapore, BCA] BEG for CS Consultants	2012
[Singapore, BCA] BEG for MEP Consultants	2012
[Singapore, BCA] BIM Guide v1.0	2012
[Singapore, BCA] BIM Guide v2.0	2012
[China, Beijing Exploration and Design Association] BIM Design Standard	2012
[Japan, JFCC] Guidelines for BIM Collaboration in Construction Stage	2013
[Japan, buildingSMART Japan et al.] BIM Guideline for Public Building	2013
[Korea, KICTEP] BIM Standard Dev.and Application for Tall Build.	2013
[China, CIBSDR et al.] Deliver Standa.of Building Design-Infor. Mod.	2014
[China, CIBSDR et al.] Standard for classification and coding of BIM	2014
[HK, CIC] CIC Building Information Modelling Standards	2014
[Taiwan, NTU] Level of Development Specification (V.2014)	2014
[Taiwan, NTU] Facility Owner's Guide for Pre. BIM Guidelines (V.2014)	2014
[China, Shanghai] Shanghai BIM Application Guide	2015

2.9. Türkiye'deki YBM Projeleri ve Standartlaşma Çabaları

Uluslararası ölçekte Building Information Modelling (BIM) olarak adlandırılan tez kapsamında YBM'nin Türkiye'deki karşılığı ile ilgili farklı yaklaşımlar mevcuttur. Bunların en çok kullanılanları Bina Bilgi Modelleme, Yapı Enformasyon Modeli, Yapı Bilgi Sistemi, Bina Enformasyonu Modellemesi ve Yapı Bilgi Modellemesidir. Tez içerisinde YBM olarak bahsedilmektedir. Türkiye'de YBM'nin farklı projelerde ve farklı fonksiyonlara yönelik kullanıldıkları görülmektedir. Kamu sektöründe İBB (İstanbul Büyükşehir Belediyesi) öncülüğünde raylı sistemler projelerinde ilk uygulamalara geçildiği görülmektedir. Ayrıca büyük ölçekli pek çok altyapı projesinde de YBM kullanımı yaygınlaşmaktadır. Özellikle Kamu Özel İşbirliği çerçevesinde yapılan sağlık kampüsü projelerinde YBM'nin tesis yönetimini de içerisine alacak şekilde modellendiği görülmektedir. Türkiye'de gerçekleştirilen 3 adet raylı sistem projesi, 3 adet sağlık tesisi, 4 adet havalimanı başta olmak üzere toplam 13 projenin YBM'ni hangi amaçla kullanıldığı Çizelge 2.7'de belirtilmektedir.

Çizelge 2.7: YBM kullanımları incelenen 13 proje envanteri (Özorhon, 2018).

PROJE ADI	YBM KULLANIMLARI
Ataköy-İkitelli Metro Hattı	3D modelleme, Saha Koordinasyonu, 4D simülasyon
Dudullu-Bostancı Metro Hattı	3D modelleme, Saha Koordinasyonu
Kabataş-Mecidiyeköy Mahmutbey Metro Hattı	3D modelleme, Saha Koordinasyonu, 4D Simülasyon
Adana Entegre Sağlık Kampüsü	3D modelleme, Kalite güvence / kalite kontrol, 4D Simülasyon, Metraj, Enerji Analizi, İşletmeye alma, Tesis Yönetimi
İstanbul Sağlık Yönetim Ofisi	3D Koordinasyon
Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi	Çakışma tespiti, 3D Koordinasyon, Planlama, Maliyet
İstanbul Yeni Havaalanı Projesi	3D modelleme, Kalite güvence / kalite kontrol, 4D Simülasyon, Metraj, Enerji Analizi, İşletmeye alma, Tesis yönetimi
İzmir Adnan Menderes Havalimanı	Verimliliğin artırılması, Koordinasyonun artması, Hataların azaltılması, Metrajın çıkartılması

KKTC Ercan Havalimanı Projesi	Çakışma tespiti, Saha Koordinasyon, Planlama, Maliyet, Enerji Analizi
Sabiha Gökçen Havaalanı - HABOM projesi	3D modelleme, Saha Koordinasyonu
Abdullah Gül Müzesi Renovasyon Projesi	3D modelleme, Saha Koordinasyonu, Planlama, Maliyet, Çakışma Analizi, Metraj
İstanbul Emaar Square	3D modelleme, Çakışma Analizi, Metraj, 4D Simülasyon, Değişimlerin izlenmesi, Uygulama projelerinin lazer taramalı onayı
Seyrantepe Stadyumu Çelik Çatı Projesi	3D modelleme, Çakışma tespiti, Saha Koordinasyonu, Montaj aktivitelerinin planlanması

Uluslararası standartların yerel kültürler ve koşullar için uyarlanması gerekir (Howard ve Björk, 2008). Türkiye’de YBM için hazırlanmış bir standart bulunmamaktadır. Tasarım ve inşaat aşamalarına yönelik standartlar ve mevzuatlar vardır. Projelerin içerik ve teslim çerçevesini, inşaatların yapımı ile ilgili faaliyetleri bu mevzuatlar belirlemektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) tarafından oluşturulmuş olan CADD Bilgisayar Destekli Tasarım ve Çizim Düzenleme Usul ve Esasları yapım işlerinde tasarım ve as-built projelerin süreç yönetimine ilişkin CAD standartlarının oluşturulması ve iş süreçlerinin kontrol mekanizmasının analizi ve dokümantasyonu amacıyla geliştirilmiş detaylı yerel bir kılavuzdur. İçerisinde YBM ile ilişkilendirilebilecek proje isimlendirme modeli, klasör isimlendirme modeli, dosya isimlendirme modeli ve proje aşamaları ile ilgili bilgiler yer almaktadır (ÇŞB, 2016). Şekil 2.14, 2.15 ve 2.16’de isimlendirme kuralları örnekleri ile birlikte belirtilmektedir.

Projenin Adı (zorunlu)	+	Projenin Safhası (zorunlu)	+	Safha Teslim Yılı (zorunlu)
---------------------------	---	-------------------------------	---	--------------------------------

Örnek: Eğitim Hizmet Binası_Avan_2011

Şekil 2.14: Proje İsimlendirme Modeli (ÇŞB, 2016).

Projenin Adı (zorunlu)	+	Disiplin (zorunlu)	+	Bölüm (seçmeli)	+	Alt disiplin (seçmeli)
---------------------------	---	-----------------------	---	--------------------	---	---------------------------

Örnek: Eğitim Hizmet Binası_Mimarı_Ablok_Detaylar

Şekil 2.15: Klasör İsimlendirme Modeli (ÇŞB, 2016).

Projenin Adı (zorunlu)	+	Disiplin (zorunlu)	+	Bölüm/Blok (seçmeli)	+	Alt disiplin (seçmeli)
---------------------------	---	-----------------------	---	-------------------------	---	---------------------------

Örnek: Eğitim Hizmet Binası _ Mimarı_Ablok_Detaylar

Şekil 2.16: Dosya İsimlendirme Modeli (ÇŞB, 2016).

TMMOB Mimarlar Odası tarafından hazırlanmış olan Mimari Proje Çizim ve Sunuş Standartları mimari çalışmaların ifade edildiği belgelerde aranacak asgari koşulları belirlemektedir. Projelerin sunuş esasları, pafta düzeni, pafta numaralandırılması ve çizim standartları konularını kapsamaktadır (Url-10). Bayındırlık Bakanlığınca tarafından hazırlanmış Mimari Proje Düzenleme Esasları (Url-11) gibi standartları proje aşamaları ile ilgili bilgileri içermektedir. Proje aşamaları avan, kesin ve tatbikat olmak üzere üç aşamaya ayrılmıştır. İnşaat aşaması için ÇŞB tarafından her yıl güncellenene İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları kılavuzları içeriğinde yer alan Birim Fiyat Poz numaraları yapım standardı kodları ile ilgili bilgileri içermektedir (Url-12). Poz numaralarındaki 2019 yılı kodlama sistemi, uluslararası kodlama sistemine uygun (--....----) olarak (11) hane şeklinde tasarlanmıştır. Buradaki,

- İlk 2 rakam - Grup Kodu
- Ortadaki 3 rakam - Rayiç yada Birim Fiyat Grup Kodu
- Son 4 rakam - Malzeme ya da Kapasite Listesini ifade etmektedir.

Yapılan bu değişimin gelişen teknolojilere ayak uydurulması ve poz numaralarındaki karmaşıklığa son verilmesi adına yapıldığı belirtilmektedir. Bahsedilen standartların dışında TSE tarafından oluşturulmuş standartlar vardır. Tasarım sektörü için engelli erişimleri ile ilgili TSE TS 9111, 2011: 3 standardı bulunmaktadır. Bunun dışında inşaat sektörü ile ilgili birçok TSE standardı bulunmaktadır. İnşaat sektörüne yönelik standartlar genellikle projelerde kullanılacak sistem, ekipman ve malzemelerin Türk

Standartları'na, uluslararası kalite, faktör ve değerlerine uygunluğu üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Türkiye'de tasarım ve inşaat sektörü için oluşturulmuş olan mevzuatlar faydalı bir yasal çerçeve oluşturmasına rağmen YBM'nin uygulanma süreçlerine uyumlu değildir. Türkiye'de çok uluslu Amerikan bir yazılım firması olan Autodesk tarafından oluşturulmuş yine Autodesk tarafından Türkçeleştirilerek yayınlanmış YBM'e Geçiş El Kitabı, YBM Uygulama Planı, Detay Seviyesi Tabloları gibi kılavuzlar mevcuttur. Bu kılavuzlar Türkçe olarak yayımlanmış en kapsamlı belgeler olduğundan ve tez kapsamında incelenen maddeler ile ilgili bilgiler içerdiğinden bu tezin son kısmında ekler bölümünde belirtilecektir (Ek A). YBM'ne Geçiş El Kitabı'nda YBM ile ilgili genel amaçlar belirtilmiştir. YBM Uygulama Planında YBM'ne dair karar verilmesi gereken birçok unsur maddeler halinde belirtilmiştir. Bu kılavuzun kapsamını belirten içindkiler bölümü tez çalışmasının ekler bölümünde belirtilmektedir. CSI (The Construction Specifications Institute) yapım standardı kodlarına göre kavramsal tasarım, kriter tasarım ve detaylı tasarım olmak üzere 3 farklı proje aşamasına göre belirtilmiş tez kapsamında gelişim seviyesi olarak adlandırılan detay seviyesi tabloları bulunmaktadır. Üç farklı proje tamamlama yöntemi (tümleşik proje yönetimi, tüm işlerin tek bir şirket tarafından yapıldığı tasarla-inşa et proje yapımı ve işlerin ayrı ayrı şirketler tarafından yapıldığı tasarla - teklif et - inşa et proje yapımı) için örnek bir işbirliği planı YBM uygulama planı içerisinde belirtilmiştir (Ek A). Ancak bu belgeler Autodesk'in oluşturduğu orijinal belgelerin Türkçe'ye çevrilmesiyle oluşturulmuşlardır ve ulusal bir nitelik taşımamaktadırlar.

Türkiye'de ulusal bir YBM standardı oluşturulması adına atılan ilk adım İMSAD (İnşaat malzemeler sanayicileri derneği) tarafından Şubat 2019'da inşaat sektörü paydaşlarıyla 'buildingSMART Türkiye'yi kurmasıyla gerçekleşmiştir. 'buildingSMART Türkiye'nin kuruluş amaçları aşağıda belirtilen maddeler halinde sıralamaktadır (Url-13).

- Türkiye'de YBM kullanımını konusunda odak olarak, ülke çapında sorumluluk almak
- Yapı endüstrisine fayda sağlayacak ileri seviyedeki kültürel, ticari ve teknik uygulama ve iş akışlarına ön ayak olmak
- Kamu, üniversite ve özel sektör işbirliğiyle destek sağlamak

- Faaliyetlerin tüm seviyelerdeki gerçek kullanıcıların ihtiyaçlara yönelik olmasını sağlamak
- Güncel sorunlar ve çözümler konularında buildingSMART International programlarıyla paylaşımlarda bulunmak
- AçıkYBM (openBIM) ile ilgili girişimleri teşvik etmek ve geliştirmek
- Benzer amaçları paylaşan kurum ve kuruluşlarla işbirliği sağlamak
- Yerel ihtiyaçlara hitap eden uygulama kılavuzları ve şartnameler geliştirmek
- Güncel teknik fonksiyonel ihtiyaçları belirleyip bunları BSI standart ve/veya uyumluluk programlarına yansıtma
- Ülke çapında geliştirilen yeni standartları yaymak ve yerel ihtiyaçlara göre uyarlamak

Belirlenen bu hedefler yerine getirildiğinde, Türkiye inşaat sektörü paydaşlarının yapıların yaşam döngüsü boyunca iş süreçlerini iyileştirmeye yönelik veri oluşturma, verinin ortak paylaşımını sağlama ve güncelleme konusunda anlayış birliği ve iş metodları geliştirilerek sektöre ciddi faydalar sağlanabilecektir. 2018 yılı itibariyle Türkiye’de YBM standardı oluşturulması yönünde çalışmaların başlatıldığı anlaşılmaktadır. Türkiye’de inşaat sektörü için oluşturulmuş birçok standart, mevzuat ve kılavuz olmasına rağmen ulusal düzeyde henüz oluşturulmuş bir YBM standardı bulunmamaktadır. Aynı zamanda bazı özel projeler dışında YBM uygulama zorunluluğu yoktur.

2.10. Türkiye için Ulusal YBM Standardizasyonunun Gerekliliğinin Tartışılması

YBM işbirliği içerisinde yürütülen süreçlerden oluşmaktadır ve etkili bir YBM çalışması için proje üzerinde anlaşılmış ve mutabakata varılmış bir çalışma yöntemi tarafından uygulanıyor olmalıdır (NBS 2018). Endüstride birçok YBM standardı olmasına rağmen projeler arasındaki çatışmaları ve karışıklığı önlemek proje katılımcılarının tek bir standarda bağlı kalmaları önemlidir (Cheng ve Lu, 2015). Kuralların belirlenmediği ülkelerde, kuruluşların potansiyellerini daha iyi bir şekilde ortaya çıkarmak için YBM ile nasıl çalışacaklarına dair kendi yönetmeliklerini üretmeleri gerekir (Gerçek ve diğ., 2017). Kuruluşların her bir proje için kendi yönetmeliklerini koymalarının zorluğu ve tüm ülkeyi kapsayan kuralların farklı paydaşlar arasında işbirliği ve adaptasyonu kolaylaştırdığından ülkeler kendi ulusal YBM standartlarını oluşturmaktadır. Günümüzde oluşturulmuş birçok ulusal YBM

standardının varlığı ülkelerin YBM'nin standardize etme ihtiyaçlarını açıkça ortaya koyduğu söylenebilir. Standardizasyonun gerekliliği YBM'nin süreçleri içerisinde var olmuştur ve var olmaya da devam edeceği gözükmektedir. Global ve ulusal düzeydeki projelerde YBM projeleri geliştirilirken standartların kullanılması zorunlu kılınması ile ilgili durumlar farklılık göstermektedir. Bazı projelerde zorunluluk belirtilir iken bazı projelerde sadece tavsiye edilebilmekte bazılarında ise herhangi bir zorunluluk belirtilmemektedir.

Özener ve Temiz (2016) tarafından yapılan YBM konusundaki sorunların araştırıldığı anket çalışmasında ülke içerisinde veri ve dokümantasyon standardizasyonunun bulunmamasının, eş işlerlik ve veri alışverişi problemlerine sebep olduğu belirtilmektedir. Yerel standartların olmayışı süreç içerisinde sorunlara sebep olduğu gibi sürecin başarısını da düşürdüğü belirtilmektedir. Türk inşaat sektöründe YBM uygulamalarını incelemek ve kritik başarı faktörlerini belirlemek üzere Özorhon ve Karahan (2016) tarafından yapılan anket çalışmasında çeşitli faktörlerin YBM uygulama başarısındaki etkisini ölçmek amaçlanmıştır. Anket çalışması kapsamında Türk inşaat firmalarından gelen yanıtlar bağlamında elde edilen temel başarı faktörleri önem sıralamasına göre kalifiye elemanların varlığı, etkin liderlik, bilgi ve teknolojinin varlığı, proje paydaşlarının koordinasyonu, çalışanların eğitilmesi, firmanın tecrübe seviyesi, finansal kaynakların varlığı, firmanın YBM politikası, işveren gereksinimleri, sektörün farkındalık seviyesi, destekleyici kurum kültürü, uygun mevzuat, sektör içerisinde bilgi paylaşımı, projenin boyutu, danışmanlık hizmeti ve devlet desteği şeklinde sıralanmıştır. Maddeler içerisinde yer alan uygun mevzuat (sektörde YBM kılavuzunun, standardın ve yol haritasının olması) sıralamada yerini alarak önemi vurgulanmıştır.

Standartlar konusu geniş bir içeriğe sahiptir ve genellikle hak ettiği öneme sahip değildir (Race, 2012). YBM standartları ile ilgili NBS (2018) tarafından yapılan anket çalışması ile kullanıcılar için YBM standardizasyonunun yeterliliğinin sorgulandığı bir anket çalışması yapılmıştır. Ankete göre kullanıcıların %70'i YBM'nin henüz standardize edilmediği yönünde görüş bildirmiştir. Dünyada bu konuda birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen YBM standardizasyonu yeterli bulunmaz iken Türkiye'de henüz oluşturulmuş bir standart bulunmadığında yeterliliğin sorgulanacağı bir aşamaya erişmemiştir. YBM standartlaşma çabalarının yeterli düzeye ulaşması, YBM kullanımının artırılması ile istenilen başarının sağlanmasını önemli düzeyde

etkileyebilecektir. Türkiye’de buildingSMART’in başlattığı çalışmalardan da anlaşıldığı gibi ulusal YBM standartları oluşturulmasının önemini anlaşıldığı ve bu doğrultuda çalışmaların başlatıldığı açık bir şekilde ortadadır, ancak oluşturulacak YBM standartları için hangi unsurların önemli olduğu ile ilgili belirsizlik devam etmektedir.

2.11. Kaynakların Değerlendirmesi

YBM mimarlık, mühendislik ve inşaat sektörünün çalışma şeklini tamamen değiştirmektedir. Kamu sektörü, YBM’nin sektörde benimsenmesini teşvik etmek ve kolaylaştırmak için öncü bir rol oynamaktadır. Son yıllarda, YBM uygulamaları dünyadaki çeşitli ülkelerde gittikçe daha fazla devlet kurumu ve kar amacı gütmeyen kuruluşların YBM’ni benimsemesiyle yoğun bir şekilde artmaya devam etmektedir. Bu tür yaklaşımlar, çabalarının gözden geçirilmesinin eksikliğini ve gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu nedenle, kamu sektöründe farklı ülkelerde YBM’nin benimsenmesi için harcanan çabalar kaynak taraması ile gözden geçirilmiştir. Amerika, Avrupa, Asya ve Avustralya olmak üzere dört farklı coğrafyadaki ülkelere en çok YBM standardı hazırlamış olan ülkelere yoğunlaşmıştır. Ülkelerin YBM hedeflerinin belirlenmesi, YBM ile ilgili komitelerinin kurulması, YBM faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi ve YBM standartlarının geliştirilmesi arasında ilişkiler incelenmiştir. Bulgular, Amerika ve İngiltere’nin YBM’nin benimsenmesinde en olgun ülke olduğunu göstermektedir. İngiltere hükümetinin YBM’ne olan erken ve güçlü taahhüdü, İngiltere’yi YBM’nin benimsenmesinde dünya lideri yapmaktadır.

YBM’nin benimsenmesinde kamu sektörü önemli ve birincil bir rol oynamaktadır. Seçilen tüm ülkeler YBM’nin benimsenmesini teşvik etmiş ve standartlar oluşturmuşlardır. YBM’nin benimsenmesi uzun süren bir süreçtir. Yapılan inceleme Türkiye’nin de bu süreç içerisine girmiş olduğunu göstermektedir.

İncelenen kaynaklar özetle değerlendirildiğinde YBM’ne yönelik hazırlanan standartların projelerin başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi, süreçlerin etkili ve verimli bir şekilde yönetilebilmesi için önemli olduğu anlaşılmaktadır. Bu doğrultuda farklı ülkelerde çok sayıda çalışma yapıldığı ve bu doğrultuda birçok YBM standardı üretildiği ortaya çıkmaktadır. YBM’nin kullanımı ile ortaya çıkan yeni ihtiyaçlar doğrultusunda ülkeler YBM’ne yönelik yeni standartlar geliştirmeye devam etmektedir. YBM’nin ülkelerdeki kullanımının arttırılmasında, hedeflerin ve

stratejilerin belirlenmesinde ve standartların oluşturulmasında kamu çok önemli itici bir güç konumundadır. Günümüzde YBM ile ilgili oluşturulmuş birçok standart ve kılavuz olmasına rağmen kullanıcılar için bu çabanın yeterliliği tartışılmaktadır. YBM standartlarının içeriğinin ülkelere göre farklılık göstermesi gerektiği düşünülmektedir. Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de öncelikli olarak kamunun etkisi ile YBM kullanımının başladığı ve büyük ölçekli projelerde YBM kullanımının hızla artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Türkiye’de inşaat sektörü için oluşturulmuş birçok yasal mevzuat ve standart bulunmaktadır fakat bu mevzuatlar YBM teknolojisine uygun değildir. Türkiye’de YBM ile ilgili standartlaşma çabalarının yakın zamanda başlamış olduğu anlaşılmaktadır. Ancak Türkiye’de henüz oluşturulmuş bir YBM standardı bulunmamaktadır ve oluşturulacak bir YBM standardının içeriğinde yer alması gereken veriler ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.



3. YBM KILAVUZLARININ İNCELENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI

Tez kapsamında Amerika, İngiltere, Avustralya, Norveç ve Singapur'dan oluşan YBM'nin zorunlu olduğu 5 farklı ülkenin ekleriyle birlikte toplam 13 kılavuzu incelenerek tezin bu bölümü içeriğinde karşılaştırılmıştır.

3.1. YBM Kılavuzlarının Genel Yapısının İncelenmesi

Tez kapsamında incelenen kılavuzlardan Amerika NBIMS dokümanı çok detaylı bir kılavuz olup birçok ek standart, şablon ve matris gibi ilave dokümanlar içermektedir. Avustralya NATSPEC dokümanı da detaylı bir doküman olup yine NATSPEC kuruluşu tarafından oluşturulmuş ilave şablonlar ve dokümanlar içermektedir. İngiltere-PAS dokümanlarında YBM seviyeleri ile ilişkilendirilen bilgi teslim döngüsü üzerinden bilgiler aktarıldığı kapsamlı bir dokümandır ve ihtiyaçlar doğrultusunda yeni kılavuzlar oluşturularak kapsamı genişletilmektedir. Norveç SBM dokümanı metris ve şablon gibi ek herhangi bir doküman içermemektedir. Singapur SBIM dokümanı da detaylı bir dokümandır ve yine Singapur SBIM kuruluşu tarafından oluşturulmuş ilave dokümanlar içermektedir.

2007 yılında Amerika ve İngiltere tarafından oluşturulan kılavuzlar dünyada YBM kılavuzunun ilk örneklerini oluşturmuşlardır. Amerika yıllar içerisinde güncelleme yaparak 2015 yılında son güncellemesini tamamladığı NBIMS'in 3. sürümünü kullanmaktadır. İngiltere ise 2016 yılında son güncellemesini tamamladığı BS 1192:2007+A2:2016'nın 2.2 sürümünü kullanmaktadır. İncelenen diğer 2 kılavuz PAS 1192-2:2013 ve PAS 1192-3:2014 ilk kılavuz içeriğinde bulunmayan ihtiyaçlar doğrultusunda çıkarılmışlardır. NATSPEC kılavuzu ilk sürümü 2011 yılında hazırlanmıştır ve halen bu sürüm kullanılmaktadır. Kılavuz içerisinde 2016 yılında gözden geçirilerek sürümün güncelliğinin teyid edildiği bilgisi yer almaktadır. Norveç SBM kılavuzu ilk sürümü 2008 yılında ana dilde oluşturulmuş, 2013 yılında son güncellemesini tamamladığı ingilizce sürümü kullanmaktadır. Singapur SBIM kılavuzu ilk sürümü 2012 yılında oluşturulmuş, 2013 yılında son güncellemesini

tamamladığı sürümü kullanmaktadır. İncelenen kılavuzların son sürümlerine ait zaman çizelgesi Şekil 3.1’de belirtilmektedir.

AVUSTRALYA NATSPEC National BIM Guide	2011	AMERİKA BIM Forum Level of Development Spec.
AVUSTRALYA NATSPEC BIM Reference Schedule		İNGİLTERE PAS 1192-2:2013
		NORVEÇ SBM BIM Manual 1.2.1
		SİNGAPUR Singapore BIM Guide
2013		SİNGAPUR BIM Essential GuideFor BIM Adoption in an Organization
		SİNGAPUR BIM Execution Plan
		AVUSTRALYA NATSPEC BIM and LOD
İNGİLTERE PAS 1192-3:2014	2014	AMERİKA NBIMS
	2015	SİNGAPUR BIM Adoption in an Organization For Transfer of BIM Data into BPA
İNGİLTERE BS 1192:2007+ A2:2016	2016	

Şekil 3.1: İncelenen kılavuzların son sürümlerine ait zaman çizelgesi.

İncelenen kılavuzlara ait zaman çizelgesinde kılavuzların son güncellemelerinin yoğunluklu olarak 2013 yılında gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Avustralya 2011 yılında hazırladığı kılavuzunu 2016 yılında gözden geçirerek güncelleme ihtiyacı duymamıştır. İngiltere’de oluşturulduktan 2 yıl sonra kılavuzların tekrar gözden geçirildiği bilgisi yer almaktadır.

3.2. YBM Kılavuzları İçerisinde Öne Çıkan Konuların Belirlenmesi

Tez kapsamında incelenen 5 farklı ülkeye ait ekleriyle toplam 13 kılavuzun içerisindeki benzer maddelerin belirlenmesi için öncelikle her bir belge okunarak birbirine yakın içeriğe sahip maddeler sıralanmıştır. Birbirine benzer konular tespit edilirken, aynı konuya farklı isimlerin veya başlıkların uygulandığı belirlenmiştir. Benzer konular için eşanlamlı veya eşdeğer terimler 13 içerik maddesi başlığı altında toplanarak değerlendirilmiştir.

İnceleme doğrultusunda oluşturulan konu maddeleri aşağıda sıralanmaktadır. Listedeki her konu için, seçilen birincil terim koyu metinle, eşanlamlı veya eşdeğer terimler birincil terimden sonraki parantez içinde belirtilmiştir.

- YBM uygulama planı (YBM yönetim planı, YBM teslimat planı)
- Gelişim Seviyeleri (Detay seviyesi, olgunluk düzeyi, modelleme gereksinimi, model elemanı, model elementi)
- Sorumluluk (Takım rolleri)
- Ortak Veri Formatı (Açık YBM)
- İşbirliği Modelleri (İşbirlikçi çalışma, çakışma kontrolü ve koordinasyon, işbirliği organizasyonu)
- Dosyalama (Teslim dokümanı gereksinimleri)
- Arşivleme (Veri teslimleri)
- Simülasyonlar (Analizler, Enerji modellemesi)
- Proje Aşamaları YBM Fonksiyonları (Tasarım aşamaları YBM fonksiyonları)
- İşletme ve bakım gereksinimleri (İnşaat Operasyonları Bina Bilgi Değişimi, Varlık yönetimi gereksinimleri)
- Veri Güvenliği (Veri koruma)
- İş akış şemaları (İş süreçleri bilgi aktarımı, bilgi teslim döngüsü)
- Referans gösterilen ulusal ve uluslararası standartlar

Farklı ülkelerin YBM kılavuzlarında öne çıkan bu maddelerin genel kapsamaları benzerlik gösterse de içerikleri ülkelere göre farklılık göstermektedir.

3.3. YBM Kılavuzları İçerisinde Öne Çıkan Konuların İçeriklerinin İncelenmesi

Bu bölümde öncelikle inceleme doğrultusunda öne çıkan 13 konu maddesinin kılavuzlardaki genel kapsamı ile ilgili bilgi verilerek, sonrasında Amerika, Avustralya, İngiltere, Norveç ve Singapur ülkeleri sıralamasına göre kılavuzlar içerisinde yer alan bilgiler incelenecektir.

3.3.1. YBM uygulama planı

YBM ile ilgili birçok işlemin nasıl yürütüleceğinin, izleneceğinin ve kontrol edilebileceğinin tanımlanmasını sağlayan ve resmi bir belge niteliğinde oluşturulması tavsiye edilen böylelikle YBM ile ilgili birçok belirsiz konunun netleştirilmesini sağlayan bir belge olarak nitelendirilmektedir. YBM uygulama planında yer alması gereken birçok konu olduğundan ve bu dokümanın genellikle yasal bir belge olmasından dolayı YBM içeriğindeki verileri tanımlamak için bir şablon kullanılması tavsiye edilen bir yöntemdir.

Amerika: Kılavuz içerisinde YBM uygulama planının anlamı ve içeriği detaylı bir şekilde tarif edilmektedir. YBM uygulama planı, YBM'nin süreç boyunca uygulanmasına yönelik planlamanın bir sonucu olarak oluşturulması gerektiği belirtilmektedir. YBM uygulama planı proje boyunca gelişen bir canlı doküman olarak nitelendirilmektedir. Proje yürütme planlarında (PYP) bir YBM uygulama planının neler içermesi gerektiğinin açıklanması gerektiği belirtilmektedir. PYP Rehberi, YBM proje yürütme planını oluşturmak ve uygulamak için yapılandırılmış bir prosedür hakkında kılavuz sağladığı belirtilmektedir. YBM uygulama planının geliştirilmesi YBM kullanımlarını tanımlamak, YBM sürecini tasarlamak, YBM planını geliştirmek, destek altyapısını tanımlamak olarak 4 aşamada belirtilmiştir. YBM uygulama planının içeriğinde yer alması gereken bilgilerin proje bilgileri, anahtar proje iletişim bilgileri, proje yöntem bilgileri, YBM bilgi değişimleri, YBM ve tesis bilgi gereksinimleri, işbirliği prosedürleri, kalite kontrol, teknolojik altyapı ihtiyacı, model yapısı, proje teslimatı, teslimat stratejisi ve sözleşme bilgileri olarak tarif edilmektedir. The Pennsylvania State University, Building Smart, AIA gibi kuruluşlar tarafından oluşturulmuş çeşitli dokümanlarla ve YBM Project Execution Plan Content V2.1 şablonuyla konu desteklenmektedir (NBIMS, 2015, bölüm 5.3, sf. 5-14 ve bölüm 5.4, sf. 3-9).

Avustralya: Bilgiler YBM yönetim planı adı altında tarif edilmektedir. YBM uygulama planının ana bilgi ve veri yönetimi planı olarak proje başlangıç aşamasında model oluşturma ve veri entegrasyonu için rol ve sorumlulukların atanması amacıyla geliştirilmesinin gerekli olduğu belirtilmektedir. Proje sonuçlarına yönelik hangi proje, neden ve hangi seviye sorularına cevap verecek şekilde hazırlanması gerektiği belirtilmektedir. YBM uygulama planının canlı bir belge olarak değerlendirilmesi gerektiği ve ülke genelinde sürekli olarak geliştirilmesi ve iyileştirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Tasarım süreci ve inşaat süreci olmak üzere iki aşama için ayrı YBM uygulama planı tarifi yapılmaktadır. Bu ikisi ayrıca proje kapsamı, değişim ile ilgili maddeler ve modelleme ile ilgili maddeler olmak üzere üç ayrı kategoriye ayrılmıştır. YBM uygulama planının model gelişim seviyelerine güçlü bir şekilde bağlı olması gerektiği belirtilmektedir (NATSPEC, 2011a, sf. 3-5).

İngiltere: Sözleşme öncesi YBM uygulama planı ve sözleşme sonrası YBM uygulama planı olarak iki ayrı tür uygulama planından bahsedilmektedir. Her iki YBM uygulama planının da sözleşme öncesi oluşturulması tavsiye edilerek işverenin bilgi gereksinimlerindeki her şeyi içermesi gerektiği belirtilmektedir. Sözleşme öncesi hazırlanan YBM uygulama planı, proje uygulama planı, işbirliği ve bilgi modeli proje hedefleri, proje iş programı ile uyumlu ana proje kilometre taşları ve proje bilgi modelinin teslim stratejisini içermesi gerektiği belirtilmektedir. Sözleşme sonrası YBM uygulama planı daha kapsamlı hazırlanması gerektiği belirtilmektedir. Yönetim, planlama ve dokümantasyonu ile standart yöntem ve prosedürler konularını içermektedir. Roller, sorumluluklar ve yetkililer ile birlikte ana iş programı ile uyumlu proje aşamaları, proje bilgi modeli çıktı stratejileri, bulut sistemlerinin kullanımı, küresel navigasyon uydu sistemleri stratejileri, mevcut eski veri kullanımı, bilgilerin onaylanması ve yetkilendirme süreçleri yönetim konusunda değerlendirilmektedir. Tedarik zincirinin kapasitelerini belirten revize proje uygulama planı hazırlanırken, işbirliği için kabul edilen bilgi modellemesi proje süreçleri, tedarik zinciri ile üzerinde mutabık kalınan sorumluluk matrisi, görev bilgisi teslim planı, ana bilgi dağıtım planının üretilmesi planlama ve dokümantasyon konularının değerlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Model hacim stratejisi, proje bilgi modeli orijini ve oryantasyon için kullanılan coğrafi referanslar, dosya adlandırma kuralı, kullanılan katman adlandırma kuralı, tüm disiplinler için kabul edilen inşaat toleransları, çizim sayfası şablonları, semboller, açıklama, boyutlar ve kısaltmalar, nitelik verileri, bilgi

teknolojileri çözümleri örneğin yazılım versiyonları, değişim formatları, süreç ve veri yönetim sistemleri bilgilerini içermesi standart yöntem ve prosedürler konusunda değerlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir (BSI, 2013, sf.14-17).

Norveç: Bilgiler YBM uygulama planı başlığı altında verilmemiştir genel olarak YBM'nin uygulanmasına başlamadan önce yapılması gerekenler olarak listelenerek YBM teslimat planı adı altında özetlenmiştir. Bu doğrultuda teslim modeli içeriği, YBM hedefleri, model araçları, yazılımlar arası etkileşim, yazılım çözüm sağlayıcıları, ara yüzler ve çalışma süreçlerinden bahsedilmektedir. YBM gereklilikleri yasal bir belgede tanımlanıp bir YBM el kitabı oluşturulacak ve sözleşme eki olacak ise bu doğrultuda hazırlanmış olan şablon formun proje yöneticisi tarafından doldurulması gerektiği belirtilmektedir. Kılavuza ek yapılmış bir şablon formu yoktur ancak oluşturulması gereken formun YBM gerekliliklerini, modellemeler ile ilgili bilgileri, simülasyonları, analizleri ve görselleştirme bilgilerini kapsamaması gerektiği belirtilmiştir (SBM, 2013, sf. 75 ve 88-95).

Singapur: YBM uygulama planının erken tasarım evresinde hazırlanması gerektiği belirtilmektedir. YBM'nin ilerleyen süreçlerinde işveren veya işveren tarafından atanmış YBM yöneticisinin izni ile sözleşmeye uygun değişiklikler yapılabileceği belirtilmektedir. YBM uygulama planı proje bilgisi, YBM hedefi ve kullanımı, her bir proje üyesinin rolleri, kadroları ve yetkinlikleri, YBM süreci ve stratejisi, YBM değişim protokolü ve sunum formatı, YBM veri gereksinimleri, ortak modelleri yönetmek için işbirliği prosedürleri ve yöntemi, kalite kontrol, teknoloji altyapısı ve yazılım konularını kapsamaktadır (SBIM, 2013a, sf. 3-4). YBM uygulama planı ile ilgili detaylı bilgileri içeren ilave şablon bir rehber (YBM Essential Guide for YBM Execution Plan) bulunmaktadır. Bu ilave kılavuz ile hazırlanan YBM uygulama planı, işveren tarafından onaylanan, proje ekibine proje boyunca YBM'nin teslim edilmesiyle ilgili hedeflere ulaşmak üzere rehberlik eden temel bir belge niteliğinde olduğu belirtilmektedir (SBIM, 2013b).

3.3.2. Gelişim seviyeleri

Genel anlamda projenin her aşamasında tasarım disiplinleri tarafından bir modelin geliştirilmesi veya detaylandırılmasındaki seviyelere ilişkin detaylı bilgileri içermektedir. Modeli oluşturan elemanların istenilen işlevleri yerine getirebilmeleri

için sahip olmaları gereken detay ve gelişim seviyelerinin net bir şekilde tarif edilebilmesini hedeflemektedir. Temel LOD sınıfları aşağıda belirtilmektedir.

LOD 100 : Modelin içerisinde elemanın grafiksel olarak var olmasıdır. Elemanın en yalın halidir detaylar barındırmaz.

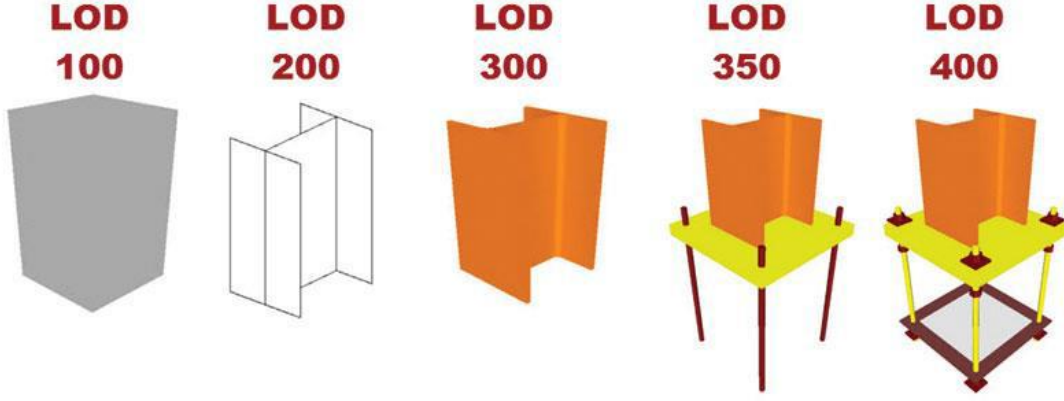
LOD 200 : Model içerisinde elemanın LOD 100'den daha detaylı bir şekilde grafiksel gösterimidir. Boyut, şekil ve lokasyonlarla ilgili veri üretilebilir metraj alınabilir.

LOD 300 : Model içerisinde elemanın LOD 200'den daha detaylı bir şekilde detaylı bir sistem belirtebilir. Metraj verebilir. Eleman montajlanmış hali ile gösterilmektedir.

LOD 350 : Model içerisinde elemanın LOD 300'den daha detaylı bir şekilde detaylı bir sistem belirtebilir. LOD 300' de yer alan bilgilere ek montajlama ve kurulum bilgileri detaylı içerir.

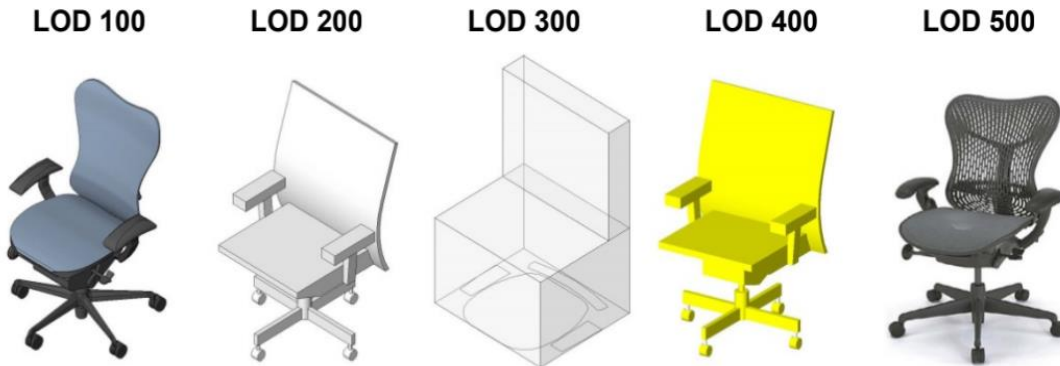
LOD 400 : Model içerisinde elemanın LOD 400'den daha detaylı bir şekilde elemanın tüm bilgilerinin doğrulanmış halini içerir. Gelişim seviyeleri elemanlara yönelik belirlenmesi gerektiğinden bir model eleman matrisi üzerinde elemanların karşılığında hangi detay seviyesinde olması gerektiğinin belirlenmesi gelişim seviyelerini tanımlamak için başvurulan bir yöntemdir.

Amerika: Kılavuz içerisinde model gelişim seviyesi spesifikasyonu olan BIM Forum Level of Development (LOD) 2013 spesifikasyonu referans gösterilmektedir. BIM Forum LOD tanımları Şekil 3.2'de belirtilmektedir. Model gelişim seviyesi spesifikasyonlarının amacının, model elemanlarının gelişim seviyelerinin açıklanmasına yardımcı olması sağlamak olduğu belirtilmektedir. Böylece sözleşmeler ve YBM uygulama planları tarafından referans alınabilecek bir standart sağlanması amaçlanmıştır. Kılavuz içerisinde model gelişim düzeylerinin ne olması gerektiğinin belirtilmesinin mümkün olmadığı, bir projenin hangi noktasında hangi ilerleme seviyesine ulaşılacağını ancak modelin kullanıcılarının belirleyebileceğinin ve model kullanıcıların görüşleri doğrultusunda karar verilmesi gerektiği bilgisi verilmektedir. (NBIMS, 2015, 2.7, sf 1-3).





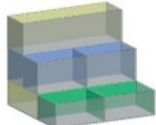

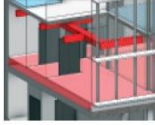
Şekil 3.2: BIM Forum LOD Tanımları (BIM Forum, 2013).

Avustralya: Doküman içerisinde omniclass kodlama sistemine göre model içerisinde olması gereken elemanların olması istenen model gelişim seviyelerinin belirtilmesi üzerine bilgiler vermektedir. YBM eleman şablonu ile proje sırasında YBM bilgilerini tanımlamak ve izlemek için kullanılan bir elektronik tablo oluşturulma hedeflenmektedir. Bu şablon ileride ihtiyaç olduğunda bina bilgi tipolojilerini ve bir bina yaşam döngüsü boyunca elemanların ne düzeyde modellenmiş olduğunu göstereceği belirtilmektedir. Ayrıca NATSPEC tarafından oluşturulmuş BIM and LOD kılavuzu içerisinde LOD 100, 200, 300, 400, 500 tanımlarının detaylı anlatımları bulunmaktadır (Şekil 3.3). Ayrıca NATSPEC BIM Object/Element Matris şablonuna ait bilgiler yer almaktadır. Aynı zamanda YBM bilgi kullanımının daha iyi anlaşılmasını desteklemek için AIA YBM protokolünü (AIA BIM Protocol) ve ona bağlı model gelişim seviyesi tablolarını referans vermektedir (NATSPEC, 2011, sf. 24-25).



Şekil 3.3: LOD Tanımları (NATSPEC, 2013).

İngiltere: Modelin amacı doğrultusunda minimum detay seviyesinin işveren veya YBM ekibi tarafından tanımlanması gerektiği belirtilmektedir. Detay seviyesinin açıkça tanımlanmasının bilgi yönetimini başarılı kıldığı ve gerekenden fazla bilgi üretilmenin önüne geçilerek hem zaman kaybının azaltıldığı hem de bilgi teknolojilerine gereksiz yük binmesinin engellendiği bilgisi verilmektedir. Model gelişim seviyelerinin işveren bilgi talepleri ve endüstri kılavuzlarına atıfta bulunarak tanımlanması ve uniclass spesifikasyonları ile uyumlu olması gerektiği belirtilmektedir. Kılavuz içerisinde model ilerleme seviyeleri proje aşamalarına göre belirtilmektedir. Tipik bir elemanlara göre LOD tanımlaması kılavuz içerisinde yer almamaktadır (BSI, 2013, sf.33-40). Kılavuz içerisinde yer alan gelişim seviyesi tanımlarını gösterimi Şekil 3.4’de belirtilmektedir.

1	2	3	4	5	6
özet	Konsept	Kesin	Tasarım	İnşa	Teslim
					

Şekil 3.4: Gelişim Seviyesi Tanımı (BSI, 2013).

Norveç: Kılavuz içerisinde konu ile ilgili detaylı bilgi yoktur. Yalnızca modelin geliştirileceği detay düzeyinin sözleşmeye bağlı olması gerektiği ve modelleme süreci içerisinde karar verilmesi gerektiği belirtilmektedir (SBM, 2013, sf. 40-41).

Singapur: Her bir YBM elemanının niteliklerini tanımlamaya çalışan ulusal ve uluslararası çalışmalar olduğu ve bir YBM ögesinin gerektiğinden fazla detay içermemesi için detay seviyesinin kullanım amacına uygun olarak belirlenmesi gerektiği belirtilmektedir. Model gelişim seviyeleri için BIM Forum Level of Development (LOD) Specification ve VA Object/Element Matris şablonu referans gösterilmektedir. Modelin içeriği geometrik (boyut, hacim, şekil, yükseklik) veya geometrik olmayan (sistem verisi, data performans verileri, mevzuata uygunluk, eleman özellikleri, maliyet) bilgileri içerebilmektedir. Teslim edilecek YBM'nin model gelişim seviyeleri projenin başlangıcıyla birlikte ve ana proje üyeleri toplantıya katılmak üzere atandıktan sonra karşılaştırılması gerektiği belirtilmektedir. Model

ilerleme seviyelerine göre proje ilerledikçe elemanların detay seviyelerinde gelişip arttırılması gerektiği belirtilmektedir. Konsept tasarım, şematik tasarım, detaylı tasarım, inşaat aşaması, inşa edildiği üzere (as-build model) ve tesis yönetimi aşamalarına göre detay seviyeleri örneklerle tarif edilmesi beklenmektedir (SBIM, 2013a, sf. 5-10).

3.3.3. Sorumluluk

YBM'nin hazırlanması ve yönetilmesinde görevlendirilen ekiplerin rollerinin, sorumluluklarının ve yetkililerin detaylı bir şekilde tarif edilebilmesi ile ilgili konuları içermektedir. Sorumlulukların doğru tanımlanabilmesi için yapım standardı kodları ile uyumlu matris şablonların YBM uygulama planı içerisinde belirtilmesi tercih edilen bir yöntemdir.

Amerika: Kılavuz içerisinde proje üyelerinin standart rolleri ve sorumlulukları ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Bu rollerin ve sorumlulukların proje süresince aynı kalması gerektiği belirtilmektedir. Bilgi yaratma sorumluluğunun tahsis edilmesi ve sorumluluk atamalarının yapılabilmesi için bu görev atamalarının önemli olduğu belirtilmektedir. Bilgi oluşturma, bilgi güvenliği, bilginin kalite güvencesi, kullanılan donanım bilgilerinin toplanması, doğru formatta bilgi edinme, meta veri atama, bilgi yönetim sistemlerinin uygulanması ve proje süresini boyunca yönetilmesi konularında özel sözleşme maddeleri geliştirmek için yasal danışmanla birlikte çalışılması ve atamaların o şekilde gerçekleştirilmesi tavsiye edilmektedir. Kılavuz içerisindeki bilgiler dışında sorumluluk atamaları için sorumluların rollerini gösteren Omniclass tablosu organizasyonel roller şablonu yer almaktadır (NBIMS, 2015, 5.6.4.4.12, sf.17 ve 5.6.4.5.1.2, sf. 19).

Avustralya: YBM uygulama planında geliştiricilerinin sorumlulukları, atandığı roller ile birlikte YBM sorumlulukları ile birlikte yer alması gerektiği belirtilmektedir. Bunların sözleşmeye bağlı anlaşmalara ve üzerinde anlaşmaya varılan değişikliklere tabi olduğu belirtilmektedir. Sorumlulukların istek, raporlama ve onaylama protokolleri gibi YBM takımı ve rolleri arasındaki çalışma ilişkilerini tanımlaması beklenmektedir. Böylelikle yetkilendirmelerin açıkça ortaya koyulmuş olacağı ve ortaya çıkan sorunların etkin bir şekilde çözülmesinin kolaylaşacağı belirtilmektedir (NATSPEC, 2013a, sf. 24-25).

İngiltere: Bilginin teslim edilmesindeki sorumluluk atamalarının ilke olarak tasarım veya inşaat ekibinin hesap verebilirliğine uygun olacak şekilde işverene ait olduğu belirtilmektedir. Bu sorumlulukların dağıtılmasının her projeye özel olduğu ve sözleşme ile belgelendirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Aynı zamanda YBM uygulama planında sorumluluk matrisi ile belirtilmesi önerilmektedir. İşe başlangıç toplantısında bilgi yönetimi, roller ve sorumlulukların takım üyelerine tanımlanması gerektiği belirtilmektedir (BSI , 2013, sf. 10, sf. 16-17).

Norveç: Kılavuz içeriğinde sorumluluk ile ilgili herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.

Singapur: Kılavuz içerisinde YBM hedefleri ile birlikte belirtilen sorumluluk matrisi bulunmaktadır. Bu matris her bir YBM proje hedefini karşılamak için gereken temel YBM teslimatlarını gösterecek şekilde düzenlenmiştir. YBM hedeflerinin, YBM'nin proje aşamaları doğrultusunda sıralandığı görülmektedir. Aynı zamanda hangi proje üyesinin hangi hedefe dâhil olduğunu göstermektedir. Projenin YBM sürecine dâhil olan kullanıcı sayısına göre disiplinler tarafından sütunların artırılıp azaltılabileceği belirtilmektedir. Matris tanımlamalarında seçilen proje üyesinin, her bir teslimat için bir model üreticisi mi yoksa bir model kullanıcısı mı olduğunun belirtilmesi de beklenmektedir. Model üreticileri için modelin oluşturulması, modelin korunması, kullanılması, değiştirilmesi, iletilmesi ve kalite kontrolü gibi farklı sorumlulukların tanımlanması gerektiği belirtilmektedir. Model kullanıcılarının modeli paylaşmadan önce modelin doğruluğunu kontrol etmesi gerektiği, tutarsızlık var ise model üreticilerini bilgilendirmesi gerektiği belirtilmektedir. İşverenin ana sözleşmede modelin sahipliğini belirtmesini tavsiye edilmektedir. YBM Profesyonellerinin (YBM Müdürü ve YBM Koordinatörleri) rollerini içeren ayrı bir tablo da içermektedir (SBIM, 2013a, sf. 11-12 ve sf. 35-40).

3.3.4. Ortak veri formatı

Açık standartlara ve iş akışlarına dayanan işbirliğine dayalı evrensel bir yaklaşımını içermektedir. Yazılım uygulamaları arasında veri alışverişi için yapı bilgilerinin temsili olan uzatılabilir uyumlu veri setlerinin tanımlanması için geliştirilmiştir. Kullanılacak olan formatın genellikle YBM uygulama planında belirtilmesi kılavuz içerisinde tavsiye edilmektedir.

Amerika: Kılavuz buildingSMART'ın açık YBM işbirliği formatını (BCF) referans göstermektedir. YBM işbirliği formatı, YBM modelleri arasındaki iletişim için bir

kılavuz niteliğinde oluşturulduğu belirtilmektedir. BCF formatının, tüm tarafların, kullanılan yazılımdan bağımsız kişiler arasında kritik bilgi ve bakış açılarının aktarmak amacıyla hazırlandığı belirtilmektedir. BCF'nin, geliştirilmiş bir işbirliği ve iş akışı için yazılımlar arasında kritik bilgileri taşımak amacıyla genişletilebilir işaretleme dili (xml) şemasını kullandığı belirtilmektedir. YBM ile yürütülen birçok projede, bir disipline yönelik bir model kullanıcısının endüstri vakfı sınıfı (IFC) modellerini diğer disiplinlerden ithal ederek kullandığı belirtilmektedir. İthal edilen modellerden biriyle ilgili bir sorun varsa, etkin süreç bu sorunu ortaya çıkarmak olduğu ve YBM geliştirme uygulamasında bu model ile ilgili sorunun kaynaklandığı yerde çözülebileceği belirtilmektedir. Bu modeli sürdürme ve güncelleme sorumluluğunun çoğu durumda yazara ait olduğu belirtilmektedir (NBIMS, 2015, 2.2, sf.1-2, 2.6, sf. 1-2-3).

Avustralya: Bina ömrü boyunca YBM bilgilerinin uzun süreli kullanılmasını sağlamak için, ortak endüstri dağıtımlarını destekleyen bilgiler, mevcut olan açık standartlar kullanılarak sağlanabileceği belirtilmektedir. YBM uygulama planında modellerin hazırlanmasında uyumlu olan endüstri vakfı sınıfı (IFC) kullanılması gerektiği aksi durumda kullanılacak yazılımlar için işverenin onayının gerekli olduğu belirtilmektedir (NATSPEC, 2011a, 2.5, sf. 3).

İngiltere: YBM Seviyeleri olan seviye 1, 2 ve 3 için işbirlikçi bir çalışma sistemi için zorunlu standart belirlenmesinin gerekli olduğu ve bu doğrultuda IFC ve IFC XML kullanılması gerektiği belirtilmektedir (BSI, 2013, sf. 19 ve sf. 25-28).

Norveç: YBM geliştirme aracı, açık endüstri vakfı sınıfları (IFC) YBM biçiminde proje paydaşları arasındaki paylaşımı etkin bir şekilde desteklemesi gerektiği belirtilmektedir. IFC'nin çekirdek modelinin bir ISO (ISO / PAS 16739) özelliği taşıdığı belirtilmektedir. YBM'nin işverene IFC olarak sunulması tavsiye edilmektedir. Proje başlangıcında tasarım ekibi işverene, proje için kullanmayı planladıkları IFC'yi etkin bir şekilde destekleyen hangi YBM geliştirme araçlarını bildirmesi gerektiği belirtilmektedir. Açık YBM kılavuzlarına yeni eklenen, şu anda buildingSMART tarafından desteklenen BCF formatı, tasarımcıların ve diğer paydaşların YBM içerisindeki belirli bileşenlerle mesajlar, eylem öğeleri, bakış açıları ve anlık görüntüler ile diğer katılımcılara iletebileceği yöntemleri sunmaktadır. Daha sonra alıcı taraf, bileşenleri tanımlamak ve bulmak ve gönderen tarafından oluşturulan aynı bakış açısıyla görüntülemek için bu bilgiyi kendi YBM geliştirme aracında

kullanabilir. Katılan katılımcılardan durum raporlaması desteklenmektedir bu nedenle YBM işlemlerinde kullanılması tavsiye edilmektedir (SBM, 2013, sf. 10-11).

Singapur: Etkili bir koordinasyon için ortak bir yazılım platformunun kullanılması önerilmektedir. Bina bilgilerinin binanın kullanım ömrü boyunca kullanılmasını sağlamak için, mümkün olan hallerde mevcut açık standartlarda ortak endüstri dağıtımlarını destekleyen bilgiler üretilmesinin sağlanması gerektiği belirtilmektedir. Açık standart formatları henüz sonlandırılmamış olan sözleşme teslimatları için, teslimatın YBM yazılımları kapsamı dışında bina bilgilerinin yeniden kullanılmasına izin veren karşılıklı olarak kabul edilmiş bir formatta sağlanması tavsiye edilmektedir. Belirtilen format, mümkün olduğunda endüstri vakfı sınıfları (IFC) kılavuzu gibi geçerli olan açık standartlardan herhangi biri olabileceği belirtilmektedir. Kullanılacak formatların YBM uygulama planında da belirtilmesi önerilmektedir (SBIM, 2013a, sf. 22).

3.3.5. İşbirliği modelleri

Proje paydaşları arasında nasıl işbirliği yapacağını ve teknik bilgi paylaşım düzenlemelerinin tanımlaması ile ilgili konuları içermektedir. Kapsamı içerisinde paydaşların ortak gerçekleştirdikleri birçok unsur vardır ve bu unsurlarla ilgili kararlara YBM uygulama planı çerçevesince karar verilmesi uygulanan bir yöntemdir.

Amerika: Kılavuz genellikle toplantılar, dijital işbirliği, model yönetimi ve dosya paylaşımı üzerinde yoğunluklu bilgi vermektedir. Tam olarak işbirliğinin nasıl gerçekleşeceğine YBM uygulama planında karar verilmesi ve belgelenmesi gerektiği belirtilmiştir. Yalnızca bilgi alışverişine bağlı olmaması gerektiği, aynı zamanda düzenli YBM koordinasyon toplantılarının da planlanması gerektiği belirtilmektedir. Bu tür toplantılarda yapı bilgi modeli, katılan herkes için ortak bir model olarak mevcut olması tavsiye edilmektedir (NBIMS, 2015, sf. 1-3).

Avustralya: İşbirliği prosedürleri başlığı altında işbirliği kılavuzları, yönetim kılavuzları, toplantı prosedürleri ve koordinasyon başlığı altında bilgiler verilmiştir. İşverenin zorunlu kıldığı mevcut bilgi yönetimi kılavuzu yokluğunda, YBM Ekibi projede kullanılacak işbirlikçi bilgi yönetim standartlarını belirlemesi gerektiği belirtilmektedir. İşbirlikçi bilgi yönetim kılavuzunun asgari olarak sorumluluk çizelgeleri, iletişim prosedürleri, raporlama prosedürleri, onay ve imza prosedürleri, bilgi yönetimi ve değişim protokolleri, model paylaşım protokolleri, model

koordinasyon prosedürleri, modelleme ve modelleme prosedürleri, onay için teslim edilecek her bir imalattan önce birlikte yapılan çakışma tespiti, koordinasyonu ve çözümü ile ilgili maddeleri içermesi gerektiği belirtilmektedir.

Yeterli ve kapsamlı bir çakışma tespiti koordinasyonunun yürütülmesi ve yönetilmesinin, tasarım ve inşaat ekibinin sorumluluğunda olduğu belirtilmektedir. Ekip inşaat aşamasında meydana gelebilecek değişiklik gerekliliklerini sıfıra indirmek için önemli bileşenler arasındaki çakışma tespitini inşa öncesi tamamlamış olmasının önemli olduğu belirtilmektedir. Koordinasyon ve çakışma tespiti ile ilgili yaklaşımlar her projeye göre farklılık gösterebileceği, büyük ölçekli projelerde modelin bölümlere ayrılması gerekebileceği belirtilmektedir. Çakışmaların kat bazında çözümlenerek sürecin devam ettirilmesi, çakışma tespitinin renk kodlama kılavuzunda gösterilen renklerle temsil edilerek hazırlanması önerilmektedir (NATSPEC, 2011a, sf. 13-14).

İngiltere: Kılavuz içerisinde ortak veri paylaşımı ile ilgili bilginin sahibi tarafından paylaşılması, koordine edilmiş bilgi üretimi, ilk seferde doğru bilgi üretimi ve teslimi, bilgilerin sonradan diğer aktivitelerde kullanımı, bilgilerin tekrar kullanımı, çoklu bilgi üretimi, revizyonların ve versiyonların daha iyi kontrol edilebilmesinin sağlanması gibi faydalarından bahsedilmektedir. İşbirliği organizasyonuna dair örneklemeler bir şema üzerinden yapılmıştır. Şemadaki ortak veri ortamı döngüsü tasarım verisinin tasarım ekipleri tarafından onaylanmamış bilgi olarak üretimi ile başlamaktadır. İşveren ihtiyaçları göz önünde tutularak ilerleyen süreç içerisinde onaylanan veriler tasarım geliştirmenin devamı için paylaşılmaktadır. Tasarım ekip toplantıları ile birlikte değerlendirilerek doğrulanmış tasarım verisi oluşumu için çalışma süreci bilgi değişimleri de eklenerek devam ettirilmektedir. Koordinasyonu sağlanmış ve doğrulanmış inşaat ihalesi için uygun bilgiler tasarım ekibi tarafından proje çıktısı haline getirilip arşivlenebilmektedir. Devam eden süreçler sonrasında onaylanmış tüm veriler ile birlikte işletme süreci başlar ve bu süreç yapının yaşam döngüsü boyunca devam edebilmektedir (BSI, 2013. sf.10 ve 25-26).

Norveç: Kılavuz içerisinde yoğunlukla çakışma kontrolleri tarif edilmiş olup, bunun dışında işbirliği modelleri ile ilgili detaylı bilgi bulunmamaktadır. Çakışma tespiti ve çakışma kontrolü YBM projelerine önemli katma değer sağlayan bir analiz yöntemi olduğu belirtilmektedir. Çakışma tespiti çalışmaları mimari ve mekanik elektrik projeleri modelleri arasında, mimari ve yapısal modeller arasında ve teknik modeller

arasında olmak üzere 3 ayrı kategoride incelenmektedir. Bu analizlerin anlamlı olması için, tüm disiplinlerin aynı koordinat sistemi içerisinde çalışmasının önemli olduğu belirtilmiştir (SBM, 2013, sf. 68-69).

Singapur: Farklı disiplinlere ait olan modellerin koordinasyonunun gerçekleştirilmesinden önce ilgili çakışma bölümleri ve kurallarının oluşturulması gerektiği belirtilmektedir. Böylelikle zaman kaybı ve yanlış tespitlerin önüne geçilebileceği belirtilmektedir. YBM uygulama planına göre projeler düzenli aralıklarla paylaşıyor ve koordine ediliyor olması gerekmektedir. Koordinasyon toplantıları sırasında çakışmaların etkileşimli olarak çözülebileceği belirtilmektedir. Tipik bir YBM süreci, model oluşturma, kalite kontrolü ve sonrasında model koordinasyonu ve model üreticisi ve kullanıcılardan oluşan bir ekip içeren veri alışverişini içerdiği ve tüm çakışmalar çözüldükten sonra inşaat belgelerinin hazırlanması gerektiği belirtilmektedir. YBM yöneticisinin onayı sonrasında her proje kilometre taşı noktası sırasında tespit edilen sorunların (örneğin koordinasyon çakışmaları) çözülmesi üzerine, bir model sürümü dondurulabileceği ve model kullanıcılarına bırakılabileceği belirtilmektedir. Tek disiplin modellerinin ve çoklu disiplin modellerinin koordinasyonu olarak iki farklı şekilde ele alınmıştır. Tek disiplin modellemesi YBM elemanları için modelleme kuralları, düzenleyici gönderime yönelik modelleme kuralları, model oryantasyonu, model bölünmesi, model yapısı ve revizyon yönetimi ile ilgili kuralları içermektedir. Çoklu disiplin model koordinasyonu ise bunların yanı sıra farklı disiplinlerin model koordinasyonlarını da içermektedir (SBIM, 2013a, sf. 16-19).

3.3.6. Dosyalama

Klasör ve dosyaların sistematik isimlendirilmesi ile ilgili kuralları kapsamaktadır. YBM uygulama planı içerisinde belirtilen bir sistematik ve adlandırma kuralı çerçevesinde oluşturulması tavsiye edilen bir yöntemdir.

Amerika: Bilgi aktarma gereksiniminin amacının, nihai kullanım ve buna bağlı önemli anahtar bilgilerin paketinin organizasyonunun oluşturulma stratejisini belirlediği belirtilmektedir. Bir sonrası adımın ise anahtar bilgi paketlerinin içeriğinin belirlenmesi, uygun bir formatın seçilmesi ve devir teslimi ve meta veri ihtiyaçlarının bu doğrultuda tanımlanması olduğu belirtilmektedir. İnşaat sektörünün devir teslimini ele alan tek bir standart bulunmadığı dolayısıyla ihtiyaçlar doğrultusunda mevcut

standartlar incelenerek ideal olana karar verilmesi gerektiği belirtilmektedir (NBIMS, 2015, 5.6.4.3, Sf. 10-11).

Avustralya: Tasarım ve inşaat ekiplerinin, YBM uygulama planının geliştirilmesi sırasında ekip için bir dosya oluşturma protokolünü tanımlaması gerektiği belirtilmektedir. Dosyalama sistemi model ve pafta dosyaları, destekleyici dosyalar, koordinasyon dosyaları ve diğer dosyalar olmak üzere 4 ayrı grupta toplanarak tarif edilmektedir (NATSPEC, 2011a, Sf. 20).

İngiltere: Adlandırma, izin ve klasörler ile ilgili detaylı örneklemeler yapılarak, belirli bir standart oluşturulmuştur (BSI, 2016).

Norveç: Kılavuz İngilizce hazırlanmıştır ancak kılavuz içerisinde adlandırma ile ilgili konularda ana dilde örnekler bulunmaktadır. Norveç standartlarına uygun adlandırma kuralları kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca İngilizce teknik adların anadildeki teknik adlandırma karşılıklarının verildiği bir liste bulunmaktadır. İngilizce ve Norveççe bir numaralandırma listesi Omniclass'in bir alt kümesini temel alacak şekilde gösterilmektedir (SBM,2013, sf. 11).

Singapur: Dosya adlandırma kuralları, proje veri değişimi protokollerine uygun olmalı şeklinde belirtilmektedir. İlgili disiplinler kendi çizim listelerini, çizim numaralandırmalarını ve adlandırma sistemlerini korurken, takım ile ilgili 2B tasarım çizimlerine ortak bir referans sağlayabilecek görüş, açıklama, program, sayfa ve bağlantıların ortak bir adlandırma kuralını belirlemesi gerektiği belirtilmektedir (SBIM, 2013a, sf. 23). Dosya adlandırmaları ile ilgili örneklemeler yapılmıştır (SBIM, 2013c, sf.3).

3.3.7. Arşivleme

Bilginin nasıl depolanacağı ve nasıl arşivlenmesi gerektiği hakkındaki bilgileri kapsamaktadır.

Amerika: Verilerin harici depolama sistemleri yerine aktif ve çevrimiçi depoda arşivlemenin sorununu en iyi şekilde çözebileceği belirtilmektedir. Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) gibi standartlar tarafından belirlenen formatların en iyi korumayı sağlayacağı belirtilmektedir (NBIMS, 2015, sf. 17).

Avustralya: Arşivlenecek verilerin teslimi tasarım ekibi ve inşaat ekibi için 2 farklı süreç tanımlaması yapılmaktadır. Tüm dijital çıktıların harici depolama sistemlerinde

(CV veya DVD'lerde) açıkça düzenlenmiş veriler halinde ve yazılım versiyonları ile birlikte teslim edilmesi gerektiği belirtilmektedir (NATSPEC, 2011a, sf. 19-20).

İngiltere: Arşiv bilginin sürekliliğinin sağlanması için depolamanın süreç boyunca uygulanması gerektiği belirtilmiş ve arşivde tutulması önerilen bilgiler için örnekleme yapılmıştır (BSI, 2016, sf. 13).

Norveç: YBM'nin işverene gönderilmesi için orijinal dijital depolama formatının oluşturulması gerektiği belirtilmektedir (SBM, 2013, sf. 11).

Singapur: Yayınlanan, değiştirilen ve inşa edildiği gibi (as-build) veriler de dâhil olmak üzere YBM modellerinden elde edilen tüm çıktı verileri proje klasöründe arşivlenmesi gerektiği belirtilmektedir. Singapur'da henüz sözleşme gereği YBM modelinin bir resmi doküman kabul etmeye geçiş aşamasında olduğu, 2B dokümanları teslim dokümanı olarak kabul etmekte olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle proje üyelerinin sözleşme belgelerinin bir parçasını oluşturan 2B çizimler için standart üzerinde anlaşmaya ihtiyacı olduğu belirtilmektedir. Mümkün olduğunca tutarsızlık olmadığından emin olmak için doğrudan YBM modelinden 2B çizimler üretilmesi önerilmektedir (SBIM, 2013a, sf. 21-22).

3.3.8. Simülasyonlar

YBM'nin ihtiyaçlara göre gerekli görülen binanın enerji kullanımı ve davranışlarına ilişkin analiz ve simülasyonları kapsamaktadır.

Amerika: YBM içerisinde tanımlanan binaların enerji analizlerinin açık IFC tabanlı bir bilgi alışverişi olduğu belirtilmektedir. Bir yapı tasarımında tasarımcıların ve bina sahiplerinin enerji kullanım performansını değerlendirmesini sağlamaktadır. Binaların enerji analizi uygulaması YBM içerisinde bina enerjisi modelleme verileri de eklenerek olacak olan enerjinin tam bir bina simülasyonu şeklinde çalıştığı belirtilmektedir (NBIMS, 2015, sf.1-2-3).

Avustralya: Kılavuz enerji analizi, sanal test ve dengeleme, aydınlatma analizi, yangın kontrol sistemleri gibi mühendislik analizleri hakkında bilgiler içermektedir (NATSPEC, 2011, sf. 11-12).

İngiltere: Kılavuz içerisinde işveren talepleri doğrultusunda karar verilmesi gereken bir konu olarak, proje aşamalarına bağlı gerçekleştirilmesi gereken simülasyon ve analizlerden bahsedilmektedir (BSI, 2013, sf. 34).

Norveç: Kılavuz içerisinde proje aşamalarına göre alan sınırlarını içeren analizler, maliyet tahmini için miktar tespiti, enerji analizi ve tesis yönetimi iş paketi tahmini gibi simülasyonlar hakkında bilgiler yer almaktadır. Erken tasarım aşamasında YBM GIS entegrasyon analizi, tasarım aşaması strüktürel analizi, akustik analizler, güvenlik ve sirkülasyon analizleri, yangın güvenliği analizi, enerji analizi, aydınlatma analizi, erişilebilirlik analizi, çevresel analizler (leed, bream...vs), maliyet analizi, bina kodları (yönetmelikler ile uyum) analizi yer almaktadır. Yapım aşamasında yapım aşamasına adapte edilmiş maliyet analizi yer almaktadır. İşletme aşamasında ise devir teslim analizi, bina operasyon çizelgeleme analizi, bina koruyucu bakım analizi, acil durum planlama analizi, çevreye zararlı ürün analizi, atık imha analizi yer almaktadır. Bu analiz içerisinde hangisinin uygulanması gerektiğine dair seçimin işveren ve kullanıcıya ait olduğu belirtilmektedir (SBM, 2013, sf. 89-95).

Singapur: YBM ile binanın performansının daha iyi anlaşılabilmesi için dijital analizlerin yapıldığı belirtilmektedir. Bu analizlerin işveren tarafından talep edilebilecek ek hizmetler olarak düşünülmesi gerektiği ve YBM amaç ve sorumluluk matrisinde rollere atanması gerektiği bilgisi yer almaktadır. Kılavuz içerisinde konsept tasarım aşaması için çevresel simülasyon ve analiz, enerji kullanım gereksinimlerini tahmin etmek için enerji analizi, aydınlatma analizi, görselleştirme, 4B inşaat planlama, yeşil bina analizi, master plan saha çalışması ve fizibilite analizi için mevcut bina veya binaların YBM modeli, kavramsal kütle modellerine dayalı yapısal ve MEP sistem alternatifleri sağlanması, kavramsal kütle modellerine dayalı proje maliyet tahminleri, maliyete dayanan tahminlerden bahsedilmektedir (SBIM, 2013, sf. 23). Bina performansı analizi araçlarının YBM'ne transfer edilmesi için ek bir kılavuz YBM Essential Guide For Transfer of YBM into Building Performance Analysis BPA Tools oluşturulmuştur. Bu kılavuz analiz bilgilerinin aktarılması sırasında karşılaşılabilecek problemler için bir rehber niteliğindedir (SBIM, 2015).

3.3.9. Proje aşamaları YBM fonksiyonları

Projenin ana aşamalarının neler olduğu ve her bir aşama ile ilgili YBM fonksiyonlarının neler olması gerektiği ile ilgili bilgileri kapsamaktadır. Konu ile ilgili beklentilerin netleştirilebilmesi için proje aşamalarının ve YBM fonksiyonlarının yer aldığı bir matris kullanılması tavsiye edilen bir yöntemdir.

Amerika: Omniclass ile uyumlu başlangıç aşaması, kavramsallaştırma aşaması, kriter tanımlama aşaması, tasarım aşaması, koordinasyon aşaması, uygulama aşaması ve devir aşaması olmak üzere yedi proje aşamalarını içeren detaylı bir ek şablon içermektedir (NBIMS, 2015, 2.4.4.7, sf. 1-3).

Avustralya: Kılavuz YBM modellerinin oluşturulması ve geliştirmesinde hangi aşamalarda hangi bilgilerin dâhil edilmesi gerektiği ile ilgili bilgileri içermektedir. Kılavuz her bir aşama için YBM'nin nasıl kullanılması gerektiği üzerinde yoğunlaşmaktadır. Proje tanımı, planlama ve ön tasarım, mimari modelleme, yapısal modelleme ve analiz, MEP modellemesi ve analizi, miktar ve maliyet planlaması inşaat modelleri, tesis yönetimi olmak üzere yedi aşamada üzerinden bilgi verilmektedir. Bu bilgilerin oluşturulma amacının model geliştiricilerine doğru zamanda, doğru miktarda ve doğru bilgiyi kolayca sağlama yeteneği kazandırmak olduğu belirtilmektedir (NATSPEC, 2011a, sf. 10-16).

İngiltere: Kılavuz içerisinde YBM hedeflerinin proje başında işverenin bilgi gereksinimleri (EIR) ile birlikte netleştirilmesi gerektiği ve YBM uygulama planında belirtilmesi gerektiği bilgisi yer almaktadır. Proje aşamalarına göre YBM proje bilgileri güncellenmesi gerektiği belirtilmektedir. İşveren bilgi ihtiyaçlarının içeriği işverenin karar noktaları ile paralel olması gerektiği ve proje aşamaları ile uyumlu olması gerektiği belirtilmektedir (BSI, 2013, sf. 12-13).

Norveç: Kılavuz içerisinde YBM hedefleri tasarım öncesi aşama, tasarım aşaması, inşaat aşaması ve operasyon aşaması olmak üzere dört aşama üzerinden bilgiler aktarılmaktadır. Bazı konular detaylı tarif edilmiş iken bazıları için sadece konu başlığı belirtilmektedir (SBM, 2013, sf. 62-65).

Singapur: Kılavuz içerisinde proje aşamaları YBM fonksiyonları ile ilgili oldukça detaylı bir matris şablonu bulunmaktadır. YBM hedeflerinin yerine getirilirken fonksiyonlarına karar verilmesine yönelik bilgiler içermektedir. Kavramsal tasarım aşaması, şematik tasarım aşaması, detaylı tasarım aşaması, inşaat aşaması ve inşa edildiği gibi (as-build) aşaması olmak üzere beş YBM aşaması üzerinden bilgiler aktarılmaktadır. Tesis yönetimi aşaması ile ilgili verilerin kılavuzun ileriki sürümlerinde belirtileceği bilgisi yer almaktadır (SBIM, 2013a, sf. 35-41).

3.3.10. İşletme ve bakım gereksinimleri

Operasyon ve bakım işlevlerine geçiş için gerekli olan YBM bilgilerinin içeriğini ve formatlarını kapsamaktadır.

Amerika: Tesis sahipleri için stratejik planlama, uygulama planlaması ve satın alma planlaması olmak üzere üç farklı planlama prosedürü kullanılması önerilmektedir. YBM uygulama planının uzantısı şeklinde ilave bilgiler ile planlanması tavsiye edilmektedir (NBIMS, 2015, sf. 2-11).

Avustralya: Tesis yönetimi için gerekli olan ve bina yaşam döngüsü boyunca kullanılacak verilerin YBM şeklinde teslim edilebileceği belirtilmektedir. Projenin tasarım ve inşaat aşamalarında modele işlenen veriler doğru ve uygun formatta ise, projenin işletme aşamasında değerli kaynak oluşturduğu belirtilmektedir. Teslimin asgari olarak tasarım çözümünün bina tasarım programına karşı doğrulanması, bina programı ve ekipman listeleri, inşaat tescil kaydı ihtiyaçları, takılan ekipmanın ve tüm inşaat ürünlerinin etiketli tanımlanması, tesis teslimi çıktılarını içermesi gerektiği belirtilmektedir. Tesis yönetimi için gerekli olan alan yönetimi ve takibi, alan kullanımı, bina sakinlerine alan tahsisi, varlık yönetimi ve mobilyalar, tertibat ve ekipmanların tahsisi ve takibi, bakım planlaması, bina sistemi performans analizinin model içerisinde tanımlanması gerektiği de ayrıca belirtilmektedir. Tesis yönetim bilgilerinin dijital tesliminin temel bilgisayar becerilerine sahip herhangi biri tarafından kolayca alınabilmesini sağlayan açık, mantıklı bir yöntem uygulanarak ve kolayca erişilebilir olarak teslim edilmesi gerektiği belirtilmektedir (NATSPEC, 2011a, sf. 3 ve sf. 15).

İngiltere: Yalnızca işletme ihtiyaçları doğrultusunda oluşturulmuş olan ek kılavuz YBM seviye 2 bina operasyon ve varlık bakımı için bilgi yönetim gereksinimlerinin belirlenmesi için hazırlanmıştır. İçeriğinde varlık bilgileri yönerim süreci, varlık bilgi modeli, roller ve sorumluluklar, bilgi değişimlerine dair detaylı bilgiler yer almaktadır. Varlık bilgi modellerinin (AIM) oluşturulması tavsiye edilmektedir. Bunun için varlık değişikçe varlık bilgilerinin de değiştirilmesi gerektiği ve bu organizasyon için bir kaynak tutulması gerektiği belirtilmektedir (BSI, 2014, sf. 1-15).

Norveç: Kılavuz içerisinde as-build (yapıldığı gibi) proje aşamasının YBM, tesis yönetimi ve operasyonları için yeterli olan bilgileri içermeyebileceği ve bu nedenle modeli tesis yönetimi ve operasyonları için düzenlemek gerekebileceği

belirtilmektedir. Ayrıca ABD Genel Hizmetler İdaresi (GSA)'nın YBM Tesis yönetimi rehberini referans göstermektedir (SBM, 2013, sf. 60).

Singapur: Tesis yönetimi için YBM elemanlarına ait spesifikasyonların pdf olarak modele işlenmesi gerektiği belirtilmektedir. Tesis yönetimi modelleme kuralları için ayrı bir kılavuz oluşturulmakta olduğu bu kılavuz içerisinde belirtilmektedir (SBIM, 2013a, sf. 10 ve sf. 41).

3.3.11. Veri güvenliği

Bilginin korunması ve güvenli bir ortamda arşivlenmesi konularını kapsamaktadır. Konu yasal çerçevede değerlendirilerek veri güvenliği, saklanması ve arşivlenmesine ilişkin kuralları içeren bir protokol oluşturulması tavsiye edilen bir yöntemdir.

Amerika: Veri korumanın oldukça karmaşık bir konu olduğu belirtilmektedir. Dijital verilerle, verilerin depolandığı fiziksel ortamın korunmasının yalnızca sorunun bir parçası olduğu belirtilmektedir. Verileri harici medya yerine aktif, çevrimiçi depoda arşivlemek medya sorununu en iyi şekilde çözebileceği belirtilmektedir. Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) gibi standartlar tarafından belirlenen formatlarda bilgi aktarımı gerektiren format verinin saklanması ve verilerin bozulması durumuna karşı en iyi korumayı sağlayacağı belirtilmektedir. Ayrıca bilgi yaratma sorumluluğunun tahsis edilmesi, elektronik bilgilerin uygun şekilde erişilmesi, bunlara güvenilmesi ve kullanılması, verilerin güncellenmesi ve güvenliğinin sorumluluğu, bilginin mülkiyeti konularında özel sözleşme maddeleri geliştirmek ve müzakere etmek için yasal danışmanla birlikte çalışılması tavsiye edilmektedir (NBIMS, 2015, sf. 17).

Avustralya: Veri koruma protokolünün oluşturulmasının gerektiği olduğu belirtilmektedir (NATSPEC, 2011a, sf. 21).

İngiltere: İşveren bilgi ihtiyaçları içerisinde projenin güvenlik ve bütünlük gerekliliklerine ait bir çizelgenin oluşturulması gerektiği belirtilmektedir. Modeller, bilgi güvenliği, dosya boyutu ve diğer anahtar bilgi aktivitelerini etkili bir şekilde yönetilmesi gerektiği belirtilmektedir. Yayınlanacak olan tüm bilgilerin tamamlandığının kontrol edilmesi ve işbirlikçi bir sistem içerisinde güvenliğinin sağlanarak paylaşılması gerektiği belirtilmektedir (BSI, 2013, sf. 10 ve sf. 20).

Norveç: Kılavuz içerisinde konu ile ilgili herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.

Singapur: Olası veri bozulmalarını önlemek ve verilerin proje ekibi üyeleri, diğer çalışanlar veya dış kaynaklar tarafından kötüye kullanılmasını veya kasıtlı olarak hasar görmesini önlemek için bir veri güvenliği protokolü oluşturulması gerektiği belirtilmektedir. Dosya değişimi, bakım ve arşivleme sırasında veri kaybını önlemek için yeterli kullanıcı erişim hakkının oluşturulması gerektiği tavsiye edilmektedir. Ağ sunucularında bulunan YBM proje verilerinin düzenli yedeklenmesi gerektiği belirtilmektedir (SBIM, 2013a, sf. 22).

3.3.12. İş akış şeması

Proje aşamalarında tüm süreçler arasındaki bilgi aktarım döngülerini kapsamaktadır.

Amerika: Geliştirilmiş bir işbirliği iş akışında BCF yazılımı kullanılmasının önemli olduğu üzerinde durulmaktadır. Sözleşme imzalanana kadar olan süreç iş akış şeması ile belirtilmektedir. İş akışı süreçleri yaşam döngüsü fazları ihtiyaçları belirleme ve tanımlama, tasarım kriterleri geliştirme, teknik fizibilite çalışması, sonuç kararını iletme, uzay programı geliştirme, ürün programı geliştirme, tasarım öncesi ihaleye davet alma ve teklif alma, erken tasarım kavramlarını keşfetme, tasarım şeması geliştirme, koordineli tasarım geliştirme, tasarımı sonlandırma, tasarım sonrası teklif alma ve teklif alma daveti hazırlama, ön teklif taleplerine cevap verme, inşaat öncesi planı geliştirme, tutarsızlıkları belirleme, gönderme bilgilerini hazırlama, ürün tipi seçimi, gönderme bilgilerini ve sistem düzeni hazırlama, gönderme bilgilerini düzenleme, gönderme incelemesi gerçekleştirme, kaynak sağlama, inşaat faaliyetlerini yürütmek, ekipman testi yapma, çalışmayı denetleme ve onaylama, tutarsızlıkları tanımlamak, kaydetmek ve onaylamak şeklinde listelenmektedir (NBIMS, 2015, 2.6, sf. 2 ve 4.2.1.1.1 sf. 2, 5.8.4, sf. 9).

Avustralya: Bütün süreçleri kapsayan bir iş akış şeması kılavuz içerisinde mevcut değildir ancak proje aşamaları tarifleri içerisinde bilgiler listelenmektedir (NATSPEC, 2011a).

İngiltere: İş akış şemalarının bilgi aktarımı açısından önemli olduğu belirtilmekte olup, doküman içerisinde bilgi teslim döngüsü olarak adlandırıldığı görülmektedir. Bilgi teslim döngüsünü öncelikli olarak işveren bilgi ihtiyaçlarının oluşturmakta olduğu belirtilmektedir. Sonrasında hizmet tedarik edilecek firma seçimi ile birlikte YBM uygulama planının oluşturulması ve sözleşme şartlarının netleştirilmesi süreci izlendiği gözükmektedir. Ana bilgi teslim planı da oluşturulduktan sonra proje

aşamaları doğrultusunda oluşan bilgiler bina yaşam döngüsü boyunca kullanılacağı düşünülmektedir (BSI, 2013).

Norveç: Bütün süreçleri kapsayan bir iş akış şeması kılavuz içerisinde mevcut değildir ancak bilgilerin proje aşamaları içerisinde belirtildiği görülmektedir (SBM,2013).

Singapur: Kılavuz içerisinde YBM süreci tarifinin projenin farklı aşamalarında üretilecek YBM teslim türlerinin olduğu görülmektedir. Proje aşamaları ve önerilen teslimatlar listeler halinde belirtilmektedir. Sözleşme süreçleri ile ilgili bilgilere yer verilmemiştir. İş akış süreçleri tasarla-yap ve tasarla-ihale et-yap olarak iki farklı şekilde belirtilmektedir (SBIM, 2013a).

3.3.13. Referans gösterilen ulusal ve uluslararası standartlar

Kılavuzlar içerisinde referans gösterilen ve bu kılavuzlar ile bağlantılı olarak birlikte değerlendirilmesi gerektiği düşünülen ulusal ve uluslararası standartlarla ilgili referans bilgilerini kapsamaktadır.

Amerika: Kılavuz içerisinde referans gösterilen standartlar model-sözlük standartları ve veri yapısı-tanımlayıcı standartlar olmak üzere iki ayrı kategori de belirtilmektedir. Tarih verilerek referans gösterilen dokümanlar için sadece alıntı yapılan baskının dikkate alınması gerektiği belirtilmektedir. Tarihsiz referanslar için ise belgenin en son baskısının geçerli olduğu belirtilmektedir. Kılavuz içerisinde belirtilen referanslar ISO 16739, endüstri vakfı sınıfı (IFC), genişletilebilir işaretleme dili belirtimi ve doğrulaması, omniclass tablolar, uluslararası sözlükler çerçevesi, buildingSmart veri sözlüğü, YBM işbirliği biçimi, LOD spesifikasyonları ve ABD ulusal cad standartları şeklinde olduğu belirtilmektedir (NBIMS, 2015, sf. 1-2).

Avustralya: Kılavuz içerisinde ulusal ve uluslararası birçok standart referans olarak gösterilmektedir ve gerekli referansın seçiminin kullanıcıya bırakıldığı belirtilmektedir. Ulusal referanslara erişim sağlanabilmesi için bağlantı bilgileri paylaşılmaktadır. Referans seçimine yardımcı olması için ayrıca bir doküman oluşturulmuş ve bu dokümanda YBM'nin oluşturulması için kullanılabilecek standartların listesi yer almaktadır (NATSPEC, 2011b, sf. 1).

İngiltere: Kılavuz içerisinde belirtilen standartların oluşturulmuş olan kılavuzun uygulanması sırasında mutlaka kullanılması gerektiği belirtilmektedir. BS 1192: 2007, CIC YBM Protokolü, Bina Bilgi Yönetimi - Standart Bir Çerçeve ve BS 1192'ye

rehberleri referans gösterilmiştir. Bunlar dışında yine önemli olduğu düşünülen birçok standarttan da bahsedilmektedir. Tarih verilerek referans gösterilen dokümanlar için sadece alıntı yapılan baskının dikkate alınması gerektiği belirtilmektedir. Tarihsiz referanslar için ise belgenin en son baskısının geçerli olduğu belirtilmektedir (BSI, 2013, sf. 2).

Norveç: Uluslararası ve yerel standartlara referans gösterildiği kılavuz içerisinde belirtilmektedir. Uluslararası standartlar ISO standartlarından oluşmaktadır. Yerel standartlar NS 3451 Yapı elemanı tablosu, NS 3940 Binaların bölgeleri ve hacimleri, NS 8351 Bina çizimleri ve bilgisayar destekli tasarım standartları olduğu belirtilmektedir (SBM, 2013, sf. 7).

Singapur: Kılavuz içerisinde nesne-eleman matrisi ve gelişim seviyesi (LOD) BIMForum standartları referans gösterilmektedir. Bunun dışında her YBM ögesi için nitelikleri tanımlamaya ve standartlaştırmaya çalışan ulusal ve uluslararası çabalar olduğu belirtilmektedir. Bir YBM ögesinin özelliklerinin gerektiğinden fazla detay içermemesi için kullanım amaçlarına uygun olarak seçilecek standartların belirlenmesi tavsiye edilmektedir (SBIM, 2013a, sf. 6).

3.4. YBM Kılavuzlarının İncelenmesi ve Karşılaştırılması Sonucunda Ulaşılan Bulgular

3.4.1. Kılavuzların genel yapısına ait bulgular

İncelenen 5 ülke içerisinde en geniş kapsamlı dokümana sahip olan ülke Amerika iken en dar kapsamlı doküman Norveç ülkesine aittir. Amerika ve Norveç ülkelerinin kılavuzlarının genel yapısı tek bir kılavuz oluşturulması ve zaman içerisinde bu kılavuzun güncellenmesi şeklindedir. İngiltere, Avustralya ve Singapur ülkelerinin kılavuzlarının genel yapısı ise hem kılavuzların güncellenmesi hem de ihtiyaçlar doğrultusunda yeni kılavuzlar oluşturulması şeklindedir. Tez kapsamında incelenen 13 konu ile ilgili kılavuzlarda farklı detay seviyelerinde bilgilere ulaşılmıştır. İncelenen 5 ülkeden yalnızca Norveç SBM’de sorumluluk ve veri güvenliği konusunda bilgiye ulaşamamıştır. Bunun dışında 13 konu maddesi ile ilgili kılavuzlarda farklı seviyelerde bilgiler mevcuttur. Kılavuzların incelenmesiyle oluşturulan içerik yoğunluğu bilgileri Şekil 3.5’de belirtilmektedir. Koyu renk ile gösterilen maddelerin

içerikleri yoğun, daha açık renkle gösterilen maddelerin içerikleri daha az yoğundur. Renksiz gösterilenler maddeler ile ilgili bilgiler ise kılavuzlarda yer almamaktadır.

	YBM Uygulama Planı	Gelişim Seviyeleri	Sorumluluk	Ortak veri formatı	İşbirliği modelleri	Dosyalama	Arşivleme	Simülasyonlar	Proje aşaması YBM fonksiyonları	İşletme ve bakım	Veri Güvenliği	İş akışı şeması	Referanslar gösterilen standartlar
Amerika													
Avustralya													
İngiltere													
Norveç													
Singapur													

Şekil 3.5: İncelenen maddelerin içerik yoğunluğu.

Kılavuzlar incelendiğinde genel amaçları benzer olsa bile kılavuzların genel yapıları, içerik maddelerinin detay seviyeleri ve güncellenme politikalarının farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır.

3.4.2. Kılavuzların içeriklerinin karşılaştırılması sonucunda ulaşılan bulgular

Tez kapsamında incelenmiş olan 5 farklı ülkeye ait ekleriyle birlikte toplam 13 kılavuz içerisinde öne çıkan konular incelenip karşılaştırılması sonucunda ulaşılan bulgulara bu bölümde yer verilmektedir. Bulgular YBM kılavuzların konu maddeleri ile ilgili içeriklerinde yer alan benzerlikleri ve farklılıkları ortaya koyacaktır.

İncelenen kılavuzların hepsinde YBM uygulama planı ile ilgili bilgilerin detaylı bir şekilde yer aldığı gözükmemektedir. Avustralya NATSPEC’de konu YBM yönetim planı olarak adlandırılmaktadır. Norveç SBM’de ise YBM teslimat planı olarak adlandırılmaktadır. Adlandırmalar farklı olsa bile tüm kılavuzlarda YBM uygulama planının amacı ve içeriğinde olması gerekenler oldukça benzerdir. Kılavuzlar

içerisinde YBM uygulama planı genellikle içerisinde yer alması ve proje ekipleri tarafından karar verilmesi gereken önemli maddelerin sıralanması şeklinde tanımlanmıştır. Amerika NBIMS, Avustralya NATSPEC ve Singapur S BIM’de YBM uygulama planının canlı bir belge olduğu süreç başında hazırlanmaya başlayıp süreç içerisinde güncellenebileceği belirtilmektedir. Avustralya NATSPEC ve İngiltere PAS YBM uygulama planı tasarım süreci ve inşaat süreci olarak iki ayrı şekilde hazırlanması gerektiği belirtilmektedir. Öncelikle tasarım süreci için bir YBM uygulama planı hazırlanıp süreç sonunda sonlandırılmaktadır. İnşaat süreci başladığında yeni bir YBM uygulama planının hazırlanması gerektiği belirtilmektedir. İnşaat süreci için tarif edilen YBM uygulama planları tasarım sürecine göre çok daha kapsamlı olduğu belirtilmektedir. İki aşama için hazırlanan dokümanlar kendi süreçleri içerisinde güncellenmeye açık olduğu belirtilmiştir. Singapur SBIM ve Amerika NBIMS kılavuzlarında ek olarak ayrıca detaylı bir YBM uygulama planı şablonu bulunmaktadır.

İncelenen kılavuzların hepsinde model gelişim seviyeleri hakkında bilgiler bulunmaktadır. Model gelişim seviyelerinin oluşturulma gerekçeleri benzerdir ve öncelikli amaç elemanların ihtiyaç duyulandan fazla ayrıntı içermeyecek şekilde modellenmesinin sağlanmasıdır. İncelenen beş kılavuzdan dördünde model gelişim seviyelerine ait detaylı tanımlamalar bulunmaktadır. Yalnızca Norveç SBM’de gelişim seviyelerini tarif eden detaylı bilgi bulunmamaktadır. Amerika NBIMS ve Singapur SBIM kılavuzları BIM Forum’un LOD (Level of Development) Spesifikasyonları 2013 dokümanını referans göstermektedir. Avustralya NATSPEC el kitabına ek hazırlanmış NATSPEC BIM and LOD kılavuzu model gelişim seviyesi spesifikasyonunu oluşturmaktadır. Ayrıca kılavuz eklerinden olan NATSPEC YBM obje elemanı matrisi dokümanı şablon olarak belirtilmektedir. İngiltere PAS model gelişim seviyeleri doğrultusunda detay seviyelerine yönelik bilgiler içeren bir tablo sunmaktadır. Bu tablo içerisinde model aşamalarına model içerisindeki gelişimler tarif edilmiştir. Standartlaşmış tanımları ile ilgili bilgi içermemektedir. Singapur SBIM Model gelişim seviyeleri için The VA BIM Object/Element matrisini referans göstermektedir. Model gelişim şablonları ağırlıklı olarak bir yapı standardı başlığı altında elemanları sıralamaktadır. Belgelerin çoğu Omniclass veya Uniclass sınıflandırma standardına göre düzenlenmiştir. İnşaat endüstrisi ile ilgili sınıflandırma sistemleri ile ilgili olan bu kodlar yapı elemanları kodlamak için kullanılmışlardır.

Norveç SBM haricindeki 4 kılavuzda sorumluluk ile ilgili bilgiler detaylı olarak yer almaktadır. Amerika NBIMS’de sorumluluklar maddeler halinde sıralanmıştır. Kılavuza ek bir sorumluluk matrisi şablonu ile rollerin detaylı olarak oluşturulması beklenmektedir. Avustralya NATSPEC ve İngiltere PAS’da sorumluluklar YBM uygulama planına ve sözleşmeye bağlı olması gerektiği belirtilmektedir. Singapur SBIM’de model üreticisi ve model kullanıcısı olarak iki ayrı başlık altında rollerin ve sorumluluklarının belirlenmesini sağlayan detaylı bir matris bulunmaktadır.

İncelenen kılavuzların hepsinde ortak veri formatı ile ilgili bilgi içeriği bulunmaktadır. Kılavuzlar farklı paydaşlar arasında veri kayıpları yaşanmadan işbirlikçi çalışma sistemi için açık YBM kullanımının gerekli olduğu konusunda hem fikirdir. Kılavuzların hepsi IFC’yi referans göstermektedir. Bunun yanı sıra Amerika NBIMS ve Norveç SBM’de buildingSmart’ın açık YBM işbirliği formatı (BCF) kullanımını da tavsiye etmektedir.

İncelenen kılavuzların hepsinde işbirliği modelleri hakkında farklı seviyelerde bilgi içeriği bulunmaktadır. Genellikle çakışma kontrollerinin nasıl yapılacağı, toplantı prosedürleri, iletişim prosedürleri, işbirliği platformları, model koordinasyon ve model paylaşım prosedürleri konularında bilgiler içermektedir. Amerika NBIMS ve Singapur SBIM’de konu YBM uygulama planına bağlanmıştır. Avustralya NATSPEC süreci maddeler halinde belirtilip sorumluluklar ile birlikte tanımlanmıştır. İngiltere PAS dokümanında süreçler detaylı akış şemalarıyla tarif edilmektedir. Norveç SBM’de çakışma kontrolleri ile ilgili genel bilgiler mevcut olup diğer konularla ilgili detaylı bulunmamaktadır.

İncelenen kılavuzların hepsinde dosyalama hakkında farklı seviyelerde bilgi vardır. Genel olarak kullanım amacı doğrultusunda oluşturulan dosya sistemleri ve adlandırma kurallarının önemli olduğu vurgulanmıştır. Avustralya NATSPEC’de dosyalama bilgileri YBM uygulama planına bağlanmıştır. İngiltere PAS ve Norveç SBM dokümanında örneklerle dosyalama sistemleri tarif edilmiştir. İncelenen 5 kılavuz içerisinden yalnızca Norveç SBM kılavuzu içerisinde dosya adlandırma, teknik terimler, numaralandırma, öbekler ve kısaltmalar Norveç standardına uygun adlandırma kurallarının kullanılması gerektiği belirtilmektedir.

İncelenen kılavuzların hepsinde arşivleme hakkında farklı seviyelerde bilgiler bulunmaktadır. Tarifler genellikle YBM sürecinin sonundaki modelin sahibine

teslimine odaklanmaktadır. Amerika NBIMS ISO kılavuzlarını referans göstermektedir. Avustralya NATSPEC’de tasarım süreci sonrası ve inşaat süreci sonrası için 2 farklı şekilde tarif yapılmıştır. Tüm dijital çıktıların harici depolama ile teslimini önerilmektedir. Harici depolama sistemlerinden kasıt CD ve DVD’lerdir. İngiltere PAS arşiv bilginin sürekliliğinin sağlanması için süreç boyunca arşivlemenin uygulanması gerektiği belirtilmiştir. Norveç SBM YBM’nin müşteriye gönderilmesi için orijinal dijital depolama formatı oluşturulmalıdır şekilde tarif yapmıştır. Singapur SBIM’de yerel koşullarda henüz sözleşmelerde model tesliminin geçerli olmadığı bu sebeple 2b dokümanları teslim belgeleri olarak arşivlenmesi gerektiği belirtilmektedir.

İncelenen kılavuzların hepsinde analizler hakkında farklı seviyelerde bilgi vardır ve çok çeşitli analizlerden bahsedilmektedir. YBM ile yapılabilecek simülasyonlar bir liste halinde belirtilerek simülasyon sonrasındaki aşama için yani bilgilerin bir araya getirilebilmesi için ortak veri formatlarından bahsedilmektedir. İngiltere PAS, Norveç SBM ve Singapur SBIM’de proje aşamalarına bağlı olarak hangi aşamada hangi simülasyonun yapılabileceği konusunda bilgiler verilmektedir. Singapur SBIM’de simülasyonlar için ayrıca ek bir kılavuz oluşturulmuştur.

İncelenen kılavuzların hepsinde proje aşamaları YBM fonksiyonları hakkında bilgiler mevcut olup çoğunlukla detaylı belirtilmiştir. Genellikle üretilen bu şablonların amacı model geliştiricilerinin doğru aşamada, doğru miktarda ve doğru bilgiyi kolayca sağlama yeteneğini kazandırmaktadır. İngiltere PAS haricindeki bütün kılavuzlarda proje aşamaları net bir şekilde belirtilmektedir. Amerika NBIMS ve Singapur SBIM’de proje aşamaları ve YBM fonksiyonları arasındaki bağlantıyı gösteren detaylı şablon bulunmaktadır.

İncelenen kılavuzların hepsinde işletme ve bakım hakkında farklı seviyelerde bilgiler vardır. Kılavuzlarda genel olarak amaç işletme ve bakım aşaması için YBM modeline ek bilgiler eklenmesi, revize edilmesi veya yeniden hazırlanması gerekliliği ortaya çıktığı için bu sürece yönelik stratejinin iyi belirlenmesidir. Amerika NBIMS ve Norveç SBM detaylı tesis yönetim rehberlerini referans gösterilmektedir. Avustralya NATSPEC’de modelin içermesi gereken asgari bilgiler ve tesis yönetimi için gerekli asgari bilgiler belirtilmiştir. İngiltere PAS işletme aşaması için detaylı bir doküman oluşturmuştur. Singapur SBIM’de bu aşama için detaylı bir kılavuz oluşturulmakta olduğu bilgisi yer almaktadır.

Norveç SBM haricindeki 4 kılavuzda veri güvenliği ile ilgili bilgiler mevcuttur. Veri güvenliği konusu kılavuzlarda verilerin güvenliği dışında verilerin arşivlendiği ortamın güvenliği konuları da yer alarak kapsamlı bir şekilde belirtilmiştir. Amerika NBIMS ISO kılavuzlarını referans göstermektedir. Avustralya NATSPEC ve Singapur SBIM’de veri koruma protokolü geliştirilmesi gerektiği belirtilmektedir. İngiltere PAS’da projenin güvenlik ve bütünlük gerekliliklerine ait çizelge oluşturulması gerektiği belirtilmiştir.

İngiltere PAS dokümanında bütün süreçleri kapsayan iş akış şemaları mevcuttur. Farklı aşamalara göre düzenlenmiş olan şemalar tasarım, inşaat ve işletme aşamaları için ayrı ayrı düzenlenmiştir. Amerika NBIMS kısmen süreçler iş akış şemaları ile belirtilmiştir. Diğer 3 dokümanda proje aşamalarına göre süreçler detaylı bir şekilde tarif edilmiştir ancak süreçlerin akış diyagramları kılavuzlarda yer almamakta olup tüm süreçleri kapsayan iş akış şeması mevcut değildir.

Amerika NBIMS, İngiltere PAS ve Norveç SBM kılavuzlarında belirtilen bazı standartlar kılavuzlar ile birlikte değerlendirilmesi gerekli olan referanslar şeklinde yer almaktadır. Bunlar dışında kalan standartların kullanılmasının kullanıcı seçimine bağlı olduğu belirtilmektedir. Amerika NBIMS ve İngiltere PAS’da kılavuzlarda tarihli referansların birebir aynısının referans alınması gerektiği, tarihsiz referansların ise en son güncelinin kullanılması gerektiği belirtilmektedir. Avustralya NATSPEC’de ulusal ve uluslararası birçok standart hakkında bilgi verilmektedir ve ilgili standardın seçimi kullanıcıya bırakılmıştır. Norveç SBM’de ulusal ve uluslararası standartlar referans gösterilmiştir. Singapur SBIM’de 2 adet standart referans gösterilerek bunlar dışındaki ulusal ve uluslararası standartların seçimi kullanıcıya bırakılmıştır.

Kılavuzlar içerisinde yer alan ve tez kapsamında incelenen konuların içerikleri karşılaştırılarak değerlendirildiğinde aynı konular için farklı detay seviyesinde bilgilerin olduğu ortaya çıkmaktadır. Norveç kılavuzu hariç diğer kılavuzlarda konuların hepsi hakkında bilgiler bulunmaktadır. Aynı zamanda kılavuzların içeriğinde konulara farklı yaklaşımlar olduğu anlaşılmaktadır.



4. BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tezin önceki bölümlerinde de bahsedildiği gibi gelişmiş ülkeler inşaat sektörü projelerinde uzun yıllardır YBM kullanmaktadır. Bu ülkelerin YBM kullanmasıyla ortaya çıkan ihtiyaçları doğrultusunda yaptıkları standardizasyon çalışmaları sonucunda birçok standartlar ve kılavuz dokümanlar hazırlamışlardır. Ülkelerin YBM ile ilgili dokümanları kendi ülkelerinin yanı sıra gelişmekte olan diğer ülkelere de rehberlik edebilmektedir. YBM konusunda gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Türkiye için de bu dokümanlar önemli bir veri kaynağını oluşturmaktadır.

Tezin ikinci bölümünde ülkelerin YBM standartları ve ulusal düzeydeki YBM standartlaşma çabalarının durumunun detaylı bir şekilde ele alınması, üçüncü bölümünde ülkelerin YBM kılavuzlarının incelenmesi ve karşılaştırılmasıyla elde edilen bulgular bu bölümünde değerlendirilecektir. YBM kılavuzlarının incelenmesi ve karşılaştırılmasıyla elde edilen bulgulardan bazıları uluslararası nitelikte bazıları ise ulusal niteliktedir. Belirtilen iki başlık altında yapılacak değerlendirmelerden elde edilecek verilerin tümü ileride YBM ile ilgili ulusal düzeyde yapılacak standardizasyon çalışmaları için altlık oluşturacağı düşünülmektedir.

4.1. Uluslararası Nitelikteki Bulguların Değerlendirilmesi

Yapı Bilgi Modellemesi (Building Information Modeling) uluslararası düzeyde BIM olarak adlandırılmaktadır ve bu tanımlama ülkeler açısından herhangi bir anlam karmaşıklığına yol açmamaktadır. YBM paydaşları arasında kullanılacak terimlerin ortak bir anlayış geliştirilerek belirlenmesi anlaşmazlıkların önlenmesi adına önemlidir. YBM standardizasyonu ile farklı coğrafyalara ait seçilen 5 ülkeye ait ekleriyle toplam 13 kılavuzun okunarak incelenmesiyle öne çıkan benzer konu maddelerin ortaya çıkarılması sırasında bu konularla ilgili dokümanlar içerisinde farklı terimlere yer verildiği görülmüştür. YBM ile ilgili olan konuların tarif edilmesi ile ilgili farklı terimlerin kullanıldığı ve bu durumun karmaşıklığa sebep olduğu anlaşılmıştır. İçeriği ve kapsamı benzer olan konu maddelerinin ortak bir terim ile

belirtilmesi oluşan karışıklığa engel olup, daha etkin bir standartlaşma sağlayabilecektir.

Kılavuzlar içerisinde YBM uygulama planı, gelişim seviyeleri, sorumluluk, ortak veri formatı, işbirliği modelleri, dosyalama, arşivleme, simülasyonlar, proje aşamaları YBM fonksiyonları, işletme ve bakım gereksinimleri, veri güvenliği, iş akış şemaları ve referans gösterilen ulusal ve uluslararası standartlar konuları öne çıkmaktadır. 13 konu maddesi ile ilgili kılavuzlarda farklı seviyelerde bilgiler mevcuttur. Kılavuzların incelenmesiyle oluşturulan içerik yoğunluğu bilgiler ile en geniş kapsamlı dokümana sahip olan ülkenin Amerika en dar kapsamlı dokümana sahip olan ülkenin Norveç olduğu anlaşılmaktadır. Kılavuzlar içerisinden yalnızca Norveç SBM’de sorumluluk ve veri güvenliği konusunda bilgiye ulaşılamamıştır. Bunun dışında gelişim seviyeleri ve arşivleme maddeleri birkaç cümle ile tarif edilmiştir. Bunun dışında bütün kılavuzlarda konularla ilgili farklı seviyede bilgiler yer almaktadır. İncelemeler yapılırken çok kapsamlı olan NBIMS dokümanlarının incelenmesinin de zor olduğu anlaşılmıştır. Çok fazla veri içeren dokümanlarının YBM’ne adapte edilebilmesi de zor olabilecektir. Bu doğrultuda bilgilerin yoğun olmasının YBM’si için etkili bir sonuç elde edilebileceği söylenemez. Kılavuzlar incelendiğinde en yoğun değerlendirilen 5 konunun YBM uygulama planı, gelişim seviyeleri, sorumluluk, proje aşamaları YBM fonksiyonları ve referans gösterilen ulusal ve uluslararası standartlardır. Bununla birlikte YBM standardizasyon çalışmalarında kılavuzlar kapsamında incelenen 13 maddenin de asgari olarak yer alması gerektiği söylenebilir.

YBM kullanıcıları modelleme süreçlerinde projelerinde projeye göre değiştirilebilecek harici dokümanlara ihtiyaç duymaktadır. İncelenen YBM kılavuzlarının çoğunda bilgilerin desteklenmesi amacıyla ilgili standart ve şablonlar modelleme sürecini desteklemek amacıyla belirtilmektedir. İncelenen konu maddeleri ile ilgili içerikler bazı kılavuzlarda ilgili standartlar referans gösterilerek desteklenmektedir, bazılarında ise ülkeler kendi spesifikasyonlarını oluşturarak kılavuzlar ek yapmışlardır. Örneğin model gelişim seviyeleri ile ilgili olarak Amerika NBIMS ve Singapur SBIM kılavuzları BIM Forum’un LOD spesifikasyonları 2013 dokümanını referans göstermektedir. Avustralya NATSPEC ise kendi spesifikasyonunu oluşturmuştur. Uluslararası düzeyde kabul görmüş LOD 350 tarifi Avustralya NATSPEC kılavuzunda yer alamamaktadır. Amerika NBIMS ve Singapur SBIM kılavuzları içerisinde tarihli gösterilen referansların tarihli hali ile alıntı yapılması gerektiği

belirtilmektedir. BIM Forum'un LOD spesifikasyonlarının son güncelleme tarihi 2019 olduğu da dikkate alındığında bu 3 ülkenin de dokümanların ilgili madde ile ilgili bilgilerinin güncelliğini kaybettiği anlaşılmaktadır.

Ayrıca ülkelerin YBM kılavuzlarının farklı politikalar doğrultusunda güncel tutulmakta olduğu belirlenmiştir. Bazı ülkelerinin kılavuzlarının genel yapısı tek bir kılavuz oluşturulması ve zaman içerisinde bu kılavuzun güncellenmesi şeklinde iken bazı ülkelerinin kılavuzlarının ise hem kılavuzların güncellenmesi hem de ihtiyaçlar doğrultusunda yeni kılavuzlar oluşturulması şeklindedir. Standardizasyon çalışmaları yapılırken öncelikle güncellenme konusunda bir politika geliştirilerek çalışmaların bu doğrultuda yapılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

4.2. Ulusal Nitelikteki Bulguların Değerlendirilmesi

Tezin bu bölümünde ulusal standartlar, ulusal iş kültürü ve iş yapım metotlarından doğrudan etkilendiği düşünülen bulgular değerlendirilecektir. BIM'in Türkiye'deki karşılığı ile ilgili farklı adlandırmaların mevcut olduğu, tez kapsamında YBM olarak adlandırılmakta olduğu, kaynaklarda Bina Bilgi Modelleme, Yapı Enformasyon Modeli, Bina Enformasyonu Modellemesi ve Yapı Bilgi Modellemesi gibi tanımlamaların olduğu tezin daha önceki bölümlerinde belirtilmiştir. Bununla birlikte tez kapsamında incelenen 13 konu maddesinin de farklı terimlerle tanımlandığı görülmüş ve bu durumun karmaşıklığa sebep olduğu anlaşılmıştır. Bu durum oluşturulacak ulusal YBM standardizasyon çalışmalarında anlam karmaşasına yol açmaması amacıyla değerlendirilmesi gerekmektedir.

Ülkelerin YBM dokümanları içerisinde yer alan konuların içerikleri karşılaştırılmalı incelendiğinde aynı konulara ülkelerin farklı yaklaşımların olduğu anlaşılmıştır. İncelenen konular içerisindeki farklı yaklaşımların özellikle ülkelerin yerel standartları, iş kültürleri ve iş yapım metotlarından etkilendiği anlaşılmaktadır.

YBM uygulama planı ile ilgili kılavuzlarda genellikle sürecin başında hazırlanması gereken bir belge olduğu belirtilmektedir. İnşaat süreçlerinin tasarım ve inşaat aşamaları gibi farklı aşamalardan oluştuğu bilinmektedir ve bu aşamalar genellikle farklı ekipler tarafından yürütülmektedir. Avustralya NATSPEC ve İngiltere PAS YBM uygulama planının tasarım süreci ve inşaat süreci olarak iki ayrı şekilde hazırlanması gerektiği belirtilmektedir. Bunun yanı sıra Amerika NBIMS, Avustralya

NATSPEC ve Singapur SBIM’de YBM uygulama planının canlı bir belge olduğu süreç başında hazırlanmaya başlayıp süreç içerisinde güncellenebileceği belirtilmektedir. Dolayısıyla tasarım süreci başında oluşturulan YBM uygulama planının süreç sonuna kadar güncellenerek sürecin sonlandırılması veya inşaat süreci başında yeniden oluşturularak sürecin sonlandırılması olarak iki farklı yaklaşım ortaya çıkmaktadır. Ülkelerin tasarım ve inşaat süreçlerindeki iş kültürleri ortaya çıkan bu farklılık ile doğrudan ilişkilidir.

Gelişim seviyeleri ile ilgili Amerika NBIMS ve Singapur SBIM kılavuzları BIM Forum’un LOD (Level of Development) spesifikasyonlarını referans göstermektedir. Avustralya NATSPEC ise ulusal bir model gelişim seviyesi spesifikasyonu oluşturmuştur. Gelişim seviyelerinin kılavuz içerisinde bir standart referans verilerek mi yoksa ulusal düzeyde dokümanlar oluşturularak mı tanımlaması gerektiği ülkelerin yerel iş yapım metotları ile doğrudan ilişkilidir.

Gelişim seviyeleri, proje aşaması YBM fonksiyonları ve sorumluluk maddelerinin detaylandırılmasında referans gösterilen belgelerde Omniclass veya Uniclass sınıflandırma standardına göre düzenlenmiş şablonlar kılavuzların ekinde yer almaktadır. İnşaat endüstrisi sınıflandırma sistemleri ile ilgili olan bu kodlar yapı elemanları kodlamak için kullanılmaktadır. İnşaat endüstrisi sistemlerini sınıflandıran bu kodlamalar ülkelerin yerel standartları ile doğrudan ilişkilidir. Bu kapsamda tezin kaynak taraması bölümde belirtilen birim fiyat poz numaraları yapım standardı kodlarının YBM ile uyumlu hale getirilmesine yönelik çalışmalar yapılabilir.

Dosyalama sistemleri kullanılan dosya sistemleri ve adlandırma kurallarından oluşmaktadır. İngiltere PAS ve Norveç SBM dokümanında örneklerle dosyalama sistemleri tarif edilmiştir. Norveç SBM kılavuzunda adlandırma ile ilgili konularda ana dilde örneklemeler, İngilizce teknik adların anadildeki karşılıklarının verildiği bir liste bulunmaktadır. Ayrıca Norveç standardına uygun adlandırma kuralları kullanılması gerektiği de belirtilmektedir. Kılavuzlarda yapılan örneklemeler ülkelerin yerel adlandırma standartları ile doğrudan ilişkilidir. Bu kapsamda tezin kaynak taraması bölümde belirtilen ÇŞB’nin CADD Bilgisayar Destekli Tasarım ve Çizim Düzenleme Usul ve Esasları içerisinde yer alan adlandırma standartlarının YBM’si uyumlu hale getirilmesine yönelik çalışmalar yapılabilir.

Singapur SBIM’de yerel koşullarda henüz sözleşmelerde model tesliminin geçerli olmadığı bu sebeple 2 boyutlu dokümanları teslim belgeleri olarak arşivlenmesi gerektiği belirtilmektedir. Kılavuz içerisinde hangi konuların sözleşmeye bağlı olarak tanımlanması gerektiği konusu da ülkelerin yerel iş kültürleri ile doğrudan ilişkilidir.

Ülkelerin kendi kılavuzlar ile birlikte değerlendirilmesi gerekli olan standartlar referans gösterilirken ulusal veya uluslararası standartlar içerisinde seçilerek belirlenmektedir. Kılavuzlar içerisinde hangi standartların referans gösterileceği veya kullanılacak olan standartların ekiplerin seçimine bırakılması konusu ülkelerin yerel standartları ile doğrudan ilişkili bir konudur.

Tezin 4 bölümü olan bu bölümde yer alan uluslararası nitelikteki ve ulusal nitelikteki bulgular başlıkları altında yapılan tüm değerlendirmelerin ileride YBM ile ilgili ulusal düzeyde yapılacak standardizasyon çalışmaları için altlık oluşturacağı düşünülmektedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz inşaat projelerinde, yapım süreçlerinin nasıl gerçekleştirileceği ve yönetileceği konusunda işverenler artan bir ivme ile YBM kullanımını tercih etmektedir. YBM süreçleri yapının tasarımdan yıkıma kadar olan yaşam süreci boyunca sahip olduğu ya da olacağı bilginin yönetildiği bir süreçtir. Projeler gerçekleştirilirken YBM'nin kullanımının tercih edilmesinin başlıca sebebi bu süreçlerinin daha verimli yönetilmesi doğrultusunda zaman ve maliyet açısından daha başarılı sonuçların elde edilmesidir. Bu sürecin YBM kullanılarak başarıya ulaşılabilmesi için paydaşlar arasında etkin bir çalışma prensibinin oluşturulması ve verilerin doğru bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. YBM kullanım süreçlerinde amaca yönelik kazanımlar sağlanabilmesi için ülkeler tarafından YBM standartları geliştirilmektedir. Günümüzde bu doğrultuda farklı ülkeler tarafından oluşturulmuş çok sayıda standart, kılavuz ve şablonlar bulunmaktadır. Sektörün ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla oluşturulan bu dokümanlar sektörün ihtiyaçları doğrultusunda ülkeler tarafından hazırlanıp geliştirilmekte ve yeni ihtiyaçlar doğrultusunda güncellenmektedir.

Türkiye'de inşaat sektörüne yönelik hazırlanmış birçok mevzuat ve standart bulunmaktadır ancak YBM süreçleri özelinde oluşturulmuş bir standart henüz yoktur. BuildingSmart Türkiye'nin yakın zamanda kurulması ile bu konuda çalışmaların başladığı anlaşılmaktadır. YBM standartlarının kullanılması ile ulusal düzeyde de projelerin tasarım, yapım ve işletme süreçlerine fayda sağlanması ve sürecin daha etkin yönetilmesi beklenmektedir. Bu beklentilere yanıt verilebilmesi için standartların nasıl hazırlanması gerektiği, içerisinde hangi konulara yer verilmesi gerektiği ve bu konulara dair içerikler belirlenirken nelere dikkat edilmesi gerektiği bu tez çalışmasının problemini oluşturmaktadır.

Tez problemine çözüm önerilerinin sunulabilmesi için öncelikle, standartlaşma ve YBM standartlaşma ihtiyacının belirlenebilmesi, YBM standardı geliştiren kuruluşlar ve bunların çalışmaları, uluslararası ve ulusal ölçekte YBM standartlaşma çabalarının

durumunu içeren bir kaynak taraması yapılmıştır. Bu bölüm içinde YBM'nin zorunlu olduğu ülkeler ve YBM kılavuzuna sahip olan ülkeler tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu bölümde ayrıca, YBM'nin zorunlu olduğu ülkeler arasından farklı coğrafyalara ait 5 ülke seçilerek bunların YBM politikaları ele alınmıştır. Ulusal bir YBM standardizasyonunun gerekliliğinin tartışıldığı bu bölümde özet bir kaynak taraması değerlendirmesi de yapılmıştır.

Yapılan inceleme doğrultusunda kılavuzların genel yapısı ve seçilen maddelerin benzerlik ve farklılıkları hakkında birtakım bulgulara ulaşılmıştır. Yapılan kaynak taraması ve incelemeler sonucunda ulaşılan bulgular ileride YBM ile ilgili ulusal düzeyde yapılacak standardizasyon çalışmaları açısından değerlendirilmiştir. Kılavuzların karşılaştırmalı olarak incelenmesi sonucunda ortaya çıkan bulgular uluslararası ve ulusal nitelikte olduğundan, iki farklı başlık altında incelenmiştir. Sonuç olarak, bu bölümde yapılan tüm inceleme ve değerlendirmeler sentezlenerek ileride YBM ile ilgili ulusal düzeyde yapılacak standardizasyon çalışmaları için faydalı olabilecek öneri niteliğindeki verilere ulaşılmıştır.

YBM süreçleri içerisinde standartların kullanımını ile projelere ortak bir anlayış geliştirmesi hedeflenmektedir. Standardizasyon çalışmaları yapılırken dokümanlarda yer alacak terimlerin net ve anlaşılır, uluslararası terimlerle örtüşen ve anlam karmaşasına sebep olmayacak terimler kullanılması gerekmektedir. Bu durum hem uluslararası ortak bir dil oluşturulması hem de ulusal düzeyde ortak bir dil oluşturulması açısından fayda sağlayacaktır.

Ülkelerin YBM kullanımları ile ortaya çıkan ihtiyaçları doğrultusunda standartlar geliştirildiği bilinmektedir. YBM'nin projelerde kullanılması ile devam eden süreçlerde yeni ihtiyaçların da ortaya çıktığı görülmektedir. Standardizasyon çalışmaları doğrultusunda ülkeler öncelikli olarak bir YBM el kitabı kılavuzu oluşturmuşlardır. Proje gereksinimlerinin karşılanabilmesi için zaman içerisinde ortaya çıkan yeni ihtiyaçları doğrultusunda bazı ülkeler mevcut kılavuzun güncellenmesi şeklinde çalışmalarına devam etmiş, bazı ülkeler ise hem kılavuzların güncellenmesi hem de ihtiyaçlar doğrultusunda yeni kılavuzlar oluşturulması şeklinde bir yöntem seçmişlerdir. Standardizasyon çalışmaları ile oluşturulan dokümanların güncel tutulması için ve yeni ihtiyaçlar doğrultusunda dokümanlar güncellenirken birbirleri ile olan ilişkilerinin korunabilmesi için bir politikalar geliştirilmesi gerekmektedir.

Ülkelerin YBM kılavuzlarının içerikleri incelendiğinde bazı konu maddelerinin benzer olarak kılavuzlar yer aldığı görülmüştür. Bu maddelerin yoğunlukları ülkelere göre değişiklik göstermektedir. Kılavuzlardan çok fazla içeriği sahip olan dokümanların incelenmesinin çok fazla zaman aldığından yola çıkılarak kullanıcı dostu olmadığı söylenebilir. Kılavuz içerisinde yer alan konu maddeleri ile ilgili bilgiler verilirken YBM'ne adaptasyonu da göz önünde tutularak değerlendirilmelidir. Kılavuzlar içerisinde öne çıkan benzer içeriğe sahip 13 konu maddesi aşağıda belirtilmektedir.

- YBM uygulama planı
- Gelişim Seviyeleri
- Sorumluluk
- Ortak Veri Formatı
- İşbirliği Modelleri
- Dosyalama
- Arşivleme
- Simülasyonlar
- Proje Aşamaları YBM Fonksiyonları
- İşletme ve bakım gereksinimleri
- Veri Güvenliği
- İş akış şemaları
- Referans gösterilen ulusal ve uluslararası standartlar

İncelenen konular ile ilgili kılavuzlar içerisinde farklı detay seviyelerinde yer almaktadır. Standardizasyon çalışmaları yapılırken tez kapsamında incelenen 13 konunun değerlendirilmesi ve oluşturulacak olan dokümanlarda asgari olarak bu konulara yer verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Ülkelerin YBM dokümanları içerisinde yer alan konuların içerikleri karşılaştırılmalı incelendiğinde aynı konulara ülkelerin farklı yaklaşımların olduğu görülmüştür. İncelenen konular içerisindeki farklı yaklaşımların özellikle ülkelerin ulusal standartları, iş kültürleri ve iş yapım metotlarından etkilendiği anlaşılmaktadır.

Kılavuzlar içerisinde öne çıkan ulusal kriterlerden en çok etkilendiği belirlenen konular aşağıda belirtilmektedir.

- YBM uygulama planının tasarım ve inşaat süreçleri içerisinde tasarım aşaması tamamlandığında, inşaat aşaması için tekrar hazırlanma gerekliliği
- YBM uygulama planının süreç başında hazırlanıp, süreç içerisinde güncellenme gerekliliği
- Standart kılavuzları içerisinde referans gösterilecek dokümanların uluslararası standartlar ve yerel standartlar arasından kullanılacak olanların seçilmesi
- Proje aşamaları, gelişim seviyeleri, sorumluluklar, simülasyonlar ile ilgili çalışmalarda önem taşıyan yapım standardı kodlarının kılavuzlarla ilişkilendirilmesi
- Dosyalama sistemlerine yönelik adlandırma kuralları
- Sözleşmeye bağlı olarak tanımlanması gerekli olan maddeler

Bu konular ile ilgili gerekliliklerin ulusal kriterler doğrultusunda değerlendirilmesi ve standardizasyon çalışmalarının bu değerlendirme sonucunda ortaya çıkacak veriler doğrultusunda hazırlanması gerekmektedir.

Tez kapsamında ulaşılan bulguların değerlendirilmesi ile oluşturulan öneri niteliğindeki veriler maddeler halinde aşağıda sıralanmaktadır.

- Standartlar içerisindeki YBM ile ilgili konulara ait terimlerin anlam karmaşasına sebep olmaması için netleştirilmesi ve tüm dokümanlarda aynı terimlerin kullanılması,
- Standardizasyon çalışmalarında tez kapsamında incelenen asgari 13 konuya yer verilmesi,
- Kılavuzlar içerisindeki bilgilerin güncelliğini koruyabilmesi ve gösterilen standartların güncel kalabilmesi için politikalar oluşturulması,
- YBM standartları oluşturulurken ulusal nitelik taşıyan konu içeriklerinin ulusal standartlar, ulusal iş yapım metotları ve iş kültürleri doğrultusunda değerlendirilerek, bu değerlendirme sonucunda oluşacak veriler ile oluşturulması
- YBM kılavuzları oluşturulurken içerik yoğunluklarının YBM'ne adaptasyonu değerlendirilerek belirlenmesi önerilmektedir.

Tez kapsamında yapılan incelemelerle ülkelerin standartlaşma çalışmalarındaki gelişmelerin başta hükümetlerin çabalarıyla ortaya çıktığı anlaşılmaktadır. YBM kullanımının ulusal düzeyde artırılması için, İngiltere’de izlenen politikanın yani YBM’nin zorunlu kılınarak kullanımını teşvik eden yaklaşımların Türkiye için de güzel bir örnek teşkil ettiği düşünülmektedir. Tüm gelişmiş ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de kamunun çabaları ile YBM’nin geliştirilmesi ve bununla birlikte YBM standardizasyon çalışmaları ile ilgili gereken adımları atması gerekmektedir.

Yapı Bilgi Modelleme konusunda, Türkiye’de yapılan çalışmaların genişletilmesi gerektiği ve gelişmiş ülkelerde olduğu gibi YBM ile ilgili standartlar geliştirilmesinin de önemli bir ihtiyaç olduğu açıkça ortadadır. Tez kapsamında oluşturulan öneriler ile ileride YBM ile ilgili ulusal düzeyde yapılacak standardizasyon çalışmaları için bilgi üretilerek içerik kalitesinin artırılması hedeflenmektedir. YBM’nin kaliteli içeriğe sahip standart ve kılavuz dokümanlarla desteklenmesi, inşaat sektörü için tasarım ve yapım anlayışını bir adım öteye taşıyarak önemli bir katma değer sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- AGC.** (2005). *The Contractor's Guide to BIM* (1st ed). AGC Research Foundation, Las Vegas, NV
- Azhar, S., Khalfan M., Maqsood T.** (2012). *Building Information Modelling (BIM): Now and Beyond*
- Autodesk.** *Autodesk BIM Uygulama Planı: BIM'in Uygulanması İçin Pratik Bir Sistem.* Erişim tarihi 10.10.2014
<http://www.sayisalgrafik.com.tr/images/yapibilgisistemi/>
- BIMForum.** (2013). *Level Of Development Specification For Building Information Models.* <https://bimforum.org/lod/>
- Blind, K.** (2013). *The Impact of Standardization and Standards on Innovation*
- BSI.** (2013). *PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital & delivery phase of construction projects using BIM*, London, British Standards Institution.
- BSI.** (2014). *PAS 1192-3: 2014 Specification management for the operational phase of assets using building information modelling*, London, British Standards Institution.
- BSI.** (2016). *BS 1192:2007 + A2:2016 Collaborative production of architectural, engineering and construction information – Code of practice*, London, British Standards Institution, erişim tarihi: 05.07.2018.
- BuildingSMART Australia.** (2012). *National Building Information Modelling Initiative Australia: the Built Environment Industry Innovation Council.*
- ÇŞB.** (2016). *CADD Bilgisayar Destekli Tasarım ve Çizim Düzenleme Usul ve Esasları.* Erişim tarihi 20.10.2018
https://webdosya.csb.gov.tr/db/yapiisleri/eduardosya/file/Cadd/CADD_24_05_2016.pdf
- Cheng, J. ve Lu, Q.** (2015). *A Review Of The Efforts And Roles Of The Public Sector For BIM Adoption Worldwide*
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K.** (2010). *BIM Handbook*. 2nd Edition. New Jersey: John Wiley & Sons
- EUBIM Task Group.** (2017). *Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector.*
- Gerçek, B., Tokdemir, B., İlal, E., & Günaydın, H. M.** (2017). *BIM execution process of construction companies for building projects. 9th*

International Structural Engineering and Construction Conference: Resilient Structures and Sustainable Construction. Valencia, Valencia Üniversitesi.

- Hooper, M.** (2012). *BIM Anatomy - An Investigation into Implementation Prerequisites*. Lund University Faculty of Engineering, Lund, Sweden.
- Hooper, M.** (2015). *BIM Anatomy II: Standardisation Needs & Support Systems*. Lund University.
- Howard, R., Björk, C.** (2008). *Building Information Modelling – Experts views on standardisation and industry deployment*, Advanced Engineering Informatics.
- Khemplani, L.** (2012). Around the World with BIM. *Aecbytes* <http://www.aecbytes.com/feature/2012/Global-BIM.html>, erişim: 05.10.2018
- Lillrank, P.** (2003). *The quality of standard, routine, and non-routine processes*
- Leite, F., Akcamete, A., Akinci, B., Atasoy, G., Kiziltas, S.** (2010). *Analysis of modeling effort and impact of different levels of detail in building information models*. Automation in Construction Cilt 20, Sf. 601-609
- McAuley, B., Hore, A. and West R.** (2017) *BICP Global BIM Study – Lessons for Ireland’s BIM Programme*, Construction IT Alliance Limited.
- McGraw Hill Construction.** (2013). *The Business Value of BIM in North America*, Bedford MA, United States
- McGraw Hill Construction.** (2014a). *The Business Value of BIM for Construction in Global Markets*, McGraw Hill Construction, Bedford MA, United States
- McGraw Hill Construction.** (2014b), *The Business Value of BIM in Australia and New Zealand: How Building Information Modeling is Transforming the Design and Construction Industry*
- NATSPEC.** (2011). *NATSPEC National BIM Guide V 1.0*. Construction Information Systems Limited, erişim tarihi 03.06.2018. <http://bim.natspec.org/documents>
- NATSPEC.** (2011a). *NATSPEC BIM Reference Schedule*. Construction Information Systems Limited
- NATSPEC.** (2013). *BIM and LOD Building Information Modelling and Level of Development*. Construction Information Systems Limited
- NBIMS.** (2007). *National Building Information Modeling Standard (Version 1) Overview, Principles, and Methodologies*. National Institute of Building Sciences buildingSMART alliance.
- NBIMS.** (2015). *National BIM Standard-United States Version 3*. Amerika: National Institute of Building Sciences buildingSMART alliance, erişim tarihi: 02.05.2018.
<https://bim.natspec.org/documents/natspec-national-bim-guide>

- NBS.** (2013). *National BIM Report*, London, RIBA Enterprises Ltd, erişim tarihi: 03.06.2018. <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-international-bim-report-2013>
- NBS.** (2014). *National BIM Report*, London, RIBA Enterprises Ltd, erişim tarihi: 04.07.2018. <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-national-bim-report-2014>
- NBS.** (2015). *National BIM Report*, London, RIBA Enterprises Ltd, erişim tarihi: 05.08.2018. <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-national-bim-report-2015>
- NBS.** (2018). *National BIM Report*, London, RIBA Enterprises Ltd, erişim tarihi: 03.07.2018. <https://www.thenbs.com/knowledge/the-national-bim-report-2018>
- Özener, O. Ö. & Temiz, G.** (2016). Mimarlık ve İnşaat Sektöründe YBM Odaklı Dönüşüm. *Ege Mimarlık*, 35-37.
- Özorhon B. & Karahan, U.** (2016). *Critical Success Factors of Building Information Modelling (BIM) Implementation*. ASCE Journal of Management in Engineering
- Özorhon, B.** (2018). *Yapı Bilgi Modellemesi IBB Anadolu Yakası Raylı Sistem Projeleri*, (1. Baskı). İstanbul:Abaküs
- Poljanšek, M.** (2017). Building Information Modelling (BIM) standardization JRC technical report
- Race, S.** (2012), BIM Demystified, London
- RICS.** (2014). International BIM implementation guide 1st edition, London.
- Rosenkranz, C.** (2011). To standardize or not to standardize, Understanding the effect of business process complexity on business process standardization
- SBM.** (2013). *Statsbygg BIM Manual 1.2.1*. Norveç: Statsbygg, erişim:02.04.2018
<https://www.statsbygg.no/files/publikasjoner/manualer/StatsbyggBIM-manual-ver1-2-1eng-2013-12-17.pdf>
- SBIM.** (2013a). *Singapore BIM Guide Version 2*. Singapur: Building and Construction Authority, erişim tarihi:05.07.2018
- SBIM.** (2013b). *BIM Essential Guide For BIM Execution Plan*. Singapur: Building and Construction Authority
- SBIM.** (2013c). *BIM Essential Guide For BIM Adoption in an Organization*. Singapur: Building and Construction Authority
- SBIM.** (2015). *BIM Essential Guide For Transfer of BIM into Building Performance Analysis (BPA) Tools*. Singapur: Building and Construction Authority
- Wong, A., Wong, F., Nadeem, A.** (2010). Attributes of Building Information Modelling Implementations in Various Countries. *Architectural Engineering and Design Management* Cilt 6, Sf. 288-302
- Yıldırım, A. & Şimşek, H.** (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*, (5. Baskı), Ankara: Seçkin Yayıncılık.

- Url-1** <<https://www.buildingsmart.org/standards/technical-vision>>, erişim tarihi 10.03.2019.
- Url-2** <<https://www.iso.org/about-us.html>>, erişim tarihi 10.01.2019.
- Url-3** <<http://www.opengeospatial.org/ogc/markets-technologies/bim>>, erişim tarihi 08.12.2018.
- Url-3** <<https://www.buildingsmart.org/chapters>>, erişim tarihi 01.02.2019.
- Url-4** <<http://www.eubim.eu/about-the-eu-bim-task-group>>, erişim tarihi: 01.10.2019.
- Url-5** <<https://www.cen.eu/about/Pages/default.aspx>>, erişim tarihi: 01.11.2019.
- Url-6** <<https://www.buildingsmart.org/chapters>>, erişim tarihi: 03.11.2019.
- Url-7** <<http://bimguides.vtreem.com/bin/view/BIMGuides/Guidelines>>, erişim tarihi: 03.10.2018.
- Url-8** <<https://buildingsmart.org.au>>, erişim tarihi: 12.01.2019.
- Url-9** <<https://australia.corenetglobal.org/about/about18>>, erişim tarihi: 12.10.2018.
- Url-10** <<http://www.mimarist.org/mimari-proje-cizim-ve-sunus-standartlari/>> , erişim tarihi 01.01.2019
- Url-11** <https://webdosya.csb.gov.tr/db/manisa/menu/3-mimari-proje-duzenleme-esaslari_20180411022103.pdf>, erişim tarihi: 10.02.2019
- Url-12** <<https://yfk.csb.gov.tr/birim-fiyat-kitabi-ve-fiyat-analizleri-kitabinin-satisi-ve-bilgilendirme-haber-235398>>, erişim tarihi: 08.02.2019
- Url-13** <<http://www.buildingsmartturkiye.org/index.php/hakkinda/amaclar>>, erişim tarihi 10.12.2018

EKLER

EK A: Türkçe YBM kılavuzu belgeleri



EK A

Çizelge A.1: BIM Uygulama Planı içindekiler bölüm 1 (Autodesk).

BÖLÜM 1	İÇİNDEKİLER (Organizasyonel BIM Uygulama Planı)
1.0.0.0	Genel Bilgiler
1.1.0.0	Organizasyonel BIM Vizyonu
1.1.1.1	Organizasyon Vizyonu ile Paralellik
1.1.2.0	BIM Hedefleri
1.2.0.0	Modelleme Planı
1.2.1.0	Planlanan Modeller
1.2.2.0	Modelleme Standartları
1.2.2.3	Hassasiyet ve Boyutlandırma
1.2.2.2	Modellemede Nesne Özellikleri
1.2.2.3	Modellemede Detay Düzeyi
1.2.2.4	Sistem Ölçü Birimi Kuralı
1.2.3.0	Analiz Modelleri
1.2.3.1	Malzeme Listesi (Quantity Takeoff) Analizleri
1.2.3.2	İnşaat İş Programı (Scheduling) Analizi
1.2.3.3	Çakışma Kontrolü Analizi
1.2.3.4	Görselleştirme Analizi
1.2.3.5	LEED Puanı/Enerji Analizi
1.2.3.6	Strüktürel Analiz
1.2.4.0	Kullanımı Planlanan Analiz Araçları
1.3.0.0	Personel Planı
1.3.1.0	Organizasyon Yapısı
1.3.1.1	Mevcut Yapı
1.3.1.2	Önerilen Yapı
1.3.2.0	Personel Becerileri
1.3.2.1	Mevcut Beceriler
1.3.2.2	Gereken Beceriler
1.3.3.0	Yeni Personel Alımı
1.3.4.0	Eğitim Gereksinimleri
1.4.0.0	Sistem Uygulama Planı
1.4.1.0	İletişim Planı
1.4.2.0	Eğitim Planı
1.4.3.0	Destek Planı
1.5.0.0	Kurumsal İşbirliği Planı
1.5.1.0	Doküman Yönetimi
1.5.1.1	Yetki ve Erişim
1.5.1.2	Klasör Bakımı

1.5.1.3	Klasör Bildirimleri
1.5.1.4	Dosya Adlandırma Kuralı
1.6.0.0	Kurumsal Teknoloji Planı
1.6.1.0	Yazılım Seçimi
1.6.1.1	Model Yaratma
1.6.1.2	Model Entegrasyonu
1.6.1.3	Çakışma Kontrolü/Aracı Model (Mediation)
1.6.1.4	Model Görselleştirme
1.6.1.5	Model Fazları (İnşaat İş Programı)
1.6.1.6	Model Malzeme Listesi (Quantity Takeoff)
1.6.1.7	Ortak Proje Yönetimi
1.6.2.0	Altyapı Gereksinimleri
1.6.3.0	Donanım Gereksinimleri

Çizelge A.2: BIM Uygulama Planı içindekiler bölüm 2 (Autodesk).

BÖLÜM 2	İÇİNDEKİLER (Proje BIM Uygulama Planı)
2.0.0.0	Genel Bilgiler
2.1.0.0	Projenin Başlatılması
2.1.0.0	Proje Bilgileri
2.1.1.0	İşbirliği Yapacak Ana Ekip
2.1.2.0	Projenin Amaçları ve Hedefleri
2.1.3.0	Ortak Proje Yönetimi Hazırlığı
2.1.4.0	Projenin Fazları/Kilometre Taşları
2.2.0.0	Modelleme Planı
2.2.1.0	Model Yöneticileri
2.2.2.0	Planlanan Modeller
2.2.3.0	Model Bileşenleri
2.2.3.0a	Dosya Adlandırma Yapısı
2.2.3.0b	Hassasiyet ve Boyutlandırma
2.2.3.1	Modellemede Nesne Özellikleri
2.2.3.2	Modellemede Detay Seviyesi (LOD)
2.2.3.3	Model Referans Koordinasyonu
2.2.3.4	Sistem Ölçü Birimi Kuralı
2.2.4.0	Sözleşmeye Göre Teslim Edilecek Dokümanlar
2.2.5.0	Detaylı Modelleme Planı
2.2.5.1	Kavramsal Tasarım
2.2.5.2	Kriter Tasarımı/Şematik Tasarım
2.2.5.3	Detaylı Tasarım/Tasarım Geliştirme
2.2.5.4	Uygulama/İmalat Dokümanları
2.2.5.5	Sözleşme Temsilcisi Koordinasyon Teklifi
2.2.5.6	İnşaat
2.2.5.7	Tesis Yönetimi
2.3.0.0	Analiz Planı

2.3.1.0	Analiz Modelleri
2.3.1.1	Malzeme Listesi (Quantity Takeoff) Analizleri
2.3.1.2	İnşaat İş Programı (Scheduling) Analizi
2.3.1.3	Çakışma Kontrolü Analizi
2.3.1.4	Görselleştirme Analizi
2.3.1.5	LEED Puanı/Enerji Analizi
2.3.1.6	Strüktürel Analiz
2.3.2.0	Detaylı Analiz Planı
2.3.2.1	Özel Talimatlar
2.4.0.0	Proje İşbirliği ve İletişim Planı
2.4.1.0	İletişim Planı
2.4.1.1	Mesajlaşma ve İletişim Protokolü
2.4.1.2	Toplantı Notları
2.4.1.3	Yazışmalar
2.4.2.0	İşbirliği Planı
2.4.2.1	Doküman Yönetimi
2.4.2.1a	Yetki ve Erişim
2.4.2.1b	Klasör Bakımı
2.4.2.1c	Klasör Bildirimleri
2.4.2.1d	Dosya Adlandırma Kuralı
2.4.2.1e	Tasarım İnceleme
2.4.2.2	Teklif Yönetimi
2.4.2.3	İnşaat Yönetimi
2.4.2.3a	Bilgi Talepleri (RFI)
2.4.2.3b	İbrazlar (Submittal)
2.4.2.3c	Günlük Raporlar
2.4.2.3d	Diğer İnşaat Yönetimi İş Süreçleri
2.4.2.4	Maliyet Yönetimi
2.4.2.4a	Bütçeleme
2.4.2.4b	Satın Alma
2.4.2.4c	Değişiklik Talebi Prosesi (Request for change orders) RCO
2.4.2.4d	Ödeme başvuruları
2.4.2.5	Projenin Bitirilmesi
2.4.2.5a	As-built Modeli
2.4.2.5b	Sistem Arşivi
2.5.0.0	Proje Teknoloji Planı
2.5.1.0	Yazılım Bileşeni Seçimi
2.5.1.1	Model Yaratma
2.5.1.2	Model Entegrasyonu
2.5.1.3	Çakışma Kontrolü/Aracı Model (Mediation)
2.5.1.4	Model Görselleştirme
2.5.1.5	Model Fazları (İnşaat İş Programı) 4D
2.5.1.6	Model Malzeme Listesi (Quantity Takeoff)
2.5.1.7	Ortak Proje Yönetimi
2.5.2.0	Sistem Gereklilikleri ve Yönetim
2.5.2.1	Model Yaratma, Çakışma Kontrolü, Görselleştirme, İnşaa Fazları
2.5.2.1a	IT Gereklilikleri

2.5.2.1b	Fon Kaynakları
2.5.2.1c	Verilerin Mülkiyeti
2.5.2.1d	Yönetim
2.5.2.1e	Kullanıcı Gereklilikleri
2.5.2.2	Ortak Proje Yönetimi
2.5.2.2a	Sistemin Sahibi
2.5.2.2b	IT Gereklilikleri
2.5.2.2c	Fon Kaynakları
2.5.2.2d	Verilerin Mülkiyeti
2.5.2.2e	Yönetim
2.5.2.2f	Kullanıcı Gereklilikleri
2.5.2.2g	Güvenlik Gereklilikleri

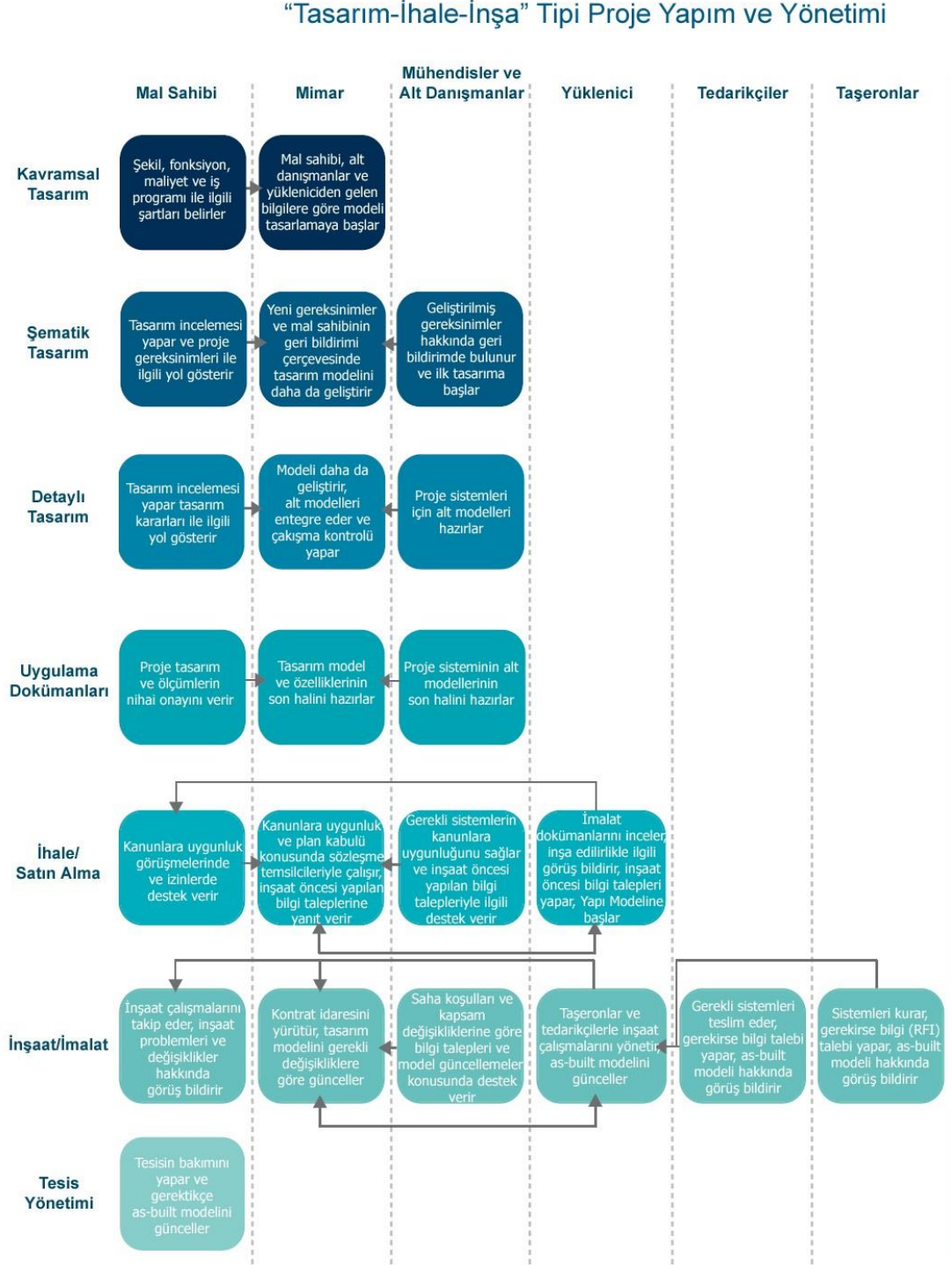


Çizelge A.3: Tümlleşik Proje Yönetimi

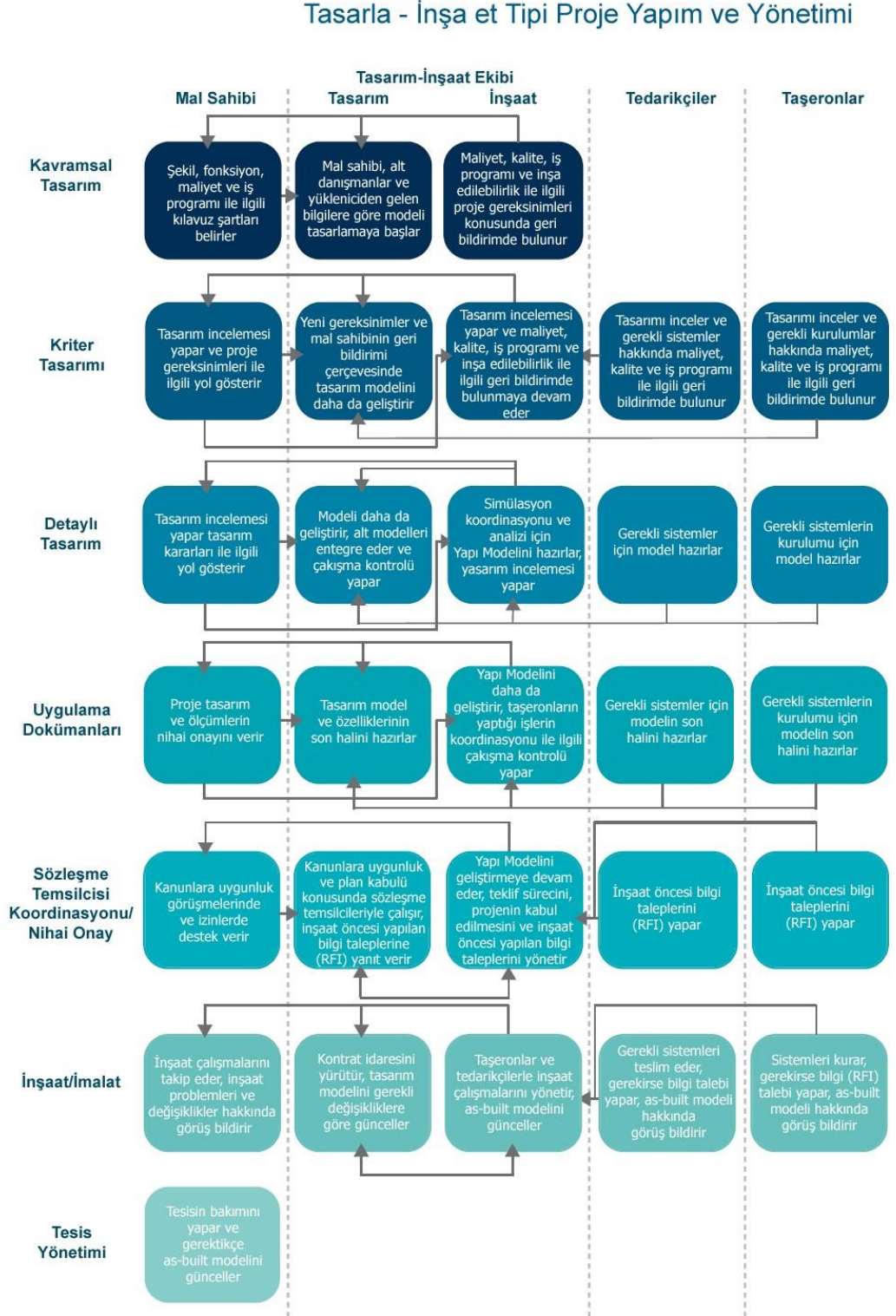
Tümlleşik Proje Yönetimi/Paylaşımı



Çizelge A.4: Tasarım-İhale-İnşa Proje Yapım ve Yönetimi



Çizelge A.5: Tasarım-İnşaat Tipi Proje Yapım ve Yönetimi



Çizelge A.6: Simulasyonlar (Autodesk).

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

Çizelge A.7: Dosya Adlandırma Kuralı (Autodesk).

Dosya Türü	Adlandırma Kuralı
<i>Gelişim Fotoğrafları</i>	<i>Yer, tire, Yazan Şirketin adının baş harfleri, tire, Açıklama (örneğin Çok Katlı Otopark – ABC – Başarılı)</i>

Çizelge A8.:Sözleşme eki dokümanlar (Autodesk).

Proje Sözleşme Dokümanlarının Parçası Kabul Edilen Modeller
Varsa bu bölümde listelenir



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Burcu Atay Tosun
Doğum Tarihi ve Yeri : 1984, Trabzon
E-posta : burcuatay@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2006, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

MESLEKİ DENEYİM:

- 2013 tarihinden itibaren HalkGYO'da yönetici mimar olarak çalışmaktadır.
- 2012-2013 Tekeli-Sisa Mimarlık Ortaklığında mimar çalıştı.
- 2009-2012 Divan Residece Bomonti projesinde tasarım ofisi yöneticisi olarak çalıştı.
- 2008-2009 Grup Şerifoğlu Mimarlıkta mimar olarak çalıştı.
- 2006- 2008 yılları arasında Hektaş İnşaat İdealistkent projesi tasarım ofisi mimarı olarak çalıştı.