

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPI BİLGİ MODELLEMESİ BENİMSENME SÜRECİNİN İŞVEREN
AÇISINDAN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Alper KUTLU

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı İşletmesi Programı

ARALIK 2019

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPI BİLGİ MODELLEMESİ BENİMSENME SÜRECİNİN İŞVEREN
AÇISINDAN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Alper KUTLU
(501161101)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı İşletmesi Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Esin ERGEN PEHLEVAN

ARALIK 2019

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501161101 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Alper KUTLU, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “YAPI BİLGİ MODELLEMESİ BENİMSENME SÜRECİNİN İŞVEREN AÇISINDAN İNCELENMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Esin ERGEN PEHLEVAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Deniz ARTAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Semra ÇOMU YAPICI
Boğaziçi Üniversitesi

Teslim Tarihi : 15 Kasım 2019
Savunma Tarihi : 11 Aralık 2019





Anneme,



ÖNSÖZ

Her şeyden önce beni bugünlere kadar getiren, hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini bir an olsun esirgemeyen ve başarılarımın en büyük kaynaklarından biri olan aileme sonsuz hürmet ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmasının öncesinde böylesine önem verilmeye değer bir konu oluşturduğu ve tez süresi boyunca bana yardımını ve desteğini esirgemediği için Tez Danışmanım Doç. Dr. Esin ERGEN PEHLEVAN'a teşekkürlerimi sunarım. Aynı zamanda İstanbul Teknik Üniversitesi Yapı İşletmesi Ailesinin bir parçası olmaktan dolayı gurur duyduğumu belirtmek isterim.

Tez araştırmam sırasında çalıştığım ve vaka incelemesi için bana tüm imkanları sağlayan Anadolu Grubu AND Gayrimenkul firması çalışanlarına ve özellikle Onur SEREN'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tez çalışması kapsamında desteklerinden ve yardımlarından dolayı Dr. Hasan Burak CAVKA'ya teşekkür ederim.

Ve son olarak yaşadığım zorluklarda desteğini esirgemeyen ve her zaman destek olmaya çalışan sevgili Gizem BİLGİN'e özellikle teşekkür ederim.

Kasım 2019

Alper KUTLU
(İnşaat Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Problemin Belirlenmesi	2
1.2 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı.....	4
1.3 Tezin Yöntemi	5
2. LİTERATÜR TARAMASI	7
2.1 Dünyada BIM Kullanımı	7
2.1.1 Dünyada BIM'in mevcut durumu	7
2.1.2 Dünyada BIM'in kullanım alanları	10
2.2 Türk İnşaat Sektöründe BIM	10
2.3 BIM'in Benimsenmesi ve Olgunlaşması	12
2.4 BIM'e Geçişte Olgunlaşma Süreci.....	12
2.5 BIM'e Geçişte Olgunlaşma Alanları	13
2.6 BIM'in Benimsenmesi ile İlgili Genel Çalışmalar.....	14
2.6.1 BIM'in benimsenmesinde hibrit modeller	16
2.6.2 İşveren firmalarda BIM'in benimsenmesi.....	18
2.7 BIM Prosedür Alanı	19
2.7.1 BIM'in benimsenmesi için oluşturulan kılavuzlar	19
2.7.1.1 İşveren firmalarda BIM uygulama planının hazırlanması.....	21
2.7.2 Benimsenme sürecinde devlet teşvikleri ve yasal zorunluluklar.....	23
2.7.2.1 Dünyada BIM ile ilgili devlet teşvikleri ve yasal zorunluluklar	24
2.7.2.2 BIM'in benimsenmesinde organizasyonel yaklaşımlar	27
2.7.3 BIM'in benimsenmesi sürecindeki yasal engeller.....	27
2.8 BIM Süreç Alanı	28
2.8.1 BIM ihtiyaçlarının belirlenmesi ile ilgili çalışmalar	29
2.8.2 BIM'in benimsenmesinde aktörler ile ilgili çalışmalar	32
2.8.3 BIM'in benimsenmesinde süreç engelleri	34
2.9 BIM Teknoloji Alanı	37
2.9.1 BIM'in teknolojik olarak benimsenmesi ile ilgili çalışmalar	38
2.9.2 BIM'in benimsenmesinde teknolojik engeller	39
2.10 Literatür Araştırması Bulguları	39
3. VAKA İNCELEMESİ	43
3.1 Araştırma Metodolojisi	43
3.2 Araştırmacının Projedeki Rolü ve Görüşme Yapılan Sektör Çalışanları.....	46
3.3 Araştırma Yapılan Şirketin Mevcut İşleyiş Düzeni	47

3.3.1 Araştırma yapılan yatırımcı firmanın şirket içi organizasyonu	47
3.3.2 Araştırma yapılan yatırımcı firmanın genel proje süreçleri	49
3.3.3 Araştırma yapılan yatırımcı firmanın genel proje organizasyonu	52
3.4 Vaka İncelemesine Konu Olan Projelerin Analizi	52
3.4.1 Projelere genel bakış.....	52
3.4.2 İşveren firma genel proje dokümanları.....	54
3.4.3 Projenin tasarım aşamasında yaşananlar ve müelliflerin genel durumu	55
3.4.4 İlk proje verilerinin analizi	56
3.4.4.1 Tasarımsal verilerin analizi	56
3.4.4.2 Maliyet ve bütçe verilerinin analizi	59
3.4.4.3 Süresel verilerin analizi	59
3.5 İşveren İhtiyaçlarının Belirlenmesi	61
3.5.1 Tasarım aşaması	61
3.5.2 Yapım aşaması.....	62
3.5.3 Teslim ve işletme aşaması:	62
3.6 BIM İhtiyaçlarının Belirlenmesi ve Çıktıların Oluşturulması	63
3.6.1 Proje safhaları	63
3.6.2 Proje ihtiyaçlarının belirlenmesi.....	66
3.7 BIM Benimsenme Aşamalarının BIM'in Olgunlaşma Alanları Üzerinden İncelenmesi	67
3.7.1 BIM prosedür alanı	67
3.7.1.1 Yüklenici sözleşme taslağında BIM.....	67
3.7.1.2 Yüklenici idari şartnamesinde BIM.....	70
3.7.2 BIM süreç alanı	73
3.7.3 BIM aktör alanı.....	75
3.7.4 BIM teknoloji alanı.....	77
4. SONUÇ.....	79
KAYNAKLAR.....	83
ÖZGEÇMİŞ.....	89

KISALTMALAR

ACE	: Alliance for Construction Excellence
AGC	: Associated General Contractors
AIA	: American Institute of Architects
AR	: Augmented Reality
AR-GE	: Araştırma ve Geliştirme
BEP	: BIM Uygulama Planı
BIM	: Building Information Modelling
BIS	: Business Innovations and Skills
CIC	: Computer Integrated Construction
DTO	: Deneyim Transfer Ortaklığı
GSA	: General Services Administration
IE	: Infotmation Exchange Matrix
IFC	: Industry Foundation Class
ISG	: İş Sağlığı ve Gvenliği
İK	: insan kaynakları
LOD	: Level of Development
MIDP	: Master Information Delivery Plan
MPP	: Master Proje Planı
NBIMS	: The National BIM Standard
PAS	: Publicly Available Specifications
RFP	: Request for Proposal
RICS	: Royal Institution of Chartered Surveyors
RM	: Responsibility Matrix
SD	: Shop-drawing
SMP	: Standard Method and Procedures
SWOT	: Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats
TIDP	: Task Team Information Delivery Plan
US	: United States
VR	: Virtual Reality



ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1 : Vaka çalışması kapsamında yapılan görüşmeler ve sıklıkları.....	5
Çizelge 2.1 : Yasal zorunluluklara göre ülkeler	26
Çizelge 3.1 : Vaka incelemesi kapsamında görüşme yapılan proje paydaşları.	46
Çizelge 3.2 : Şirket departmanlarının proje süreçlerinde yaptıkları işler.	48
Çizelge 3.3 : İlk projeye ait planlanan ve gerçekleşen bütçe değerleri.	59
Çizelge 3.4 : Planlanan ve gerçekleşen teslim zamanları.	59
Çizelge 3.5 : 1. Proje SWOT analizi.....	61
Çizelge 3.6 : Yüklenici – işveren sorumluluk matrisi.	74
Çizelge 3.7 : BIM ile ilgili proje toplantıları.	74
Çizelge 3.8 : Projede kullanılacak yazılımlar.	77



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Ülkelerin BIM uygulama seviyeleri	8
Şekil 2.2 : BIM benimsenme oranları	9
Şekil 2.3 : BIM kullanım alanları	10
Şekil 2.4 : BIM kullanım oranları	10
Şekil 2.5 : BIM olgunluk seviyeleri	11
Şekil 2.6 : Türkiye BIM raporu katılımcıların sektörel dağılımı	11
Şekil 2.7 : Türkiye’de inşaat sektörü yatırımlarının dağılımı	11
Şekil 2.8 : BIS (2011)’in tanımladığı BIM olgunluk aşamaları	13
Şekil 2.9 : Literatür araştırmasının genel kategorizasyonu	14
Şekil 2.10 : BIM benimsenmesinde hibrit model uygulaması	17
Şekil 2.11 : BIM dokümanlarına ait aile ağacı	20
Şekil 2.12 : BIM uygulama planı hazırlanma aşamaları	22
Şekil 2.13 : Yasal zorunlulukların işveren’in BIM’e ilgisine etkisi	25
Şekil 2.14 : LOD düzeylerinin görsel anlatımı	29
Şekil 2.15 : BIM boyutları matrisi	30
Şekil 2.16 : BIM aktörlerine ait roller	32
Şekil 2.17 : Aktörlerin çalışma rollerine ait beklentiler	33
Şekil 2.18 : BIM protokolleri için teknoloji diyagramı	38
Şekil 3.1 : Vaka çalışması desenleri	44
Şekil 3.2 : Vaka incelemesi işleyiş şeması	46
Şekil 3.3 : Şirket içi organizasyon şeması	47
Şekil 3.4 : Şirketin standart proje süreçleri	50
Şekil 3.5 : Projelerin standart üretim süreçleri	51
Şekil 3.6 : Şirketin yürüttüğü standart proje organizasyonu	52
Şekil 3.7 : Organizasyon içi sözleşme yapısı	53
Şekil 3.8 : İşveren firmanın ikinci projesi	54
Şekil 3.9 : İşveren firmanın ilk projesi	54
Şekil 3.10 : Ekim 2016 – Haziran 2017 workflow adetleri	56
Şekil 3.11 : Temmuz 2017 – Mart 2018 workflow adetleri	57
Şekil 3.12 : İmalat çizimlerine ait planlanan ve gerçekleşen miktarlar	58
Şekil 3.13 : Yapım sürecinde artan SD’lerin proje üzerindeki etkileri	58
Şekil 3.14 : BIM benimsenme süreci proje safhaları	65
Şekil 3.15 : Projenin BIM hedefleri	66
Şekil 3.16 : BIM’in entegre edildiği dokümanlar	67
Şekil 3.17 : Proje için belirlenen organizasyon yapısı	76



YAPI BİLGİ MODELLEMESİ BENİMSENME SÜRECİNİN İŞVEREN AÇISINDAN İNCELENMESİ

ÖZET

BIM işveren firmaların yürüttükleri inşaat yatırım faaliyetlerindeki tasarım, yapım ve işletme süreçlerinde önemli bir çözüm haline gelmiştir. Bundan dolayı işveren firmalarda BIM uygulamaları için yatırımlar artmakta ve BIM kullanımı yaygınlaşmaktadır. Kullanımın yaygınlaşması için BIM'in bu işveren firmalarda olgunlaşma aşamalarını tamamlayıp benimsenmesi gerekmektedir. Birçok ülkede BIM halen işveren firma organizasyonlarında benimsenme ve olgunlaşma sürecini tamamlayamamıştır. BIM'in büyük işveren organizasyonları tarafından benimsenmesi ve olgunlaşması karışık ve zorlu bir süreçtir. BIM'in işveren firmalarda benimsenme ve olgunlaşma süreci birçok ülkede çeşitli engellerle karşılaşmaktadır. Bu engellerin aşılması için işveren firmaya ait BIM ihtiyaçlarının iyi belirlenmesi, kültürel ve organizasyonel değişim için bir model üretilmesi gerekmektedir.

Tez çalışmasının amacı BIM'in geliştirmekte olduğu ülkelerde faaliyet gösteren işveren firmalarda BIM'in benimsenmesi konusunda edinilmiş dersler sunmak ve diğer çalışmalarda rastlanmamış konut projesi vaka örneği üzerinden BIM benimsenme sürecini ele almaktır. Tez çalışması BIM'in benimsenme ve olgunlaşma sürecini incelemek için Türkiye'de faaliyet gösteren büyük bir işveren firmanın BIM'i benimseme ve olgunlaşma aşamalarını bu işveren firmanın iki farklı projesinin sonuçları ve çıktıları üzerinden derinlemesine ele almaktadır. Araştırmada işveren firmaya ait BIM uygulanmamış projeden yola çıkılarak iteratif bir yaklaşım ile ihtiyaçların tanımlanması sağlanmış ve kavramsal bir çerçeve oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda öncelikle BIM'in olgunlaşacağı işveren firmaya ait mevcut organizasyonel yapı detaylı bir şekilde aktarılmış ve firmanın iş yapış biçimi incelenmiştir. Devamında BIM uygulanmamış proje üzerinden işverenin BIM ihtiyacına yönelik analizler yapılmış ve bu ihtiyaçlar BIM'in kullanılacağı ikinci proje üzerinde kurgulanarak detaylı bir çalışma yürütülmüştür. Ayrıca bu olgunlaşma sürecinde diğer çalışmalardan farklı olarak BIM'in benimsenmesi için özel bir model olan ve geleneksel 2D ile birlikte BIM'in birlikte yürütüldüğü hibrit bir model ele alınmıştır.

Tez çalışması kapsamında firma çalışanları ile görüşmeler sağlanmış ve ayrıca araştırma sürecinde bizzat firma içerisinde aktif gözlemci olarak görev alınmıştır. Araştırma ile BIM'in işveren firma organizasyonlarında benimsenme ve olgunlaşma süreci için detaylı bir durum tespiti yapılmış ve buradan çıktılar elde edilmiştir. Bu çıktılar ile birlikte BIM'in işveren firmalarda olgunlaşma ve benimsenme süreçlerine incelenen hibrit benimsenme modeli ile önemli bir destek sağlanması hedeflenmiştir. İnşaat sektörü BIM'in benimsenme ve olgunlaşma sürecine hızla devam etmektedir. Bu araştırma işveren firmalarda BIM kullanımı için ihtiyaçlar belirlendikten sonra BIM'in teknik, kültürel ve organizasyonel olarak benimsenmesi ve olgunlaşması konularında bilgi vermekte ve edinilmiş dersler sunmaktadır.



INVESTIGATION OF BUILDING INFORMATION MODELLING ADOPTION PROCESS FROM OWNER'S PERSPECTIVE

SUMMARY

Owners are the top management groups at the head of their organization. Owners are the main executives in the sector. Traditionally, owners have not been agents of change in the construction sector and have long overlooked typical construction project problems such as cost overruns, timing delays and quality issues. Many owners see construction as a relatively small capital expenditure compared to life cycle costs or other operating costs accrued over time. However, changing market conditions force owners to change their views and pay more attention to their impact on building delivery and operation. For this reason, owner firms are changing their traditional business practices with the innovations they can use in the construction sector. Building Information Modeling (BIM) is a set of approaches, technologies and methods that enable the management of different and complex processes throughout the building life cycle. BIM provides important solutions to the needs of owners. Owners can greatly benefit from BIM to develop higher quality and better performing structures. BIM; It provides important potential solutions for increasing sustainable building performance, reducing financial risks, accelerating the construction process, making accurate budget forecasts and building management.

In order to spread the use of BIM, BIM needs to complete and adopt the maturation stages in these owner companies. In many countries, BIM has not yet completed the adoption and maturation process in owner firm organizations. The adoption and maturation of BIM by major owner organizations is a complex and challenging process. The adoption and maturation process of BIM in owners faces many obstacles in many countries. In order to overcome these obstacles, it is necessary to determine the BIM needs of the owner firm and to produce a model for cultural and organizational change.

In order for owners to benefit from all the opportunities and solutions provided by BIM, the adoption and maturation processes of BIM in the owner company must be completed efficiently. The productivity to be obtained from the adoption and maturation process of BIM in owner companies is primarily; design, construction, delivery and subsequent asset management. After identifying these needs, owner companies prepare and implement their own BIM plan according to the way of doing business and project type. Since each owner or project may have different needs in this process, it is not possible to prepare a common guide for all firms and projects. In addition, since the projects are carried out by different sub-organizations, this process has a multi-faceted structure for the owner.

In order to expand the use of BIM in owners, adoption and maturation processes have to be completed. In order to do this, it is necessary to conduct case studies with the method of "learning by experience" and to create new outputs and guidelines with the information obtained from these case studies. Owners will further improve their

transition to BIM with the lessons learned from these outputs and complete them at a low cost and time.

Particularly in developed countries, the adoption process of BIM in large owners and contractors has developed rapidly. This process, which started to develop with owner companies, was later adopted by public and official administrations over time. In most of the countries that have completed the adoption of BIM, a number of specifications and guidelines have been established, even mandated by official authorities.

With the use of BIM by the owner, the experience and gains gained over time are combined with the cultural and sociological structure of the company and become an indispensable whole. It is not easy to complete this process on behalf of owners and stakeholders. There are many owners and contractor firms that have completed this process when the literature and practices are examined on a global scale. These companies have completed the BIM adoption process in line with the conditions and socio-cultural structure of the country concerned. However, the articles and researches in which these companies explain their experiences and acquisitions and offer acquired lessons are limited.

In developing countries where the maturation stages of BIM have not yet been completed, the most important stakeholders in BIM development are the contractors. The main reason for this is that many of the contractors doing business abroad act with BIM according to the conditions and norms of the country concerned. Some of the contractors were involved in BIM-related activities through public tenders. BIM has been able to adopt to a certain extent with the consultations they have taken during the project processes. In this way, staff and company culture has been able to improve in the field of BIM. In Turkey, the proportion of those using BIMgenius prepared by Turkey BIM projects according to the survey report 2018 has increased 54%. Sector housing sector is showing the most intense activity in the construction sector in Turkey. BIMgenius Turkey BIM Report (2018)'s participation in the survey indicated that the housing sector remains extremely limited and the use of BIM was also highlighted as a very low level. BIM is located at the beginning of this aspect of the adoption process is still in Turkey.

The aim of the thesis is to present the lessons learned about the adoption of BIM in owner companies operating in the countries where BIM is developing and to discuss the BIM adoption process through the case study of a housing project that has not been found in other studies. Thesis to examine the BIM adoption and maturation process of a major owner firms operating in Turkey, BIM adoption and maturation stages of the owner company is discussed in depth over the results and outputs of two different projects. In the research, it is provided to define the needs with an iterative approach based on the BIM not implemented project of the owner firm and a conceptual framework is tried to be formed. In this context, firstly, the current organizational structure of the owner firm to which BIM will mature has been explained in detail and the way of doing business of the firm has been examined. Afterwards, the BIM needs of the owner were analyzed through a non-BIM project and a detailed study was conducted on the second project in which BIM will be used. In addition, in this maturation process, unlike other studies, a hybrid model, which is a special model for the adoption of BIM, is carried out with traditional 2D and BIM together.

Within the scope of the thesis, interviews were made with the employees of the owner companies and active observers were also involved in the research process itself. With this research, a detailed due diligence was made for the adoption and maturation

process of BIM in owner firm organizations and outputs were obtained. Together with these outputs, it is aimed to provide significant support to the maturation and adoption processes of BIM in owner firms with the hybrid adoption model examined. The construction sector continues to rapidly adopt and mature BIM. This research provides information on the technical, cultural and organizational adoption and maturation of BIM after identifying the needs for the use of BIM in owners, and provides lessons learned.





1. GİRİŞ

İşveren firmalar içlerinde buldukları organizasyonun başında yer alan üst yönetim gruplarıdır. İşverenler sektör içerisinde ana yürütücü pozisyonunda yer almaktadır (McGraw-Hill Construction, 2014). Geleneksel olarak, işveren firmalar inşaat sektöründe değişimin araçları olmamıştır ve uzun zamandır maliyet aşmaları, zamanlama gecikmeleri ve kalite sorunları gibi tipik inşaat projesi problemlerini göz ardı etmişlerdir (Gaddie, 2003). Birçok işveren inşaatı, yaşam döngüsü maliyetleri veya zaman içinde tahakkuk eden diğer işletme maliyetleri ile karşılaştırıldığında nispeten küçük bir sermaye harcaması olarak görmektedir (Gaddie, 2003). Ancak değişen pazar koşulları, işveren firmaların görüşlerini değiştirmeye, bina teslimat ve işletme sürecinin üzerindeki etkilerine daha fazla önem vermeye zorlamaktadır (Gaddie, 2003). Bundan dolayı işveren firmalar inşaat sektörü içerisinde kullanabilecekleri yenilikler ile geleneksel iş yapış biçimlerini değiştirme yoluna gitmektedir. Yapı Bilgi Modellemesi (BIM), bina yaşam döngüsü boyunca farklı ve karmaşık süreçlerin yönetilmesini sağlayan yaklaşımlar, teknolojiler ve yöntemler bütünüdür (Eastman, 2011). BIM, işveren firmaların ihtiyaçlarına yönelik önemli çözümler sunmaktadır. İşveren firmalar, daha yüksek kalitede ve daha iyi performans gösteren yapılar geliştirebilmek için BIM'den büyük oranda faydalanabilmektedir. İşveren firmalarda BIM; sürdürülebilir yapı performansının artırılması, finansal risklerin düşürülmesi, yapım sürecinin hızlandırılması, isabetli bütçe tahminlerinin yapılması ve bina yönetimi gibi konularda önemli potansiyel çözümler sunmaktadır (BIM Handbook, 2008).

İşveren firmaların BIM'in getirdiği tüm imkan ve çözümlerden yararlanabilmesi için BIM'in işveren firmadaki benimsenme ve olgunlaşma süreçlerinin verimli bir şekilde tamamlanması gerekmektedir (McGraw-Hill Construction, 2014). İşveren firmalarda BIM'in benimsenme ve olgunlaşma sürecinden elde edilecek verim öncelikle; tasarım, inşaat, teslimat ve devamındaki varlık yönetimi aşamalarındaki ihtiyaçların iyi bir şekilde tanımlanmasına bağlıdır (Cavka ve diğ, 2017). İşveren firmalar bu ihtiyaçlarını belirledikten sonra iş yapış biçimine ve proje türüne göre kendi BIM planını

çıkarmakta ve uygulamaktadır. Bu süreçte her işverenin veya projenin farklı ihtiyaçları olabildiğinden, tüm firmalar ve projeler için ortak bir kılavuz hazırlamak mümkün değildir. Ayrıca projeler kendi içinde birbirinden farklı alt organizasyonlar tarafından yürütüldüğünden bu süreç işveren için çok yönlü bir yapıya sahiptir. BIM Handbook (2008), National BIM Guide for Owners (2017) ve Autodesk (2015) çalışmaları bu çoklu proje organizasyonlarının BIM'i benimsemesi ve uygulaması sürecine birer genel kılavuz niteliğinde oluşturulmuştur. Bu kılavuz çalışmaların sunduğu bilgiler genellikle Boshyk ve Dilworth (2009)'un araştırmalarında uyguladığı “deneyimleyerek öğrenme” gibi iteratif yöntemler ile gerçekleştirilmiş vaka araştırmalarının sonuçlarına dayanmaktadır. Ayrıca deneyimleyerek öğrenme yönteminde elde edilen çıktılardan birçoğu inşaat sektöründeki işveren, yüklenici, alt yüklenici, müellif gibi paydaşlara ait BIM'in önündeki engeller olan “BIM Bariyerleri” olarak literatürdeki çalışmalarda aktarılmıştır. BIM bariyerleri bu araştırmaların ders niteliğindeki önemli çıktılarından olmuştur.

İşveren firmalarda BIM'in kullanımının yaygınlaşması için benimsenmenin gerçekleşmesi ve olgunlaşma süreçlerinin tamamlanması gerekmektedir. Bunun için bahsedilen “deneyimleyerek öğrenme” yöntemi ile vaka analizlerinin yapılması ve bu vaka analizlerinden elde edilen bilgiler ile yeni çıktıların ve kılavuzların oluşturulması gerekmektedir. İşveren firmalar bu çıktılarından elde edilen dersler ile birlikte BIM'e geçiş süreçlerini daha da iyileştirecek, düşük maliyet ve sürede tamamlayacaktır.

1.1 Problemin Belirlenmesi

Özellikle gelişmiş ülkelerde BIM'in büyük işveren ve müteahhit firmalardaki benimsenme süreci hızlı bir gelişim göstermiştir. İşveren firmalar ile gelişmeye başlayan bu süreç devamında kamu ve resmi idarelerce de zamanla benimsenmiştir. BIM'in benimsenme sürecini tamamlayan ülkelerin büyük kısmında resmi idarelerce belirlenen ve hatta kullanımı zorunlu kılınan birçok şartname ve kılavuz oluşturulmuştur (McGraw-Hill Construction, 2014).

BIM'in işveren tarafından kullanımı ile birlikte elde edilen deneyim ve kazanımlar zamanla firmanın kültürel ve sosyolojik yapısı ile birleşip vazgeçilmez bir bütün haline gelmektedir (Autodesk, 2015). Bu sürecin tamamlanması ise işveren ve paydaşlar adına kolay olmamaktadır. Global çapta literatürü ve uygulamalar incelendiğinde bu süreci tamamlayan birçok işveren ve müteahhit firma bulunmaktadır. Bu firmalar,

ilgili ülkenin şartları ve sosyokültürel yapısı doğrultusunda BIM benimsenme süreçlerini tamamlamışlardır (BIM Handbook, 2008). Ancak bu firmaların deneyim ve kazanımlarını anlattıkları, edinilmiş dersleri sundukları makale ve araştırmalar sınırlı kalmıştır.

Henüz BIM'in olgunlaşma aşamalarının tamamlanmadığı gelişmekte olan ülkelerde BIM'in gelişimine bakıldığında en önde gelen paydaşlar müteahhit firmalardır (McGraw-Hill Construction, 2014). Bunun temel nedeni ise yurtdışında iş yapan müteahhitlerden birçoğunun ilgili ülkenin şart ve normlarına göre BIM ile hareket etmesidir. Müteahhitlerden bazıları ise BIM ile ilgili çalışmalara kamu ihaleleri ile dahil olmuştur (Porwal ve Kasun, 2013). Proje süreçlerinde almış oldukları danışmanlıklarla beraber BIM'in belirli ölçekte benimsenebilmiştir. Bu sayede personel ve firma kültürü BIM alanında gelişme sağlayabilmiştir. Türkiye'de ise BIMgenius'un hazırladığı Türkiye BIM Raporu 2018 anketine göre projelerinde BIM kullananların oranı %54 çıkmıştır. Türkiye'deki inşaat sektöründe en yoğun faaliyet gösteren sektör konut sektörüdür (Buildecon, 2012). BIMgenius Türkiye BIM Raporu (2018)'nda konut sektörünün ankete katılımının son derece sınırlı kaldığı belirtilmiş ve BIM kullanımının çok düşük seviyede olduğu vurgulanmıştır. Bu yönüyle BIM Türkiye'de halen benimsenme sürecinin başlarında yer almaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerdeki işveren firmalarda ise BIM'in benimsenme süreci devam etmekte ve BIM çalışmaları hızlanmaktadır. BIM'in gelişimini teorik olarak açıklayabilmek ve aşama aşama inceleyebilmek için BIM olgunlaşma modelleri geliştirilmiştir (Succar, 2009). BIM'in benimsenme sürecinde özellikle ilk defa BIM'i kullanacak olan işveren firmalar kendi içlerinde olgunlaşma modelleri oluşturarak bunu bir inşaat projesinde test edip başlamaktadır. Bu olgunlaşma modellerinden biri de 2D ve 3D tasarım çıktılarının birlikte yürütüldüğü hibrit olgunlaşma modelidir (Davies ve diğ, 2017a; Gledson, 2016). Literatür ve araştırmalarda işveren firmaların BIM'i benimsemesi sürecindeki ilk adımı olan test projelerinde bu tür bir model kullanılarak ön tasarım, tasarım ve ihale dönemlerini araştıran detaylı bir içerik bulunamamıştır. Ayrıca vaka incelemesi yapılacak gelişmekte olan ülke örneğinde konut sektöründe BIM benimsenme oranları çok düşüktür. Bu yönüyle literatürde benimsenme sürecini konut örneği üzerinden inceleyen bir araştırma bulunamamıştır. Çalışma kapsamında literatürde bulunan eksiklikler şu şekilde özetlenmiştir:

- İşveren kapsamında yapılan BIM'e ait hibrit benimsenme modeli çalışmalarına rastlanmaması,
- Gelişmekte olan ülkeler örneğinde BIM'in konut sektöründe kullanımının son derece sınırlı kalması,
- BIM'in benimsenmesini işveren ve konut proje örneği üzerinden inceleyen çalışmalara rastlanmaması.

1.2 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Araştırmanın amacı, BIM'in benimsenmesi sürecinin bir vaka örneği üzerinden incelenerek ihtiyaçların ve engellerin belirlenmesidir. Bu kapsamda geleneksel proje süreci ve uygulanacak BIM süreci detaylı bir şekilde aktarılmıştır. İçeriğe ait ilerleyiş sırası şu şekildedir:

1. BIM'in henüz yaygınlaşmadığı ülkelerde öncelikle sektörün mevcut yapısı ve işveren firmaların geleneksel sektör organizasyonları araştırılmıştır.
2. Geleneksel işleyişten yola çıkarak işveren firmaların BIM'e neden ihtiyaç duyduğu detaylı bir şekilde sunulmuştur.
3. BIM'in henüz uygulanmadığı bir işveren gayrimenkul firmasında gerçekleşen proje üzerinden vaka incelemesi yapılmıştır. Vaka incelemesinde işveren ihtiyaçlarından yola çıkarak BIM ihtiyaçları belirlenmiştir.
4. BIM'in temelini atıldığı ön tasarım, tasarım, ihale ve sözleşme süreçlerinde hibrit bir benimsenme uygulaması kurgulanmıştır.

Araştırmada işveren firmalar için vaka incelemesindeki edinilmiş derslerden yola çıkarak aşağıdaki soruların yanıtları elde edilebilecektir:

- İşveren neden BIM'e ihtiyaç duydu?
- İşveren BIM ihtiyaçları nasıl ve neye göre belirlendi?
- BIM'in uygulanması için proje organizasyonu nasıl oluşturuldu?
- BIM'in uygulanabilmesi için ihale dokümanları nasıl düzenlendi?
- BIM'in benimsenmesinde "hibrit model" nasıl kurgulandı?
- Hibrit model kapsamında "BIM Uygulama Planı" nasıl oluşturuldu?

- BIM'in benimsenmesi sürecinde yönetimsel yaklaşım nasıl oldu?

BIM'i ilk defa projelerinde uygulamaya başlayacak olan işveren firmaların bu sorulara verilen yanıtlardan ve elde edilen deneyimlerden yararlanabileceği bir içerik hedeflenmiştir.

Özetle vaka incelemesinin çıktıları üzerinden işveren firmalarda BIM'in benimsenmesinde ön tasarım, tasarım, ihale ve sözleşme süreçlerinin derinlemesine aktarıldığı ve sektör tarafından yararlanılabilecek bir çalışma hedeflenmiştir. Ayrıca araştırma kapsamında sadece işveren firmaların değil, BIM deneyimi olmayan diğer paydaşların da BIM benimsenme sürecine yardımcı olacak bir içerik sunulmuştur.

1.3 Tezin Yöntemi

Tez çalışmasında dünyada bugüne kadar yapılmış BIM'in benimsenmesiyle ilgili araştırmalar ve uygulamaların incelendiği literatür taraması yapılmıştır. Bu kapsamda hem kamu hem de özel sektör uygulamaları araştırılmıştır. Bunun yanı sıra konu ile bağlantılı olarak BIM'in benimsenmesinin önündeki engeller ve günümüzde işveren tarafında BIM'den beklenenler de araştırmaya dahil edilmiştir. Literatür taramasından ve araştırmalardan sonra çalışma kapsamında vaka incelemesi gerçekleştirilmiştir.

Vaka incelemesinde BIM'in henüz yeni gelişmekte olduğu Türkiye örneği üzerinden ilenmiş ve Türkiye'de sistemin oluşturulabilmesi adına büyük yerel bir işveren firma ile birlikte çalışmalar yürütülmüş, firmanın yapılacak yeni projesi için BIM süreci başlatılmıştır.

Tez çalışmasındaki vaka incelemesi, çalışmayı yürüten araştırmacı tarafından ilgili proje ve şirket organizasyonunda katılımcı eylem araştırması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte üst organizasyon içerisinde yer alınarak görüşme ve toplantılara katılım gösterilmiştir. Vaka incelemesi kapsamında yapılan görüşmeler ve süreleri Çizelge 1.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.1 : Vaka çalışması kapsamında yapılan görüşmeler ve sıklıkları.

	Görüşülen Kişi Sayısı	Görüşme Sıklığı	Görüşülen Dönem
İşveren	8	1 görüşme / 2 hafta	6 ay
BIM Danışmanı	2	1 görüşme / ay	4 ay
İhaleye Katılan Yüklenici Firmalar	10	1 görüşme / ay	1 ay
Proje Yönetim Firması	4	1 görüşme / 2 hafta	3 ay

Vaka incelemesinde sırasıyla Şu adımlar izlenmiŐtir:

1. İŞveren firmanın mevcut organizasyonel yapısı incelenmiştir.
2. İŐveren firmanın mevcut proje sűreçleri incelenmiŐtir.
3. İŐveren firmanın BIM uygulamadıĐı projeye ait veriler analiz edilmiŐtir. Analiz sűrecindeki veriler bir bilgi yűnetim uygulaması olan “Oracle Aconex” űzerinden elde edilmiŐ ve anlamlı hale getirilmiŐtir.
4. İŞveren firmanın BIM uygulamadığı projesinden yola çıkararak işveren ihtiyaçları belirlenmiştir.
5. İŐverenin ihtiyaçlarından yola çıkararak projelerde kurgulanacak BIM modeline yűnelik ihtiyaçlar tespit edilmiŐtir.
6. Belirlenen BIM ihtiyaçları, projenin tasarım, ihale ve yapım sűreci için dokűmanlar űzerinden kurgulanmıŐtır.
7. Son olarak sonuç ve űneriler vaka űrneĐinden elde edilen deneyimler űzerinden sunulmuŐtur.

ÇalıŐma kapsamında BIM’in iŐveren firmalarda benimsenmesi ve olgunlaŐması için iteratif bir yűntem izlenmiŐtir. GeliŐtirilen iteratif yűntemin aŐamalarında ise UK Department of Business Innovations and Skills (2011)’in tanımlamıŐ olduğu BIM olgunluk aŐamalarından yararlanılmıŐtır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

BIM (Building Information Modeling) bina yaşam döngüsü boyunca farklı ve karmaşık süreçlerin yönetilmesini sağlayan yaklaşımlar, teknolojiler ve yöntemler bütünü olarak geçmektedir (Eastman, 2011). National Institute of Building Sciences BIM'i bir tesisin fiziksel ve fonksiyonel karakteristiklerinin dijital bir temsili olarak tanımlamaktadır (NIMBS, 2007). Azhar ve diğ. (2008) BIM'i "bir yapının planının, tasarımının, yapımının ve operasyonunun simülasyonu için bilgisayar çıktısı modelin geliştirilip kullanılmasına odaklanan bir süreç" olarak tanımlamaktadırlar.

RICS 2014'te geçtiği üzere inşaat projelerinde BIM temel olarak dört paydaş ve üç temel model kapsamında yürütülmektedir. Bunlar mimari, statik ve elektrik/mekanik tesisat modellerini yürüten işveren, tasarımcı, ana yüklenici ve müşavir firmalardır. Bu firmaların ortak koordinasyonu ve güncellemeleri ile ilerleyen tasarım modelleri BIM'i oluşturan temel disiplinlerdir. Projenin kapsamına göre temel üç disiplinin haricinde peyzaj, asansör gibi disiplinler de bulunabilmektedir.

Küresel perspektiften bakıldığında zaman özellikle Kuzey Amerika ve Avrupa merkezli olarak BIM ve Entegre İş Teslimi (Integrated Project Delivery) yöntemlerinin yaygın olarak adapte edildiği ve potansiyellerinin hızla gerçeğe dönüştüğü görülmektedir (AIA, 2007; Azhar, 2011). Türk mimarlık ve inşaat sektörü ele alındığında ise bilgi tabanlı iş modellerine geçiş açısından, firma kültürleri teknolojik kabiliyetler ve organizasyonel yapılanma konuları üzerinden farklı argümanlar öne sürülebilir. Bir sonraki bölümlerde BIM'in dünya ve Türkiye'deki kullanımından bahsedilmiştir.

2.1 Dünyada BIM Kullanımı

2.1.1 Dünyada BIM'in mevcut durumu

BIM kullanımı dünyada hızlı bir artış göstermektedir. McGraw-Hill Construction (2014) tarafından yapılan araştırmada Fransa, Almanya ve İngiltere'de; BIM'i kullanan firmalardan %12'sinin altı yıl ve daha fazla süre BIM tecrübesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Benzer süredeki tecrübeye sahip olanların oranı ABD ve Kanada'da

%36'dır. Dünyadaki çeşitli ülkelere ait firmaların BIM uygulama seviyeleri ölçülmüş ve dört ayrı seviyede incelenmiştir (McGraw-Hill Construction, 2014):

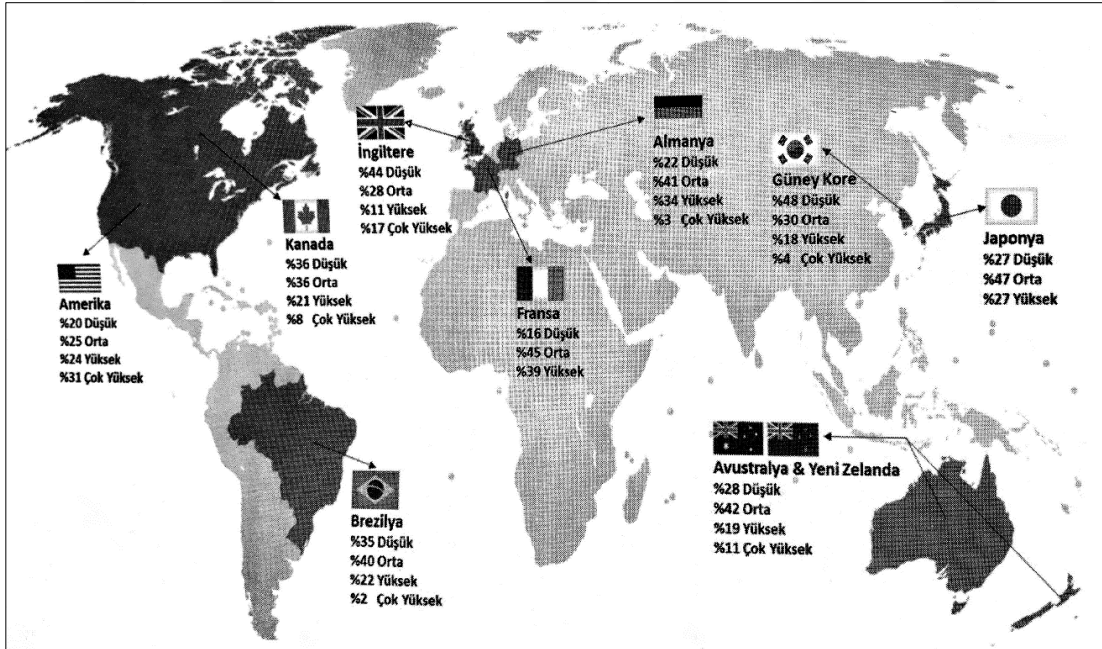
Düşük: Firmanın BIM kullanımı %15'ten az

Orta: Firmanın BIM kullanımı %15-%30 arasında

Yüksek: Firmanın BIM kullanımı %31-60 arasında

Çok Yüksek: Firmanın BIM kullanımı %60'dan fazla

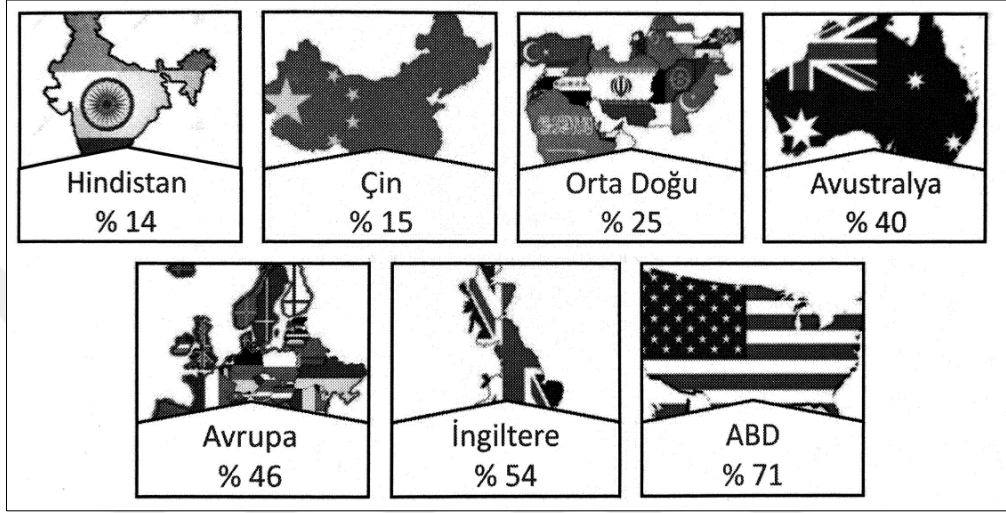
Şekil 2.1'de bu oranlar ülke bazında belirtilmiştir. Bu kapsamda projelerinde BIM kullanımı en yüksek firmalar Amerika ve Fransa'da %31 ve %39 oranları ile yer almaktadır.



Şekil 2.1 : Ülkelerin BIM uygulama seviyeleri (Özorhon, 2018).

ABD, İngiltere, İsveç, Hollanda gibi gelişmiş ülkelerdeki inşaat sektörlerinin mimari tasarım, mühendislik, inşaat ve bina yönetimi gibi konularda teknolojik inovasyon temelinde bir organizasyonel değişim eğilimi içerisinde oldukları literatürdeki tüm çalışmalarda açık şekilde görülmektedir (Bédard, 2006; Becerik-Gerber ve diğ., 2010). Bu değişim bu ülkelerde bulunan firmaların küresel rekabet gücünü belirgin bir şekilde artırmakta ve inşaat sektöründeki teknolojik paradigmaları temelden dönüştürmektedir. Bu konudaki yoğun atf alan çalışmalar ise teknolojik kabiliyetler, iş modelleri, disiplinlerarası entegrasyon ve BIM adaptasyon yaklaşımları arasındaki ilişki ve dinamiklerin altını çizmektedir (Howard, 2008; Smith, 2009; Taylor, 2009).

BIM ile ilgili dünya ülkelerinde yapılan çalışmaların geneli BIM benimsenme seviyesini gözlemlemeye yöneliktir. RICS (2014) 'in yayınladığı raporda dünyanın çeşitli ülkelerinden firmaların BIM kullanım oranlarına ait bilgiler verilmiştir. Bu kaynaktan yola çıkarak oluşturulan Şekil 2.2'deki şablonda BIM'in benimsenme oranının en yüksek olduğu ülke başta %71 ile Amerika devamında ise %54 ile İngiltere olarak geçmektedir.

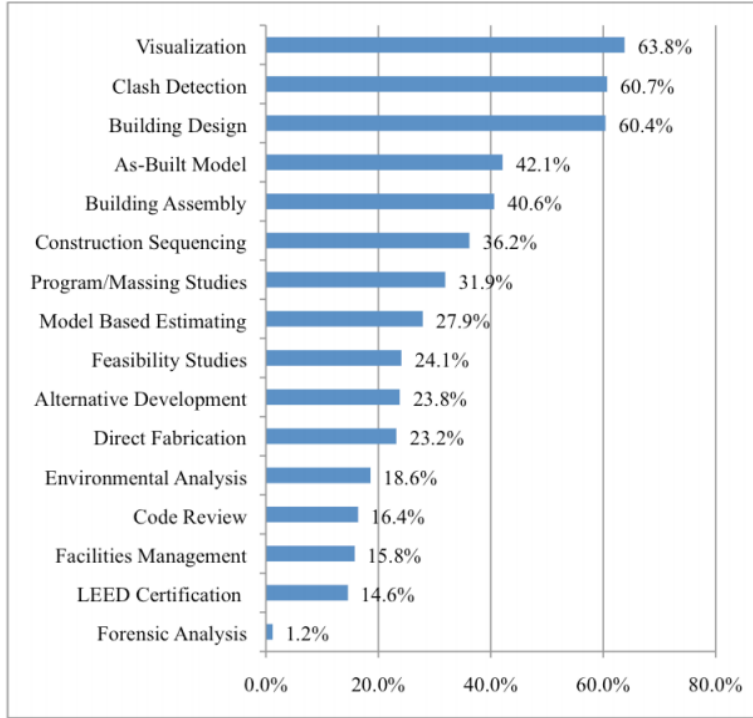


Şekil 2.2 : BIM benimsenme oranları (Özorhon, 2018).

BIM'in benimsenmesinde ABD en önde gelen ülkelerdendir. ABD'de BIM'in resmi kuruluşlardan üniversitelere kadar uygulanması ve benimsenmesinden dolayı olgunluk düzeyi yüksek olarak sınıflandırılmaktadır (RICS, 2014). Avrupa'da ise İngiltere hükümetinin BIM'e olan erken ve güçlü taahhüdü, İngiltere'yi BIM'in benimsenmesinde dünya lideri yapmaktadır (McGraw-Hill Construction, 2014). Asya kıtasına bakıldığında çeşitli ulusal BIM e-başvuru prensipleri, Singapur'da sektördeki genel BIM'in benimsenmesine altyapı yaratmakta ve katkı sağlamaktadır (C.P. Cheng ve diğ, 2015). Japonya ise kendi BIM standartlarını oluşturmaktadır; oluşturdukları standartları hem yerel ihtiyacı karşılayacak hem de küresel olarak fayda sağlayacak bir biçimde kurgulamaktadırlar (C.P. Cheng ve diğ, 2015). Ancak, araştırma kapsamında Asya kıtası içerisinde incelenen bir başka ülke olan Tayvan'da hiçbir ulusal BIM kabul hedefi yoktur (C.P. Cheng ve diğ, 2015). BIM'in dünya ülkelerinde yaygın kullanıma başlamasını sağlayan faktörleri öğrenmek için BIM'in bu ülkelerdeki kullanım alanlarını incelemek gerekmektedir.

2.1.2 Dünyada BIM'in kullanım alanları

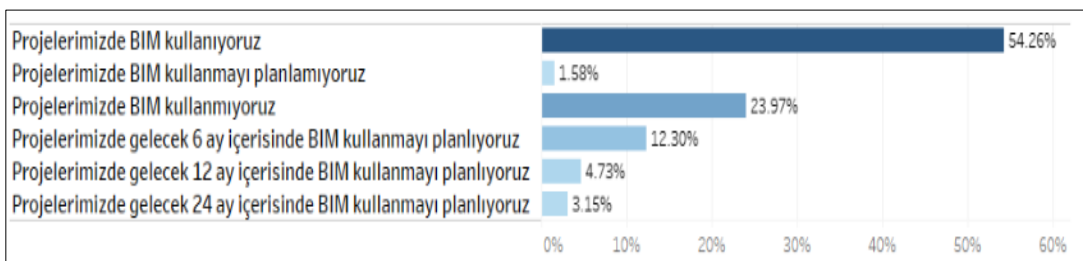
Amerika'da yüklenici ve tasarımcı firmalarda %64'lük oran ile görselleştirme ve devamında %60'luk payı ile tasarımsal konular ön plandadır (Becerik-Gerber ve Rice, 2010). Projenin içeriğine bağlı olarak işletme yönetimi, çevre analizi konuları ise kullanımda yer alan diğer konulardır. Bu kullanım alanlarının dağılımı Şekil 2.3'te sunulmuştur (Becerik-Gerber ve Rice, 2010).



Şekil 2.3 : BIM kullanım alanları (Becerik-Gerber ve Rice,2010).

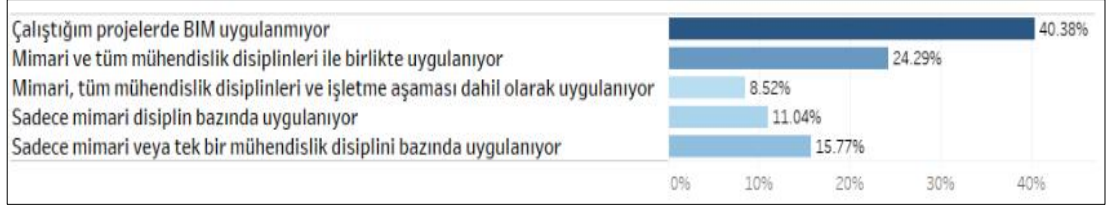
2.2 Türk İnşaat Sektöründe BIM

BIMgenius'un hazırladığı Türkiye BIM Raporu (2018) BIM'in Türkiye'de benimsenmesi ve kullanımı hakkında detaylı bir içerik sunmaktadır. Yaptıkları araştırma kapsamında Türkiye'de projelerinde BIM kullandığını söyleyenlerin oranı %54,26 çıkmıştır. Araştırmada çıkan BIM kullanım oranları Şekil 2.4'te sunulmuştur.



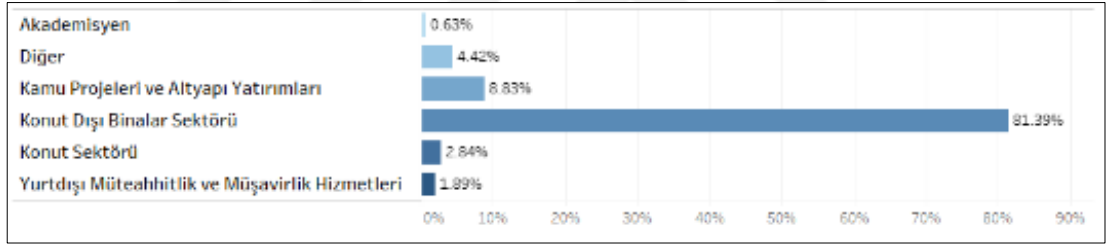
Şekil 2.4 : BIM kullanım oranları (BIMgenius, 2018).

BIMgenius (2018)'un yapmış olduğu anket çalışması kapsamında Türkiye'deki firmalara ait BIM olgunluk seviyeleri de gözlemlenmiştir. Bu kapsamda projelerinde BIM uygulandığını söyleyenlerin oranı yaklaşık %60'lara varmaktadır. BIM olgunluk seviyeleri anketinin sonuçları Şekil 2.5'te sunulmuştur.



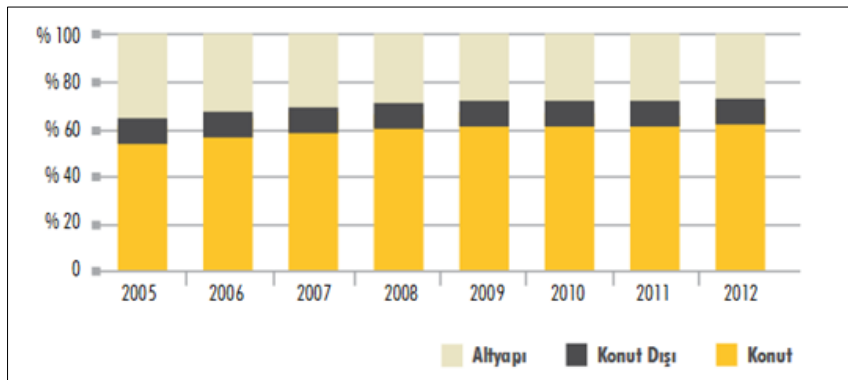
Şekil 2.5 : BIM olgunluk seviyeleri (BIMgenius, 2018).

BIMgenius (2018)'un yapmış olduğu çalışmada Türkiye'de BIM kullanım oranları dünyadaki gelişmiş ülkelere göre yüksek görünmektedir (McGraw-Hill Construction, 2014). Ancak BIMgenius (2018)'un araştırmasında Şekil 2.6'da sunulan araştırmadaki katılımcıların sektörel dağılımı incelendiğinde konut sektöründen katılımın son derece sınırlı kaldığı (%2,84) belirtilmiştir.



Şekil 2.6 : Türkiye BIM raporu katılımcıların sektörel dağılımı (BIMgenius, 2018).

Buildecon'un hazırladığı Türkiye İnşaat Sektörü Raporu'nda (2012) Türkiye'de inşaat sektörü yatırımlarının %60'a varan kısmını konut sektörünün oluşturduğu belirtilmiştir. Araştırmadaki dağılım Şekil 2.7'de sunulmuştur.



Şekil 2.7 : Türkiye'de inşaat sektörü yatırımlarının dağılımı (Buildecon, 2012).

BIMgenius (2018) çalışmasındaki katılımcı profiline bakıldığında konut sektörü özelinde gözlenen genel olarak teknolojik yeniliklere, özel olarak BIM temelli tasarım ve imalat yöntemlerinin kullanıma olan ilgisizliğin anket çalışmasına da yansıdığı anlaşılmaktadır. Yapılan araştırma incelendiğinde Türkiye’de BIM kullanım ve benimsenme oranlarının özellikle konut sektöründe son derece az olduğu tespit edilmiştir. BIM’in benimsenmesinde dünyadaki ve Türkiye’deki mevcut durumu değerlendirebilmek ve teknik açıdan inceleyebilmek için bir sonraki bölümde BIM’in benimsenmesi ve olgunlaşması süreci ele alınmıştır.

2.3 BIM’in Benimsenmesi ve Olgunlaşması

Yapı Bilgi Modellemesi (BIM), inşaat sektöründeki teknolojik ve prosedürel bir değişimdir (Succar, 2009). BIM’i verimli bir biçimde projelerde uygulamak, sektördeki proje süreçlerinin her aşamasında önemli değişiklikler gerektirmektedir (Arayıcı ve diğ, 2010). BIM teknolojisinin projelerde uygulanması sadece yeni BIM yazılımlarının kullanılması demek değildir. Aynı zamanda bu yazılımların iş akışlarına etkisinin, personelin nasıl eğitileceği ile sorumlulukların nasıl dağıtılacağı ve yapımı modellemenin yolunun öğrenilmesini de içerir (Eastman ve diğ, 2008; Bernstein ve Pittman, 2004). Tüm bunlar BIM’in benimsenmesi ve olgunlaşması süreçlerine ait kapsamı oluşturmaktadır. BIM’in bir firmada uygulanabilmesi için olgunlaşma süreçlerinden geçilmektedir.

2.4 BIM’e Geçişte Olgunlaşma Süreci

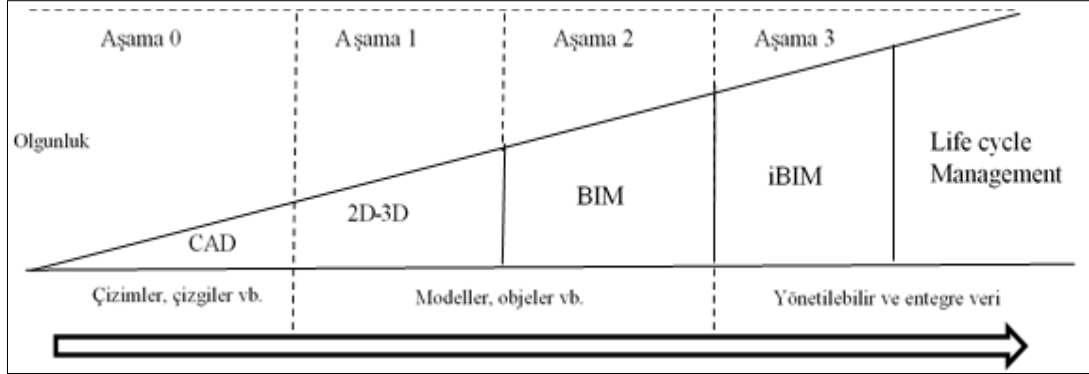
BIM teknolojik ve sistemselsel olarak sürekli gelişmekte ancak tüm kullanıcılar eş zamanlı olarak BIM’in bu gelişimine adapte olamamaktadır (Porwal ve Hewage, 2013). Ancak BIM’in olgunlaşma aşamaları tüm inşaat projesi paydaşlarını kapsamaktadır. İşveren firmaların teşviki bu olgunlaşma sürecinde en önemli rolü oynamaktadır (McGraw-Hill Construction, 2014).

Proje içinde ve organizasyon genelinde BIM’in benimsenmesi için öncelikle çeşitli olgunluk aşamalarından geçilmesi gerekmektedir. BIM öncesi ve BIM sürecindeki adımlar aşağıda sıralanmıştır (Succar, 2009):

- BIM Aşama 1: obje kaynaklı modelleme
- BIM Aşama 2: model kaynaklı işbirliği

- BIM Aşama 3: Ağ bazlı entegrasyon

Bu adımlar Şekil 2.8’de üç ayrı olgunluk düzeyinde belirtilmiştir (UK department of Business Innovations and Skills, 2011).



Şekil 2.8 : BIS (2011)'in tanımladığı BIM olgunluk aşamaları.

Aşama 0: Bu aşama içerisinde henüz bir model bulunmamaktadır. Modeli oluşturmak üzere hazırlanan çizgi ve çizimler üretilmiş olup, anlamlı bir çıktı üretilmemiştir.

Aşama 1: Oluşturulan çizgi ve çizimler 2D objelere dönüştürülerek model üretimi başlar. Bu aşamada 3D model üretim süreci de 2D ile beraber başlayabilmektedir.

Aşama 2: 3D modellerin koordineli üretimi ile BIM'e geçiş sağlanmış olur. Model bazında çıktıların alınabildiği bu süreç, birçok firma için BIM benimsenme sürecinin tamamlandığı aşama olmaktadır.

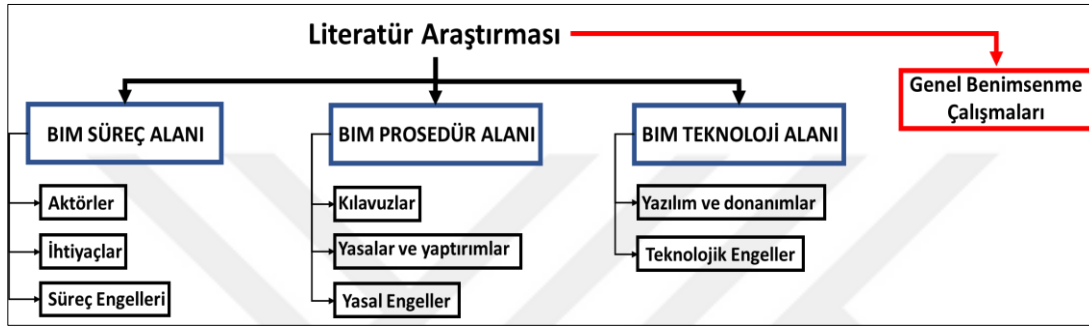
Aşama 3: Bu süreçten itibaren BIM ihtiyaçlarına göre ilgili firmalar 4D planlamayı ve bina yönetimini BIM modelleri üzerinden yürütebilmektedir. Tam entegre olarak tariflenebilecek bu süreçte BIM olgunluk düzeyinin son seviyesine ulaşmış durumdadır.

Bu olgunlaşma aşamalarının daha detaylı anlaşılması için bu aşamalardaki BIM olgunlaşma alanlarını incelemek gerekmektedir.

2.5 BIM'e Geçişte Olgunlaşma Alanları

BIM olgunlaşma alanları bir firmada BIM'in benimsenmesi sürecinde ihtiyaç duyulan temel gelişim alanlarıdır. Bu sebeple bir organizasyonun BIM'i benimseme sürecini ele alırken olgunlaşma alanlarına ait başlıklar altında irdelenmesi süreci daha anlaşılır bir hale getirmektedir. Succar (2009) inşaat projeleri ve proje organizasyonlarının olgunlaşma aşamalarını üç farklı alanda incelemiştir. Bunlar BIM teknoloji alanı, BIM

süreç alanı ve BIM prosedür alanıdır. Succar (2009)'ın çalışmasında belirlenen iş akış biçimi diğer birçok çalışmada da model olarak kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında yapılan sınıflandırma Succar (2009)'ın yapmış olduğu çalışmadaki BIM alanlarına göre yapılmıştır. Sınıflandırmanın dışında kalan ve genel olarak tüm alanları içeren çalışmalar ise genel başlık altında irdelenmiştir. Literatürde BIM'in benimsenmesi ile ilgili işveren firmalara ait araştırmalar ise ilgili sınıflandırmanın içeriğinde sunulmuştur. Bu bağlamda literatürde BIM'in benimsenmesine ait üç temel alan incelenmiştir. Bunlar Şekil 2.9'da sunulmuştur.



Şekil 2.9 : Literatür araştırmasının genel kategorizasyonu.

2.6 BIM'in Benimsenmesi ile İlgili Genel Çalışmalar

Benimsenme süreçlerini inşaat sektörünün tamamı için inceleyen çalışmalara bakıldığında BIM alanları ile ilgili Succar (2009)'un yapmış olduğu çalışmaya benzer şekilde Bew ve Richards (2008) BIM için dört aşamadan oluşan bir olgunlaşma modeli sunmuştur. İlerleyen yıllarda bu modele benzer şekilde UK department of Business Innovations and Skills (BIS, 2011) yayınlamış olduğu raporda BIM'i temel aşamalara ayırarak olgunlaşma evrelerini incelemiştir. Buradan yola çıkarak sektör geneline yönelik bir harita hazırlamıştır. Bu modellerin hepsi sektör genelini ilgilendiren genel geçiş düzeylerini içermektedir. Succar (2009) ve BIS (2011)'in olgunlaşma aşamalarına yönelik araştırmalarında işveren firmaların bu evrelerdeki yerinden bahsedilmeden sektörün tamamı ile ilgili genel tespitlere yer verilmiştir. Ancak bu olgunlaşma aşamalarının işveren firmaların BIM benimsenme süreçleri üzerinden detaylı bir şekilde ele alındığı bir araştırma bulunmamaktadır. Ayrıca işveren firmalarda BIM'in olgunlaşması sürecinin BIM olgunlaşma alanları üzerinden irdelendiği bir çalışmaya da yer verilmemiştir.

Literatürdeki diğer çalışmalara bakıldığında Arayıcı ve diğ. (2010), yalın bir mimari proje üzerinde BIM'in benimsenmesine dair yöntemleri ele almışlardır. Araştırmada

inceledikleri bilgileri ve edindikleri sonuçları, özel sektörde yer alan küçük orta ölçekte bir İngiliz mimari müelliflik firmasıyla Salford Üniversitesi arasında “Deneyim Transfer Ortaklığı (DTO)” yolu ile elde etmişlerdir. DTO ile hedeflenen ise BIM’in benimsenmesi ve uygulanması yoluyla yalın tasarım uygulamasını geliştirmektir. Bu uygulamayı geliştirmek için DTO yönteminin “yaparak öğrenme”ye dayalı sunduğu imkânlardan yararlanılmıştır. Müellif firma örneğinden farklı olarak Porwal ve Hewage (2013) yaptıkları çalışmada BIM’in gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde öncelikli olarak işveren tarafında kamu sektöründe benimsenmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Bu kapsamda BIM’in işveren inşaat organizasyonunda benimsenmesi ile birlikte sözleşme modelleri üzerindeki etkilerini ele almışlardır. Yaptıkları çalışmada kamu ile özel sektörün BIM partnerliği yöntemi ile BIM’in benimsenme sürecine verim olarak büyük katkıda buldukları ve benimsenme sürecini hızlandırdıkları belirtilmiştir.

Tüm sektör organizasyonuna yönelik genel çalışmalara bakıldığında Autodesk (2015) BIM’in benimsenmesinde organizasyonel değişim süreci ile ilgili yapmış olduğu çalışmada, BIM’in başarılı bir şekilde uygulamaya geçirilmesi için organizasyon kültürlerinin yeniden yapılandırıldığı bir yaklaşıma ihtiyaç duyulduğundan bahsetmiştir. Çalışma kapsamında BIM ile ilgili bir vizyon belirlenerek benimsenme sürecinin buna göre şekillenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu vizyon için ise bir harita sunulmuştur. Benzer şekilde paydaşların tamamına yönelik sonuç ve gözlemler sunan Rowlinson ve diğ. (2009)’nin yapmış olduğu araştırma ise Hong Kong’da geçen iki vaka örneği üzerinden BIM’in benimsenmesi ve uygulanması sürecini ele almıştır. Bu kapsamda ilk bölümde geleneksel model ile BIM modellerini kıyaslamış ve “BIM felsefesi”ni irdelemişlerdir. Ayrıca BIM’in benimsenme sürecindeki iletişim ve ilişki yönetimini araştırmışlardır. Vaka örneklerinden çıkardıkları sonuç ise BIM’in benimsenme ve uygulanma sürecinde en başarılı sonuca varabilmek için paydaşlar arasındaki ilişki ve süreç yönetimini iyi şekilde yapılması gerektiğidir. Hardin (2009), yayınlamış olduğu kitapta BIM faaliyetlerini projenin dört ayrı evresi kapsamında incelemiştir. Bunlar;

1. BIM ve inşaat öncesi,
2. BIM ve inşaat süreci,
3. BIM ve bina yönetim süreci,

4. BIM ve kapanış sürecidir.

Süreçleri tek başlarına ele alan çalışma, BIM'in başarılı bir şekilde olgunlaşma sürecini tamamlayıp firma içerisinde benimsenmesi konularını gelişmiş ülkelerdeki projelerden kullandığı örnek veriler ile aktarmıştır.

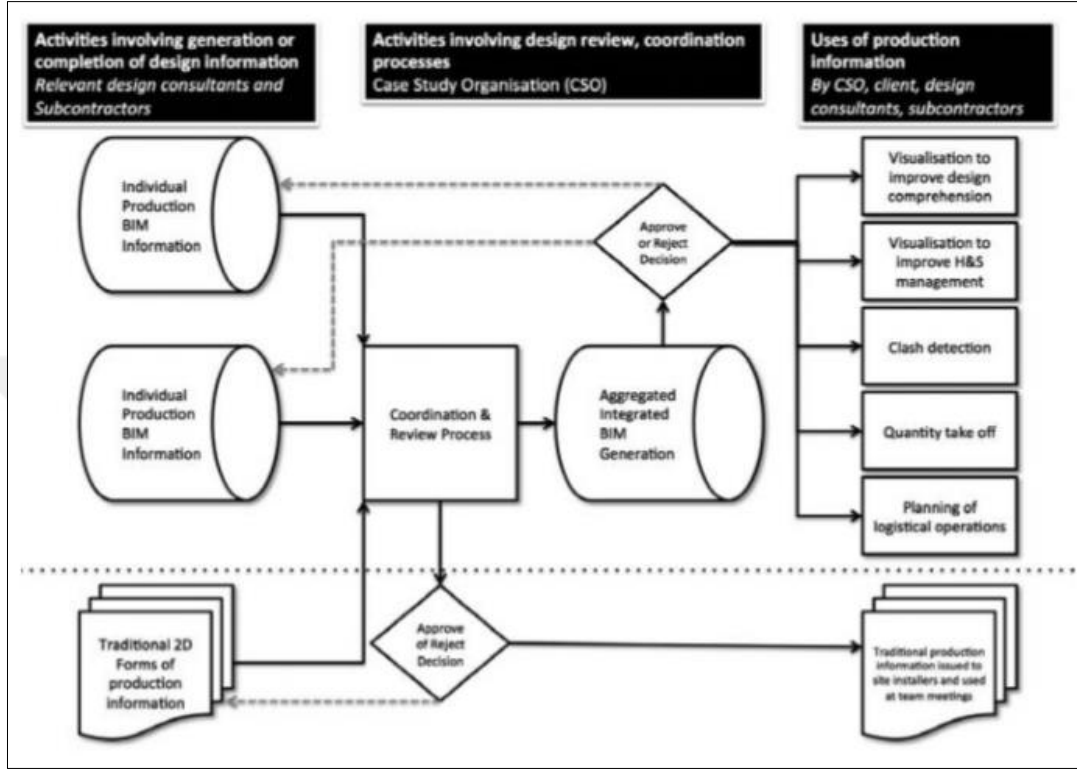
Sektörel organizasyonların haricinde literatürde BIM'in benimsenmesi ile ilgili ülke bazında da çeşitli araştırma ve gözlemler yapılmıştır. Building SMART (2010) Avustralya, Doğal ve Yapılı Çevre Okulu (Güney Avustralya Üniversitesi) tarafından yürütülen bir araştırma, BIM'in Avustralya'nın benimsenmesi, kullanımı, maliyetleri ve yararlarının mevcut durumu hakkında örnekler vermiştir. Bu rapora göre BIM, sadece kullanılan teknolojide değil, aynı zamanda tasarım ve inşaat ekiplerinin çalıştığı yaklaşımda da bir değişim gerektirmektedir.

BIM'in benimsenme sürecini inceleyen bu genel çalışmalar sektörün tüm paydaşlarını ele almaktadır. İşveren firmalarda tüm BIM alanlarını birlikte inceleyen araştırmalar da bulunmaktadır. Ayrıca BIM'in benimsenme süreci için yapılan genel çalışmalarda hibrit modeller gibi yeni benimsenme yöntemleri de ele alınmaktadır. Yapılan bu çalışmalar tezin vaka incelemesi açısından önemli olduğundan ayrı olarak genel çalışmaların alt başlığında bir sonraki bölümlerde sunulmuştur.

2.6.1 BIM'in benimsenmesinde hibrit modeller

BIM'in benimsenme sürecinde 2D ve 3D modellerin birlikte yürütülmesi ve kullanıma bağlı olarak bu modellemelerin ihtiyaç duyan paydaşlar ile paylaşılması hibrit BIM modelini tanımlamaktadır. Bu tür uygulamalarda erken aşamada üretilen 2D projeler genellikle yapım veya yapım öncesi süreç esnasında 3D modellemeye geçirilmektedir (Davies ve diğ, 2017a). Geleneksel yöntemlerin yeni BIM uygulamaları ile entegre şekilde kullanımının bazı firmalarda BIM'in benimsenmesinde verimi arttırdığı gözlemlenmiştir (Davies ve diğ, 2017a). Gledson (2016) yapmış olduğu çalışmada yüklenici firmalar için bir hibrit model önerisi sunmuştur. Ayrıca araştırma sonucunda Gledson (2016) BIM inovasyonu benimseme / reddetme kararlarının sonuçlarını daha iyi anlamak için BIM kullanımına ilişkin daha fazla vaka çalışması gerektiğinden bahsetmiştir. Vaka incelemesi üzerinden oluşturduğu içerikte ihtiyaç duyulan özel durumlarda 3D koordinasyon ve kontrol sürecinden geçemeyen model çıktılarının sahada 2D olarak kullanılabilirdiği bir yapıyı gözlemlemiştir. Bu tür bir modele ait örnek uygulama şeması Şekil 2.10'da gösterilmiştir. Belirlenen proje ihtiyaçlarına

göre BIM'in benimsenmesi sürecinde disiplinler öncelik sırasına koyularak ilerlenebilir. Bu önceliğe göre 3D modelleme ve koordinasyon süreci başlayacaktır. Önceliği düşük olan disiplinlerde ise gerektiğinde 2D çıktılar ile ilerlenebilecektir (Gledson, 2016).



Şekil 2.10 : BIM benimsenmesinde hibrit model uygulaması (Gledson, 2016).

Tüm organizasyon modellerinde en öncelikli konu ise süreçlere başlamadan önce ihtiyaçların belirlenmesidir. Örneğin hibrit yapıda 2D ve 3D modellerin kullanımlarının birlikte olması hangi modelin ne zaman kullanılacağı ve hangi paydaş tarafında ihtiyaç duyulacağı sorusunu yaratmaktadır.

Hibrit benimsenme ile ilgili bir diğer çalışma ise Davies ve diğ. (2017a) tarafından Avustralya ve Yeni Zelanda'da yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada BIM'in benimsenmesi sürecinde 2D ve 3D model kullanımının proje ve benimsenme üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir. Ayrıca araştırmada Gledson (2016)'un yaptığından farklı olarak BIM aktörlerinin hibrit modeldeki görev tanımları ve operasyonları üzerine de gözlem yapılmıştır. Araştırma sonucu elde ettiği bulgu hibrit bir benimsenme sürecinin, kültür veya yönetimle ilgili sorunların daha az zorlayıcı olduğu bir ortamda çalışılması için potansiyel sunduğudur. Bu çalışmada derin gözlem yapılamayan ve eksik kalan nokta ise BIM ile ilgili ankete katılan katılımcıların

sektörel organizasyondaki pozisyonlarına odaklanılmamış olmasıdır. Yani yüklenici, işveren, tasarımcı ve diğer firma organizasyonlarında çalışan paydaşların hepsi organizasyon sınıflandırması olmadan ankete dahil edilmiştir. Bu da işveren tarafında uygulanacak hibrit model ile ilgili bir araştırma ihtiyacı yaratmaktadır.

2.6.2 İşveren firmalarda BIM'in benimsenmesi

İşveren firmalar sektörel organizasyonun en üstünde yer aldığından genellikle olgunlaşma sürecine ilk giren firmalar olmaktadır (BIM Handbook, 2008). İşveren bu araştırma kapsamında tüm proje organizasyonunun başında olan ve bizzat yatırımı yapan firma olarak geçmektedir. İşveren firmaların başında da ayrıca bir tepe organizasyon veya kuruluş yer alabilir. Bu tür durumlarda ise işveren ilgili iş koluna ait “iştirak” olarak geçmektedir.

BIM SmartMarket Raporu (2009)'nda BIM'e sektör paydaşlarının talebini artıran ana unsurun BIM'in işveren tarafında yaygınlaşması olduğu belirtilmiştir. Çünkü işverenin sektör organizasyonunda en yukarıda yer alması ve ana yatırımcı olması altındaki tüm diğer proje organizasyonunun işverence belirlenen ilgili şartlara uygun hareket etmesini gerektirmektedir. Bu özelliği ile işveren sektörün BIM uygulamalarına başlaması açısından tetikleyici bir görev üstlenmektedir. BIM SmartMarket Raporu (2009)'na göre işverenin yapacağı; yazılım, BIM'e ait iç prosedürlerin geliştirilmesi, personelin eğitimi ve donanımların güçlendirilmesi gibi yatırımların genelinde, işverenlerden %70'inin yatırım maliyeti açısından olumlu geri dönüşler sağladığı belirtilmiştir. Bu da dolaylı olarak proje ve sektöre ait işverenin altındaki tüm organizasyonların da faydalı bir yatırım yaptığı göstergesidir. Ayrıca yatırım maliyetine ait geri dönüşlerin yine BIM'in işveren tarafında yüksek oranda benimsenmesiyle arttığı nitelemiştir. Bu sebeple işveren firmalarda BIM'in benimsenme ve olgunlaşma süreçleri tüm sektörel organizasyon açısından da büyük önem arz etmektedir. İşveren firmalarda BIM her ne kadar yaygınlaşmaya başlasa da yasal, organizasyonel ve teknolojik engeller her değişim sürecinde yaşanabildiği gibi bu süreçte de yaşanabilmektedir (BIM Handbook, 2008). Bu engellerin aşılabilmesi için ana görevi yine sektör adına işveren üstlenmektedir. İşveren firmalarda üstlenilen bu öncül görevin aşamalarının daha iyi anlaşılabilmesi için BIM'in işveren firmalarda benimsenmesi ve olgunlaşması süreçlerinin araştırılması gerekmektedir.

BIM'in benimsenmesi ile ilgili işveren tarafındaki araştırmalara bakıldığında önemli araştırmalardan biri McGraw-Hill Construction (2014) tarafından hazırlanan "The Business Value of BIM for Owners" raporudur. Rapor içeriğinde BIM'in işveren tarafında kullanımı ve benimsenmesi ile ilgili özellikle İngiltere ve Amerika'daki işveren firmaların BIM kullanım alanları, BIM ihtiyaçları ve yasal zorunlulukları ile ilgili istatistikler sunulmuş ve bunlara dayalı sonuçlar çıkarılmıştır. Raporda işverenlerin %68'i projelerinde BIM'e ihtiyaç duyduklarını ve desteklediklerini belirtmiştir. BIM ile ilgili işveren tarafında bir diğer önemli araştırmalardan biri BIM Handbook (2008) olmuştur. Bu çalışmada irdelenen konular tüm sektör paydaşlarına yöneliktir. BIM Handbook (2008)'un "BIM for Owners and Facility Managers" bölümünde ise BIM'in işverene yönelik tarafı için süreç detaylı bir şekilde aktarılmıştır. Rapor içerisinde BIM'in işveren firmalar tarafında benimsenmesi konusunda adımlar tariflenmiş ancak geçiş süreçleri ile ilgili aşamalar detaylı tariflenmemiştir. Genel olarak tasarım, yapım, teslim ve işletme evreleri birbirlerinden ayrı ele alınmıştır. İşveren konusunda yapılan çalışmalardan bir diğeri ise Anderson ve diğer. (2012) ise bina yönetimi sürecinde yapılar arası bilgi transferi konusunu ele almıştır. Ele aldıkları vaka incelemesi üzerinden BIM konusunda deneyim ve projeler arası bilgi transferinin faydalarına değinmişlerdir.

2.7 BIM Prosedür Alanı

BIM prosedür alanı sözleşmeler, şartnameler, mevzuatlar ve standartlar ile iç içedir. (Succar, 2009). Bu kılavuz ve dokümantasyonu oluşturan kurum ve kuruluşlar (üniversiteler vb.) BIM prosedür alanına destek sağlayan organizasyonlardır. BIM prosedür alanı kapsamında öncelikle benimsenme sürecinin alt yapısını oluşturan kılavuzlar incelenecektir. Devamında ise BIM'in benimsenmesinde devlet teşvikleri ve yasal engeller incelenecektir.

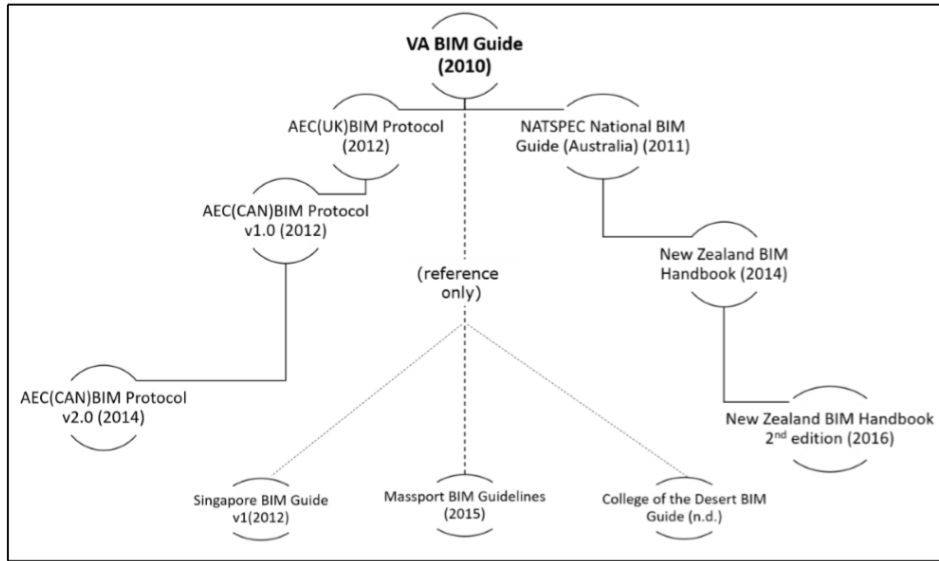
2.7.1 BIM'in benimsenmesi için oluşturulan kılavuzlar

BIM'in benimsenmesini ve uygulanabilir olmasını sağlamak adına birçok ülke ve kuruluş kendi standartlarını yayınlamıştır. Amerika'daki kılavuzlar incelendiğinde US General Services Administration (GSA) bu konuda önemli çalışmalar yapmaktadır. GSA 2007 senesinden itibaren farklı hedeflere yönelik BIM kılavuzları sunmuştur. Bunlar lazer tarama, 4D faz planlama, mekansal doğrulama, enerji performansları ve

benzeri çalışmalardır (GSA, 2007). GSA dışında diğer birçok devlet kurumu da BIM'i kullanmaktadır. 2012 senesinde National Institute of Building Sciences (NIBS) ve Building Smart Alliance, National BIM Standard yayınlamıştır (National BIM Standard, 2012). Farklı çalışmalar bulunduğu üzere Amerika'da BIM'in uygulanması için genel bir standart belirtilmemiştir. GSA BIM Guides, NBIMS-US, Veterans' Affair (VA) ve US ACE en çok kullanılan kılavuzlardır (Mordue ve diğ, 2016).

İngiltere'deki çalışmalara bakıldığında ise UK department of Business Innovations and Skills (BIS, 2011) 'in çalışmalarındaki BIM olgunluk düzeylerine göre farklı sınıflarda dokümanlar oluşturulmuştur.

Benzer şekilde Japonya, Singapur, Fransa ve Almanya gibi ülkelerde de BIM'in benimsenmesi sürecini destekleyici kılavuz dokümanlar oluşturulduğu literatür taramasında gözlemlenmiştir. Bu dokümanların ülkeler arası oluşturulmasının ardındaki "aile ağacı" sıralamasını Davies K. (2017b) Şekil 2.11'deki gibi belirtmiştir. Aile ağacı, içeriğinde yer alan farklı ülkelere ait dokümanların birbirlerinden türetilerek oluşturulduğunu ifade etmektedir.



Şekil 2.11 : BIM dokümanlarına ait aile ağacı (Davies K., 2017b).

BIM'in proje bazında benimsenmesinde oluşturulması gereken dokümanlardan en önemlisi BIM Uygulama Planı (BEP)'dir. Bu plan içeriği projede kullanılacak BIM ile ilgili süreç, prosedür ve teknoloji kapsamlarının hepsini açıklamaktadır. National BIM Guide for Owners (2017) BIM Uygulama Planının oluşturulması ve işveren için BIM'in proje bazında benimsenmesi için önemli bir genel rehberdir.

2.7.1.1 İşveren firmalarda BIM uygulama planının hazırlanması

BIM ile ilgili hedefler ve işveren tarafından belirlenecek tüm detaylar projenin sözleşme ve teknik şartnamesinde belirtilmektedir. Bu detayların hepsi sözleşme ve teknik şartnamelere ek olarak da sunulabilmektedir. Projelerde BIM dokümanlarından en önemlisi BIM Uygulama Planı (BIM Execution Plan)'dır. BIM Uygulama Planı; BIM'in nasıl uygulanacağını detaylarını sunan dokümandır (PAS 1192:2, 2013). BIM Uygulama Planı projenin tasarım aşamasında geliştirilmeli ve projenin ilerleyen aşamalarında projenin gelişimine uygun biçimde güncellenmelidir. BIM Uygulama Planında geçen iletişim prosedürleri, rol ve sorumluluklar sayesinde bütün proje katılımcıları paydaşlar arasındaki iş akışlarını anlayabilmelidir (Penn State CIC, 2011).

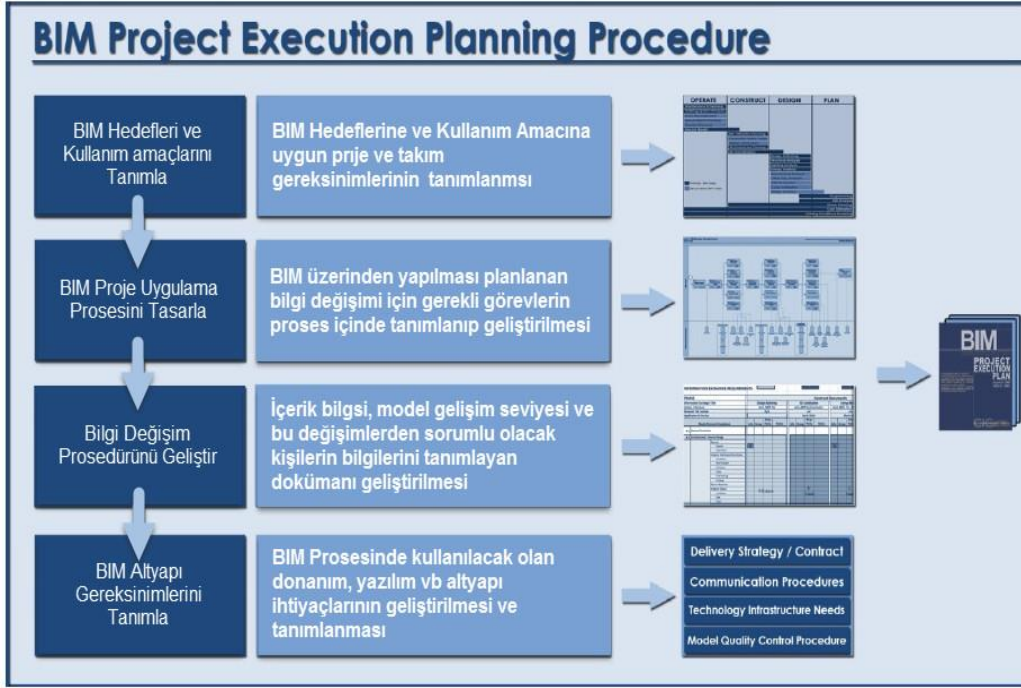
İlk BIM Uygulama Planı'nın geliştirilme süreci incelendiğinde 2007 yılında Penn State Üniversitesi şablonu ve Autodesk'in şablonu bulunmaktadır (Hardin, 2009). Daha sonraki yıllarda BIM Uygulama Planı kılavuzları çeşitli organizasyonların katkılarıyla farklılaşmış ve bunlara ek şablonlar oluşturulmuştur. İlgili projelerde bu şablonlar altlık olarak kullanılarak ilerlenebilir. Yapılan araştırma kapsamında BIM kılavuzlarının aşağıdaki konularda bilgiler içerdiği tespit edilmiştir;

- Proje genel bilgileri
- BIM'in tasarım, yapım ve işletme süreçlerinde kullanımı
- Model yapısı hakkında genel bilgiler
- BIM Kullanım Alanları (4D faz planlama, çakışma algılama, üç boyutlu görselleştirme vb.)
- Dokümantasyon sistemi ve organizasyonu
- BIM'in uygulanması için süreç şablonu

Kılavuzlarda genel olarak belirtilen BIM Uygulama Planı'nın hazırlanma aşamaları Şekil 2.12'de gösterilmiştir.

İşveren firmalarda BIM'in faaliyete geçtiği andan itibaren oluşturulacak tüm sözleşme, ihale, satın alma, teknik şartname vb. dokümanlarının hepsinde BIM Uygulama Planı'na atıf yapılır ve master plan olarak BIM Uygulama Planı'na yer verilir. İşveren firmalarda BIM'in benimsenmesi sürecinde öncelikle uygulanacak tasarım, ihale ve yapım yöntemleri belirlendikten sonra ilgili işverenin iş yapış biçimine göre ihtiyaçları

belirlenmekte ve buna göre BIM Uygulama Planı oluşturulmaktadır. Devamında BIM için tüm olgunlaşma evresine ait altyapı kurulmuş olacaktır.



Şekil 2.12 : BIM uygulama planı hazırlanma aşamaları.

Yapılacak olan projelerde BIM özelinde kurgulanabilecek diğer dokümanlar ise aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Standart Metot ve Prosedürler (Standard Method and Procedures – SMP): Kullanılan yapıda yer alan adlandırmaları ve ifade şeklini içerir (PAS 1192:2, 2013).
- Master Bilgi Teslim Planı (Master Information Delivery Plan – MIDP): Aslen master proje planı ile benzer bir görevde işleyişe sahiptir. Bir BIM projesine başlamadan önce ilk olarak oluşturulması beklenen plandır. Tüm dokümantasyonun oluşturulması için görev paylaşımı ve sorumlulukların dağılımını içerir.
- Proje Uygulama Planı (Project Implementation Plan): İşveren gereklilikleri doğrultusunda proje paydaşlarının; BT (bilgi teknolojileri) ve İK (insan kaynakları) organizasyonunu içerir (PAS 1192:2, 2013).
- Ekiplerin Bilgi Teslim Planı (Task Team Information Delivery Plan – TIDP): Her bir görev için teslim tarihini, teslim formatını ve bunlarla ilgili rolleri içeren plandır (PAS 1192:2, 2013).

- Sorumluluk Matrisi (Responsibility Matrix - RM): BIM görevlerinin hangi proje paydaşlarının sorumluluğunda olduğunu gösteren matristir.
- Bilgi Değişim Matrisi (Information Exchange Matrix-IE): Projede yer alan ve ihtiyaç duyulan bilgilerin dokümanite edilip süreç haritası haline getirildiği matristir.

2.7.2 Benimsenme sürecinde devlet teşvikleri ve yasal zorunluluklar

BIM'in inşaat sektöründe ülkelerin çoğunda benimsenmesi ve kullanımının yaygınlaşmasını sağlayan en önemli sebeplerinden biri de devlet desteği ve yasal zorunluluklardır. Bu yasal zorunlulukların ve teşviklerin BIM'in benimsenmesindeki altı rolü şu şekilde özetlenmiştir (C.P. Cheng ve diğ, 2015):

- Başlatıcı ve yürütücü:

Yasal düzenleme ve zorunluluklar firmaların harekete geçmesi ve bu konuda yatırıma odaklanmasına büyük katkı sağlamakta ve tetikleyici bir etken oluşturmaktadır.

- Düzenleyici

BIM standartlarının oluşturulması ve bunlara uyulması adına bu standartları ilgili şartlara göre düzenleyen, organize eden ve güncelleyen yine kamu sektörü olmuştur.

- Eğitimci

BIM ile ilgili eğitimlerin ve kursların yapılmasında ayrıca üniversiteler ile iletişime geçilip eğitim faaliyetlerinin oluşturulmasında ön plana çıkmaktadır.

- Fon sağlayan

BIM araştırma ve projelerine mali kaynak yaratılabilmektedir. Örneğin bu tür bir fonlama Tayvan'da uygulanmaktadır. Belediye ve kamu kuruluşları kendi projelerinde BIM kullanılabilmesi adına ek mali kaynak yaratmıştır.

- Öncülük eden

Devlet ve hükümet öncelikle kendi projelerinde BIM'in kullanımı için öncülük edip deneme ve yanılma yöntemi ile bir test aşaması sağlayabilmektedir. Bu açıdan ülke bazında sektörün bilgi ve deneyimini artıracak faaliyetler uygulanabilmektedir.

- Araştırmacı

İlgili kamu kuruluşları kendi aralarında BIM için AR-GE ekipleri kurabilmekte ve BIM'in araştırılması ve geliştirilmesi adına özel sektör ile beraber faaliyet yürütebilmektedir.

Bir sonraki bölümde BIM'in benimsenmesinde devlet teşviği ve yasal zorunlulukların dünyadaki etkisi ve mevcut durumu aktarılmıştır.

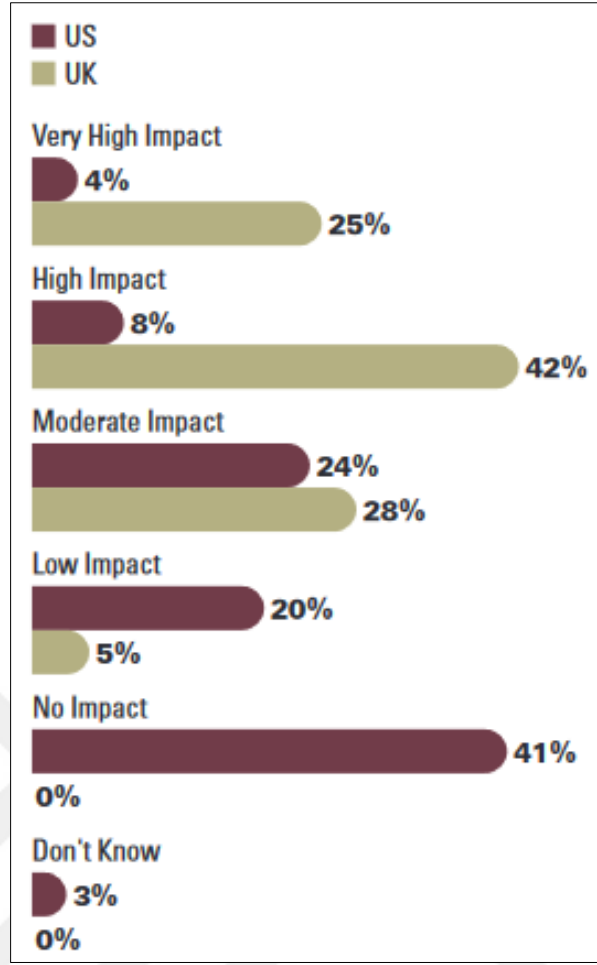
2.7.2.1 Dünyada BIM ile ilgili devlet teşvikleri ve yasal zorunluluklar

BIM'in benimsenmesi sürecinde devlet ve hükümetler tarafından sunulan yasal düzenleme ve teşviklerin etkisi yüksektir. Bu konuda McGraw-Hill Construction (2014)'ın yapmış olduğu yasal zorunlulukların işverene etkisine ait araştırma Avrupa, Asya ve Amerika'daki firmalardaki çıktıları sunmaktadır. Ortadoğu'da ise Donya (2016)'nin Birleşik Arap Emirlikleri'nde yapmış olduğu çalışma literatürde yer almaktadır. Türkiye'de ise literatür ve yasalar incelendiğinde BIM ile ilgili herhangi bir yaptırım ve uygulama tespit edilememiştir. Ancak çeşitli kamu projelerinde BIM kullanımına yönelik sözleşmesel madde ve istekler doğrultusunda BIM ile ilgili çalışmalar ve faaliyetler sürmektedir.

İngiltere'nin yayınladığı "UK Construction Strategy" ile kamu projelerinde 2016 yılından itibaren projelerde BIM'i şart olarak belirlemesi birçok ülkeye öncülük etmiştir (Mordue ve diğ, 2016; UKCO, 2011). Bu da İngiltere'de BIM kullanım ve benimsenme oranlarının yüksek olmasının arkasındaki temel unsurlardandır.

Singapur'da BIM'in işveren firmalarca benimsenme sürecinde hükümet 2015 yılına kadar 20.000m² üzerindeki projelerde BIM kullanımını zorunlu tutmaktaydı. 2015 yılında sonra ise zorunlu BIM kullanım sınırını 5.000m²'ye kadar düşürmüş durumdadır (McGraw-Hill Construction, 2014).

McGraw-Hill Construction (2014) raporunda yer alan işveren firmalarda BIM kullanımına yasal zorunlulukların etkisi araştırması Şekil 2.13'te gösterilmiştir. Amerika ve İngiltere'deki işveren firmalar ile yapılan çalışmada İngiltere'deki yasal zorunlulukların BIM kullanımı açısından büyük bir etkiye sahip olduğu %25'lik "çok yüksek etki" ve %42'lik "yüksek etki" oranları ile anlaşılmaktadır. Amerika'da ise yasal yaptırım ve zorunluluklar İngiltere kadar sıkı olmadığından bu etkiye ait oran oldukça düşük görünmektedir.



Şekil 2.13 : Yasal zorunlulukların işveren'in BIM'e ilgisine etkisi (McGraw-Hill Construction 2014).

Ayrıca McGraw-Hill Construction (2014) raporunda BIM ile ilgili yasal zorunluluklar koyan ve yaptırma sahip ülkeleri Çizelge 2.1'de sıralamıştır. Buna göre ülkeler belirli parametreler çerçevesinde BIM kullanımını zorunlu kılarak değişimin temelini atılmasına alt yapı hazırlamaktadır. Belirli periyotlar ile güncellenen bu yasal zorunlulukların kapsamı ülkenin BIM'e uyumu ve ülkedeki firmaların benimseme durumuna göre tekrar düzenlenmektedir. Ülkelerin BIM kullanımında ortak temel hedefi ise enerji ve inşaat verimliliğini artırıp, mimari ve tasarımsal hataları azaltmaktır.

Ortadoğu'daki faaliyetlere bakıldığında ise, Birleşik Arap Emirlikleri 2014 yılında itibaren ülkenin mekanik, elektrik tesisat konularında 40 kattan veya 300 bin m2 'den büyük yapılarda BIM kullanımını zorunlu hale getirmektedir (Donya, 2016). Bu sayede Ortadoğu'da BIM ile ilgili ilk yasal adımlar atılmıştır.

Çizelge 2.1 : Yasal zorunluluklara göre ülkeler (McGraw-Hill Construction 2014).

Ülke	Yasal Zorunluluk Adı	Gereken BIM Datası	BIM Gerekli Yapan Sınırı	Yasal Zorunluluğun Hedefi
Danimarka	Executive Order No.118	Proje yaşam döngüsü boyunca tüm data	5M kron ve daha büyük ulusal projeler ve 20M kron üstü belediye projeleri	yapılara ait enerji tüketimlerini azaltmak, verimliliği arttırmak, hızlı teslimat sağlamak, ekip iletişimini ve koordinasyonunu geliştirmek
Finlandiya	Common BIM Requirement 2012	Proje yaşam döngüsü boyunca tüm data	tüm projeler	inşaat ve tasarım süreçlerini güvenli hale getirmek, sürdürülebilirlik faaliyetlerini geliştirmek, bina yönetimi için altyapı oluşturmak
Norveç	Statsbygg BIM Manual 1.2.1	mimari ve teslimat datası	tüm projeler	Hata ve ihmalleri azaltmak, iletişim ve koordinasyonu artırmak, enerji verimliliği sağlamak
Singapur	BIM Roadmap and e-submission requirements	mimari ve mühendislik datası	5000m2 üzeri tüm projeler (2015'ten önce 20000m2 idi)	inşaat sektörü verimliliğini arttırmak, BIM kullanım başarısını ülke genelinde arttırmak, yüksek kalitede teknoloji ve iş gücü hedeflerine ulaşmak
Güney Kore	BIM Guide V1.2	mimari ve yapı datası	\$27,6M üzeri tüm projeler	enerji verimliliği sağlamak, tasarım hatalarını azaltmak, inşaat maliyetlerini azaltmak, bina yönetimine destek sağlamak
İngiltere	Government Construction Strategy	Proje yaşam döngüsü boyunca tüm data	tüm projeler	inşaat maliyetlerini azaltmak, teslimat süresini kısaltmak, küresel bazda ülkeyi öne çıkarmak, Karbon salınımını azaltmak

Araştırmalarda da görülebileceği üzere farklı ülkelerde ilgili ülkenin iş yapış biçimine ve organizasyon kültürüne göre farklı uygulamalar yapılmaktadır. Yukarıdan aşağı bir yaklaşım ile yürümekte olan bu uygulamalar öncelikle ilgili düzenlemenin yapıldığı ülkedeki firmaları etkilemekte, devamında ise o ülkede iş yapan global firmalar aracılığı ile dünyaya yayılmaktadır. Global ölçekte iş yapan firmalar öncülüğünde yasal zorunluluğun olmadığı ülkelerdeki projelerde ise BIM'in benimsenmesi için aşağıdan yukarı yaklaşım uygulamaları hızla artmaktadır. BIM yaptırımlarının bulunmadığı ülkelerde iş yapan firmalar öncelikli olarak kendi alt organizasyonlarına prosedür alanında (ihale dokümanları, sözleşmeler vb. ile) yaptırım uygulayarak

ilerlemektedir. Bu proje için organizasyonel yaklaşımlar bir sonraki bölümde aktarılmıştır.

2.7.2.2 BIM'in benimsenmesinde organizasyonel yaklaşımlar

Değişim yönetimi yukarıdan aşağı veya aşağıdan yukarı yaklaşımları içermektedir. BIM için de firma ve organizasyonlar benzer şekilde yaklaşım ile benimseme sürecini sağlamaktadır (Succar, 2009).

- Yukarıdan Aşağı Yaklaşım (TOP-DOWN): Bu tür yaklaşımlar benimsenme sürecinde kesin ve net ifadeler sunarak sınırları keskin bir şekilde belirlemektedir. Genellikle yasal hükümler ve sınırlandırmalar ile ülke bazında koyulan kurallar kapsamında yukarıdan aşağı yaklaşım gerçekleşmektedir. Burada bazen benimsenmekten öte zorunlu olarak BIM'e geçiş durumu söz konusu olabilmektedir. Yukarıdan aşağı benimsenme sürecinde atılacak ilk adım organizasyonun tepesinde olan işveren tarafında gerçekleşmekte ve devamında hızlı bir şekilde tüm alt yüklenicilerde faaliyete geçmektedir.
- Aşağıdan Yukarı Yaklaşım (BOTTOM-UP): Yukarıdan aşağı yaklaşıma göre daha uzun sürebilen bu yaklaşım tipinde faaliyetler genellikle işveren eliyle en alt organizasyonlarda başlatılmaktadır. Benimsenme sürecine katılımın ve isteğin yoğun olduğu organizasyonlarda bu yaklaşım başarılı olabilmektedir. Ancak aksi durumda bir yaptırım olmadığından yukarıdan aşağı yaklaşımın sağlayacağı başarı oranı daha yüksek olacaktır.

BIM'in olgunlaşması sürecinde uygulanacak yaklaşım biçimi ülkedeki firmaların kültürüne ve yapısına göre çeşitlilik gösterebilmektedir. Aşağıdan yukarı yaklaşımda olgunlaşma aşamaları firma içerisinde gerçekleşse de yukarıdan aşağı yaklaşımda yasal zorunluluklar ön planda olmaktadır.

2.7.3 BIM'in benimsenmesi sürecindeki yasal engeller

İşveren tarafından sözleşme ve diğer ihale dokümantasyonunda BIM her ne kadar net ve kapsamlı bir şekilde aktarılsa da tasarımcı, yüklenici, alt yüklenici ve danışmanlar tarafında bu süreçte baskı yaratabilir. Ayrıca iyi anlaşılmayan kapsam maddelerinin dışına çıkılması çeşitli sözleşmesel aykırılıklara neden olabilmektedir (RICS, 2014). Literatürde BIM'in benimsenmesine engel olan yasal belirsizlik ve sorunlar ile ilgili Udom (2009), Oluwole (2011), Christensen ve diğ. (2007), Race (2012), UK BIM

Industry Working Group (2011), Chao-Duivis (2009) ve Furneaux ve Kivvits (2008)'in yaptıkları çalışmalar bulunmaktadır.

2.8 BIM Süreç Alanı

BIM süreç alanı; bir yapıyı tasarlayan, yapım faaliyetini yürüten, yapımına danışmanlık hizmeti sağlayan, yapının işletmesini ve bakımını yapan çalışma gruplarını içerir. BIM süreç alanı liderlik, altyapı, insan kaynakları ve ürün/servis hizmetleri ile iç içedir. Örneğin, işbirliğine dayalı süreçler ve veritabanı paylaşma becerileri, modele dayalı işbirliğine izin vermek için gereklidir (Succar, 2009).

Süreç alanının başlıklarını şu şekilde sıralanabilir (Kassem ve diğ, 2014):

- model detay seviyesi
- modele ait iş akışı
- bilgi paylaşım yöntemi
- ekiplerin koordinasyonu
- teslim dokümanları

Süreç alanının tasarım üzerindeki en büyük etkisi model detay seviyesidir. Bu model detay seviyeleri “Level of Development” olarak geçen LOD düzeyleri ile ifade edilmektedir. LOD seviyesi arttıkça ilgili modele ait kapsam ve detay da artmaktadır. LOD düzeyleri 100'den başlayıp 500'e kadar detaylandırılabilir. LOD düzeylerine ait detay açıklamaları aşağıda örneklendirilmiştir:

LOD 100: Konsept Projeler

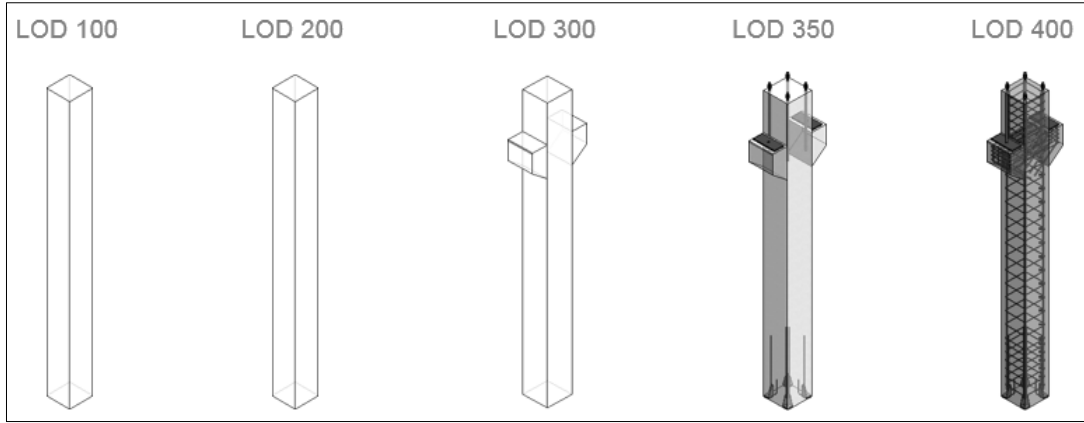
LOD 200: Uygulama Projeleri

LOD 300: Shop-Drawings (imalat çizimi detay seviyesi)

LOD 400: As Built Projeler

LOD 500: Bina Yönetimine Yönelik Tam Entegre Projeler

LOD düzeyleri bir yapıya ait taşıyıcı kolon elemanı üzerinden Şekil 2.14'te aktarılmıştır.



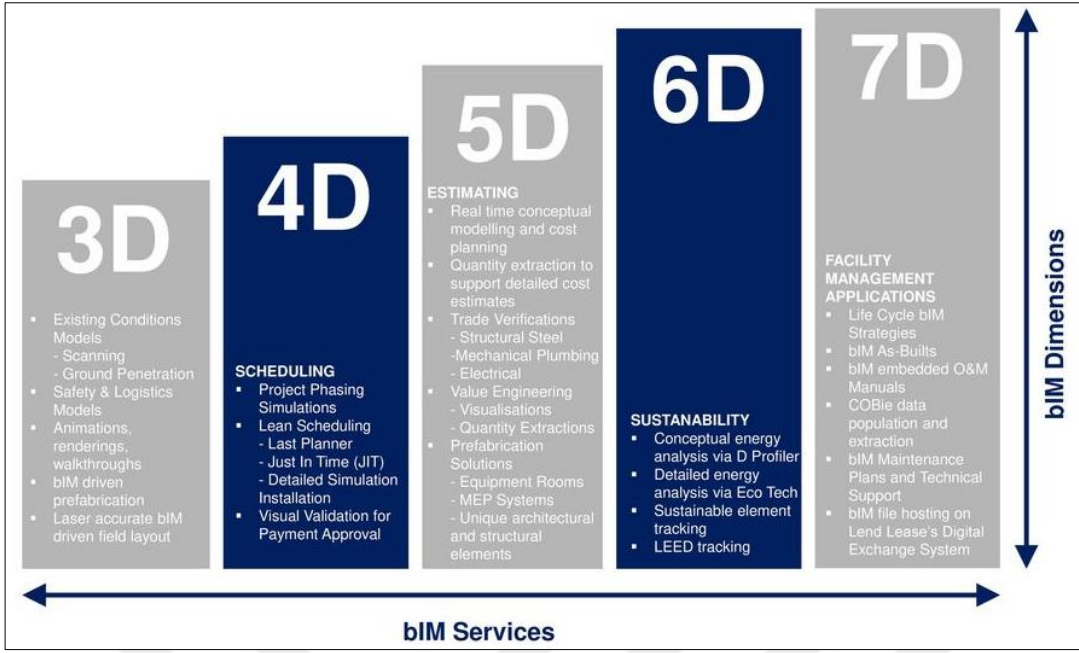
Şekil 2.14 : LOD düzeylerinin görsel anlatımı.

Model detay seviyeleri ilgili disiplinlere ait ihtiyaçlara göre şekillenmektedir. Bu sebeple süreç alanı içerisinde öncelikli olarak BIM ihtiyaçları incelenecektir. Devamında ise ihtiyaçların belirlenmesini sağlayan ve BIM organizasyonunu yöneten aktörler konusu incelenecektir.

2.8.1 BIM ihtiyaçlarının belirlenmesi ile ilgili çalışmalar

Bir şirketin BIM'e geçerken başlangıçta yapması gereken firmanın BIM'e geçiş amaçlarını kısaca belirlemek ve firma geleceği için BIM'in nasıl kullanılacağını ve şirketi nasıl daha başarılı kılabileceğini planlamaktır (Hardin, 2009). BIM gereklilikleri, işverenin genel hedefleri, ticari uygulamaları ve kurum kültürü tarafından tanımlanır. İşveren, BIM projesini yürüten BIM ekibinin işveren ile ilgili hedeflerini tanımlaması için fizibilite çalışmaları ve / veya paydaş görüşmelerine erişim gibi imkanları sağlamalıdır. İşverenin proje BIM hedefleri tanımlandıktan sonra, proje BIM ekibi ayrıca bu BIM hedeflerinin mevcut teknoloji uygulamaları ve gerekli takım yetkinlikleri ile karşılanmasını sağlamalıdır. Proje BIM hedefleri, BIM kullanımlarının seçimine ve ek BIM gereksinimlerine öncül olmalıdır (National BIM Guide for Owners, 2017).

Projeye ait BIM hedeflerinin daha iyi anlaşılabilmesi için BIM'e ait boyut ve detay seviyelerini bilmek gerekmektedir. BIM boyutları projenin ihtiyacına yönelik işveren tarafından şekillenmektedir. 3D tasarım ile başlayan süreç devamında 7D boyut olan işletme uygulamalarına kadar varabilmektedir. BIM'in boyutlarının içerik ve kapsamı Şekil 2.15'te belirtilmiştir.



Şekil 2.15 : BIM boyutları matrisi.

BIM boyutlarına ait kapsam işverenin proje sürecindeki beş ana evresi üzerinden ifade edilebilir. Bunlar tasarım, yapım öncesi, yapım, işletme evreleridir.

Tasarım evresi:

- Revizyon ihtiyacı yaratmayacak uygulama projelerinin 3D olarak oluşturulma gereksinimi (3D BIM)
- Shop-drawings (detay seviyesi yüksek ve uygulama projelerinden elde edilen imalat çizimleri) detay düzeyinde hazır projelerin tamamının önden teslim ihtiyacı
- Sürdürülebilir tasarımı BIM üzerinden gerçekleştirme hedefi (6D BIM)

Yapım Öncesi Evresi:

- Tüm keşif dokümanlarının 3D model üzerinden kurgulanarak ihalede kesine yakın sonuçlar elde etme hedefi (4D BIM)
- İhale süreçlerini hızlandırma hedefi

Yapım Evresi:

- Süresel planlamanın BIM ile yapılma hedefi (4D BIM)
- Hakedişlerin ve devamında bütçe planlamasının BIM ile yapılma hedefi (5D BIM)

- Yapım sürecindeki tasarımsal faaliyetleri azaltarak dizayn ekibini sınırlı tutma hedefi

İşletme Süreci:

- İşletme kapsamının yapı ömrü boyunca 3D model üzerinden yapılma hedefi (7D BIM)
- VR (Virtual Reality – Sanal Gerçeklik), AR (Augmented Reality – Artırılmış Gerçeklik) gibi teknolojilere BIM’i entegre ederek satış, pazarlama faaliyetlerinde kullanma hedefi

Literatür kapsamında işveren firmalarda BIM hedeflerinin ve bu hedeflere yönelik ihtiyaçların belirlenmesinde genellikle sonuç çıktılar ele alınmaktadır. Konu ile ilgili literatürde ağırlıklı olarak bina ve tesis yönetimi konularına odaklanıldığı görülmüştür. Bu konuda yapılan çalışmalardan biri Cavka ve diğ. (2017)’nin BIM’de işveren ihtiyacına yönelik geliştirilmesi gereken standartları sundukları araştırmadır. Kanada’da iki işveren firma ile yapmış oldukları araştırma kapsamında BIM’in tüm proje yaşam döngüsü içerisinde benimsenmesi ve verimli şekilde kullanılması için gerekli bilgi ve ihtiyaçları incelemişlerdir. Bu çalışmada BIM’in işveren firmalarda benimsenmesi konusunda önceliklerin ihtiyaca göre belirlenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda sonradan gelişmeye başlayan işletme teknolojilerinin uygulanması için BIM’in gerekliliklerini araştırmalarında vurgulamışlardır. Becerik-Gerber ve diğ. (2012) ise işletme ve bakım süreçlerinde BIM’in uygulanmasında teknoloji ve süreçle ilgili tanımlanmış organizasyonlar ve kurumsal zorluklardan bahsetmiştir. Yaptıkları araştırma ile BIM’in uygulanacağı yapıya ait yaşam döngüsündeki tasarım ve inşaat evreleri haricinde yer alan tesis yönetimi gibi potansiyel uygulama alanlarına dikkat çekmişler ve buna yönelik ihtiyaçlardan bahsetmişlerdir. Yaptıkları anket çalışmasında BIM’in birçok işveren tarafından tesis yönetimi alanında kullanmaya başlandığını göstermişlerdir. Mayo ve diğ. (2012) ise yaptıkların anket çalışmasında işverenlerin BIM’in sonuç çıktılarını ilk ihtiyaç planlamasında istediği gibi kullanma durumunu gözlemlemiştir. Araştırma bulguları işverenlerden BIM’i yapım sürecinde verimli ve aktif bir şekilde kullanamayanların yapım sonrasında da ihtiyaçları doğrultusunda kullanamadığını tespit etmiştir.

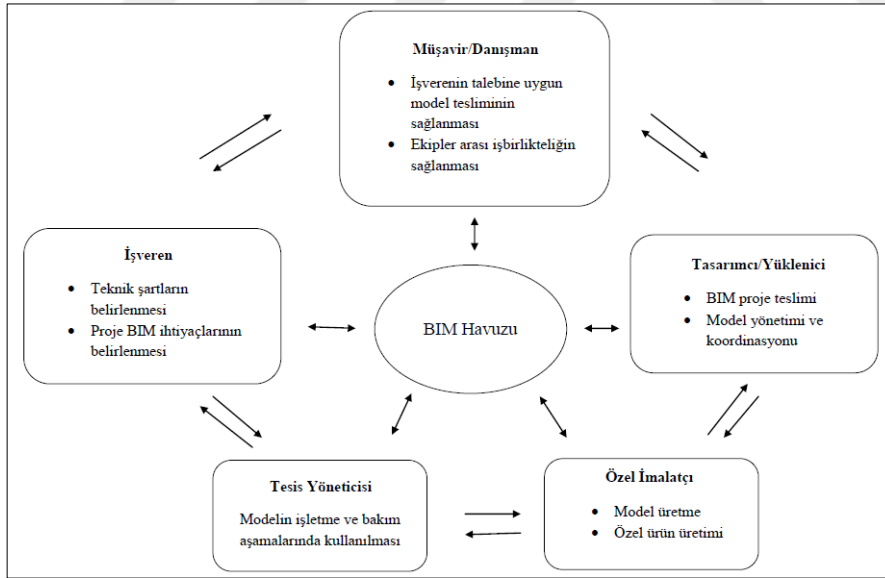
Literatürde incelenen çalışmalarda BIM’in işveren tarafında ihtiyaç olarak bina ve tesis yönetimi konularında sonuç çıktıları gözlemlenmiştir. Ancak tez araştırma

konusu olan işverenin yapım ve yapım sonrası sürecindeki ihtiyaçları gibi konularda çalışmalar BIM ihtiyaçları başlığı altında bulunamamıştır.

2.8.2 BIM'in benimsenmesinde aktörler ile ilgili çalışmalar

Sosyo-teknik sistem olarak tanımlanan BIM'in önemli birleşenlerinden biri sürece dahil olacak aktörlerdir (Erdogan ve diğ, 2013). BIM ekiplerinden, yetenek kadar işbirliğine yatkın, iletişim yeteneği yüksek ve proaktif yaklaşıma sahip olmaları beklenir. Teknik yeterlilik ile beraber bu konu da büyük önem taşımaktadır (Joseph, 2011). BIM aktörleri; BIM projesinde görev alan işverenler, mimarlar, mühendisler, yükleniciler, alt-yükleniciler, imalatçılar vs. olarak tanımlanabilir.

BIM sürecinde yer alan aktörlerin rolleri Şekil 2.16'daki gibi tanımlanmıştır (Sackey, 2014). Projenin BIM ihtiyaçlarının net olarak belirlenmesi ve bu ihtiyaçların gerçekleştirilmesine yönelik sorumlulukların aktörlere uygun şekilde dağıtılması gerekmektedir. Bu sebeple BIM'in benimsenme sürecini verimli şekilde tamamlayabilmek için işveren firmalarda bu aktörlerin ihale evresinde tanımlanması önem arz etmektedir.



Şekil 2.16 : BIM aktörlerine ait roller (Sackey, 2014).

Her ne kadar benzer işi yapsalar da BIM rollerine ait isimlendirme ve ünvanlar ülkeden ülkeye değişiklik gösterebilmektedir. Bunun sebebi ise kullanılan farklı BIM kılavuzlarındaki tanımlar olmuştur. BIM ile ilgili rolleri dörde ayırmak mümkündür. Bunlar teknik roller, süreç rolleri, organizasyonel roller ve strateji rolleridir (Davies, 2017b) BIM ile ilgili faaliyet yürüten aktörler bu rollerden birine veya birkaçına sahip

olabilmektedir. Aktörlerin rollerine ait örnek dağılım Şekil 2.17’de sunulmuştur (Davies, 2017b).

Role	Technical	Process	People	Strategy
BIM Manager (project role)	Ensure software is installed and operating properly	Lead development of BIM Management Plan/BIM Execution Plan	Provide BIM point of contact with client	
	Determine reference points used for project	Ensure compliance with BIM Management Plan/BIM Execution Plan	Train project staff	
	Analyze model content to ensure it is fit for purpose	Management & quality control of model dissemination; revision management	Facilitate technical meetings with BIM technicians	
	Carry out clash detection & provide clash reports	Coordinate file management processes		
	Assist in preparation of project outputs, such as data drops			
	Assemble composite models			
BIM coordinator (project role)	Carry out clash detection & provide clash reports	Provide guidelines for discipline team on agreed project rules	Team contact person in matters connected with BIM	
	Ensure functionality of team contribution to merged models/ integration of design models	Contribute to keeping BIM Management Plan/BIM Execution Plan up-to-date	Allocate and coordinate BIM tasks within own discipline	
		Ensure discipline model complies with BIM Management Plan/BIM Execution Plan	Communicate with other disciplines	
		Manage discipline-based quality assurance, formulation of BIM reports & data management	Represent team at interdisciplinary model co-ordination meetings	
BIM modeller (organizational role)	Production & modification of information in discipline-specific model			
	Must have appropriate technology skills to produce the model			
BIM Manager (organizational role)	Implement BIM technology	Create company-level BIM processes and workflows	Engage external stakeholders	Formulate corporate BIM objectives
		Develop company-level BIM standards and protocols	Collaborate with partners and internal teams	Plan & manage best practice/ research
			Company-based change management and training	Prepare and manage BIM training strategy

Şekil 2.17 : Aktörlerin çalışma rollerine ait beklentiler (Davies, 2017b).

BIM aktörleri firmalarda BIM’in benimsenmesi ve proje içerisinde yürütülmesi için BIM ile ilgili tüm koordinasyonu sağlamaktadır. İnsan faktörüne bağlı olarak şekillenen benimsenme sürecinde aktörler birçok engel ile karşılaşabilmektedir. BIM’in benimsenme sürecini başarılı bir şekilde geçirmek için edinilmiş dersleri öğrenmek önem taşımaktadır. Bu sebeple BIM’in benimsenmesi süreci kadar benimsenmenin önündeki engelleyici unsurlar da firmaları yakından ilgilendirmektedir.

Literatürde BIM'in benimsenmesi sürecinde organizasyon yapılarını irdeleyen ve aktörlerin ilişkilerini araştıran çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan Linderoth (2010) İsveç'te yapmış olduğu araştırmada BIM'in benimsenmesi için inşaat sektörü içindeki proje organizasyonunda oluşan ilişkileri ve ağı incelemiştir. Bu kapsamda İsveçli bir inşaat firması üzerinden çalışma yürütmüştür. Proje organizasyonundaki aktörlerin incelenmesi ve değerlendirilmesi ile yeni BIM rollerinin çıkabileceği veya rollerde değişikliğe gidilebileceği belirtilmiştir. BIM'in benimsenme süreci sadece bir yazılımın kullanılmaya başlanması veya bir teknoloji güncellemesi şeklinde değildir (Linderoth, 2010). Burada en önemli nokta değişim yönetimini yapabilecek bir anahtar personel ve proje/şirket organizasyonunun kendisidir (Linderoth, 2010).

Al Hattab ve Hamzeh (2015) BIM'in geleneksel proje organizasyonundaki tüm rollere önemli ölçüde etki ettiğini belirtmiştir. BIM'in benimsenmesi adına birçok ülkede üretilen kılavuzlarda yapım ve yönetim organizasyonunda yer alacak farklı BIM rolleri belirtilmiştir. Davies ve diğ. (2017b) BIM'in benimsenmesi sürecinde inşaat sektöründe çeşitli ülkelerde BIM organizasyon yapılarında yer alan pozisyonları ele almışlar ve bu kılavuzlardaki karşılıklarını incelemişlerdir. Genel olarak bu araştırma, BIM uygulamasının benimsenmesinin önündeki engellerin önemli bir kısmının teknoloji boşluklarından ziyade anlambilimden kaynaklandığını vurgulamaktadır. Benimsenme sürecinde BIM aktörleri ve rolleri ile ilgili yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde işveren özelinde bir çalışma yapılmamış ve işveren ihtiyaçları üzerinde durulmamıştır. İşveren firmanın proje ve şirket içi aktörlerine ait tanımların belirlenmesi ve BIM organizasyonunun kurulması için literatürdeki araştırmalarda bir boşluk mevcuttur.

2.8.3 BIM'in benimsenmesinde süreç engelleri

Literatürdeki çalışmalar kapsamında BIM'in benimsenmesinin önünde en fazla engel süreç alanında gözlenmiştir. Özellikle "insan" unsurunu inceleyen bu alan BIM benimsenme sürecinde en fazla zorluk yaşanan alan olmaktadır.

Süreç engelleriyle ilgili öncelikle literatürdeki Yüklenici firmalarda yapılan çalışmalar incelenmiştir. Linderoth (2010) BIM bariyerleri ile ilgili yapmış olduğu araştırmada BIM'in büyük inşaat firmaları için özendirici olduğunu fakat ufak alt yüklenici firmalar için problem olarak görülebildiğini belirtmiştir. Buna neden olan durumu finansal yatırım maliyeti ve talep gücü olarak belirtmiştir.

Eadie ve diğ. (2014) de BIM'in inşaat firmalarında uygulanmasına engel olabilecek bariyer faktörleri incelemiş ve şirket kültürünün bu sürece büyük yansımalarından "Construction Index Top100"de yer alan 74 İngiliz ana yüklenici firma ile yaptıkları anket çalışması ile bahsetmişlerdir. Anket çalışması neticesinde BIM'in inşaat firmalarında ve sektörel organizasyonda benimsenmesinde engelleyici unsurlardan ilk 5'i ağırlıklarına göre aşağıdaki şekilde çıkmıştır:

1. Kültürel değişim gerekliliği
2. Tedarik ve satınalma organizasyonundaki eksiklikler
3. Yatırım geri dönüşüne ait şüpheler
4. Yazılım Maliyeti
5. Eğitim Maliyeti

Bu kapsamda BIM'in yüklenici organizasyonlarında benimsenmesinin önündeki en büyük engel kültürel değişim zorunluluğudur. Maliyete sebep olacak unsurlar ise genellikle ikinci planda yer almaktadır. Araştırmada özetle, büyük müteahhitlik sektöründeki farklı paydaşların BIM'in kurumsal olgunluk seviyelerine bağlı olarak farklı bariyer perspektiflerine sahip olacağı ifade edilmektedir. BIM'in uygulanmasındaki engellerin başarılı bir şekilde üstesinden gelmek için, bir şirketin teknik sorunların yanı sıra iç "değişim yönetimi" ile ilgili daha yumuşak konulara da değişmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Mordue ve diğ. (2016) ise personel konusundaki bariyerleri ele almıştır. BIM sürecinin bir çok aşamadan oluştuğunu; ancak sürece doğru insanlar dahil edilmediği sürece, BIM'in başarıya ulaşmasının zor olduğunu belirtmişlerdir. BIM; projenin yaşam döngüsünü (Yapı), bu döngünün her aşamasına ilişkin verileri (Bilgi) ve yapının geometrisini (Model) içerir. Bunların diğer tarafında iş akışı ise; BIM kullanımından (Süreç), proje ekiplerinden (İnsan), BIM süreçlerinin yürütüldüğü yazılımlardan (Platform) oluşmaktadır (Mordue ve diğ, 2016).

Building + Information + Modeling = Process + People + Platform

Yapı + Bilgi + Modeli = Süreç + İnsan + Platform

RICS (Royal Institution of Chartered Surveyors, 2014), BIM'in benimsenmesi için süreç alanındaki bariyer unsurları şu şekilde sıralamıştır:

Kültürel Bariyerler:

Mevcut geleneksel yapıyı sürdürme eğilimi her iş organizasyonunun değişime kapalı temel noktasıdır. Yeniliklere adapte olmak yerine değişime karşı direnç göstermek BIM'in benimsenmesi önündeki en büyük bariyerdir.

Proje Teslim Organizasyonu:

Teslim yapısında yer alan paydaşların tamamı BIM konusunda yeterli bilgi sahibi olmayabilir. İşveren ve tasarımcı her ne kadar BIM'in benimsenmesi sürecine destek sağlasa ve süreci iyi yönetse de BIM'in temele yayılmamasından ötürü alt teslim organizasyonlarında sorun yaşanabilir

Yetkin İşgücü:

Projede görev alacak personellerin BIM konusunda yetkinliğinin ve deneyiminin az olması BIM'in benimsenmesinde önemli bir bariyer olmaktadır.

Literatürde yer alan diğer çalışmalara bakıldığında ise BIM'in inşaat firma organizasyonlarında ve inşaat proje organizasyonlarında benimsenmesinin önündeki engel unsurlarla ilgili çalışmalardan;

1. Üst yönetim desteği eksikliği ile ilgili çalışmalar Jung ve Joo (2011), Arayıcı ve diğ. (2011), Coates ve diğ. (2010) tarafından yapılmıştır.
2. Yatırım getirisi ve fayda görme eksikliği hakkında şüpheler Arayıcı ve diğ. (2011), Lee ve diğ. (2012), Coates ve diğ. (2010) çalışmalarında belirtilmiştir.
3. Eğitim maliyetine yönelik bariyer unsurlar Yan ve Damian (2008), Coates ve diğ. (2010), Azhar ve diğ. (2011), Crotty ve diğ. (2012), Efficiency and Reform Group (2011) çalışmalarında vurgulanmıştır.
4. Gerekli kültürel değişim ve esneklik eksikliğine yönelik bariyerlerden Yan ve Damian (2008), Rowlinson ve diğ. (2009), Jordani (2008), Mihindu ve Arayıcı (2008), Watson (2008) ilgili çalışmalarında bahsetmiştir.
5. Tedarik zinciri ile ilgili eksikliklere ve bunların yarattığı bariyer unsurlara Aouad ve diğ. (2006) çalışmalarında yer vermiştir.
6. Personel direnci ve teknik uzmanlık eksikliklerine ise Arayıcı ve diğ. (2009), Yan ve Damian (2008) çalışmalarında aktarmıştır.

İşveren firmalar özelinde BIM'in önündeki engeller ise BIM Handbook (2008)'de belirtilmiştir ve bu bariyerler sınıflandırılmıştır. McGraw-Hill Construction (2014)'in yaptığı araştırmada ise Amerika ve İngiltere'deki işveren firmalara ait bariyerler ele alınmış ve değerlendirilmiştir. İşveren firmalar ile yapılan bu çalışmalardaki literatürde bulunan eksiklik ise BIM'e geçiş sürecindeki aşamaları bir bütün olarak inceleyip buna göre ortaya çıkan bariyerleri ele almamış olmalarıdır. Buna ek olarak BIM'in benimsenmesinde engelleyici unsurlardan bir tanesi olan müelliflerin yetersizliğinin işveren firmaya etkisi yani organizasyonel paydaşların etkisi literatürde yapılan araştırmalarda net bir şekilde gözlemlenememiştir. Ayrıca genellikle BIM konusunda ilerde olan ülkelerde yapılan bu araştırmalar, BIM'in gelişmekte olduğu ülkelerdeki BIM bariyerlerini tam olarak yansıtamamaktadır. Bu sebeple işveren proje organizasyonunda karşılaşılan BIM bariyerleri konusunda literatürdeki araştırmalarda eksiklik gözlemlenmiştir.

2.9 BIM Teknoloji Alanı

BIM'in olgunlaşma sürecindeki yazılım, donanım, eğitim vb. konular teknoloji alanının konusudur. BIM'in teknolojik bileşenler içeren bir sistem olmasından kaynaklı çoğunlukla oluşan önyargı BIM'in sadece bir yazılım olduğu şeklindedir (Jernigan, 2008). Süreç sadece bu teknolojik yapıya bağlı olmasa da BIM yazılımlar ile organize edilen bir süreçtir. Bu yüzden seçilen teknolojik ürünler BIM'in önemli kısmını oluşturur.

Projenin aşamalarında BIM teslimatları üretmek için kullanılacak BIM teknolojileri için bir teknoloji şeması (teknoloji alanı) projede yer alan protokollerde sunulmaktadır. Şekil 2.18'de sunulan teknoloji şeması, BIM teknolojilerinin fonksiyonlarına göre programlama, tasarım, analiz, yönetim ve inceleme teknolojilerinde sınıflandırılmasını içerir. Çok sayıda teknoloji nedeniyle, çalışma grupları bu teknoloji diyagramına olan ihtiyaçtan bahsetmiştir (Kassem ve diğ, 2014). Bir projeye katılan kuruluşlar tarafından projeye göre proje bazında kullanılan teknolojilerin bu şemaya eşleştirilmesi, proje BIM sunumlarını uygun BIM teknolojilerine ve birlikte çalışabilirlik gereksinimlerine bağlamaya yardımcı olmaktadır (Kassem ve diğ, 2014).



Şekil 2.18 : BIM protokolleri için teknoloji diyagramı (Kassem ve diğ, 2014).

Her firma proje ve sektör içerisinde çalıştığı role göre kendi teknoloji ihtiyacını karşılamaktadır. Bu açıdan teknolojik altyapı tercihleri de firmadan firmaya değişiklik gösterecektir. BIM'in benimsenmesinde teknoloji alanının asıl hedefi ise paydaşların proje içerisinde kullandığı bu yazılımların gerektiğinde birbirlerine entegre bir şekilde çalışabilmesidir. Projelerin süresel gecikme ve koordinasyon hataları yaşanmadan sorunsuz bir şekilde yürütülmesi açısından bu uyum büyük önem taşımaktadır. Ayrıca kullanılacak olan yazılımlara ait sürümler de BIM'in projede güncel olarak kullanılabilmesi adına öneme sahiptir. Yazılımlara ait sürümlerin uyumlulukları ve güncelleme maliyetleri de projelerde teknoloji alanının öncelikli konularından olmaktadır.

2.9.1 BIM'in teknolojik olarak benimsenmesi ile ilgili çalışmalar

BIM'in benimsenmesi sürecinde hem işveren tarafında hem de sektörün diğer paydaşlarında teknolojik benimsenme önemli bir paya sahiptir. Bu konuda literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, Boshyk ve Dilworth (2009) teknolojik açıdan BIM'in benimsenmesi için bir aksiyon planı hazırlamıştır. Aksiyon planı kapsamında ekipler arasındaki koordinasyonun projenin hangi evresinde hangi yazılımlar ile kurgulanacağı belirlenmiştir. Bu aksiyon planını hazırlarken Coghlan ve Brannick (2001)'in Yinelemeli Eylem Araştırma yönteminden yararlanmışlardır. Araştırmalar incelendiğinde Boshyk ve Dilworth (2009)'un sunduğu “yaparak öğrenme” metodu teknolojinin benimsenmesinde birçok projede kullanılmaktadır.

Becerik-Gerber ve Rice (2010)'ın BIM'in teknolojik açıdan benimsenmesi ile ilgili yapmış olduğu anket çalışmasında BIM kapsamında kullanılan yazılım ve donanımlar ile ilgili maliyet, kullanım ve süresel planlamaya dayalı birçok konu ele alınmıştır. Burada çıkan sonuç BIM benimsenme aşamasındaki şirketlerin teknolojik faydayı henüz göremediğidir. Bunun nedeni ise yapılan yatırımın beş ila sekiz sene arasında geri dönüş sağlamasıdır. Bu yönüyle BIM'in henüz benimsenme aşamasında olduğu firmalarda teknolojik katkıların kısa vadeli çıktılarını görebilmek için vaka analizlerini incelemek gereklidir.

2.9.2 BIM'in benimsenmesinde teknolojik engeller

İşveren tarafında işin danışmanlık, yazılım, donanım ve eğitim gibi kavramlarını içeren ön yatırım maliyeti BIM'e geçişte işveren firmalar için önemli bir bariyer teşkil etmektedir (RICS, 2014). Aynı zamanda ufak ölçekteki firmaların ayırarak olduğu işgücü ve eğitim maliyetleri de yüksek olduğundan bu tutarlar genellikle işverene yansıtılmak istenilmektedir (RICS, 2014). Her ne kadar tek bir yazılım ilgili ekipteki kullanıcılar tarafından iyi bir şekilde uygulansa ve kullanıma başlarsa organizasyondaki diğer ilgili paydaşların yazılım alt yapısı ve düzeni ile entegre bir şekilde çalışmak zordur. Ayrıca çeşitli yazılımların koordine kullanım ihtiyacı ve bu yazılımlara ait bilgilerin farklı proje üyeleri tarafından kontrol edilmesi süresel anlamda teknolojik bütünleşmenin ve bilgilerin entegre biçimde ortaya çıkışının önünü kesebilmektedir (RICS, 2014).

Literatürde teknoloji bariyerleri konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde öncelikli konu yazılımlar arası entegrasyon zorluğu ve yazılım maliyetleri olmaktadır. Bu kapsamda Thompson ve Miner (2010), Azhar (2011), Crotty (2012), Efficiency and Reform Group (2011), Giel ve diğ. (2010), Lee ve diğ. (2012) çalışmalarında BIM'e ait teknolojik bariyerlere yer vermiştir.

2.10 Literatür Araştırması Bulguları

Geçmişten günümüze BIM'in inşaat sektöründeki paydaşlarda ve organizasyonlarda benimsenmesi için literatür taramasında aktarıldığı üzere gibi birçok önemli çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar ilk olarak Amerika ve Avrupa gibi gelişmiş kıtalarda başlamış olup devamında BIM'in yaygın olarak kullanılması ile beraber dünyanın birçok ülkesinde yapılmaya başlamıştır (McGraw-Hill Construction, 2014).

İlk yapılan araştırmalar öncelikli olarak BIM için genel bir benimsenme planı yaratma niteliğinde olup devamındaki süreçte projelerin işletme gibi özel süreçlerine doğru ilerlemiştir. Bu yeni araştırmaların kaynak noktası ise BIM'in benimsenmesi sürecinde BIM'e olan ihtiyaçların iyi bir şekilde belirlenmesi gerekliliğidir (Cavka ve diğ., 2017).

BIM'in benimsenmesi ile ilgili özellikle son yapılan araştırmalarda işin firma içi kültürel değerlerine çokça yer verilmiştir. Ayrıca BIM'in benimsenmesinin önündeki organizasyonel ve kültürel nedenlere daha fazla değinilmiştir. Bu konu BIM Bariyeri olarak literatürde oldukça fazla yer almaktadır (BIM Handbook, 2008).

Yapılan çalışmalar ve vaka örnekleri incelendiğinde dünyanın birçok ülkesinde BIM'in inşaat sektöründe faal olarak kullanıldığı, inşaat organizasyonlarında ve sektör içi paydaşlarda benimsendiğini görülebilmektedir. BIM uygulamalarının yaygın olarak kullanıldığı ülkelerde BIM'in benimsenmesi ve inşaat sektörüne entegrasyonu için üniversite ve özel sektör işbirliği ile BIM kılavuzları hazırlanmış ve literatürde de bu kılavuzların oluşmasını sağlayan araştırmalar yer almıştır (National BIM Guide for Owners, 2017; BIM Handbook, 2008).

Literatürde geçen araştırmalarda özellikle proje organizasyon yapısının en başında yer alan işveren firmalarda BIM'in benimsenmesi diğ er alt paydaşların sürece dahil olabilmeleri için önemli bir tetikleyici unsur olarak belirtilmiştir. Aynı zamanda işverende oluşacak kültürel değişimin; müteahhit, alt yüklenici, müellifler ve tüm diğ er paydaşlar için önemli bir ön bir adım olacağı araştırmalarda vurgulanmıştır (Autodesk, 2015; BIM Handbook, 2008).

Gelişmekte olan ve henüz BIM ile ilgili bir standartı bulunmayan birçok ülkede BIM'in benimsenmesi ve işverenler tarafından kullanılması için halen uluslararası kılavuzlar kullanılmakta ve ülkenin kültürüne göre bir BIM entegrasyon modeli bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde inşaat proje paydaşları ile ilgili kamu ve özel sektörde birçok araştırma yapıldığı görülmektedir.

Tüm bu araştırma sonuçlarından ortaya çıkarılan tespitler şu şekilde özetlenmiştir:

1. Dünyadaki BIM kullanım ve benimsenme oranları araştırılmıştır. Gelişmiş ülkelerde BIM benimsenme oranlarının yüksek olduğu ancak gelişmekte olan ülkelerle ilgili araştırmaların ve verilerin sınırlı olduğu gözlemlenmiştir.

2. Gelişmekte olan ülke örneği Türkiye'deki BIM kullanım ve benimsenme oranları incelenmiştir. Yapılan araştırmalar konut sektöründe BIM kullanımının ve benimsenme oranının düşük seviyelerde olduğunu göstermektedir.
3. Gelişmekte olan ülke örneği Türkiye'de inşaat sektörünün genelini konut alanının oluşturduğu görülmüştür. Bu sebeple BIM'in inşaat sektörü genelinde kullanımının az olduğu tespit edilmiştir.
4. Konut sektörüne öncülük eden ve organizasyonun en üstünde yer alarak yürütücü görevde olan firmaların işveren firmalar olduğu görülmüştür.
5. BIM benimsenme sürecine yeni başlayan firmaların geleneksel modele bağlılıklarından dolayı hibrit modeller kurguladığı araştırmalarda yer almıştır.

Yukarıda bahsedilen beş maddelik literatür özetinde tespit edilen eksiklikler ise aşağıdaki gibidir:

- Gelişmekte olan ülkelerde işveren firmaların yürüttükleri projelerde BIM'in benimsenmesi sürecini bir inşaat projesinin tüm aşamalarına ait ihtiyaçlar ile birlikte ele alan çalışmaya rastlanmamıştır. Bahsedilen konuya en yakın çalışma Cavka ve diğ. (2017)'nin yapmış oldukları çalışmadır. Ancak bu araştırmada sadece BIM'in işletme alanında kullanımına yönelik ihtiyaçlara odaklanılmıştır.
- İşveren firmalar özelinde BIM benimsenme sürecini konut vaka örneği üzerinden ele alan bir çalışmaya rastlanmamıştır.
- Hibrit bir benimsenme modeli ile işveren firmaların BIM benimsenme sürecini ele alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. BIM'in benimsenmesinde hibrit model çalışmalarından Gledson (2016)'un yapmış olduğu araştırma bahsedilen konuya en yakın çalışma olsa da yüklenici firmalar kapsamını incelemektedir.

Literatürde eksik görülen bu kapsamın vaka örneği üzerinden inceleneceği araştırmanın konusu "Yapı Bilgi Modellemesi Benimsenme Sürecinin İşveren Açısından İncelenmesi" olarak literatürdeki eksikliği gidermek amaçlı BIM'in gelişmekte olan ülkelerdeki hibrit model örneği için oluşturulmuştur.



3. VAKA İNCELEMESİ

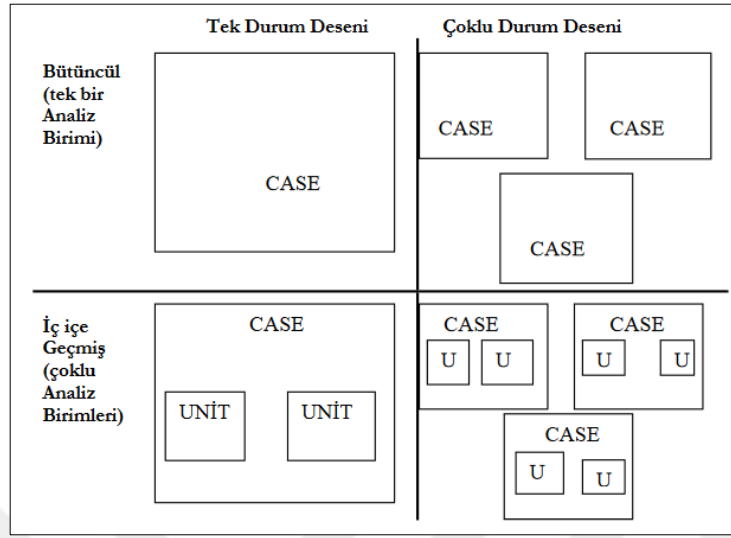
3.1 Araştırma Metodolojisi

Yin'e göre, günümüze ait olguları gerçek dünya bağlamında araştırırken vaka incelemesi tercih edilebilir (Yin, 2014). Çalışma gerçek bir vaka örneği üzerinden yürütülmüştür. Vaka örneğinde vakaya konu olan işveren firmanın iki konut projesi üzerinde çalışmalar yapılmıştır ve tek vakanın iki alt aşaması üzerinden ilerlenmiştir.

Genel karakteristik özelliklerine bakarak Şekil 3.1'de geçen dört tür durum çalışması deseninden söz edilebilir (Yin, 2003):

- **Bütüncül Tek Vaka Deseni:** Tek durum desenlerinde, isminden de anlaşılacağı gibi, tek bir analiz birimi (bir birey, bir kurum, bir program, bir okul, vb.) vardır.
- **İç İçe Geçmiş Tek Durum Deseni:** Tek bir durum içinde çoğu kez birden fazla alt tabaka veya birim olabilir. Bu durumda birden fazla analiz birimi söz konusu olacaktır. Buradaki ayırım, bir durum çalışmasının ilgili durumu, bütüncül ve tek bir ünite olarak ele alınmasına veya bir durum içinde olabilecek birden fazla alt birime yönelmesine ilişkindir. Birinci durumda bütüncül tek durum deseni kullanılırken, ikinci durumda iç içe geçmiş çoklu durum deseni kullanılır (Şimşek ve Yıldırım, 2008)
- **Bütüncül Çoklu Durum Deseni:** Çoklu durum desenleri bütüncül olarak da gerçekleştirilebilir. Her bir durum kendi içinde bütüncül olarak ele alınır ve daha sonra birbirleriyle karşılaştırılır (Şimşek ve Yıldırım, 2008)
- **İç İçe Geçmiş Çoklu Durum Deseni:** Bu desende de bir öncekine benzer bir biçimde birden fazla durum söz konusudur. Ancak ele alınan veya araştırmaya dahil edilen her bir durum, kendi içinde çeşitli alt birimlere ayrılarak çalışılabilir. Bu yolla durumlar arasında bir karşılaştırma yapmak mümkündür (Şimşek ve Yıldırım, 2008). Çoklu durum desenlerinde araştırmacılar aynı zamanda birden fazla alanda çalışmazlar. Bir alanda bir durum için çalışıp daha sonra diğerine

geçerler. Ek veri gerektiğinde önceki alana geçerler, fakat her iki alanda aynı zamanda çalışmazlar (Bogdan ve Biklen, 1998).



Şekil 3.1 : Vaka çalışması desenleri (Yin, 2003).

İlk durum olan bütüncül tek vaka deseninin kullanılabilmesi için vaka örneğinde aşağıdaki üç durumdan biri olmalıdır:

1. İyi formüle edilmiş bir kuramın teyidi ya da çürütülmesi
2. Genel standartlara uymayan aykırı durumların çalışılması
3. Daha öncesinde hiç kimsenin çalışmadığı veya ulaşamadığı durumların çalışılması

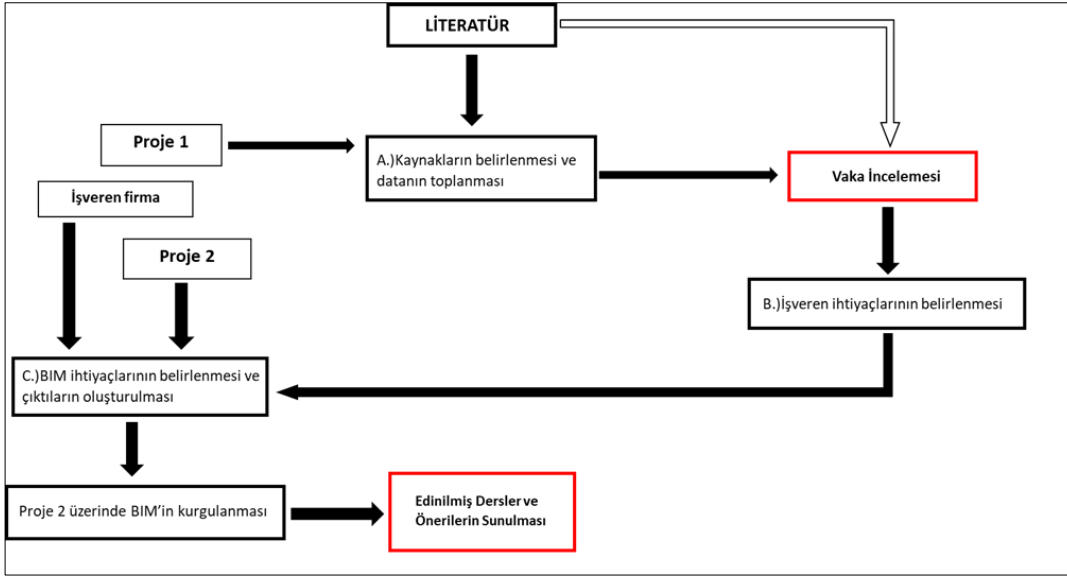
Bennett ve Elman (2010) tek vaka üzerinden incelenen çalışmaların olumlu sonuçlarından ve etkilerinden bahsetmişlerdir. Bu kapsamda tek vaka incelemesi üzerinden ilerleyen çalışmaların uç noktalarda belirgin örnekler yarattığını belirtmişlerdir.

BIM'in henüz olgunlaşma aşamalarının başında olduğu Türkiye'de konut sektöründe BIM uygulamalarının geneli yabancı işveren ve müellifler tarafından yürütülmektedir (Ör: Emaar Square karma konut projesi - İstanbul). Ayrıca gerçekleştirdikleri projelere hizmet sunan proje yönetim firmaları da yurtdışı kaynaklıdır. Özellikle hizmet aldığı yüklenici, müellif, alt yüklenici ve diğer paydaşları kendi bünyesinde bulunmamasından kaynaklı olarak vakaya konu olan işveren firma BIM'e geçişte özel bir yapıya sahiptir. BIM süreçlerinin benimsenmesi ve olgunlaşması sadece firma içine değil firma dışındaki müellifler, alt yükleniciler, yükleniciler, danışmanlar gibi birçok paydaşa ulaşan bir model yaratmaktadır. Vaka incelemesine konu olan işveren firma

Türkiye gayrimenkul sektöründe yer alan ve konut/ofis projeleri geliştiren bir gayrimenkul şirkettir. İşveren firma'da BIM'in uygulandığı ilk projede BIM'in benimsenmesi için hibrit bir model ile 2D-3D tasarımlar birlikte yürütülmüştür. 3D modelleme ise işin tasarım evresinden sonra 2D modeller üzerinden başlatılmıştır. Bu hibrit ve yüklenici ihaleli işveren modeli ile ilgili literatürde bir araştırma bulunmamaktadır. Ayrıca literatürdeki çalışmalara bakıldığında BIM'in henüz gelişmekte olduğu ülkelerden olan Türkiye'de daha önce BIM'in işveren firmalarda benimsenmesine yönelik bu tür bir vaka incelemesi yapılmamıştır. Dünya'daki çalışmalar incelendiğinde ise konut ve işveren özelinde BIM'in hibrit benimsenme sürecini aktaran bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu yönleriyle vaka çalışması Yin (2003)'in belirtmiş olduğu tek vaka deseni için geçen "Daha öncesinde hiç kimsenin çalışmadığı veya ulaşamadığı durumların çalışılması" durumuna uymaktadır.

İncelenen vakada işveren firmanın iki ayrı projesi üzerinden BIM'e geçiş ve BIM'in işveren kültüründe benimsenme süreci gözlemlenmiştir. İlk olarak vaka incelemesine konu olan işveren firmanın BIM öncesi mevcut işleyişi, organizasyonu ve şirket kültürü aktarılmıştır. Devamında ise işveren firmanın ilk projesine ait veriler sunularak firmanın BIM'e neden ihtiyaç duyduğu ve önündeki BIM bariyerleri literatür araştırmasından ortaya çıkan sorgularla birlikte incelenmiştir. Sonrasında çıkan sonuçlar firmanın BIM'i benimseme sürecinde kullanılmış ve bu dönemde yapımına başlanacak olan yeni projesi üzerinde kurgulanmıştır. Bu sayede ilk projeden elde edilen dersler ile ikinci proje için altlık oluşturulmuştur. Çalışmayı yaparken literatürde geçen ve tez içerisinde bahsedilmiş olan "BIM Olgunlaşma Aşamaları" tablolastırılarak başlık haline getirilmiş ve vaka incelemesinde bu aşamalardan yararlanılmıştır. Ayrıca vaka çalışmasında iteratif bir yaklaşımla ilerlenmiştir. Bu iteratif yöntemde, oluşturulan döküman ve kurgularda birçok sorgu oluşturulmuş ve ihtimaller ayrı ayrı değerlendirilmiştir. İşveren firmada BIM'in benimsenme sürecinde literatürde geçen birçok konuda "deneyimleyerek öğrenme" (Boshyk ve Dilworth, 2009) yöntemi ile ilerlenmiş ve BIM'in altyapı çıktıları oluşturulmuştur. Bu kapsamda Şekil 3.2'deki sıralama ve metodoloji ile ilerlenmiştir.



Şekil 3.2 : Vaka incelemesi işleyiş şeması.

3.2 Araştırmacının Projedeki Rolü ve Görüşme Yapılan Sektör Çalışanları

Araştırmacı, vaka incelemesinin yapıldığı işveren firmada Proje Yönetim ve Geliştirme Departmanı çatısı altında Planlama Mühendisi ünvanı ile görev yürütmektedir. Görevi kapsamında, yapılan projelere ait ön tasarım, tasarım, ihale, yapım ve teslim süreçlerinin hepsinde aktif görev almakta ve üst yönetim ekibinde çalışmaktadır. İşveren firmanın BIM'e geçiş ve benimseme süreçlerinde de danışmanlar ve diğer proje ekipleri ile birlikte çalışmalar yürütmektedir.

Vaka incelemesi kapsamında görüşme yapılan proje paydaşları Çizelge 3.1'de belirtilmiştir. Bunların haricinde ihale evresinde yüklenici firmaların üst düzey yetkilileri ile de BIM konusunda görüşmeler sağlanmıştır.

Çizelge 3.1 : Vaka incelemesi kapsamında görüşme yapılan proje paydaşları.

Kurum	Görev
BİM Danışmanı	BİM Danışmanı
İşveren Firma	CEO
İşveren Firma	Proje Yönetim ve Geliştirme Direktörü
İşveren Firma	Planlama ve Maliyet Kontrol Müdürü
İşveren Firma	Mek-Elk İşler Yöneticisi/Tasarım Koordinasyon Mimarı
İşveren Firma	Pazarlama Müdürü
İşveren Firma	Satış Yöneticisi
İşveren Firma	Bina İşletme Yöneticisi
Proje Yönetim Firması	Proje Yöneticisi

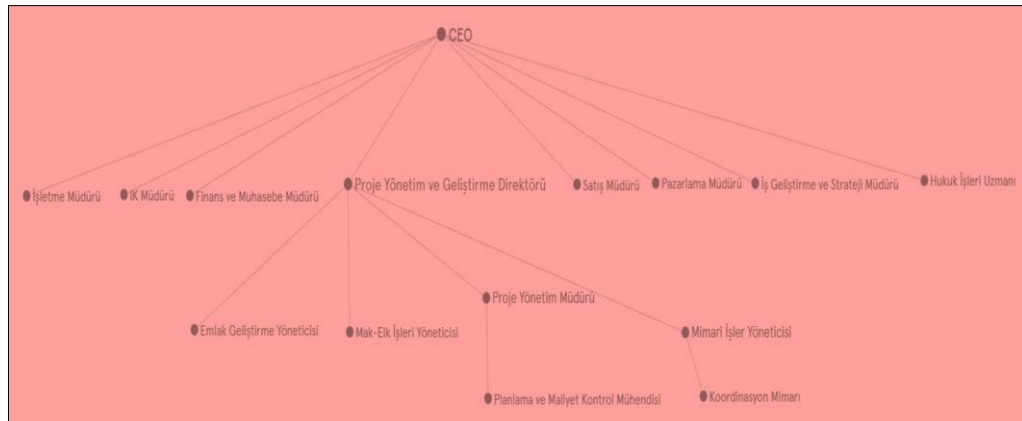
3.3 Araştırma Yapılan Şirketin Mevcut İşleyiş Düzeni

Vaka incelemesi kapsamında projelere geçmeden önce işverenin standart organizasyon düzeni ve projelerinde uyguladığı yapı incelenmiştir. Projelerden önce işveren organizasyonunun incelenmesindeki amaç BIM kullanımı öncesi mevcut işleyişi ve altyapıyı görmektir.

3.3.1 Araştırma yapılan yatırımcı firmanın şirket içi organizasyonu

Araştırmanın yapıldığı işveren firma Türkiye gayrimenkul sektöründe yer alan ve konut/ofis projeleri geliştiren bir gayrimenkul şirkettir. Araştırmanın yapıldığı tarihteki personel sayısı 50'dir. İş yapış biçimi incelendiğinde işveren inşaat faaliyetlerini yüklenici firmaya yaptırmaktadır. İşveren firma ise yükleniciye ait tüm operasyonun denetimini sağlamaktadır. Yatırımcı gayrimenkul firması olan işveren firmanın asıl iş faaliyetleri finansman ve satış ağırlıklıdır.

İşveren firma organizasyonunda ihtiyaçları belirleyecek sekiz ana departman yer almaktadır. Bunlar ; İşletme, Satış, Pazarlama, Finans, İş Geliştirme, Hukuk, Proje Yönetim ve İK departmanlarıdır. Bunların haricinde proje sonunda satış departmanınca geçici süreli kurulan Satış Sonrası Hizmetler departmanı ve tüm şirkete teknolojik altyapı desteği sağlayan Bilgi Teknolojileri departmanı bulunmaktadır. BIM'in benimsenmesi ve projelerde uygulanması konusunda görevi üstlenen departman ise proje yönetim departmanıdır. Proje yönetim departmanı yapım ve uygulama işlerinin süre, maliyet, kalite ve tasarımından sorumlu ana departmandır. Proje yönetim departmanında mimari, mekanik, elektrik ve inşaat alanlarında çekirdek bir yönetim kadrosu görev yapmaktadır. Proje yönetim departmanının da yer aldığı şirket içi ana organizasyon yapısı Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3 : Şirket içi organizasyon şeması.

Şirket içinde tüm departmanlar birbirleri ile koordineli ve eş zamanlı faaliyetler yürütmektedir. Bu faaliyetler projenin süreçlerine göre Çizelge 3.2’de özetlenmiştir.

Çizelge 3.2 : Şirket departmanlarının proje süreçlerinde yaptıkları işler.

Departman	Proje Geliştirme ve Yatırım	Tasarım ve İhale	Süreç	
			Yapım	İşletme
İnsan Kaynakları	yeni proje için şirket içi personel yeterlilik planı ve organizasyonun oluşturulması	diğer departmanlardan gelen ihtiyaç ve taleplerin incelenmesi	diğer departmanlardan gelen ihtiyaç ve taleplerin incelenmesi	şirket içi organizasyonda projenin sonlanmasından kaynaklı gerekli düzenlemelerin yapılması
Finans ve Muhasebe	yapılacak yatırıma ait tüm departmanlardan raporlama alınıp genel fizibilitenin oluşturulması	projeye ait finansman kaynağının planlanması ve projeye ait ilk ödemelerin yapılması	tüm bütçenin ve nakit girdilerinin (projeye ait ön satış, kredi veya öz kaynaklardan gelen) aylık nakit akışlara dönüştürülmesi, belirli periyotlarla güncellenmesi ve üst yönetime raporlanması, proje için gereken anlık finansmanın bulunması	nakit girdilerinin koordinasyonu, karlılığın ölçülmesi ve işletme bütçesine ait finansal organizasyonun sağlanması
Proje Yönetim	yapım işlerine ait ön fizibilitenin hazırlanması ve süresel planlamanın oluşturulması	yapım işleri için ihalelere çıkılması, yapım işi organizasyonunun oluşturulması, projeye ait dokümantasyonun oluşturulması	tüm yapım faaliyetlerinin kontrol ve üst organizasyonunun sağlanması, inşaat bütçesinin güncellenmesi	müşterilerden gelen yapım süreci kaynaklı şikayetlerin ve isteklerin kontrolü
Proje Geliştirme	arsa üzerinde gayrimenkul geliştirme süreci (best-use'un belirlenmesine öncülük edilmesi) ve imarî konuların takibi	kararı verilen gayrimenkulün tasarım ekiplerinin denetim ve organizasyonu	imarî değişikliklerin ve iskan süreçlerinin kontrol ve organizasyonu	satış ve pazarlama ekiplerine destek sunulması
Satış	geliştirilen proje fikrine ait piyasa araştırmasının yapılması	ön satışın başlatılması ve satış ekibinin kurulması, kiralanacak alanlar için fizibilite oluşturulması ve bu faaliyetlere ait projeksiyonların oluşturulması	satış faaliyetlerinin yapılması ve bu faaliyetlere yönelik projeksiyonların güncellenmesi	satış ve kiralama faaliyetlerinin yapılması ve müşteri teslim süreçlerine satış sonrası hizmetler ile destek verilmesi
Pazarlama	geliştirilen projeye ait ilgili bölgedeki benzer pazarlama faaliyetlerinin araştırılması	lanşman ve tanıtım faaliyetlerinin başlatılması ve organizasyonu	tanıtım ve pazarlama faaliyetlerinin kontrol ve organizasyonu, şikayet yönetiminin yapılması	müşteriler ile etkinliklerin düzenlenmesi ve pazarlama faaliyetlerinin organizasyonu
İş Geliştirme ve Strateji	geliştirme sürecinde tüm departmanların organizasyonunun ve koordinasyonunun sağlanması	satış ve pazarlama modellerinin ilgili departmanlar ile birlikte finansal modellerinin kurgulanması	satış ve pazarlama faaliyetleri için yeni alternatif modeller geliştirilmesi	yeni satış ve gelir modelleri geliştirilmesi ve mevcutta uygulanan modellerin kontrol ve organizasyonu
Hukuk	geliştirilen gayrimenkule ait imar konularının takibi veya var ise paydaşların hukuki hak ve taleplerinin incelenmesi	ihalelere ait sözleşme ve hukuki sürecin kontrol ve denetimi	imarî süreçlere ek olarak iskan, tapu vb. süreçlerin takibi ve raporlanması, varsa danışman ve yüklenicilere ait sözleşmesel hak taleplerinin incelenmesi ve takibi	müşterilere ait hukuki hak taleplerinin ve süreçlerin takibi
İşletme	işletme ön fizibilitesinin hazırlanması	işletmesel fikir ve önerilerin ilgili departmanlarla paylaşılması	varsa satış ofisi vb. ünitelerin işletme ve teknik denetimi, işletmesel organizasyonun kurulması ve projedeki ortak alanların yapım faaliyetlerinin yürütülmesi	tüm işletmesel süreçlerin kontrol ve organizasyonunun sağlanması
Bilgi Teknolojileri	proje için gerekli teknolojik alt yapıya ait planlamanın ilgili departmanlar ile yapılması	CRM, ERP gibi uygulamalarda proje altyapısının oluşturulması ve şirket içi ilgili teknolojik alt yapının kurulması	şirket içi kullanılan teknolojik altyapının geliştirilmesi, kontrolü ve denetimi	işletme için gerekli teknolojik alt yapının kurulması, projeden elde edilen dataların saklanması ve departmanlara iletilmesi

Şirketin mevcut işleyişini geliştirecek ve değiştirecek olan süreçlerde tüm departmanlar birlikte çalışma grupları oluşturmakta ve koordine olmaktadır. Çalışma gruplarında alınan kararlar önce şirket içi üst yönetime sunulmaktadır. Devamında ise şirket üst yönetiminin kararı onaylamasıyla birlikte projeye ilgili süreçler başlatılmaktadır. BIM'in firma içi yapıda onaylatılması da benzer yöntem ile gerçekleşmiştir. Öncelikle Proje Yönetim departmanından çıkan fikir devamında kapsamlı bir sunum ve projeye dönüştürülerek üst yönetime sunulmuştur. Bu süreçte tüm diğer departmanlarla da bilgi alışverişi yapılmış ve projeye dahil olmaları sağlanmıştır.

3.3.2 Araştırma yapılan yatırımcı firmanın genel proje süreçleri

İşveren firma standart işleyiş düzeninde yapım faaliyetlerine başlamak için sırasıyla aşağıdaki temel adımlar ile ilerlemektedir:

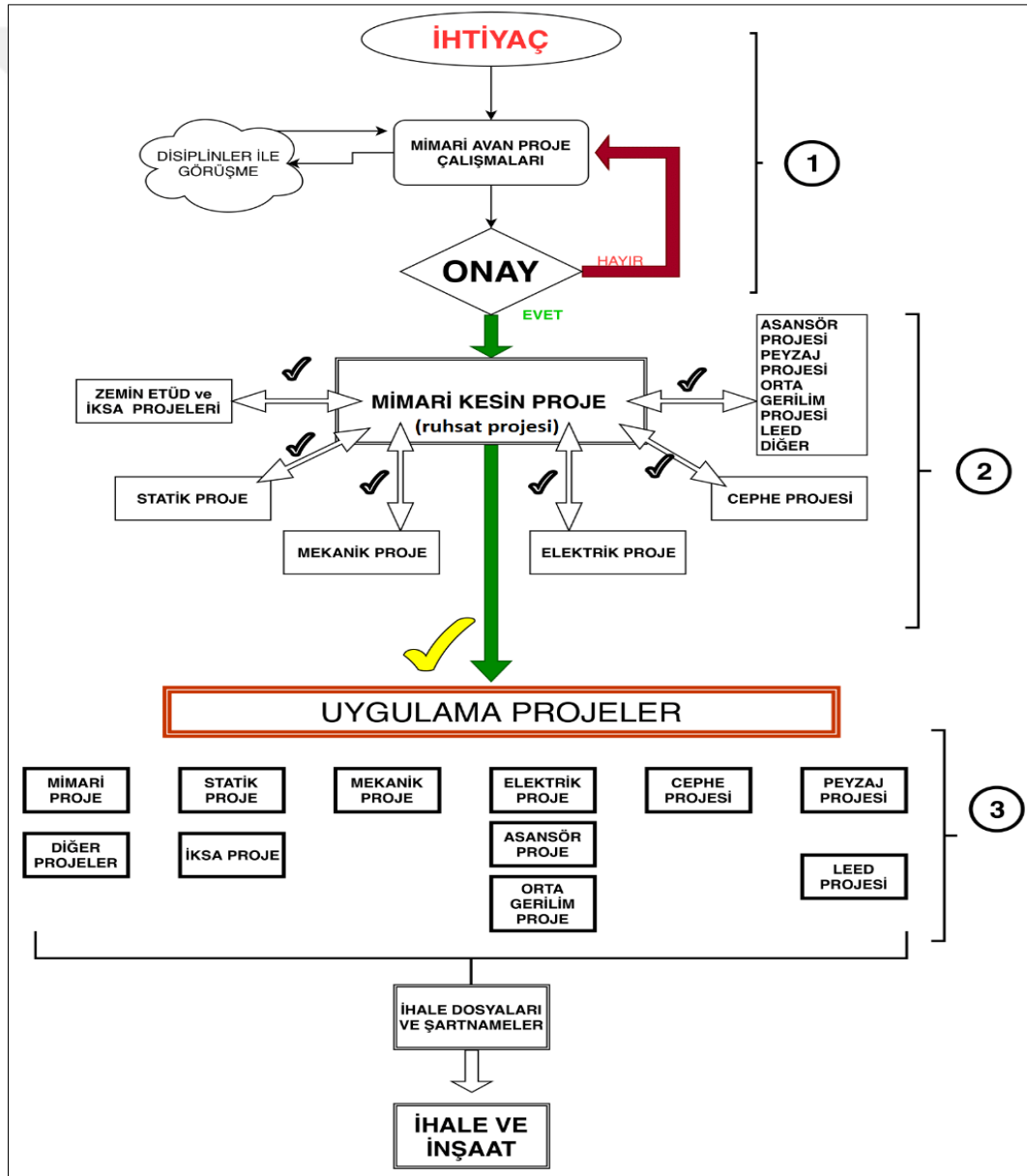
1. Konsept mimariyi oluşturacak müellifin belirlenmesi
2. Proje müelliflerinin belirlenmesi
3. Proje yönetim firmasının belirlenmesi
4. Yüklenici firmanın belirlenmesi

Bu süreçler ilk proje özelinde, proje akış sürecini daha iyi anlamak adına Şekil 3.4'te detaylandırılmıştır. Projeye başlarken öncelikle işveren üst kurulu olan yönetim kuruluna mevcut geliştirilecek arsa için en iyi kullanım raporu sunulmaktadır. Bu rapor kapsamında arsanın kullanım amacı için ön onay alınmaktadır. Yönetim kurulunda alınacak karar ile birlikte en iyi kullanım çalışmaları daha detaylı bir şekilde başlamaktadır. En iyi kullanım (best use) çalışmalarında anketler, fizibiliteler ve imar raporları ile birlikte projenin genel kapsamı soyut olarak ortaya çıkmaktadır. Devamında projede işverene destek ve bilgi sağlayacak danışmanların seçimi yapılmaktadır. Belirli danışmanlıkların (tasarım danışmanlığı vb.) seçiminden sonra tasarım süreci de başlamaktadır. Yarışmada seçilen konsept tasarım ile başlayan süreç yapım başlangıcına kadar devam etmektedir.

ID	WBS	Task Name	Süre (gün)	Başlangıç	Bitiş	Öncüller
1	1	TASARIM VE İMAR SÜREÇLERİ	897	06.01.14	28.06.16	
2	1.1	Yatırım Kararı	1	19.12.14	19.12.14	
3	1.1.1	Yönetim Kurulu Onayı/Best Use Kararı	1	19.12.14	19.12.14	
4	1.2	Best Use Çalışmaları	243	06.01.14	05.09.14	
5	1.2.1	En İyi & En Doğru Kullanım Raporu	36	06.01.14	10.02.14	
6	1.2.2	Anket ve Araştırma Çalışmaları	80	06.01.14	26.03.14	5SS
7	1.2.3	Envisioning Raporu	149	06.01.14	03.06.14	6SS
8	1.2.4	İmar Durum Raporu	68	06.01.14	14.03.14	5SS
9	1.2.5	Best Use Kullanım Kararı	122	11.02.14	12.06.14	5;7FF+9 days
10	1.2.6	Taslak Ön Fizibilite ve Satış Projeksiyonu	85	13.06.14	05.09.14	9
38	1.7	Danışmanlar	356	11.06.14	01.06.15	
39	1.7.1	Tasarım Yöneticisinin Belirlenmesi	35	12.08.14	15.09.14	
40	1.7.2	Satış & Pazarlama Danışmanının Belirlenmesi	19	11.08.14	29.08.14	
41	1.7.3	İşletme Danışmanının Belirlenmesi	152	01.01.15	01.06.15	
42	1.7.4	Şehir Plancısının Belirlenmesi	30	11.06.14	10.07.14	
43	1.7.5	Haritacının Belirlenmesi	1	31.12.14	31.12.14	
44	1.7.6	İmar İşleri Danışmanının Belirlenmesi	62	31.12.14	03.03.15	113SF
45	1.7.7	Diğer (marka, güvenlik, tasarımcı vb.)	152	01.01.15	01.06.15	
46	1.8	Tasarım	680	11.08.14	28.06.16	
47	1.8.1	TASARIM EKİBİNİN BELİRLENMESİ	446	11.08.14	08.11.15	
48	1.8.1.1	Tasarım tedarik sürecinin planlanması	11	11.08.14	21.08.14	
49	1.8.1.2	Longlist Mimarların Belirlenmesi	160	12.08.14	18.01.15	
50	1.8.1.3	Midlist Mimarlar ile Görüşmeler & Workshop Yapılması	9	19.01.15	27.01.15	49
51	1.8.1.4	Yarışmaya Katılacak Mimarların Belirlenmesi	3	28.01.15	30.01.15	50
52	1.8.1.5	Yarışma Süreci	47	02.02.15	20.03.15	
53	1.8.1.5.1	Mimari Briefin Yayınlanması	1	02.02.15	02.02.15	51FS+2 days
54	1.8.1.5.2	Draft Konsept	13	03.02.15	15.02.15	53
55	1.8.1.5.3	Ara Görüşmeler	5	16.02.15	20.02.15	54
56	1.8.1.5.4	Konsept Proje	23	21.02.15	15.03.15	55
57	1.8.1.5.5	Final Teslimlerin Alınması ve Sunular	5	16.03.15	20.03.15	56
58	1.8.1.6	Ön Değerlendirme ve Finalistlerin Belirlenmesi	14	21.03.15	03.04.15	
59	1.8.1.6.1	Ön Değerlendirme Süreci ve Finalist Mimarların Seçilmesi	10	21.03.15	30.03.15	57
60	1.8.1.6.2	YK Sunumu ve Mimarın Belirlenmesi	4	31.03.15	03.04.15	59
61	1.8.1.7	Tasarımcı ile MOU imzalanması	16	04.04.15	19.04.15	60
62	1.8.1.8	Tasarımcı ile Sözleşme imzalanması	30	04.04.15	03.05.15	61SS
63	1.8.1.9	Uygulama Tasarım Ekibinin Belirlenmesi (Konsept ve Uygulama Ayrı Olursa)	79	14.02.15	03.05.15	
64	1.8.1.9.1	Proje Yönetim Firmasının Belirlenmesi	30	14.02.15	16.03.15	57SF
65	1.8.1.9.2	Uygulama Müellifi Ekibinin Belirlenmesi	30	04.04.15	03.05.15	
66	1.8.1.9.2	Uygulama İç Mimar'ının Belirlenmesi	30	04.04.15	03.05.15	61SS
67	1.8.1.9.2	Statik Proje Müellifi'nin Belirlenmesi	30	04.04.15	03.05.15	61SS
68	1.8.1.9.2	Elektrik Proje Müellifi'nin Belirlenmesi	30	04.04.15	03.05.15	61SS
69	1.8.1.9.2	Mekanik Proje Müellifi'nin Belirlenmesi	30	04.04.15	03.05.15	61SS
70	1.8.1.9.2	Peyzaj Proje Müellifi'nin Belirlenmesi	30	04.04.15	03.05.15	61SS
71	1.8.1.9.2	Altyapı Proje Müellifi'nin Belirlenmesi	30	04.04.15	03.05.15	61SS
72	1.8.1.10	Teknik Danışman Ekibinin Belirlenmesi	60	04.04.15	02.06.15	
73	1.8.1.10	Zemin Danışman'ının Belirlenmesi	10	04.04.15	13.04.15	61SS
74	1.8.1.10	Yangın Danışman'ının Belirlenmesi	45	19.04.15	02.06.15	66SS+15 days
75	1.8.1.10	Cephe Danışman'ının Belirlenmesi	45	19.04.15	02.06.15	66SS+15 days
76	1.8.1.10	Trafik ve Ulaşım Danışman'ının Belirlenmesi	45	19.04.15	02.06.15	66SS+15 days
77	1.8.1.10	Yeşil Bina Danışman'ının Belirlenmesi	45	19.04.15	02.06.15	66SS+15 days
78	1.8.1.10	Aydınlatma Danışman'ının Belirlenmesi	45	19.04.15	02.06.15	66SS+15 days
79	1.8.1.10	Asansör Danışman'ının Belirlenmesi	45	19.04.15	02.06.15	66SS+15 days
80	1.8.1.10	Güvenlik Danışman'ının Belirlenmesi	45	19.04.15	02.06.15	66SS+15 days
81	1.8.1.10	BİM Danışman'ının Belirlenmesi	45	19.04.15	02.06.15	66SS+15 days
82	1.8.1.10	Akustik Danışman'ının Belirlenmesi	45	19.04.15	02.06.15	66SS+15 days
83	1.8.1.10	OG - Enerji Temin Danışman'ının Belirlenmesi	45	19.04.15	02.06.15	66SS+15 days
84	1.8.1.10	Statik Danışman'ının Belirlenmesi	45	19.04.15	02.06.15	66SS+15 days
85	1.8.1.11	Yapı Denetim Firmasının Belirlenmesi	45	19.09.15	08.11.15	98SF
86	1.8.2	TASARIM SÜRECİ	444	04.04.15	28.06.16	
87	1.8.2.1	Konsept Geliştirme Aşaması	90	04.04.15	02.07.15	
88	1.8.2.1.1	Konsept Projenin Geliştirilmesi	80	04.04.15	22.06.15	60
89	1.8.2.1.2	Altyapı Bilgilerinin Resmî Kurumlardan Alınması	30	04.04.15	03.05.15	88SS
90	1.8.2.1.3	Kartal Belediyesi'nden görüş alınması	80	04.04.15	22.06.15	88SS
91	1.8.2.1.4	Konsept projenin kontrol edilmesi	10	23.06.15	02.07.15	88;90;89
92	1.8.2.2	Avan Proje Aşaması	157	03.07.15	14.12.15	
93	1.8.2.2.1	Avan Projenin Geliştirilmesi	120	03.07.15	07.11.15	91
94	1.8.2.2.2	Kartal Belediyesi ve Diğer Resmî Kurumlardan Görüş Alınması	15	23.10.15	07.11.15	93FF;120
95	1.8.2.2.3	Avan Projenin Kontrol Edilmesi	7	08.11.15	14.11.15	93;94
96	1.8.2.2.4	Kartal Belediyesi'nden Avan Proje Onayının Alınması	30	15.11.15	14.12.15	95
97	1.8.2.3	Ruhsat Proje Aşaması	45	08.11.15	22.12.15	
98	1.8.2.3.1	Ruhsat projelerinin hazırlanması	45	08.11.15	22.12.15	95SS
99	1.8.2.4	Uygulama Proje Aşaması	135	15.02.16	28.06.16	
100	1.8.2.4.1	Uygulama Projelerinin Hazırlanması	90	15.02.16	14.05.16	130
101	1.8.2.4.2	İhale Dosyasının Hazırlanması	90	01.03.16	29.05.16	100SS+15 days
102	1.8.2.4.3	İhale dosyası ve final çizimlerin kontrol edilmesi	30	30.05.16	28.06.16	101
103	1.8.2.5	Zemin Etüd Çalışmaları	80	04.05.15	25.07.15	88SS+30 days;7
104	1.8.2.6	Ağaç Transplantasyonu	239	23.06.15	24.02.16	
105	1.8.2.6.1	Ağaç rölevesi çıkarılması, proje ile çakıştırılması	10	23.06.15	02.07.15	88
106	1.8.2.6.2	Ağaç envanter raporu alınması	10	23.06.15	02.07.15	105SS
107	1.8.2.6.3	Belediye Ağaç Transplantasyon Başvurusu	10	15.02.16	24.02.16	106;130
108	1.8.2.7	Kirlilik analizi yapılması	25	06.06.15	01.07.15	275F

Şekil 3.4 : Şirketin standart proje süreçleri.

Proje süreçlerinin detayına bakıldığında; projeye ait ihtiyaç belirlendikten sonra tasarım sürecindeki mevcut ilerleyiş düzeninde öncelikle tüm disiplinler ile ortak görüşmeler gerçekleştirilir. Bu görüşmeler sonucu mimari avan proje oluşturulur. Avan projeye işverenin onayından sonra kesin proje çalışmaları başlatılır. Bu sürecin sonunda disiplinler bazında kesin projeler ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan kesin projelerin koordinasyonu ise ana mimari müellif tarafından organize edilmektedir. Bu koordinasyon sürecinde geleneksel yöntemler ile projeler üst üste çakıştırılmakta ve gerekli revizyonlar sağlanmaktadır. Revizyon sürecinden sonra ise yapım aşamasında ve ihale dokümanlarında kullanılmak üzere uygulama projeleri ortaya çıkmaktadır. Tüm bu süreç Şekil 3.5'teki akış diyagramında gösterilmiştir.

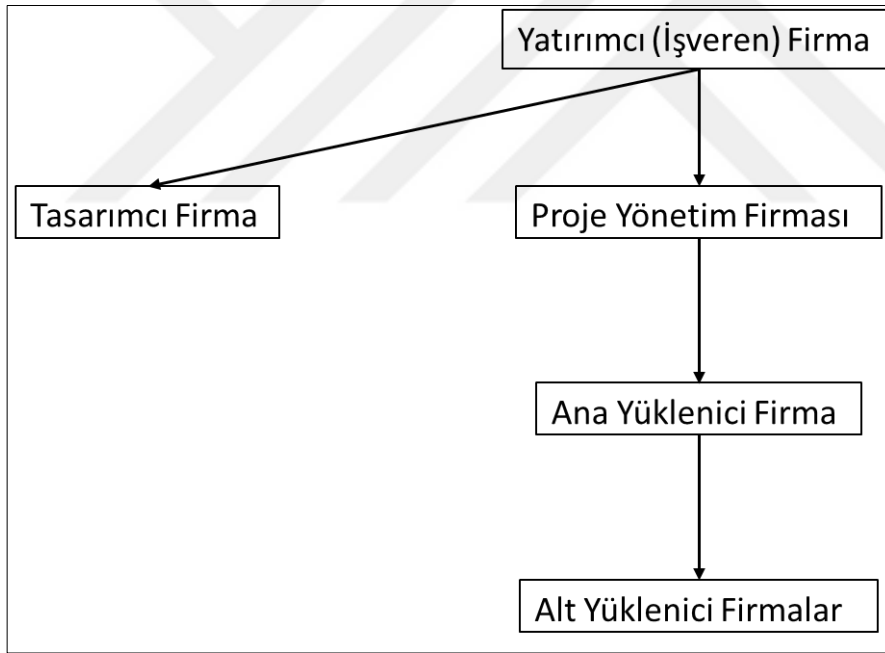


Şekil 3.5 : Projelerin standart üretim süreci.

3.3.3 Araştırma yapılan yatırımcı firmanın genel proje organizasyonu

Uygulaması yapılan projelerde ise saha kontrolü ve sahadaki işlerin yürütülmesinden sorumlu bir proje yönetim firması görev yapmaktadır. İhale sonucu işi üstlenecek müteahhit olan ana yüklenici firmanın sahadaki işlerini proje yönetim firması denetlemekte ve işverene raporlamaktadır. Yüklenici firmanın altında ise işi yürütmekle sorumlu alt yüklenici firmalar bulunmaktadır.

Yatırımcı firma tüm yapım işlerinin kontrol ve organizasyonunu genellikle “maliyet+kar+genel gider” türü sözleşme tipi ile birlikte Yüklenici firmalara devretmektedir. Firmanın yatırımını yaptığı işlerin kapsamı genellikle 50.000m2 üzeri büyük ölçekli projeler olduğundan ve kalite standartları da yüksek olduğundan dolayı tercih ettiği yüklenici firmalar Türkiye’de iş yapan büyük yüklenici firmalar olmuştur. İhale ile seçilen yüklenici firma inşaat faaliyetlerinin tümüyle ilgilenmektedir. Firmanın proje organizasyonlarındaki yeri Şekil 3.6’da gösterilmiştir.



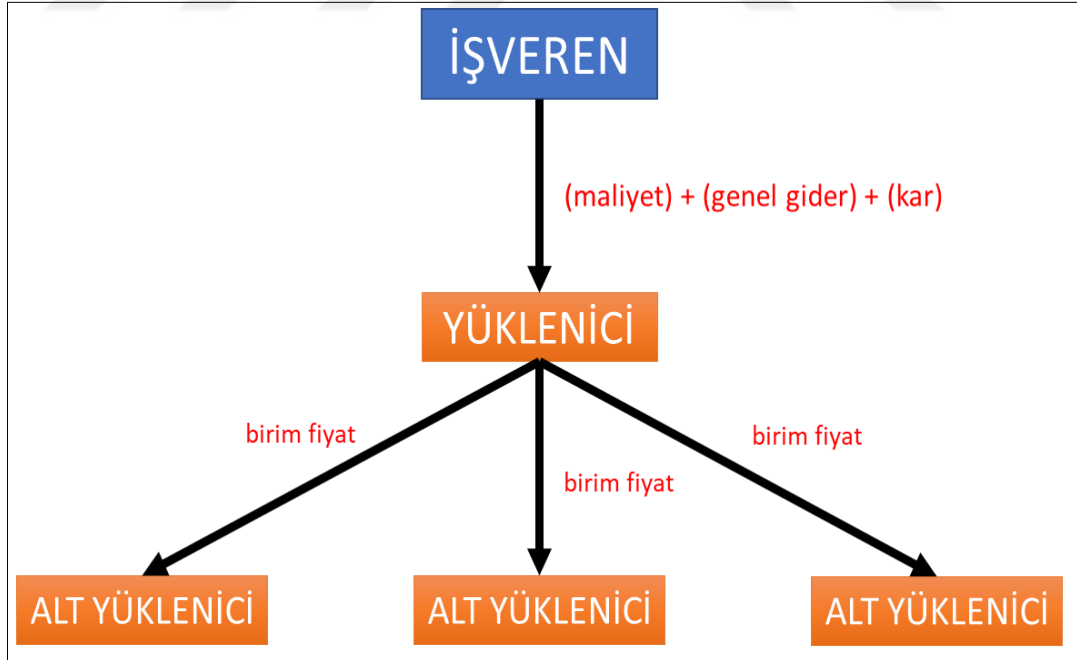
Şekil 3.6 : Şirketin yürüttüğü standart proje organizasyonu.

3.4 Vaka İncelemesine Konu Olan Projelerin Analizi

3.4.1 Projelere genel bakış

Vaka incelemesinde öncelikle işveren firmanın kendisi ve organizasyonu incelenmiştir. İlk proje olan Şekil 3.9’da görseli sunulan bir konut projesidir. Bu proje 2015 yılında inşaatına başlanan ve 2019 yılında tamamlanan 248.000m2 inşaat alanına

sahip bir karma konut projesidir. Proje iki ayrı faza bölünerek yapımına başlanmıştır. İlk faz 160.000m2 olan yüksek yapı kısmını içermektedir. İkinci faz ise 88.000m2'lik alçak katlı yatay bloklardan oluşmaktadır. İki fazın başlangıcı arasında süresel olarak bir yıllık fark bulunmaktadır. Projede ve proje inşa edilirken firmada BIM kullanılmamıştır. İşveren firmanın ilk konut projesi olma özelliğini de taşımaktadır. İkinci proje ise 2017 yılında tasarım faaliyetlerine başlanmış olan 61.000m2 inşaat alanına sahip Şekil 3.8'de görseli sunulan karma konut projesidir. Karma konut içeriğinde iki projede de ticari ve sosyal alanlar bulunmaktadır. İki projenin de işveren yüklenici arasında geçen sözleşme tipi "Maliyet+Sabit Kar+Sabit Genel Gider" şeklindedir. Bu sözleşme tipine göre işveren tüm inşaat maliyetlerini karşılayacak ve ek olarak yüklenici ile ihale döneminde anlaştıkları oranda yükleniciye karını verecektir. Ayrıca sabit genel gider tanımı altında yüklenicinin tüm personel, yazılım, ofis, yemek gibi sabit giderleri de karşılanmaktadır. Sözleşmeye göre hem yükleniciye ödenecek genel giderin hem de karın toplamda ne kadar olacağı projeye başlamadan önce ihale evresinde belirlenmekte ve bu tutar sabit kalmaktadır. Yüklenici firma ile alt yüklenici firmalar arasındaki sözleşme tipi ise birim fiyat usulü sözleşmedir. Anlatılan sözleşme tipleri Şekil 3.7'de ifade edilmiştir.



Şekil 3.7 : Organizasyon içi sözleşme yapısı.



Şekil 3.8 : İşveren firmanın ikinci projesi.



Şekil 3.9 : İşveren firmanın ilk projesi.

3.4.2 İşveren firma genel proje dokümanları

BIM'in benimsenmesi sürecinde atılacak ilk adım olan ihale süreci açısından mevcutta kullanılan tip proje dokümanlarının BIM olgunlaşma süreci içerisinde revize edilmesi en önemli konulardan biridir. Bu kapsamda işveren firma bizzat kendi sözleşme imzaladığı müellif, proje yönetim, yüklenici firmaların ihalelerinde aşağıdaki tip dokümanları oluşturmakta ve sunmaktadır:

- İdari şartname
- Sözleşme taslağı
- Teknik şartnameler

- 2D Projeler
- RFP dokümanı (teklif talebi)
- Keşif ve birim fiyat analizleri (yüklenici ihalesi için)
- Sorumluluk matrisi
- Master program
- ISG Şartnamesi
- Yeşil Bina Şartnamesi
- Hakediş Taslağı

Bu dokümanlar projenin içeriğine göre standart kalıplar kullanılarak düzenlenmekte ve işveren tarafından ihaleye hazırlanmaktadır. Araştırmada BIM uygulanmamış ilk projede bu dokümanlar toplanmış ve dokümanların içerikleri incelenmiştir.

3.4.3 Projenin tasarım aşamasında yaşananlar ve müelliflerin genel durumu

Konsept proje ortaya çıktıktan sonra uygulama projelerini oluşturması için anlaşılan mimari ana müellif firma Türkiye'nin en büyük müelliflerinden biridir. 50'den fazla personeli ile hizmet vermektedir. Uygulamasına başlamış olduğu birinci projesi kapsamında fazla iş yükü sebebiyle (piyasada faaliyet yürüttüğü diğer işlerin yoğunluğundan kaynaklı) planlamada büyük problemler yaşanmış ve süresel sapmalar meydana gelmiştir. Bundan kaynaklı olarak proje dokümantasyonu da tam oluşturulamadığından, işler aşamalandırılarak yüklenici firma ihalesine eksik kapsam (peyzaj, ince işler, cephe işleri gibi bazı paketlerin uygulama projeleri ve keşif dokümanları tamamlanmadan) ile çıkılmak durumunda kalmıştır. Bu durum da iş bitim bütçesinde ve süresel planlamada belirsizliklere temel yaratmıştır. Devamında ise hızlı bir şekilde tamamlanmaya çalışılan proje ve dokümanlarda da yüksek sayıda hata ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Mimari müelliften itibaren aksayan bu süreç projenin tüm aşamalarına etki etmiştir. Ortaya çıkan bu durumdan edinilmiş dersler şu şekilde özetlenebilir:

- Dış kaynak tasarımcıya (müelliflerin) tüm projelendirme görevinin verilmesi süresel riski artırmaktadır. Bundan dolayı BIM'in uygulanabilmesi için müellifler ile birlikte ayrı bir tasarım ekibine ihtiyaç duyulabilmektedir.

- Mimari, elektrik, mekanik gibi disiplinlere ait çakıştırılmamış 2D modellemeler projenin devamında detay çizimlerine (Shop-Drawing) ait ihtiyacı artırmaktadır. Bundan dolayı yapım süreci öncesinde iyi koordine edilmiş 3D model üretimi ihtiyacı doğmaktadır.
- Yapım süreci öncesi iyi koordine edilmemiş 2D tasarım modellerinden ihtiyaç duyulan metraj çalışmaları elde edilememiştir. Yapım sürecinde ortaya çıkacak hakediş metrajında hataların azaltılabilmesi ve bütçenin doğru oluşturulabilmesi için iyi koordine edilmiş 3D model gereksinimi doğmaktadır.

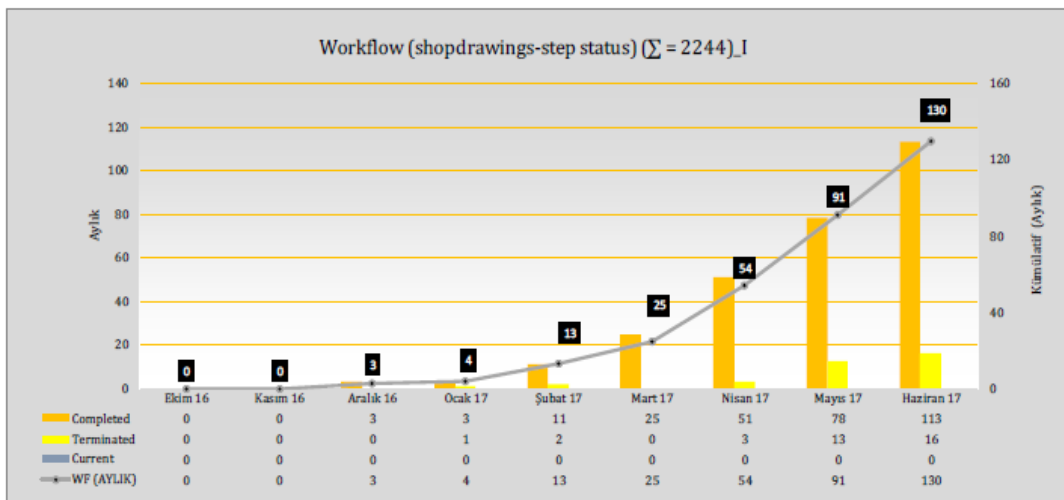
Vaka incelemesine konu olan ikinci proje içerisinde bu kapsamdan yola çıkarak daha dikkatli hareket edilmiş ve müellif seçiminde farklı bir tasarımcı ile ilerlenmiştir. Bu sayede genel keşif kapsamı elde edilebilmiş ve 2D uygulama projeleri (detay çizimler hariç) ihale sürecine yetiştirilebilmiştir.

3.4.4 İlk proje verilerinin analizi

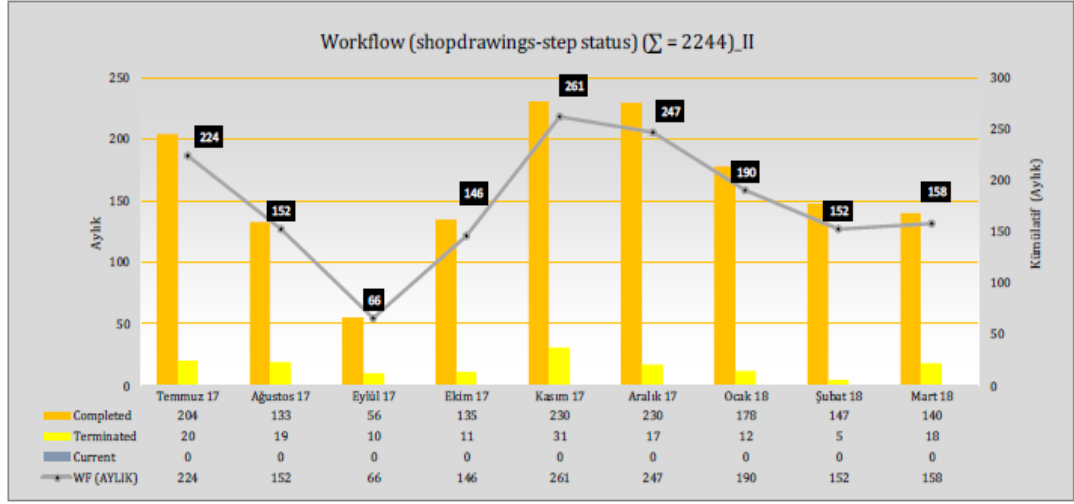
İlk projeye ait analizler yapılırken özellikle BIM'e olan ihtiyacın nereden doğacağını ifade edebilmek için veriler tasarım, maliyet ve süre olarak üç ayrı bölümde incelenmiştir.

3.4.4.1 Tasarımsal verilerin analizi

BIM kullanılmayan ilk projede öncelikli olarak tasarımsal süreçte yaşanan gecikme ve problemleri anlayabilmek adına ihtiyaç duyulan detay çizimlere ait analizler gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda projeye ait 18 aylık yapım süreci içerisinde incelenen workflow (iş akışı) verileri Şekil 3.10 ve Şekil 3.11'de sunulmuştur.



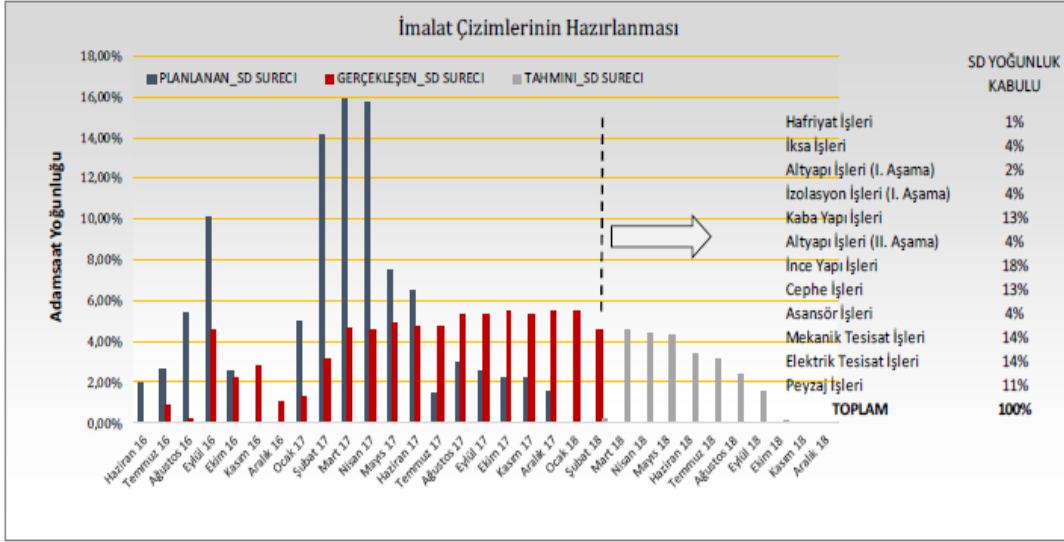
Şekil 3.10 : Ekim 2016 – Haziran 2017 workflow adetleri.



Şekil 3.11 : Temmuz 2017 – Mart 2018 workflow adetleri.

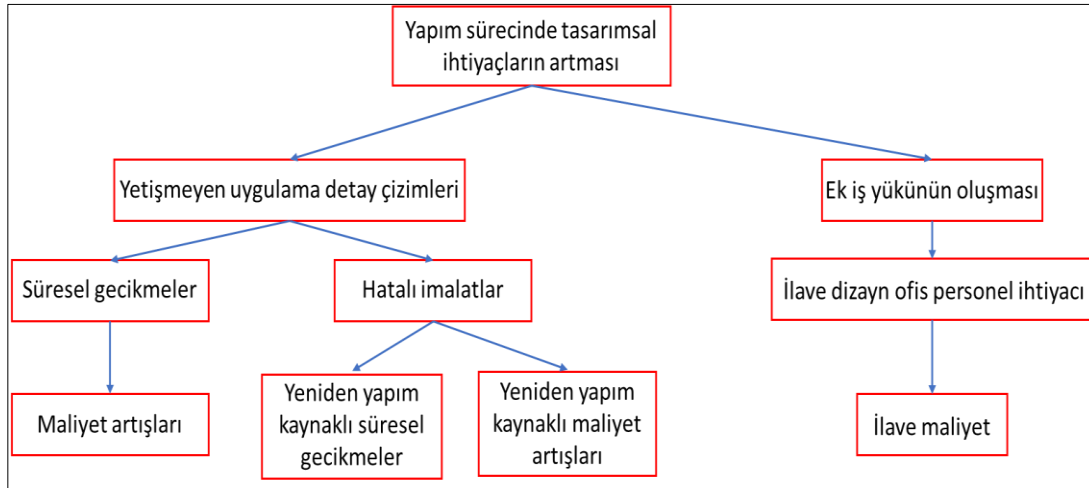
İş akışı incelendiğinde yapım sürecinde “Shop-drawing” (SD) olarak geçen sahada uygulanabilecek detayı sunan imalat ve koordinasyon çizimlerinde Ekim 2016 – Temmuz 2017 bölümünde hızlı bir artış görülmektedir. Bunun temel sebebi ihtiyaç duyulan LOD seviyesindeki çıktılarının mevcut uygulama planlarındaki modelden alınamamasıdır. Özellikle bu dönemdeki artışın sebebi ise projenin ince yapı imalatlarının başlaması ile birlikte yeni disiplinlere ait detay tasarım ihtiyacının oluşmasıdır. Devamında Temmuz 2017 – Eylül 2017 döneminde projenin önce inşaatı başlayan yüksek blok fazına ait tasarım ihtiyacının azalmasıyla birlikte iş akışı verilerinde de azalma gözlemlenmiştir. Devamında ise projenin alçak blok fazına ait disiplinlerin başlamasıyla birlikte iş akışı verilerinde tekrar artış meydana gelmiştir.

Proje kapsamında yapılacak imalat çizimleri ve koordinasyon çalışmalarının disiplin bazındaki yoğunlukları için proje yönetim tarafından öngörülen miktarlar ile sözleşme eki Master Proje Planı (MPP)’nindeki hedefler ve gerçekleşen miktarlara ait durum özeti Şekil 3.12’deki grafikte görülebilir. Grafikte adam.saat yoğunluğu olarak geçen yüzdesel değer sağ kısmında yer alan “SD yoğunluk kabulü”nün (toplamı %100) aylara dağıtılmış halini göstermektedir. Grafikte görülebileceği üzere en başta projeye ait planlanan SD sürecinin adam.saat yoğunluğunun erken biteceği (Aralık 2017) öngörüsü yapılmıştır. Ancak projede Ocak 2018’den itibaren SD ihtiyacının halen devam ettiği görülebilmektedir. Bunun sebebi projedeki süresel gecikmelerden kaynaklı SD ihtiyacının işleri süren ilgili disiplinler bazında devam etmesidir. Ayrıca projenin devamında ise tahminlenenin de üzerinde kalınarak SD süreci tamamlanmıştır.



Şekil 3.12 : İmalat çizimlerine ait planlanan ve gerçekleşen miktarlar.

Yapım sürecinde detay tasarım ihtiyaçları artmıştır. Artan ihtiyacın karşılanamaması ise uygulama detay çizimlerinin yetişmemesine ve bundan kaynaklı süre gecikmelerine sebep olmaktadır. Ayrıca hızlı ortaya çıkan ve iyi koordine edilememiş detay çizimleri hatalı imalatların yapılmasına ortam hazırlamıştır. Bundan dolayı ayrıca maliyet ve süre kayıpları yaşanmıştır. Son olarak yapım sürecinde artan tasarım ihtiyaçları ilave kaynak gereksinimi doğurmuştur. Bu da projeye ait dolaylı maliyetlerin yükselmesine neden olmuştur. Yaşanan bu durumların özeti Şekil 3.13’de aşamalı olarak sunulmuştur.



Şekil 3.13 : Yapım sürecinde artan SD’lerin proje üzerindeki etkileri.

Tasarım sürecinden itibaren yaşanan problemler ve eksiklikler zincirleme bir reaksiyon ile proje geneline etki etmiştir. Bu durumdan başta işveren olmak üzere, yüklenici ve proje yönetim firması da önemli oranda etkilenmiştir.

3.4.4.2 Maliyet ve bütçe verilerinin analizi

Tasarım sürecinden itibaren yaşanan gecikmeler yapılacak işlere ait metraj ve keşfin tüm kapsamının sunulamamasına sebep olmuştur. Bundan dolayı projenin genel bütçesi öngörülere dayandırılarak ortaya çıkmıştır.

Uygulama süreci sırasında ise kapsam doğrulama ve bütçe öngörü çalışmaları için önemli iki girdiden biri olan metraj çalışmaları yapılamamıştır. Projede yürütülecek kapsamın netleşmemesi ise yüklenici ve alt yüklenicilerin işlerinde gecikmelere ve belirsizliklere sebep olmuştur. Bütçe yönetimi için metrajların kesinleşmemesi sebebiyle maliyet risklerinin takibi sadece deneyime dayalı öngörüler ile yapılmıştır. Tüm bunlardan dolayı alt yüklenicilerin veya tedarikçilerin detayını belirtmeksizin gündeme taşıdıkları konularda çok fazla ek maliyet ile karşılaşmıştır. Bu da proje adına önemli bir risk yaratmıştır.

Proje kapsamında ilk planlanan bütçe ve projenin sonunda gerçekleşen bütçe değerleri Çizelge 3.3'te sunulmuştur. Kapsamdan kaynaklı belirsizliklerden sebep her ne kadar toleranslı hareket edilse de %6'lık negatif yönde bütçe sapması gerçekleşmiştir.

Çizelge 3.3 : İlk projeye ait planlanan ve gerçekleşen bütçe değerleri.

27.07.2015	planlanan bütçe	x	m TL
1.10.2019	gerçekleşen bütçe	X+28	m TL
	gerçekleşen sapma	6	%

3.4.4.3 Süresel verilerin analizi

Tasarım evresinden itibaren yaşanan gecikmeler yapım evresinde de devam etmiş ve projenin ilk tesliminde Çizelge 3.4'te görülebilecek altı aylık gecikme yaşanmıştır.

Çizelge 3.4 : Planlanan ve gerçekleşen teslim zamanları.

Planlanan Teslim Tarihi	Haziran 2017
Gerçekleşen Proje Teslim Tarihi	Şubat 2018

Haziran 2015 tarihinde yapımına başlanan projede planlanan 24 aylık teslim tarihi 30 ayı geçmiştir. Ayrıca teslim edilmeye başlanan bu tarihte de proje tam olarak bitirilememiştir. Müşterilere verilen tarihsel tahahhütlerden sebep, ilk teslimler eksiklikler ve çeşitli imalat hataları ile birlikte yapılmak durumunda kalınmıştır. Bu durum da satış sonrası hizmetler ve işletme süreçlerinde ters bir etki yaratmıştır ve

müşteri memnuniyetsizlikleri ile sonuçlanmıştır. Projedeki süresel gecikmelerin sebepleri şu şekilde sıralanabilir:

- a. Tasarım evresinde müellifin gecikmesi
- b. Yapım evresinde hafriyat sürecinde yaşanan gecikme
- c. Yapım evresinde kapsam belirsizliklerinden sebep satın alma vb. operasyonların uzaması
- d. Yapım evresinde oluşan imalat hataları
- e. Yapım evresinde ortaya çıkan tasarım ihtiyaçlarının sayıca fazla olması

Yukarıda geçen beş maddeden a,c,d ve e maddeleri tamamen ihale evresi öncesi tasarım projelerinde ve metraj/keşif çalışmalarındaki eksikliklerden kaynaklanmaktadır.

Bölüm içerisinde tasarım, maliyet ve süresel olarak proje verileri analiz edilmiş ve ortaya çıkan sonuçlar sunulmuştur. Geleneksel iş yapış biçimi ve tasarım modelleme yöntemleri ile ilerlenen bu süreç tüm yönleri ile SWOT analizi yapılarak incelenmiştir. Bu analizi gerçekleştirmekte temel amaç ise BIM için ilk projeden doğan ihtiyaçların alt yapısını oluşturabilmektir.

• **1.Proje SWOT Analizi:**

Gerçekleştirilen ilk proje için Çizelge 3.5'teki SWOT analizinde projeye ait çıktılardan elde edilen bilgiler ve deneyimler BIM'in dört olgunlaşma alanına göre irdelenmiştir. Firmaya ait BIM öncesi durumun incelendiği bu SWOT analizinde mevcut durum üzerinden yeni proje için BIM'e geçiş evresi planlanmıştır. SWOT analizi kapsamında firmanın BIM öncesi durumu BIM uygulanması durumu ile kıyaslanmıştır. BIM uygulanmamasının güçlü yanları (mevcut durumun avantajları) ve zayıf yanları incelenmiştir. Tehditler bölümünde ise BIM uygulanmamış durumun proje üzerinde yarattıkları belirtilmiştir. Analizin güçlü, zayıf ve tehdit bölümlerinde ilgili BIM alanına ait en öncelikli maddeler açıklanmıştır. Bu öncelikli maddeler tasarım, süre ve maliyet verilerin analizlerinden elde edilmiştir ve araştırmacının görüşme yaptığı kişilerle birlikte ortaya çıkarılmıştır. Fırsatlar bölümünde ise işveren firmada yeni projede BIM'in kullanımı için ilk projenin ne gibi alt yapı avantajları sağladığı aktarılmıştır.

Çizelge 3.5 : 1. Proje SWOT analizi.

ALAN/SWOT	prosedür	süreç	aktör	teknolojik
Güçlü Yönler	her zaman uygulanan ve deneyimlenmiş yöntem olması, standart tip sözleşmeler ve dokümanlar ile yürütülmesi	Türkiye'deki müellif iş yapış biçimine uygun olması	yetkinliğe sahip çok sayıda personel bulunması	tasarım ve teknolojik yatırım maliyetlerinin az olması ve tasarım süresinin kısa olması
Zayıf Yönler	işverenin tüm ihtiyaçlarını tanımlayacak türden bir dokümantasyonun oluşturulamaması	müellif firmalardan edinilen tasarım, bilgi ve dokümanlarda hataların yoğun olması	ön tasarım eksikliklerinden kaynaklı olarak proje sürecinde oluşan yoğun personel iş yükü	bütçe ve zaman planlamasının tasarım ve dokümantasyon eksikliklerinden dolayı tutarlılık göstermemesi
Fırsatlar	üretilen ilk karma konut projesi sayesinde işverenin dokümantasyon ihtiyaçlarının sonuç çıktılar üzerinden daha net gözlemlenmesi	ilk projeden elde edilen sonuçlar üzerinden detaylı bir süreç planlamasının yapılabilecek olması	işveren tarafında görev alan personelin BIM ihtiyaçları konusunda bilgi sahibi olması	ilk projeden yola çıkarak ihtiyaç duyulan teknolojik altyapının belirlenmesi
Tehditler	İhtiyaçların hepsini kapsayan dokümantasyon oluşturulmadığından süre, maliyet ve kalite sorunlarının meydana gelme riski	Uygulama sürecinde tasarım koordinasyon hatalarının meydana gelmesi ve bina yönetimi için altyapı sunulamaması	Hakedişler için oluşturulan ataşman ve belge kontrolünün yoğun iş yükü sebebiyle gözden kaçabilmesi	projedeki teknolojik altyapı yetersizliği/deneyimsizliği sebebiyle maliyet ve süre hatalarının meydana gelebilmesi

3.5 İşveren İhtiyaçlarının Belirlenmesi

İlk projede yapılan SWOT analizinde ortaya çıkan sonuçlara göre işveren ihtiyaçları ortaya çıkarılmıştır. Analiz sonucuna göre çıkan maddeler yatırım projelerinin üç temel süreci olan tasarım, yapım ve teslim/işletme aşamaları üzerinde incelenmiştir. BIM'in olgunlaşacağı ikinci projede işverenin bu ihtiyaçlarından yola çıkılmaktadır.

3.5.1 Tasarım aşaması

Yapılan inşaat yatırım projelerinde kullanılan sözleşme, idari şartname ve teknik şartname gibi standart tip dokümanlar, tasarım ve uygulama süreci ile ilgili detaylı içerik sağlayamamaktadır. İyi tanımlanamamış bir tasarım süreci, uygulama sürecine büyük oranda etki etmektedir. Bu etki, ilk projeden elde edilen Shop Drawing ve Work

Flow süreçlerinin sayıca fazla olması, projelerin çok sayıda revizyona uğraması ve bu süreçler arasında gecikmelerin yaşanmasından da anlaşılabilir. Ayrıca 2D uygulama projeleri ile ilerlenmesi ve mekanik-elektrik-mimari-statik gibi disiplinlere ait projelerin eşzamanlı temin edilememesi sebebiyle uygulama sürecinde bolca hata ile karşılaşmaktadır. Proje ve dokümantasyondaki eksiklikler projenin uygulama evresinde gecikmelere ve devamında hem gecikmelere bağlı hem de tasarımsal hatalara bağlı maliyet artışına sebep olmaktadır. Bu kapsamda, yapım sürecinde hataları en düşük seviyeye getirecek iş kalemlerine ait disiplinleri çakıştırılmış 3D modellemeye ve projelerin detayını iyi bir şekilde tanımlayacak dokümantasyona ihtiyaç duyulmaktadır.

3.5.2 Yapım aşaması

Projenin sahada uygulanmaya başlaması ile birlikte maliyet, süre ve kalite kontrol süreçleri de başlamaktadır. Tasarım aşamasında uygulama projelerindeki disiplinler arası koordinasyon ve detay eksiklikleri sebebiyle projede yüksek doğruluk oranına sahip keşif ve bütçenin oluşturulması zor bir hal almaktadır. Hakedişlerin kontrolü için sahada yapılacak ölçümler ise dağınık ataşmanlar halinde gelmekte ve 2D projeler üzerinden yapılan ölçümler hatalı sonuçlara neden olabilmektedir. Ayrıca hakedişlerin kontrol süreçleri de uzamaktadır. Tüm bunlardan dolayı, iş kalemlerine ait verimli ölçüm alınabilecek ve kolayca güncellenebilecek bir 3D modele ihtiyaç duyulmaktadır. Bu model üzerinden maliyet ve süre analizlerinin gerçekleştirilebilmesi ise 4D ve 5D BIM ihtiyacını ortaya çıkarmıştır.

3.5.3 Teslim ve işletme aşaması:

Projenin teslim aşaması, yapım aşaması tamamlanmadan başlayan bir süreçtir. Yapım süreci ile iç içe bir süreç olması, müşteriye belirtilen süre ve kalitede eksiksiz teslim edilmesi açısından işveren firma tarafında kaygılar yaratabilmektedir. Bu yüzden bu süreçteki koordinasyon müşteri memnuniyeti açısından büyük öneme sahiptir. Teslim sürecindeki en büyük beklenti, planlanan sürede ve kalitede müşteriye teslimi sağlamaktır. Ayrıca teslim süreçlerinin de kontrol edilebileceği daire bazlı üzerine veri işlenebilir bir 3D model işleri oldukça kolaylaştıracaktır. İşletme ise daireler müşterilere teslim edildikten ve inşai faaliyetler tamamlandıktan sonra devreye girmektedir. Bu süreçte işletmenin en büyük beklentisi site yönetimi sürecinde onarım, bakım ve tadilat işlemlerini kolaylıkla gerçekleştirmek için kullanabileceği iş

kalemlerine ait koordinasyonu yapılmış bir 3D modeldir. Yapım ve teslim süreçlerinde üzerine ilgili detaylar işlenmiş, çıktı alınabilir bir model işletme için kullanabileceği önemli bir veri bankası haline gelecektir. Ayrıca projenin satış sürecinde ise BIM alt yapısı üzerinden Virtual Reality (VR) simulasyon ortamı oluşturularak tasarımların bir satış modeline de dönüşümü planlanmıştır. Bu model üzerinden müşterilere, daire planları ve daire planlarının bulunduğu blok, vaziyet planı ve basit bir kesitte dairenin bulunduğu katın hızlı bir şekilde sunulabilir olması hedeflenmiştir.

3.6 BIM İhtiyaçlarının Belirlenmesi ve Çıktıların Oluşturulması

İşverenin bir önceki bölümde belirlenen ihtiyaçlarını yeni projesinde karşılayabilmesi için ikinci projede kurgulayacağı BIM modelindeki ihtiyaçların belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikli olarak ikinci projedeki mevcut durumun ve safhaların incelenmesi gerekmektedir.

3.6.1 Proje safhaları

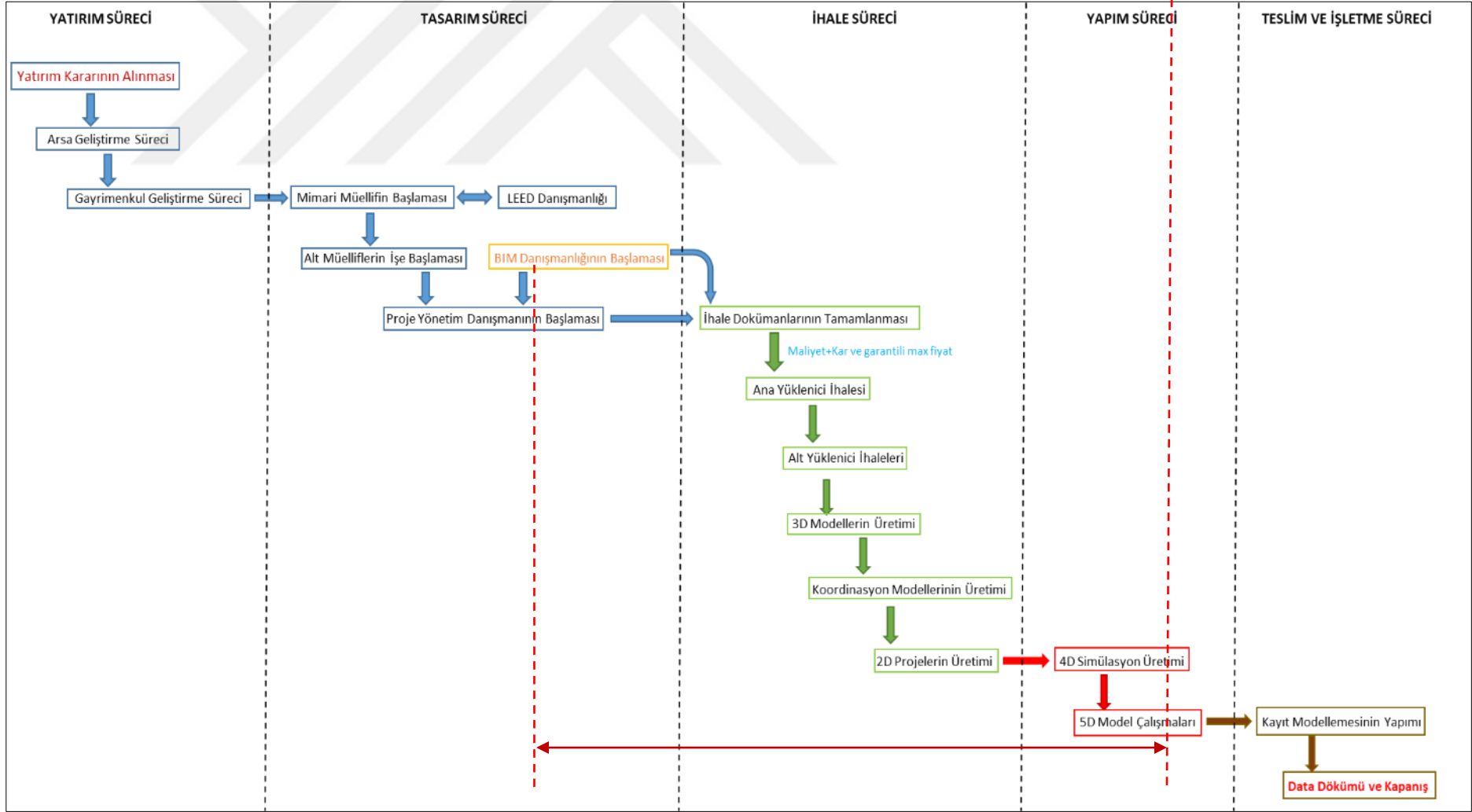
BIM'in uygulanacağı ikinci projede 2D Projeler müellifler tarafından hazırlanmıştır. İlk projeden farklı olarak müellif keşif ve uygulama projelerini ihale öncesine yetiştirebilmiştir. Bu sayede ilk projedeki gibi uygulama projeleri üretimi yapım sürecine sarkmamıştır.

BIM olgunlaşma sürecinde Aşama 1'den Aşama 2'ye geçiş evresinde öncelikli olarak proje yönetim danışmanı firma seçilecek ve devamında ana yüklenici ihalesi tamamlanacaktır. Bu yüklenici ihalesine çıkılmadan önce firma genel proje dokümanlarının hepsi BIM Uygulama Planı ile birlikte BIM'in uygulanması için hazır hale getirilmiştir. Yüklenici ihalesi tamamlandıktan sonra alt iş kalemlerine ait disiplinler için alt yüklenici ihalelerine çıkılacak ve alt yüklenicilerin seçimi ile birlikte 3D projelerin oluşturulma süreci başlayacaktır. 3D projelerin oluşturulması konusunda alt yüklenicilerden destek alınacak ve gerektiğinde bir tasarım firması ile anlaşılacaktır. Özellikle disiplin bazında proje detaylarına ait ihtiyaçlarının belirlenmesi için alt yüklenicilerin BIM sürecine katılımı uygulanacak hibrit süreçte büyük öneme sahiptir. Bahsi geçen hibrit model kapsamında tasarım sürecinde daha önceden hazırlanmış olan 2D projelerin 3D olarak modellenmesi şeklinde ilerlenecektir.

Yapım sürecinde ise planlama ve maliyet kontrol alt yapısı kurulacak, bu sayede maliyet ve süre verilerinin analiz edilebildiği 4D ve 5D model çalışmaları üretilecektir. Bu kapsamda ilk hedef disiplin bazında işlerin az olduğu kaba inşaat disiplini. Öncelikli olarak 4D ve 5D denemeleri kaba inşaat disiplini üzerinden yapılacak ve test edilecektir.

Aynı zamanda yapım sürecinde shop-drawing ve proje bitiminde as Built olmak üzere 2D çıktılar BIM modelleri üzerinden alınarak ilerlenecektir. Bu süreçleri gösteren proje safhaları görsel olarak Şekil 3.14'te sunulmuştur. Şemada gösterilen kırmızı ok BIM benimsenme sürecini belirtmektedir.





Şekil 3.14 : BIM benimsenme süreci proje safhaları.

3.6.2 Proje ihtiyaçlarının belirlenmesi

Projede öncelikli olarak BIM için gereken temel unsur olan 3D modelleme ve koordinasyonun yapılması hedefi ile ilerlenmiştir. Sadece bununla sınırlı kalınmayacak, devamında modelden üretilen bilginin doğru olarak kullanımını sağlayacak biçimde planlama ve maliyet tahmini konularında da çalışmalar yapılacaktır. Projeye ait BIM hedefleri Şekil 3.15'te sunulmuştur. Projede hibrit bir yapı üzerinden ilerleneceğinden UK department of Business Innovations and Skills (BIS, 2011)'te geçen Aşama 1 evresindeki düzenin oluşturulması öncelikli olarak hedeflenmiştir. Bu kapsamda oluşturulacak 3D modelden 2D Shop Drawing'ler çıktı olarak alınabilecektir. Ayrıca planlanan hibrit model kapsamında 2D model çıktıları ihtiyaç duyulduğu durumlarda kullanılabilir. Bahsedilen hibrit model ne kadar BIM kullanımını kısıtlayıcı olsa da ilgili aşamalara ait 3D model tasarımlarının gecikmesi (geriden gelmesi) durumunda zorunlu kalınabilecektir.

İşveren ve diğer proje paydaşlarında BIM daha önce yaygın olarak kullanılmadığından BIM'in ilk olgunlaşma sürecinde ihtiyaçlar anlamında çok fazla detaya inilmemiştir. Detaydan kasıt ise ilk plan üzerinden disiplin bazında kısıtlı hedefler belirlenmemiştir. Projedeki öncelikli hedef ve ana ihtiyaç, tüm paydaşların BIM benimsenme sürecine ayak uydurması ve bu sürecin en ideal şekilde tamamlanması olarak belirlenmiştir.

ÖNCELİK	HEDEF AÇIKLAMASI	POTANSİYEL BIM KULLANIMI
Yüksek	3 Boyutlu Koordinasyon	Çakışma Kontrolü
Yüksek	2B Shop Drawing Üretimi	Koordinasyonun tamamlandığı bölgelerde shop-drawing hazırlanması.
Orta	Faz Planlama (4B)	İş Programı Model Entegrasyonu
Orta	Kayıt Modellemesi	As - Built Bilgilerine göre Modelin Güncellenmesi
Yüksek	Model Tabanlı Maliyet Tahmini (5B)	Planlanan ve gerçekleşen metrajların eleman bazlı olarak alınması.

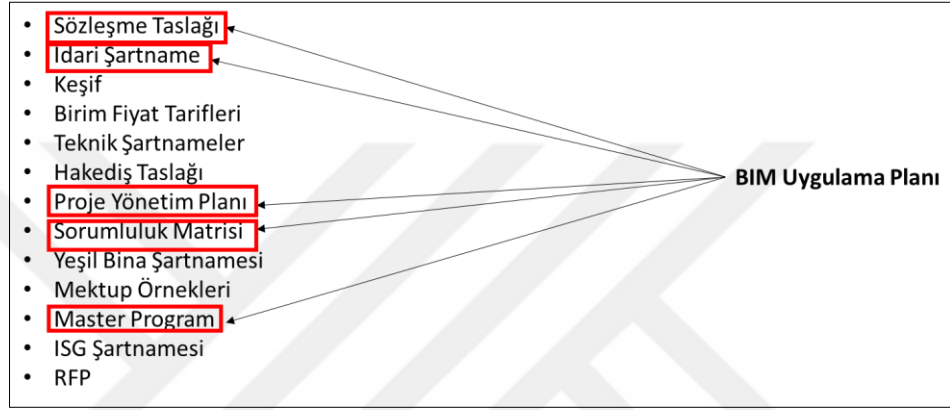
Şekil 3.15 : Projenin BIM hedefleri.

İşveren ve BIM ihtiyaçları belirlendikten sonra bu ihtiyaçların karşılanması için projenin yüklenici ihale aşaması öncesi hazırlanan BIM Uygulama Planı ve diğer dokümantasyonunda ilgili tanımlamalar yapılmıştır. İkinci projede üzerinden işverenin BIM'in benimsenme aşamalarına ait bu tanımlamalar BIM'in olgunlaşma alanları üzerinden incelenmiştir.

3.7 BIM Benimsenme Aşamalarının BIM'in Olgunlaşma Alanları Üzerinden İncelenmesi

3.7.1 BIM prosedür alanı

BIM uygulanması planlanan ikinci projede oluşturulan BIM Uygulama Planı, işveren firma genel proje dokümanları ile birlikte incelenmiştir. Oluşturulan genel proje dokümanlarından BIM'in entegre edildiği dokümanlar Şekil 3.16'da sunulmuştur. Bu dokümanlardaki detaylar ise BIM Uygulama Planı'na atıf yapılarak belirtilmiştir.



Şekil 3.16 : BIM'in entegre edildiği dokümanlar.

3.7.1.1 Yüklenici sözleşme taslağında BIM

• Sözleşmede BIM Tanımı

Sözleşme taslağı, seçilecek olan ana yüklenici firma ile imzalanacak olan resmi dokümanlardan en önemlisidir. Bunun sebebi yapılacak olan işe ait tüm tanım, resmi olarak bu dokümanda yer almaktadır. BIM sözleşme metninde aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

“Madde 3. Tanımlar

“BIM (Yapı Bilgi Modellemesi)”: İşveren tarafından Yüklenici'ye teslim edilecek Uygulamaya Esas Prensipler Dökümanlar'a ve işbu Sözleşme ekinde yer alan BIM Uygulama Planı'na uygun olarak Yüklenici tarafından hazırlanacak, güncellenecek ve işbu Sözleşme'nin ilgili eklerine göre işletilecek sistemi,

“BIM Uygulama Planı”: Projede hangi amaçla BIM sisteminin kullanılacağını, toplantıların hangi sıklıkla yapılacağını, dosya isimlerinin hangi standartlarda oluşturulacağını ve her birimin sorumluluğunun ne olacağı vb süreçleri tarif eden,

Yüklenici tarafından güncellenerek Kontrol tarafından onaylanacak plan, döküman ve bilgi kümesini ifade etmektedir.”

Burada BIM ve BIM Uygulama Planının sözleşmede yer alan tanımları belirtilmiştir. Ayrıca BIM Uygulama Planı sözleşme içerisinde şartname olarak tanımlanmış ve sözleşme eklerinde de yer almıştır. Bu sayede BIM süreci proje için kâğıt üzerinde de resmileştirilmiştir.

- **Sözleşmede BIM Harcamaları**

“Maliyet+Kar+Sabit Genel Gider” tipi bir sözleşme yapıldığından BIM ile ilgili yazılım, personel, danışmanlık vb. giderler sözleşme metni 6.Madde’de Yüklenicinin sabit genel giderlerine (ortaya çıkan toplam proje maliyetinin %10’u yükleniciye genel gider olarak verilmektedir) dâhil edilmiştir. Bu madde aşağıdaki şekilde yer almıştır:

“Madde 6 . Sözleşme Bedeli’nin Hesaplanması

6.2. Sabit Genel Giderler:

Sözleşme’nin uygulama süresi boyunca ve kabul süreçlerinde, İşler’in yerine getirilmesi için yapılacak aşağıdaki giderleri kapsayacaktır:

t. İşbu Sözleşme eki BIM Uygulama Planı (Ek-27) gereği ihtiyaç duyulacak, İş’in ifası için gerekli her türlü tasarım, personel, danışmanlık, alt yüklenici, yazılım vb. giderler”

Bu sayede BIM ile ilgili harcamalar da sözleşmede yer edinmiştir.

- **Sözleşmedeki Caydırıcı Maddeler**

BIM kullanımının önündeki bariyerleri aşabilmek ve yüklenici firmayı teşvik edebilmek adına sözleşmeye caydırıcı maddeler de dahil edilmiştir. Sözleşme metni 10.Madde’de BIM yükümlülüklerinin yerine getirilmemesi durumunda uygulanacak yaptırımlardan bahsedilmiştir. Bu yaptırım maddesi sözleşmede aşağıdaki şekilde yer almaktadır:

“Madde 10. BIM Yükümlülüklerinin Yerine Getirilememesi Hali

10.2. Yüklenici, BIM Uygulama Planı’nı tamamlayarak Kontrol’e onaylatmak; işbu Sözleşme kapsamındaki İşler’i Ek-27 BIM Uygulama Planı ve diğer Sözleşme eklerine uygun olarak yerine getirmekle yükümlüdür. BIM Uygulama Planı’nda tariflenen esasların Yüklenici tarafından yerine getirilmemesi durumunda, Yüklenici, İşveren’e 2.000.000TL (ikimilyonTürkLirası) cezai şart öder. Ancak bu cezai şartın ödenmesi

İşveren'in fesih ve tazminat haklarını ortadan kaldırmaz. Yüklenici ve Alt Yüklenici ile bunlar tarafından çalıştırılan tüm işçiler ve İşler'in yapımı için doğrudan veya dolaylı olarak Yüklenici veya Alt Yüklenicinin hizmet veya mal aldığı veya İş için çalıştırdıkları tüm üçüncü gerçek veya tüzel kişilerden kaynaklanabilecek veya sayılan kişilerin sebep olabileceği her türlü sorumluluk münhasıran Yüklenici'ye aittir.”

Bu maddede en büyük yaptırım olarak BIM Uygulama Planı'nda tariflenen esasların yüklenici tarafından yerine getirilmemesi durumunda yüklenicinin işverene 2.000.000TL cezai şart ödeyeceğinden bahsedilmiştir. Sözleşmede cezai şartlar genellikle yüzdeler dilimlerinden belirtilmektedir. Bu sayede ilgili sözleşmesel aykırılığın miktarına göre yüzdesel ceza oranı artmaktadır. Ancak işveren firma kısmi bir yaptırım yetkisi uygulamayacağını ifade etmek için sözleşmede net bir miktar kurgulamıştır. Bu sayede yüklenicinin, işverenin BIM'i uygulama konusundaki kararlılığını göreceği öngörülmüştür.

• BIM ile ilgili Gizlilik ve Fikri Mülkiyet

Son olarak ise 30.Madde kapsamında projede oluşturulacak BIM çıktılarının fikri mülkiyetinin tamamının işverene ait olacağından bahsedilmiştir. Bunun sebebi BIM'e ait yatırımın işveren bünyesinde korunması isteğidir. Sözleşmede ilgili bölüm aşağıdaki gibi yer almaktadır:

“Madde 30. Gizlilik ve Fikri Mülkiyet

Yüklenici (Yüklenici'nin personelleri, vekilleri, temsilcileri ve danışmanları dahil); Sözleşme, Şartnameler, Uygulamaya Esas Prensipler, Dökümanlar, 3D model ve ilgili bilgi ve dökümanlar başta olmak üzere tüm Ekler ve İşler ile ilgili her türlü detayı ve bilgiyi, yasal yükümlülükler ve İşveren tarafından önceden kamuya açıklanmış bilgiler hariç olmak üzere Sözleşme amaçları için zorunlu olmadıkça kimseye göstermeyecek, kimse ile paylaşmayacak, bunlarla ilgili kimseye bilgi vermeyecek ve bu gibi detayları, kendisi açısından önemli ya da önemsiz olmasına bakılmaksızın, hiçbir yerde ifşa etmeyecek, yayınlamayacak ve açıklamayacaktır. Yüklenici ayrıca, Alt Yükleniciler ile yapacağı sözleşmelere, Alt Yükleniciler'in (Alt Yükleniciler'in personelleri, vekilleri, temsilcileri ve danışmanları dahil) işbu maddenin şartlarına uymaları zorunluluğunu ekleyecektir.

Bu hükme aykırılık halinde Yüklenici; İşveren'in bu nedenle doğacak her türlü zararını, İşveren'in üçüncü gerçek veya tüzel kişilere ödemek zorunda kalacağı her

türlü tazminat ve cezai şartı da, İşveren'in ilk yazılı talebi üzerine, hiçbir itirazda bulunmaksızın derhal ve nakden tazmin etmekle yükümlüdür.

Yüklenici, Sözleşme uygulaması esnasında ve İşler'in ifasında kullanılan herhangi bir yonteme ait patent marka, tasarım, faydalı model, proje ve bunlarla sınırlı kalmamak üzere her türlü fikri mülkiyet haklarının ihlali halinde ortaya çıkabilecek tazminat, zarar veya benzeri durumlarda İşveren'i sorumluluk dışında tutacak her türlü önlemi alacaktır. Yüklenici, yukarıdaki yükümlülöklere aykırı davranışı sebebiyle İşveren'in diğerk kişi ya da kurumlara karşı ödemek zorunda kaldığı idari, adli ve hukuki cezalar dahil her türlü zararı ve ziyan tutarını İşveren'in, Yüklenici'ye göndereceğı ilk yazılı talebi üzerine nakden ve defaten tazmin edeceğini, kabul, beyan ve taahhüt eder.”

3.7.1.2 Yüklenici idari şartnamesinde BIM

İdari Şartname, inşa edilecek proje ile ilgili sözleşmeye bağlanan her türlü yapım işinin yapılması ve yürütülmesinde uygulanacak genel esasları içermektedir. Bu şartname; uygulama süreci boyunca kullanılacak fiziksel alanlar, gerekli insan ve makine kaynak ihtiyaçları ile işlerin gerçekleşmesi için yapılması gereken planlama, uygulama, onay ve kontrol süreçlerini kapsamaktadır.

İdari şartname içerisinde BIM Uygulama Planına atıflar yapılmıştır. Bu kapsamda ilk olarak 17.Madde olan “Uygulanacak BIM (Building Information Modelling) Süreci ve Kapsamı” maddesinde projedeki BIM süreci ile ilgili tüm bilgilerin BIM Uygulama Planı içerisinde tariflendiğı belirtilmiştir. İlgili madde aşağıdaki şekilde geçmektedir:

“C. Projeler

Madde 17. Uygulanacak BIM (Building Information Modelling) Süreci ve Kapsamı
Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) sistemi (BIM - Building Information Modeling), Proje'nin ayrılmaz bir parçası olarak ihale dokümanlarında tarif edilen kapsam ile uygulanacaktır.

17.1 BIM sisteminin, ihale dokümanlarında ve Sözleşme EK 27 olarak verilen BIM Uygulama Planı'nda tarif edilen kapsam, tarif ve hedefler ile uygulanması için gerekli nitelikte ekibin kurulması, Yüklenici'nin sorumluluğundadır.

Yüklenici, ihale eki dokümanlarında verilen BIM Uygulama Planı'nı, esaslarına uygun kalmak koşulu ile geliştirerek tamamlayacak ve gerekli ekleri ile birlikte ihale sonucunun açıklanmasını takip eden en geç 15 (onbeş) Gün içerisinde İşveren'in

onayına sunacaktır. Yüklenici'nin hazırlayacağı BIM Uygulama Planı, canlı bir doküman olup proje boyunca proje ihtiyaçlarına göre gelişmeye devam edecek, gerekli görülen durumlarda Yüklenici tarafından güncellenecek, İşveren'e onaya sunulacak ve ilgili ekipler ile son revizyonu paylaşılacaktır.

17.2 BIM süreçlerinin Proje'de kullanılmasının ana amaçları, tüm detayları ile BIM Uygulama Planı'nda tarif edildiği şekilde, dijital çakışma testleri ve koordinasyon, 4 boyutlu imalat simülasyonu yapılması, 2 boyutlu imalat projelerinin model üzerinden üretilmesi, keşif özeti pozları ile entegre bir şekilde metraj ve maliyet kontrollerinin yapılması ve işletme aşamasında kullanmaya hazır bir model geliştirilmesidir. Yüklenici, projede oluşabilecek tüm revizyonları da tarif edilen sistem dâhilinde yürütecektir. Yüklenici'nin modellerinde kullanacağı akıllı elemanların (family) bu hedeflere hem görsel, hem de bilgi olarak hitap ediyor olması gerekmektedir. BIM Uygulama planı ekinde yer alacak olan eleman matrisleri ile bu tariflerin doğru olarak yapılması ve onaylarının İşveren'den modellemeye başlamadan alınması Yüklenici'nin sorumluluğundadır.

BIM modeli, Yüklenici'nin sorumluluğunda bulunan ve BIM uygulama planında tarif edilen kapsam ve hedefler ile ilgili tüm uygulamalarda proje için bir öncül benzetim niteliği taşımalıdır. Bu amaçla Yüklenici bu konudaki gerekli ön hazırlıkları zamanında yaparak, disiplinler arası iletişim ve işbirliğini artırarak imalatta karşılaşılabilecek sorunları, çakışmaları önceden tespit edecek ve BIM sistemi dâhilinde çözerek, yine modelden üretilen dokümanlar ile sahada imalata başlayacaktır. BIM uygulama planında tarif edilen kapsam ve hedefler ile ilgili tüm süreçlerde, tüm disiplinlerin üreteceği ve/veya onaya sunacağı 2B imalat çizimleri, metraj çalışmaları ve benzeri proje belgelerinin tamamı BIM modelinden üretilmelidir. İstekliler'in teklif ile birlikte, BIM sistemi uygulamaları ile ilgili önerdiği organizasyonu, yaklaşımını, uygulayacağı metotları, tecrübelerini, varsa çalışmayı düşündüğü uzman altyüklenici ve/veya danışman bilgilerini detaylı bir şekilde paylaşması gerekmektedir.

Projede çalışan farklı disiplinler tarafından hazırlanan modeller ile bilgilerin tek bir ortak sayısal modelde toplanması ve her disiplinin yetkisi dâhilinde güncel bilgiye erişiminin sağlanması Yüklenici tarafından temin edilecektir. Projede görev alacak bütün disiplinler, uygulanacak BIM Sistemi hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Bu nedenle gerekli seviyede eğitimin verilmesi ve bütün disiplinlerin BIM Sistemi dâhilinde çalışmasının sağlanması Yüklenici'nin sorumluluğundadır. Aksi

belirtilmediği sürece proje kapsamında yer alacak bütün sistemlerin BIM süreçleri dâhilinde çalışması gerekeceğinden, Yüklenici tarafından görevlendirilen Alt Yüklenicilerin de BIM sistemine dâhil olmaları yine Yüklenici'nin sorumluluğundadır. Yüklenici'nin BIM süreçleri çerçevesinde çalışmak için gerekli altyapıya sahip olması, bünyesinde konu hakkında yeterli sayıda tecrübeli personel bulundurması, gerekli ön hazırlıkları zamanında ve projenin ihtiyaçlarına uygun olarak yapması ve ilgili belgeleri hazırlaması zorunludur. Yüklenici, proje süresince İşveren'nin onaylayacağı niteliklerde BIM Yöneticisi bulundurmak zorundadır. BIM sürecinde kullanılacak olan model elemanlarının görsel ve bilgi detay seviyesi, disiplin bazında kullanım amacına hizmet edecek seviyede hazırlanacaktır. Bu ön hazırlıklar BIM uygulama planı ekinde İşveren'e sunulacak ve onay alınacaktır.

İşveren'e sunulan model dosyalarında kullanılan akıllı elemanlar, kullanılan program için uygun içerik ve yapıya sahip olarak program altyapısında hazırlanmış olmalı, proje hedeflerine hizmet etmelidir ve hazırlanan orijinal formatında İşveren'e teslim edilmelidir.

BIM süreçlerinde tarif edilen toplantıların yapılması için gerekli büyüklükte toplantı odası ve gerekli bilgisayar, altyapı, donanım, yansıtım, internet ve yazılım imkânlarının temin edilmesi Yüklenici tarafından gerçekleştirilecektir.

17.3 İşveren bu proje için üretilen tüm model ve proje belgelerinin, özel simülasyon ve tesis verilerinin sahibidir ve bu dokümanları istediği yerde kullanabilir. Ancak Yüklenici herhangi bir veriyi (belge, model, render, vs.) 3. Şahıslarla paylaşmadan önce İşveren'den yazılı izin almak zorundadır. Yüklenici bunun için ek bir ücret talep edemez.”

Devamında idari şartnamenin D başlığı altında yer alan “Kontrol Organizasyonu” bölümünde proje kontrol sürecinde BIM ile ilgili uyulacak ve yerine getirilecek teknik ve idari şartların BIM Uygulama Planında sunulduğu belirtilmiştir. İlgili madde aşağıdaki gibi yer almaktadır:

“D. İşlerin Yönetimi, Denetlenmesi ve Kontrolü

Madde 21. Kontrol Organizasyonu

21.12. Proje kontrol sürecinde BIM ile ilgili uyulacak ve yerine getirilecek teknik ve idari şartlar, ilgili şartname ekinde, ihale dosyası Sözleşme EK 27 (BIM Uygulama Planı) dahilinde sunulmuştur.”

İdari şartnamede E bölümündeki 24.Madde’de yer alan “İş Programı” başlığında ise BIM ile ilgili projede kullanılacak programlar için BIM Uygulama planına yönlendirme yapılmıştır. Bu madde aşağıdaki gibi geçmektedir:

“E. İşin Yapılması

Madde 24. İş programı

24.1. İşveren tarafından ihale sonucunun açıklanmasını takip eden en geç 7 (yedi) Gün içinde;

Yüklenici, Master Proje Planı Sözleşme eki olacak şekilde hazırlayacaktır. Hazırlama ve takip için Primavera PM programı kullanılacaktır. Buna ek olarak gereken entegrasyon uygulama ve programları BIM ile ilgili şartname ekinde sunulmuştur. Teklif Şartnamesi eki olarak verilmiş olan şablon kullanılarak hazırlanacak Master Proje Planı, aylara göre yapılacak iş miktarlarını ve kaynak planlamasını gösterir bir nitelikte olacaktır.”

Son olarak projede görevlendirilecek yüklenici firma personeli için idari şartnamenin G başlığı altında BIM ile ilgili ön yeterlilikler sunulmuştur ve yine BIM Uygulama Planına atıfta bulunulmuştur. Bu ilgili bölüm tez çalışmasının 3.7.3 BIM aktör alanı başlığında ayrıca sunulmuştur.

3.7.2 BIM süreç alanı

BIM süreci boyunca tarafların sorumlulukları Çizelge 3.6’deki sorumluluk matrisinde tanımlanmıştır. Yüklenici, verilen sorumluluk matrisini, alt yüklenici sorumluluk tarifleri ile birlikte güncelleyecektir. Sorumluluk matrisi ile hedeflenen, seçilecek yüklenici firmayı BIM ile ilgili tüm süreçlere dahil edebilmektir. Bu sebeple matris içerisinde ana görevlerin hepsi yüklenici sorumluluğuna verilmiştir. Sadece 2D projelerin oluşturulması kapsamı işveren eliyle müellife yaptırıldığından kapsam işverende kalmıştır. Bir de bunların haricinde 3D modelden elde edilecek 2D çıktıların proje değerlendirmesine hem yüklenici hem de işveren ortak katkı sağlayacaktır.

Ayrıca BIM olgunlaşma sürecinde ekipler arası koordinasyonun sağlanması ve ekiplerin sürece dahil edilebilmesi için Çizelge 3.7’de geçen toplantı tipleri planlanmıştır.

Çizelge 3.6 : Yüklenici – işveren sorumluluk matrisi.

BIM KULLANIMLARI		SORUMLU	
		İŞVEREN (AND)	YÜKLENİCİ (xxx)
1	2B Tasarımın Oluşturulması	x	
2	Tasarımın Kontrolü		x
3	Modelin Oluşturulması		
1	Onaylı Uygulama Projeleri		x
2	Mevcut Durum Bilgi Toplama		x
1	1 Geleneksel Rölöve Tek.		x
2	2 Fotoğraflardan Bilgi Topl.		x
3	Modelin Hazırlanması		x
4	3B Koordinasyon		
1	BIM Modelleri		x
2	Çakışma Kontrolü		x
3	3B Koordinasyon		x
5	2B Pafta Üretimi ve Proje Değerlendirme		
1	Proje Dokümanları		x
2	BoQ'lar		x
3	Proje Değerlendirme	x	x
6	Maliyet Tahmini (5B)		
1	BIM Modelleri		x
2	Kodlama		x
3	MTO&QTO'ların Hazırlanması		x
4	Analiz ve Kontrol		x
7	4B İş Programı Entegrasyonu		
1	İş Programı - WBS		x
2	Kodlama		x
3	4B Çalışmaları		x
4	4B İş Programı Entegrasyonu		x
5	Analiz ve Kontrol		x
8	Kayıt Modellemesi		
1	BIM Modelleri		x
2	Güncel Veri Akışı		x
3	Model Güncelleme		x
4	Model Koordinasyon		x

Çizelge 3.7 : BIM ile ilgili proje toplantıları.

TOPLANTI TİPİ	SIKLIK	AÇIKLAMA
BIM Koordinasyon Toplantısı	Haftada Bir	Yüklenici ile kendi ekipleri arasında koordinasyon toplantıları yapılacaktır. (İşveren ve proje yönetimi katılabilir.)
Tasarım Koordinasyon Toplantısı	Haftada Bir	Yüklenici ile kendi ekipleri arasında tasarım revizyonlarının incelenmesi için yapılacaktır. (İşveren ve proje yönetimi katılabilir.)
BIM Süreç Toplantısı	Ayda Bir	İşveren ile BIM sürecinin değerlendirilmesinin yapıldığı toplantılar yapılacaktır.

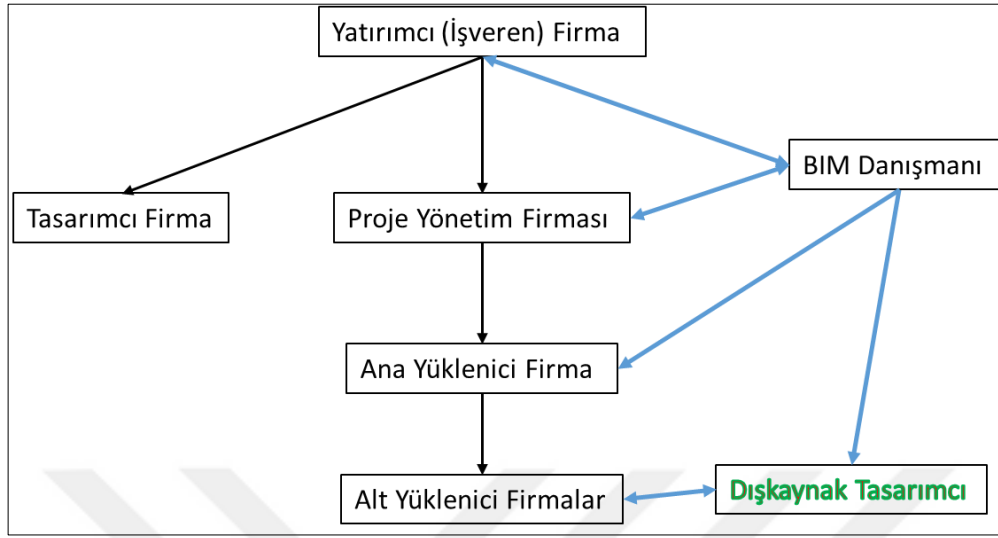
Proje kapsamında BIM üzerinden yapılacak olan planlama ve maliyet kontrol süreçleri için Boshyk ve Dilworth (2009)'un araştırmalarında uyguladığı “deneyimleyerek öğrenme” metodu ile ilerlenmiştir. Bu sebeple modelleme gereksinimleri ve gereken LOD seviyelerinin belirlenmesi disiplinler bazında yükleniciye bırakılmıştır. Yüklenici üretilecek olan modellemelerden yola çıkarak ihtiyacını daha net anlayacaktır. Bu sayede ihtiyacına yönelik LOD seviyelerini her disiplin için ayrı ayrı belirleyecek ve deneyimleyerek ilerleyecektir. Model dosya isimlendirmeleri ise BIM Uygulama Planında bahsedilen şablon üzerinden yine bu aşamada düzenlenecektir.

3.7.3 BIM aktör alanı

İlk projede yapılan SWOT analizinde aktör alanında belirtildiği üzere standart bir inşaat projesinde ilgili yetkinliğe sahip her görev alanından personel temin edebilmek mümkündür. Ancak işveren firma ihtiyaçlarından yola çıkılarak uygulanması planlanan BIM için projede çalışacak deneyimde aktörlerin bulunmasında zorluk yaşanmaktadır. Bu kapsamda mevcut proje organizasyonuna BIM danışmanı ve dışarıdan hizmet sunacak; mevcutta müellif tarafından hazırlanmış 2D uygulama projelerini 3D BIM modeline getirecek tasarımcı entegre edilecektir.

BIM danışmanının projedeki rolü; ihale öncesi BIM ihtiyaçlarının belirlenmesinde işverene destek sağlamak, ihtiyaçlara göre BIM dokümanlarını oluşturmak ve projenin yapım sürecinde organizasyonel anlamda başta yatırımcı firma olmak üzere, ana yüklenici ve danışmanlık firmalarına BIM süreç desteği sağlamaktır. Bölüm 2.4'te belirtilen BIS'in tanımladığı BIM Olgunluk seviyelerine göre mevcut aşama olan Aşama 1'den Aşama 2'ye kadar destek sağlayacaktır. Dışarıdan hizmet alınan tasarımcı ise BIM danışmanının kontrolünde ana yüklenici ve danışman firmalarla koordineli olarak çalışacak, Bölüm 2.4'te belirtilen BIS (2011)'in tanımladığı BIM Olgunluk seviyelerine göre Aşama 1- Aşama 2 arası geçiş sürecini sağlayacaktır. Projeye ait planlanan organizasyon yapısı Şekil 3.17'de sunulmuştur. Şekil 3.17 içerisinde mavi ile belirtilen organizasyonel ilişkiler mevcut organizasyon yapısına sonradan dahil olanlardır. BIM danışmanının sadece işveren firma ile sözleşmesi bulunmaktadır. Burada BIM danışmanı projede BIM'in uygulanabilmesi için tüm üst paydaş grubu ile iletişim halinde olacaktır. Organizasyonel koordinasyonun sağlanmasını BIM danışmanı yönetecektir. Ayrıca projenin yapım öncesi evresinde alt yüklenicilere 3D modelleme konusunda destek sağlayacak “dışkaynak tasarımcı” da

gerektiğinde hizmet verecektir. Dış kaynak tasarımcının hizmet bedeli işveren tarafından karşılanacaktır.



Şekil 3.17 : Proje için belirlenen organizasyon yapısı.

Aktör alanı içerisinde işveren firmada BIM süreçlerini yönetmesi için BIM yöneticisi belirlenecektir. Yüklenici firmada ise dizayn ofiste görev alacak olan tasarım ekiplerini yönetecek ve BIM koordinasyonunu sağlayacak en az 10 yıl tecrübeye sahip Dizayn ofis şefi ve onun altında BIM faaliyetlerini koordine edecek en az 5 yıl deneyimli ve konusunda uzman yüklenici BIM yöneticisi aktör olarak belirlenmiştir. Bu kapsam idari şartnamede aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

“G. Yüklenicinin Çalıştırdığı Personel

Madde 30. Şantiye Teknik Personeli

Yüklenici, Sözleşme konusu iş süresince aşağıdaki liste asgari olmak üzere tam zamanlı şantiye

teknik personelini istihdam edecektir. Alt yüklenici personeli bu listeye dahil olmayacaktır.

- * 1 Proje Müdürü (En az 20 yıl deneyimli)
- * 1 Şantiye Şefi (En az 15 yıl deneyimli)
- * 1 Teknik Ofis Şefi (En az 10 yıl deneyimli, benzer pozisyonda iki proje tecrübesine sahip)
- * 1 Dizayn Ofis Şefi (En az 10 yıl deneyimli, benzer pozisyonda iki proje tecrübesine sahip, BIM konusunda tecrübeli)

- * 2 Teknik Ofis personeli (Planlama, değer mühendisliği, metraj, hakediş, kesin hesap çalışmalarında tecrübeli, tercihen BIM ile ilgili bilgi ve tecrübeye sahip)
- * 1 Satınalma personeli (en az 3 yıl deneyimli, teknik ofis şefine raporlayacak)
- * 3 Dizayn Ofis personeli (İmalat izimleri, disiplin koordinasyon, bitmiş-iş projeleri için)(tercihen mimar ve tercihen BIM ile ilgili bilgi ve tecrübeye sahip)
- * 4 Saha uygulama personeli (mimar/iņřaat mühendisi)
- * 1 Yeşil Bina sertifikasyonu konusunda uzman süreç yöneticisi
- * 1 İş Güvenlik Uzmanı (Sertifika sahibi) (Bkz. İSG Prosedürü)
- * 1 Elektrik Mühendisi(En az 5 yıl deneyimli)
- * 1 Makine Mühendisi (En az 5 yıl deneyimli)
- * 1 Harita mühendisi (En az 10 yıl deneyimli)
- * 1 Topoğraf

Madde 31. BIM Sürecini Yürütecek Yüklenici Teknik Personeli

Proje kapsamında uygulanacak olan BIM sürecinde istihdam edilecek teknik personelin gereklilikleri ve şartları BIM ile ilgili yayınlanmış olan şartname ek dokümanında belirtilmiştir. İlgili dokümanda belirtilmiş olan teknik personel listesi, sayısı, gereklilikleri, görevleri ve sorumlulukları Madde 30'a ek olarak sağlanacaktır.”

3.7.4 BIM teknoloji alanı

BIM'in uygulanması için gereken teknolojik altyapı için kullanılacak yazılımlar BIM Uygulama Planında izelge 3.8'deki gibi belirtilmiştir.

Çizelge 3.8 : Projede kullanılacak yazılımlar.

BIM KULLANIMI	DİSİPLİN	YAZILIM	VERSİYON
BIM Model retimi	Tüm Disiplinler	Autodesk Revit	2018
Koordinasyon	Tüm Disiplinler	Autodesk Navisworks	2018
İş Programı	Planlama	Primavera PM	

İkinci proje kapsamında incelenmiş olan BIM olgunlaşma alanları ile birlikte işveren firmanın BIM'i benimseme sürecine ait planı ve uygulamaları detaylandırılarak

aktarılmıştır. Mevcut varılan noktada ikinci proje için tüm BIM alt yapısı ihale evresinden önce hazırlanmış ve organizasyon düzeni kurulmuştur. Bu aşamadan sonra işveren, proje için hazırlanan bu plana sadık kalarak ilerleyişini sürdürmektedir.



4. SONUÇ

Çalışma kapsamında BIM kullanımının yaygınlaşmadığı ülkelerde faaliyet yürüten işveren firmalarda BIM'in benimsenmesi için edinilmiş ders kaynağı sunmak hedeflenmiştir. Bu kaynağı sunmak için öncelikli olarak ilk projeye ait veriler ve organizasyon incelenmiştir. İlk projede analiz edilen verilerden yola çıkarak projede yaşanan problemler tespit edilmiş ve değerlendirilmiştir. Proje sürecinde imalat çizimlerinde yoğunluk ve gecikmeler, kesin metrajların alınamaması, projeye bağlı hatalı imalatlar ve tasarıma dayalı maliyet sapmaları en büyük problemler olarak görülmüştür. Burdan yola çıkarak BIM'in yeni projelerde benimsenmesi ile birlikte bu problemlere çözüm hedeflenmiştir.

Vaka çalışması kapsamında ilk projeden elde edilen deneyimler ile birlikte ikinci projenin süreci BIM dahil edilerek kurgulanmıştır. Yapılan vaka incelemesi işveren firmaların BIM'i benimsemesi için aslen organizasyondaki tüm paydaşların sürece dâhil olması ve aktif görev yapması gerekliliğini göstermektedir. Bundan dolayı çalışma sadece işveren firmaların değil BIM deneyimi olmayan diğer paydaşların da benimsenme sürecine katkı sunması hedefi ile oluşturulmuştur. Bu kapsamda yapılan analizler, projelere ait tasarım, ihale ve yapım evreleri ilgili paydaşlarla ilişkilendirilerek sunulmuştur.

Tasarım evresi müellif firmalar için incelenmiştir. SWOT analizinin çıktılarına bakıldığında henüz projenin tasarım aşamasında müellif firmaların yaşadığı zaman ve kalite problemleri öncelikli olarak BIM'in benimsenmesi adına önemli bir bariyer unsur oluşturmaktadır. Müellif firmaların BIM uygulanmadan yapılan geleneksel 2D projeleri ve dokümanları bile eksik ve geç teslim etmesi hedeflenen süreci en başından sekteye uğratmaktadır. Tasarım firmalarının tek başına başka bir firmaya transfer edilemeyecek bir süreci yürütüyor olması sebebiyle işveren firmalar tasarım sürecinin içerisinde başka alternatif bir firmaya geçiş sağlayamamaktadır. Bu durum da işverenin yaptırım konusunda etkisizleşmesine sebep olabilmektedir. Bundan dolayı tasarım firmalarına olan sözleşmesel yaptırımlar yüklenicilere uygulananlar kadar etkili olamamaktadır. Yapılan uygulama kapsamında 2D uygulama projelerini üreten

müellifler 3D BIM projelerin oluşturulmasına ait kapsamın dışında tutulmuştur. Ayrıca süreci kontrol altında tutabilmek adına hibrit bir yöntem ile ilerlenmiştir. Bu sayede hem ihale öncesi hem de yapım evresindeki BIM süreci müellifler dâhil edilmeden planlanmıştır.

İhale evresi yüklenici firmalar kapsamında incelenmiştir. İhaleye katılan yüklenici firmalarda BIM konusunda yeterli deneyim ve isteklilik bulunmamaktadır. Bundan dolayı işveren oluşturulan BIM Uygulama Planı, idari şartname ve sözleşme metinlerinde BIM sürecini en baştan tanımlamış ve BIM'in yüklenici firmalar tarafından belirtilen niteliklerde uygulanabilmesi için caydırıcı maddeler de eklemiştir. Yüklenici firmanın BIM'in benimsenmesi ve uygulanması konusunda aktif görev alması ve BIM süreçlerine ait organizasyonu sağlaması gerekmektedir.

Yapım evresi alt yüklenici firmalar kapsamında incelenmiştir. Alt yüklenici firmalar 3D proje detaylarının oluşturulmasına bizzat destek sağlayacak ve 3D modelden 2D çıktılar alıp sahadaki uygulama çalışmalarını yürütecektir. Ayrıca BIM için düşünülen hibrit model kapsamında eğer zorunlu olarak ihtiyaç duyulursa 2D proje kullanımı gereken disiplinlerde sağlanabilecektir. Bu kapsamda alt yüklenici firmaların, yapım sürecinin başlaması ile birlikte ilgili iş kalemlerine ait 2D'den 3D'ye geçiş süreçlerine destek vermeleri ve 3D modeldeki ihtiyaçları belirtmeleri gerekmektedir. Bu sürecin verimli bir şekilde işlemesi adına alt yüklenici firma ihalelerinin hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Burada açıkta kalan konu ise alt yüklenici firmalarda bu süreçlere destek sağlayacak nitelikli personelin bulunması konusudur.

İşveren firma proje yönetim firması ve BIM danışmanı ile birlikte BIM'in yürütülmesi konusunda organizasyona yol göstermiştir. Yapım faaliyetlerini yürüten alt yüklenici ve yüklenici firmaların dışarıdan alınacak 3D model tasarım hizmeti ile birlikte BIM konusunda işlevsel bir mekanizma oluşturması planlanmıştır. Bu mekanizma içerisinde işveren firma ana yürütücü görevini yukarıdan aşağı yaklaşım ile üstlenmektedir. İşveren firmalar özelinde vaka incelemesi önemli edinilmiş dersler sunmaktadır. Bu kapsamda işveren firmalar için aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

- İşveren firma sözleşme ve ihale dokümanlarına BIM'i ihtiyaçları doğrultusunda entegre etmelidir.
- İşveren firma yukarıdan aşağı bir yaklaşım ile BIM konusunda kararlı bir duruş sergileyebilir.

- BIM'in benimsenmesi ve kullanımı için tasarım ve ihale süreçlerine ağırlık verilmelidir.
- İşveren BIM ihtiyaçlarını belirlerken tüm departmanların katılımı önemlidir.
- Dışarıdan alınacak BIM danışmanlık hizmeti benimsenme sürecine organizasyonel yapının oluşturulması açısından katkı sağlayacaktır.
- BIM'in kurgulanacağı ilk projede BIM konusunda deneyimli paydaşlar ile çalışmak süreci kolaylaştıracaktır.
- Hibrit benimsenme modeli sürece yeni girecek firmalar için esnek ve riskleri azaltan bir yapı sağlayacaktır.
- Tasarım faaliyetlerini kendi yürütmeyen işveren firmalar BIM modellemesi için harici tasarım organizasyonu kurmalıdır.

İşveren için BIM'in olgunlaşmaya başladığı ikinci projenin çıktıları ile birlikte bir dahaki projeye ait BIM kurgusu için önemli bir alt yapı elde edilecek ve ikinci iterasyon süreci başlayacaktır. İkinci projenin sonunda işveren firmaya ait bahsedilen ihtiyaçların sonuç model üzerinden karşılanması planlanmıştır. Hedeflenen her ihtiyaca yönelik çözüm üretilmese de neden üretilmediği ile ilgili gelecek projeler için önemli çıktılar elde edilmiş olacaktır.

BIM'in henüz olgunlaşmadığı bir ülke örneği olan Türkiye'deki geleneksel organizasyon yapısının yurtdışında BIM'in olgunlaştığı gelişmiş ülkelere göre BIM alanları bazında zayıf kaldığı görülmektedir. BIM'in olgunlaşma aşamalarını tamamladığı ülkelerde BIM için gereken 3D tasarım ve dokümantasyon süreci müellifler tarafından sorunsuz bir şekilde tamamlanmaktadır. Bunu sağlayan temel unsurların başında ise gelişmiş ülkelerde inşaat projelerinin tasarım aşamasının süresel olarak Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelere göre çok daha uzun olmasıdır. Bu sayede işveren firmalar tüm dokümanlar ve tasarımlar hazır bir şekilde ihaleye çıkmakta ve proje organizasyonu için tüm kapsamı ihale öncesinde net bir şekilde çizebilmektedir.

Araştırma BIM'in henüz olgunlaşma aşamalarının başında olduğu ülkelere bir örnek oluşturmuştur. Gelişmekte olan ülkeler için işveren firmalarda hibrit yöntem ile kurgulanan sürecin literatüre önemli bir kaynak oluşturması hedeflenmiştir.

Literatür araştırmasında tespit edilen boşluk çalışma kapsamında aşağıdaki gibi doldurulmuştur:

1. İşveren firmaların BIM'i benimsemesinde projenin ihale ve yapım öncesi aşamaları incelenmiş ve sunulmuştur. Literatürdeki diğer çalışmalarda BIM'in benimsenmesinde projelerin tasarım aşamasına odaklanılmıştır.
2. İşveren firmaların yapım ve işletme süreçlerine ait ihtiyaçların tek vaka incelemesi içinde belirlendiği bir çalışma sunulmuştur. Literatürdeki diğer çalışmalarda ise sadece yapım veya işletme süreçlerine odaklanıldığı görülmüştür.
3. Hibrit BIM benimsenme modeli kapsamında işveren firmalar açısından inceleme yapılmıştır. Literatürdeki diğer çalışmalarda hibrit BIM benimsenme modelinde yüklenici firmalara veya sektör genelindeki hibrit çalışmalara odaklanıldığı görülmektedir.
4. Çalışma kapsamında vaka incelemesi konut projesi üzerinden ele alınmıştır. Bu yönü ile BIM'in benimsenme sürecini geliştirmekte olan ülkelerde konut projesi üzerinden inceleyen bir vaka çalışmasına rastlanmamıştır.

Bu yönleriyle çalışma literatür için konut, işveren, hibrit tanımları üzerinden BIM'in benimsenme sürecini vaka incelemesi ile ele alarak katkı sağlamaktadır.

Gelecekte vaka incelemesi üzerinden yapılacak olan işveren BIM benimsenme araştırmaları bu tez çalışmasının devamı niteliğinde olup benimsenme sürecinin gelecek aşamaları üzerinden literatüre katkı sağlayabilecektir. Bu sayede BIM'in kullanımında işverenin ihtiyaçları hangi ölçüde giderildi sorusu da yanıtlanmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- ACE (Alliance for Construction Excellence)** (2008). An Introduction and Best Methods Approach
- AIA (American Institute of Architects)** (2008). Document E202 – 2008 Building Information Modelling Protocol, 3 sürüm.
- Anderson A., Marsters A., Dossick C., Neff G.** (2012). Construction to Operations Exchange: Challenges of Implementing COBie and BIM in a Large Owner Organization
- Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C. ve O'Reilly, K.** (2011). Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice, *Automation in Construction*, 20(2), 189–195, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580510001457>, building Information Modeling and Changing Construction Practices.
- Autodesk,** (2015). A Framework fo Implementing a BIM Business Transformation, Whitepaper).
- Azhar, S.** (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry, *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252.
- Azhar, S., Nadeem, A., Mok, j. ve Leung, B.** (2008). Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects.
- Becerik-Gerber, B. ve Rice, S.** (2010). The perceived value of building information modeling in the U.S. building industry, *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 15, 1874–4753.
- Becerik-Gerber, Farrokh Jazizadeh, Kihong Ku** (2012). BIM-Enabled Virtual and Collaborative Construction Engineering and Management
- Bédard, K.** (2006). La construction de modèles géologiques 3D à l'ère de la normalisation.
- Bernstein, P. G.** (2004). Adoption of the Building Information Modeling (BIM) for Construction Project Effectiveness: The Review of BIM Benefits
- Bew M. ve Richards M.,** (2008). Bew-Richards BIM Maturity Model.
- BIM Industry Working Group,** (2011). A report for the Government Construction Client Group Building Information Modelling (BIM), **Teknik Rapor,** UK department of Business Innovations and Skills (BIS), Department of Business, Innovation and Skills (BIS).
- BIMgenius,** (2018). Türkiye BIM Raporu – 24 Aralık 2018

- Bogdan, R. ve Biklen, S.** (1998). Qualitative research for education: an introduction to theory and methods, Allyn and Bacon, <https://books.google.com.tr/books?id=1B4mAQAIAAJ>.
- Boryslawski, M.** (2006). *Building Owners Driving BIM: The Letterman Digital Arts CENTER Story*, AECBytes.
- Boshyk ve Dilworth** (2009). Action Learning: History and Evolution
- Bourner, T.** (2011). Action learning: History and evolution, *Action Learning: Research and Practice*, 8, 174–178.
- Brad Hardin, D.M.** (2009). *BIM and Construction Management Proven Tools, Methods and Workflows*, Wiley, Canada, 2 sürüm.
- Buildecon** (2012). Turkey Construction Market Report
- BuildingSmart** (2010). Productivity In The Buildings Network: Assessing The Impacts Of Building Information Model, **Teknik Rapor**, The Allen Consulting Group, Sydney.
- Cavka, H.B., Staub-French, S. ve Poirier, E.A.,** (2017). Developing owner information requirements for BIM-enabled project delivery and asset management, *Automation in Construction*, 83, 169 – 183, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580517307227>
- Chao-Duivis, M.** (2009). Legal Implications of Working with BIM Instituut voor Bouwrecht, *Tijdschrift voor Bouwrecht* nr. 3
- Cheng, J. ve Lu, Q.** (2015). A Review of the Efforts and Roles of the Public Sector for BIM Adoption Worldwide, *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 20, 442–478.
- Christensen, S., Mcnamara, J. ve O’Shea, K.** (2007). Legal and Contracting Issues in Electronic Project Administration in the Construction Industry, *Structural Survey*, 25.
- Coates, S., Arayici, Y., Koskela, K., Kagioglou, M. ve Usher, C.** (2010). The key performance indicators of the BIM implementation process.
- Coghlan ve Brannick** (2001). Doing Action Research in Your Own Organization
- Crotty, R.** (2012). The Impact of Building Information Modeling. Transforming Construction, *The Impact of Building Information Modelling: Transform- ing Construction*, 1–216.
- Davies K.** (2017a). Making friends with Frankenstein: hybrid practice in BIM
- Davies K.** (2017b). A REVIEW OF SPECIALIST ROLE DEFINITIONS IN BIM GUIDES AND STANDARDS
- Donya M.** (2016). Exploring the Adoption of BIM in the UAE construction industry for AEC firms
- Eadie, R., Odeyinka, H., Browne, M., Mckeown, C. ve Yohanis, M.** (2014). Building Information Modelling Adoption: An Analysis of the Barriers to Implementation, *Journal of Engineering and Architecture*, 2, 77–101.
- Eastman, C. Teicholz, P., Sacks, R. ve Liston, K.** (2008). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, Wiley Publishing.

- Efficiency and Reform Group** (2011). Government Construction Strategy, **Teknik Rapor**, Cabinet Office.
- Erdogan, B., Anumba, C.J., Bouchlaghem, D. ve Nielsen, Y.** (2014). Collaboration Environments for Construction: Management of Organizational Changes, *Journal of Management in Engineering*, 30(3), 04014002.
- Furneaux, C. ve Kivvits, R.** (2008). BIM – implications for government CRC for Construction Innovation, **Teknik Rapor**, CRC for Construction Innovation, Brisbane.
- Gaddie, S.** (2003). Enterprise programme management: Connecting strategic planning to project delivery, *Journal of Facilities Management*, 2, 177–191.
- Ghassan Aouad, Song Wu, A.L.** (2006). nDimensional Modeling Technology: Past, Present, and Future, *JOURNAL OF COMPUTING IN CIVIL ENGINEERING*, 20(3), 151–153.
- Giel, B.K. ve Issa, R.R.A.** (2013). Return on Investment Analysis of Using Building Information Modeling in Construction, *Journal of Computing in Civil Engineering*, 27(5), 511–521.
- Gledson, B.** (2016). Hybrid project delivery processes observed in constructor BIM innovation adoption, *Construction Innovation*, 16.
- GONCHAR, J.** (2006). To architects, building information modeling is still primarily a visualization tool: Architects surveyed on building information modeling. *Architectural Record* 194,158.
- Graham Cagney, A.** (2015). Doing action research in your own organization, *Action Learning: Research and Practice*, 12, 1–5.
- Hattab, M.A. ve Hamzeh, F.** (2015). Using social network theory and simulation to compare traditional versus BIM–lean practice for design error management, *Automation in Construction*, 52, 59–69, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580515000333>.
- Howard, R. ve Björk, B.C.** (2008). Building information modelling – Experts’ views on standardisation and industry deployment, *Advanced Engineering Informatics*, 22(2), 271 – 280, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474034607000201> , network methods in engineering.
- Jernigan, F.** (2008). Big BIM, Little Bim: The Practical Approach to Building Information Modeling: Integrated Practice Done the Right Way!, 4Site Press, <https://books.google.com.tr/books?id=-ajbGQAACAAJ>.
- Jordani, D.** (2008). BIM: A Healthy Disruption to a Fragmented and Broken Process, *Journal of Building Information Modeling*.
- Joseph J.** ,(2011). BIM Titles and Job Description : How Do They Fit in Your Organizational Structure?, Autodesk University Speaker.
- Jung, Y. ve Joo, M.** (2011). Building information modelling (BIM) framework for practical implementation, *Automation in Construction*, 20(2), 126–133,<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580510001391>, building Information Modeling and Changing Construction Practices.

- Kalay, Y.E.** (2006). The impact of information technology on design methods, products and practices, *Design Studies*, 27, 357–380.
- Kassem, M., Iqbal, N., Kelly, G., Lockley, S. ve Dawood, N.** (2014). Building information modelling: Protocols for collaborative design processes, *Journal of Information Technology in Construction*, 19, 126–149.
- Lambert, P.** (2007). GSA BIM Guide Series, BIM Guide Overview, **Teknik Rapor 2**, U.S. General Services Administration Public Buildings Service Office of the Chief Architect, Washington, DC.
- Lee, G., Park, H.K. ve Won, J.** (2012). D3 City project — Economic impact of BIM-assisted design validation, *Automation in Construction*, 22, 577 – 586, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580511002287>, planning Future Cities-Selected papers from the 2010 eCAADe Conference.
- Linderoth, H.C.** (2010). Understanding adoption and use of BIM as the creation of actor networks, *Automation in Construction*, 19(1), 66–72, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580509001289>.
- Mayo, G., Giel, B. ve Issa, R.** (2012). BIM Use and Requirements among Building Owners, s.349–356.
- McGraw Hill Construction** (2009). Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity, **Teknik Rapor**, McGraw Hill Construction, SmartMarket Report.
- McGraw Hill Construction** (2014). The business value of BIM for Construction in Major Global Markets: How Contractors Around the World Are Driving Innovation With Building Information Modeling, **Teknik Rapor**, McGraw Hill Construction, SmartMarket Report.
- Mehran, D.** (2016). Exploring the Adoption of BIM in the UAE Construction Industry for AEC Firms, *Procedia Engineering*, 145, 1110–1118.
- Mihindu, D. ve Arayici, Y.** (2008). Digital Construction through BIM Systems will Drive the Re-engineering of Construction Business Practices, s.29–34.
- Mordue, S., Swaddle, P. ve Philp, D.** (2016). *Building Information Modeling For Dummies*, Wiley, <https://books.google.com.tr/books?id=ffmlCgAAQB-AJ>.
- National Institute of Building Sciences**, (2012). National BIM Standards, **Teknik Rapor 2**, National Institute of Building Sciences buildingSMART alliance.
- National Institute of Building Sciences**, (2017). National BIM Guide for Owners, **Teknik Rapor**, National Institute of BUILDING SCIENCES.
- NIBS (National Institute of Building Sciences)** (2007). “The National Building Information Model Standard”https://buildinginformationmanagement.files.wordpress.com/2011/06/nbimsv1_p1.pdf, Erişim: 12.10.2018
- Öktem S.**, (2016). Kitap: BIM’E GEÇİŞ SÜRECİNİN ORGANİZASYONEL VE OPERASYONEL ÇERÇEVESİ

- Olatunji, O.** (2011). A preliminary review on the legal implications of BIM and model ownership, *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 16, 687–696.
- Özorhon B.** (2018). Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) Kitap 1. Baskı
- Özorhon, B., K.U.** (2017). Critical Success Factors of Building Information Modeling Implementation, *Journal of Management in Engineering*, 33(3).
- PAS 1192:2** (2013). Specification for Information Management for the Capital /Delivery Phase of Construction Projects Using Building Information Modelling, **Teknik Rapor**, British Standards Institution, London, UK.
- Penn State CIC**, (2011). BIM Project Execution Planning Guide and Templates - Version 2.1 BIM Project Execution Planning, CIC Research Group, Department of Architectural Engineering, The Pennsylvania State University.
- Porwal, A. ve Hewage, K.N.** (2013). Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects, *Automation in Construction*, 31, 204 – 214, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580512002439>.
- Race, S.** (2012). *BIM Demystified*, RIBA Publishing, London, 1 sürüm.
- Reus-Smit, C., Snidal, D., Bennett, A. ve Elman, C.,** (2010). Case Study Methods.
- RICS** (2014). *International BIM implementation guide*, RICS (Royal Institution of Chartered Surveyors), London, UK, 1 sürüm.
- Rowlinson, S., Tuuli, M. ve Collins, R.** (2009). BIM and design and construction integration - the role of relationship management as the catalyst, https://repository.lboro.ac.uk/articles/BIM_and_design_and_construction_integration_the_role_of_relationship_management_as_the_catalyst/9432536.
- Sackey, E.** (2014). A Sociotechnical Systems Analysis of Building Information Modelling (STSaBIM) Implementation in Construction Organisations, *Doktora Tezi*, Loughborough University.
- Shelley G.** (2003). Enterprise programme management: Connecting strategic planning to project delivery
- Smith, D. ve Tardif, M.** (2009). *Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers*.
- Succar, B.** (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders, *Automation in Construction*, 18(3), 357 – 375, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580508001568>.
- Taylor, J. ve Bernstein, P.** (2009). Paradigm Trajectories of Building Information Modeling Practice in Project Networks, *Journal of Management in Engineering - J MANAGE ENG*, 25.
- Thomson, D.B. ve Miner, R.G.,** (2010). Building Information Modeling - BIM: Contractual Risks are Changing with Technology, Aepronet, Winter Park, FL.

- Udom, K.**, (2009). BIM: mapping out the legal issues, NBS, Newcastle, 3 sürüm.
- UK Department of Business Innovations (BIS)** (2011). BIM Working Party Strategy Report, Teknik Rapor, UK department of Business Innovations and Skills (BIS), Department of Business, Innovation and Skills (BIS).
- Watson, A.**, (2008). BIM – A driver for change, Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, Nottingham University Press.
- Yan, H. ve Demian, P.** (2008). Benefits and barriers of building information modelling, https://repository.lboro.ac.uk/articles/Benefits_and_barriers_of_building_information_modelling/9437141.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H.** (2008). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri, Seçkin, <https://books.google.com.tr/books?id=14k-SgAACAAJ>.
- Yin, R.** (2003). Case Study Research: Design and Methods, Applied Social Research Methods, SAGE Publications, <https://books.google.com.tr/books?id=FzawIAdilHkC>.

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Alper KUTLU
Doğum Tarihi ve Yeri : 18/02/1993 - İstanbul
E-posta : alper938@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2015, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : 2019, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yapı İşletmesi Anabilim Dalı, Yapı İşletmesi Programı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2015 – 2017 Acarlar Şirketler Topluluğu – Acarblu ve AcarVerde Projeleri – Saha Mühendisi
- 2017 – [...] Anadolu Grubu – AND Gayrimenkul – Planlama Mühendisi
- 2017 – [...] Udemy / insaatdoktoru.com – Türkiye'nin En Çok Satan İnşaat Mühendisliği Eğitimleri Platformunun Kurucusu

