

**BİM UYGULAMALARININ MEVZUAT VE YASAL ÇERÇEVESİ –
ULUSAL DEĞERLENDİRME**

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT YÖNETİMİ VE HUKUKU PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS DERESESİNE İLİŞKİN BELİRLENEN ŞARTLARIN
YERİNE GETİRİLMESİ AMACIYLA SUNULAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Muhammed Zübeyr Tel

Ağustos, 2021

BİM UYGULAMALARININ MEVZUAT VE YASAL ÇERÇEVESİ – ULUSAL
DEĞERLENDİRME

Muhammed Zübeyr TEL

19 Ağustos 2021

Jüri üyeleri olarak bu tezi okuduğumuzu ve ilgili programın yüksek lisans derecesi için yeterli kapsam ve kalitede olduğunu onaylıyoruz.

Prof. Dr. H. Attila DİKBAŞ

Prof. Dr. Ayşe Zeynep SÖZEN

Prof. Dr. Sema ERGÖNÜL

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır:

Prof. Dr. Yasemin Yüksel Durmaz

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İşbu belge ile bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, malzeme ve sonuçları alıntıldığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim.

İmza :

Adı Soyadı : MUHAMMED ZÜBEYR TEL

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince her kelimesinden fazlasıyla istifade ettiğim, benden desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, meslek hayatımda örnek aldığım saygıdeğer hocam, danışmanım Prof. Dr. H. Attila DİKBAŞ'a,

Lisans eğitimimin ilk gününden itibaren yanımda olan ve kariyer planlamamda yol gösteren saygıdeğer hocam Prof. Dr. Ayşe Zeynep SÖZEN'e,

Hayatıma kattığı her şey için minnettar olduğum, akademik tecrübesiyle bana ışık tutan saygıdeğer hocam, babam Prof. Dr. Ahmet Zafer TEL'e, desteğiyle her zaman yanımda olduğunu hissettiğim sevgili annem Emine Arzu TEL'e ve hayatıma kattıkları renk için kardeşlerim Mirza, Ahmet ve Kerem'e,

Yıllardır maddi manevi her zaman yanımda olan değerli meslektaşım, arkadaşım Burak GÜRTEKİN'e,

Bu çalışma boyunca yanımda olan ve özellikle tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 pandemisi sürecinde her türlü imkânı sağlayan değerli hocalarıma ve çalışma arkadaşlarıma,

Teşekkürü borç bilirim.

Muhammed Zübeyr TEL

Ağustos, 2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR	ix
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımı	2
1.2. Tezin Amacı.....	3
1.3. Tez Çalışmasının Kapsamı ve Sınırları	4
1.4. Tez Çalışmasının Metodolojisi	4
2. TEORİK KISIM.....	5
2.1. Literatür Taraması.....	5
2.1.1. Terimler ve kavramlar	5
2.1.1.1. Yapı Bilgi Modelleme (Building Information Modelling - BIM).....	5
2.1.1.2. BIM Olgunluk Seviyeleri	7
2.1.1.3. Temel Endüstri Sınıfları (Industry Foundation Classes – IFC).....	9
2.1.1.4. BIM Gelişim Seviyeleri (Level of Development - LOD)	9
2.1.1.5. Bütünleşik Proje Teslimi (Integrated Project Delivery - IPD)	11
2.1.2. Araştırma Kurumları ve BIM Çalışmaları	14
2.1.2.1. BuildingSMART	18
2.1.2.2. AIA (The American Institute of Architects)	19
2.1.2.3. Amerika- Ulusal Yapı Bilimleri Enstitüsü (National Institute of Building Sciences- NIBS).....	19
2.1.2.4. Birleşik Krallık- Ulusal Yapı Spesifikasyonu (National Building Specification – NBS)	20
2.1.2.5. İngiliz Mimarlar Kraliyet Enstitüsü (Royal Institute of British Architects -RIBA).....	20
2.1.2.6. Norveç- Statsbygg	21
2.1.3. İnşaat Sözleşmelerinde BIM	22
2.1.3.1. İş Birliği.....	23
2.1.3.2. Telif Hakları	24
2.1.3.3. Tedarik Yönetimi ve Satın Alma.....	25
2.1.3.4. İşletme Yönetimi	26
2.1.4. Yasal Çerçeve ve BIM.....	27
2.1.4.1. Yasal Sorumluluk ve Karşılıklı Güven.....	28
2.1.4.2. Tasarım Sorumluluğu	29
2.1.4.3. Verilerin Güvenliği ve Sorumluluğu	29
2.1.4.4. BIM ve Altyapı Gereksinimi	29
2.1.5. Genel Değerlendirme	30
3. DENEYSEL KISIM	31
3.1. Uluslararası Ölçekte BIM Uygulamalarının Yasal Çerçevesi	31
3.1.1. Ülke Uygulamaları.....	31
3.1.1.1. Amerika	32
3.1.1.2. Birleşik Krallık (U.K.).....	34
3.1.1.3. Finlandiya	36
3.1.1.4. Singapur.....	37

3.1.1.5.	Norveç	38
3.1.1.6.	Avustralya.....	39
3.1.2.	Yasal Düzenlemeler ve Regülasyonlar	41
3.1.3.	Genel Değerlendirme	44
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	48
4.1.	Türkiyede Mevcut Durum	48
4.1.1.	Kamu Kurum- Kuruluşlarında BIM ve Uygulamaları.....	48
4.1.1.1.	İstanbul Havalimanı Projesi (İstanbul Grand Airport- İGA).....	50
4.1.1.2.	Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi	52
4.2.	Özel Sektörde BIM	53
4.3.	Eğitimde BIM	56
4.4.	Sivil Toplum Kuruluşlarında BIM.....	59
4.5.	Mevcut Durumun Genel Değerlendirmesi.....	60
5.	DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER.....	62
5.1.	Türkiye İçin Değerlendirme.....	62
5.2.	Kamu Sektörü Değerlendirmesi ve Öneriler	63
5.3.	Özel Sektör Değerlendirmesi ve Öneriler.....	65
5.4.	Eğitim Sektörü Değerlendirmesi ve Öneriler	67
5.5.	Genel Değerlendirme	69
6.	SONUÇ VE GELECEKTEKİ ÇALIŞMALAR.....	71
KAYNAKÇA	74	
EK A	83	
ÖZ GEÇMİŞ.....	84	

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1: BIM ve geleneksel yöntemler arasındaki fark [3].....	6
Şekil 2.2: BIM Olgunluk Seviyeleri [28].	8
Şekil 2.3: Temel Endüstri Sınıflarının çalışması [29].	9
Şekil 2.4: Yapı elemanı üzerinde BIM detay seviyelerinin şematik gösterimi [38].	11
Şekil 2.5: Bütünleşik Proje Teslimi (Integrated Project Delivery- IPD) Süreci [43].	12
Şekil 2.6: Bütünleşik Proje Yönetimi Paylaşımı [37].	14
Şekil 2.7: Evrensel ölçekte BIM araştırma kurumları [45].	15
Şekil 2.8: Avrupa’da standart geliştirme aşamaları [48].	16
Şekil 2.9: Amerika, Birleşik Krallık ve Avrupa’da geliştirilen bazı standart ve protokoller.....	16
Şekil 2.10: BuildingSMART logosu [53].....	18
Şekil 2.11: NIBS Organizasyon Şeması [56].	19
Şekil 2.12: Statsbygg organizasyon şeması [61].	21
Şekil 2.13: Yasal sorunların sınıflandırılması [74].	27
Şekil 3.1: Dünya’da BIM olgunluk seviyeleri [90].	32
Şekil 3.2: Amerika’da yayınlamış olan standart ve protokoller.....	34
Şekil 3.3: Birleşik Krallık’ta yayınlanmış olan standartlar	36
Şekil 3.4: BIM’in önündeki ana engeller ile ilişkisi [115].	45
Şekil 4.1: İstanbul Havalimanı Sorumluluk Paylaşımı [123].	52
Şekil 4.2: Okmeydanı eğitim ve araştırma hastanesi [124].	53
Şekil 4.3: BIM farkındalık seviyesi ile kurum büyüklüğü arasındaki ilişki [126].	54
Şekil 4.4: Temel BIM kavramlarının şirketlerdeki farkındalık düzeyi [126].	55
Şekil 5.1: Kamu sektörü için öneri kırımım	65
Şekil 5.2: Özel Sektör için öneri kırımım.....	66
Şekil 5.3: Eğitim sektörü için öneri kırımım	68

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1: Dünya’da yayınlanmış olan bazı standartlar [51].	17
Çizelge 2.2: Sözleşme türleri ve BIM [27].	22
Çizelge 3.1: Birleşik Krallık’ta yayınlanmış olan bazı standartlar.	35
Çizelge 3.2: Kıta ölçeğinde BIM olgunluk seviyeleri [113].	41
Çizelge 3.3: Dünya’da BIM’e yönelik yapılan yasal düzenleme ve regülasyonlar	42
Çizelge 3.4: Dünyada kurumların BIM rolü	43
Çizelge 3.5: BIM adaptasyonuna yönelik engellerin sınıflandırılması [114].	44
Çizelge 3.6: BIM uygulamasında karşılaşılan sorunlar [74].	46
Çizelge 4.1: İstanbul Havalimanı Projesinin teknik özellikleri [123].	51
Çizelge 4.2: Türkiye’deki ilk 10 üniversitenin lisans programlarında BIM dersleri	56
Çizelge 4.3: İstanbul Medipol Üniversitesi Mimarlık Programındaki BIM ile ilgili dersler.....	57



KISALTMALAR

BIM	:Building Information Modeling
YBM	:Yapı Bilgi Modellenmesi
2D	:2 Dimensional (2 Boyutlu)
3D	:3 Dimensional (3 Boyutlu)
RUCAPS	:Riyadh University Computer Aided Production System
CIOB	:Chartered Institute of Building (Yeminli Yapı Enstitüsü)
GSA	:General Services of Administration (Genel Hizmetler İdaresi)
PBS	:Public Buildings Service (Kamu Binaları Hizmetleri)
CAD	:Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
NBS	:National Building Standards (Ulusal Yapı Standartları)
IFC	:Industry Foundation Classes (Temel Endüstri Sınıfları)
LOD	:Level of Development (Gelişim Seviyeleri)
AIA	:American Institute of Architects (Amerikan Mimarlar Enstitüsü)
MEP	:Mechanical, Electrical and Plumbing (Mekanik Elektrik ve Tesisat)
IAI	:Industry Alliance for Interoperability (Birlikte Çalışabilirlik Endüstrisi)
AEC	:Architecture, Engineering and Construction (Mimarlık, mühendislik ve İnşaat)
IPD	:Integrated Project Delivery (Bütünleşik Proje Teslimi)
NIBS	:National Institute of Building Sciences (Ulusal Yapı Bilimleri Enstitüsü)
FIC	:Facilty Information Council (Tesis Bilgi Konseyi)
RIBA	:Royal Institute of British Architects (Kraliyet İngiliz Mimarlar Enstitüsü)
NEC	:New Engineering Contracts (Yeni Mühendislik Sözleşmesi)
JCT	:Joint Contracts Tribunal (Ortak Sözleşmeler Mahkemesi)
FIDIC	:Fédération Internationale des Ingénieurs Conseils (Uluslararası Müşavir Mühendisler Federasyonu)
CPC	:Complex Projects Contract (Karmaşık Projeler Sözleşmesi)
PPC	:Project Partnering Contract (Proje Ortaklığı Sözleşmesi)
CIC	:Construction Industry Council (İnşaat Sanayi Meclisi)
ROI	:Return on Investment (Yatırım getirisi)
CORENE	:Construction and Real Estate Network (İnşaat ve Emlak Ağı)
T	
LACCD	:Los Angeles Community College District (Los Angeles Toplu Kolej Bölgesi)
AGC	:Associated General Contractors (Genel Müteahhitler Birliği)
BCA	:Building and Construction Authority (Yapı ve İnşaat Kurumu)
EKAP	:Elektronik Kamu Alımları Platformu
İGA	:İstanbul Grand Airport (İstanbul Havalimanı)
BSI	:British Standards Institutes (İngiliz Standartlar Enstitüsü)
CPIC	:Construction Project Information Committee (İnşaat Proje Bilgilendirme Komitesi)
BEIIC	:Built Environment Industry Innovation Council (Yapılı Çevre Endüstrisi İnovasyon Konseyi)
NASA	:National Aeronautics and Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi)
GSL	:Government Soft Landings (Hükümet Yumuşak İniş Programı)

CDBB :Centre for Digital Built Britain (Dijital İnşa Edilmiş Britanya Merkezi)
AMCA :Air Conditioning & Mechanical Contractors Association of Australia



BİM UYGULAMALARININ MEVZUAT VE YASAL ÇERÇEVESİ- ULUSAL DEĞERLENDİRME

ÖZET

Muhammed Zübeyr Tel

İnşaat Yönetimi ve Hukuku, Yüksek Lisans

Tez Danışmanı: Prof. Dr. H. Attila DİKBAŞ

Ağustos, 2021

Antik çağlardan beri mimarlık, mühendislik ve inşaat her zaman insan yaşamının vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte daha nitelikli tesis tasarımı ve üretimine ihtiyaç duyulmaktadır. Zaman içinde teknoloji; çeşitli alanlarda olduğu gibi mimarlık, mühendislik ve inşaat sektöründe karşılaşılan birçok engeli aşmak için farklı alternatiflere ihtiyaç duymuştur. BIM (Building Information Modeling- Yapı Bilgi Modellemesi), bu teknolojik gelişmeler arasında önemi zamanla giderek artan yeniliklerden biri olarak kabul edilmektedir. BIM sayesinde küresel ölçekte inşaat sektöründeki verim düşmesinin önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

Son yıllarda inşaat sektörünün verimliliğinin, diğer sektörlerle göre düştüğü ve bu durumun maliyetleri artırdığı tespit edilmiştir. Artan maliyetlerin yanı sıra projede yaşanan gecikmeler ve artan iş yükü gibi sorunlarla da karşılaşmaktadır. Son yıllarda BIM, disiplinler arası bilgi paylaşımında ortaya çıkan ve hızla gelişen kavramlardan biri haline gelmiştir. Bu kavramsal çerçeveden dolayı telif hakları, sorumluluk paylaşımı gibi çeşitli hukuki problemler de ortaya çıkmaya başlamıştır. Endüstri paydaşları bu problemleri inşaat sözleşmelerinde BIM'e yönelik düzenlemeler yaparak ortadan kaldırmaya çalışmışlardır.

BİM'in yalnızca inşaat endüstrisindeki iş yapış şekillerine yönelik bir değişim olmadığı aynı zamanda bir kültür değişimi de olduğu görülmektedir. Bu kapsamda BIM; farklı disiplinleri ve proje paydaşlarını bir araya getirerek, tasarım süreci, yapım planlaması, proje koordinasyonu ve işletme sürecinin yönetimine yeni bir yaklaşım getirmiştir. Ülkeler, inşaat endüstrilerine BIM entegrasyonunu sağlamak amacıyla çeşitli yasal düzenlemeler ve regülasyonlar yapmışlardır. Türk inşaat sektörü, Türkiye'nin en büyük endüstrilerinden biridir ve ekonomik büyüme için önemli bir itici güçtür. Ancak inşaat endüstrisinde kullanılan inşaat uygulamaları ve teknolojileri, verimliliği olumsuz etkileyebilecek geleneksel yöntem ve teknolojilerle devam etmektedir. Ayrıca BIM tabanlı tasarım ve yapım yöntemleri Türk inşaat endüstrisinde yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bu nedenle, bu zorluğun üstesinden gelinmesi için uygulanabilir bir stratejik yol haritası geliştirmek gerekmektedir. Bu yol haritasının uygulanabilir nitelikte olması için Türk inşaat endüstrisinin mevcut analizinin yapılması gerekmektedir. Yapılan analiz doğrultusunda BIM'in, endüstrinin farklı katmanlarına birbirini destekleyecek şekilde entegre edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma, inşaat endüstrisindeki dijital dönüşümün sosyal ve teknolojik yönlerinin, iş modelinin kamu sektörü, özel sektör ve eğitim sektörüne entegrasyonunu ve sürdürülebilirliğini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu çalışma için gerekli bilgiler, Türk

inşaat sektörüne uygulanabilirliğini kontrol etmek amacıyla Türk inşaat sektöründeki uzmanlarla yapılan görüşmeler doğrultusunda elde edilmiştir. Yapılan görüşmelerin, Türkiye'nin BIM uygulama planının oluşturulmasında önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir. Son olarak bu çalışma, farkındalığı artırmaya yönelik faaliyetleri, BIM standartlarının ve protokollerinin geliştirilmesini, eğitim sistemini ve profesyoneller arasında bilgi paylaşımına yönelik süreçleri içermektedir. Bu araştırmanın ulusal BIM uygulamasına yönelik oluşturulacak stratejik yol haritalarına ışık tutması amaçlanmaktadır.



Anahtar sözcükler: BIM, Yasal Sorunlar, Türk İnşaat Endüstrisi

LEGISLATION AND LEGAL FRAMEWORK BIM IMPLEMENTATION- NATIONAL ASSESSMENT

ABSTRACT

Muhammed Zübeyr Tel

MSc in Construction Management and Law

Advisor: Prof. Dr. H. Attila Dikbaş

August, 2021

Architecture, engineering and construction have always been an essential part of human life since ancient times. With the rapid increase in the world population, there is a need for more qualified facility design and production. As in various fields, architecture field needs different alternatives to overcome many obstacles encountered in the engineering and construction fields. Keeping up with technological developments is the best and easy option about managing the problems in the field of architecture. BIM (Building Information Modeling) is accepted as one of the innovations, the importance of which is increasing over time among these technological developments. Thanks to BIM, it is thought that the decrease in efficiency in the construction sector on a global scale can be prevented.

In recent years; according to conducted researches in the construction sector, it has been determined that the efficiency of the construction field has decreased compared to other fields and this situation has increased the costs. In addition to increasing costs, problems such as delays in the project and increased workload are also encountered. Therefore, BIM has become one of the emerging and rapidly developing concepts in interdisciplinary knowledge sharing. Due to this conceptual framework, various legal problems such as copyrights and responsibility sharing have begun to emerge. Companies have tried to eliminate these problems by making arrangements for BIM in their construction contracts.

BIM is not just a change in the way of doing business in the construction industry, it is also a culture change. In this context, BIM; by bringing together different disciplines and project stakeholders, it has brought a new approach to the management of the design process, construction planning, project coordination and operation process. Countries have made various legal regulations and regulations in order to integrate BIM into the construction industries. The Turkish construction industry is one of Turkey's largest industries and is an important industry for economic growth. However, construction practices and technologies have been used in the construction industry continue with traditional methods and technologies that can negatively affect productivity. In addition, BIM-based design and construction methods are not widely used in the Turkish construction industry. Therefore, it is necessary to develop a viable strategic roadmap to overcome this challenge. In order for this roadmap to be applicable, the current analysis of the Turkish construction industry needs to be done. In line with the analysis, it should be integrated into different layers of the industry in a way that supports each other.

This work; It aims to examine the social and technological aspects of digital transformation in the construction industry, the integration and sustainability of the business model into the public, private and education sectors. The necessary information for this study was obtained through interviews with experts in the Turkish construction industry in order to check its applicability to the Turkish construction industry. It will play an important role in the creation of Turkey's BIM implementation plan. Finally, this study includes activities to raise awareness, development of BIM standards and protocols, education system and processes for knowledge sharing among professionals. In this context, some BIM incentive units are needed for the systematic implementation of the implementation plan. It is aimed that this research will shed light on the strategic roadmaps to be created for the national BIM implementation.

Keywords: BIM, Legal Issues, Turkish Construction Industry

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

İnşaat sektöründe uzun yıllardır önemli değişimler ve gelişmeler gözlenmiştir. Bu değişimin ana sebebinin zamanla gelişen teknoloji olduğu düşünülmektedir. Mimarlık, mühendislik, inşaat ve diğer birçok yapı sektörü için söz konusu değişim olumlu veya olumsuz anlamda ortaya çıkmıştır [1], [2]. Özellikle proje boyutlarının geçmiş yıllara göre yüksek oranda büyümesi inşaat projelerinin daha karmaşık bir hal almasına sebep olmuştur. Bunların bir sonucu olarak inşaat üretim sistemlerinde ve proje teslim sistemlerinde çeşitli gereksinimler ortaya çıkmaya başlamıştır. BIM (Building Information Modeling) – YBM (Yapı Bilgi Modelleme) bu ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilmiş bir sistemdir. BIM, kaynakları inşaat proje yönetimi perspektifinden analiz ederken her yıl önemli ölçüde büyüyen, hem akademik hem de özel sektör kapsamında önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. BIM, dünya çapında bir kavram olarak kabul edildiğinden bu tezde YBM yerine BIM olarak kullanılacaktır. BIM; uyumluluk, birlikte çalışabilirlik ve disiplinler arası işbirliğinin teşvik edilmesi gibi özellikleriyle inşaat sektöründeki en önemli gelişmelerden birisi olarak kabul edilmektedir [3]. BIM, 2D çizimlerin aktif olarak kullanıldığı geleneksel inşaat ve tasarım yöntemlerinin çok ötesinde sektörün kültürünü temelden değiştirecek bir süreçler bütünü olarak tanımlanmaktadır. BIM aslında bir inşaat projesinde yer alan çeşitli meslek gruplarının ortak bir dil kullanmalarını sağlayarak, tek bir model üzerinden farklı parametrelerle proje kapsamındaki verilerin işlenebildiği bir teknolojik gelişme olarak yorumlanabilmektedir. BIM süreçleri, binalar veya tesisler hakkında bilgi paylaşımını kolaylaştırarak tasarımdan yıkıma kadar yaşam döngüsü boyunca karar vermek için sağlam bir temel sağlamaktadır [3], [4]. BIM, inşaat sektörünün faydalarını ve zararlarını henüz yapı inşa edilmeden bir araya getirebilen entegre bir bilgi teknolojisi kaynağıdır. Bu sistemin inşaat sektöründeki geleneksel yöntemlere yabancı olmasına rağmen kültürel devrim açısından oldukça

önemli olduğu düşünülmektedir [2], [5]. BIM'deki yasal problemlerin tüm bu sisteme ve değişime göre uyarlanması önemli bir gerekliliktir. Problemlerden birinin, BIM'den olumlu sonuçlar elde etmek için sözleşme kalıplarına duyulan ihtiyaç olduğu düşünülmektedir [5]. Mevcut kanunlar, yönetmelikler ve model sözleşmeler entegre proje yönetim sistemine yönelik hükümler içermemektedir [3], [4].

Elektronik bilgilerin yasal bir statüsünün olmaması ve elektronik olarak arşivlenmesine yönelik bir yaptırım olmaması nedeniyle BIM, inşaat proje sözleşmeleri için çeşitli riskler oluşmasına sebep olmuştur [4]. BIM, uygulanma amacını ve projeye nasıl faydalar sağlayacağını açıklayarak, uygulanabilir bir sözleşme dokümantasyon yaklaşımı oluşturması gerekmektedir [5], [6]. BIM; politikalar, standartlar ve yasal düzenlemeler gibi yapıların tasarımı, inşası, dokümantasyon, görselleştirme ve raporlama için bilgi işlem yazılımı ve süreçleri içermektedir [7]. Bu sayede, bina inşa edilmeden önce sanal bir ortamda görselleştirilmesine, ilerleyen süreçte inşaat süreçlerini planlanmasına ve potansiyel tasarım, inşaat veya işletim sorunlarını belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Bu faydalar, genel olarak inşaat mühendisliği uygulamalarına, özellikle yapı mühendisliği dâhil olmak üzere tüm ilgili disiplinlere değer kattığı düşünülmektedir [8], [9].

1.1. Problemin Tanımı

Uluslararası ölçekte BIM'in kullanımı oldukça yüksek olmasına karşın Türkiye'de henüz başlangıç seviyelerindedir. Özellikle küresel ölçekli projelerin ihale süreçlerinde BIM talep edilmesi Türk inşaat şirketlerinin rekabet edebilmesi için bir gereklilik olmaya başlamıştır. Bu yüzden BIM'e geçiş ve yatırım yapan şirket sayısında gözle görülür bir artış olmuştur.

Türk inşaat sektörü için BIM sadece bir yöntem değişikliği değil, aynı zamanda kültürel bir değişim olarak görülmektedir. BIM; uzun yıllardır Türk inşaat sektörünün çalışma yöntemlerinden farklı olup, tüm proje paydaşları arasında ortak çalışma ve işbirliği anlayışına dayanmaktadır. Bu nedenle BIM'i ilk kez deneyimleyen inşaat endüstrisi paydaşlarının, BIM sürecine ilişkin belirli bir öngörüye sahip olmaları gerekmektedir. Paydaşlar arasında gerekli altyapı ve bilgi paylaşım sistemlerini kurarak BIM'i kavram olarak tanıma ve BIM'in kullanımını tanımlama gibi birçok önemli adımı gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Bu süreçlerde dünya kılavuzları veya standartları kullanarak projenin doğasına uygun bazı yeni iş akışlarının belirlenmesi gerekmektedir.

BIM'in yasal çerçevesi ile ilgili özellikle son yıllarda yoğun bir bilgi üretimi olmuştur. Tüm bunların belirli bir kalıpta incelenerek sınıflandırılmasına ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

BIM kavramının inşaat sektörüne getirdiği yenilikçi yapım ve yönetim anlayışının doğru kurgulanması gerekmektedir. BIM süreçlerinin en verimli şekilde sonuçlandırılabilmesi için kamu, özel sektör, eğitim ve sivil toplum kuruluşlarının ortak hareket etmesi gerekmektedir. Bu kapsamda ulusal ölçekte bir yol haritası eksikliği bulunmaktadır. Ulusal ölçekte BIM adaptasyonuna yönelik hazırlanacak yol haritası için mevcut durumun doğru analiz edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda yapılacak değerlendirmeler ile Türk inşaat sektörünün BIM uygulamalarına yönelik yapılacak çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

1.2. Tezin Amacı

Literatürde çeşitli ülkelere ait BIM ile ilgili referans niteliğinde birçok yardımcı doküman bulunmaktadır. Bu dokümanların bir kısmında genel itibariyle temel konulardan bahsedilmekte ve alt başlıklarda BIM adaptasyonuna yönelik nasıl bir yol izlenmesi gerektiğine dair süreçlerden bahsedilmemektedir. Bir kısmı ise spesifik olarak bir konudan bahsetmektedir.

Bu tezin amacı ulusal BIM standartlarının, özel sektördeki BIM farkındalığının, BIM eğitiminin ve kamusal girişimlerin geliştirilmesine katkıda bulunarak Türk inşaat sektörünün BIM adaptasyonuna yönelik ulusal bir değerlendirme yapmaktır. Bu kapsamda yapılan çalışmanın hedefleri:

- BIM ile ilgili temel kavramların literatürde taranması ve Dünya'nın çeşitli ülkelerinde kurulmuş olan sivil toplum kuruluşlarının BIM ile ilgili yaptığı çalışmaların incelenmesi,
- BIM'in dünyanın çeşitli ülkelerinde yasal çerçeve ve inşaat sözleşmeleri ölçeğinde incelenerek bu kapsamda karşılaşılan hukuki sorunların analiz edilmesi,
- İnşaat endüstrisi uzmanlarıyla yapılan görüşmeler ışığında mevcut durumun analiz edilerek ulusal bir değerlendirme yapılması.

Bu kapsamda yapılan çalışmayla Türkiye'de ulusal ölçekte BIM'e adaptasyon için izlenebilecek en verimli yolun oluşturulmasına katkı sağlamak amaçlanmaktadır.

1.3. Tez Çalışmasının Kapsamı ve Sınırları

Bu çalışma Türkiye'nin ulusal ölçekte BIM'e geçişinde kılavuz olması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Dünyada BIM ile ilgili sivil toplum kuruluşlarının BIM'e geçişteki rolü incelenerek Türk inşaat sektörü için genel bir değerlendirme yapılmıştır. Özellikle yasal düzenlemeler konusunda derin literatür taraması yapılarak hukuki sorunlar ele alınmıştır. Dünyadaki çeşitli ülkelerin BIM'i benimseme stratejileri ve bu bağlamda yapılan regülasyonlar incelenmiştir. Bu ülkeler BIM entegrasyonunda ön plana çıkan ülkelerden seçilmiştir.

BIM adaptasyonuna yönelik değerlendirme yapılabilmesi amacıyla kamu sektörü, özel sektör ve eğitim sektöründen uzmanlarla görüşmeler yapılmıştır. Yapılan görüşmelerle Türk inşaat sektörünün mevcut durumu analiz edilmiştir. Uzmanlar BIM ile ilgili çalışma yapmış olmak veya BIM kullanılan bir projede görev yapmış olmak gibi kriterler doğrultusunda seçilmiştir. Yapılan analiz doğrultusunda ulusal BIM adaptasyonuna yönelik çeşitli önerilerde bulunulmuş ve genel bir değerlendirme yapılmıştır.

1.4. Tez Çalışmasının Metodolojisi

Çalışma kapsamında derin bir literatür taraması yapılmıştır. BIM adaptasyonuna yönelik kapsamlı bir değerlendirme yapılabilmesi için öncelikli olarak literatürdeki yasal düzenlemeler incelenmiştir. Bu kapsamda dünyada çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından yayınlanmış olan standart ve protokollerin ana başlıkları ve içerikleri detaylı olarak ele alınmıştır. Literatür taramasından elde edilen bulgular doğrultusunda BIM'in yasal çerçevesi ve uygulamasında karşılaşılan problemler birlikte ele alınmıştır.

Ülkelerin ulusal ölçekte BIM entegrasyonuna yönelik yapmış oldukları çalışmalar incelenmiştir. Daha sonra Türkiye'deki kamu sektörü, özel sektör, sivil toplum kuruluşları ve eğitim sektörü uzmanlarıyla birebir görüşmeler gerçekleştirilerek mevcut durum analiz edilmiştir. Yapılan analiz doğrultusunda Türkiye'de BIM adaptasyonunu sağlamaya yönelik kamu sektörüne, özel sektöre ve eğitim sektörüne yönelik değerlendirmeler yapılmıştır.

BÖLÜM 2

2. TEORİK KISIM

2.1. Literatür Taraması

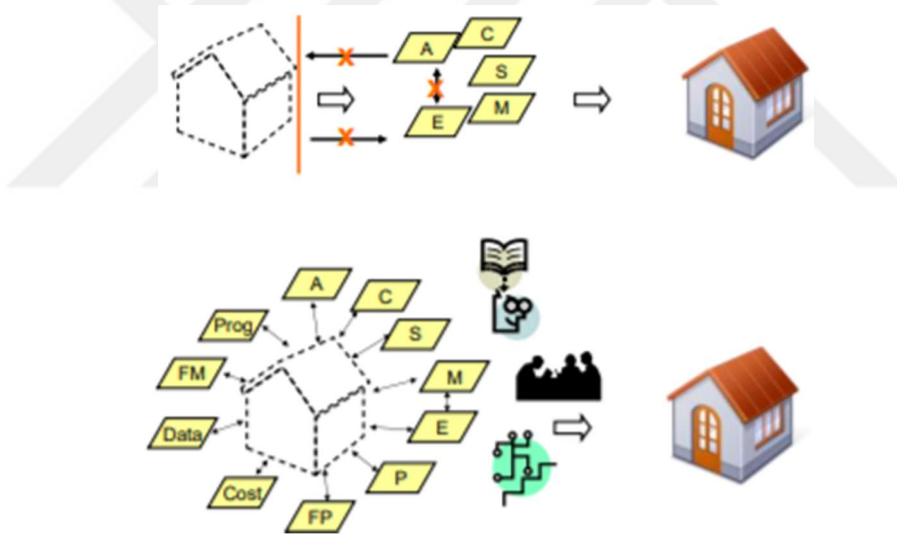
2.1.1. Terimler ve kavramlar

Bu bölümde, tezin amacı niteliğinde olan değerlendirmelerin altyapısını oluşturan temel kavramlardan bahsedilmiştir. Kavramsal olarak BIM'in ortaya çıkış süreci, inşaat sektörüne getirdiği yenilikler ve bu kapsamda BIM ile birlikte gelişen kavramlar ele alınmıştır.

2.1.1.1. Yapı Bilgi Modelleme (Building Information Modelling - BIM)

Building Modelling – Yapı Modellemesi teriminin ilk kullanımı, bugün "Yapı Bilgi Modellemesi (BIM)" anlamında, Robert Aish tarafından 1986 tarihinde yayınlanan bir makalenin başlığında, ardından RUCAPS (Riyadh University Computer Aided Production System- Riyad Üniversitesi Bilgisayar Destekli Üretim Sistemi)'in yapımcıları olan GMW Bilgisayarları Şirketi ile ortaya çıkmıştır [10]. BIM, bilgi teknolojileri ve yazılımlar sayesinde; yapıların daha etkin tasarım, yapım ve yönetimine olanak sağlayan entegre çalışma yöntemi olarak tanımlanmaktadır [11]. Bu çalışma yöntemi sayesinde kalite, maliyet ve zaman ilişkisinin daha verimli kullanıldığı düşünülmektedir. Tasarımcılar ve müşterilerden üreticilere kadar inşaat endüstrisindeki tüm paydaşların daha verimli sonuç elde edebilmesi için yapım sürecine erken dâhil olması gerekmektedir. Autodesk, BIM'i akıllı bir üç boyutlu modelin ortaya çıkarılmasıyla başlayan bir süreç olarak tanımlamakta bu nedenle, tüm paydaşlar arasında iletişim ve işbirliğini sürdürerek projenin tüm aşamalarında verimliliği artırmak için etkili bir yaklaşım olarak kabul etmektedir [12].

Mevcut durumda BIM, en kapsamlı ifadeyle proje yönetimi biçimine yeni bir yaklaşım olarak düşünülmektedir. Bu, tüm katılımcıların projenin tüm boyutlarını dijital ortamda simüle etmelerini ve tek bir model üzerinden veri paylaşmalarını sağlamaktadır. BIM, projenin tasarımından inşaatına ve işletimine kadar düzenli ve güvenilir bilgilere dayanan bütünleşik bir süreçtir [13]. Dünyadaki inşaat endüstrisi paydaşları, dijital dönüşüm ve bilgi teknolojisinin zamanla gelişmesiyle BIM adaptasyonunu teşvik etmektedir. İnşaat endüstrisinin bu paydaşları sektörün verimliliğini artırmayı, teknoloji altyapısını iyileştirmeyi ve yaşam döngüsü boyunca maliyetleri düşürerek ürün kalitesini iyileştiren daha sürdürülebilir binalar geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu kapsamda BIM'in geleneksel inşaat süreçleriyle arasındaki temel farkın entegre çalışma sistemi olduğu düşünülmektedir. İnşaat endüstrisinde BIM; geleneksel yöntemlerle 2D olarak yapılan proje çizimlerinden, dijital olarak tasarıma geçişten sonra, en yaygın ve hızlı gelişen koordinasyon aracı olmuştur. **Şekil 2.1**'de Azhar ve diğ. [3] tarafından inşaat sürecindeki geleneksel yöntem ve BIM süreci arasındaki fark şematize edilmiştir.



Şekil 2.1: BIM ve geleneksel yöntemler arasındaki fark [3].

Çizimler, proje detayları, teslim süreçleri, teknik şartname ve diğer şartnameler gibi yapım belgeleri kolaylıkla birbiriyle ilişkilendirilebildiği gibi binanın yaşam döngüsünü göstermek için de kullanılabilir [14]. BIM'in sadece bir yazılımdan ibaret olmadığını, aynı zamanda projenin fizibilite aşamasından tesis yönetimine kadar süreç yönetimini içerdiği düşünülmektedir. Geleneksel iki boyutlu proje teslim yöntemiyle karşılaştırıldığında BIM; daha hızlı ve etkin bir şekilde aktarılabilen, tümü ya da istenilen kısmı kolaylıkla çıkarılabilen sayısal bilgi dokümanı olarak tanımlanmaktadır [15]. Bununla birlikte;

çeşitli proje paydaşları arasındaki - tasarım, yönetim, tedarik gibi- iletişimi sağlamak için kullanılmaktadır [16]. Bu bağlamda değerlendirildiğinde BIM, inşaatın parçalı doğasına uygun bir süreçler bütünü olarak tanımlanabilmektedir.

BIM'in, binaların ve altyapının fiziksel ve işlevsel özelliklerini gösteren dijital bir model olduğu düşünülmektedir [17]. Yeminli Yapı Enstitüsü (Chartered Institute of Building - CIOB), BIM'in temel amacını bina tasarımı, inşaatı ve işletimi sırasında istenilen zamanda bilgi oluşturma, paylaşma ve karar verme sürecini iyileştirme olanağı olarak tanımlamaktadır [18]. İnşaat endüstrisindeki paradigmalardaki bu yeni değişiklikler, akademik tartışmalarda (araştırma) ve endüstride (pratikte) zamanla daha popüler hal aldığı görülmektedir [19]. Bu kapsamda BIM'in inşaat endüstrisindeki geleneksel kavramlara yeni bir bakış açısı getirdiği düşünülmektedir.

BIM, akıllı bir 3D modelin oluşturulmasıyla başlayan ve proje yaşam döngüsü boyunca - planlama, tasarım, inşaat, işletme ve bakım- belge yönetimi, koordinasyon ve simülasyona olanak sağlayan bir süreç olarak tanımlanmaktadır [20]. Model tamamlandığında yapı ile ilgili tüm veri; yapım, fabrikasyon ve satın alma gibi süreçlere gerçekten bina yapılmış gibi altlık niteliğinde olmaktadır [10]. Oluşan bu dijital altlık sayesinde henüz yapım aşamasına geçmeden yapıya dair çeşitli çıkarımlar yapılabilmektedir. Özellikle yapılan çakışma kontrolleri ile karşılaşılabilecek sorunların en aza indirildiği düşünülmektedir. Amerika Genel Hizmetler İdaresi (General Service of Administration - GSA, 2007)'ne göre ise BIM, sanal yapıların oluşturulması için sayısal bir platformdur [21]. BIM, aynı zamanda bir altyapı projesinin tüm unsurlarının elektronik nesne tabanlı veri kullanılarak; tasarlama, yapım veya işletme sürecinin de dâhil edildiği bir sistem olarak tanımlanmaktadır.

2.1.1.2. BIM Olgunluk Seviyeleri

"Olgunluk seviyeleri" terimi, BIM modelinin kalite seviyesini ifade etmektedir. Genel olarak, olgunluk seviyesi düşükten yükseğe değişkenlik göstermektedir [22], [23]:

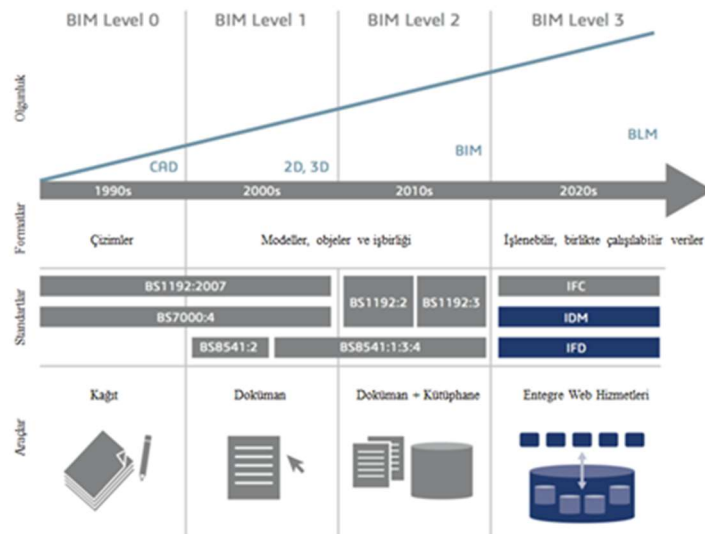
- (i) Modelde hedeflenen performans ile gerçek sonuçlar arasındaki daha az varyasyondan kaynaklanan gelişmiş kontrol,
- (ii) Hedeflenen maliyet, zaman ve performansın öngörülebilirliği,
- (iii) Belirlenmiş hedeflere ulaşma ve yeni hedefler belirlemede daha verimli etkililik.

Seviye 0: Etkili bir şekilde işbirliği olmadığı anlamına gelmektedir. 2 boyutlu CAD (Computer Aided Design- Bilgisayar Destekli Tasarım) çizimi, temel olarak üretim bilgileri için kullanılmaktadır [24]. Çıktı ve veri paylaşımı, kağıt veya elektronik baskılar veya her ikisinin karışımı yoluyla yapılmaktadır. NBS (National Building Specification- Ulusal Yapı Standartları) Ulusal BIM Raporu 2017'ye göre inşaat endüstrisinin çoğunluğunun şimdiden bu aşamanın çok ilerisinde olduğu düşünülmektedir [25].

Seviye 1: 2D ve 3D - CAD üzerine kurulur, ancak yalnızca görselleştirme amacıyla kullanılan veriler oluşturmaktadır. Bu modellerin, proje ekibinin diğer üeleriyle paylaşılacak faydalı veriler oluşturmadığı belirtilmektedir [26].

Seviye 2: Her ekip üyesi tarafından hazırlanan bilgileri, veri paylaşımı ve alışverişi için erişilebilen tek bir ortak veri ortamında birleştirerek daha işbirlikçi çalışmaya doğru bir geçişi içermektedir. Proje ekibinin her üyesinin üç boyutlu modelleri, bir birleşik model oluşturulması yoluyla analiz, kontrol, koordinasyon ve entegrasyon için ortak bir dosya formatı aracılığıyla kurulmaktadır. Bu sayede model, IFC (Industry Foundation Classes - Temel Endüstri Sınıfları) uluslararası standardı gibi ortak bir dosya formatına aktarılabilir.

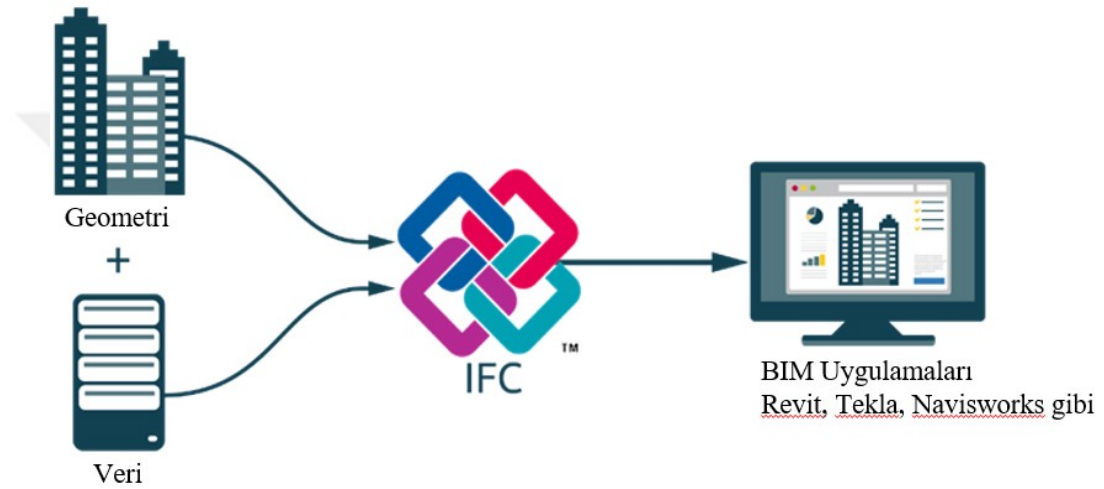
Seviye 3: Seviye 3, proje ekibi üeleri tarafından tam işbirliğini ifade etmektedir. Tüm proje ekibi üeleri tarafından merkez olarak kabul edilen bir ortak veri ortamı içinde herhangi bir zamanda erişmek, kullanmak ve değiştirmek için tutulan tek bir BIM modelinin kullanılmasını öngörmektedir [27].



Şekil 2.2: BIM Olgunluk Seviyeleri [28].

2.1.1.3. Temel Endüstri Sınıfları (Industry Foundation Classes – IFC)

İnşaat sektörünün dijitalleşmesine yönelik karşılaşılan en büyük problemlerden birinin proje içerisinde değişen verilerin kullanımını düzenlemek olduğunu düşünülmektedir. Eastman ve diğ. [10], sıklıkla değişen proje verilerini girdi veya çıktı olarak kullanmayı, BIM kullanıcılarının üstesinden gelmesi gereken en önemli sorunlardan biri olarak kabul etmektedir. IFC, buildingSMART tarafından dünya çapında BIM kullanıcılarına ortak bir dil kullanmaları için geliştirilmiştir. Tek bir yazılıma bağlı kalmadan dijital modeller oluşturabilmek için IFC formatında dosyalar oluşturulması öngörülmüştür.



Şekil 2.3: Temel Endüstri Sınıflarının çalışması [29].

IFC, veri akışında ortak bir dosyalama formatı kullanarak farklı yazılımlar arasındaki bilgi alış verişinde köprü görevi gördüğü düşünülmektedir. BuildingSMART International (bSI)'ın 1995 yılında kurulmasıyla birlikte geliştirilen Temel Endüstri Sınıfları standardı, 2013 yılı itibariyle Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO-International Organisation for Standardization) statüsünde bir standart olarak kabul edilmektedir.

IFC, alanlar arasında aynı anlamsal anlayışı sağlayan paylaşılabilir bir veri şemasını temsil etmektedir. Disiplinler arası işbirliğini, verimliliği, üretkenliği, teslimat süresini, maliyeti ve kaliteyi geliştirmek için ortak bir dil tanımlamayı amaçlamaktadır [30], [31].

2.1.1.4. BIM Gelişim Seviyeleri (Level of Development - LOD)

LOD (Gelişim seviyeleri- Level of Development), modellerdeki öğelerin özellikleriyle ilgili BIM kullanıcıları arasındaki iletişimin kalitesini iyileştirmeyi amaçlayan bir referans aracı olarak tanımlanmaktadır [32]. LOD kavramı, 2005 yılında Vico ve Weber

tarafından, bir model seviyesini tanımlama ve olası uygulama biçimine yönelik çıktı alınabilmesi için geliştirilmiştir [33]. Zaman içerisinde dünya genelinde çeşitli versiyonları üretilmiştir [34]. LOD, BIM kullanılarak geliştirilen projelerde karşılaşılan bazı temel sorunlara çözüm sağlamak için geliştirilmiş bir tanım olarak düşünülmektedir. LOD, projenin içeriğine bağlı olarak BIM modelinin hangi seviyede oluşturulduğunu belirtmek için modele o numaranın eklenerek belirtilmesine yönelik geliştirilmiştir. Temel LOD tanımları ve standartlaştırılmış sorumluluk matrisini içeren en son yayınlanan form Bilgi Modeli Protokol Formu'dur [35]. Diğer form, tasarımcıların farklı yapı elemanlarını [36] açıklamaya çalışan gelişim seviyesi spesifikasyonudur. Ayrıca bu formlar geliştirilirken, Amerikan Mimarlar Enstitüsü (The American Institute of Architects- AIA) tarafından "G202-2013 Building Information Modeling Protocol Form" için geliştirilen temel LOD tanımlamalarından yararlanılmaktadır [37].

LOD aynı zamanda, BIM tabanlı projelerde taraflar arasındaki veri akışında ortaya çıkan sorunlara çözüm olma niteliği taşımaktadır. Süreç içerisinde aynı modelin farklı detay seviyelerine ihtiyaç duyulabilmektedir. BIMForum'da, LOD Şartname aracılığıyla model elemanlarının daha kesin tanımlamalarla kullanılabilmesi, proje tarafları arasındaki iletişimsizlik riskini en aza indireceğini belirtmiştir [32]. Bu sayede ortak bir dil kullanılacağı ve gereksiz veri akışını engelleyeceği düşünülmektedir.

Temel LOD seviyeleri şu şekilde sınıflandırılmıştır:

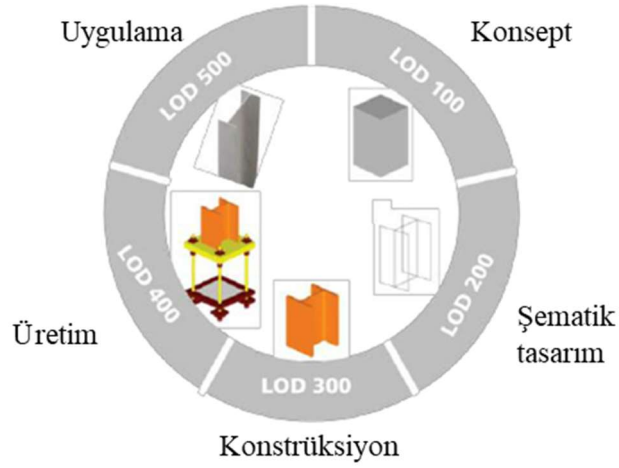
LOD 100: Model öğeleri, modelde bir sembol veya başka bir genel temsil ile grafik olarak gösterilebilmektedir; ancak LOD200 için gereksinimleri karşılamamaktadır.

LOD 200: Model öğesi; modelde grafiksel olarak genel bir sistem, nesne veya montaj olarak yaklaşık miktarları, boyutu, şekli, konumu ve yönü ile temsil edilmektedir.

LOD 300: Model öğesi; belirli bir sistem, nesne veya miktar, boyut, şekil, konum ve yönelim açısından ortaya çıktıkça modelde grafiksel olarak temsil edilmektedir.

LOD 400: Model öğesi; modelde detaylandırma, üretim, montaj ve kurulum bilgileriyle miktar, boyut, şekil, konum ve yön açısından doğru olan belirli bir sistem, nesne veya montaj olarak grafiksel olarak temsil edilmektedir.

LOD 500: Model Öğesi; boyut, şekil, konum, miktar ve yön açısından doğruluğu sahada doğrulanmış bir temsil olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 2.4: Yapı elemanı üzerinde BIM detay seviyelerinin şematik gösterimi [38].

LOD, kimi zaman gelişim seviyelerinden farklı olarak detay seviyeleri (level of details) olarak da düşünülmektedir. Örneğin gelişim seviyeleri, proje ekip üyeleri arasında modeli kullanırken ne derece modele güvenebilecekleri ile ilgili iken detay seviyesi model elemanın içerdiği detayın yoğunluğunu göstermektedir [39]. Bu bağlamda detay seviyesi bir elemanın girdisi olarak yorumlanabilirken; gelişim seviyesi çıktının güvenilirliği olarak düşünülebilmektedir.

Minimum LOD seviyelerinin, LOD standardında tanımlanmış olmasına rağmen pratikte kullanılmayacakları görülmektedir. Günümüzde BIM kullanılarak gerçekleştirilen hemen hemen tüm proje aşamaları, LOD tarafından tanımlanan en üst detay seviyesi olan LOD 400 veya 500'e göre modellenmektedir. Bu nedenle, LOD'un diğer ayrıntı düzeylerinin pek bir anlam ifade etmediği düşünülmektedir. LOD, BIM'in ilk zamanlarında tanımlanmış bir kavram olarak kalacağı ve gelecekte her proje yöneticisinin/BIM uzmanının ilgili projeler için benzersiz bir tanım hazırlaması nedeniyle önemini yitireceği düşünülmektedir [37]. Özellikle gelişen teknolojik altyapı ile birlikte LOD'un zamanla daha geleneksel bir kavrama dönüşeceği düşünülmektedir.

2.1.1.5. Bütünleşik Proje Teslimi (Integrated Project Delivery - IPD)

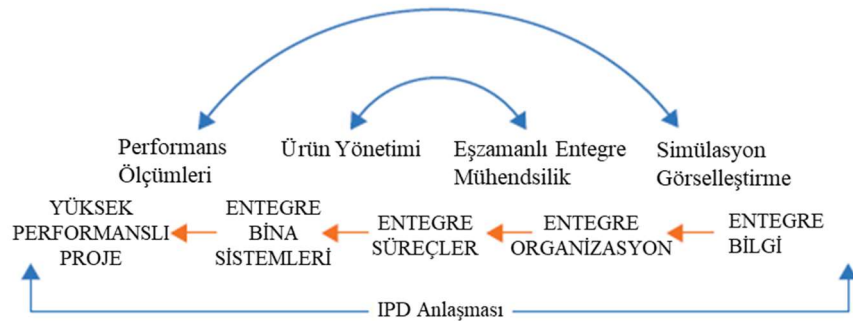
1993 yılında, Amerika Birleşik Devletleri inşaat endüstrisindeki bazı büyük şirketler, sektöre modern bilgi teknolojisi getirmenin yollarını aramaya başlamıştır. Bu grup, 1994 yazının başlarında Birlikte Çalışabilirlik Endüstrisi Birliği (Industry Alliance for Interoperability- IAI) 'yi kurmuş ve Haziran 1995'te Atlanta, Georgia'daki AEC Systems Show'da CAD ve simülasyon aracı arasında birlikte çalışabilirlik sistemini tanımlamıştır

[26]. IAI, zaman içerisinde herhangi bir üyenin katılımına açık bir kamu kuruluşu haline gelerek resmi olarak Mayıs 1996'da küresel bir organizasyon haline gelmiştir [40]. Bu sayede çalışmalarına evrensel ölçekte devam etmektedir.

IAI, eylem odaklı ve kâr amacı gütmeyen bir organizasyondur. Misyonu, proje yaşam döngüsü boyunca tüm disiplinler ve teknik uygulamalarda dünya çapında inşaat endüstrisi paydaşları ile proje bilgi paylaşımının temeli olan Temel Endüstri Sınıfları (IFC) için spesifikasyonları tanımlamak, yayınlamak ve teşvik etmektir. BIM, zaman zaman Bütünleşik Proje Teslimi (IPD) ile karıştırılmaktadır [41].

AIA 2007'ye göre: "Bütünleşik Proje Teslimi (IPD); tasarım, imalat ve inşaatın tüm safhalarında gereksiz girdileri azaltmak ve verimliliği optimize etmek için tüm katılımcıların yeteneklerini ve anlayışlarını işbirliği içinde kullanan bir sürece insanları, sistemleri, iş yapılarını ve uygulamaları entegre eden bir proje teslim yaklaşımıdır." [42]. Bu tanımın geniş kapsamlı olması, IPD'yi diğer işbirliği yöntemlerinden ayırmayı zorlaştırdığı düşünülmektedir. AIA California Konseyi, IPD tanımını ek olarak beş spesifik unsura ihtiyaç duyarak daraltmıştır [43]:

- Erken tasarımdan projenin tamamlanmasına kadar müteahhitin, tasarımcıların ve inşaatçıların sürekli katılımı,
- Proje sonuçlarına bağlı olarak risk altında olan finansal kazanç dâhil olmak üzere, paylaşılan risk / ödül ile uyumlu çıkarlar,
- Müteahhit, tasarımcılar ve inşaatçılar tarafından ortak proje kontrolü,
- Çok taraflı bir anlaşma veya birbirine bağlı eşit anlaşmalar,
- Müteahhit, tasarımcılar ve inşaatçılar arasındaki sorumluluk paylaşımı.



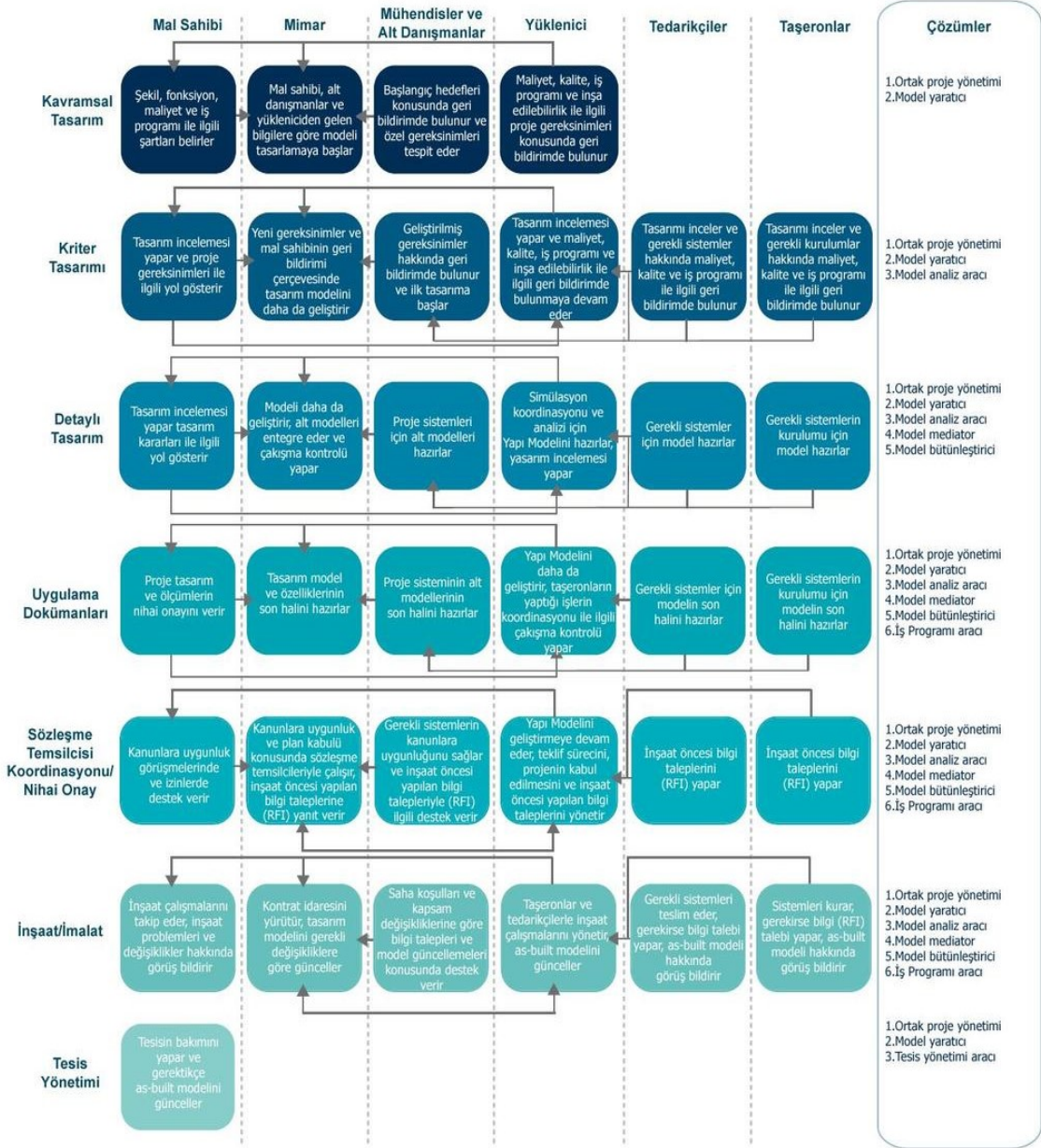
Şekil 2.5: Bütünleşik Proje Teslimi (Integrated Project Delivery- IPD) Süreci [43].

IPD, yüksek performanslı bir projenin -inşa edilebilir, kullanılabilir ve sürdürülebilir olan- en verimli sonuçlara ulaşması için gerekli olan sorumluluk paylaşımının

yapılmasına olanak sağlamaktadır. Sorumluluk paylaşımından sonra bir bütün olarak ele alarak yeniden birleştirilmesine olanak sağlayan bir süreç olarak tanımlanmaktadır. **Şekil 2.5**'te gösterilen IPD için basit çerçeve, yüksek performanslı bir proje için temel gereklilikleri grafiksel olarak [43] temsil etmektedir.

IPD'nin öngördüğü ilkeler çeşitli sözleşme çeşitlerine uygulanabilmektedir. Proje ekipleri genellikle inşaatın parçalı doğası gereği birçok sektör paydaşını içermektedir. Entegre yapım sistemleri kullanılan bir projede, tasarımın ilk evresinden inşaatın son evresine kadar proje sahibi, mimar / mühendis ve nihai olarak projenin inşasından sorumlu olan paydaşlar arasında işbirliği bulunmaktadır [42]. Yapılan bir araştırmaya göre [44] inşaat endüstrisi paydaşlarının % 84'ü IPD'nin farkında olmasına rağmen sadece % 40'ı IPD'nin sistemini bilmekte ve sadece % 13'ünün IPD'yi uygulamakta olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, IPD'nin birçok potansiyel faydası olmasına rağmen hâlâ inşaat sektöründe yeterli ölçüde benimsenmemiş ve IPD sayesinde ortaya çıkması beklenen değer, uygulamacılar ve profesyoneller için hâlâ belirsizliğini korumaktadır.

Genel olarak, IPD **Şekil 2.6**'da süreç diyagramından da görülebileceği gibi; işverenler, mimarlar, mühendisler, danışmanlar, müteahhitler, taşeronlar ve tedarikçiler gibi birçok paydaş projede sorumluluk üstlenmektedir. Tüm süreçlerde, ekibin ilgili alt birimlerinin sürece sözleşme kapsamında katılımı beklenmektedir. Tasarım, hesaplama, analiz ve koordinasyon, IPD yöntemine uygun tek bir model üzerinden gerçekleştirilmektedir.

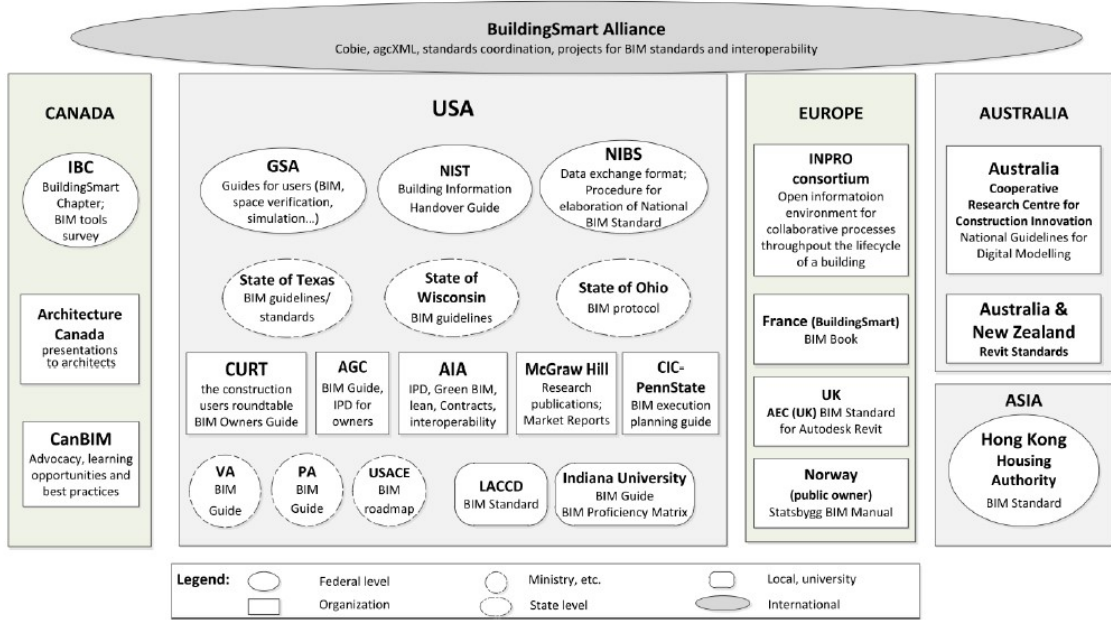


Şekil 2.6: Bütünleşik Proje Yönetimi Paylaşımı [37].

2.1.2. Araştırma Kurumları ve BIM Çalışmaları

Dünyada birçok ülkenin yükseköğretim kurumları, hem lisans hem de lisansüstü düzeyde mimarlık, mühendislik ve inşaat programlarının müfredatına BIM'i entegre etmektedir. Avustralya, Şili, Çin, Finlandiya, Norveç, İsveç, Birleşik Krallık ve Amerika gibi ülkelerde, BIM entegrasyonuna yönelik birçok kuruluş olduğu bilinmektedir. Birçok mesleki eğitim kurumu da özel sektör bazında farklı boyutlarda BIM eğitimi vermektedir. Bu kapsamda Şekil 2.7'de de gösterildiği gibi bir projede BIM'in nasıl uygulanması gerektiğine dair çeşitli kılavuzlar ve protokoller mevcuttur [45]. Tüm bu gelişmelerin yanı

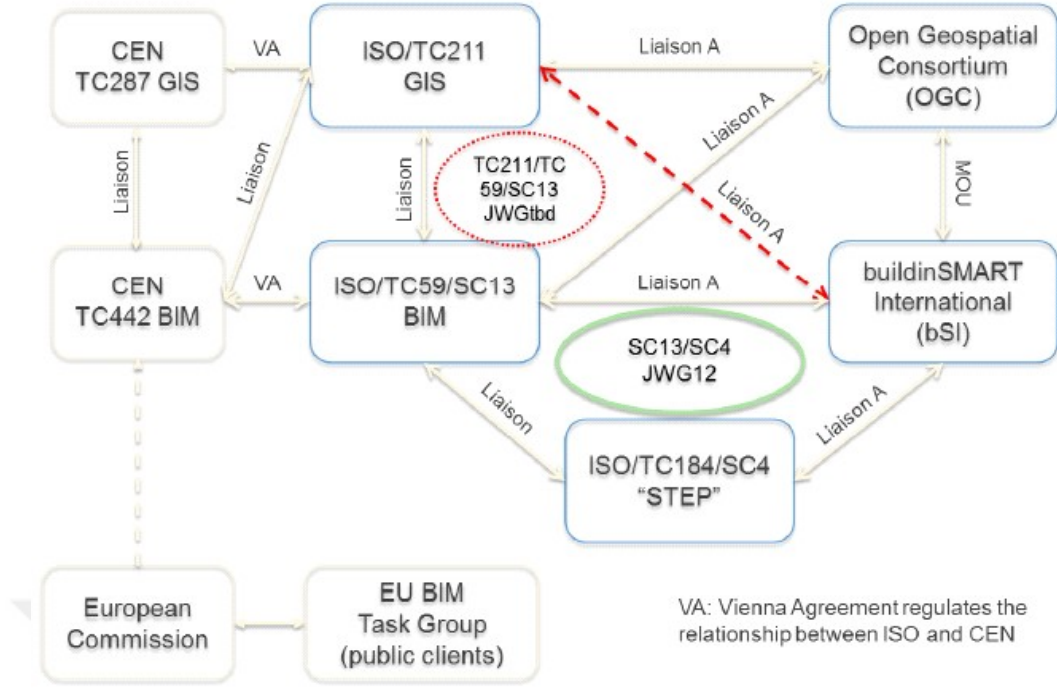
sıra eğitim kurumlarında farklı programların disiplinler arası bir anlayışı benimseyen BIM eğitim modelinin olmayışı BIM eğitiminin ilerlemesine önemli bir engel olarak görülmektedir [46]. Bu engelin aşılmasına yönelik atılacak adımlardan birinin de BIM ile alakalı çalışma yapan çeşitli sivil toplum kuruluşlarının, sektör paydaşlarının farkındalık düzeyini artırması olduğu düşünülmektedir. Bu kuruluşların, inşaat endüstrisindeki farkındalık düzeyini artırması ile BIM'e ulusal ölçekte geçişin daha kolay olacağı beklenmektedir.



Şekil 2.7: Evrensel ölçekte BIM araştırma kurumları [45].

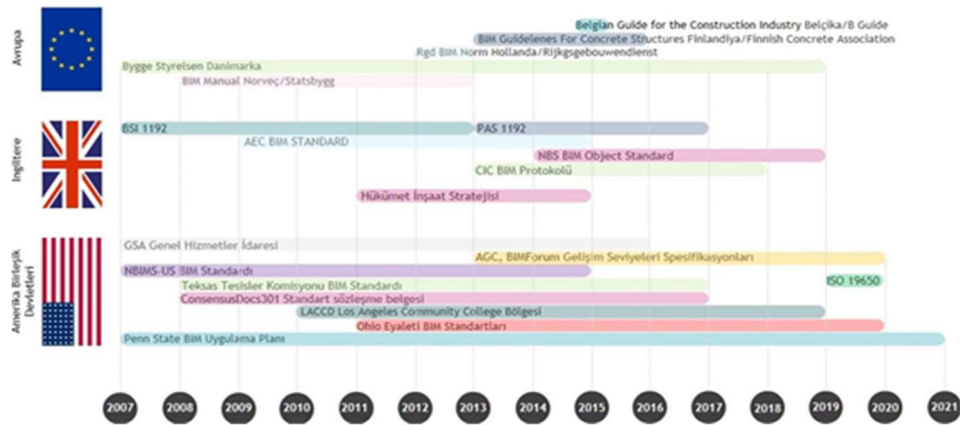
Azhar ve diğ. [3], BIM süreçlerinin uygulanabilir olması için referans niteliğinde çeşitli standart ve dokümanlar olması gerektiğini belirtmiştir. BIM uygulamasının bir inşaat projesinde en üst düzeyde verimle uygulanabilmesi için çeşitli standart ve prosedürlere ihtiyaç duyulmaktadır [47]. Dolayısıyla birçok ülkenin inşaat sektörüne BIM'i entegre etmesinde, farklı kurumlar tarafından yayınlanan standartların etkili olduğu görülmektedir.

Birleşik Krallık ve Amerika başta olmak üzere birçok ülkede araştırma kurumları; ulusal veya uluslararası düzeyde standartlar yayınlamaya devam etmektedir. Özellikle Avrupa'da standart oluşturmaya yönelik çalışmaların zaman gerektiren bir süreç olduğu görülmektedir. Bu kapsamda Avrupa'da standart geliştirme aşamaları Şekil 2.8'de gösterilmiştir.



Şekil 2.8: Avrupa’da standart geliştirme aşamaları [48].

Araştırma kurumları tarafından geliştirilen çeşitli standartlar ve kılavuzlar özel sektör paydaşlarının BIM entegrasyonuna yönelik strateji geliştirmelerine olanak sağlamaktadır. Örneğin Mc-Graw Hill’in dünyanın çeşitli ülkelerindeki inşaat profesyonelleri ile yaptığı anketlerde küresel ölçekte BIM adaptasyon seviyesi analiz edilmiştir [49]. 2011 yılından itibaren Birleşik Krallık’ta her sene yayınlanmakta olan Ulusal Bina Spesikasyonu (NBS - National Building Specification) özellikle Birleşik Krallık’ın BIM adaptasyonuna yönelik izlediği politikalara dair çıkarım yapılmasına olanak sağlamaktadır. **Şekil 2.9’** da çeşitli araştırma kurumları tarafından yayınlan standartlar ve protokoller gösterilmiştir.



Şekil 2.9: Amerika, Birleşik Krallık ve Avrupa’da geliştirilen bazı standart ve protokoller.

BIM standartları veya yönergeleri genellikle bir ülkenin BIM politikasının bir bileşeni veya sonucu olarak kabul edilmektedir. İzlendi politikalar genellikle kamu sektörüne yönelik olsa da, BIM standartlarının ve kılavuzlarının geliştirilmesi özel sektör tarafından da başlatılabilmektedir. BIM'in bir ülkede etkin bir şekilde uygulanabilmesi için kamu sektörü ve özel sektör işbirliğine uygun bir ortam oluşturması gerektiği düşünülmektedir [50].

BuildingSMART'tan seçilen birtakım standart ve protokollerin ilk ve son versiyonları **Çizelge 2.1**'de gösterilmiştir. Bu çizelgede bazı kuruluşların yayınladıkları standartları birkaç güncellemeden sonra güncelleme yapmadıkları, bazılarının ise oluşturdukları standartlar ve el kitaplarını zaman içerisinde güncelleyerek geliştirdikleri görülmektedir.

Çizelge 2.1: Dünya'da yayınlanmış olan bazı standartlar [51].

Ülke	Tip	İsim	Giriş	Son güncelleme	Versiyon
Amerika	Ulusal	Penn State - BIM Project Execution Planning Guide	2007	2021	v3.0
Amerika	Ulusal	GSA BIM Series 07		2016	1.0
Amerika	Tek Federal Ajans Yönergesi	GSA BIM Series 02		2015	v2.0
Amerika	Ulusal	GSA BIM Series 05		2015	v2.1
Amerika	Ulusal	NBIMS-US	2007	2015	v2.4
Amerika	Ulusal	Penn State - BIM Planning Guide for Facility Owners		2018	v2.2
Amerika	Ulusal	The Uses of BIM:Classifying and Selecting BIM Uses		2013	v0.9
Amerika	Ulusal	GSA BIM Series 08 - Facility Management	2011	2012	v1.0
Amerika	Diğer	ConsensusDocs301	2008	2017	-
Amerika	Ulusal	GSA BIM Series 03 - BIM Guide for 3D Imaging	2009	2009	1.0
Amerika	Ulusal	GSA BIM Series 04 - BIM Guide for 4D Phasing	2006	2009	1.0
Amerika	Ulusal	GSA BIM Series 01 - Overview	2007	2007	0.6

Amerika	Ulusal	GSA BIM Series 06 - Circulation And Security Validation	2007	-	-
Belçika	Ulusal	Building Information Modelling – Belgian Guide for the Construction Industry	2015	2015	1.0
Birleşik Krallık	Ulusal	LEVEL 2 - PAS	2013		
Birleşik Krallık	Ulusal	CIC - BIM Protocol	2013	2018	2nd Edition
Birleşik Krallık	Ulusal	NBS BIM Object Standard	2014	2019	
Almanya	Ulusal	BIM-Leitfaden für Deutschland		2013	v2.1
Kanada	Sivil Toplum Kuruluşu	CANBIM Protocol	2012	2014	v2.0

2.1.2.1. BuildingSMART

Şekil 2.7’de de görüldüğü gibi BIM ile ilgili çalışma yapan kurumlar arasında en kapsamlısı buildingSMART olarak tanımlanmaktadır. Daha önce IAI ismiyle kurulmuş olup sonrasında ismi buildingSMART olarak değiştirilmiştir. BuildingSMART, inşaat sektöründe veri alışverişini sağlamak için kullanılan yazılımların ortak bir veri tabanı üzerinden iletişimini sağlamayı amaçlayan uluslararası bir kuruluştur. Bu iletişimin sağlanabilmesi için tarafsız ve açık bir şartname olarak nitelendirilen Temel Endüstri Sınıfları (IFC) geliştirilmiştir [52].

Bu organizasyonun asıl amacı inşaat sektörünün paydaşları arasında ortak bir dil kullanımını sağlamaktır. Dünya çapında Türkiye de dâhil olmak üzere birçok ülkede faaliyet göstermektedir.



Şekil 2.10: BuildingSMART logosu [53].

buildingSMART, inşaat endüstrisinin dijital dönüşümünü teşvik etmeye amaçlayan küresel bir endüstri birliği olarak tanımlanmaktadır. Aynı zamanda uluslararası standartlar ve çözümler geliştirip altyapı ve bina projelerinde verimi artırmayı hedefleyen, kâr amacı gütmeyen uluslararası bir organizasyondur [53]. BuildingSMART, misyonunu inşaat sektöründe özel ve kamusal alanlarda daha akıllı bilgi paylaşımını ve

açık uluslararası standartları kullanarak sürdürülebilir bir yapıyı çevreye katkıda bulunmak olarak ifade etmektedir.

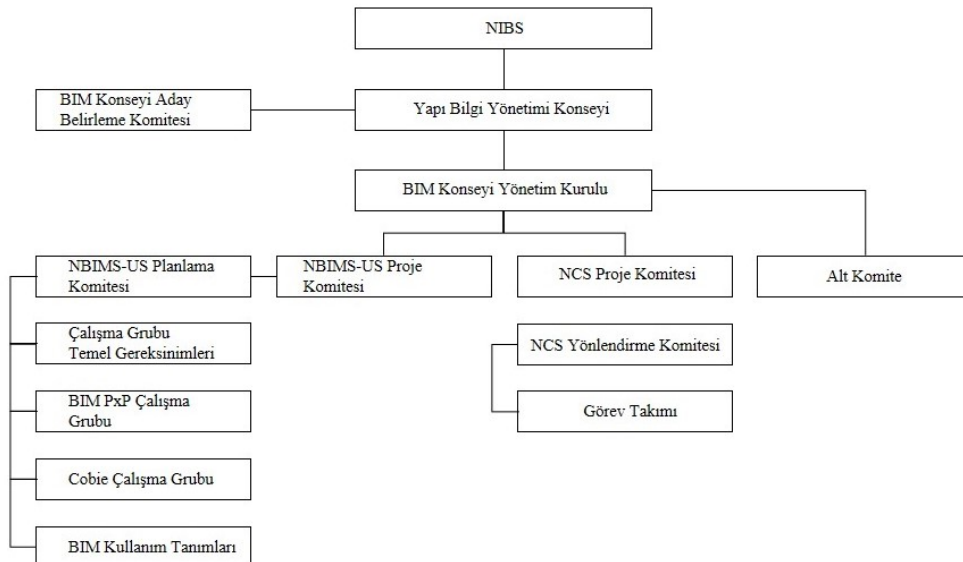
2.1.2.2. AIA (The American Institute of Architects)

Amerikan Mimarlar Enstitüsü (AIA), 1857 yılında 13 mimarın üyelerinin bilimsel ve pratik çalışmalarını tanıtmak ve mimarlık mesleğinin itibarını geliştirmek için New York'ta bir araya gelmesiyle kurulmuş profesyonel bir meslek odasıdır [54].

AIA 2007 yılında çıkardığı Bütünleşik Proje Teslimi 'Integrated Project Delivery – A Guide' dokümanı; birlikte çalışabilirlik ve BIM teknolojisinin birbirine entegrasyonu sayesinde, bina tasarımı, inşaatı ve işletimine yönelik bütünleşik bir yaklaşımın ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır [44]. Bu protokol, model geliştirme düzeyi ve model unsurları gibi temel konularda taraflar arasında bağlayıcı bir ilişki kurmaktadır [55].

2.1.2.3. Amerika- Ulusal Yapı Bilimleri Enstitüsü (National Institute of Building Sciences- NIBS)

Ulusal Yapı Bilimleri Enstitüsü; hükümet, meslek, endüstri ve tüketici temsilcilerini bir araya getiren kâr amacı gütmeyen bir sivil toplum kuruluşudur. 1974 tarihli Amerika Konut ve Toplum Geliştirme Yasası'nın Amerika Kongresi (NIBS) tarafından yetkilendirilmiştir [56]. Şekil 2.11'de NIBS organizasyon şeması gösterilmiştir.



Şekil 2.11: NIBS Organizasyon Şeması [56].

2021 yılı itibarıyla bünyesinde 160 katılımcı kuruluş, 9 komite ve çalışma grubu bulundurmaktadır. NBIMS-US Proje Komitesi (Ulusal BIM Standardı – Amerika

Birleşik Devletleri Proje Komitesi), BIM Konseyinin bir proje komitesidir. İlk olarak 2005 yılında Tesis Bilgi Konseyi (Facilty Information Council- FIC) olarak görevlendirilen NBIMS Komitesi, görevleri birleştirmek ve hizmetleri kolaylaştırmak için 2008 yılında bir katılım projesi olarak yeniden görevlendirilmiştir. 1992'den 2008'e kadar FIC'in misyonu; mimarlık, mühendislik ve inşaat ile tesis yönetimi için ortak ve açık standartları entegre bir yaşam döngüsü bilgi modelini teşvik ederek tesislerin tüm yaşam döngüleri boyunca performansını iyileştirmek olarak tanımlanmıştır. FIC, 2008'de kapatılmıştır; ancak çalışmalarına Alliance'ın bünyesinde devam etmektedir [57].

2.1.2.4. Birleşik Krallık- Ulusal Yapı Spesifikasyonu (National Building Specification – NBS)

Ulusal Yapı Spesifikasyonu (NBS- National Building Specification); mimarların, mühendislerin, tasarımcıların ve müteahhitlerin daha entegre çalışmalarını ve riskleri azaltmalarını sağlayan bulut tabanlı bir spesifikasyon sistemi oluşturmaktadır. NBS Birleşik Krallık'ta yer alan ve kâr amacı gütmeyen bir kuruluştur. NBS, yayınladığı yıllık raporlarda hem Birleşik Krallık çerçevesinde hem de evrensel ölçekte ülkelerin BIM seviyeleri hakkında bilgi vermektedir [58].

NBS; bir inşaat projesinin malzemelerini, standartlarını ve işçiliğini tanımlamak için mimarlar ve diğer inşaat profesyonelleri tarafından kullanılan Birleşik Krallık merkezli bir inşaat şartnamesi sistemi olarak tanımlanmaktadır. 1988'den beri NBS, iş bölümlerinin ortak düzenlemesi üzerine yapılandırılmıştır. 2012'de NBS, bina bilgi modellemesi için uygun bir dizi genel ve tescilli yapı elemanı içeren Ulusal BIM Kütüphanesi programını başlatmıştır [59]. 2018 yılına kadar NBS, RIBA Enterprises adındaki kuruluş aracılığıyla İngiliz Mimarlar Kraliyet Enstitüsü'ne (Royal Institue of British Architects- RIBA) aitti. 2019'da NBS, inşaat için tamamen çevrimiçi bir şartname platformu olan NBS Chorus'u piyasaya sürmüştür. 2020'de NBS, ürün bilgileri için tek bir kaynak oluşturan yepyeni bir araç olan NBS Source'u yayınlamıştır [58].

2.1.2.5. İngiliz Mimarlar Kraliyet Enstitüsü (Royal Institue of British Architects - RIBA)

RIBA Çalışma Planı, mimarların müşterileriyle birlikte projelerde kullanmaları için bir uygulama çerçevesi oluşturmak ve bir projenin farklı aşamalarına daha fazla netlik getirmek için 1963'te başlatılmıştır. Proje yaklaşımlarındaki değişen eğilimleri yansıtmak için yıllar içinde gelişerek endüstri çapında bir araç haline gelmiştir. RIBA, 2013 yılında

ilk iş planını geliştirmiştir. İnşaat sektöründeki tasarım sürecinin oluşturulmasında birincil rolü yansıtacak şekilde her türlü tedarik ile kullanıma uygun olacak şekilde düzenlenmiştir. İş planı, bir binanın kullanımını ve ömrünü yansıtmak için sekiz aşamada ele alınmıştır [60].

Dijital inovasyon, proje iş akışının birçok yönünü dönüştürmeye devam etmektedir. Geleneksel çalışma yöntemlerinde düzenleme yapmak yerine bir paradigma değişimine doğru ilerlemektedir. Bu değişiklikler, proje sürecinde tutarlı bir yaklaşım sürdürmenin zorluğunu artırmaya devam etmektedir.

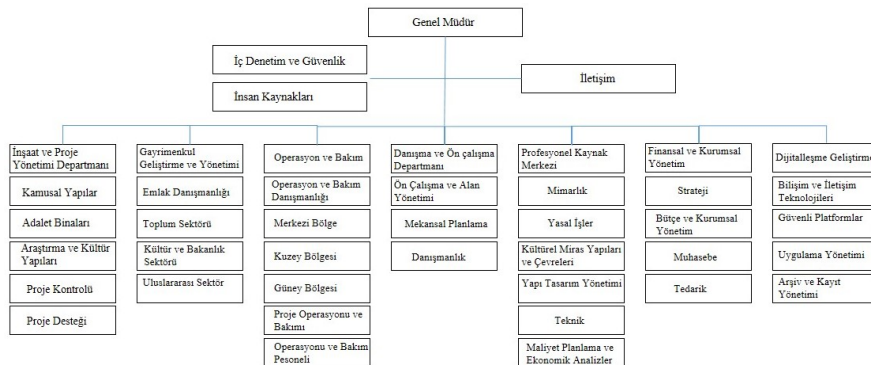
2.1.2.6. Norveç- Statsbygg

Statsbygg, üç modülden oluşan bir kamusal online yönetim sistemi olarak tanımlanmaktadır. Norveç inşaat endüstrisi ve buildingSMART- Norveç ile ortak bir çalışma platformuna sahiptir. Genel itibariyle yapılan çalışmaların temeli IFC standartlarına dayanmaktadır. Statsbygg, uluslararası düzeyde çalışmalarına devam etmektedir. Misyonunu kamu kurumlarına kalite standartları yüksek tesisler olarak belirlemiştir. Ayrıca özel sektörde bazı projelerde danışman olarak görev almaktadır [88].

Özellikle Norveç inşaat endüstrisine yönelik geliştirdiği stratejilerle sektöre yön verdiği düşünülmektedir. Bu kapsamda geliştirdiği bazı stratejiler [61]:

- 2021-2025 Stratejisi
- Çevre Stratejisi
- Sağlık, Güvenlik ve Çalışma Ortamları Stratejisi
- Bilgi Teknolojileri Stratejisi

Şekil 2.12’de Statsbygg’e ait organizasyon şeması sunulmuştur.



Şekil 2.12: Statsbygg organizasyon şeması [61].

2.1.3. İnşaat Sözleşmelerinde BIM

Proje taraflarının BIM'e geçerken karşılaştıkları en büyük sorunlardan biri, sözleşme stratejilerinin BIM teknolojisiyle olan uyumsuzluğudur [62]. BIM'in projelerde zaman içerisinde daha sık kullanılmasıyla, ortaya çıkabilecek sorunları ele almak için uygun şekilde sözleşme taslağı hazırlama gerekliliğinin ortaya çıktığı düşünülmektedir. Yeni Mühendislik Sözleşmesi (New Engineering Contract- NEC) ve Ortak Sözleşme Mahkemesi (Joint Contracts Tribunal- JCT), inşaat sektöründe en yaygın kullanılan sözleşmelerdir [63]. Ayrıca, CIC BIM Protokolü ile uygulama biçimini açıklayan NEC3 Sözleşmeleri, BIM'in nasıl kullanılacağından bahsederek NEC'i daha aktif ve benimsenebilir bir sözleşme biçimi olarak kabul etmiştir. Ayrıca JCT'de, BIM Protokolü ile uyumlu bazı öneri ve değişiklikler sunan Kamu Sektörü Eki de bulunmaktadır. Öte yandan, FIDIC (Uluslararası Müşavir Mühendisler Federasyonu- International Federation of Consulting Engineers), BIM konusunda şu ana kadar henüz bir çalışma yapmamıştır. Ancak, King's College London (2016) Yapı Hukuku ve Uyuşmazlık Çözümü Merkezi tarafından hazırlanan bir araştırma raporunda, sözleşmelerde BIM'den bahsetmenin yeterli olmadığı, BIM'den etkilenen aşağıdaki temel sorunların dikkate alınması gerektiği savunulmaktadır [27]:

- Son teslim tarihlerine ilişkin anlaşmalar ve tasarım verilerinin onaylanması,
- Telif hakları sözleşmesi,
- Sözleşme tarafları için sözleşme çerçevesinde belirtilen tedarik yönteminin faydaları,
- BIM Bilgi Yöneticisinin rolünün belirlenmesi.

BIM ile ana sözleşme türlerinin ilişkisini özetleyen tablo **Çizelge 2.2**'de AIA tipi de eklenerek gösterilmiştir [27].

Çizelge 2.2: Sözleşme türleri ve BIM [27].

	FIDIC 1999	JCT 2011	NEC 3	PPC2000	AIA 2007
Sözleşme bağlamında BIM hükümleri	Yok	Var 2011'de Kamu Sektörü Eki	Var, 2013 yılında "BIM ile NEC3 nasıl kullanılır?"	Var, 2013 yılında eklendi	Var
Tüm sözleşmelere CIC BIM Protokollerinin eklenmesi	Belirtilmemiş	Belirtilmeyen protokolleri ve JCT sözleşmelerini	Var, birtakım değişikliklerle	Yok	Yok

		öncelikli olarak ifade etmiştir.			
BIM çatışma algılamasını destekleyecek erken uyarı sistemi	Yok	Yok	Var	Var	Var
Ekip üyeleri arasında doğrudan karşılıklı fikri mülkiyet lisansları	Yok	Yok	Yok	Var	Var
Ana yüklenici ve taşeron/tedarikçilerin inşaat öncesi BIM katkılarını getirmek için erken yüklenici katılımı sağlanması	Yok	Var, ayrı inşaat sözleşmesi ile inşaat öncesi hizmet sözleşmesini kullanma	Var	Var, iki aşamalı olarak	Var
Belirli faaliyetler için kararlaştırılan karşılıklı süreler	Yok	Var, opsiyonel	Var	Var	Var, opsiyonel
İşbirlikçi çalışma için hüküm	Yok	Var, opsiyonel	Var	Var	Var
BIM Bilgi Yöneticisi rolü için hüküm	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok

2.1.3.1. İş Birliği

Latham ve Egan Raporlarında da belirtildiği gibi inşaat sektöründeki verimi en üst düzeye çıkarmak için iş birliği büyük önem arz etmektedir [57], [64]. 10. Yıllık NBS Raporu (2020)'na göre, iyi koordine edilmiş dijital verilerin inşaat sektöründe karşılaşılan problemleri daha kapsamlı ve doğru kategorize edeceği düşünülmektedir [58]. Yeni bulut tabanlı çözümler ile modeller ve üreticileri arasında verileri birbirine bağlayarak proje ekibinin tüm paydaşlarının işbirliği yapabileceği dijital bir ortam oluşturmaktadır. Mosey ve diğ.(2016)'da belirtildiği gibi, BIM hükümlerini içeren sözleşmeler aşağıdaki gibi "iyi niyetle" veya başka bir şekilde ortak hareket etme ilkesini benimsemektedir [27]:

- JCT 2011: “iyi niyet için hükümler”
- NEC3: "karşılıklı güven ve işbirliğinin sağlanması"
- PPC2000: "güven, adalet ve işbirliği için hüküm"
- FIDIC veya CIC BIM Protokolü'nde işbirliği için herhangi bir hüküm bulunmamaktadır.

Ancak, herhangi bir hüküm veya önerinin, inşaat sektörünün parçalı doğası gereği katılımcılar arasındaki işbirliğine doğrudan katkı sağlayacağı net olarak ifade edilememektedir. Projede çeşitli konularda görüş ayrılıkları söz konusu olduğunda, hangi tarafın nasıl sorumlu olacağı sözleşme mekanizmalarının yapısında düzenlenmektedir. JCT sözleşme formları, bu tür mekanizmaları doğrudan sağlamasa da hem NEC hem de PPC2000 bu tür durumlar için olumlu sonuç vermektedir [59]. Bu kapsamda sorumluluk paylaşımının sözleşmede tanımlanmış olması gerekmektedir.

2.1.3.2. Telif Hakları

Türkiye’de 5846 Sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanununa göre eser sayılan fikir ürünleri üzerindeki hak, telif hakkı olarak tanımlanmaktadır. Bu yüzden BIM kullanımında ayrıca fikri mülkiyet haklarını belirtmeye gerek olmadığı düşünülmektedir. Ancak, Birleşik Krallık'ta Devlet İnşaat Müşterileri Grubu (2011) şunları önermiştir: “BIM olgunluğunun 2. Seviyesini kolaylaştırmak için telif hakkı yasasının, sözleşmelerinin veya sigortanın temel yapı taşlarında çok az da olsa bazı değişiklikler yapılmalıdır.” [17]. Bu şekilde CIC Protokolü birbirlerinin lisanslarının göz ardı edilmesi durumunda yükleniciye ek bir yükümlülük oluşturmaktadır. Daha sonra PPC2000, sözleşmeyi imzalayan tüm katılımcılar arasında doğrudan lisanslar ve "karşılıklı tazminatlar" oluşturmuştur [59].

Amerikan Mimarlar Enstitüsü (AIA) dijital modeller için yasal bir düzenleme öngörmüştür [66]:

“Model ögesini oluşturan kişi; modelin içeriğine katkıda bulunarak, sağlanan içerikte veya içeriği oluşturmak için kullanılan yazılımda herhangi bir mülkiyet hakkı iddia edemez. Sözleşme hükümlerince aksi belirtilmedikçe, sonraki model ögesi kullanıcısının, modeli kullanma, değiştirme veya daha fazla iletme hakkı, özellikle projenin tasarımı ve inşası ile sınırlı değildir.” ifadesi yer almaktadır.

CPC (Complex Project Contract- Karmaşık Projeler Sözleşmesi) 2013'te hassas verilerin güvenliğini sağlamak için bir "veri güvenliği yöneticisi" önerilmektedir. Ayrıca

yüklenicinin telif hakları, yüklenici modele bir bilgi girdiğinde ve diğer katılımcıların katkısıyla geliştiğinde verilerin, yüklenicinin diğer telif hakkı olarak kalacağı bir şekilde tanımlanmaktadır. Bununla birlikte, belirli bir amaç için lisans kullanımına izin verilmektedir [67].

İnşaat hukukunda kişinin bir proje kapsamında maddi hakları ve soyut hakları vardır. BIM ile birlikte ortaya çıkan fikri mülkiyet sorunlarının, bu soyut haklardan olduğu düşünülmektedir. Bilgisayar modelinde proje paydaşlarının fikirleri ile model birbirinden farklı iki kavram olduğu için BIM bu iki kavramı bir araya getirmektedir. Modeldeki verilerin sorumluluk sınırları net olarak belirlenmemektedir; çünkü bazı durumlarda inşaat süreçleri farklı işleyebilmektedir. Örneğin yüklenici modelle ilgili bilgileri aldıktan sonra tedarik zincirinde hazırlanmış olan ayrıntılı bilgilerle karıştırılabilmektedir [68]. Bu da modelde değişiklik olmasına sebep olmaktadır. Ayrıca, modele katkıda bulunan yüklenici veya tasarımcının, söz konusu kullanım için ödeme yapılmadığında mülkiyet ve telif hakkı ile ilgili anlaşmazlıklar ortaya çıkabilmektedir. Ancak müşteriler veya yükleniciler, ücret ödedikleri için modeldeki bir obje veya bilgi modellerini daha sonra da kullanmak istemektedirler. BIM, bakım ve işletme gibi tesisin tüm yaşam döngüsü boyunca kullanıldığı takdirde, proje paydaşlarını da etkileyecek yeni yasal risklerin oluşmasına sebep olmaktadır.

2.1.3.3. Tedarik Yönetimi ve Satın Alma

Bütünleşik Proje Teslimi (IPD) kullanımından kaynaklanan sorumluluk ve sigorta risklerinin BIM odaklı tedariklerdeki uygulamasının dikkate alınmasını gerekmektedir [69]. IPD'yi bir satın alma biçimi olarak tanımlayarak sözleşmedeki tarafların sözleşme hükümleri doğrultusunda riskleri paylaşabileceği düşünülmektedir. Tüm bunlara ek olarak işbirliğine dayalı satın alma ile ortaya çıkabilecek bazı sorunlardan şu şekilde bahsedilmektedir [70]:

- Tüm tedarik zinciri sürece dâhil değilse, işbirlikçi tedarik başarısız olabilir.
- Mevcut piyasa koşulları ve geleneksel yollar nedeniyle dirençle karşılaşılabılır.
- Basit ilişkiler yerine -işbirliğine dayalı satın alma nedeniyle- karmaşık ilişkiler içeren sözleşme tercih edilmeyebilir.

PPC2000, Birleşik Krallık hükümeti tarafından Seviye 2'nin ulaştırma ve altyapı projelerinde seçilen sözleşme türüdür. En yaygın olarak kullanılanlar sırasıyla NEC, JCT

olmakla birlikte katılımcıları projenin tasarım aşamasında tutarak satın alma ve işbirliğinin uygunluğunu kontrol etmektedir [71].

2.1.3.4. İşletme Yönetimi

BIM, kavram olarak her ne kadar üç boyutlu bir modelin tasarımdan işletmeye kadarki sürecini kapsadığı düşünülse de yalnızca verilerden oluşan bir sistem olduğu düşünülmektedir. Bu veriler belirli amaçlara göre soyutlanabilir, hesaplanabilir ve birçok farklı şekilde görüntülenebilir. BIM, binaların tasarlanma ve inşa edilme şeklini sürecin yeniden şekillendirilerek yapılabileceğini göstermektedir. Bu verilerin çoğu, binanın inşa aşamasından önce simüle edilmesi ve yönetilmesi için kullanılabilir. BIM modellerinin özellikleri, tesis yönetimi bilgileriyle genişletilebilmektedir.

Tasarım ve inşaat aşamalarının aksine, tesis yöneticilerinin bilgi ihtiyaçları tesisin yaşam döngüsü boyunca devam etmektedir [72]. Çünkü bina inşa edildikten sonra yönetim aşaması sürekli olarak kendini yenileyen bir süreçler bütünü olarak düşünülmektedir. Bu bağlamda tesis yönetiminin doğru kurgulanması gerektiği düşünülmektedir.

Tesis yönetiminde bir diğer konunun model sahipliği olduğu görülmektedir. BIM kullanılan her projede modelin sahipliğinin ele alınması gerekecektir. Entegre çalışma sistemi ile oluşturulan eserlerin mülkiyetinin sorunlu olacağı düşünülmektedir. Belirli projeler için, tüm taraflar modeli proje amaçları için kullanmak için yeterli lisanslı haklara sahip olduğu sürece modelin kime ait olduğu önemli olmamaktadır [73]. Çünkü böyle bir durumda proje paydaşlarının yasal hakları söz konusudur. Bununla birlikte, ayrıntıların sözleşme belgelerinde doğru bir şekilde ele alınması koşuluyla tümü uygulanabilir olan, dikkate alınması gereken üç ana mülkiyet seçeneği vardır:

- Proje sahibi modelin sahibidir.
- Tasarımcı modelin sahibidir.
- Tüm katılımcılar oluşturulan modeldeki her şeye sahiptir.

Hangi seçeneğin tercih edildiğine bakılmaksızın, gelecekteki yenilemeler için modelin mülkiyetinin uygun şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Sözleşme kapsamında yer alan tasarımcılarla yapılan sözleşmede konu detaylı bir şekilde ele alınarak tesise yenileme veya eklemelere izin verilmesi gerektiği düşünülmektedir [73]. Tüm BIM projelerinde bu tarz problemler olsa da, BIM'i özellikle tesis yönetimi aşamasında kullanılan projelerde elde edilen verimin, büyük ölçüde proje katılımcılarının modeldeki

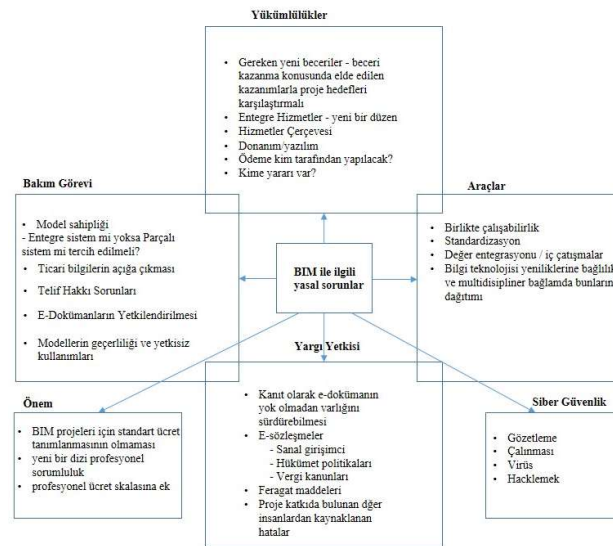
veri akışını ne kadar iyi tanımladıklarına bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu kapsamda sözleşme bağlamında açıkça tanımlanıp tanımlanmadığına bağlı olmaktadır.

2.1.4. Yasal Çerçeve ve BIM

BIM modellerinin kullanımıyla ilgili yasal ve sözleşmesel sorunlar, inşaat endüstrisindeki paydaşlar için önemli bir konu olarak düşünülmektedir. Yasal sorumluluğun belirsizliği; BIM modeline katkıda bulunan veya modeldeki bilgilerin doğruluğuna ve kalitesine güvenerek projeye aktif katılım gösteren paydaşlardan kaynaklanmaktadır. Bu konunun belirli bir çerçevede düzenlenmesi için birçok ülkede çeşitli girişimler bulunmaktadır. Amerikan Mimarlar Enstitüsü (AIA), bir yasal modelin BIM ile entegre çalışabilmesi için BIM protokol belgesi (Sözleşme Koşulları) geliştirmiştir. Bu protokol, üç temel konuda anlaşma için taraflar arasında bağlayıcı bir ilişki kurmaktadır [55]:

- Protokoller,
- Model geliştirme düzeyi,
- Model unsurları.

Amerika Ulusal Yapı Bilimleri Enstitüsü (NIBS), yaptığı bir araştırma doğrultusunda tasarım ve inşaaata entegre bir yaklaşımla riskleri azaltmak için proje bazlı sorumluluk sigortası kapsamının oluşturulması gerektiği sonucuna varmıştır. Bu kapsamda telif hakları ve veri sahipliği ile ilgili sorunların da daha etkili bir şekilde ele alınması gerektiği düşünülmektedir. **Şekil 2.13**'te BIM ile ilgili yasal sorunların sınıflandırılması gösterilmiştir.



Şekil 2.13: Yasal sorunların sınıflandırılması [74].

BIM kullanımının, inşaat sektöründeki dinamikleri değiştirerek birçok kurum ve kuruluş için yasal konularla ilgili endişe oluşturduğu düşünülmektedir [75]. Özellikle birçok firma kendilerine rekabet avantajı sağlayan ve fikri mülkiyet hakkı olarak gördükleri veri tabanlarını paylaşmak istememektedir. Bu da projenin tasarımdan imalata kadar birçok safhasında çeşitli problemlerle karşılaşılmasına sebep olmaktadır.

BIM, birçok inşaat projesinde önemli bir operasyon unsuru olarak öne çıkmıştır [76]. BIM'in bir proje yaşam döngüsü boyunca dijital bilgileri oluşturmak ve yönetmek için etkili bilgi işlem araçlarından biri olduğu düşünülmektedir.

Yasal çerçeveleri belirleyen konular açıkça tanımlanmadıkça, satın alma ve sözleşme yönetimi için daha kullanılabilir hale getirilmedikçe BIM, mevcut tedarik pratiğinde önemli bir gelişme sağlamayacaktır [77]. Bu nedenle, BIM'in özellikleri gelişmeye devam etse de, yasal sorunları gidermek için standart sözleşme protokollerinin geliştirilmesi ve proje paydaşları arasındaki işbirliğini iyileştirmek için Bütünleşik Proje Teslimi gibi entegre sözleşme yaklaşımlarının teşvik edilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmıştır [78]. Yasal sorunlardaki en temel sorunun proje paydaşlarının birlikte çalışabilme ilkesinde yaşanan problemlerden kaynaklandığı görülmektedir.

2.1.4.1. Yasal Sorumluluk ve Karşılıklı Güven

Sorumluluk paylaşımıyla ilgili sorunların BIM'in işbirliğine dayalı doğasına bağlı olduğu düşünülmektedir. BIM, proje ekipleri arasındaki ilişkileri yeniden kurarak proje katılımcılarının sorumluluk sınırlarını bulanıklaşmasına sebep olmaktadır [79]. Dolayısıyla mevcut yasal ve sözleşmesel roller bu durumdan etkilenebilmektedir. Bu durum da inşaat sektöründe birtakım belirsizliklerin ortaya çıkmasına sebep olmakta ve paydaşların aşağıdaki soruları sormasına yol açmaktadır:

- Modelin sahibi kimdir?
- Birleşik model de dâhil olmak üzere proje bilgilerinin oluşturulması, analizi ve güncellenmesinden kim sorumludur?
- Belgelerin önceliği nedir?

BIM modeline katkıda bulunanlar, proje ekibinin diğer üyelerinin katkılarından yararlanabilmektedirler. Verilerin hızla üretildiği sanal girişimlerle, bakım işlerinde tüm taraflar iş standartlarından sorumlu tutulmaktadır. Ayrıca tüm kullanıcılar, yazılımlar, ilgili iyileştirmeler, dil çeşitliliği, profesyonel iletişim modeli, sunum stili gibi

yöntemlerle ortak bir hedef benimsense bile her zaman araç amaca en uygun şekilde uyarlanma esnekliğine sahip olamamaktadır. Örneğin bu veriler diğer kullanıcıların girdileri ile her zaman örtüşmeyebilir [80]. Sözleşme dâhilinde sorumluluklar belirtilmiş olsa dahi ortaya çıkan sorunlar organik bir çözüm yöntemiyle çözülebilmektedir. Bu bağlamda karşılıklı güveninin kritik rol oynadığı düşünülmektedir.

2.1.4.2. Tasarım Sorumluluğu

İnşaat sektörünün disiplinler arası doğası nedeniyle, uygulama aşamasında çeşitli direnç türleriyle karşılaşabilmektedir. Bazı proje paydaşları da proje içerisindeki işleyişe karşıt bir tutum sergilemektedirler. Bu nedenle işbirliğine dayalı bir ortam oluşturularak katılımcıların sorumluluk paylaşımını konusunda birtakım sorunlarla karşılaşmaktadır. Örneğin bazı yazılımların birlikte çalışmaması karşılaşılan dirençlerden biri olarak düşünülmektedir. İşbirliğinden kaynaklanan zararlar diğer maliyetlere ek olarak, yılda yaklaşık 15.8 milyar \$ artmaktadır [81]. Yine de, IFC gibi model değişim formatları geliştirilerek daha az birlikte çalışabilirlik sorunuyla karşılaşılacağı düşünülmektedir.

2.1.4.3. Verilerin Güvenliği ve Sorumluluğu

BIM tabanlı proje süreci neredeyse tamamen sanal ortamda gerçekleşmektedir. Bu nedenle, bir veride veya projenin bir kısmında sorun veya bozulma olması muhtemeldir. BIM'in ortak çalışma prensibi, modeli tüm katılımcıların ortak ürünü haline getirdiği için, proje ekiplerince doğru tanımlanması gerekmektedir. Olası bir veri bozulması durumunda tüm projenin sanal ortamdaki başarısının olumsuz etkilenebileceği düşünülmektedir. Bu durum hakkında (Ashcraft, 2009), arşivleme protokolleri ve veri koruma sigortası olması gerektiğinden bahsetmiştir [1]. Elektronik verilerin sorumluluğunu belirten tek şartname CIC BIM Protokolü'nde bulunmaktadır. CIC BIM Protokolü'nün 5. maddesinde "iletimden sonra verilerin bozulması durumunda herhangi bir sorumluluk olmadığı" belirtmektedir [82].

2.1.4.4. BIM ve Altyapı Gereksinimi

BIM, maliyet ve zaman yatırımına yönelik yazılım ve donanım gerektirmektedir. BIM tabanlı yazılımların, geleneksel CAD paketlerinden daha pahalı olduğu bilinmektedir. Ayrıca, sürecin sürdürülebilir olması için firmalardaki çalışanların eğitimi yatırım gerektirmektedir [67]. İnşaat sektörünün içerisinde yer alan paydaşlar, inşaat projelerinde kullanılan BIM'in uygulanmasına harcanan zaman ve paranın geri dönüşünün verimli

olup olmayacağı konusunda tereddüt etmektedirler. Yatırım Getirisi (Return On Investment- ROI), BIM uygulamalarına dayalı çalışmalarda tanımlanmış ve ölçülmüştür [84]. BIM ile ilişkili artan üretkenlik, potansiyel gelir artışı gibi faydaları ve dolaylı maliyetleri öngörebilmenin zor olduğu düşünülmektedir [85]. BIM uygulamasından elde edilen diğer getiriler arasında proje performansının iyileştirilmesi ve tasarım değişikliklerinin azaltılması [86], geliştirilmiş görselleştirme ve daha iyi koordinasyon [87], daha iyi bilgi paylaşımı yoluyla iyileştirilmiş proje performansı ve tesis yönetimi için çok disiplinli bir platform olarak çalışması bulunmaktadır.

2.1.5. Genel Değerlendirme

İnşaat endüstrisinde sektör paydaşları tarafından standart sözleşme formları kullanılmaktadır. Özellikle BIM zorunluluğu olan projelerin sözleşmelerine BIM ile ilgili kavramları açıklayan ve taraflarca kabul edilmiş bir BIM protokolünün eklenmesi yeterli olarak görülmektedir. Bu nedenle projenin çeşitli aşamalarında problemlerle karşılaşmaktadır. Yasal sorunlar; satın alma/tedarik sistemindeki uyumsuzluklar, telif hakkı sorunları, yetkiler ve sorumluluklar, tasarım ve yapım, yapım yönetim yöntemleri ve sözleşme yönetimi gibi diğer geleneksel yöntemler için de geçerlidir. BIM, proje paydaşları arasındaki geleneksel işbirliği yöntemlerini etkilediğinden, tartışılan yasal konuların, oynadıkları role bağlı olarak geleneksel satın alma yöntemleri için de yasal sonuçları bulunmaktadır.

Yükümlülükler, belirsiz roller ve sorumluluklar, proje paydaşlarının erken katılımı, finansal şeffaflık, risk paylaşımı ve ortak karar alma gibi işbirlikçi faktörler proje operasyonlarının önündeki engeller olarak kabul edilmektedir. Çok taraflı işbirliği anlaşmaları, genellikle çeşitli aşamalarda sözleşme düzenlemelerine dâhil edilmektedir. Ancak resmi sözleşmeler, proje katılımcılarının haklarını korumak için kullandıkları bir koruma mekanizması olarak düşünülmektedir. Bu nedenle proje katılımcıları, tüm sistemde sözleşme doğrultusunda kendi görev sorumluluğunun bilincinde çalışmaktadır.

BÖLÜM 3

3. DENEYSEL KISIM

3.1. Uluslararası Ölçekte BIM Uygulamalarının Yasal Çerçevesi

Tezin bu bölümünde dünya ülkelerinde BIM adaptasyonunun mevcut durumundan ve bu ülkelerde BIM ile ilgili yapılan yasal düzenlemelerden bahsedilmiştir. Bu ülkelerden bazıları BIM'in benimsenmesine yönelik daha erken adımlar atarken bir kısmı daha geç adımlar atmıştır. Bu farkın en önemli nedeninin, ülkelerin inşaat sektöründeki paydaşların yönelimiyle ve devletin gelişmiş bir ekonomik altyapısıyla doğru orantılı olduğu düşünülmektedir.

3.1.1. Ülke Uygulamaları

McGraw-Hill Construction, 2008'in araştırmalarına göre BIM uzmanlarının % 82'si BIM'in inşaat firmalarının verimine olumlu etkisinin olduğunu belirtmişlerdir [88]. 2010 yılında Ulusal Yapı Standartları (National Buildings Standards – NBS) tarafından yapılan bir ankete göre, ankete katılanların % 43'ünün BIM kavramını ilk kez duyduğu belirtmiştir. Dünya çapında BIM'in kullanımı her geçen gün artmaktadır. Özellikle 2020 yılı itibarıyla inşaat sektöründe evrensel ölçekte BIM farkındalığının % 73 seviyesinde olduğu görülmektedir [89]. **Şekil 3.1**'de Nemetschek tarafından yapılan dünya ülkelerinin BIM seviyeleri gösterilmiştir [90]. Yapılan literatür taraması sonucunda BIM uygulamalarının en fazla olduğu ülkeler seçilmiştir:

- Amerika
- Birleşik Krallık
- Finlandiya
- Singapur
- Norveç
- Avustralya



Şekil 3.1: Dünya’da BIM olgunluk seviyeleri [90].

3.1.1.1. Amerika

Amerika Birleşik Devletleri, inşaat sektöründe BIM geliştirme ve uygulamasında uzun süredir küresel bir lider olarak tanımlanmaktadır [50]. Amerika Birleşik Devletleri’nde BIM’in benimsenme oranı müteahhitler, mühendisler ve mimarlar tarafından her geçen gün artarak devam etmektedir. Amerika, 2014 yılında toplam BIM pazarında % 34,34 ile en büyük paya sahip ülke konumunda yer almaktaydı. Bu ülkedeki ticari hacmin 2015 ve 2020 arasında % 12.69'luk bir bileşik yıllık büyüme oranı ile büyüyeceği tahmin edilmektedir [91]. Amerika Birleşik Devletleri'nde ulusal düzeyde standardizasyon ve kamu koordinasyonu eksikliği olmasından dolayı diğer ülkelere oranla BIM'in benimsenmesi daha uzun sürmektedir.

GSA, Amerika'daki tüm kamusal tesislerin inşasından ve işletmesinden sorumlu kamu kurumudur. 2003 yılında, Kamu Binaları Hizmetleri (Public Building Services- PBS), GSA ile ulusal bir 3D-4D-BIM programı kurmuştur. 2007'de, tüm projelerinde mekânsal program doğrulaması için BIM'in kullanılmasını zorunlu kılmıştır [92]. Ayrıca, uluslararası kabul görmüş bir Ulusal BIM Standardını içeren bir dizi kılavuz ve standart geliştirilmiştir. GSA, Amerika’da BIM’in benimsemesine yönelik girişimlerin teşvik edilmesinde öncü olarak görülmektedir [55]. Amerika Birleşik Devletleri genelinde yaklaşık 8700 bina ve 300 milyon feet'in üzerinde alana sahip büyük bir kamu sektörü müşterisi olarak bu program, BIM'in benimsenmesi açısından çok büyük bir etkiye sahip olmuştur. Bu durum da inşaat endüstrisi için büyük müşteri taleplerinin ve hükümet liderliğinin önemini ortaya koymuştur [93].

3D, 4D ve BIM bilgisayar teknolojilerinden görselleştirme, koordinasyon, simülasyon ve optimizasyon işlevleri, GSA'nın müşteri, tasarım, inşaat, varlık yönetimi, tesis yönetimi ve planlama gereksinimlerini daha etkili bir şekilde karşılamasını sağlamaktadır.

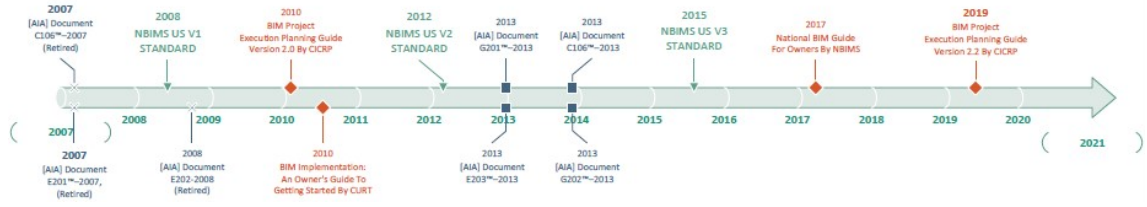
Amerika Birleşik Devletleri'nde yer alan Genel Hizmetler İdaresi, 2007 yılında BIM ile ilgili ilk el kitabını yayınlamıştır. GSA'nın hazırladığı mevzuata göre 2007 yılından sonra yapılacak belirli bir maliyetin üzerindeki inşaat projelerinde BIM kullanım zorunluluğu bulunmaktadır. Aynı zamanda Genel Hizmetler İdaresi'ni diğer kurumlardan ayıran özelliklerden birisi de BIM ile alakalı ilk mevzuat geliştiren kamu kurumu olmasıdır. CAD tabanlı çizimlerle ifade edilmek istenen bilgi dijitalleşen inşaat endüstrisiyle birlikte gelişen model bazlı tasarımlar için yetersiz kalmaya başladığı düşünülmektedir. GSA şimdi farklı sektörlerde aşağıdaki kılavuzları yayımlayarak tüm proje yaşam döngüsü boyunca BIM'in benimsenmesini desteklemektedir:

- 3D/4D BIM'e genel bakış
- Uzamsal program doğrulama
- 3D Lazer tarama
- 4D fazlama
- Enerji performansı ve işlemler
- Dolaşım ve güvenlik doğrulaması
- Yapı elemanı
- Tesis yönetimi

Yerel ölçekte BIM kullanımını artırmak için çeşitli adımlar atılmaktadır. Örneğin 2009 yılında Wisconsin, bütçesi 5 milyon \$'ı aşan, kamu tarafından finanse edilen projelerde BIM'i zorunlu kılan ilk eyalet olmuştur. Los Angeles Toplu Kolej Bölgesi (Los Angeles Community College District- LACCD), BIM'in vergi mükellefi onaylı bir tahvil ile finanse edilen sürdürülebilir bir bina projesinde kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Proje, bölgenin dokuz kampüsünde 6 milyar \$ değerinde inşaatı içermektedir ve BIM, LACCD'nin inşaat maliyetlerinde 12 milyon \$ tasarruf sağlamıştır [94]. **Şekil 3.2'**de Amerika'da yayınlamış olan bazı standart ve protokoller gösterilmiştir.

Amerika'da proje taraflarının sözleşmede ortak bir dil kullanılması için inşaat sözleşmelerinin çeşitli standart biçimleri mevcuttur. Bu formlar arasında Amerikan Mimarlar Enstitüsü, ConsensusDocs, Mühendisler Ortak Sözleşme Belgeleri Komitesi,

Amerika Birleşik Genel Mütahhitleri (AGC) ve Amerika Tasarım Enstitüsü sözleşmeleri bulunmaktadır. Bununla birlikte, Amerika'da en yaygın kullanılan standart inşaat sözleşmeleri AIA, ConsensusDocs ve Mühendisler Ortak Sözleşme Belgeleri Komitesi tarafından yayınlanan sözleşme tipleridir [95]. Bu formlardan yalnızca AIA ve ConsensusDocs standart BIM protokollerini ve sözleşme belgelerini geliştirmiştir [96].



Şekil 3.2: Amerika’da yayınlamış olan standart ve protokoller.

3.1.1.2. Birleşik Krallık (U.K.)

Birleşik Krallık, BIM kullanımında önde gelen ülkelerden biri olarak kabul edilmektedir. Mayıs 2011'de yayınlanan Hükümet İnşaat Stratejisi, 2016 yılına kadar tüm kamu sektörü projeleri için Seviye 2 BIM şart koşmuştur [11]. Birleşik Krallık Hükümeti BIM Görev Grubu, BIM standartlarını geliştirmiş ve bunların Birleşik Krallık inşaat sektöründe kullanımını teşvik ederek Birleşik Krallık ulusal değişim sürecine öncülük etmektedir. Ayrıca Birleşik Krallık'ta İngiliz Standartlar Enstitüsü (British Standards Institution- BSI) ve AEC-UK Committee gibi birçok kâr amacı gütmeyen kuruluş BIM standartlarını yayınlamıştır. AEC-UK, Birleşik Krallık'taki mimarlara, mühendislere ve inşaat profesyonellerine rehberlik etmek için farklı yazılım platformları için birkaç BIM protokolü yayınlamıştır.

Birleşik Krallık inşaat endüstrisinin tüm sektörleri için sınıflandırma sistemi olan Uniclass 2015, kullanıma uygun kapsamlı bir sistem sağlamak için ISO 12006-2'ye uygun olarak Ulusal Bina Şartnamesi (Birleşik Krallık merkezli bir inşaat şartnamesi sistemi) tarafından yeniden yapılandırılmış ve yeniden geliştirilmiştir. Uniclass 2015, BIM Seviye 2'nin benimsenmesi için gerekli olan proje bilgilerini yapılandırma aracı sağlamaktadır [97]. Birleşik Krallık'ta yayınlanmış olan bazı standartlar ve protokoller Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1: Birleşik Krallık'ta yayınlanmış olan bazı standartlar

İngiliz Standartlar Enstitüsü (BSI)	2013-2015	Standart	PAS 1192 Çerçevesi: BIM Seviye 2'ye ulaşmak için gereksinimleri belirleyen bir dizi PAS belgesi
Birleşik Krallık Hükümeti	2011-2015	Standartlar	BS 8541 serisi belgeler, mimari, mühendislik ve inşaat için kütüphane nesnelere için bir dizi standart sağlar.
İnşaat Proje Bilgi Komitesi (CPIC)	2011-2015	Girişim	İlk Hükümet İnşaat Stratejisi Model tabanlı BIM (seviye 2), 2016'dan beri tüm kamu sektörü projelerinde zorunlu kılınmıştır.
Kabine Ofisi	2013/2014	Standart	Uniclass 2015; Birleşik Krallık inşaat sektörünün tüm sektörleri için birleşik bir sınıflandırma sistemi
CIC	2012	Girişim	Hükümet inşaat stratejisi ile birlikte 2016 yılında zorunlu kılınan Hükümet yumuşak inişler (GLS) politikası
AEC	2013	Standart	Bilgi Yönetiminin Rolü için Hizmetlerin Anahatlar v1 BIM Protokolü v1 BIMs v1'i kullanırken Profesyonel Tazminat Sigortası Uygulama Kılavuzu
	2013	Standart	Graphisoft ArchiCAD v1 için BIM Protokolü v2
	2012	Standart	Bentley AECOSim Building Designer v2 için BIM Protokolü v2 Autodesk Revit v2 için BIM Protokolü v2 BIM Protokolü v2
	2009	Standart	BIM Standardı v1.0

2016 yılı itibariyle Birleşik Krallık Hükümeti, tüm kamu sektörü projelerinin BIM Seviye 2'yi uygulaması gerektiğini zorunlu kılmıştır [11]. Birleşik Krallık, “entegre BIM” olarak ifade ettiği sistemi BIM seviyesi 2 olarak tanımlamıştır. Seviyeler, piyasanın aşamalı dijital olgunluğunu göstermektedir [98]. Seviye 2 kullanımı kararı İnşaat Endüstrisi Konseyi (Construction Industry Council- CIC), Kraliyet İngiliz Mimarlar Enstitüsü (Royal Institute of British Architects- RIBA) gibi sivil toplum kuruluşları tarafından geliştirilen programlar yardımıyla desteklenmektedir.

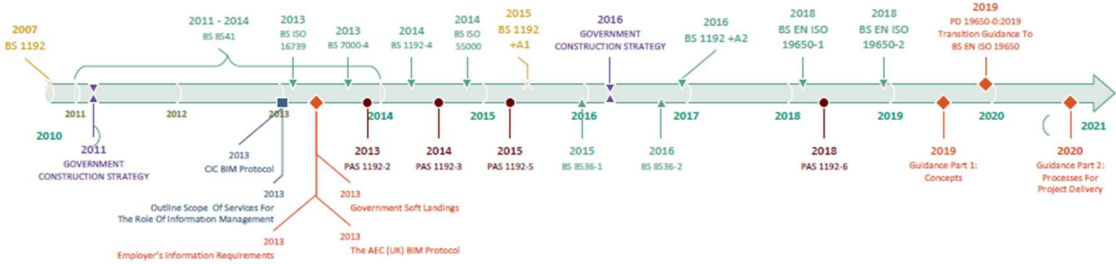
Birleşik Krallık BIM'e geçiş programı dâhilinde, merkezi kaynaklarla finanse edilen inşaat projelerinde BIM Seviye 2 stratejisi gereksinimini uygulamak amacıyla bir dizi test

hazırlamıştır. Bu testlerden biri, BIM çalışma uygulamalarının mevcut inşaat sözleşmesi çerçevesi dâhilinde çalışması gerektiğini ve herhangi bir eklenti veya değişikliğin minimum düzeyde olması gerektiğini belirlemiştir [98]. Birleşik Krallık, BIM'in inşaat sektöründeki pozitif etkilerini artırmak amacıyla yasal sorunların ele alınması gerektiği sonucuna varmıştır.

Birleşik Krallık Hükümeti, beş yıllık bir süreçte aşamalı bir faaliyet planı hazırlamıştır. Bu plan, aşağıdaki stratejik çalışma alanlarını tanımlanmıştır:

- Endüstri ve akademi ile iletişim,
- Araç ve standartların geliştirilmesi,
- Kamu işverenin kapasitesinin ve BIM'in kamu projelerine tanıtımının artırılması.

Plan, stratejiyi sunmak için bir bütçe ve kaynak tanımlamıştır. İnşaat Endüstrisi Konseyi'ne Birleşik Krallık BIM Görev Grubunu kurmak için 5 milyon sterlin verilmiştir. Bu grup, yeni çalışma yöntemleri ile standartlar tanımlamada ve yeni çalışma yöntemlerini benimseyerek bilgileri endüstriye yaymada kamuyu desteklemek için inşaat endüstri paydaşları ile birlikte çalışmaktadır [52]. **Şekil 3.3'te** Birleşik Krallık'ta yayınlanmış standart ve protokoller gösterilmiştir.



Şekil 3.3: Birleşik Krallık'ta yayınlanmış olan standartlar

3.1.1.3. Finlandiya

2007 yılında yapılan bir ankette, Finlandiya'daki inşaat firmaları tarafından BIM ve IFC uyumlu BIM uygulamalarının kullanımının % 33 olduğu görülmüştür [99]. IFC'nin, entegre çalışma sistemine uyumlu olmayan uygulamaların yapı bilgilerinin paylaşılması için bir standart olduğu belirtilmektedir. Aynı ankette Finlandiya'da mimarlık firmalarının % 93'ünün projelerinin bazı bölümlerinde BIM kullandığı, mühendislerin kullanımının ise yaklaşık % 60 olduğu gözlemlenmiştir [50].

2007 itibariyle, Finlandiya'nın devlet mülkiyet hizmetleri ajansı ve senato mülkleri, herhangi bir tasarım yazılımının IFC Sertifikasyonu içermesini zorunlu kılmıştır [50]. Ayrıca senato mülkleri, modelleme gereksinimleri için yönergeleri detaylandıran bir dizi proje gereksinimi yayınlamıştır. Bu gereksinimler Ortak BIM Gereksinimi [100] olarak adlandırılmaktadır. Binaların kullanımı ve tesis yönetiminin yanı sıra yeni inşaat ve yenileme hedeflerini kapsayan bugüne kadar 13 yayın yapılmıştır [101]. Benzer şekilde, buildingSMART Finlandiya tarafından altyapı sektörünün dijitalleşmesini hızlandırmayı amaçlayan InfraBIM gereksinimleri Mayıs 2015'te yayınlanmıştır [102].

Finlandiya'da BIM farkındalığı zamanla artmaktadır. Özellikle devlet kurumları, yerel yönetimler ve endüstrinin içerisindeki paydaşlar BIM temelli proje teslimini temel almaktadırlar. Ancak, paydaşlar arasındaki farkındalık düzeyi çeşitlilik gösterebilmekte ve her proje için BIM olgunluk seviyeleri farklı olabilmektedir. Özellikle altyapı projelerinde bilgiler henüz BIM'in tam potansiyelini karşılayacak kadar olgunlaşmamışken, bina projeleri tüm sürece öncülük etmektedir [103]. Finlandiya BIM adaptasyonuna erken başlayan ülkelerden olduğu için altyapıya entegrasyonunun da kısa süre içerisinde gerçekleşeceği düşünülmektedir.

3.1.1.4. Singapur

Singapur Yapı ve İnşaat Otoritesi (Building and Construction Authority- BCA), 2015 yılına kadar BIM'in kamu projelerinde yaygın olarak uygulanması için bir strateji geliştirmiştir [104]. Hükümet ayrıca BIM'in temel hedef olduğu 250 milyon \$'lık İnşaat Verimliliği ve Yetenek Fonu kurmuştur. 2000 yılında İnşaat ve Emlak Ağı (CORENET) programı, bilgi teknolojisi kullanımı yoluyla sektördeki dönüşümü yönlendirmek için stratejik bir girişim olarak kurulmuştur. CORENET, tüm proje katılımcıları arasında bilgi alışverişi için altyapı sağlamaktadır. CORENET e-ihale kontrol sistemi, sektörü BIM kullanmaya teşvik eden bir başka girişim olarak düşünülmektedir. Sistem, mimarların ve mühendislerin çevrimiçi bir "ağ geçidi" aracılığıyla BIM tarafından tasarlanmış binalarını mevzuata uygunluk açısından kontrol etmelerini sağlar. Singapur, IFC'yi BIM uygulaması için standart olarak benimsemiştir [93].

Singapur'da BCA ve buildingSMART Singapur, BIM'in inşaat sektöründe kullanımını teşvik etmektedir. BIM, anahtar bir teknoloji olarak tanımlandığından, üretkenliği ve inşaat değer zincirindeki çeşitli disiplinler arasındaki entegrasyonu artıracığı

düşünülmektedir [94]. BCA, BIM yol haritası uygulamasını 2010 yılında başlatmıştır. Hedefini 2015 yılına kadar inşaat sektörünün en az % 80'inin BIM'i kullanması olarak belirlemiştir. BIM Yol Haritasının uygulanmasını yönlendirmek için bir yönetim çerçevesi sağlamak üzere, 2011 yılında profesyonel kurumların, ticaret odalarının, devlet satın alma kurumlarının ve düzenleyici kurumların temsilcilerinden oluşan bir Ulusal BIM Yönlendirme Komitesi kurulmuştur [105]. Komite, Singapur BIM Yönergeleri ve BIM Özel Koşulların formüle edilmesinde önemli rol alarak sektörün karşılaştığı teknik sorunlara ışık tutmak için BIM Admin Forum gibi platformlar oluşturmuştur. Bu uygulamanın, hükümetin inşaat sektörünün üretkenliğini önümüzdeki on yıl içinde yüzde 25'e varan oranda artırma planının bir parçası olduğu düşünülmektedir [106].

BCA ayrıca, firmaların eğitim, danışmanlık hizmetleri ile birlikte donanım ve BIM yazılımı satın alma maliyetlerini karşılayarak BIM'in entegre çalışma sistemine uyum sağlamalarına yardımcı olmayı amaçlayan BIM Fonu'nu kurmuştur [107]. 2013 yılından bu yana, özellikle elektronik ihale sisteminde e-dokümanlarla BIM kullanımı aşamalı olarak inşaat sektörüne aktarılmıştır. Bu nedenle, sektörde uygulama işi yapan paydaşların, yetkili kurumlara onay için mimari veya mühendislik çizimlerini BIM formatında sunmaları zorunludur [109]. Kamunun bu bağlamda inşaat sektöründe BIM kullanımına yönelik teşvik ettiği görülmektedir.

3.1.1.5. Norveç

Norveç'in, BIM standartlarını oluşturan ve BIM'i benimseyen ilk ülkelerden birisi olduğu görülmektedir. Şu anda kamu projelerinde birtakım zorunluluklara sahiptir. Norveç ayrıca openBIM standartlarının geliştirilmesinde aktif bir rol almıştır. 2010'dan beri kamu projelerinde BIM'in 3D kısmı üzerinde çalışmaktadır. 2020 yılında hükümet yetkilileri BIM'in benimsemesine yönelik bir yol haritası yayınlamıştır. Norveç Emlak ve Kamu İnşaat Otoritesi Statsbygg, IFC tabanlı BIM modellerini kullanan tüm projelerde BIM'in kullanılmasını şart koşmaktadır [50]. Statsbygg, IFC ile uyumlu BIM gereksinimlerini açıklayan bir "BIM Kılavuzu" yayınlamaktadır. Bu kılavuz ilk olarak 2008 yılında yazılmıştır ve mevcut sürüm 1.2.1 (SBM) 2013 yılında yayınlanmıştır [108]. Norveç İnşaatçılar Birliği ayrıca BIM kılavuzlarını ve diğer endüstri kılavuzlarını yayınlamaktadır. Bu kılavuz, konut binaları için projelerin planlanmasında BIM'in kullanılması için pratik destek sağlamayı amaçlamaktadır ve yazılım araçları için yaygın

modelleme tekniklerine genel bir bakış sunmaktadır. Bu kılavuz dört ana alana odaklanmaktadır:

- Enerji simülasyonu,
- Maliyet,
- Havalandırma,
- Çatı makasları.

Norveç'teki birçok kamu kurum ve kuruluşu hükümetin kararıyla BIM programları başlatmıştır. Örneğin Norveç Savunma Gayrimenkul Ajansı, hükümetin açıklamasından sonra üç BIM pilot projesi yürütmeye başlamıştır. Bir kamu sektörü yönetim şirketi ve Norveç hükümetinin kilit danışmanı olan Statsbygg, tüm yeni bina projeleri için IFC uyumlu BIM gerektiğini açıklamıştır [109]. Statsbygg, BIM'in benimsenmesini teşvik etmeye yardımcı olmak için verimli bina, konuma dayalı simülasyon ve enerji hesaplamaları için BIM'e odaklanan birkaç Ar-Ge projesi yürütmüştür. Kâr amacı gütmeyen bir kuruluş olan Norveç Ev Yapımcıları Derneği (Norwegian Home Builders) de bir BIM kılavuzu geliştirmek için boligBIM projesini başlattı. Daha sonrasında başlatılan bu program sonucunda bir BIM kılavuzu yayınlanmıştır.

Bir inşaat projesindeki paydaşlar arasında bilgi alışverişi eksikliğinden dolayı inşaat endüstrisinin karşılaştığı çeşitli zorluklar vardır. Yapılan araştırmalara göre, Norveç'te inşaat maliyetlerinin % 25-30'u bilgi alışverişi sürecinin parçalı yapısından ve zayıf iletişimden kaynaklanmaktadır. Bir bina, sahibine teslim edilinceye kadar aynı bilgiler farklı sistemlere ortalama en az 7 kez girilmektedir. Norveç'teki bina hasarlarının yaklaşık % 40'ı planlama sürecindeki hatalar veya ihmallerden kaynaklandığı düşünülmektedir [110]. Norveç hükümeti bu zararı en aza indirebilmek için BIM'in inşaat endüstrisi için bir gereklilik olduğu sonucuna varmıştır.

3.1.1.6. Avustralya

BIM, Avustralya inşaat sektörü tarafından hem kamu hem de özel sektör projelerinde yıllardır kullanılmaktadır. Hem varlık tasarımı / yapımı hem de işletme / bakım için kabul edilen faydalarına rağmen BIM'in, varlık yaşam döngüsünün her iki aşamasında da tam potansiyeline henüz ulaşamamış olduğu düşünülmektedir. Bu durumun temel sebebi BIM'in nasıl uygulanması gerektiğine yönelik kamusal anlamda bir liderliğin olmayışıdır.

Örneğin, Birleşik Krallık'taki güçlü hükümet yetkisi, öneminin açıkça bilinmesine rağmen Avustralya'da eksiktir. Bunun yerine pazar, çok sayıda endüstri kuruluşunun kendi kılavuzlarını ve ilgili belgelerini yayınladığı parçalı bir yaklaşımla karakterize edilmiştir [30]. Bu, ulusal olarak tutarlı BIM süreçlerinin olmamasına ve bunun sonucunda sektör paydaşlarının (müteahhitler, yükleniciler, taşeronlar veya tesis yöneticileri) BIM girişimine tam olarak yatırım yapma konusundaki isteksizliğiyle sonuçlanmıştır.

Avustralya, 2012 yılında buildingSMART Australia tarafından hazırlanan ve Avustralya'nın bir danışma organı olan Yapılı Çevre Endüstrisi İnovasyon Konseyi (Built Environment Industry Innovation Council- BEIIC) tarafından görevlendirilen Ulusal BIM Girişimi raporunda (buildingSMART Avustralya, 2012) birkaç ulusal BIM benimseme hedefi belirtmiştir. Rapordaki üç ana öneri şunlardır:

- (1) 1 Temmuz 2016'ya kadar tüm Avustralya Hükümeti satın alımları için tam entegre çalışma sistemine dayalı BIM gerekliliği,
- (2) Avustralya eyaletlerinin ve bölgelerinin tam üç boyutlu açık BIM gerektirmesi için teşvik edilmesi,
- (3) Ulusal BIM Girişim Planı oluşturulması.

Yönergeler, BIM'e genel bir bakış, model oluşturma, geliştirme, simülasyon ve performans ölçümünün temel alanları için öneriler sağlamaktadır. Hükümet destekli kâr amacı gütmeyen bir kuruluş olan İnşaat Bilgi Sistemleri Şirketi (Construction Information Systems Limited- NATSPEC), 2011 yılında NATSPEC National BIM Guide adlı BIM kılavuzunu yayınladı. Ayrıca kılavuzda NATSPEC, 2012 yılında Ulusal BIM Kılavuzuna ek bir belge olarak bir Proje BIM Yönetim Planı Şablonu yayınlamıştır [63].

BEIIC, BIM'i kamuda inşaat sürecinin önemli bir parçası olarak tanımlamaktadır [112]. Avustralya'daki bazı endüstri paydaşlarının BIM'i benimsenmesine katkıda bulunmuştur. Örneğin, ülke çapında bir endüstri birliği olan Klima ve Mekanik Müteahhitler Birliği (Air Conditioning and Mechanical Contractors' Association- AMCA), Avustralya inşaat hizmetleri içinde BIM ve IPD uygulanmasını kolaylaştırmak amacıyla BIM-MEPAUS girişimini başlatmıştır. AMCA, 2010'dan beri her yıl bir BIM-MEPAUS Forumu düzenlemektedir [113]. Bu sayede Avustralya'daki BIM farkındalığını artırmayı

hedeflemektedir. 2016'da Avustralya Altyapı Planı (Infrastructure Australia tarafından yayınlanan) BIM adaptasyonunu hızlandırmak için atılmış bir diğer adımdır. Bu plan kısmen de olsa Avustralya'nın karşılaştığı altyapı zorluklarını ve fırsatlarını ortaya koyarak olası çözümleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda plan, hükümetlerin büyük ölçekli karmaşık altyapı projelerinin tasarımı için BIM'in zorunlu olmasının adaptasyonu hızlandıracağı düşünülmektedir.

3.1.2. Yasal Düzenlemeler ve Regülasyonlar

İnşaat sektöründeki paydaşlar tarafından BIM farkındalığının artması yasal sorunları da beraberinde getirmiştir. Dünyadaki birçok ülke BIM'e geçiş sürecinde çeşitli yasal sorunlarla karşılaşmıştır. Bu kapsamda yasal çerçevede çeşitli regülasyonlar yapılmıştır. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde farklı sektörle bağlantılı kamu kurum ve kuruluşu BIM hedeflerine yönelik uygulama yol haritaları oluşturmuştur.

BIM, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da yasal olarak zorunlu değildir. Bununla birlikte yakın tarihli bir karşılaştırmalı çalışma, Kuzey Amerika'nın yıllarca BIM kullanımı, derinliği ve yeterliliği açısından dünyaya öncülük ettiği sonucuna varmıştır. **Çizelge 3.2**'de bu Dünya kıtasal ölçekte BIM olgunluk seviyelerinin yıllara göre dağılımı gösterilmiştir.

Çizelge 3.2: Kıta ölçeğinde BIM olgunluk seviyeleri [113].

Kıta	Kullanım Yılı (a)	Derinlik (b)	Yeterlilik (c) (%)
Kuzay Amerika	8.5 (5.3)	%73.02 (29.4)	82.1
Avrupa	5.3 (3.2)	%55.9 (35.0)	75.0
Asya	4.9 (2.9)	%46.4 (33.2)	46.3
Okyanusya	7.7 (3.5)	%65.5 (34.6)	81.8
Orta Doğu/Afrika	5.9 (3.7)	%60.0 (36.7)	80.0
Güney Amerika	3.4 (1.0)	%55.7 (33.1)	71.4

a) BIM kullanım yılı. Ortalama ve standart sapma

b) Uygulama derinliği. Ortalama ve standart sapma

c) BIM kullanımında "ileri" veya "uzman" olanların oranı

Yasal olarak bir yaptırımı olmamasına rağmen, Amerika'daki birçok devlet kurumu projeleri için BIM kullanımını desteklemektedir. GSA, kapsamlı BIM standartlara sahiptir. Benzer şekilde, Gaziler İdaresi, Savunma Bakanlığı ve Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (National Aeronautics and Space Administration- NASA) kılavuzlar ve standartlar yayınlamıştır. Birçok eyalet ve yerel hükümet kuruluşu benzer bilgilere

sahiptir veya federal düzeyde standartları benimsemiştir. Sonuç olarak, yasal anlamda BIM zorunluluğu bulunmamasına rağmen birçok kurum tarafından BIM kullanılmaktadır. **Çizelge 3.3**'te Tezin 3.1'inci bölümünde belirtilen yasal düzenlemeler ve regülasyonlar Amerika, Birleşik Krallık ve Avrupa ülkeleri için kronolojik olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.1: Dünya'da BIM'e yönelik yapılan yasal düzenleme ve regülasyonlar

Amerika	• Genel Hizmet İdaresi'nin (GSA) 2007 yılından itibaren tüm projelerinde BIM kullanılmasını zorunlu kılmasıyla başlamıştır. Aynı yıl Amerikan Mimarlar Odası (AIA) tarafından Entegre Proje Teslim Kılavuzu yayınlanmıştır.
	• 2009 yılında Wisconsin eyaleti, tasarım firmalarının 5 milyon dolardan fazla olan tüm projelerde BIM kullanımını zorunlu tutmuştur. Gazi işleri başkanlığı, 10 milyon doları aşan inşaat ve yenileme projeleri için BIM'i zorunlu kılmıştır.
	• 2011 yılında Ohio Eyaleti , Toplam proje değeri 4 milyon \$'dan fazla olan devlet ödeneği ile finanse edilen tüm projelerde BIM'i zorunlu kılmıştır.
	• 2012 yılında Indiana Üniversitesi, proje değeri 5 milyon \$'dan fazla olan tüm inşaat projelerinde BIM'i zorunlu kılmıştır. Aynı yıl içerisinde USACE askeri inşaat projelerinde BIM kullanımını zorunlu hale gelmiştir.
	• 2015 yılında NBIMS-US tarafından ulusal BIM standardı yayınlandı. 2018 yılında Los Angeles Community College District (LACCD) dokuz kampüsünün inşaatında BIM uygulanmasını şart koşmuştur.
Birleşik Krallık	• 2010 yılında düşük karbonlu inşaat raporu yayınlanmıştır.
	• 2011 yılında Birleşik Krallık Hükümeti inşaat stratejisini yayınlamıştır.
	• 2012 yılında PPC 2000 sözleşmesi, 2013 yılında BIM'e dair hüküm sağlayan Ek.10 eklenerek değiştirilmiştir.
	• Government Soft Landings (GSL) politikası ve Construction 2025 yayınlanmıştır.
	• 2015 yılında Digital Built Britain Strategy yayınlanmıştır.
	• 2016 yılında Hükümet inşaat stratejisi 2016-2020 yayınlandı. Kamu sektörü BIM çalışma grubu oluşturulmuştur.
	• 2018 yılında Center for Digital Built Britain, «tasarla, inşa et, çalıştır ve entegre et" sistemini tanıtmıştır.
Avrupa	• 2007 yılında Finlandiya inşaat projelerinde entegre modellere dayalı operasyonlar için IFC kullanımını zorunlu kılmıştır.
	• 2012 yılında Danimarka kamu projeleri ve üniversite binaları için BIM kullanım şartı getirilmiştir.
	• 2012 yılında Hollanda openBIM'e dayalı altyapı programını açıklamıştır.
	• 2013 yılında Almanya Ulaşım ve Altyapı Bakanı Alexander Dobrindt Nisan 2013'te "Yapı İşletmesi Yenilik Komisyonu"nu kurmuştur.
	• 2015 yılında İspanya'da BIM programının tanıtımı yapılmıştır.

	• 2016 yılında Norveç'te openBIM odaklı yasal süreç başlamıştır.
	• 2017 yılında Fransa'da kamu projeleri için BIM zorunluluğu getirilmiştir.
	• 2017 yılında Çek Cumhuriyeti'nde BIM programı başlatılmıştır.
	• 2019 yılında İtalya'da büyük kamu projeleri (100m €'dan fazla) için BIM zorunluluğu getirilmiştir.

Çizelge 3.4'te kamu kurum ve kuruluşlarının BIM adaptasyonundaki rolü gösterilmiştir.

Çizelge 3.2: Dünyada kurumların BIM rolü

Ülke	Sektör	Kurum İsmi	BIM Rolü
Amerika	Kamu	Genel Hizmetler İdaresi (GSA)	Yasal Düzenleme ve El kitabı Geliştirme
		Standartlar ve Teknoloji Ulusal Enstitüsü (NIST)	El kitabı ve Bina Standartları Geliştirme
		CAD/BIM Teknoloji Merkezi	Araştırma ve Danışmanlık
		İnşaat Mühendisliği Araştırma Laboratuvarı(CERL)	Araştırma
Finlandiya	Kamu	Senate Properties	Yasal Düzenleme ve El kitabı geliştirme
	Özel	Skanska Oy	Girişim ve Araştırma
		Tekes	Girişim ve Tanıtım
		Finlandiyalı müteahhitler Birliği	Girişim ve Tanıtım
		Helsinki Teknoloji Üniversitesi	Eğitim ve Araştırma
Norveç	Kamu	Statsbygg	Girişim ve Tanıtım
		Norveçli Ev İnşaatçıları Birliği	Girişim ve Tanıtım
	Özel	Selvaag-Bluethink	Girişim ve Geliştirme
		SINTEF	Araştırma ve Geliştirme
		Norveç Bilim ve Teknoloji Üniversitesi (NTNU)	Araştırma ve Eğitim
		Norveç IAI Forumu	Girişim ve Geliştirme
Danimarka	Kamu	Saraylar ve Emlak Ajansı	Yasal Düzenleme
		Danimarka üniversitesi ve emlak ajansı	Yasal Düzenleme
		Savunma İnşaat Hizmeti	Yasal Düzenleme
		Gentofte Belediyesi	Yasal Düzenleme
		KLP Ejendomme	Yasal Düzenleme
		Danimarkalı işletme ve inşaat otoritesi	El kitabı geliştirme
	Özel	Bips	El kitabı geliştirme
		Aalborg Üniversitesi	Araştırma ve Geliştirme
		Aarhus Mimarlık Okulu	Araştırma ve Geliştirme
		Danimarka Teknik Üniversitesi	Araştırma ve Geliştirme

Singapur	Kamu	İnşaat ve Gayrimenkul Ağı (CORENET)	Yasal Düzenleme ve Sistem Geliştirme
	Özel	Arup	Uygulayıcı
		WSP	Uygulayıcı

3.1.3. Genel Değerlendirme

BIM'in inşaat sektöründe uygulanmasının pek çok faydasına rağmen, uygulama sürecini engelleyen problemlerle karşılaşmaktadır. Bu engeller Liu ve Xie 2015'e göre beş kategoriye ayrılmaktadır [114]:

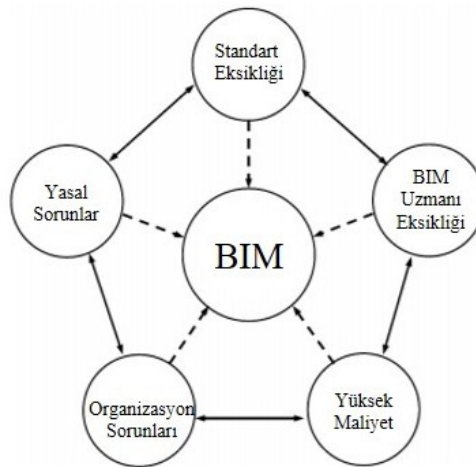
- Vasıflı personel eksikliği,
- Yüksek uygulama maliyeti,
- Ulusal standartların eksikliği,
- Yasal sorunlar,
- Organizasyonel sorunlar.

Çizelge 3.3: BIM adaptasyonuna yönelik engellerin sınıflandırılması [114].

Kategori	Madde	Literatür
Ulusal Standart Eksikliği	Eksik Ulusal Standart, BIM'de bilgi paylaşımı eksikliği	Bernstein Pittman, 2004; Thomson Miner, 2006; Björk Laakso, 2010; Azhar, 2011; Aibinu Venkatesh, 2014; Alreshidi ve diğ., 2014
Yüksek Uygulama Maliyeti	Yazılımın yüksek maliyeti, Uygulama sürecinin yüksek maliyeti	Allen Consulting Group, 2010; Thomson Miner, 2010; Azhar, 2011; Ganah John, 2014
Uygulama Eksikliği	Profesyonel Eksikliği Eğitim ve öğretimin yüksek maliyeti	Smith Tardif, 2009; Allen Consulting Group, 2010; Sharag Eldin Nawari, 2010; Becerik Gerber ve diğ., 2011; NATSPEC, 2013 Wu Issa, 2014
Organizasyonel Sorunlar	Süreç sorunları, Öğrenme eğrisi, Kıdemli destek eksikliği, Mülkiyet	Arayıcı ve diğ., 2011; Won et al., 2013; Aibinu Venkatesh, 2014; De mian Walters, 2014
Yasal Sorunlar	Yanlışlıkların sorumluluğu, Lisans Sorunları	Thomson Miner, 2006; Chynoweth ve diğ., 2007; Azhar, 2011; Udom, 2012

Ulusal ölçekte inşaat endüstrinin ihtiyaçları belirlenerek sektöre rehberlik etmesi planlanan BIM uygulaması için ulusal bir strateji geliştirilmesi gerekmektedir. BIM süreçleri standartlaştırılmalı ve uygulama kılavuzu yayınlanması gerekmektedir [115], [116]. Ayrıca endüstri sınıflandırması için gerçekçi ve iyi geliştirilmiş stratejilere ihtiyaç olduğu düşünülmektedir [62]. Ancak, BIM'in nasıl uygulanacağı ve kullanılacağı konusunda sabit bir fikir bulunmamaktadır. Birkaç yönerge geliştirilmiş, ancak endüstriyel faaliyetlerin organizasyonu için resmi standartlar geliştirilmemiştir. İnşaat endüstrisinde standart ve el kitabı kullanımı yaygındır [117]. BIM'in uygulanması gelişen teknolojiyle birlikte yeni standartların geliştirilmesini gerektirmektedir. Uygulamada tüm paydaşlar arasında veri paylaşımı için ulusal standartların olmaması bir engel olarak görülmektedir [118].

BIM'in uygulanmasının önündeki engeller birbirini doğrudan veya dolaylı yollardan etkilemektedir. BIM adaptasyonu, Şekil 3.4'te gösterildiği gibi beş ana sorunla yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir. BIM'in uygulanmasının inşaat endüstrisindeki büyük şirketlerin organizasyon yapısı ve iş süreçleri için önemli ölçüde etkisi bulunmaktadır. BIM uygulamaları, tedarikçiler gibi harici taraflar dâhil edildiğinde yasal ve mali sorunlara yol açabilmektedir. Allen Consulting Group'a (2010) göre, BIM'i uygulamak proje inşaat maliyetlerini önemli ölçüde azaltmaktadır [118]. BIM yazılımının yüksek maliyeti, organizasyon değişiklikleri, iş süreçlerindeki değişiklikler ve yetkin profesyonellerin işe alınmasıyla doğrudan ilişkilidir. Bilgilerin veya paylaşılan verilerin yasal olarak sahipliğine ilişkin anlaşmazlıkların eksik standartlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 3.4: BIM'in önündeki ana engeller ile ilişkisi [115].

Uluslararası anlamda inşaat sektörü pazarlarında BIM'in benimsenmesi son birkaç yılda katlanarak artmakta ve önümüzdeki yıllarda da bu artışın devam edeceği düşünülmektedir. Bu teknoloji sayesinde alınan verim Amerika Birleşik Devletleri ve Birleşik Krallık gibi inşaat endüstrisinde önemli yeri olan ülkelerde yapılan yasal düzenlemelerle yönetilmektedir. Bu gelişmeler hem kamusal hem de özel anlamda iş hacmini büyütmeyi teşvik etmektedir.

Diğer ülkelerin, büyük BIM ülkelerine ayak uyduramadıkları takdirde uluslararası pazarın gerisinde kaldıkları görülmektedir [119]. BIM adaptasyonu açısından ilk benimseyen şirketlerin, BIM'e yatırım yaparak farklı girişim ve özelliklerden yararlandıkları için büyümeye devam ettikleri görülmektedir. Bu sebeple mali olarak daha iyi bir konumda oldukları düşünülmektedir.

Çizelge 3.6'da BIM'in adaptasyonuna yönelik karşılaşılan sorunların sınıflandırılması gösterilmiştir.

Çizelge 3.6: BIM uygulamasında karşılaşılan sorunlar [74].

<p>Sosyal-Organizasyonel Değişime olan direnç Yeni teknolojiye duyulan endişe ve güven eksikliği BIM kavramının eksik anlaşılması Uygulayıcıların becerilerindeki farklılıklar</p> <p>BIM eğitiminin eksikliği İnovasyon Eksikliği Müşteri Farkındalığı</p> <p>Geleneksel yöntemlere ve standartlara uyum Hatalardan kaçınma/gizli potansiyel riskler ve sorumluluk</p>	<p>Finansal BIM adaptasyonu ve başlangıç maliyeti Kişisel Tazminat Sigortası kapsamında olmaması BIM eğitimi maliyeti Sınırlı bütçe İnsan temelli hizmetlerin yüksek maliyetleri</p>
<p>Teknik</p> <p>BIM tabanlı teknolojinin olgunluğu Ortak çalışma sistemi sorunları Mevcut BIM modelleme ve işbirliği araçlarıyla ilgili sorunlar</p> <p>Büyük veri girişleri/çıkışları</p> <p>Büyük veri ve sınırlı veri depolama</p> <p>Sınırlı erişilebilirlik ve erişim hakları</p>	<p>Sözleşmesel Müteahhitler karışıklıktan yararlanması BIM sözleşmeleri henüz olgunlaşmamış oluşu Mevcut sözleşmelerde BIM ile ilgili hususların eksikliği Mevcut sözleşmelerde BIM yasal kaygılarının ele alınmaması Sözleşmelerin, BIM işbirliği ortamındaki değişiklikleri içermemesi</p> <p>Yasal BIM modelleri sahipliği: fikri mülkiyet ve telif hakkı endişeleri Yanlış veya eksik veriler için sorumluluk paylaşımı Mevcut BIM sözleşmelerinde yasal konuların eksikliği İşbirlikçi BIM'i benimsemek için yasal çerçeve eksikliği</p>

Veri paylaşım mekanizmalarının eksikliği Veri izleme, kontrol ve versiyonlama kontrol mekanizmalarının eksikliği Büyük BIM modellerini koordine etme zorlukları Bildirim mekanizmalarının eksikliği	Kişisel Tazminat Sigortasının, işbirlikçi çalışma mekanizmalarının yasal yönlerini kapsamıyor oluşu Büyük BIM modellerini koordine etme zorlukları Bildirim mekanizmalarının eksikliği
--	--



BÖLÜM 4

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Türkiyede Mevcut Durum

Bu bölümde Türk inşaat sektörünün, dijital dönüşüme ne ölçüde entegre olduğu araştırılarak ulusal ölçekte kapsamlı bir değerlendirme yapılmıştır. Bu kapsamda daha önce BIM ile ilgili çalışma yapmış veya BIM kullanılan bir projede görev almış olmak gibi kriterler gözetilerek inşaat sektöründen uzman kişiler seçilmiştir. Seçilen bu uzmanlarla Türk inşaat endüstrisinin mevcut durumuyla alakalı görüşmeler yapılmıştır. Türkiye'deki mevcut durumun incelenmesi için Çevre ve Şehircilik Bakanlığına bağlı Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı'ndan 2 uzmanla görüşülerek kamu kurum ve kuruluşlarında BIM'in hangi seviyede olduğu irdelenmiştir. Özel sektörün analiz edilebilmesi için BIMGenius tarafından 29 Haziran 2020 tarihinde yayınlanan "Türkiye BIM Raporu" incelenmiş ve özel sektörden 2 uzmanla görüşülmüştür. Türkiye'deki BIM eğitimini analiz edebilmek için üniversitelerin mimarlık ve inşaat mühendisliği programlarının lisans ders içerikleri incelenmiştir. Türkiye'de BIM'in kullanılmasına yönelik çeşitli çalışmalar içerisinde olan sivil toplum kuruluşlarının (buildingSMART ve BIM4TURKEY gibi) çalışmaları incelenmiştir. Bu kurumlarda görev alan uzmanların görüşlerine başvurulmuştur.

4.1.1. Kamu Kurum- Kuruluşlarında BIM ve Uygulamaları

Türkiye'de inşaat sektörü, Türkiye'nin gayri safi yurtiçi hasılasında önemli bir rol oynamaktadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayınladığı rapora (2018) göre yıllık Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'nın (GSYİH) yaklaşık yüzde 8'ini inşaat sektörü oluşturmaktadır. Türk inşaat sektörü, son 20 yıldır gelişen ve küreselleşen Türkiye ekonomisinin büyümesine katkı sağlamada önemli bir rol oynamasına rağmen dijital inşaat kavramının Türk inşaat sektörüne entegre edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Türkiye yapı malzemeleri açısından üretici bir ülke konumundadır. Özellikle çimento, yapı çeliği, seramik, kimyasal katkı ve cam ürünleri üretiminde yurtdışı pazarında rekabetçi kabul edilmektedir. BIM ile birlikte inşaat sektöründeki dijitalleşmenin sonucunda Türkiye ekonomisine faydası olacağı düşünülmektedir.

Türkiye’de inşaat sektörü hem kamu hem özel sektör açısından geleneksel yöntemlerle devam etmektedir. Kamu sektöründe görev yapan uzmanlar ile yapılan görüşmelerde, Türk inşaat endüstrisinin BIM'i uygulamak için bir yol haritasına ihtiyacı olduğunu belirtmişlerdir. İnşaat sektöründe BIM farkındalığını arttırmak ve kullanımını teşvik etmek, gelişmekte olan ülkeler için büyük bir zorluktur. Endüstriyel ve teknolojik olgunluğa sahip gelişmiş ekonomilerde belirlenen ve benimsenen stratejileri Türkiye bağlamında uygulanmasının kolay olmayacağı düşünülmektedir. Çünkü BIM’in pratik anlamda uygulanabilir düzeyde olması için önemli bir yatırıma ihtiyaç olduğunu belirtilmektedir. Bu sebeple gelişmiş ülkelerde uygulanan modellerin bire bir alınıp Türk inşaat endüstrisine adaptasyonunun ötesinde belirli ölçülerde kılavuz olarak kabul edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Türkiye’de ise kamuya açık bir şekilde paylaşılan bir sözleşme tipi bulunmamakla birlikte yaygın olarak kullanılan Yapım İşleri Genel Şartnamesi’nde de BIM ile ilgili uygulama esaslarının yayınlanması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Yalnızca 2021 yılının şubat ayında Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından “BIM Teknik Şartnamesi ve İhale Dokümanları” yayınlamıştır [120]. Bu doküman genel hatları ile önceki projeler sırasında edinilen deneyimlere dayanmaktadır. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'na bağlı kurum ve kuruluşların satın alma süreçlerine BIM'i entegre etmelerini sağlamak için oluşturulmuştur. Bu dokümanın hazırlık aşamasında Türk inşaat sektörü kamu ihale sistemine ve standartlarına yönelik kendine özgü standart ve ihtiyaçları göz önünde bulundurulmuştur.

Dokümanın giriş kısmında, "İhale dokümanı eklemeleri" başlığı altında, taslak şartname ve yönetime gerekli eklemeler bulunmaktadır. İkinci bölümde, teklife dâhil edilmesi gereken BIM Teknik Şartnamesine ait standart form gösterilmektedir. BIM Teknik Şartnamesi, işin dâhil olduğu proje türü (havaalanları, otoyollar, demiryolu sistemleri vb.) için doğru BIM hedeflerini tanımlanmasına yardımcı olan standart ve esnek bir modüldür. Şartname, bir inşaat projesinin başlangıcından bitişine kadar bilgileri yönetmek için gereken tüm içeriği kapsamaktadır [120]. Yüklenici tarafından oluşturulan BIM

Uygulama Planı ve diğer ekler bu içeriğin uygulanmasını desteklemesi gerektiği düşünülmektedir.

2019 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından “2019 – 2022 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı” raporu yayınlanmıştır. Bu rapor doğrultusunda aşağıdaki aşamalar yer almaktadır [121]:

- Mevcut Durum Analizi ve İhtiyaçların Tanımlanması
- 2019 – 2022 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı’nın Hazırlanması
- Akıllı Şehirler Ekosistemi Kapasite Kazandırma
- Ulusal Akıllı Şehirler İzleme Değerlendirme Modeli ve Sisteminin Oluşturulması
- Ulusal Akıllı Şehirler Olgunluk Değerlendirme Modelinin Oluşturulması

Bu eylem planı doğrultusunda raporun 15.7 numaralı maddesinde “Akıllı Yapılar bileşenin olgunluğu artırılacaktır.” ifadesi yer almaktadır ve Ek A’da sunulmuştur. Bu maddenin kısa açıklaması; “Şehirlerde, Akıllı Şehir Teknoloji Portföyü ve Ulusal Akıllı Şehir Çözüm Portföyü’nden faydalanılarak şehirlerin Akıllı Şehir dönüşümü sağlanacaktır. Buna göre Akıllı Şehir Olgunluk Değerlendirme uygulamalarıyla belirlenen Akıllı Yapılar bileşen olgunluğunun artırılması için; yapı güvenlik, acil durum, enerji, atık yönetimi ile yapı iklimlendirme sistemleri ve bütünlük tasarım yapabilmek amacıyla yapı bilgi modellemesi kullanılarak ve çevre dostu yeşil binalar dikkate alınarak yapı yönetimi yapılacaktır.” şeklindedir [121]. Bu kapsamda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından geliştirilen bu raporun Türkiye’nin akıllı şehirler hedefinde BIM’in kilit rol oynadığı görülmektedir.

Türkiye’de çeşitli aşamalarda BIM kullanılarak gerçekleştirilen bazı kamusal projeler bulunmaktadır. İstanbul Havalimanı, Ataköy-İkitelli Metro Hattı projeleri bu tip projelere örnek olarak verilebilir.

4.1.1.1. İstanbul Havalimanı Projesi (İstanbul Grand Airport- İGA)

İGA, 2013 yılında İstanbul’da yeni bir havalimanı inşa etmek ve işletmek üzere bir ortak girişim olarak kurulmuştur. İGA, dünyanın en büyük 4 fazlı havalimanı projesi olma özelliği taşımaktadır. İlk aşama; üç pist, 1,3 milyon metrekare alana sahip beş iskeleden oluşan bir terminal, 700.000 metrekare otopark ve diğer şantiyelerin yapımını içermektedir. Proje kapsamında ana terminal varlıkları, pistler ve ilgili taksi yolu/acil

durum pist sistemleri inşa edilmektedir. Tüm fazları tamamlandığında, 76 milyon metrekaarelik havalimanı alanı, altı pist, günde 3.500 kalkış ve iniş, yılda 200 milyon yolcu ve dünya çapında 350 destinasyona erişim vizyonunu destekleyen bir proje olması planlanmaktadır [122].

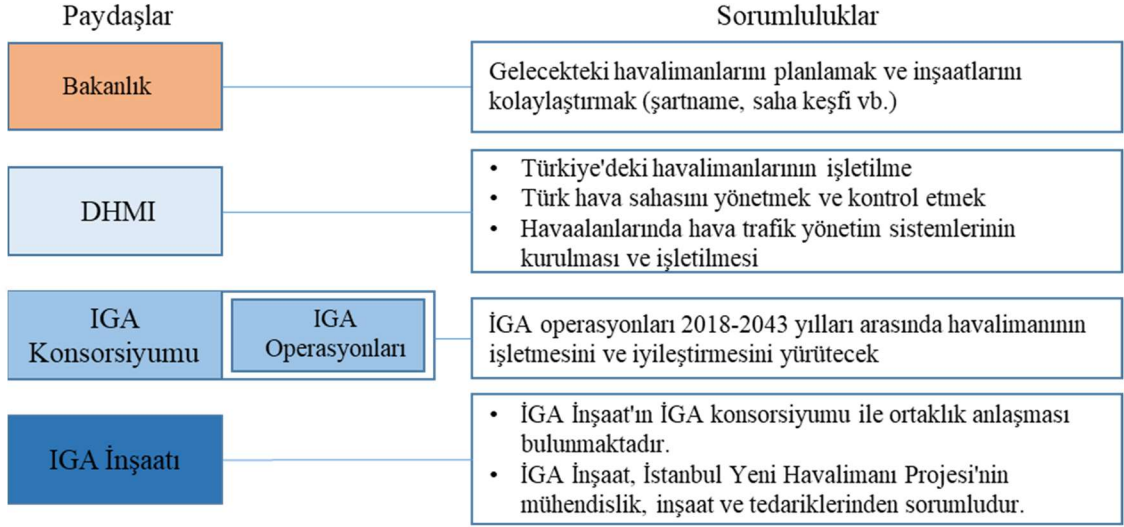
Yaklaşık 35.000 çalışanın istihdam edildiği İGA, bu projeyi Türkiye'nin modern tarihinin en büyük yatırımlarından biri haline getirmektedir. İGA, tasarım ve inşaatta yer alan birçok uluslararası ve yerel şirketin yer aldığı çok karmaşık bir projedir. Bu nedenle, işbirlikleri ve koordinasyonları yapılandırılmış bütüncül bir yaklaşım gerektirmektedir. Başka bir deyişle İGA, projeyi zamanında ve bütçe dahilinde tamamlamak için tüm bu paydaşları entegre eden bir platforma ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle, yalın bir bakış açısıyla entegre BIM, zaman ve bütçe hedeflerini karşılamak için tek geçerli inşaat yöntemi olarak öne çıkmaktadır. Yalın verimlilikteki artış, geleneksel yöntem ve süreçlerin kullanıldığı Berlin Brandenburg Havalimanı örneği ile İGA örneği karşılaştırıldığında anlaşılabilir.

Çizelge 4.1: İstanbul Havalimanı Projesinin teknik özellikleri [123].

Proje	İstanbul Havalimanı
Toplam Alan	76.5 milyon m ²
Kapalı Alan (Faz-1)	3.5 milyon m ² (Yalnızca Faz-1)
Yolcu Sayısı (Faz-2)	90.000.000 / Yıllık
Çalışan Sayısı	200.000.000 / Yıllık
Bütçe	30.000 / Günlük
Planlanan Başlangıç ve Bitiş Tarihi	2014-2019
Yapım Metodu	BIM

İstanbul Büyük Havalimanı'nı inşa etmek ve işletmek üzere kurulan İGA'nın 25 yıllık operasyonel ve sürdürülebilir bir planı vardır. Ocak 2013'te DHMİ Devlet Hava Meydanları İşletmesi, bir ön proje kapsamında yeni İstanbul havalimanı için 25 yıllık bir yap-işlet-devret teklifiyle ihaleye vermiştir. İGA projesi, projeyi 25 yıl boyunca inşa eden ve yöneten İGA konsorsiyumuna verilen bir devlet hibesine dayanmaktadır. Proje tamamlandığında, İGA konsorsiyumu inşaat maliyetlerini karşılayacak ve projenin ticari kullanımından elde edilen kârın Türk hükümetine aktarılması planlanmaktadır.. DHMİ,

İGA'nın yap-işlet-devret sistemini baştan sona yönlendirmek için ortak bir yasal ve düzenleyici çerçeve uygulamaktadır. İGA yatırımcıları; Cengiz İnşaat, MAPA İnşaat, Limak İnşaat, Kolin İnşaat ve Kalyon İnşaat eşit paya sahiptir. DHMİ tarafından denetlenen İGA Grubu, İstanbul Büyük Havalimanı'nın inşasından ve işletilmesinden sorumlu ana organdır [123]. Bu sorumluluk paylaşımı **Şekil 4.1**'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1: İstanbul Havalimanı Sorumluluk Paylaşımı [123].

4.1.1.2. Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi

BOLD Mimarlık, 2D proje çizimleri ve raporları kullanarak bir BIM koordinasyon modeli oluşturmuştur. Oluşturulan koordinasyon modeli, çatışmaları belirlemek ve çözmek için kullanılmıştır. BIM modeli üzerinde oluşturulan çizimler sayesinde oluşan her farklılıktan proje paydaşlarının haberdar olması sağlanmıştır. Ayrıca 4D simülasyon ve 5D maliyet modeli geliştirilerek zamandan ve maliyetten tasarruf sağlanmaktadır. Projede binanın kendi enerjisini üretebilmesi için enerji tasarruf sistemi de kullanılmıştır. Ayrıca açığa çıkan ısı enerjisi hastaneyi ısıtmak ve soğutmak için kullanılarak işletme maliyetlerini en aza indirmektedir [13].



Şekil 4.2: Okmeydanı eğitim ve araştırma hastanesi [124].

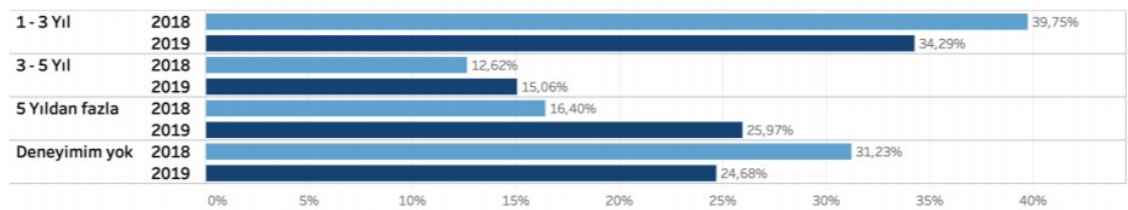
4.2. Özel Sektörde BIM

Engineering News Record (ENR) dergisinin yayınladığı raporda dünyanın en büyük 250 inşaat şirketinin toplam inşaat taahhüt gelirlerine göre sıraladığı Global Müteahhitler Listesi 2020 raporuna göre, Türkiye’den 42 şirket bu listede yer almıştır [125]. Ancak yapılan araştırmada listeye giren tüm Türk firmalarının toplam parasal iş hacminin, listenin ilk beş sırasındaki her bir şirketin toplam parasal iş hacminden daha düşük olduğu görülmektedir.

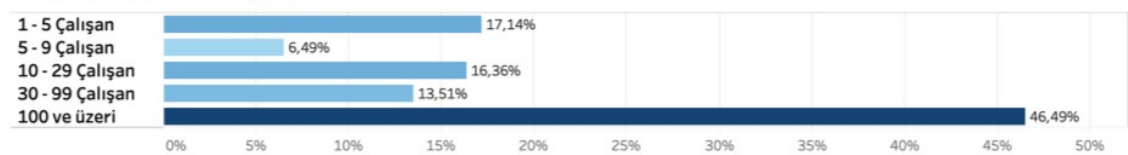
Türk şirketlerinin uluslararası piyasalardaki düşük kâr oranları göz önünde bulundurulduğunda; Türk şirketlerin mühendislik, tedarik yönetimi ve inşaat hizmetleri sunmasıyla birlikte uluslararası projelerin sayısını ve büyüklüğünü artırmak için BIM’in daha da önemli hale geldiği düşünülmektedir. Birçok ülkede meslek kuruluşlarının/odalarının ve üniversitelerin, standart form ve protokol yayınlamakta öncü olduğu bilinmektedir. Fakat Türkiye’de buna yönelik bağımsız meslek odaları veya üniversitelerin yayımlanmış olduğu herhangi bir standart form veya protokol bulunmamaktadır. Türkiye’de özel sektörde BIM uygulamalarının çoğalmasının iki yolu olduğu belirtilmektedir. Birincisi şirketlerin geleneksel bilgi ve deneyimleriyle BIM’e ihtiyaç duyması ve kurumsal iş yapış şekillerini revize etmesidir. Dolayısıyla şirketlerin özellikle uluslararası pazarda rekabet gücünü artıracakları düşünülmektedir. Bir diğeri Amerika, Birleşik Krallık gibi resmi BIM standartlarına sahip ülkelerin kamu ihale sistemleri ve yasal düzenlemeleri göz önünde bulundurularak bu ülkelerde yayımlanmış olan BIM rehberi veya elkitapları aracılığı ile benimsemektir.

BIM'in uygulama planlaması ihtiyacı ile ilgili; model geliştirme, paydaşların model üzerindeki sorumlulukları, model paylaşımı, model güvenilirliği, model yönetimi gibi kavramların Türk inşaat pratiğinde farkındalığının düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Bu bağlamda Türkiye'de; entegre çalışma sistemi, fikri mülkiyet hakları ve model öğelerinin telif hakları konusunda tam bir yasal regülasyon bulunmamaktadır. Sözleşme kapsamında bu süreçle ilgili sorumluluk paylaşımının yapılması gerektiği düşünülmektedir.

BuildingSMART, Türkiye'de BIM tabanlı çalışma uygulamalarına geçişle ilgili zorlukları ve beklentileri analiz etmek için 2018 ve 2019 yıllarında BIMgenius platformuyla ortak bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmanın temel amacı, BIM teknolojisinin kullanımı konusunda Türkiye inşaat sektöründeki durumu anlamak, bu konudaki farkındalığı artırmak için neler yapılabileceğini belirlemektir. Anketin temelini oluşturan sorular, anket katılımcılarına Google Formlar platformunda dijital olarak sunulmuştur. BuildingSMART Türkiye Elektrik Mühendisleri Derneği ve Makine Mühendisleri Odası, araştırmalara kurumsal destek vererek ve üyelerine anketleri dijital olarak sunmuştur. Anket, çeşitli sektörleri temsil eden inşaat şirketlerinde çalışan 385 uzmanın görüşlerini içermektedir. **Şekil 4.2**'de bu kişilerin daha önceki BIM ile deneyimi ile çalışılan kuruluşların büyüklüğü arasındaki ilişki gösterilmiştir. Ankete katılan katılımcıların %76,32'sinin BIM deneyimine sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bu deneyim, 2018 anket sonuçlarında gözlemlenen yükselişe göre orantılı olup, tesis büyüklüğü ile arttığı görülmektedir. Örneğin 5 yıldan fazla BIM deneyimi olan katılımcıların % 47'si 100'den fazla çalışanı olan bir şirkette çalışmaktadır [126].

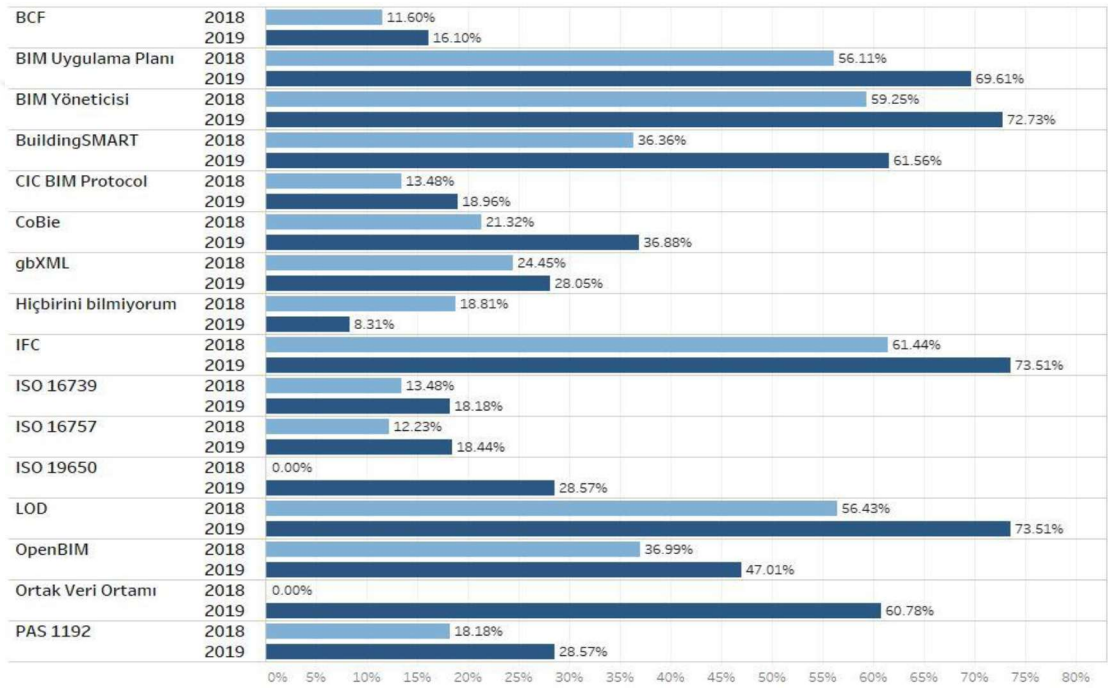


Tablo 6 Çalışılan kurum büyüklüğü



Şekil 4.3: BIM farkındalık seviyesi ile kurum büyüklüğü arasındaki ilişki [126].

Aynı anket kapsamında BIM uygulamaları için önemli olan birçok standart ve kavram hakkındaki farkındalığın ölçülebilmesi için katılımcıların BIM uygulama planlaması, BIM yönetimi ve IFC gibi bazı temel kavramları bilgi düzeyleri değerlendirilmiştir. **Şekil 4.2'**de BIM ile ilgili temel kavramların yıllara göre farkındalık düzeyi gösterilmiştir. 2018 yılında yapılan ankete oranla farkındalık seviyesinde artış görülmesine rağmen herhangi bir temel kavramda bu kavram hakkında iyi düzeyde bilgi sahibi olduğunu belirten katılımcı oranı % 75'in üzerine çıkamamıştır. Özellikle 2018 yılında olduğu gibi CIC BIM Protokolü, PAS 119213 ve ISO 19650 protokolü gibi kavramların farkındalığının düşüklüğü de dikkat çekmektedir.



Şekil 4.4: Temel BIM kavramlarının şirketlerdeki farkındalık düzeyi [126].

Tüm bunlardan yola çıkarak BIM'in Türkiye'de kullanımının halen gelişim aşamasında olduğu görülmektedir. Bu durum da BIM kullanımına yönelik birçok sorunla karşılaşılmasına neden olmaktadır. Sorunun bir başka nedeni özellikle taşeronların BIM ile uyumlu çalışma şekline henüz adapte olamamış olmalarıdır. Bu nedenle büyük projelerde alt yükleniciler ve çeşitli taşeronlar BIM tabanlı çerçeveler aracılığıyla sağlıklı iletişim kuramamaktadır. Bunun sonucunda da inşaatlarda zaman ve maliyet kaybı söz konusu olduğu düşünülmektedir.

4.3. Eğitimde BIM

Türkiye'deki üniversitelerin müfredatlarında BIM eğitimini entegre etmeleri için devlet tarafından hazırlanmış bir yol haritası bulunmamaktadır. Türkiye'de çok az üniversitede BIM ile ilgili2 çeşitli kurslar bulunmaktadır. Ayrıca konuyla ilgili çalışan akademisyen sayısının yetersiz kaldığı ve şu an için BIM tabanlı eğitimlerin yeterli olmadığı düşünülmektedir. Bazı sivil toplum kuruluşları BIM ile ilgili konferanslar, seminerler ve çalıştaylar aracılığıyla eğitim vermeye devam etmektedir [65]. Üniversitelerin de lisans ve lisansüstü düzeylerinde BIM farkındalığını artırmaya yönelik bazı çalışmalar bulunmaktadır. Akademik Performansa Göre Üniversite Sıralaması- URAP (University Ranking by Academic Performance) [127] referans alınarak lisans eğitiminde mimarlık ve inşaat mühendisliği programları bulunan Türkiye'deki ilk 10 üniversitenin mimarlık ve inşaat mühendisliği lisans programlarının ders içerikleri incelenerek mevcut durum analiz edilerek Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2: Türkiye'deki ilk 10 üniversitenin lisans programlarında BIM dersleri

	Üniversite	Fakülte	Program	Şehir	Zorunlu/seçmeli
1	Orta Doğu Teknik Üniversitesi	Mimarlık	Lisans	Ankara	zorunlu
		İnşaat Mühendisliği			zorunlu
2	İstanbul Teknik Üniversitesi	Mimarlık	Lisans	İstanbul	-
		İnşaat Mühendisliği			-
3	İstanbul Üniversitesi	Mimarlık	Lisans	İstanbul	zorunlu
		İnşaat Mühendisliği			-
4	Gazi Üniversitesi	Mimarlık	Lisans	Ankara	zorunlu
		İnşaat Mühendisliği			-
5	Gebze Teknik Üniversitesi	Mimarlık	Lisans	İstanbul	zorunlu
		İnşaat Mühendisliği			-
6	İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi	Mimarlık	Lisans	Ankara	-
		İnşaat Mühendisliği	-	-	-
7	Ege Üniversitesi	Mimarlık	Lisans	İzmir	-
		İnşaat Mühendisliği			-
8	Yıldız Technical Üniversitesi	Mimarlık	Lisans	İstanbul	zorunlu
		İnşaat Mühendisliği			seçmeli
9	Dokuz Eylül Üniversitesi	Mimarlık	Lisans	İzmir	-
		İnşaat Mühendisliği			-
10	Erciyes Üniversitesi	Mimarlık	Lisans	Kayseri	seçmeli
		İnşaat Mühendisliği			-

Bu tabloya göre Türkiye'de lisans düzeyinde BIM eğitiminin mimarlık programlarında inşaat mühendisliğine oranla daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Ancak Türkiye'deki bazı vakıf üniversitelerinin eğitim müfredatlarına BIM'i entegre etme aşamasında olduğu

görülmektedir. Örneğin İstanbul Medipol Üniversitesi Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesine bağlı mimarlık programının ders içeriği incelenmiştir.

Çizelge 4.3: İstanbul Medipol Üniversitesi Mimarlık Programındaki BIM ile ilgili dersler

	Zorunlu	Seçmeli
1.sınıf	-	-
2.sınıf	Dijital Tasarım Araçları II	-
3.sınıf	-	BIM ile Mimari Modelleme BIM ile Mimari Modellem ve Analiz BIM ve Ahşap Strüktürler
4.sınıf	Bütünleşik Sistem Tasarımı Stüdyosu	BIM, Algoritma ve Üretken Tasarım

Bu inceleme sonucunda İstanbul Medipol üniversitesinin lisans programının her senesine kademeli olarak BIM'i dâhil etme konusunda Türkiye'deki öncü üniversitelerden olduğu görülmektedir. Aynı zamanda lisansüstü düzeyde İnşaat Yönetimi ve Hukuku tezli yüksek lisans programında BIM ile ilgili akademik çalışmalar devam etmektedir.

Üniversitelerin lisans programlarından sertifika programları ile özel kurslar aracılığı ile BIM farkındalığını arttırmaya yönelik faaliyetlerinin olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda Türkiye'deki bazı üniversiteler ve özel kuruluşlar tarafından da BIM eğitimi verilmektedir. BIM eğitimi veren başlıca kuruluşlar [128]:

a) İTÜ SEM – BIM Uzmanı Sertifika Programı

İstanbul Teknik Üniversitesi tarafından düzenlenen ve inşaat sektöründe BIM uzmanı olmak isteyenlere gerekli teorik ve pratik bilgileri kazandırarak BIM süreç yönetimine katılacak yetkin personel yetiştirmeyi hedefleyen sertifika programı 3 modülden oluşmaktadır:

- Birinci modül: BIM Süreçleri Eğitim Programı
- İkinci modül: BIM Uygulama Eğitim Programı
- Üçüncü modül: BIM Uzmanı Sertifika Programı

b) ODTÜ SEM – Yapı Bilgi Modellemesi Sertifika Programı

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi tarafından düzenlenen Yapı Bilgi Modelleme Sertifika Programı, yapı bilgi modelleme süreçleri ve araçları konusunda

kavramsal ve uygulamalı bir eğitim vermeyi amaçlamaktadır. Eğitim aşağıdaki beş modülden oluşmaktadır:

- Temel Yapı Bilgi Modellemesi Kavramları
- Yapı Bilgi Modellemesi için Modelleme
- Yapı Bilgi Modellemesi ile Analiz
- Standartlar Eşliğinde Yapı Bilgi Modellemesi Uygulama Süreçleri
- Yalın İnşaat Süreçleri ve Yapı Bilgi Modellemesi

c) BÜYEM – İnşaat Projelerinde Uygulamalı BİM Süreçleri

Boğaziçi Üniversitesi'nin yaşam boyu eğitim merkezi, inşaat projelerinin tasarım, mühendislik ve uygulama süreçlerine katılan ve inşaat projelerini kullanan mimar ve mühendisler için BIM kuramı, BIM standartları, yazılım ve uygulama planlarına yönelik eğitim vermektedir.

d) Antalya SEM – Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Modelleme Uzmanlığı Eğitim Programı

Antalya Bilim Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi tarafından düzenlenen BIM modelleme uzmanı sertifika kursunda; BIM'in genel konsepti, bütünlük projeksiyon sistemi, Autodesk Revit programı ile BIM mantığında temel modelleme, BIM Potansiyeli ve uygulama alanlarına yönelik eğitim verilmektedir.

Antalya SEM'in düzenlediği eğitim, ülkenin teknik müşavirlik sektöründeki ciddi BIM profesyonel ve teknik eleman eksikliğini göz önünde bulundurarak sektöre yeni meslek gruplarını tanıtmayı ve sürdürülebilir kalite ortamında eğitimi standartlaştırmayı amaçlamaktadır.

e) ESOGÜSEM – BIM (Yapı Bilgi Modellemesi) Uzmanlığı Uygulamalı Eğitimi Sertifika Programı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi tarafından düzenlenen BIM (Yapı Bilgi Modelleme) uygulama eğitimi sertifika programında katılımcılara BIM ve 3 boyutlu modelleme, veri analizi ve koordinasyonu ile planlamaya (zaman ekseni) yönelik eğitimler verilmektedir. Eğitim, aşağıdaki konulardan oluşmaktadır:

- BIM'e giriş
- 3D – Modelleme
- Yapısal Modelleme
- Mimari Modelleme
- Mekanik ve Elektrik Tesisat (MEP) Modelleme
- Veri analizi ve Koordinasyon;
- Uygulama Projesi Üretme (Shop Drawings)
- Model üzerinden metraj alma
- 4D – Planlama (Timeliner);
- Çakışma Analizi
- Zamanlama Simülasyonları

f) BSI Group BIM Eğitimi

Birleşik Krallık Ulusal Standartlar Enstitüsü (British Standards Institution - BSI) Türkiye temsilcileri tarafından çeşitli BIM eğitim kursları verilmektedir:

- BIM Temel Eğitimi
- BIM Prosesleri ve Prosedürleri Eğitimi
- BIM Bilgi Yönetimi Eğitimi
- BIM Uygulama Eğitimi

4.4. Sivil Toplum Kuruluşlarında BIM

Türkiye'de BIM'in ulusal ölçekte entegrasyonuna yönelik buildingSMART Türkiye ve BIM4TURKEY gibi çeşitli sivil toplum kuruluşları bulunmaktadır. Bu kuruluşların asıl amacı Türkiye'deki BIM farkındalık seviyesini artırmaktır. Bunun için kurumsal anlamda çeşitli komiteler kurularak inşaat endüstrisinin içerisinde yer alan paydaşlara bilgi paylaşım ortamı sunulmaktadır.

BuildingSMART Türkiye ekibi de şu anda standart geliştirme aşamasındadır. Bu çalışmanın kapsamı Türkiye'de BIM ve sayısal inşaat uygulamaları ile öncelikli olarak ihtiyaç olan yönerge ve standartların hazırlanmasına yöneliktir. TSE ile işbirliği yapılarak mevcut ISO standartlarının Türkiye'ye uyarlanması amaçlanmaktadır. Tüm yönergeler yedi ana başlıkta sınıflandırılmıştır:

1. BIM Uygulama Yönergesi
2. BIM Uygulama Planı Şablonu
3. BIM ve Sayısal İnşaat Uygulamaları - Kısaltmaları ve Terimler
4. Ulusal BIM Teknik Şartnameleri
5. İşletme İçin BIM Uygulama Yönergesi
6. BIM İçerik Kütüphanesi
 - i) Eleman Oluşturma ve İçerik Yönergesi
 - ii) Eleman Kütüphanesi
7. Kurumsal BIM Olgunluk Matrisi

Bu sınıflandırma ile daha hızlı sorumluluk paylaşımı yapılarak standardizasyon çalışmaları devam etmektedir. BIM4TURKEY, Türkiye’de BIM farkındalığını artırmaya yönelik bir sivil toplum kuruluşudur. Türk inşaat sektörünün ulusal ölçekte yapılması planlanan dönüşümün öncülerinden kabul edilmektedir. BIM4TURKEY; inşaat sektörü, yükseköğretim ve özel sektör paydaşlarında yapı bilgi modelleme ve yönetiminin entegrasyonunu kolaylaştırmayı amaçlamaktadır.

BIM4TURKEY’de görev alan uzmanlarla yapılan görüşme doğrultusunda; tasarım ve inşaat projelerinde yer alan tüm tarafların iletişim ve entegre çalışma sistemi için temel oluşturmayı amaçlayan bir kuruluş olarak tanımlandığı sonucuna varılmıştır. Kurumsal yapılanmasında yer alan komitelerle inşaat endüstrisinin her alanından ortak bilgi paylaşım ortamları oluşturulmuştur. Türkiye’deki yapı standartları düzenli olarak analiz edilerek Türkiye'nin mevcut kapasitesini geliştirmesine, BIM konusunda farkındalığı artırmasına ve BIM'in inşaat sektörüne entegrasyonunu hızlandırmasına yardımcı olmaktadır. Özellikle Türk inşaat şirketlerinin uluslararası arenada rekabet güçlerini arttırmalarına destek olmayı amaçlamaktadır. Bu hedeflere yönelik farkındalığı artırmak için çeşitli etkinlikler ve seminerler düzenleyerek sektör ve akademi arasında organik bir bağ oluşmasına katkı sağlamaktadır.

4.5. Mevcut Durumun Genel Değerlendirmesi

Bu bölümün temel amacı, sektör uzmanlarıyla yapılan görüşmeler doğrultusunda mevcut durumun sentezine odaklanan kavramsal bir çerçeve geliştirmektir. Ulusal ölçekte inşaat endüstrisinin verimini arttırmak için kamusal anlamda BIM adaptasyonunun gerekli yasal düzenlemelerle desteklenmesi gerekmektedir. Devlet tarafından finanse edilen kamu

projeleri genellikle bu tip eylemler için pilot proje niteliğindedir. Özellikle kamusal projeler için yüklenicilerin, istenilen düzeyde BIM düzenlemelerine uygun olarak teklifler sunmaları projelerin yönetimini ve değerlendirilmesini daha hızlı ve kolay hale getirecektir. Bu kapsamda e-ihale yöntemlerinin BIM'e uygun hale getirilmesi gerekecektir.

Türkiye hükümeti BIM ile alakalı yasal bir düzenleme girişiminde bulunduğu takdirde; Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığının, yapım işleri için BIM mevzuatı geliştirmesi gerekmektedir. 2021 yılı itibariyle Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından geliştirilmiş "BIM Teknik Şartnamesi ve İhale Dokümanı" bulunmaktadır. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından atılan bu adımın Türk inşaat sektöründe BIM'e adaptasyon sürecini hızlandıracağı düşünülmektedir.

Mimarlık, mühendislik ve inşaat sektörlerindeki firmaların BIM farkındalık düzeylerini artırarak iç ve dış pazarların rekabet ortamından başarılı bir şekilde çıkabilmesini sağlanması Türkiye ekonomisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda Proje yaşam döngüsünde zaman ve maliyet kayıplarının en aza indirilerek kalitenin en üst düzeye çıkarılması gerekmektedir.

BIM ile ilgili verilerin depolanması ve yönetim süreci; üretim öncesi ve üretim sırasında olduğu gibi üretim sonrası aşamayı da içermektedir. Daha sürdürülebilir projeler üretilebilmesi için bunların göz önünde tutulması gerekmektedir. Ayrıca şirketlerin yenilikçi düşünce yapısını benimseyerek teknoloji ile birlikte ortaya çıkan yeniliklere uyum sağlaması da gerekmektedir. BIM'in inşaat endüstrisine entegrasyonu üzerinde insanların, sürecin, teknolojinin, yasal düzenlemelerin ve eğitimin büyük önem arz ettiği düşünülmektedir.

BÖLÜM 5

5. DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

5.1. Türkiye İçin Değerlendirme

Tezin bu bölümünde Türkiye'deki mevcut durumun analizi doğrultusunda kamu sektörü, özel sektör ve eğitim sektöründeki BIM ile ilgili çalışmalar yapan uzmanların görüşlerine başvurulmuş ve bu kapsamda on altı uzmanla görüşülmüştür. Yurtiçinde görev yapan dört, yurtdışında görev yapan iki akademisyen, inşaat sektöründe pratik anlamda görev yapan üçü yurtiçinden üçü yurtdışından uzmanlarla ve yurtiçinde kamuda görev yapan dört uzmanla görüşülmüştür. Yapılan önerilerle birlikte oluşturulacak kavramsal çerçevenin hayata geçirilmesi için kurumsal yapılanma, sorumluluklar, uygulama planı ve çalışma mekanizması belirlenmiştir. Aşağıda, yapılan kapsamlı literatür taraması ve uzmanlarla yapılan görüşmeler ışığında Türk inşaat sektörünün dijital dönüşüm çerçevesi özetlenmektedir.

İnşaat sektörü profesyonellerinin farkındalık düzeyiyle, ulusal ölçekte BIM adaptasyonunun doğru orantılı olduğu görülmektedir. Dünyada ülkelerin BIM'in benimsenmesine yönelik farklı stratejileri bulunmaktadır. Ancak tüm ülkelerin ortak amacı; işbirlikçi, disiplinler arası ve tam entegre bir yaklaşım oluşturmaktır. 2011 yılında ilk hükümet stratejisini yayınlayan Birleşik Krallık da dâhil olmak üzere birçok ülke henüz BIM adaptasyonunu tamamlayamamıştır. Bu ülkeler BIM'i benimseme konusunda çeşitli zorluklarla karşı karşıya kalmışlardır. Türk inşaat sektöründe BIM'in benimsenmesi, birbiriyle ilişkili üç önemli unsurdan oluşmaktadır. Bunlar; kamu sektörü, özel sektör ve eğitim sektörü olarak tanımlanmaktadır. Bu sektörlerin işbirlikçi bir yaklaşım ile koordine edilmesinin, BIM'in adaptasyon sürecini hızlandırarak kolaylaştıracağı düşünülmektedir.

Almanya, Hollanda ve Türkiye gibi ülkelerin altyapı projelerini BIM kullanarak gerçekleştirmesi sebebiyle zaman içerisinde küresel ölçekte kamu altyapı projelerinin uygulanmasının BIM ile olacağı düşünülmektedir. Müşteriler de dâhil olmak üzere inşaat endüstrisinin süreci parçalı bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, uzun vadeli yatırım ve büyüme potansiyelini sürdürebilmek için sektör çapında işbirlikçi bir yaklaşım gerekmektedir.

Türk inşaat sektöründe BIM'in benimsenmesi için çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından teknik şartnameler ve standartlar geliştirilmesi gerekmektedir. Yapılacak yasal düzenlemelerle de desteklenerek kamunun BIM'in entegrasyonuna yönelik itici bir güç olması beklenmektedir.

5.2. Kamu Sektörü Değerlendirmesi ve Öneriler

Kamu sektörü uzmanları ile yapılan görüşmeler doğrultusunda, Türk inşaat sektörünün kamusal yatırımlar için düzenleyici standartlara sahip olmadığı ortaya çıkmıştır. Kamunun çeşitli yasal düzenlemeler ışığında belirli bir politika izlenmesi ve yapılacak olan standardizasyon çalışmaları ile BIM'in benimsemesinde önemli bir etkiye sahip olacağı düşünülmektedir. Türk inşaat sektöründe BIM uygulamasını artırabilmek için kamuyla işbirliği yapılmalı ve bir bütün olarak ekonomiyi olumlu yönde etkileyecek şekilde aktif bir çaba gösterilmesi gerekmektedir.

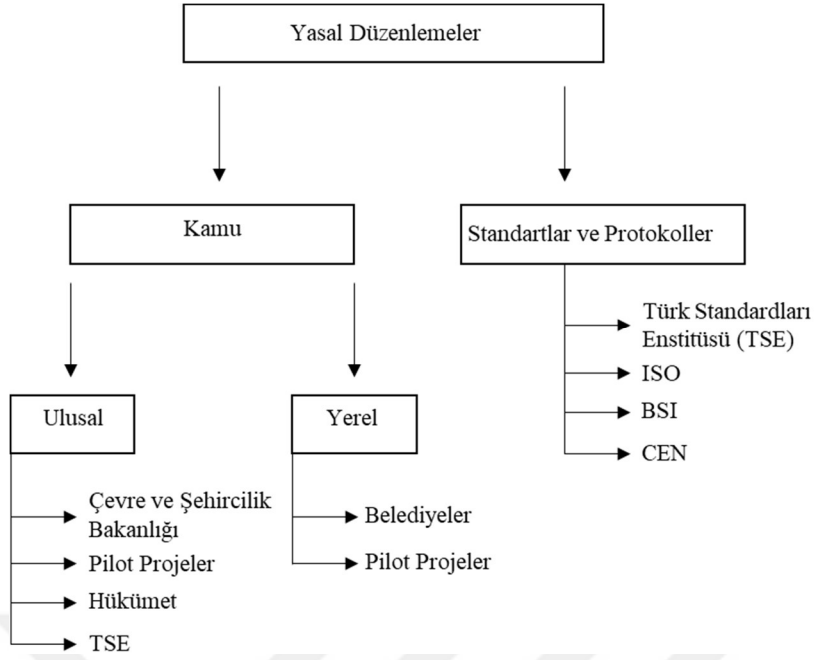
İnşaat sektöründe BIM'e teşvik edebilmek için uzmanlar tarafından önerilen bir yöntem; hükümet politikalarına ve kamu ihale sistemine BIM'i entegre etmektir. İhale süreçlerinin Türkiye Elektronik Kamu Alımları Platformu (EKAP)'nun BIM entegrasyonu sayesinde daha verimli kullanılabileceği düşünülmektedir. Yapım işleri gerekli gördüğü takdirde 2D çizimlerin de ihale ekine eklenmesini isteyebilmektedir. EKAP 40MB'den büyük dosyaların yüklenmesine izin vermemektedir. Bu yüzden sistem entegrasyonundan önce gerekli yatırımların ve altyapıdaki iyileştirmelerin yapılması gerekmektedir. EKAP ve BIM'in inşaat işlerine entegrasyonunun inşaat sektörü için büyük bir hız kazandıracağı düşünülmektedir. BIM'e entegre edilmiş bir e-ihale sistemi ile teklif hazırlamak, şirketlerin personel ilişkilerinden malzeme detaylarına kadar ayrıntılı bir şekilde analiz etmesine, süreçleri düzenlemesine, kontrolüne ve geleneksel sistemlerden daha kolay olmasına olanak tanımaktadır. Bu sayede süreç ve maliyet açısından oluşacak herhangi bir kayıp riski en aza indirilmiş olacaktır. BIM sayesinde inşaat sektörünün elektronik

ortamda EKAP ile ihaleye çıkararak şeffaf ve güvenilir bir ihale süreci oluşturacağı düşünülmektedir.

İlk olarak, BIM'in EKAP işlerinde uygulanabilmesi için bir pilot proje geliştirmesi gerekmektedir. Kamu ihale kurumu (KİK) bu konuda mevzuat geliştirmeli ve belirlenen bütçeyi aşan projeler için BIM zorunlu olmalıdır. Buna benzer bir sistem daha önce tezin 3.1.4'üncü bölümünde de belirtildiği gibi Singapur'da CORENET ile hayata geçirilmiştir.

Bilgi modelleme için etkili bir eğitim çerçevesi oluşturmalı ve bu konudaki beceriler ve araştırmalar için kaynak oluşturulması gerekmektedir. Pilot proje belirlendikten sonra EKAP üzerinden proje detayları yayınlanarak katılımcılardan bu bağlamda teklif vermeleri beklenmektedir. Yükleniciler; maliyet hesaplamaları, performans simülasyonları, program oluşturma, planlama ve daha fazlasını gerçekleştirmek için BIM'i kullanabilecekleri bir şablon sunabilmektedirler. Başvuru süresi sona erdiğinde teklifler bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Bu sayede değerlendirme sürecinde tekliflerin elektronik ortama aktarılmasında oluşan sorunlar ortadan kalkmış olacaktır. EKAP ve BIM'in entegrasyonu, Türk inşaat sektörünün yapısal sorunlarının bahsedilen yaklaşımlarla çözümlenmesine yardımcı olacaktır. İnşaat sektörünü uluslararası arenada rekabet gücünü artırabilmesi için e-ihale sistemini benimsemesi önem arz etmektedir. Bu, inşaat sektörünün teknolojik olarak gelişmesini ve dünyayı yakalamasını sağlarken, başarılı projelerin şeffaf, kaliteli sonuçlarla maliyet ve zamandan tasarruf ederek teslim edilmesini sağlamaktadır.

Şekil 5.1'de; Türk inşaat endüstrisinde BIM'in başarılı bir şekilde benimsenmesi, BIM'i uygulamak için gereken tutarlı yaklaşımın kapsamlı bir şekilde çözümlenmesine yönelik öneri kırımını gösterilmiştir. Bu şekle göre kamu sektörünün rolü; BIM kılavuzlarının geliştirilmesi, bunların benimsenmesi ve inşaat projelerinde daha sonra uygulanmasını düzenlemektir. Kullanılan BIM standartları ve protokolleri yerel veya ulusal kapsamda bağlayıcı nitelikte olabileceği gibi bazı durumlarda farklı kurum ve kuruluşların kederlerine ait BIM standartları bulunabilmektedir. BIM ile inşaat sektöründen maksimum verimle faydalanabilmek için inşaat tedarik zincirinde işbirliğini ve bilgi paylaşımını sağlayan bir platform oluşturulması gerekmektedir.



Şekil 5.1: Kamu sektörü için öneri kırımım.

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı yayınladığı BIM Teknik Şartnamesi ve İhale Dokümanları'nın inşaat sektöründe BIM'in benimsenme oranını artırdığı düşünülmektedir. Tüm bu gelişmelere rağmen BIM kullanımını istenilen seviyeye ulaşamamaktadır. Kamunun BIM standartlarını ve protokollerini düzenleyerek yasal bir çerçeve oluşturmasının, BIM kullanım oranını yükseltmenin en etkili yolu olduğu düşünülmektedir.

Kamu sektörünün, inşaat sektöründeki dijital dönüşüm sayesinde kamu hizmetlerinin kalitesini iyileştirmesine ve finansal değerini artırmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda strateji geliştirme başkanlığı tarafından BIM ile ilgili politikalar belirlenerek Türk inşaat endüstrisine yönelik BIM ile ilgili yasalar ve yönetmelik geliştirilmesi gerekliliği büyük önem arz etmektedir.

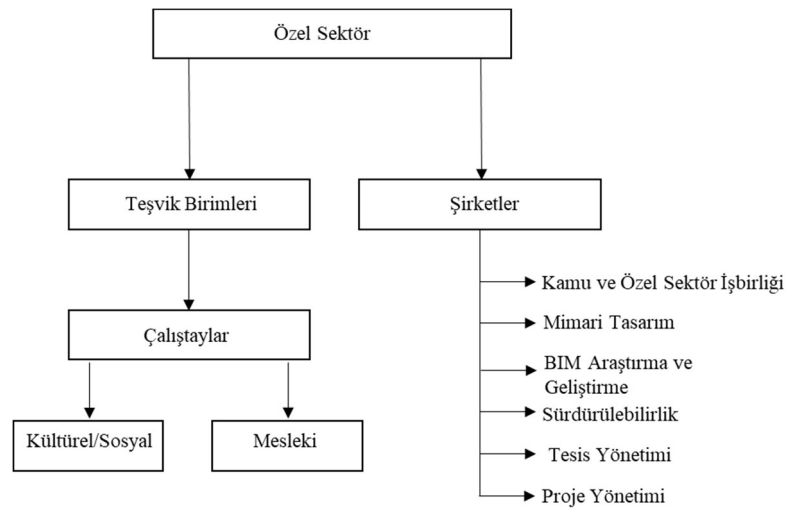
5.3. Özel Sektör Değerlendirmesi ve Öneriler

Türk inşaat endüstrisinde, inşaat süreçleri geleneksel yöntemlere dayanmaktadır. BIM eğitiminin önemli bir yönü de BIM teknolojisinin Türk inşaat endüstrisinde kullanımına yönelik eğilimin artmasıdır. İş avantajları nedeniyle, sektördeki farklı disiplinlerden birçok şirket, çalışanlarına proje ortaklarıyla entegre çalışma sistemini sağlayabilmek için çeşitli eğitimler vermektedir. Eğitim, iş yerinde veya çeşitli eğitim kurumları aracılığıyla yapılmaktadır. Bu eğitimler genel itibarıyla BIM araçlarının ve iş akışlarının büyük

ölçekli projelerde uygulanmasına yöneliktir. Özellikle özel sektör paydaşları tarafından BIM'in benimsenmesine yönelik çeşitli yöntemler bulunmaktadır.

Özel sektör uzmanları ile yapılan görüşmeler doğrultusunda inşaat profesyonellerinin geleneksel inşaat yöntemlerinin, BIM entegrasyonunu gerçekleştirmek için belirli BIM yol haritasına ihtiyaç duyduğu sonucuna varılmıştır. Düzenli teknik etkinlikler düzenlenerek ve özel çalışma grupları oluşturularak inşaat uzmanlarının bir araya getirilmesi gerekmektedir. Bu sayede inşaat profesyonellerinin BIM hakkındaki farkındalığının artırılacağı düşünülmektedir. Birleşik Krallık'ta da olduğu gibi bu faaliyetlerin gerçekleştirileceği bazı teşvik birimleri kurulmalıdır. Bu birimlerde inşaat endüstrisinde BIM adaptasyonuna yönelik bilgi paylaşımı yapılarak teknik seminerler ve eğitimler düzenlenmesi gerekmektedir. Bu teşvik birimlerinin; bilgi paylaşım ortamları oluşturularak inşaat sektörünü dijital dönüşüme teşvik etmesi beklenmektedir. Bu birimler, yapı bilgi modelleme ve yönetimini Türk inşaat sektörüne entegre etmeye odaklanan Türkiye ve diğer bölgelerde BIM bilgilerinin ve uygulamalarının paylaşıldığı merkezler olarak hizmet veren inşaat uzmanları ve akademisyenleri içermelidir.

Şekil 5.2'de özel sektörde kurulması planlanan teşvik birimlerinin düzenleyeceği çalıştaylarla BIM uygulamasını teşvik etmesi öngörülmektedir. Birtakım BIM standartlarını ve protokollerini referans alarak BIM'in başarılı bir şekilde benimsenmesi ve uygulanması için stratejik bir öneri kırımını belirtmiştir. Bu sayede BIM, projenin tasarımı ve inşasında yer alan tüm paydaşlar arasında iletişim ve işbirliği için temel bir platform olma özelliği taşıyacaktır.



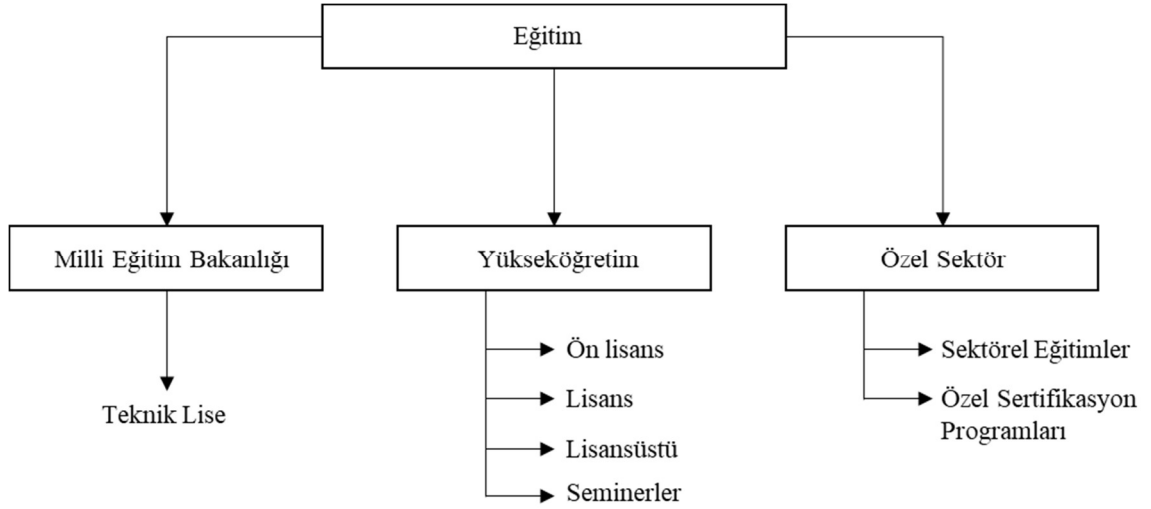
Şekil 5.2: Özel Sektör için öneri kırımını.

BIM teşvik birimlerinin, bina standartları hakkında düzenli raporlama yaparak, Türk inşaat sektörüne BIM'in entegrasyonunu hızlandırması planlanmaktadır. BIM teşvik birimleri, inşaat şirketlerinin uluslararası arenada rekabet güçlerini artırmalarını desteklemeyi amaçlamaktadır. Aynı zamanda teşvik birimlerinin düzenlediği etkinliklerle özel sektördeki şirketlerin BIM'in entegre çalışma sistemine ihtiyaç hissetmesini sağlaması ve kendi istekleriyle BIM uygulamasına geçiş yapmaları beklenmektedir. Bu bağlamda birimler, Türkiye'de inşaat sektörünün dijital dönüşümünde önemli bir rol oynamaktadır.

5.4. Eğitim Sektörü Değerlendirmesi ve Öneriler

Özel sektördeki kurum ve kuruluşlar BIM'i daha iyi uygulama aşamasında bazı engellerle karşılaşmaktadırlar. Uzmanlarla yapılan görüşmeler sonucunda bu engellerden birinin kalifiye personel eksikliği olduğu sonucuna varılmıştır. Bu kapsamda BIM konusunda yetişmiş insan gücüne ihtiyaç bulunmaktadır. Sektörün her seviyesinde yetişmiş personel ihtiyacı karşılandığı takdirde BIM'in veriminden en yüksek seviyede faydalanabileceği düşünülmektedir. Bu bölüm, Türkiye'de BIM projelerinin uygulanmasında yer alan sektör paydaşlarını ve profesyonelleri eğitmek için bir öneri sunmaktadır. **Şekil 5.3**'te gösterildiği gibi Türkiye'nin BIM eğitimi üç katmana ayrılmış ve olası çözümler sunulmuştur. Bu şekle göre Türkiye'de BIM eğitimi üç ana katmana ayrılmıştır. Bunlardan ilki Milli Eğitim Bakanlığı'dır. Özellikle teknik liselerde inşaat teknolojilerine yönelik derslerle BIM farkındalığının artırılabilirliği düşünülmektedir. Üniversite düzeyinde ön lisans programlarında, BIM çerçevesinde modelleme ve görselleştirme üzerine eğitim almaları sağlanarak sektörün teknik eleman ihtiyacı giderilmesi amaçlanmaktadır. Lisans ve lisansüstü düzeylerde verilecek eğitimlerle de BIM kullanımının artacağı düşünülmektedir.

Türkiye'de BIM eğitimi; profesyonel eksikliği, BIM uygulayan şirket sayısının azlığı ve yalnızca BIM eğitimine odaklanan bir kurumun olmaması gibi engellerle karşı karşıyadır. Bu bağlamda BIM eğitiminde en kritik rolün üniversitelere ait olduğu düşünülmektedir; çünkü inşaat sektörünün içerisinde yer alan uzmanların temel eğitim anlayışını bünyesinde barındırmaktadır. İnşaat sektörü pratik esaslı meslek gruplarından oluştuğu için bu sektörün içerisinde yer alanlar meslek alanlarında becerilerini geliştirmeleri için eğitim görmektedir. Bu kapsamda inşaat sektörünün parçalı doğası gereği interaktif bir eğitim anlayışına sahip olması gerektiği düşünülmektedir.



Şekil 5.3: Eğitim sektörü için öneri kırımını

Şekil 5.3'te de gösterildiği üzere Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) bünyesinde meslek liselerinin müfredatı BIM eğitime yönelik düzenlenerek yetişmiş mavi yakalı personel ihtiyacını karşılaması beklenmektedir. Bu dersler müfredata entegre edilirken pedagojik yaklaşımlar göz önünde bulundurularak yapılması BIM'in benimsenmesini olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Tezin 4. bölümünde de bahsedildiği gibi yükseköğretim kurumlarının lisans ve lisansüstü programlarında BIM derslerinin artırılması gerekmektedir. Özellikle lisans aşamasında zorunlu ders olarak müfredata edilmesi gerekmektedir. Tüm bunlar üniversite içerisindeki çeşitli çalıştaylar ve seminerlerle desteklenmelidir.

Sektördeki sınırlı sayıda bulunan kalifiye personel, BIM eğitimini sağlamak ve yaygınlaştırmak için kullanılan stratejilerin iyileştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Uzmanlarla yapılan görüşmeler sonucunda, üniversiteleri bilginin pratikte uygulandığı ve potansiyel kabiliyetlerin geliştirilebilmesi için doğru yer olarak görmektedir. Özel sektör ile akademi iş birliğinde yapılan çalışmalar, BIM'i uygulamanın faydalarını artırmaya devam etmektedir. Birlikte çalışma aynı zamanda sektördeki kalifiye BIM profesyonellerinin eksikliğini de ele alarak sektörle ilgili akademik konularda güncel bilgiler sağlamaktadır. Şekil 5.2'deki gibi özel sektördeki şirketlerin kurum içi veya dışardan eğitimlerle farkındalık düzeylerinin artırılabilirliği düşünülmektedir. Bu eğitimlerin dışında üniversiteler veya sivil toplum kuruluşları tarafından açılan özel sertifikasyon programlarıyla da BIM eğitimi alınabilmektedir.

5.5. Genel Değerlendirme

Türkiye'de ağırlıklı olarak raylı sistemler, havalimanları ve hastane projelerinde kullanılan BIM'in zaman içerisinde Türk inşaat sektöründe çok önemli bir yer edinmesi beklenmektedir. BIM kullanımını engelleyen en büyük sorunlardan birinin ulusal standartların olmaması olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının artması için ulusal BIM standartları, kılavuzları, kanun ve yönetmelikleri oluşturulmalı ve ilgili tüm kurumlar çeşitli yasal düzenlemelerle BIM'i zorunlu olarak kullanmaya teşvik edilmesi gerekmektedir.

Yalnızca kamusal ölçekte değil özel sektör paydaşlarının da standart geliştirmeye teşvik edilerek kurumsal yapılanmada yardımcı doküman niteliğinde el kitapları geliştirmesi gerekmektedir. İnşaat sektöründeki BIM uygulayıcıları, BIM araçlarının uygulanmasına ilişkin rehberlik sağlamak için uygulama standartlarına ihtiyaç duymaktadır. BIM model elemanı geliştiren kurum ve kuruluşlar, entegre bir bilgi alışveriş sistemine izin veren standartlar oluşturmalıdır. Ek olarak, BIM standartlarının geliştiricileri, iyi organize edilmiş ve koordine edilmiş bir BIM standartları sistemi oluşturmalıdır. BIM farkındalığını artırmaya yönelik kurulan sivil toplum kuruluşlarının sayısı artırılmalıdır. Bu bağlamda yapılan çalışmalarla özel sektör paydaşlarının BIM farkındalık düzeyinin artırılması amaçlanmalıdır.

Türkiye'de BIM'in adaptasyonunun daha sürdürülebilir olmasını sağlayabilmek için kamu ve özel sektörü destekleyecek nitelikte bir eğitim sistemi kurgulanmalıdır. BIM ile ilgili akademik çalışmalar artırılarak ön lisans-lisans ve lisansüstü düzeylerde müfredata zorunlu dersler entegre edilmelidir. Bu sayede zaman içerisinde artması planlanan kalifiye BIM personeli eksiliğinin önüne geçilmiş olacaktır.

Tezin 3.3'üncü bölümünde de belirtildiği gibi dünyada BIM uygulamasına yönelik çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadır. Özellikle yasal sorunlar, organizasyonel sorunlar ve ulusal standartların eksikliği BIM adaptasyonunun önündeki en büyük engel olarak görülmektedir. Bu engellerin temelden çözülebilmesi için kamu sektörü, özel sektör ve eğitim sektörü birlikte hareket etmesi gerektiği görülmektedir.

Türkiye'de Yapım İşleri tarafından yayınlanmış birçok standart bulunmaktadır. Ancak bu standartlardan hiçbirinin BIM ile ilgili dokümanı bulunmamaktadır. Dünya'daki ülkelerin BIM uygulamasına yönelik çalışmaları incelendiğinde en verimli sonuçların hükümetler

tarafından yasal düzenlemelerle alındığı görülmüştür. Türkiye için de özellikle Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından BIM uygulamasına yönelik bir mevzuat geliştirilmesi Türk inşaat endüstrisinin BIM'e adaptasyon sürecini hızlandıracaktır.



BÖLÜM 6

6. SONUÇ VE GELECEKTEKİ ÇALIŞMALAR

BIM, uluslararası bir kavram olarak kabul edildiği için birtakım sınıflandırmalara ihtiyaç duymaktadır. Özellikle inşaat sözleşmelerinde ve yasal çerçevede ülkeden ülkeye farklılık gösterebilmektedir. Tezin 3. bölümünde de değinildiği üzere dünyadaki birçok ülke tarafından BIM adaptasyonuna yönelik çeşitli adımlar atılmıştır. Bu kapsamda birçok yasal düzenleme ve regülasyon yapılmıştır. İnşaat sektörü diğer sektörlerle oranla üretim ve iş gücü olarak daha maliyetlidir. Bu yüzden herhangi bir düzenleme yapılabilmesi için belirli iş akış şemalarına ve yol haritalarına sahip olunması gerekmektedir. Ulusal ölçekte yol haritalarının hazırlanabilmesi için mevcut durumun analiz edilmesi gerekmektedir.

Türk inşaat sektöründe BIM uygulamasına yönelik bir değerlendirme yapılabilmesi için öncelikli olarak literatürde küresel ölçekte BIM ile ilgili yapılmış çalışmalar ele alınmıştır. Dünya’da BIM’i diğer ülkelere oranla daha fazla benimseyen ülkelerde bulunan sivil toplum kuruluşlarının çalışmaları incelenmiştir. Bu kuruluşların, buldukları ülkelerin BIM’e adaptasyonunda nasıl bir rol oynadığı analiz edilmiştir. Ayrıca ülkeler tarafından yapılan çeşitli yasal düzenlemeler ve regülasyonlar da incelenerek BIM adaptasyonunda kamunun rolü ele alınmıştır. Bu bağlamda kamunun itici bir güç olduğu sonucuna varılmaktadır. Yapılan regülasyonlarla birlikte ülkeler çeşitli sorunlarla karşılaşmışlardır. Ülkelerin bu sorunları çözmeye yönelik çalışmaları devam etmektedir. İnşaat sektörünün BIM’e entegrasyonu zaman isteyen bir eylemdir. 2011 yılından beri BIM’e geçişte öncü kabul edilen ülkelerden Birleşik Krallık bile henüz adaptasyonunu tam olarak tamamlayamamıştır.

Türkiye’de BIM entegrasyonu ile ilgili genel bir değerlendirme yapılabilmesi için inşaat endüstrisinden uzmanlarla görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler üç ana başlık altında toplanmıştır:

- Kamu sektörü ve BIM
- Özel sektör ve BIM
- Eğitim ve BIM

Bu kapsamda her bir sektör için yapılan değerlendirmeler doğrultusunda öneri kırım diyagramları oluşturulmuştur. Tezin son bölümünde de Türkiye için genel bir değerlendirme yapılmıştır.

İnşaat sektöründeki firmaların iç ve dış pazarlarda başarılı bir şekilde rekabet edebilmeleri için proje yaşam döngüsünde zaman ve maliyet kayıplarını en aza indirmeli, kaliteyi ise en üst düzeyde tutmaları gerekmektedir. Tüm bunlar ancak yapının tasarım aşamasından üretim aşamasına kadar; zaman, maliyet, sürdürülebilirlik, işletme ve veri yönetiminin doğru kurgulanmasıyla mümkün olabilir. Ayrıca şirketlerin, sürekli gelişen teknolojiye ve teknolojinin getirdiği yeniliklere uyum sağlaması da gerekmektedir.

BIM'in benimsenmesine yönelik kamu sektörü, özel sektör ve eğitim sektörü kritik rol oynamaktadır. BIM ile ilgili derslerin ön lisans-lisans-lisansüstü müfredatlarına dâhil edilmesiyle BIM'e yönelik farkındalık artacak ve BIM'in inşaat sektöründe kullanımının teşvik edilmesinin önü açılacaktır. Ayrıca eğitim kurumları ve bazı sivil toplum kuruluşları tarafından düzenlenen atölye çalışmaları, seminerler ve konferanslar özel sektörde -özellikle şirket içi eğitimlerde- BIM eğitimi maliyetinin düşmesini sağlaması beklenmektedir.

Sadece sektör paydaşlarının değil, müşteri grubunun da BIM konusunda eğitilerek, müşterilerin BIM talebini artıran çözümler sunulmalıdır. Bu kapsamda tezin 5.2'nci bölümünde değinildiği gibi devlet desteği ile kurulması planlanan kâr amacı gütmeyen sivil toplum kuruluşları ile teşvik birimleri oluşturulmalıdır. Bu birimler hem özel sektör paydaşlarının hem de müşteri grubunun farkındalık düzeyini artırarak projelerde BIM talep edilmesini sağlayacaktır.

Son yıllarda yurt içi sözleşmelerde BIM'in devreye girmesiyle birlikte BIM'e olan talebin zamanla artacağı düşünülmektedir. Şirketler, gerekli BIM hizmetlerini sağlamak için kaçınılmaz olarak BIM'e yönelmektedir. BIM'in klasik iş akışından farklı olması Türk inşaat sektöründe kültürel değişim olarak kabul edilmektedir.

Sonuç olarak Türkiye’de ivedilikle BIM uygulamasına yönelik yol haritalarının geliştirilmesi gerekmektedir. Geliştirilen yol haritalarına yönelik çeşitli yatırımlar gerçekleştirilerek ulusal bir eylem planı oluşturulmalıdır.

Bu çalışma kapsamında oluşturulan öneriler ile BIM’in inşaat sektörüne entegrasyonunun daha rahat anlaşılabilmesi ve buna yönelik BIM uygulamalarının geliştirilmesi hedeflenmekte ve bundan sonra yapılacak olan çalışmalara da ışık tutacağı düşünülmektedir.



KAYNAKÇA

- [1] H. W. Ashcraft, "Building information modeling: a framework for collaboration," *Society of Construction Law International*, c. 28, sayı Haziran, s. 5, 2008.
- [2] K. Chen, W. Lu, Y. Peng, S. Rowlinson ve G. Q. Huang, "Bridging BIM and building: From a literature review to an integrated conceptual framework," *International Journal of Project Management*, c. 33, sayı 6, s. 1405–1416, 2015, doi: 10.1016/j.ijproman.2015.03.006.
- [3] S. Azhar, M. Khalfan, ve T. Maqsood, "Building information modeling (BIM): Now and beyond," *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, c. 12, sayı 4, s. 15–28, 2012, doi: 10.5130/ajceb.v12i4.3032.
- [4] B. Mcadam, "Building information modelling: the UK legal context," *International Journal of Law in the Built Environment*, c. 2, sayı 3, s. 246–259, 2010, doi: 10.1108/17561451011087337.
- [5] I. Kuiper ve D. Holzer, "Rethinking the contractual context for Building Information Modelling (BIM) in the Australian built environment industry," *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, c. 13, sayı 4, s. 1–17, 2013, doi: 10.5130/ajceb.v13i4.3630.
- [6] R. Vanlande, C. Nicolle, ve C. Cruz, "IFC and building lifecycle management," *Automation in Construction*, c. 18, sayı 1, s. 70–78, 2008, doi: 10.1016/j.autcon.2008.05.001.
- [7] G. Wang ve J. Song, "The relation of perceived benefits and organizational supports to user satisfaction with building information model (BIM)," *Computers in Human Behavior*, c. 68, s. 493–500, 2017, doi: 10.1016/j.chb.2016.12.002.
- [8] M. R. Hosseini, R. Roelvink, E. Papadonikolaki, D. J. Edwards, ve E. Pärn, "Integrating BIM into Facility Management: Typology Matrix of Information Handover Requirements," *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, c. 36, sayı 1, s. 2–14, 2018, doi: 10.1108/IJBPA-08-2017-0034.
- [9] T. Bartley, BIM for Civil and Structural Engineers. 2017.
- [10] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, ve K. Liston, *BIM Handbook a Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers, Design, Engineers and Contractors*. 2011.
- [11] UK Government, Government Construction Strategy, Mayıs, 2011.
- [12] B. Becerik-Gerber ve S. Rice, "The perceived value of building information modeling in the U.S. building industry," *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, c. 15, sayı Şubat, s. 185–201, 2010.
- [13] B. Özorhon, BIM-Yapı Bilgi Modellemesi: İBB Anadolu Yakası Raylı Sistem Projeleri. Abaküs Yayınları, 2015.
- [14] V. Bazjanac, "Virtual Building Environments (VBE) - Applying Information Modeling to Buildings," *European Conference on Product and Process*

- Modeling in the Building and Construction Industry (ECPPM)*, 2004, s. 24–31, doi: 10.1201/9780203023426.ch7.
- [15] A. Porwal ve K. N. Hewage, “Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects,” *Automation in Construction*, c. 31, s. 204–214, 2013, doi: 10.1016/j.autcon.2012.12.004.
- [16] T.-H. Nguyen and J.-L. Kim, “Building code compliance checking using bim technology,” in *Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference*, 2011, s. 3400–3405.
- [17] Government Construction Client Group, “A report for the Government Construction Client Group Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper,” sayı Mart, 2011.
- [18] Ciob Assist, “Leading the cultural shift” ciob.org, <https://www.ciob.org/> (Erişim Tarihi: 15.11.2020)
- [19] M. Hamma-adama, T. Kouider, ve H. Salman1, “Analysis of barriers and drivers for BIM adoption” *International Journal of BIM & Engineering Science*, c. 3, sayı 1, s. 18–41, 2020.
- [20] Autodesk, “Bim İle Tasarlayın Ve İnşa Edin, Yapı Bilgisi Modelleme” <https://www.autodesk.com.tr/solutions/bim> (Erişim Tarihi: 21.12.2020)
- [21] U.S. General Services Administration, GSA Building Information Modeling Guide Series 01 – Overview, 2007.
- [22] K. McCormack, “The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation,” *Supply Chain Management An International Journal*, c. 9, sayı 4, s. 272–278, 2004, doi: 10.1108/13598540410550019.
- [23] K. McCormack, M. B. Ladeira, ve M. P. Valadares De Oliveira, “Supply chain maturity and performance in Brazil,” *Supply Chain Manag.*, c. 13, sayı 4, s. 272–282, 2008, doi: 10.1108/13598540810882161.
- [24] D. Sinclair, “RIBA Plan of Work 2013 Overview,” *R. Inst. Br. Archit.*, s. 40, 2013.
- [25] R. Waterhouse, I. May, A. Matthews, and S. Hamil, “National BIM Report 2017,” 2017.
- [26] D. Mosey, Collaborative Construction Procurement and Improved Value. 2019.
- [27] D. Mosey ve diğ., “Enabling BIM through procurement and contracts,” *King’s College London*, s. 192, 2016.
- [28] A. Dakhil, M. Alshawi, J. Underwood, ve Dakhil ve diğ., “BIM client maturity: Literature review,” *12th Int. Post-Graduate Res. Conf. 2015 Proc.*, sayı Haziran, s. 229–238, 2015.
- [29] BIM Community, “BIM News, Last trends of the AECO sector” <https://www.bimcommunity.com/news/load/910/ifc-why-now> (Erişim Tarihi: 30.12.2020)

- [30] U. Isikdag, J. Underwood, ve G. Aouad, “An investigation into the applicability of building information models in geospatial environment in support of site selection and fire response management processes,” *Adv. Eng. Informatics*, c. 22, sayı 4, s. 504–519, 2008, doi: 10.1016/j.aei.2008.06.001.
- [31] S. Kiziltas ve B. Akinci, “Lessons learned from utilizing building information modeling for construction management tasks,” *Constr. Res. Congr. 2010 Innov. Reshaping Constr. Pract. - Proc. 2010 Constr. Res. Congr.*, s. 318–327, 2010, doi: 10.1061/41109(373)32.
- [32] BIMForum American Institute of Architects, level of development (lod) specification part i & commentary, Nisan. 2019.
- [33] Vico Software, “Vico Office Introduction” www.vicosoftware.com (Erişim Tarihi: 17.02.2021).
- [34] J. C. P. Cheng, Q. Lu, ve Y. Deng, “Analytical review and evaluation of civil information modeling,” *Automation in Construction.*, c. 67, s. 31–47, 2016, doi: 10.1016/j.autcon.2016.02.006.
- [35] M. Hooper, “Automated model progression scheduling using level of development,” *Construction Innovation*, c. 15, sayı 4, s. 428–448, 2015, doi: 10.1108/CI-09-2014-0048.
- [36] BIMForum American Institute of Architects, Gelişim seviyeleri spesifikasyonu, 2016.
- [37] T. Akkoyunlu, “Kentsel dönüşüm projeleri için bim uygulama planı önerisi,” Doktora Tezi, Mimarlık Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2015.
- [38] A. Robert W. Roach, “Building Information Modeling Protocol Form G202-2013,” 2013.
- [39] B. Ozorhon ve U. Karahan, “Critical Success Factors of Building Information Modeling Implementation,” *Journal of Management in Engineering*, c. 33, sayı 3, s. 04016054, 2017, doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000505.
- [40] V. Bazjanac, “Impact of the u.s. national building information model standard (NBIMS) on building energy performance simulation,” *IBPSA 2007 - Int. Build. Perform. Simul. Assoc. 2007*, sayı Haziran, s. 1377–1382, 2007.
- [41] Y. Arayici, P. Coates, L. Koskela, M. Kagioglou, C. Usher, ve K. O’Reilly, “Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice,” *Automation Construction*, c. 20, sayı 2, s. 189–195, 2011, doi: 10.1016/j.autcon.2010.09.016.
- [42] AIA California Council, “Integrated Project Delivery: an Updated Working Definition,” *Am. Inst. Archit.*, s. 1–18, 2014.
- [43] M. Fischer, Integrating Project Delivery. 2017.
- [44] American Institute of Architects California Council, Integrated Project Delivery: A Guide, c. 1, sayı 1. 2007.

- [45] S. Staub-French vd., “Building Information Modelling ‘Best Practices’ Project Report. An investigation of ‘Best Practices’ through case studies at regional, national, and international levels,” s. 182p., 2011.
- [46] K. Rooney, “BIM Education - GLOBAL - 2020 Update Report Issue,” *NATSPEC Constr. Inf.*, c. V7.0, sayı Mayıs, 2020.
- [47] M. Hooper, “Bim standardisation efforts - The case of Sweden,” *J. Inf. Technol. Constr.*, c. 20, sayı Eylül, s. 332–346, 2015.
- [48] M. Poljanšek, “Building Information Modelling (BIM) standardization” *BIM Man.*, c.1 sayı Haziran, s. 1–42, 2012 doi: 10.2760/36471.
- [49] McGraw Hill Construction, “The Business Value of BIM for Owners-SmartMarket Report,” 2014.
- [50] A. K. D. Wong, F. K. . W. Wong, ve A. Nadeem, “Comparative Roles of Major Stakeholders for the Implementation of BIM in Various Countries,” *J. Chem. Inf. Model.*, c. 53, sayı 9, s. 1689–1699, 2013.
- [51] I. T. Karlsson ve C. Rönndahl, “A Study of National Bim Guidelines From Around the World Determining What Future Swedish National Bim Guidelines Ought To Contain,” Jönköping Üniversitesi, 2018.
- [52] EUBIM Task Group, “Avrupa Kamu Sektörü tarafından Yapı Bilgi Modellemesinin tanıtımı için El Kitabı.”, 2018.
- [53] BuildingSmart, “Become COBie certified with buildingSMART” <https://www.buildingsmart.org> (Erişim Tarihi: 23.02.2021)
- [54] Vikipedi, “Amerikan Mimarlar Enstitüsü”, https://tr.wikipedia.org/wiki/Amerikan_Mimarlar_Enstitüsü (Erişim Tarihi: 31.02.2021)
- [55] T. Gajendran, G. Brewer, ve R. Le Goff, “Building Information Modelling (BIM): an Introduction and International Perspectives,” *Bim*, sayı Haziran, s. 1–42, 2012, doi: 10.13140/RG.2.2.13634.58565.
- [56] National Institute of Building Sciences, “Councils And Projects”, <https://www.nibs.org/about> (Erişim Tarihi: 09.03.2021)
- [57] S. J. Egan, “Rethinking the Report of the Construction Task Force,” *Constr. Task Force*, 2003.
- [58] NBS, “10th Annual UK’s National Building Specification Report 2020,” NBS Enterp. Ltd., s. 1–39, 2020.
- [59] A. Azzouz, A. Copping, P. Shepherd, ve A. Duncan, “Using the Arup BIM maturity measure to demonstrate bim implementation in practice,” Proc. 32nd Annu. *ARCOM Conf.* ARCOM 2016, c. 1, sayı Eylül, s. 25–34, 2016.
- [60] A. M. Jones, The RIBA Plan of Work 2013. 2020.
- [61] Statsbygg, “Department of Construction and Project Management”, <https://dok.statsbygg.no/wp-content/uploads/2020/07/orgchart052019.pdf> (Erişim Tarihi: 15.03.2021)

- [62] L. Doumbouya, G. Gao, ve C. Guan, “Adoption of the Building Information Modeling (BIM) for Construction Project Effectiveness: The Review of BIM Benefits,” *Am. J. Civ. Eng. Archit.*, c. 4, sayı 3, s. 74–79, 2016, doi: 10.12691/ajcea-4-3-1.
- [63] NBS ve RIBA Ortak Girişimi, NBS National BIM Report 2015, sayı 1. 2015.
- [64] M. Latham, “Constructing the team,” 1994.
- [65] Hamdi Tekin, “Yapı Bilgi Modellemesi Sisteminin Türk İnşaat Sektörüne Uygulanması ve Adaptasyonunda Kritik Yol Haritasının Oluşturulması”, Doktora Tezi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2017.
- [66] AIA, “AIA Document A295 TM – 2008,” 2008.
- [67] D. J. Gibbs, S. Emmitt, W. Lord, ve K. Ruikar, “BIM and Construction Contracts CPC 2013’s Approach,” *Proc. ICE - Manag. Procure. Law.*, c. 4304, sayı 1, 2007.
- [68] NBS ve RIBA Ortak Girişimi, National BIM Report 2012, sayı 1, 2012.
- [69] D. J. Hatem, “Design Responsibility in Integrated Project Delivery: Looking Back and Moving Forward,” *Donovan-Hatem LLP Couns. Law*, sayı Haziran, s. 1–24, 2008.
- [70] T. Him, “Corporate Report 2008”, ARUP, c.1, sayı 1, 2008.
- [71] L. Currie, “Building Information Modelling: Its Impact on Insurance , Intellectual Property Rights and Design Liability Building Information Modelling : Its Impact on Insurance ,” *Soc. Constr. Law*, sayı Mayıs, 2014.
- [72] D. A. Jordani, “BIM and FM: The Portal to Lifecycle Facility Management,” *J. Build. Inf. Model.*, sayı İlkbahar, s. 13–16, 2010.
- [73] M. Schley, P. Teicholz, ve A. Lewis, “BIM for facility managers,” IFMA Tesis Füzyonu, 2018, s. 2-4 , doi: 10.1002/9781119572633.
- [74] O. A. Olatunji, “A preliminary review on the legal implications of BIM and model ownership,” *Electron. J. Inf. Technol. Constr.*, c. 16, sayı Aralık 2010, s. 687–696, 2011.
- [75] D. A. Larson ve K. A. Golden, “Entering the Brave, New World: An Introduction to Contracting for Building Information Modeling,” *William Mitchell Law Rev.*, c. 34, sayı 1, s. 75–108, 2007.
- [76] K. Ku ve M. Taiebat, “BIM experiences and expectations: The constructors’ perspective,” *Int. J. Constr. Educ. Res.*, c. 7, sayı 3, s. 175–197, 2011, doi: 10.1080/15578771.2010.544155.
- [77] O. A. Olatunji, W. Sher, ve N. Gu, “Building information modeling (BIM) & quantity surveying,” *Emirates J. Eng. Res.*, c. 15, sayı 1, s. 1–4, 2017.
- [78] Y. Zou, A. Kiviniemi, ve S. W. Jones, “BIM-based Risk Management: Challenges and Opportunities,” *Proc. 32nd CIB W78 Conf.*, sayı Şubat 2019, s. 847–855, 2015.

- [79] R. Takim, M. Harris, ve A. H. Nawawi, "Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Quality of Life Within Architectural, Engineering and Construction (AEC) Industry," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, c. 101, sayı Kasım, s. 23–32, 2013, doi: 10.1016/j.sbspro.2013.07.175.
- [80] R. Drogemuller, H. Schevers, C. Linning, G. Singh, ve D. Marchant, *Adopting BIM for facilities management: Solutions for managing the Sydney Opera House*. 2007.
- [81] G. Ehrlich, "The NIST Visiting Committee on Advanced Technology," 2005.
- [82] Construction Industry Council, "Building Information Modeling (BIM) protocol second edition," s. 1–15, 2018.
- [83] G. Yanda, M. Amin, ve T. D. Soehari, "Investment, returns, and risk of building information modeling (BIM) implementation in Indonesia's construction project," *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, c. 9, sayı 1, s. 5159–5166, 2019, doi: 10.35940/ijeat.A1806.109119.
- [84] P. E. D. Love, I. Simpson, A. Hill, ve C. Standing, "From justification to evaluation: Building information modeling for asset owners," *Automation in Construction*, c. 35, s. 208–216, 2013, doi: 10.1016/j.autcon.2013.05.008.
- [85] T. C. Francom ve M. El Asmar, "Project Quality and Change Performance Differences Associated with the Use of Building Information Modeling in Design and Construction Projects: Univariate and Multivariate Analyses," *J. Constr. Eng. Manag.*, c. 141, sayı 9, s. 1–9, 2015.
- [86] Y. H. Ahn, Y. H. Kwak, ve S. J. Suk, "Contractors' Transformation Strategies for Adopting Building Information Modeling," *J. Manag. Eng.*, c. 32, sayı 1, s. 05015005, 2016, doi: 10.1061/(asce)me.1943-5479.0000390.
- [87] Autodesk, "Autodesk BIM Deployment Plan: A Practical Framework for Implementing BIM," s. 1–42, 2010.
- [88] NBS, "10th Annual UK's National Building Specification Report 2020," *NBS Enterp. Ltd.*, s. 1–39, 2020
- [89] BIMCorner, "9 reasons why Norway is THE BEST in BIM!," <https://bimcorner.com/9-reasons-why-norway-is-the-best-in-bim/> (Erişim Tarihi: 01.04.2021).
- [90] BIMMda, "Bim In The World", <https://bimmda.com/en/bim-in-the-world> (Erişim Tarihi: 04.04.2021)
- [91] McGraw Hill Construction, "The Business Value of BIM for Owners-SmartMarket Report," 2015.
- [92] Building Smart, "National Building Information Modelling Initiative," *Build. Smart Australas.*, c. 1, sayı Haziran, s. 64, 2012.
- [93] M. T. Ali, "Study on the Development of BIM / DPD Around the World and Relevant Application in Western Canada," 2019.
- [94] A. L. M. L. Intelligence, "DLA Piper 2018 Annual Review Alm Legal Intelligence," sayı Nisan, 2019.

- [95] S. L. Fan, M. J. Skibniewski, ve T. W. Hung, “Effects of building information modeling during construction,” *J. Appl. Sci. Eng.*, c. 17, sayı 2, s. 157–166, 2014, doi: 10.6180/jase.2014.17.2.06.
- [96] R. Cordy, “NBS – Uniclass 2015 update,” 2015.
- [97] Rina Consulting, “Calculating Costs and Benefits for the use of Building Information Modelling in Public tenders Methodology Handbook”, 2021.
- [98] V. Bazjanac ve A. Kiviniemi, “Reduction, simplification, translation and interpretation in the exchange of model data,” *Proc. 24th Conf. Bringing ITC Knowl. to Work*, c. 78, sayı Gsa 2003, s. 163–168, 2007.
- [99] BuildingSmart, “Common BIM Requirements 2012” <https://buildingsmart.fi/en/common-bim-requirements-2012/> (Erişim Tarihi: 10.04.2021)
- [100] R. Edirisinghe ve K. London, “Comparative Analysis of International and National Level BIM Standardization Efforts and BIM adoption,” *Proc. 32nd CIB W78 Conf. 2015, 27th-29th Oct. 2015*, Eindhoven, Netherlands, sayı Ekim, s. 149–158, 2015.
- [101] BuildingSmart, “Common InfraBIM Requirements YIV 2015”, <https://buildingsmart.fi/en/infrabim-en/common-infrabim-requirements-yiv-2015/> (Erişim Tarihi: 23.04.2021)
- [102] R. Tulenheimo, “Challenges of Implementing New Technologies in the World of BIM – Case Study from Construction Engineering Industry in Finland,” *Procedia Econ. Financ.*, c. 21, sayı Henttinen 2012, s. 469–477, 2015, doi: 10.1016/s2212-5671(15)00201-4.
- [103] R. Awwad ve M. Ammouy, “Surveying BIM in the lebanese construction industry,” *ISARC 2013 - 30th Int. Symp. Autom. Robot. Constr. Mining, Held Conjunction with 23rd World Min. Congr.*, sayı Ağustos, 2013, s. 963–971, 2013, doi: 10.22260/isarc2013/0105.
- [104] BCA, Singapore BIM Guide, 2. Versiyon, 2013.
- [105] BCA, “The BIM Issue,” *Build Smart Mag.*, sayı 9, s. 4, 2011.
- [106] Bina ve Yapım Otoritesi, “Technology Adoption: Building Information Model (BIM) Fund V2 (July 2015)”, <https://www.bca.gov.sg/BIM/bimfund.html> (Erişim Tarihi: 26.04.2021)
- [107] E. A. L. Teo, G. Ofori, I. K. Tjandra, ve H. Kim, “The potential of Building Information Modelling (BIM) for improving productivity in Singapore construction,” *Proc. 31st Annu. Assoc. Res. Constr. Manag. Conf. ARCOM 2015*, sayı Eylül, s. 661–670, 2015.
- [108] Statsbygg, Statsbygg BIM Manual Versiyon 1.2.1, sayı 1, 2013, s. 1–98.
- [109] E. A.-L. Teo ve C. T. Fatt, “Section 5: Building Smart - A Strategy for Implementing BIM Solution in Singapore,” *in Synthesis Journal, 2006*, s. 117–124.

- [110] E. Hjelseth, "Building Information Modeling (BIM) in Higher Education Based on Pedagogical Concepts and Standardised Methods," *Int. J. 3-D Inf. Model.*, c. 6, sayı 1, s. 35–50, 2017, doi: 10.4018/ij3dim.2017010103.
- [111] B. Bok, P. Hayward, G. Roos, ve J. Voros, *Construction 2030 – A Roadmap for R&D Priorities for Australia's Built Environment*. 2021.
- [112] J. C. P. Cheng ve Q. Lu, "A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide," *J. Inf. Technol. Constr.*, c. 20, sayı Ekim, s. 442–478, 2015.
- [113] W. Jung ve G. Lee, "BIM Adoption Status on SIX Continents," *World Acad. Sci. Eng. Technol. Int. J. Civ. Environ. Eng.*, c. 9, sayı 5, s. 512–516, 2015.
- [114] S. Liu, B. Xie, L. Tivendal, ve C. Liu, "Critical Barriers to BIM Implementation in the AEC Industry," *Int. J. Mark. Stud.*, c. 7, sayı 6, s. 162, 2015, doi: 10.5539/ijms.v7n6p162.
- [115] S. Azhar, "Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry," *Build. Inf. Model. Trends, Benefits, Risks, Challenges AEC Ind.*, c. 11, sayı 3, s. 241–252, 2011.
- [116] D. B. Thomson ve R. G. Miner, "Building Information Modeling-BIM: Contractual Risks are Changing with Technology," *Fabyanske, Westra, Hart Thomson*, sayı Kasım, s. 4, 2006.
- [117] B. C. Björk, P. Welling, M. Laakso, P. Majlender, T. Hedlund, ve G. Gudnason, "Open Access To The Scientific Journal Literature: Situation 2009," *PLoS One*, c. 5, sayı 6, 2010, doi: 10.1371/journal.pone.0011273.
- [118] Allen Consulting Group, "Productivity In The Buildings Network: Assessing The Impacts Of Building Information Models," 2010.
- [119] E. Alreshidi, M. Mourshed, ve Y. Rezgui, "Factors for effective BIM governance," *J. Build. Eng.*, c. 10, sayı Şubat, s. 89–101, 2017, doi: 10.1016/j.job.2017.02.006.
- [120] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, *BIM Teknik Şartnamesi ve İhale Dokümanları*. 2021, s. 1–46.
- [121] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, *2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı*. 2019, s. 1–658.
- [122] O. Koseoglu ve Y. Arayici, *Havalimanı Yapı Bilgi Modellemesi*, 2019.
- [123] M. Sakin, "Development of bim implementation framework for digital construction in turkey," *İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Gaziantep*, 2019.
- [124] Taşyapı, "Okmeydanı Eğitim Ve Araştırma Hastanesi", <https://www.tasyapi.com/tr/prof-dr-cemil-tascioglu-sehir-hastanesi-okmeydani-egitim-ve-arastirma-hastanesi-0917> (Erişim Tarihi: 31.05.2021)
- [125] G. J. Tulacz ve P. Reina, "ENR The Top 250," 2020.
- [126] İ. U. Başyazıcı, "Türkiye BIM Raporu Genel Eğilim ve Beklentiler," 2020.

- [127] A. Performance, A. Laboratuvarı, ve O. Enformatik, “2020-2021 URAP Türkiye Sıralaması Basın Açıklaması,” s. 1–15, 2021.
- [128] Bimteknoloji, “Bim Uzmanlığı Eğitim Programları”
<https://www.bimteknoloji.com/haber/bim-uzmanligi-egitim-programlari/>
(Erişim Tarihi: 06.06.2021)



EK A

Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı- 15.7 numaralı madde



(15.7) AKILLI YAPILAR BİLEŞENİNİN OLGUNLUĞU ARTIRILACAKTIR.

Eylem Tanımlayıcısı	15.7
Eylem Adı	Akıllı Yapılar bileşeninin olgunluğu artırılabacaktır.
Kısa Açıklama	Şehirlerde, Akıllı Şehir Teknoloji Portföyü ve Ulusal Akıllı Şehir Çözüm Portföyü'nden faydalanılarak şehirlerin Akıllı Şehir dönüşümünün sağlanmasında Akıllı Şehir Olgunluk Değerlendirme uygulamalarıyla belirlenen Akıllı Yapılar bileşen olgunluğunun artırılması için; yapı güvenliği, acil durum, enerji, atık yönetimi ile yapı iklimlendirme sistemleri ve bütünlük tasarımı yapabilmek amacıyla yapı bilgi modellemesi kullanılarak ve çevre dostu yeşil binalar dikate alınarak yapı yönetimi yapılacaktır.
Sorumlu Kurum ve Kuruluşlar	<ul style="list-style-type: none">• Çevre ve Şehircilik Bakanlığı - Yapı İşleri Genel Müdürlüğü• Çevre ve Şehircilik Bakanlığı - Yerel Yönetimler Genel Müdürlüğü• Çevre ve Şehircilik Bakanlığı - Mesleki Hizmetler Genel Müdürlüğü
Üst Seviye Uygulama Adımları	<p>Yerel yönetimlerin yönetim faaliyetlerinde Akıllı Şehir Teknoloji Portföyü ve Ulusal Akıllı Şehir Çözüm Portföyü'nden faydalanılarak aşağıdaki kapsamda kullanılabilir Akıllı Şehir Çözümlerinin hayata geçirilmesiyle Akıllı Yapılar bileşeninin olgunluğu artırılabacaktır ve bu çözümlerle çözümlerde geliştirilen ve kullanılan yeni teknolojilerin Akıllı Şehir Teknoloji Portföyü, Ulusal Akıllı Şehir Çözüm Portföyü ve Yerel Akıllı Şehir Çözüm Portföyü'ne girişi olması sağlanacaktır. Akıllı Şehir Çözümleri ulusal ve yerel katmanlarda tüm Akıllı Şehir Ekosistem paydaşları tarafından hayata geçirilebilir. Bu kapsamda yürütülecek faaliyetler eylem sorumlusu kurum ve kuruluşların politika sahipliğinde gerçekleştirilecektir. Ulusal ve Yerel Akıllı Şehir Ekosistem paydaşları ile eylem sorumlu ve ilgili kurum ve kuruluşları arasında gerekli koordinasyon Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yerel Yönetimler Genel Müdürlüğü tarafından yürütülecektir.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Yapılarda adaptif havalandırma sistemlerinin kullanımı ile uygun optimum sıcaklık düzeyinin otomatik ayarlanarak bina içi hava kalitesinin artırılabacaktır ve tüketimin azaltılması sağlanacaktır.2. Yapılarda kullanılan tanıma ve güvenlik sistemlerinin birbiri ile entegrasyonu ve kullanıcı bilgilendirmesinin sağlanması ile yapı güvenliğinin artırılması sağlanacaktır.3. Yapılarda kullanılan acil durum ve erken uyarı sistemleri ile olağan dışı durumlarda en hızlı müdahalenin yapılması ve afet durumlarında kayıpların minimuma indirilmesi sağlanacaktır.4. Yapılarda yenilenebilir enerji sistemleri ve akıllı aydınlatma sistemleri kullanılarak çevre dostu yeşil yapıların sayısının artırılması sağlanacaktır.5. Ulusal, bölgesel ve yerel katmanda; organizasyon, kaynak yönetimi, planlama ve hayata geçirme, işletim bakım, izleme değerlendirme, sürdürülebilirlik, birlikte çalışabilirlik, hizmet yönetimi ve paydaşlar arası eşgüdüm ile yapı yönetimi sağlanacaktır ve mevcut yapıları geliştirme çalışmaları yürütülecektir.

ÖZ GEÇMİŞ

Adı Soyadı

: Muhammed Zübeyr TEL

EĞİTİM BİLGİLERİ:

Lisans

: 2019, İstanbul Medipol Üniversitesi, Güzel Sanatlar,
Tasarım ve mimarlık

PROFESYÖNEL DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2019 Bahar Dönemi Mezuniyet, Onur Öğrencisi, İstanbul Medipol Üniversitesi
- 2020 Mart (Devam ediyor), Araştırma Görevlisi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi

