

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ULUSLARARASI İNŞAAT PROJELERİNDE YAPI BİLGİ MODELLEMESİ
İLE İHALE SÜREÇLERİNİN YÖNETİMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Osman TAŞTEKİN

Gayrimenkul Geliştirme Anabilim Dalı

Gayrimenkul Geliştirme Programı

HAZİRAN 2019

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ULUSLARARASI İNŞAAT PROJELERİNDE YAPI BİLGİ MODELLEMESİ
İLE İHALE SÜREÇLERİNİN YÖNETİMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Osman TAŞTEKİN
(516121010)**

Gayrimenkul Geliştirme Anabilim Dalı

Gayrimenkul Geliştirme Programı

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Alattin KANOĞLU

HAZİRAN 2019

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 516121010 numaralı Yüksek Lisans / Doktora Öğrencisi Osman TAŞTEKİN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "ULUSLARARASI İNŞAAT PROJELERİNDE YAPI BİLGİ MODELLEMESİ İLE İHALE SÜREÇLERİNİN YÖNETİMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

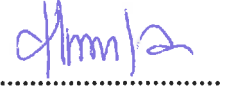
Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Alaattin KANOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi



Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Begüm SERTYEŞİLİŞİK**
İstanbul Teknik Üniversitesi



Doç. Dr. Almula KÖKSAL IŞIKKAYA
Yıldız Teknik Üniversitesi



Teslim Tarihi : 3 Mayıs 2019
Savunma Tarihi : 11 Haziran 2019





Hayatıma dokunan herkese,



ÖNSÖZ

Hazırlamış olduğum bu tez çalışmasında desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof.Dr. Alaattin KANOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Tezin hazırlanış sürecinde desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen, her konuda yanımda olan kıymetli dostum Uğur YAVUZ'a teşekkürü bir borç bilirim. Bugünlere gelmemde emeği olan başta annem ve babam olmak üzere sevgili aileme hürmetlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Mayıs, 2019

Osman TAŞTEKİN
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 Tezin Amacı	2
1.2 Araştırma yöntemi	2
1.3 Tezin İçeriği	3
2. İHALE KAVRAMI VE İHALE SÜREÇLERİ	5
2.1 İhale Kavramı	5
2.2 İhale Çeşitleri	5
2.2.1 Yüklenici teklifinin sunuş şekline göre ihale çeşitleri	6
2.2.1.1 Açık ihale usulü	6
2.2.1.2 Belli istekliler arasında ihale usulü	6
2.2.1.3 Pazarlık usulü	6
2.2.2 Teklif bedeline ve ödenme şekline göre ihale çeşitleri	7
2.2.2.1 Birim fiyat usulü	7
2.2.2.2 Anahtar teslim usulü	7
2.2.2.3 Maliyet + Kar usulü	7
2.3 İhale Süreçleri	7
2.3.1 İdare açısından ihale süreçleri ve yönetimi	8
2.3.2 İstekli açısından ihale süreçleri ve yönetimi	8
2.4 Teklifin Hazırlanma Süreci	10
2.5 Teklif Fiyatlandırma Stratejileri	11
2.6 Teklifin Fiyatlandırılması	11
2.7 Proje Maliyetlerindeki Riskler	13
2.8 Çevresel Faktörler	14
3. YAPI BİLGİ MODELLEMESİ (BIM) KAVRAMI VE SÜREÇLERİ	17
3.1 BIM Kavramı	17
3.2 BIM Kullanımının Faydaları	18
3.3 BIM Tasarım Süreçleri	20
3.3.1 Yapım öncesi BIM'in kullanımı	21
3.3.2 Yapım sürecinde BIM'in kullanımı	21
3.3.3 Yapım sonrası süreçte BIM Kullanımı	22
3.4 BIM Olgunluk Seviyeleri	23
3.4.1 Düzey 0 olgunluk seviyesi	23
3.4.2 Düzey 1 olgunluk seviyesi	23

3.4.3 Düzey 2 olgunluk seviyesi	24
3.4.4 Düzey 3 olgunluk seviyesi	24
3.5 BIM Kullanım Boyutları	25
3.5.1 3 Boyutlu BIM (3D BIM)	25
3.5.2 4 Boyutlu BIM (4D BIM)	25
3.5.3 5 Boyutlu BIM (5D BIM)	26
3.5.4 6 ve 7 Boyutlu BIM (6D BIM ve 7D BIM)	26
3.6 BIM Kullanımında Detay Seviyeleri	26
4. İHALE SÜREÇLERİNDE BIM KULLANIMI	29
4.1 İdarenin İhale Süreçlerinde BIM Faaliyetleri	29
4.2 İsteklinin İhale Süreçlerinde BIM Faaliyetleri	30
5. ÖRNEK VAKA İNCELEMESİ	33
5.1 İhale Bilgileri	34
5.2 Proje Bilgileri	34
5.3 İhale Süreçleri	35
5.4 İhale Süreçlerinde BIM Kullanımı	35
5.4.1 Projeye Hazırlık Aşaması	36
5.4.2 Projenin İncelenmesi	36
5.4.3 Keşif tablolarının (BOQ) oluşturulması	37
5.4.4 Fiyatlandırma aşaması	39
5.4.5 İş programının oluşturulması	40
5.4.6 Nakit akış tablolarının oluşturulması	43
5.4.7 Diğer teklif ekleri ve dökümanlarının hazırlanması ve teklifin teslimi	44
5.5 Araştırma Bulguları	44
5.6 Mülakat Bulguları	45
6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	49
6.1 Değerlendirme	49
6.2 Sonuçlar	50
KAYNAKLAR	55
EKLER	63
ÖZGEÇMİŞ	77

KISALTMALAR

AIA	: Amerikan Mimarlar Birliđi
BIM	: Yapı Bilgi Modellemesi
CAD	: Bilgisayar Destekli Çizim
CIM	: Yapım Bilgi Modellemesi
DIM	: Tasarım Bilgi Modellemesi
PIM	: Proje Bilgi Modellemesi
PLIM	: Proje Yaşam Döngüsü Bilgi Modellemesi
nBIM	: Çok Boyutlu BIM
3D BIM	: 3 Boyutlu BIM
4D BIM	: 4 Boyutlu BIM
5D BIM	: 5 Boyutlu BIM
MPPA	: Yıllık Milyon Yolcu Sayısı



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : Tezin amaç ve yöntemi.....	3
Çizelge 3.1 : BIM detay seviyeleri (BIMForum 2017'den uyarlanmıştır).....	27
Çizelge 4.1 : BIM faaliyetleri (Azhar ve diğ., 2011'den uyarlanmıştır).	29
Çizelge 5.1 : Proje alanları.....	34
Çizelge 5.2 : Modelden alınan miktarlar.	38
Çizelge 5.3 : 3D Model'den alınan proje ana kalemleri ve miktarları.	39
Çizelge 5.4 : Kalıp işleri keşif çizelgesi (BOQ).	39



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Tezin içeriği.....	3
Şekil 2.1 : Teklifin sunuş ve teklif bedeline göre ihale türleri (Çiçek, 2009'dan uyarlanmıştır).....	6
Şekil 2.2 : İhale süreçleri (Bozkurt, 2009'dan uyarlanmıştır).	8
Şekil 2.3 : Teklif stratejisi akış şeması (Bağ, 2008'den uyarlanmıştır).....	10
Şekil 2.4 : Teklif hazırlama süreci (Tuncan ve diğ, 2005'ten uyarlanmıştır).....	10
Şekil 2.5 : Teklif fiyatının açılımı (Uysalol, 2011'den uyarlanmıştır).....	13
Şekil 3.1 : BIM kavramı (Azhar ve diğ., 2012'den uyarlanmıştır).....	17
Şekil 3.2 : BIM kullanım süreçleri (Eastman ve diğ., 2011'den uyarlanmıştır).....	18
Şekil 3.3 : Proje yaşam döngüsü boyunca BIM'in kullanımı (BIM Project Execution Book 2007'den uyarlanmıştır).	20
Şekil 3.4 : Bew-Richards BIM olgunluk diyagramı (Sinclair, 2012'den uyarlanmıştır).	23
Şekil 3.5 : Düzey 3 olgunluk seviyesi ve proje yaşam döngüsü (Matejka ve Tomek, 2017'den uyarlanmıştır).....	24
Şekil 3.6 : BIM kullanımı boyutları (URL-1'den uyarlanmıştır. Erişim tarihi: 25/04/2019).....	25
Şekil 3.7 : BIM boyutları (Dallasega ve diğ., 2015'den uyarlanmıştır).	26
Şekil 4.1 : Model ve iş programı entegrasyonu.	31
Şekil 5.1 : T2 terminal binası genel yerleşimi.	33
Şekil 5.2 : Örnek vaka yüklenici açısından ihale süreçleri.....	35
Şekil 5.3 : Süreçlere göre BIM kullanımı ve boyutları.....	36
Şekil 5.4 : Modelden örnek bir kesit.....	37
Şekil 5.5 : Strüktürel yapı elemanlarının modelde filtrelenmesi.	37
Şekil 5.6 : Tekil betonarme kolon metrajı.	38
Şekil 5.7 : 2. Çeyrek sonunda mevcut inşaat durumu planı.....	41
Şekil 5.8 : 5. Çeyrek sonunda mevcut inşaat durumu planı.....	42
Şekil 5.9 : 8. Çeyrek sonunda mevcut inşaat durumu planı.....	42
Şekil 5.10 : 10. Çeyrek sonunda test ve işletme aşaması öncesi son durum.	43
Şekil 5.11 : Proje planlanmış nakit akışı (%).	44
Şekil A.1 : 1. Çeyrek sonu ilerleme.....	64
Şekil A.2 : 2. Çeyrek sonu ilerleme.....	65
Şekil A.3 : 3. Çeyrek sonu ilerleme.....	66
Şekil A.4 : 4. Çeyrek sonu ilerleme.....	67
Şekil A.5 : 5. Çeyrek sonu ilerleme.....	68
Şekil A.6 : 6. Çeyrek sonu ilerleme.....	69
Şekil A.7 : 7. Çeyrek sonu ilerleme.....	70
Şekil A.8 : 8. Çeyrek sonu ilerleme.....	71
Şekil A.9 : 9. Çeyrek sonu ilerleme.....	72
Şekil A.10 : 10. Çeyrek sonu ilerleme.....	73



ULUSLARARASI İNŞAAT PROJELERİNDE YAPI BİLGİ MODELLEMESİ İLE İHALE SÜREÇLERİNİN YÖNETİMİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

ÖZET

Gelişen teknoloji, rekabet seviyesinin artması ve yeni ihtiyaçların ortaya çıkması ile inşaat sektörü son yıllarda hızlı bir değişim ve gelişim süreci içerisine girmiştir. Yeni teknolojik gelişmeler beraberinde yeni uygulamalar, yeni sistemler, yeni yazılımlarla birlikte, 2 boyutlu çizimler ve dokümanlara odaklı klasik yönetim anlayışının yerine, görselliğe dayalı, ortak çalışılabilir, eş zamanlı, süreçlerin birbirlerine entegre olduğu bütüncül yönetim anlayışını getirmiştir. Firmalar bu karmaşık ve rekabet seviyesinin yüksek olduğu piyasada varlığını korumak, yeni projeler almak ve karlılığını korumak için bu yeni yönetim süreçlerini ihale hazırlık ve katılım süreçlerine adapte etmek durumundadırlar.

Bilgisayar destekli çizim (CAD) fikrinin ortaya çıkmasından itibaren hızlı bir ivmeyle gelişen ve inşaat sektörünün en çok tercih edilen tasarım ve yönetim sistemlerinden birisi de yapı bilgi modellemesidir. Teknolojinin gelişimi ile birlikte daha yaygın kullanılmaya başlanan yapı bilgi modellemesi (BIM); yapının planlama ve tasarım evrelerini, yapım süreçlerini, yapım sonrası işletme ve bakım süreçlerini de içine alan bir yönetim sistemidir.

Bu tez çalışması kapsamında, ilk olarak literatür incelemesinde ihale ve yapı bilgi modellemesi kavramlarının gelişim süreçleri, özellikleri ve türleri üzerine bir araştırma yapılmış; sonrasında bu iki ayrı kavramın birbirleriyle ilişkileri irdelenerek örnek vaka incelemesi için bir çalışma temeli oluşturulmuştur.

Örnek vaka incelemesi; Hindistan'ın güneyinde bulunan Bangalore kentinde bulunan uluslararası havaalanı projesinin genişletilmesi kapsamındaki yeni terminal binasının yapım ihalesi sürecinde istekli (yüklenici) firmanın yapı bilgi modellemesi temelinde gerçekleştirdiği hazırlık çalışması üzerinedir. Bu incelemede ihale süreci boyunca alt süreçler belirlenmiş, bu alt süreçlerde BIM'in ne amaçla ve nasıl kullanıldığı irdelenmiş, süreçler üzerindeki etkileri analiz edilmiş ve bulgular paylaşılmıştır. Ayrıca ihalenin muhtelif süreçlerinde yer alan yetkililerle mülakatlar yapılarak daha geniş bir perspektiften incelenmiş ve yorumlanmıştır.

Tezin son bölümünde ise BIM ve ihale süreçlerinin entegrasyonuna ait değerlendirmelere ve sonuçlara yer verilmiştir. Bu sonuçlara göre BIM kullanımının proje tasarım ve yapım evrelerinin yanında ihale süreçlerinde de kullanılmasıyla hem idareler hem de özel firmalar açısından etkin, sürdürülebilir ve gerçekçi verilere dayalı bir süreç yönetiminde önemli faydalar sağlayabileceği tespit edilmiştir.



AN INVESTIGATION ON THE MANAGEMENT OF TENDER PROCESSES BY USING BUILDING INFORMATION MODELING IN INTERNATIONAL CONSTRUCTION PROJECTS

SUMMARY

With the developing technology, increasing competition level and the emergence of new needs, the construction sector has entered into a rapid change and development process in recent years. New technological developments brought new applications, new systems and new softwares. However, instead of the conventional management approach that focused on 2-D drawings and documents, it brought the whole management approach based on visibility, co-operative, concurrent and integrated processes. Companies need to adapt these management processes to tender preparation process in order to have new projects and increase their profitability in this complex and highly competitive market.

Risks and uncertainties related to the project should be identified and measures should be taken to achieve successful tender management and realistic pricing. Thus, a competitive price is created and the additional costs and time losses that may occur during the construction of the project are avoided. Building information modeling is an important management system in identifying these risks and creating realistic prices.

Building information modeling is one of the most preferred design and management systems of the construction sector since the emergence of computer aided drawing concept. With the development of technology, building information modeling has been widely used. BIM is a management system that includes the planning and design phases of the building, construction processes, post-operation operation and maintenance processes.

BIM provides insight into project design, construction and subsequent processes and plays an important role in reducing project risks. BIM is an information system that can be used at every stage of the structure's life cycle. When used correctly and purposefully, it saves budget, time and resources. It establishes an integrated and effective working environment throughout the life cycle of the building (Bayraktar Sarı, 2018). BIM, which has the infrastructure to answer the questions in all design processes, also adapts to the successive characteristics of the project phases. In order for the construction and design phases to be integrated into the BIM fiction and to successfully manage the project, these processes, objectives, characteristics, objectives and descriptions must be determined and added to the contract.

Yapım aşaması, yapım ekibinin ve diğer paydaşların tasarım ekibiyle koordine bir biçimde çalıştıkları aşamadır. Bu aşamadaki temel hedef, yapım sürecindeki etkinlik ve verimliliği BIM kullanımıyla birlikte artırmaktır. Yapım sürecinde BIM kullanılması birçok ekonomik avantaj sağlar, üretim, planlama, tedarik, satınalma gibi alt süreçlerin yönetilebilmesini sağlar. BIM ve zaman planlaması entegre edilerek model iş programına bağlanabilmektedir. Bu sayede inşaat aşamaları önceden görülüp

analiz edilebilir, yapım aşamaları hesaplanabilir olası çakışan imalatlar ve sorunlar tespit edilebilmektedir. Böylelikle ek maliyetler azaltılıp zamandan kar edilebilmektedir. Zaman planlamasıyla mobilizasyon, malzeme teslim süreçleri önceden hesaplanabilir böylelikle gereksiz depolama ve malzemenin beklemeden dolayı görebileceği etkilerden korunma şansı olur. Sonuç olarak yapım evresinde BIM kullanımını optimum zaman ve bütçeyle işin tamamlanmasında yardımcı olur.

BIM stores all the information in the design and construction phases, updates itself up to the post-construction phase as it has a lively and dynamic structure and provides all the necessary information for management to the business managers, thus making plant management more efficient. The operating period is the most costly and long-term. BIM use has the potential to create value when the main objective is to ensure sustainability and reduce costs. Using BIM, information on the components of the structure such as maintenance, repair, warranty, replacement, renewal and usage procedures can be obtained.

The tender phase is the key point of the project. The decisions and choices to be made at this stage affect the whole life cycle of the project. The use of BIM systems from the design process has many benefits. It is possible to make a visual design according to the planned budget and the desired criteria. A preliminary design and cost estimate can be created without allocating large budgets. With easy response to changes, design and cost revisions can be easily processed and new alternatives can be produced without additional costs. The analysis of the structure and the use of the model is achieved not only in the design stage but also in subsequent processes, thus ensuring sustainable management. The creation of a visual model in the design process increases diversity. Thus, it paves the way for selecting the most suitable alternative for the purpose of the project. The production team and other stakeholders can obtain information about the production items of the work during the design phase and decide on the constructability. In this way, they can prepare programs about mobilization and construction plans. Through the use of BIM at the tender stage, bidders can conduct detailed analyzes, create revisions and optimizations that can be performed quickly and are responsive, thus providing more advanced, realistic and sustainable solutions. These studies can be better understood and decided by visualization and modeling opportunities. Adding the information about the building elements to the model accurately and in detail in the created model makes it easier to produce quantities and quantities quickly and accurately. Thus, the obtained data can be combined with the cost data to ensure accurate pricing and budget analysis for the tender and the bid pricing process can be managed effectively within the scope of this thesis, firstly, a research has been done on the development processes, characteristics and types of the concepts of tender and building information modeling in literature review. Afterwards, the relationship between these two separate concepts is examined and a working basis has been established for case study.

In the first part of this thesis, how the problem emerges and the method and aims of the study to be carried out within the scope of the thesis were given.

In the second part of this thesis, a literature search related to the tenders and tender management was conducted. Research has been carried out on the types of tenders, tender strategies, tender management, pricing processes and management.

In the third part of this thesis, literature research related to the concept and processes of building information modeling was conducted.

In the fourth part of the thesis, a literature research on the relationship between the concepts of tendering and bim was conducted.

In the part of case study; The tender for the construction of the new terminal building within the scope of the expansion of the international airport project in the city of Bangalore in southern India. The tender was selected for the case study since the contractor will manage all the processes including the tender processes by using Building Information Modeling, being a project attended by international contractors and having the qualifications to answer the questions sought by the thesis study. The aim of this case is to examine the management of tender processes by using building information modeling. In this review, sub-processes were identified during the tender process, the purpose of this sub-process was discussed, the effects of BIM on these processes were analyzed, and the findings were shared.

In the last part of the thesis, the evaluations and results of the integration of BIM and tender processes are included. According to these results, it has been determined that the use of BIM in project design and construction phases as well as in procurement processes can provide significant benefits in terms of effective, sustainable and realistic data management for both administrations and firms.

It is thought that the research carried out within the scope of the thesis will be especially beneficial for the researchers, professionals and companies. They will be able to benefit from this thesis research on how to follow and approach in a BIM integrated construction tender that they may face in the future. It will also be a useful resource for e-procurement and bim integration which will become more widespread with developing technology.



1. GİRİŞ

İnsanlar, kurum ve kuruluşlar varlıklarını sürdürebilmek için ihtiyaç duydukları ürün ve hizmetleri satın almak durumundadırlar. Bu ürün ve hizmetlerin satın alınması hususunda tercih edilen yöntemlerinden birisi de ihale yöntemidir. İhale yöntemi, istenilen ürün veya hizmetin belirli bir piyasa fiyatı olmadığına en optimum fiyatı belirleme konusunda kullanılan bir tahsis yöntemidir (Feldman ve Mehra, 1992). Ülke ekonomilerinin lokomotif sektörlerinden olan inşaat sektörü dinamik ve rekabetçi yapısıyla ihale yönetiminin çok sık kullanıldığı sektörlerden birisidir. Bu rekabetçi sektördeki firmalar, rekabet güçlerini koruyabilmek ve varlıklarını devam ettirebilmek için devam eden projelerinin yanında yeni projeler alabilmek için ihale süreçlerini de daha etkin ve verimli bir şekilde yürütmek zorundadırlar.

Teknolojinin gelişmesi, ihtiyaçların değişmesi ve daha büyük ve karmaşık projelerin yapılma ihtiyacı ve arzusunun ortaya çıkmasıyla birlikte inşaat sektöründe geleneksel yönetim süreçlerinin yanında inovatif yaklaşımlarla yeni yönetim modelleri geliştirilmektedir. 1960'lı yıllarda bilgisayar destekli çizim modelinin ortaya çıkması ve 1970'li yıllarda bilgisayar kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte inşaat sektörü de teknolojik gelişmelerden faydalanmaya başlamıştır (Kartoğlu, 2016). Bilgisayar destekli çizim modelinin oluşturulmasına yapı bilgi modellemesinin (BIM) de ilk adımları atılmıştır. 1990'lı yıllarda gelişmeye başlayan ve 2000'li yılların başından itibaren inşaat sektöründe yaygınlaşan BIM, son yıllarda teknolojinin de gelişmesiyle birlikte sektörün en önemli yapı taşlarından birisi haline gelmiştir (Muratoğlu, 2015). BIM, yapının; tasarım, planlama, yapım süreci ve işletme süreçlerini bilgisayar ortamında tanımlayan ve sayısal verilerle destekleyen teknolojik süreçleri ifade eder (Eastman ve diğ., 2011). Kısacası BIM bir yazılım değil bir süreçler bütünüdür.

İnşaat sektöründe gerçekleştirilen, özellikle büyük ölçekli ve karmaşık yapıya sahip projelerde, idarelerin, proje gereksinimlerini belirlerken tasarım ve bütçelendirme konularında bazı belirsiz alanlar bırakması dolayısıyla projenin ilerleyen süreçlerinde anlaşmazlık ve uyuşmazlıklar ortaya çıkabilmektedir. Hazırlanan projenin sadece 2 boyutlu düzlemsel tasarımlar üzerinden yürütülmesi, yapım sürecinde revizyonları

gerektirebilmektedir. Böylelikle revizyon ve yeniden yapım maliyetlerinin ortaya çıkması; maliyetlerde artış ve bütçeden sapma durumlarına sebep olmaktadır. Planlama sürecinde sağlıklı bir bütçe çalışması yapılamadığı için planlanan ve gerçekleşen maliyetler arasında oluşan farklılık idareleri zor durumda bırakabilmektedir. İstekli firmalar açısından baktığımızda ise, ihale sürecinde ihale dokümanlarının temin edilmesinden itibaren, proje çizimleri ve dokümanlarının incelenmeleri ve değerlendirilmeleri uzun süreler almaktadır. Ayrıca ortak bir çalışma platformu olmadığından ve departmanlar arası entegrasyon ve koordinasyon yetersizliği sorunlarından ötürü fiyatlandırma süreçlerinde belirsizlikler oluşmakta ve tutarlı bir fiyatlandırma gerçekleştirilememektedir. Ayrıca keşif ve metraj çalışmaları için harcanan uzun süreler diğer süreçlerin aksamasına sebep olabilmektedir. Bütün bunlardan yola çıkılarak ihale süreçleri yönetimine yapı bilgi modellemesinin adaptasyonu incelenmesi gereken önemli bir konu olmaktadır.

1.1 Tezin Amacı

Tezin amacı yapı bilgi modellemesinin ihale süreçleri üzerindeki etkilerini incelemektir. Tezin bu amaca bağlı hedefleri aşağıda belirtilmiştir.

- BIM'in ihale süreçlerinin adaptasyonunun idare ve istekli açısından ayrı ayrı incelenmesi.
- BIM kullanımının ihale süreçlerinde sağlayacağı etkinin örnek vaka ile incelenmesi ile araştırılması.

1.2 Araştırma yöntemi

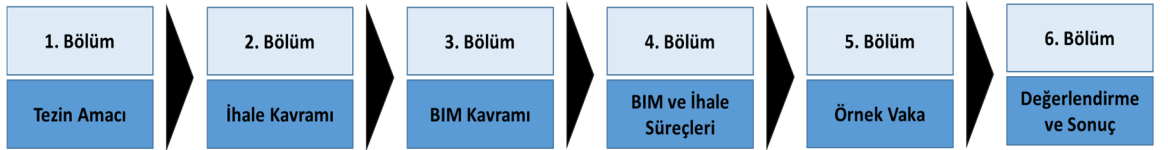
Araştırmanın bahsedilen amaç ve hedeflerine yönelik literatür incelemesi kapsamında 2. Bölümde ihale kavramı ve süreçleri ile 3. Bölümde yapı bilgi modellemesi, süreçleri ve kullanımı hakkında araştırma yapılmıştır. 4. Bölümde ise ihale kavramı ve yapı bilgi modellemesi kavramlarının birbirleriyle ilişkilendirildiği bir literatür araştırması yapılmış ve örnek vaka incelemesi için bir çalışma zemini oluşturulmuştur. Literatür araştırmaları sonucunda örnek vakada incelenecek konular belirlenmiş ve bu konular irdelenmiştir, ayrıca süreçte yer alan yetkililerle mülakatlar gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1.1 : Tezin amaç ve yöntemi.

Amaç	Hedef	Yöntem
Tezin amacı Yapı Bilgi Modellemesinin ihale süreçleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi	Yapı Bilgi Modellemesi'nin, ihale süreçlerine adaptasyonunun idare ve istekli açısından ayrı ayrı olarak incelenmesi.	Literatür Araştırması
		Örnek Vaka İncelemesi
	Yapı Bilgi Modellemesi kullanımının ihale süreçlerinde sağlayacağı etkinin örnek vaka ile incelenmesi ile araştırılması.	Literatür Araştırması
		Örnek Vaka İncelemesi

1.3 Tezin İçeriği

Tezin içeriği 6 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde problemin ortaya çıkışı ve tezin amacı, ikinci bölümde ihale kavramı üzerine literatür araştırması, üçüncü bölümde yapı bilgi modellemesi üzerine literatür araştırması, dördüncü bölümde ihale süreçlerinde yapı bilgi modellemesi kullanımı üzerine literatür araştırması, beşinci bölümde örnek vaka incelemesi ve altıncı bölümde değerlendirme ve sonuç kısmı yer almaktadır.



Şekil 1.1 : Tezin içeriği.



2. İHALE KAVRAMI VE İHALE SÜREÇLERİ

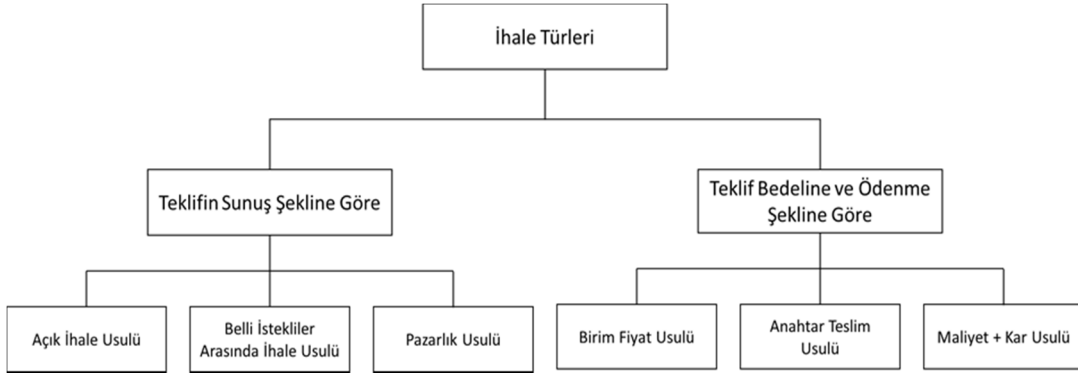
2.1 İhale Kavramı

Türk Dil Kurumu'na göre ihale; “İş, mal vb.ni birçok istekli arasından en uygun şartlarla kabul edene verme, eksiltme veya artırma”, 4 Ocak 2002 tarihinde yürürlükten kaldırılan 2886 sayılı Devlet İhale Kanunu'na göre; “Kanunda yazılı usul ve şartlarla, işin istekliler arasından seçilecek birisi üzerine bırakıldığını gösteren ve yetkili mercilerin onayı ile tamamlanan sözleşmeden önceki işlemleri” ve 22 Ocak 2002 tarih ve 24648 sayılı Resmi Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe giren 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu'na göre ihale; “Kanunda yazılı usul ve şartlarla mal veya hizmet alımları ile yapım işlerinin istekliler arasından seçilecek birisi üzerine bırakıldığını gösteren ve ihale yetkilisinin onayını müteakip sözleşmenin imzalanması ile tamamlanan işlemleri” olarak tanımlanmıştır.

İhaleler, ekonomilerde önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle piyasa odaklı ortamlarda çeşitli mal, hizmet ve finansal varlıkların firmalara veya bireylere tahsis etme yollarından biridir (Feldman ve Mehra, 1992). İhale, piyasa katılımcılarından gelen tekliflere dayalı olarak kaynak tahsisinin ve fiyatların belirlendiği açık ve anlaşılır kurallar bütününe sahip bir piyasa aracıdır (McAfee ve McMillan, 1987). İhale bir tahsisat mekanizmasıdır. Ürün, hizmet veya malın belirlenmiş bir pazar değeri olmadığı durumlarda uygun fiyatı bulma konusunda belirleyici bir rol oynamaktadır (Feldman ve Mehra, 1992). İhaleler takibi ve uygulanması kolay bir sistem olduğundan son zamanlarda sıklıkla başvuru bir piyasa aracı olmaktadır (Cameron ve diğ., 1997). Sonuç olarak ihale; ihtiyaç duyulan ürün, hizmet veya emtianın piyasadaki isteklilerden en optimum fiyata ve gerekliliklere uygun olarak temin edilmesi olarak tanımlanabilir.

2.2 İhale Çeşitleri

İhale çeşitleri; “Yüklenici Teklifinin Sunuş Şekline Göre” ve “İnşaat Bedelinin Yükleniciye Ödenme Şekline Göre” iki ana başlıkta incelenebilir (Çiçek, 2009)



Şekil 2.1 : Teklifin sunuş ve teklif bedeline göre ihale türleri (Çiçek, 2009'dan uyarlanmıştır).

2.2.1 Yüklenici teklifinin sunuş şekline göre ihale çeşitleri

İdareler ihalelerde aşağıdaki ihale çeşitlerini uygulayabilirler.

- Açık İhale Usulü
- Belli İstekliler Arasında İhale Usulü
- Pazarlık Usulü

2.2.1.1 Açık ihale usulü

Açık ihaleler bütün isteklilerin ihaleye katılıp teklif verebilecekleri ihale türüdür. İyi ve sağlıklı bir rekabet ortamının tesisi, bütün isteklilerin ihaleye katılabilmesiyle gerçekleşir. En temel ve kullanımı yaygın olan ihale çeşididir (Turşucu, 2011)

2.2.1.2 Belli istekliler arasında ihale usulü

Belli istekliler arasında ihale usulü, ihale ile ilgili yapılacak olan bir ön yeterlilik değerlendirmesinin sonucunda sadece ihaleye katılmaya hak kazanan ve davet edilen isteklilerin teklif verdiği usuldür (Yıldırım, 2018). Özel uzmanlık gerektiren veya ileri teknoloji gereksinimi duyulan işlerin ihalelerinde kullanılan usuldür (Savaş, 2012). Bu ihalelerde işin niteliğine göre, idare tarafından belirlenmiş asgari yeterlilik koşulları vardır. Daha karmaşık, büyük ve uzmanlık gerektiren işlerde açık ihale usulü yerine kullanılan ihale usulüdür (Çiçek, 2009).

2.2.1.3 Pazarlık usulü

Açık ihale ve belli istekliler arasında ihale usullerinde isteklilerin olmadığı veya yapılması planlanan işin karmaşık teknik ve mali özelliklerinin olduğu durumlarda pazarlık usulü uygulanan bir yöntemdir (Demircioğlu, 2014).

2.2.2 Teklif bedeline ve ödenme şekline göre ihale çeşitleri

Yapılacak işin niteliği, maliyeti ve süresi değişkenlik gösterdiğinden yükleniciye bu ödemelerin yapılma şekline göre çeşitli ihaleler yer almaktadır.

- Birim Fiyat Usulü İhale
- Anahtar Teslim Usulü
- Maliyet + Kar Usulü

2.2.2.1 Birim fiyat usulü

Birim fiyat usulü ihalelerde idare tarafından yapılacak iş ile ilgili bütün kalemlerin ve bu kalemlerin miktarlarının bulunduğu bir birim fiyat cetveli hazırlanır. İstekliler bu miktarları kendi birim fiyatlarıyla çarparak birim fiyat cetvelini doldurur ve teklif dokümanlarıyla birlikte idareye teslim eder (Gencer, 2009).

2.2.2.2 Anahtar teslim usulü

Anahtar teslim fiyatlı usulü ihaleler, yüklenicinin ek bir talepte bulunmadan istenilen şartlara uygun olarak toplam bir fiyata yapmayı taahhüt ettiği usuldür (Çiçek, 2009).

2.2.2.3 Maliyet + Kar usulü

Maliyet + Kar usulü ihalelerde toplam bedel belirlenirken işin maliyetine, maliyetin istekli tarafından belirlenmiş bir kar oranı eklenmesiyle toplam fiyatın belirlendiği ve isteklinin işi bu fiyata yapmayı taahhüt ettiği usuldür (Ayaz, 2012)

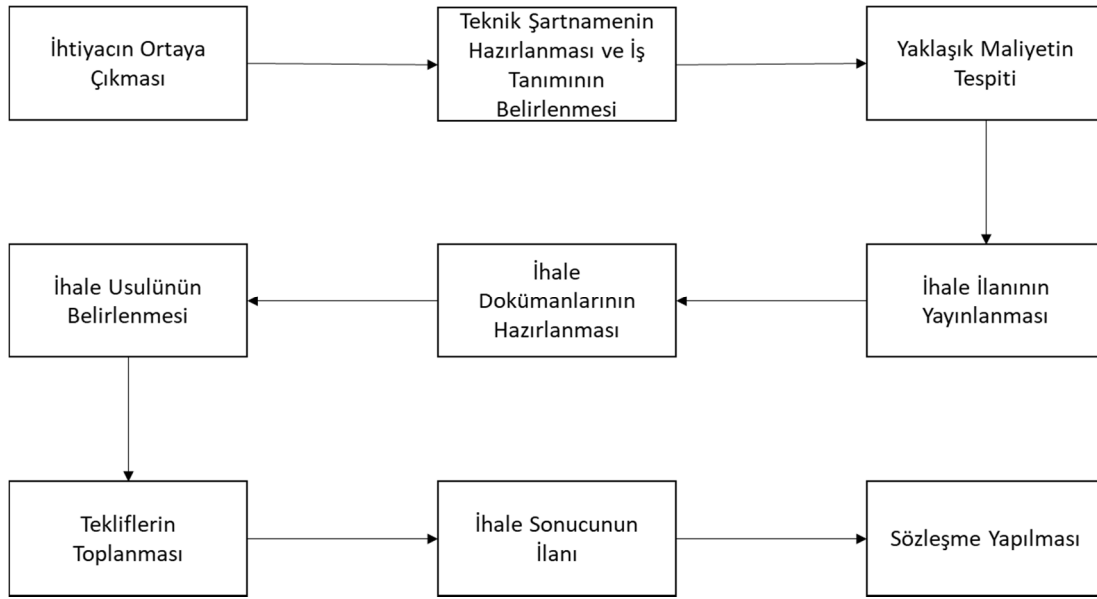
İhale yöntemi; maliyetleri düşürme, çeşitlilik ve esneklik sağlama, yeniliklerden yararlanma, kaliteyi artırma, zaman ve kaynakları optimum düzeyde kullanma, rekabeti sağlama ve riski paylaşırma gibi birçok avantaja sahiptir (İlkorkor, 2010).

2.3 İhale Süreçleri

İhale yöntemi; maliyetleri düşürme, çeşitlilik ve esneklik sağlama, yeniliklerden yararlanma, kaliteyi artırma, zaman ve kaynakları optimum düzeyde kullanma, rekabeti sağlama ve riski paylaşırma gibi birçok avantaja sahiptir (İlkorkor, 2010).

Başarılı bir ihale süreci yönetebilmek için, şeffaf, rekabete açık, güvenilir, etkin ve verimli bir kontrol mekanizması tesis edilmesi gerekmektedir (Demircioğlu, 2014).

İhale ilanından sözleşme yapılması arasında geçen süreç Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2 : İhale süreçleri (Bozkurt, 2009'dan uyarlanmıştır).

2.3.1 İdare açısından ihale süreçleri ve yönetimi

Başarılı bir ihale yönetimi için, ihale süreçlerinin belirlenmiş koşullara ve ihalenin amacına uygun şekilde yapılması gerekmektedir. Süreçlerin etkin bir şekilde yönetilebilmesi için ihalenin tüm süreçlerinde meydana gelebilecek problemler ve riskler belirlenmeli, analizleri yapılmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır (İlkorkor, 2010).

İdareler, yapılacak olan ihalenin usulünü belirlerken söz konusu işin niteliğine, büyüklüğüne, çevresel etkenlere ve piyasa koşullarına göre rekabetin, şeffaflığın ve güvenilirliğin tesis edileceği usulü belirlemelidir (Yıldırım, 2018).

İhalenin amacı; rekabetçi fiyata sahip, düzenli bir organizasyon yapısı ve kaliteli işçiliğe sahip, işi zamanında bitirebilecek, iyi bir finansal geçmişi ve güçlü finansal kaynakları olan, alanında uzman, ihtiyaçlara ve isteklere cevap verebilecek en uygun istekliyi seçmektir (Brook, 2004).

2.3.2 İstekli açısından ihale süreçleri ve yönetimi

Firmalar, hedeflerine ulaşmak için programlar, planlar yapar ve bu planları gerçekleştirecek adımlar atarlar. Burada en önemli kavram ise, karın maksimizasyonudur. Fakat bazı durumlarda, firmaların varlığını devam ettirme, yeni ve çeşitli projeler yapma isteği, büyüme gibi hedefleri kar maksimizasyonundan önce gelebilmektedir (Dikbaş, 1995).

Firmaların ihalelere katılma istekleri içinde buldukları mali durum ve elinde bulunan iş yükü ile ilişkilidir, dolayısı ile yeni bir iş yapabilmek için bu şartları göz önünde bulundurması ve bu doğrultuda teklif vermeleri gerekmektedir (İrkıçatal, 2004). İşin maliyeti ve ön görülen karın doğru hesaplanması diğer isteklilerin karşısında güvenli ve rekabetçi bir noktada kalmak açısından önemlidir (Uysalol, 2011).

Firmaların bir ihalede istekli olup olmayacağına karar verirken göz önünde bulundurması gereken amaçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Aydınefe, 2004).

- Sermayenin geri dönme süresi,
- Firmanın devamlılığını sağlamak,
- Kar maksimizasyonu,
- Yeni girişimler yapmak,
- Prestijli projelerde yer almak,
- Yeni potansiyel iş kaynaklarına sahip kurumlarla ve kişilerle tanışmak.

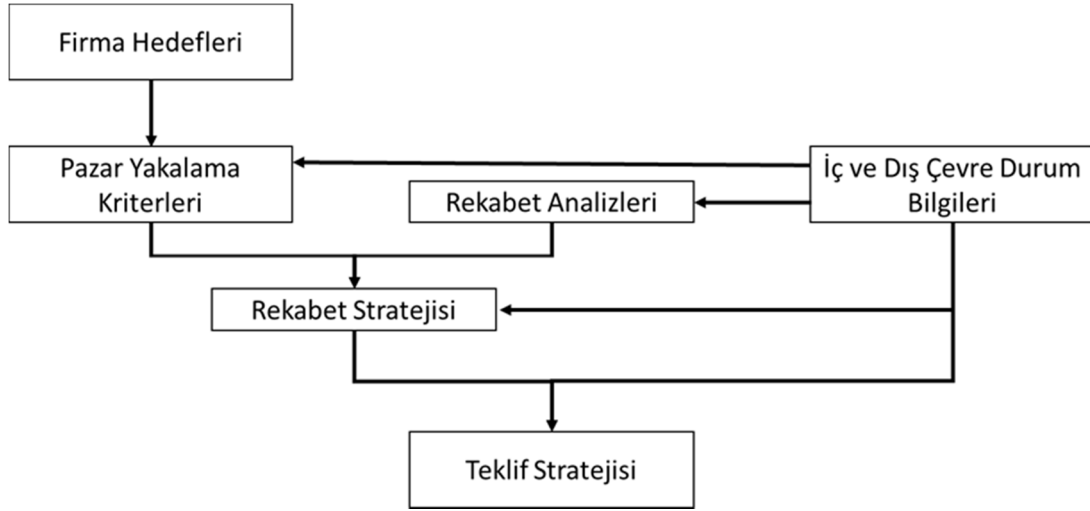
Kaynakların amaca yönelik ve doğru şekilde kullanabilmek, piyasa ve çevreyle düzgün ilişkiler kurabilmek ve rekabetçi fiyatlara sahip olabilmek, teklif stratejisinin birincil öğeleridir (Uysalol, 2011).

Firmalar varlıklarını sürdürebilmeleri için elinde bulunduğu işlerin yanında gelecek hedeflerini gerçekleştirmek için yeni işler için de teklif vermeleri gereklidir. Bu durumda firma içinde bulunduğu durumu, gelecek hedeflerini, çevresel etmenleri titiz bir şekilde irdelemeli ve gelecek teklifler için karar vermelidir. Bu yöntemler firmanın geleceği ve stratejileri açısından önem arz etmektedir (Bağ, 2008)

Teklif verirken temel ilke yapılacak sözleşmenin firma için kar maksimizasyonu sağlayacak şekilde fiyatlandırılması ve yönetilmesidir (Polat, 1999).

Teklifin ana stratejileri aşağıdaki hedefler olarak sıralanabilir (Uysalol, 2011)

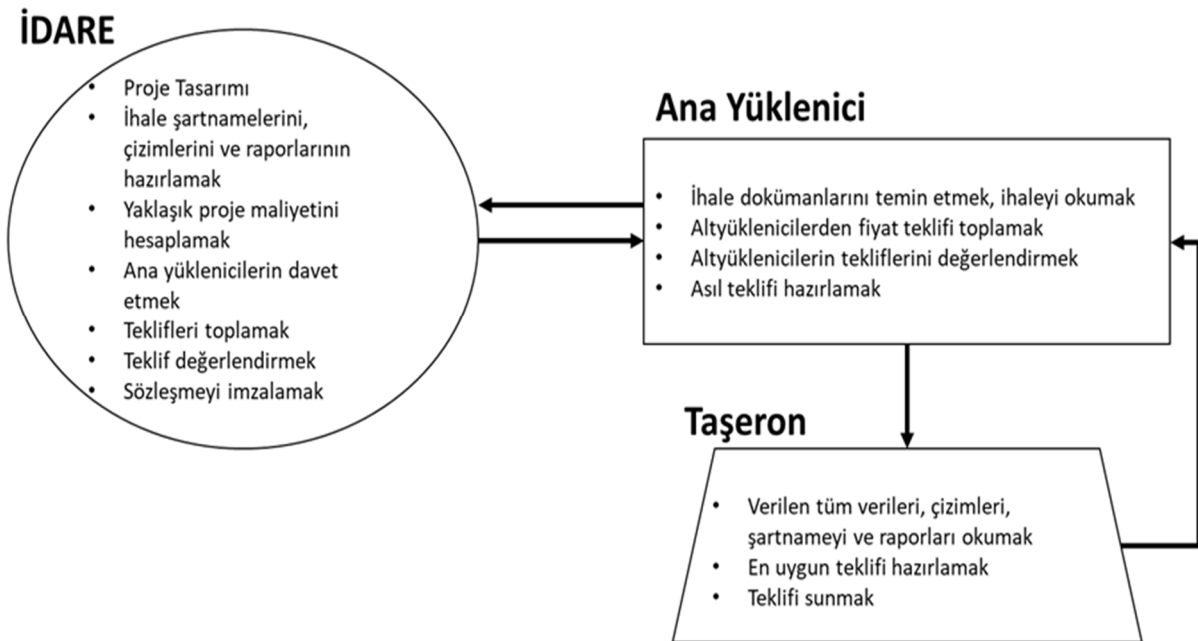
- İş türü ve firmanın uzmanlık alanına göre uygun bir piyasa ve pazar bulmak,
- Rakip firmaların önüne geçebilmek için prestij ve yenilik yaratmak,
- Hedeflere ulaşmak ve hedefleri korumak,
- Şirketin pazardaki yerini görmek ve rakiplere kıyaslamak.



Şekil 2.3 : Teklif stratejisi akış şeması (Bağ, 2008'den uyarlanmıştır).

2.4 Teklifin Hazırlanma Süreci

Teklifin hazırlanması ihale sürecinin bir bölümüdür ve idareler tarafından hazırlanan projenin sözleşmesel açıdan incelenmesi, değişiklikleri ve fiyatın belirlenmesi için gerçekleştirilen aşamaları ifade eder (Bently, 1987). Teklif hazırlama sürecinde amaç disiplinler arası koordinasyonu ve planlamayı organize ederek iş kalemleri için en gerçekçi maliyet yaklaşımlarında bulunmak ve sözleşme imzalanmasından sonra gerçekleşen maliyetlerle sapmayı en aza indirmek ve etkin bir sözleşme yönetimi için baz oluşturmaktır. Planlanan maliyetle gerçekleşen maliyet arasındaki fark ihale sürecinin iyi ne kadar yönetildiğinin göstergesidir (İrkıçatal, 2004).



Şekil 2.4 : Teklif hazırlama süreci (Tuncan ve diğ., 2005'ten uyarlanmıştır).

2.5 Teklif Fiyatlandırma Stratejileri

Şirketler içerisinde buldukları piyasaya ve bu piyasadaki rekabet koşullarına göre kendi iç yapısına uygun bir organizasyon oluşturup, stratejiler geliştirerek hedeflerine ulaşmayı amaçlarlar, bu sebeple teklifin her aşamasında sağlam adımlar atmaları gerekmektedir. Sağlam atılmamış her bir adım, firmaya zarar, ceza, ek maliyetler ve zaman kaybına neden olmaktadır. Bu sebeple ihale dokümanları titizlikle incelenmeli, metrajlar minimum hata ile yapılmalı, sözleşmesel konular detaylı şekilde incelenmelidir (Bağ, 2008).

Şirketler teklif piyasanın koşullarını iyi etüt etmeli, rakiplerini iyi tanımalı, riskleri belirlemeli analiz etmelidir. Detaylı bir analiz çalışmasından sonra teklif ile ilgili stratejilerini belirleyip buna göre sistemli bir fiyatlandırma stratejisi oluşturmalıdır (Uysalol, 2011)

Teklifin fiyatlandırılmasındaki strateji genellikle benzer geçmiş proje tecrübelerine ve bu projelerden elde edilmiş bilgi birikiminin doğru bir şekilde analizine bağlıdır.

Fiyatlandırma stratejisinin ana hatları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Polat, 1999) 1999).

- Kar ile bir işi kazanma olasılığını etkileyen katsayı düzeyleri
- Öngörülerin doğruluğu
- Öngörülen maliyetler ve bu maliyetlerin diğer rakiplerin maliyetleriyle arasındaki ilişkileridir.

2.6 Teklifin Fiyatlandırılması

Teklif Fiyatının oluşturulması sözleşme imzası ve sözleşmenin tamamlanması süreçlerini kapsayan en önemli işlemdir. Teklif Fiyatı oluştururken aşağıda verilen işlemler sıra ile hesaplanmalı ve teklif fiyatının temelini oluşturmalıdır (Pork, 1979)

1. Şartnamelerin incelenmesi
2. İş kalemlerinin metrajlarının çıkarılması
3. Direkt maliyet hesabı

a- Metraj hesabı ve tablolarının hazırlanması,

- b- Aynı pozların toplanıp özet tabloların oluşturulması,
- c- Birim fiyat analizlerinin oluşturulması,
- d- Malzeme fiyatlarının, taşeron tekliflerinin toplanması,
- e- Fiyatları toplanıp keşif özet cetvellerinin oluşturulması,
- f- Analizlerin finalize edilmesi.

4. Şantiye (Genel) giderleri:

- a- Mobilizasyon giderleri
- b- Personel maaşları,
- c- Şantiye aylık giderleri,
- d- Şantiye tesisleri,
- e- Şantiye altyapı hizmetleri,
- f- Şantiye elektriği,
- g- Şantiye su giderleri,
- h- Makine / Ekipman giderleri,
- i- İrtibat bürosu masrafları,
- j- Demobilizasyon giderleri,
- k- Bakım süresi giderleri,

5- İdare ve ortaklık ilişkilerine yapılacak masraflar.

6- Genel giderler (Genel merkezde oluşan maliyet payı)

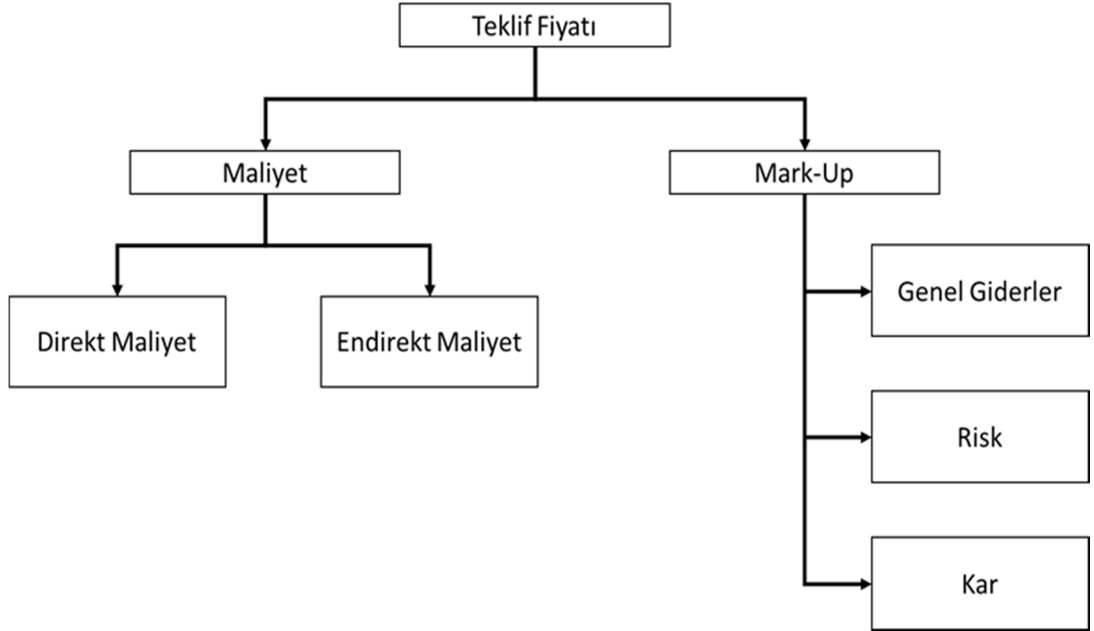
- a- Sözleşme masrafları,
- b- Teminat mektubu masrafları,
- c- Merkez ofis masrafları payı,
- d- Komisyonlar,
- e- Stopaj,
- f- Sigortalar,
- g- Finansman masrafları,

h- Proje ve danışmanlık hizmetleri,

i- Diğer masraflar.

Yukarıdaki adımlar incelendiğinde teklifin ana fiyatını 3. Madde ve altındaki maddeler belirler; direkt maliyete stratejiler dahilinde belirlenmiş bir kar oranı eklemek gerekmektedir. 4 madde ve altındaki işin hacminden bağımsız ve yapım miktarıyla ilişkili olmayan kalemler ise endirekt maliyetler olup, bu maliyetler kar marjını etkileyen iç faktörlerdir (Pork, 1979)

Basit şekilde teklif fiyatı direkt maliyetler ile endirekt maliyetlerin toplamı olarak ifade edilebilir. Bu maliyetlerin üzerine eklenen kar oranı ise mark-up olarak ifade edilmekte ve merkez ofis giderleri, kar ve risk primi gibi unsurları içermektedir (Dikmen ve diğ., 2007).



Şekil 2.5 : Teklif fiyatının açılımı (Uysalol, 2011'den uyarlanmıştır).

2.7 Proje Maliyetlerindeki Riskler

Her ne kadar maliyet tabloları ve detaylı çalışmalar yapılsa da işin ifası sırasında planlanan maliyet ile gerçekleşen maliyetler arasında farklılıklar ortaya çıkmaktadır.

Planlanan ve gerçekleşen maliyet arasında farklara neden olan sebepler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Demirci, 2001)

- İşçilik maliyetleri,
- Malzeme maliyetleri,

- Alt yüklenici maliyetleri,
- Metraj ve miktar hataları,
- Sahada ön görülmeyen durumlar (Jeolojik ve demografik durumlar.),
- Yönetimsel masraflar,
- Hava durumu,
- Tasarımsal problemler,
- Mücbir sebepler,
- İmalat gecikmeleri ve zaman aşımı.

2.8 Çevresel Faktörler

Proje miktarları ve kalemleri fiyatlandırıldıktan sonra çevresel riskler de belirlenmeli, analiz edilmeli risk primleri teklif fiyatına eklenmeli ve final fiyat ve teklif kararı belirlenmelidir.

Çevresel faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Bağ, 2008).

- Siyasi koşullar,
- Ekonomik koşullar,
- Sosyal koşullar
- Ülkesel koşullar
- Proje Koşulları
 - Sözleşme Tipi
 - Teminat Koşulları
 - Hakediş planlaması
 - Kredi ve finansman koşulları
 - Taşeron bulunabilirliği
 - İhzarat şartları
- İdarenin durumu
 - Ekonomik gücü

- Siyasi gücü
- Referansları
- Ödeme gücü
- Finansal yönetimi ve sürekliliği.

Fiyatlandırmanın ve maliyetlerin doğruluğu: Teklif fiyatının iskeletini direkt ve endirekt maliyetler oluşturmaktadır. Bu nedenle maliyetler en ufak ayrıntısına kadar incelenmeli, metrajlar hassasiyetle yapılmalı ve gerçeğe yakın bir fiyat ortaya çıkarılmalıdır.

Risk oranları: Kar oranı yeterli bir kar elde edebilecek oranda yüksek, işi alabilecek oranda düşük, firma stratejilerine ve hedeflerine uygun olmalıdır.(Ioannou ve Leu, 1993). Risk primi ise doğru analiz edilip gerçekçi boyutlardan çıkmamalıdır.

Rekabet Seviyesi: Pazardaki rakipler ve hamleleri iyi analiz edilmeli, gerçekçi ve rekabetçi fiyatlarla teklifler hazırlanıp, rakiplerin karşısında avantaj sağlanmalıdır.

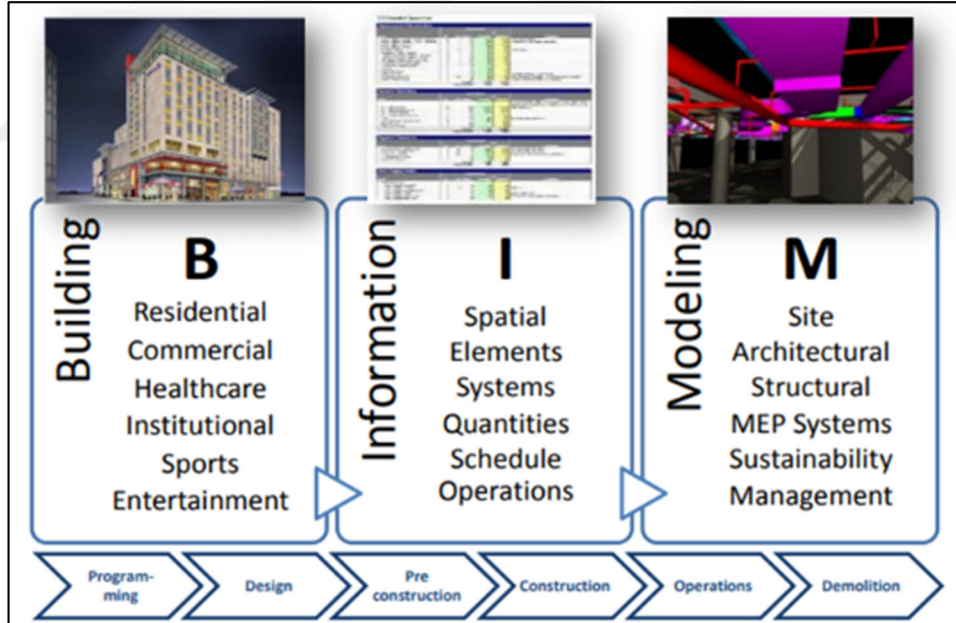
Yetkinlik ve yeterlilik: Firma ekipman ve insan kaynaklarını etkin kullanmalı, geçmiş tecrübelerini ve birikimlerini etkin şekilde kullanmalı ve günümüze uyarlayarak yetkinliğini geliştirmeli ve pazarda kendisine sağlam bir yer edinmelidir.



3. YAPI BİLGİ MODELLEMESİ (BIM) KAVRAMI VE SÜREÇLERİ

3.1 BIM Kavramı

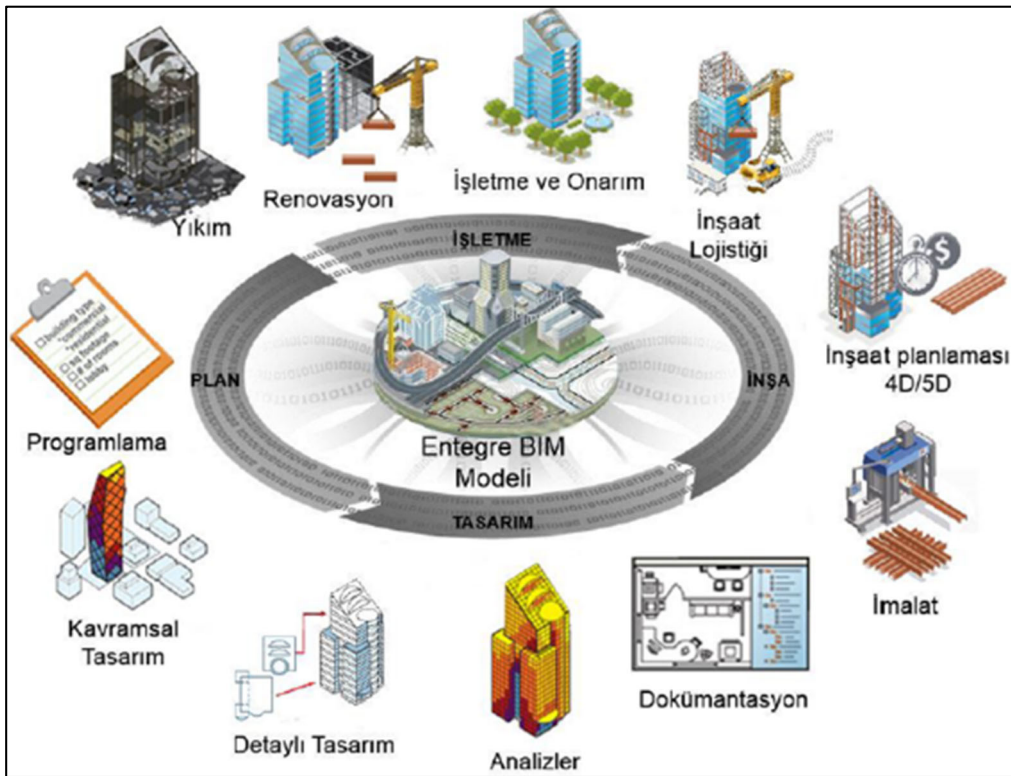
Yapı Bilgisi Modellemesi (Building Information Modelling), yapının yaşam döngüsü boyunca verilerinin üretilmesi ve yönetilmesi sürecidir. Tipik olarak bu proses üç boyutlu ve gerçek zamanlı yapı modelleme yazılımı kullanır ve bu tasarım süreçleri için geometriyi, mekânsal ilişkileri, coğrafi bilgileri, miktarları ve diğer çeşitli özellikleri kapsar (Ren ve diğ., 2012). Yapı Bilgi Modellemesi (BIM), tasarım süreçlerini, proje öncesi, proje yapımı ve proje sonrası süreçleri de destekleyebilen ve geleneksel yöntemler ile karşılaştırıldığında avantajlar sunan bir teknoloji, metodoloji ve süreçler bütünü olarak tanımlanabilir (Kymmell 2008; Clayton ve diğ. 2009).



Şekil 3.1 : BIM kavramı (Azhar ve diğ., 2012'den uyarlanmıştır).

Geleneksel iki boyutlu cad (Computer Aided Design) çizimlerden ve tasarımlardan farklı olarak BIM, tasarımı oluşturan her bir elemana ait üç boyutlu gösterimi sağlamanın yanı sıra, bu elemanların parametrelerini ve özelliklerini içeren verileri de depolamayı sağlamaya imkan sunmaktadır (İlhan ve Yaman, 2015). BIM özünde geometrik ve sayısal olan bilgileri koordine etme, modelleme, analiz etme ve görselleştirme olanakları sunmaktadır (Li ve diğ., 2017). BIM tasarım öncesi, proje

süresinde ve proje sonrası süreçte koordinasyon ve pratikliğin yanı sıra, metraj ve diğer sayısal verilerin kontrol edilebilmesini, yapı ile ilgili konuların test edilebilme olanağını sağlayan bir tasarım sürecidir (Kyrigel ve Nies, 2008). Açıklamalar ve araştırmalarda da belirtildiği üzere BIM sayısal bir bilgisayar programı değil, kapsamlı ve detaylı bilgi içeriğine sahip bir tasarım sürecidir (Shourangiz ve diğ., 2011). Diğer bir deyişle, BIM yapının planlaması, yapım süreci ve sonrasındaki süreçleri tanımlayan teknolojik ve sayısal verilere dayalı süreci temsil eder (Eastman ve diğ., 2011).



Şekil 3.2 : BIM kullanım süreçleri (Eastman ve diğ., 2011'den uyarlanmıştır).

3.2 BIM Kullanımının Faydaları

Bir yapının tasarım öncesi ve tasarım sonrası evreleri de dahil olmak üzere kontrolü ve yönetimi; o yapı ile ilgili bilgilerin ulaşılabilirliğine bağlıdır. BIM yapının hayat döngüsünde bu kritik bilgilere ulaşmayı sağlamaktadır (Özcan, 2010). BIM hızlı karar verme imkanı sağlar, proje görselliğini artırarak proje koordinasyonu ve entegrasyonuna olanak sağlar (Walter, 2006).

CRC Construction Innovation 2007 tanımlamasına göre BIM'in en önemli olan faydası bilgiyle ve doğrulukla yoğurulmuş üç boyutlu olan modelidir. Modelin temel faydaları dışındaki diğer faydaları da aşağıda belirtilmiştir (Akkoyunlu, 2015).

- Bilgiye kolayca ulaşabilmek ve paylaşabilmek dolayısıyla hızlı ve etkin bir süreç yaratır.
- Model ile birlikte oluşabilecek etkiler de gözlemlenebilir hale gelir ve daha gerçekçi öngörülerde bulunmaya imkan sağlar.
- Sayısal bilgiler gerçeğe uyumludur.
- Paydaşlara doğru ve görsel bilgiler sunar.
- Tasarım öncesi, yapım ve tasarım sonrası süreçlerde bilgiye ulaşmayı sağlar.

Eastman ve diğ. (2011) ve Kopuz (2015)'e göre BIM kullanımının tasarım öncesi ve yapım aşamasındaki avantajları aşağıdaki gibidir (Eastman ve diğ., 2015 ve Kopuz, 2015)

- Tasarım sürecinde;
 - Tasarımın görselleştirilebilmesi,
 - Her aşamada gerçeğe uygun model çıkarılabilmesi,
 - Disiplinler arası çalışma ve koordinasyonu
 - Gerçekçi maliyet tahminleri yapılması.
- Yapım sürecinde;
 - İmalat kalemleri için gerçeğe uygun modeller çıkarılabilmesi,
 - Revizyonlara hızlı adaptasyon,
 - Tasarım ve yapım arasında uygunluk,
 - Satınalma ile koordinasyon.

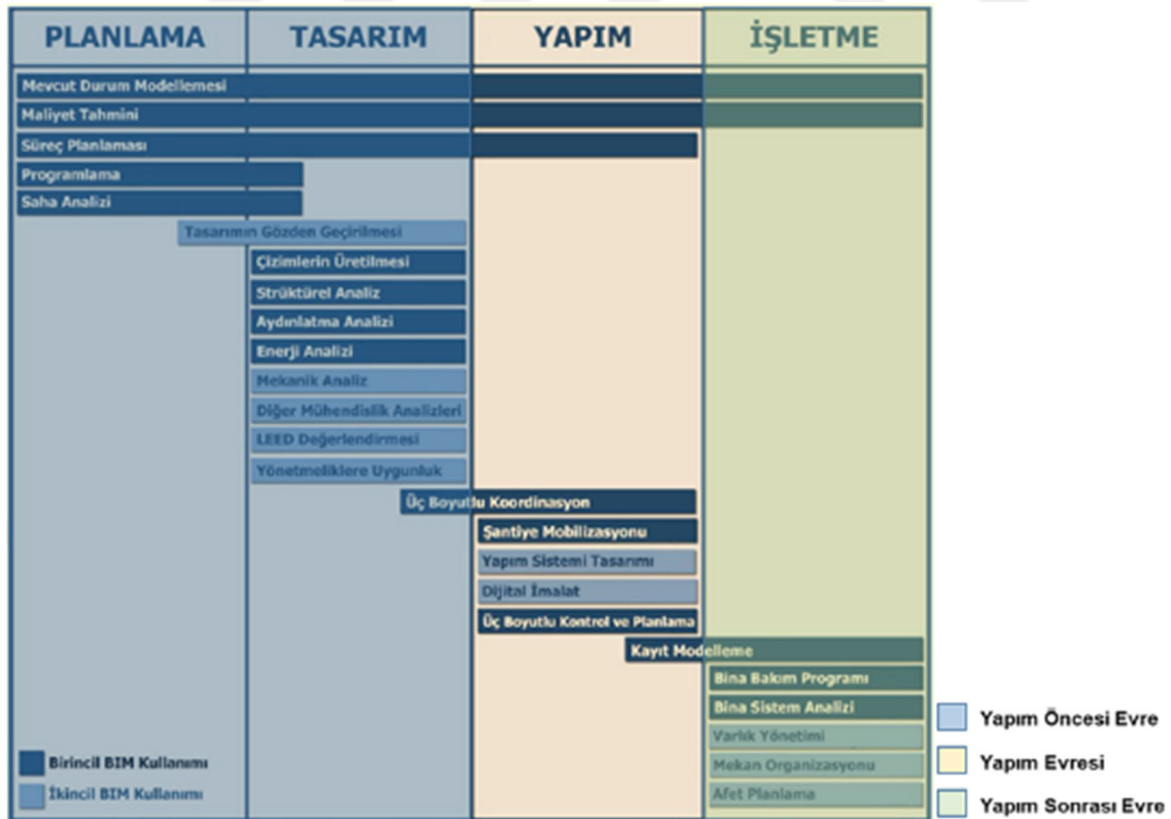
Amerika Birleşik Devletlerinde Stanford Üniversitesi'nde 2007 yılında "Center for Integrated Facilities Engineering" (CIFE) adlı birimin BIM kullanılan otuzun üzerinde projede yaptığı araştırma sonucu BIM ile ilgili şu faydalar gözlenmiştir (Akkoyunlu, 2015)

- Maliyetsel ve bütçesel değişimler %40 oranında azalmıştır.
- Gerçekleşen ve planlanan maliyet arasındaki farklar %3 oranına kadar düşürülmüştür.
- Bütçe ve maliyet tahminleri için harcanılan zaman %80 oranında azalmıştır.

- Yapı elemanlarının tasarım eksiklikleri ve çakışma kontrolü ile oluşan para kayıpları %10 oranında azalmıştır.
- Proje süreleri %7 oranında kısalmıştır

3.3 BIM Tasarım Süreçleri

BIM, proje tasarımı, yapımı ve sonraki süreçler için bir öngörü sunmakta ve proje risklerinin azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. (Ofluoğlu, 2009). BIM, yapının yaşam döngüsü boyunca her aşamasında kullanılacak bir bilgi sistemidir. Doğru ve amaca yönelik kullanıldığı zaman bütçe, zaman ve kaynak tasarrufu sağlamaktadır (Yer, 2017). Yapının yaşam döngüsü boyunca entegre ve etkin bir çalışma ortamı tesis eder (Bayraktar Sarı, 2018). Tüm tasarım süreçlerindeki sorulara cevap verecek nitelikte bir altyapıya sahip olan BIM, proje evrelerinin birbirini takip eden özelliklerine de uyum sağlamaktadır. Yapım ve dizayn aşamalarının BIM kurgusu içerisine entegre edilebilmesi ve projenin başarılı bir şekilde yönetilebilmesi için bu süreçlerin, amaçların, özelliklerin, hedeflerin ve tariflerin sözleşmesel süreçte mutlaka belirlenmesi ve sözleşmeye eklenmesi gerekmektedir (Araç, 2018).



Şekil 3.3 : Proje yaşam döngüsü boyunca BIM'in kullanımı (BIM Project Execution Book 2007'den uyarlanmıştır).

3.3.1 Yapım öncesi BIM'in kullanımı

Yapım aşaması öncesi yani planlama ve tasarım aşaması projenin anahtar noktasıdır. Bu aşamada alınacak kararlar yapım ve işletme süreçleri dahil bütün süreçleri etkiler (Kıvırcık, 2015).

BIM sistemlerinin tasarım sürecinden itibaren kullanılmasının birçok faydası vardır. Planlanan bütçeye göre ve istenilen kriterlere göre görsel bir tasarım yapmak mümkündür. Büyük bütçeler ayrılmadan bir ön tasarım ve maliyet tahmini oluşturulabilmektedir. Değişikliklere kolay yanıt verme özelliği ile ek maliyetler getirmeksizin tasarım ve maliyet revizyonları kolayca işlenebilir ve yeni alternatifler üretilebilir. Yapının analizi ve model kullanımı sadece tasarım aşamasında değil sonraki süreçlerde de kullanılarak sürdürülebilir bir yönetim sağlanmış olur (Eastman ve diğ., 2011). Tasarım sürecinde görsel bir model yaratılması çeşitliliği artırmaktadır. Böylelikle proje amacına en uygun alternatifin seçilmesine zemin hazırlamaktadır (Kymmell, 2008). Yapım ekibi ve diğer paydaşlar tasarım aşamasında işin imalat kalemleri ile ilgili bilgiler edinebilmekte ve inşa edilebilirlik hakkında karar sahibi olurlar. Bu şekilde mobilizasyon ve yapım planları ile ilgili program hazırlayabilirler, (Muratoğlu, 2015).

3.3.2 Yapım sürecinde BIM'in kullanımı

Yapım aşaması, yapım ekibinin ve diğer paydaşların tasarım ekibiyle koordine bir biçimde çalıştıkları aşamadır. Bu aşamadaki temel hedef, yapım sürecindeki etkinlik ve verimliliği BIM kullanımıyla birlikte artırmaktır (Jernigan, 2007). Yapım sürecinde BIM kullanılması birçok ekonomik avantaj sağlar, üretim, planlama, tedarik, satınalma gibi alt süreçlerin yönetilebilmesini sağlar (Volkov ve diğ., 2016). BIM ve zaman planlaması entegre edilerek model iş programına bağlanabilmektedir. Bu sayede inşaat aşamaları önceden görülüp analiz edilebilir, yapım aşamaları hesaplanabilir olası çakışan imalatlar ve sorunlar tespit edilebilmektedir. Böylelikle ek maliyetler azaltılıp zamandan kar edilebilmektedir. Zaman planlamasıyla mobilizasyon, malzeme teslim süreçleri önceden hesaplanabilir böylelikle gereksiz depolama ve malzemenin beklemekten dolayı görebileceği etkilerden korunma şansı olur (Eastman ve diğ., 2011). Sonuç olarak yapım evresinde BIM kullanımı optimum zaman ve bütçeyle işin tamamlanmasında yardımcı olur. Yapım sürecinde BIM kullanılmasının avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Volkov ve diğ., 2016).

- Tasarım ve yapım dokümanlarının birbiriyle ilişkilendirilmesi,
- Yapım metotlarının hazırlanması,
- Mobilizasyon ve kurulum,
- Satın alma ve tedarik süreçleri,
- Denetim ve bakım süreçleri,
- Testler.

3.3.3 Yapım sonrası süreçte BIM Kullanımı

BIM tasarım ve yapım evrelerindeki bütün bilgileri bünyesinde depolar, canlı ve dinamik bir yapıya sahip olduğu için yapım sonrası evreye kadar kendini günceller ve yönetim için bütün gerekli bilgileri işletme yöneticilerine sunar, böylelikle tesis yönetimi daha verimli bir hale gelmiş olur (Azhar ve diğ., 2011). İşletme dönemi en maliyetli ve uzun dönemdir, temel amacın sürdürülebilirliği sağlamak ve maliyetleri azaltmak olduğu düşünüldüğünde BIM kullanımının bir değer yaratma potansiyeli bulunmaktadır (Eastman ve diğ., 2011). BIM kullanılarak yapıyı oluşturan elemanların bakım, onarım, garanti, değişim, yenileme gibi bilgileri ve kullanım prosedürleri hakkında bilgi alınabilir (Jordani, 2010).

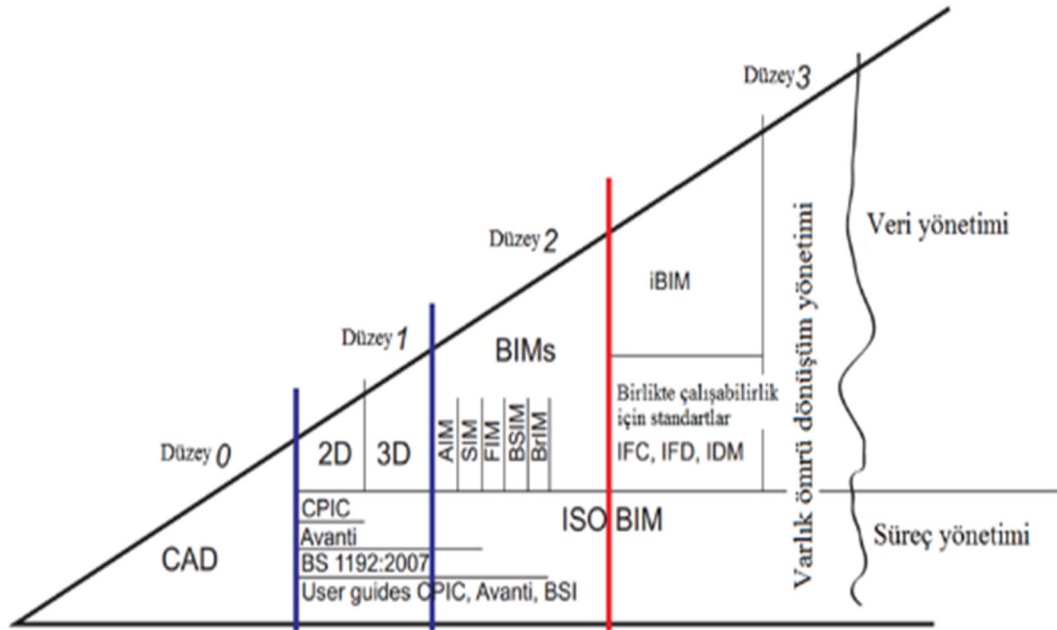
BIM işletme sürecinde yöneticilere bazı ek bilgiler sağlamaktadır (Azhar ve diğ., 2011):

- Bakım denetimi,
- Servis yönetimi ve talebi,
- Malzeme ve tedarik yönetimi,
- Lojistik yönetimi
- Mekansal planlama,
- Yapı yönetimi.

Sonuç olarak, yapım sürecinden sonra BIM modeli eksiksiz ve güncel bir şekilde elde edilirse verimli bir operasyon süreci geçirilir, yönetim maliyetleri açısından tasarruf edilir ve yapının kullanım ömrünün uzamasına katkı sağlar (Tardiff ve Smith, 2009).

3.4 BIM Olgunluk Seviyeleri

BIM kullanımı farklı büyüklükteki projelerde, hedef ve amaçlar doğrultusunda farklı detaylarda kullanılmaktadır. Mark Bew ve Mervyn Richards BIM'in olgunluk süreçlerini bir diyagram oluşturarak tanımlamıştır. Bu diyagram Bew-Richards BIM olgunluk modeli olarak tanımlanmıştır. BIM'in olgunluk seviyeleri düzey 0, düzey 1, düzey 2 ve düzey 3 olarak 4 kısma ayrılmıştır (Bew ve Richards, 2008).



Şekil 3.4 : Bew-Richards BIM olgunluk diyagramı (Sinclair, 2012'den uyarlanmıştır).

3.4.1 Düzey 0 olgunluk seviyesi

Bu düzeyde BIM kullanımı 2 boyutlu CAD çizim dosyalarının fiziksel veya bilgisayar ortamında kullanılması anlamına gelmekte ve gerçek BIM uygulamasını tanımlamadığı görülmektedir (Barnes ve Davies, 2014). Her ne kadar tam bir BIM uygulamasını tanımlamasa da tasarımın ilk çıkış noktası ve hazırlığın çoğu bu aşamada gerçekleşmektedir (Richards, 2010).

3.4.2 Düzey 1 olgunluk seviyesi

Bu düzeyde iki boyutlu CAD çizimlerinden üç boyutlu modele ilk geçiş aşamalarının yapıldığı bölümdür ve modelleme genellikle konsept tasarım için yapılır (Akgün, 2016). Bu aşamada kullanılacak standartlar belirtilmeye başlanıp veri akışı sağlanabilir ama tek kullanıcı tarafından çalışma yapıldığından ortak bir çalışma platformuna olanak sağlanamamaktadır (Karataş, 2018).

3.4.3 Düzey 2 olgunluk seviyesi

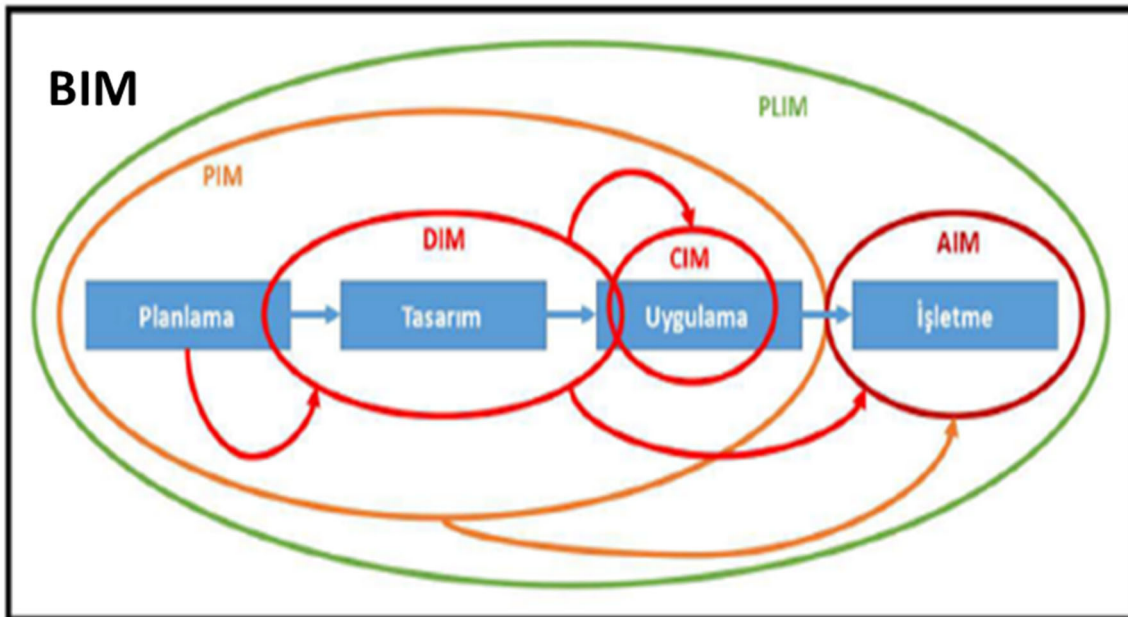
Bu düzey ortak çalışma platformunun oluşturulduğu, bütün paydaşların çalışmalarını yürütebildikleri bir modelin olduğu olgunluk evresidir (Akgün, 2016). Bu seviyede oluşturulan modele zaman ve maliyet öğeleri de eklenerek bu süreçlerin de yönetilebilmesi mümkün olmaktadır (Bahadır, 2018).

3.4.4 Düzey 3 olgunluk seviyesi

Bu düzey tüm BIM süreçlerinin tek bir modelde yönetilebildiği, tüm paydaşların ulaşabildiği ve maksimum düzeyde işbirliğinin olduğu ideal BIM seviyesidir (Sinclair, 2012). Bu seviyede zaman ve maliyet öğelerinin yanı sıra sürdürülebilirlik ve proje yaşam döngüleri de eklenerek etkin bir BIM yönetimi gerçekleşmektedir (Bayraktar Sarı, 2018)

Düzey 3 Olgunluk seviyesinde BIM tamamını kapsadığı bu süreçler (Matejka ve Tomek, 2017):

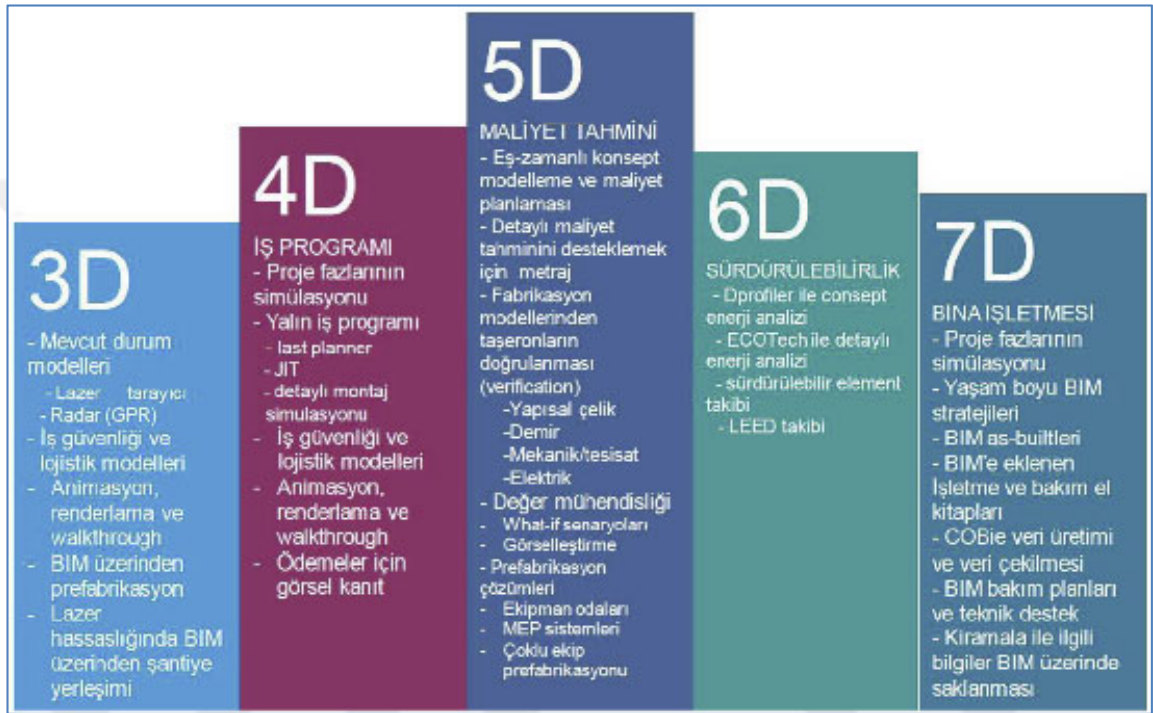
- Tasarım Bilgi Modelleme (DIM)
- Yapım Bilgi Modelleme (CIM)
- Proje Bilgi Modelleme (PIM)
- Proje Yaşam Döngüsü Bilgi Modelleme (PLIM)



Şekil 3.5 : Düzey 3 olgunluk seviyesi ve proje yaşam döngüsü (Matejka ve Tomek, 2017'den uyarlanmıştır).

3.5 BIM Kullanım Boyutları

BIM kullanımının yaygınlaşması ile çeşitli amaçlara ve ihtiyaçlara yönelik kullanılması ile 3D, 4D, 5D, 6D, 7D (nBIM) gibi çeşitli boyutları ortaya çıkmıştır (Akkoyunlu, 2015). Sınıflandırma yapılırken niteliksel ve niceliksel olarak iki ayrılmıştır. Niceliksel unsurlar maliyet ve zaman planması niteliksel unsurlar ise modele ve görselliğe dayalı olan sürdürülebilirlik ve yönetim analizine ait olan kısımlardır (Yer, 2017).



Şekil 3.6 : BIM kullanımı boyutları (URL-1'den uyarlanmıştır. Erişim tarihi: 25/04/2019).

3.5.1 3 Boyutlu BIM (3D BIM)

3D Boyutu en sık kullanılan ve kullanıcılar tarafından hakkında en fazla bilgiye sahip olunan BIM boyutudur (Akkoyunlu, 2015). 3D modellemeler tasarım geliştirme ve uygulama aşamalarında kullanılır. Mimari, statik, elektrik, mekanik tasarımlar görselleştirilebilir ve aynı zamanda modeldeki tasarım hatalarını, çakışmaları ve düzensizlikleri görebilmek amacıyla da kullanılır (Yer, 2017).

3.5.2 4 Boyutlu BIM (4D BIM)

4D Boyutu, modele bir iş programı entegre ederek modelin yapım sürecinin bu programa göre ilerleyişini simüle etmektedir. Modeldeki her bir elemana imalatı ile ilgili süreler ilişkilendirildiğinde modelin gerçek zamanlı ilerleyişini görüntüleyebilme

olanağı sağlar böylelikle yapım sürecinin planlanması ve yapım metoduna yönelik tahminlerin gerçeğe yakın şekilde yapılabilmesini sağlar (Worden, 2016).

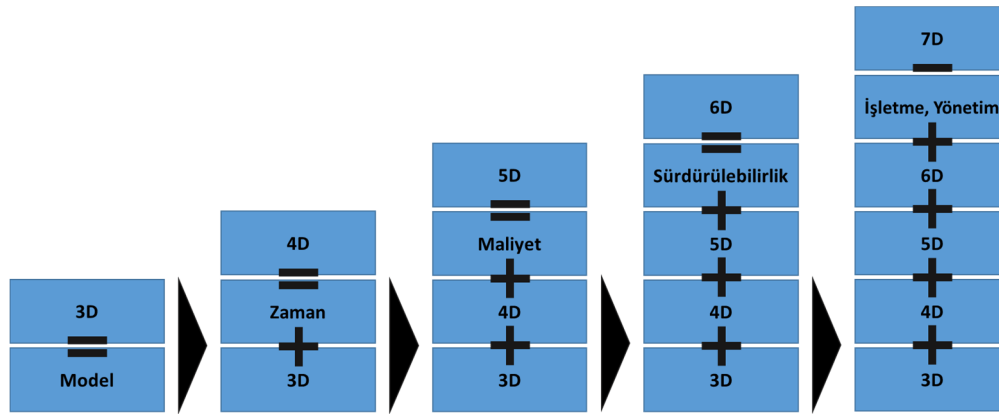
3.5.3 5 Boyutlu BIM (5D BIM)

Bu boyutta modele zamansal bilgilerle birlikte maliyet ile ilgili verileri sağlayan miktarlar, metrajlar ve hacimler yer alır (Popov ve diğ., 2009). 5D Bim yapının, mimari, statik, elektrik, mekanik ve diğer elemanlarının detay ve miktar bilgilerinin maliyet unsuru ile birlikte modele eklendiği bir BIM yönetim modelidir (Smith, 2014).

3.5.4 6 ve 7 Boyutlu BIM (6D BIM ve 7D BIM)

6D BIM yapının çevreye olan ilişkileri ve sürdürülebilirlik konularının modele entegrasyonu ile oluşur. Enerji hesaplamaları, çevre analizleri, sürdürülebilirlik, alan yönetimi gibi özellikler bu boyutta kullanılabilir (Karen M Kensek, Building Information Modeling, London: Routledge, 2014, 29).

7D BIM ise binanın işletme yönetiminin modele entegrasyonunu içermektedir. Yapım sonrası işletme sürecinde yapı elemanları ve yapının bütünüyle ilgili bilgiler modelde toplandığı için yönetimsel her türlü probleme anında cevap verilebilmesine ve önlem alınmasına yardımcı olmaktadır (Karataş, 2018).




Şekil 3.7 : BIM boyutları (Dallasga ve diğ., 2015’den uyarlanmıştır).

3.6 BIM Kullanımında Detay Seviyeleri

Yapılar tasarım ve yapım süreci boyunca kademe kademe kaba bir konsept tasarımdan ayrıntılı bileşenlere ve sahip bir yapıya doğru gelişimini tamamlar. Detay seviyeleri (Level of Development – LOD) BIM öğelerinin yapının yaşam süreci boyunca farklı aşamalarındaki geometrik ve kendilerine özgü olan özelliklerinin geliştirilmesini ve detaylandırılmasını açıklar (Abualdenien ve Bormann, 2019).

Amerikan Mimarlar Birliđi (American Institute of Architects – AIA) 2013 yılında yayımlanan BIM protokolünde detay seviyeleri temel olarak LOD100, LOD200, LOD300, LOD400, LOD500 olmak üzere 5'e ayrılmıştır.

Çizelge 3.1 : BIM detay seviyeleri (BIMForum 2017'den uyarlanmıştır).

LOD100	Nesne temsili olarak yerleştirilmiştir, varlığı gösterir fakat nesnenin geometrik ve fiziksel özellikleri hakkında bilgi yoktur. Bu seviye genel olarak konsept dizaynı temsil eder.	
LOD200	Nesne hakkında geometrik bilgiler ve kapladığı hacim ve mekan açısından yaklaşık bilgiler verilebilir.	
LOD300	Nesne hakkında kesin geometrik bilgileri içerir, miktarlar, hacimler, konumlar ölçülebilir.	
LOD400	Nesnenin imalatı için gerekli bütün detaylar mevcuttur.	
LOD500	LOD400'e artı olarak nesneye ait grafiksel veya geometri içermeyen detaylar mevcuttur. As-built ve yönetim bilgileri içerir.	



4. İHALE SÜREÇLERİNDE BIM KULLANIMI

Proje ile ilgili bilgilerin tek bir modelde merkezileştirilmesi işlem verimliliğini ve çalışmaların hassasiyetini artırabilir. BIM temelli bir tasarım modeli, yapım projesinin maliyet tahminlerini etkin bir biçimde çıkarılmasını sağlar ve ihale süreçlerinde önemli kazanımlar elde edilebileceğini gösterir (Costa ve Grilo, 2014). Modelin detaylı olması ve bilgi içermesi ihale dokümanlarının hazırlanma sürecini hızlandırır ve süreci basitleştirmeye yardımcı olur (Doubouya ve diğ. 2016). İhale süreçlerinde BIM kullanımı sürecin iyileştirilmesinde ve işbirliğinin artırılmasında rol oynar fakat gereksiz bilgi kirliliğinin ve bilgi eksikliklerinin ek maliyetlere sebep olacağını da göz önüne alınmalıdır (Araç, 2018). 2011 yılında İngiltere’de yayınlanan hükümet raporlarına göre ihale süreçlerinde BIM kullanılması ile ihale maliyetlerinde yüzde %20 oranında tasarruf edilmesi öngörülmektedir (Cabinet Office, 2011).

Çizelge 4.1 : BIM faaliyetleri (Azhar ve diğ., 2011’den uyarlanmıştır).

BIM Faaliyeti	İdare (İşveren)	İstekli (Yüklenici)	Tasarımcı	Altyüklenici	Tedarikçi
3D Model ve Görsellik	✓	✓	✓	✓	✓
Optimizasyonlar		✓	✓	✓	
Maliyet ve Fiyatlandırma Tahminleri		✓			✓
Zaman ve Planlama Tahminleri		✓			
Maliyet ve Bütçe Tahmini	✓	✓			
Mobilizasyon ve Lojistik	✓	✓		✓	✓
Yapılabilirlik Analizleri		✓	✓	✓	✓

4.1 İdarenin İhale Süreçlerinde BIM Faaliyetleri

BIM sadece tasarım ve yapım süreçlerini değil, yapının planlama evresinden işletme evresine ve hatta yıkım süreçlerini kapsar (Kartoğlu, 2016). Oluşturulan model ihale öncesi değerlendirme ve analiz yapma şansı verir. Revizyonların, tasarım

değişikliklerinin kolay işleyebilmesi sayesinde ihale sürecinde etkili bir tasarım yönetimi tesis edilmiş olur, böylelikle idare, ihale süreçlerinin etkin bir şekilde yönetebilme şansına sahip olur (Bahadur, 2018; Akkoyunlu, 2015).

İhale aşamasında BIM kullanımı sayesinde yapımı hedeflenen projenin 3 boyutlu ön modeli oluşturulmasıyla yapılabirlik ve sürdürülebilirlik konuları ile ilgili ön değerlendirme şansı yaratılmış olur. Tasarımda detay seviyesi artırılarak hassas bir metraj çalışması ve miktar verisi elde edilir. Böylelikle planlanan bütçe çerçevesinde yapılacak bir tasarım seçimi yapılır. Ayrıca metraj çalışmalarıyla birlikte yaklaşık maliyet hesapları da yapılır böylelikle teklif veren firmaların fiyatlarının analiz edilme şansı elde edilir. (Akgün, 2016)

Sözleşme sonrası yer teslimi için yükleniciye tahsis edilecek şantiye tesisleri, mobilizasyon alanları, döküm alanları, depolama alanları ve ihtiyaç olabilecek ek alanlar BIM modeli ve çevreyle ilişkisi analiz edilerek ihale sürecinde fikir verir. Bu alanların temini, ihtiyaç olursa ek alanların kiralanması veya satın alınması kararları model ile birlikte analiz edilebilir.

4.2 İsteklinin İhale Süreçlerinde BIM Faaliyetleri

İhale aşamasında BIM kullanımı sayesinde istekliler detaylı analizler yapılabilir, çabuk gerçekleştirilebilen ve yanıt alınabilen revizyonlar ve optimizasyonlar yaratılabilir ve bu sayede daha gelişmiş, gerçekçi ve sürdürülebilir çözümler sunabilirler. Yapılan bu çalışmalar görselleştirme ve modelleme olanakları ile daha iyi anlaşılabilir ve karar verilebilir bir hale getirilmiş olur (Azhar ve diğ, 2011). BIM kullanımı ile tekliflerin anlaşılabilir ve şeffaf olması sağlanmıştır (Inusah, 2018).

Oluşturulan modelde yapı elemanlarıyla ilgili bilgilerin modele doğru ve detaylı biçimde eklenmesi metrajların ve miktarların hızlı ve doğru bir biçimde üretilmesine kolaylık sağlamaktadır. Böylelikle elde edilen veriler maliyet verileriyle birleştirilerek ihale için doğru bir fiyatlandırma ve bütçe analizleri yapılmasını sağlar ve teklif fiyatlandırma süreci etkin bir şekilde yönetilebilir (Savaşkan, 2015).

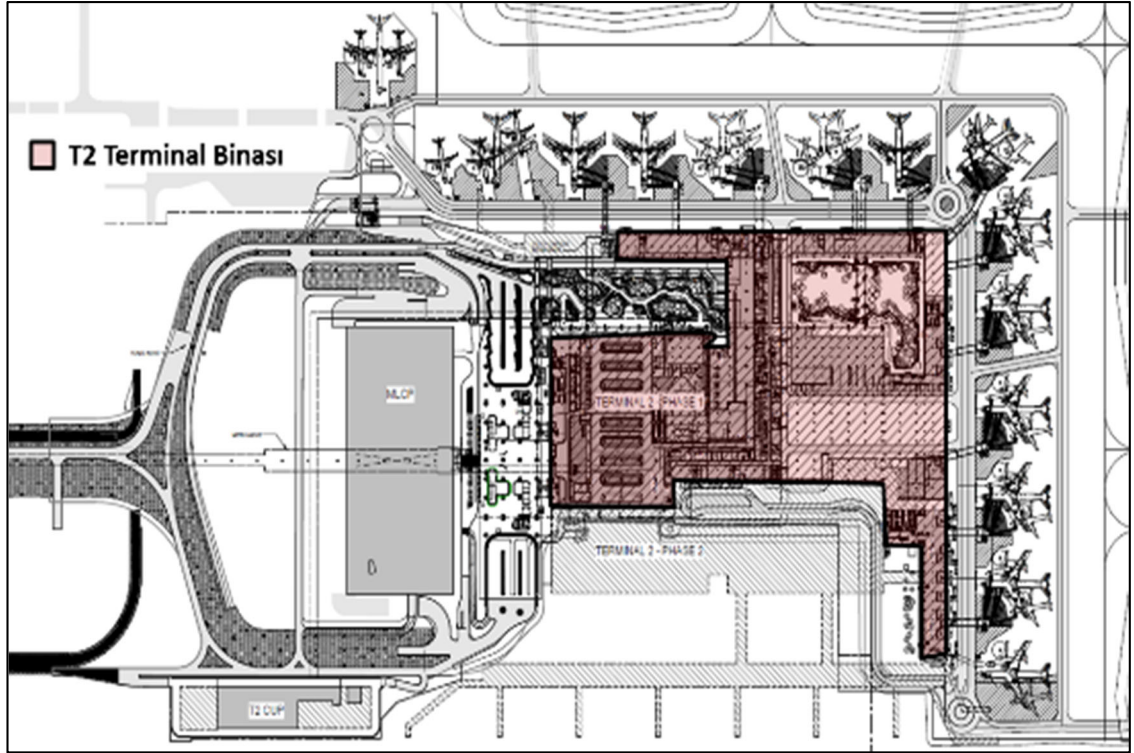
Modele zaman ve iş planı bilgileri de entegre edilerek proje için önemli tarihler ve aktiviteler ihale aşamasında belirlenebilir (Akgün, 2016).



5. ÖRNEK VAKA İNCELEMESİ

Tez çalışması kapsamında örnek olarak incelenecek vaka Kempegowda Uluslararası Havalimanı yeni terminal yapımı ihalesidir. Söz konusu ihalede yüklenicinin ihale süreçleri dahil bütün süreçleri Yapı Bilgi Modellemesi kullanarak yönetecek olması, uluslararası yüklenicilerin katıldığı bir proje olması ve tez çalışmasının aradığı sorulara cevap olacak niteliklere sahip olduğundan vaka çalışması için seçilmiştir.

Kempegowda Uluslararası Havalimanı, Hindistan'ın güneyinde bulunan Bangalore kentinin 30 kilometre kuzeyinde yer alan ve yaklaşık 4 milyon metrakare üzerine kurulmuş ve 2008 yılından beri işletilen bir havaalanıdır. Mevcut durumda 1 adet pist ve iç ve dış hatlara hizmet veren 1 adet terminal binası bulunmaktadır, ayrıca 1 adet pist ise inşaat aşamasındadır. İhaleye konu olan ve tez çalışmasında incelenecek olan LEED Gold Yeşil Bina kriterlerine uygun T2 Terminal Binası'nın yapımı ve işletmeye alınması ile yıllık 20 milyon olan yolcu kapasitesinin (MPPA) 45 MPAA'ya çıkarılması hedeflenmektedir.



Şekil 5.1 : T2 terminal binası genel yerleşimi.

5.1 İhale Bilgileri

İdare, belirlediği firmaları ihaleye davet edip, ön yeterliliği geçen davetli firmaların ihaleye katılabilmelerine izin vermiştir. İhaleye anahtar teslim götürü bedel üzerinden çıkmıştır. İhale edilen işin yapım süresi ise 30 ay olarak belirtilmiştir.

İdare söz konusu iş için ihale aşamasından tasarımcıya BIM modeli hazırlatmıştır. Hazırlanmış BIM modelinin detay seviyesi LOD200 olarak tanımlanabilmektedir. Projeye ilgili isteklilere herhangi bir keşif ve metraj cetveli verilmemiştir sadece 3B Model, 2D çizimler, raporlar ve şartnameler ihale dokümanlarında paylaşılmıştır. Her istekliden kendi keşif tablosu doldurup, fiyatlandırılması ve idareye teslim edilmesi istenilmiştir, dolayısıyla ihale ile ilgili yaklaşık bir keşif bedeli de isteklilerle paylaşılmamıştır. Soru cevaplarda da isteklilere yaklaşık maliyet ve miktar tablosu verilmeyeceğini bunların isteklinin sorumluluğunda olduğunu belirtmiştir.

5.2 Proje Bilgileri

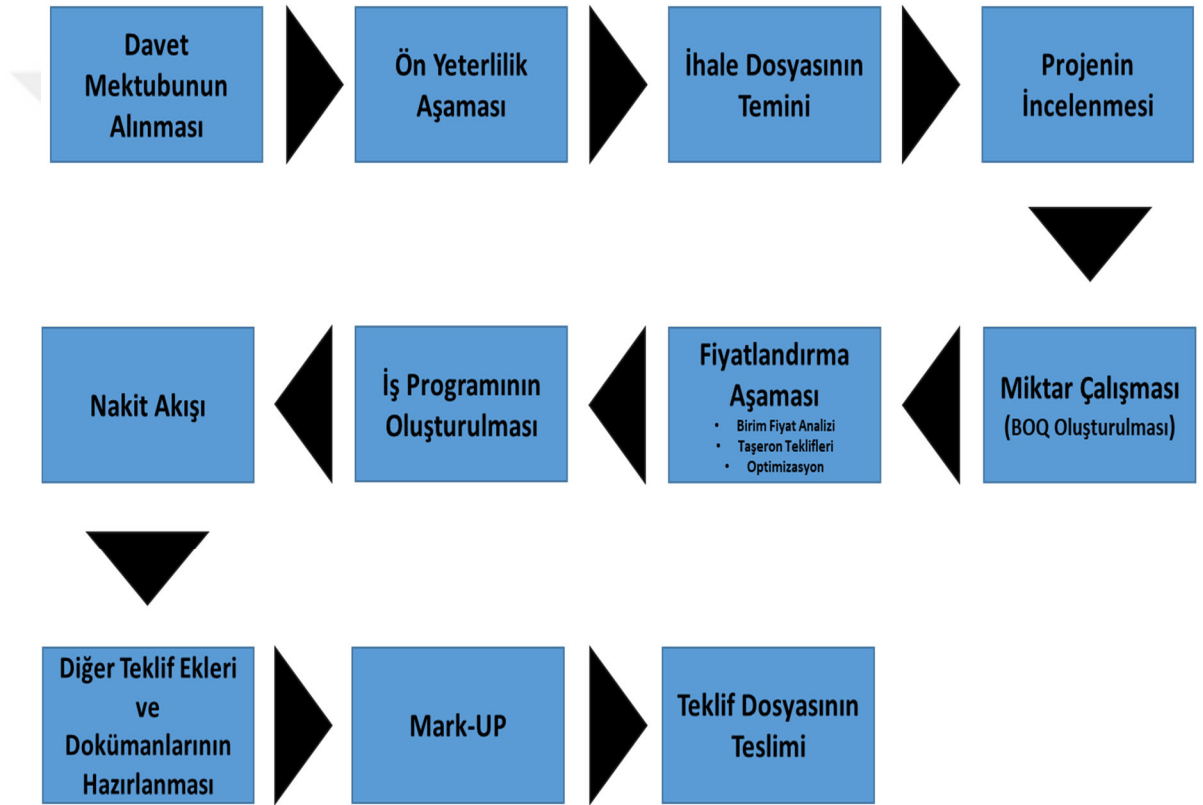
İhaleye konu olan projede yeni terminal binası ve terminal binasına ait bağlantı yolları anahtar teslim götürü bedel ile yapılacaktır. Terminal binası toplam 236.262 m² inşaat alanına, yollar ve dış alanlar toplam 10.720 m² inşaat alanına sahip olup detayı Şekil 5.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1 : Proje alanları.

	Terminal Alanları	Birim
Kapılar & Terminal Salonları	45.820	m ²
Gidiş İşlemleri Alanları (Departures)	21.800	m ²
Geliş İşlemleri Alanları (Arrivals)	25.720	m ²
Sirkülasyon Alanları	89.322	m ²
Kontrol Alanları	100	m ²
Toplam Terminal Fonksiyonel Alan	182.762	m²
Peyzaj Alanları	22.940	m ²
Mekanik-Elektrik Alanlar	21.870	m ²
Bakım Alanları	1.820	m ²
Yapısal Alanlar	6.870	m ²
Toplam Terminal Alanı	236.262	m²
Dış Alanlar		
Gidiş Avlusu (Departures Forecourt)	4.490	m ²
Geliş Avlusu (Arrivals Forecourt)	4.590	m ²
Dış Ticari Alanlar	1.900	m ²
Yükleme Alanları	740	m ²
Toplam Dış Alanlar	10.720	m²

5.3 İhale Süreçleri

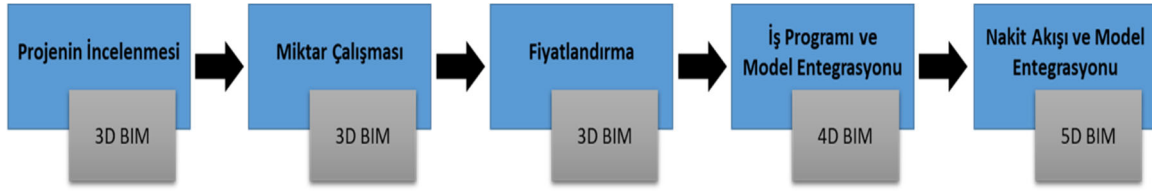
Bu başlık altında yüklenici firmalar yönünden ihale süreçleri ele alınmıştır. Literatürde ihale süreçleri incelendiğinde idareler açısından ihale süreçleri (Şekil 2.2) tarif edilmesine rağmen yüklenici firmalar için bir açıklamaya ya da tarife rastlanılmamıştır. Buna göre örnek vaka incelemesinde yüklenici firmalar açısından ihale süreçleri, bu süreçlerin yönetilmesi ve BIM'in bu süreçlere adaptasyonu konusu araştırılmaktadır. Örnek vakada davet mektubunun alınmasıyla başlayan ve teklif dosyasının teslimi ile sonuçlanan ihale süreci yüklenici açısından Şekil 5.3'teki gibi özetlenebilir.



Şekil 5.2 : Örnek vaka yüklenici açısından ihale süreçleri.

5.4 İhale Süreçlerinde BIM Kullanımı

İdarenin yapmış olduğu ihalede, istekli tarafından süreçlerinin yönetiminde BIM kullanımı projenin incelenmesi aşamasında başlayarak nihai teklif dokümanının hazırlanmasına kadar devam eder. Projenin doğru anlaşılıp analiz edilmesi ve gerçekçi bir teklif fiyatının oluşturulmasında BIM önemli bir yardımcı platformdur. Buna göre bahsedilen süreçlerde BIM'in hangi amaçlarla ve nasıl kullanıldığı, hangi özelliklerinden faydalandığı incelenmiştir.



Şekil 5.3 : Süreçlere göre BIM kullanımı ve boyutları

5.4.1 Projeye Hazırlık Aşaması

Bu aşamada ihale süreçlerinde görev alacak ekibe BIM ve kullanılacak programlar hakkında eğitim verilmiştir. Bu sayede BIM ile yürütülecek süreçlerin ekip tarafından daha iyi algılanarak etkin bir ihale yönetim sürecine ulaşılması hedeflenmiştir.

5.4.2 Projenin İncelenmesi

Bu aşamada BIM'in 3D model özelliği sayesinde proje kapsamı ve detayları hakkında bilgiler elde edilmiştir. Model ön değerlendirmeden sonra ilgili departmanlara detaylı inceleme için gönderilmiştir. Bu model kullanılarak aşağıda maddeler halinde verilen konularda inceleme yapma, yorumlama ve analiz etme imkanı sağlanmıştır.

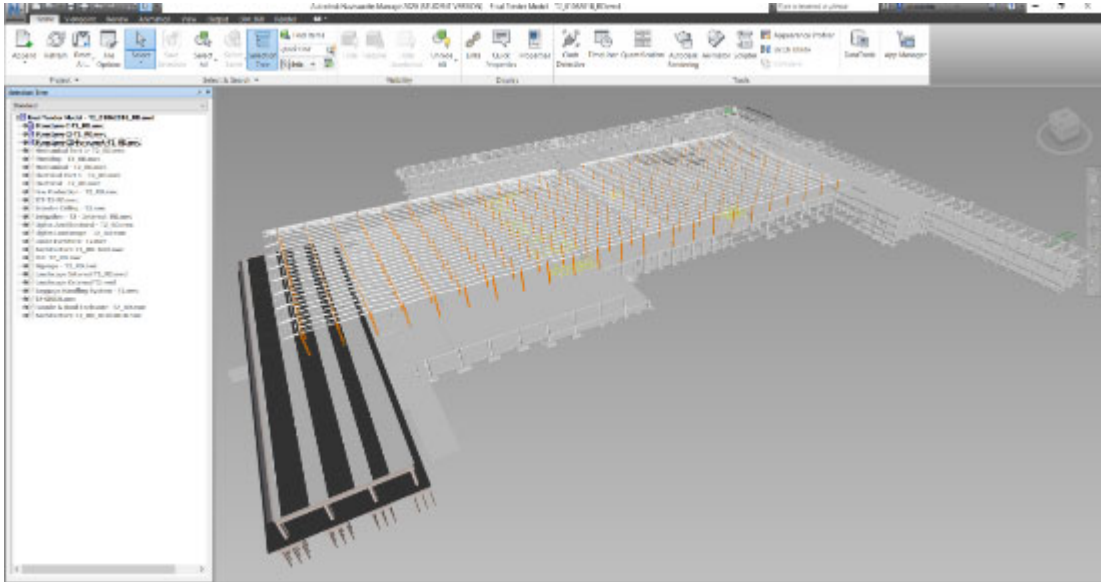
- Projenin genel yerleşim planı
- Temel tipleri ve yerleşimleri
- Kat planları,
- Elevasyonların ve kesitler,
- Çatı detayları,
- Dış cephe detayları,
- Mahal Listeleri,
- Kaplamalar,
- Malzemeler ve çeşitleri,
- Dekorasyon ve tasarım işleri,
- Mekanik ve elektrik tesisatlar,
- Mekanik Ekipmanlar ve yerleşimi
- Özel Terminal ve Havacılık Ekipmanlarının Yerleşimi ve Detayları (Bagaj Sistemi, Check-in bankoları, Bağlantı Köprüleri vs.)



Şekil 5.4 : Modelden örnek bir kesit.

5.4.3 Keşif tablolarının (BOQ) oluşturulması

3D Modelin ön incelemesinden sonra her departman kendi alanlarıyla ilgili kırımları ve detayları süzerek yapı elemanlarını belirlemiştir. İlgili elemanların belirlenmesinden sonra modelden bu elemanların listeleri ve adetlerinin çıktıları alınmıştır. Alınan çıktılar firma tarafından belirlenmiş formata dönüştürülerek miktar cetvelleri oluşturulmuştur.



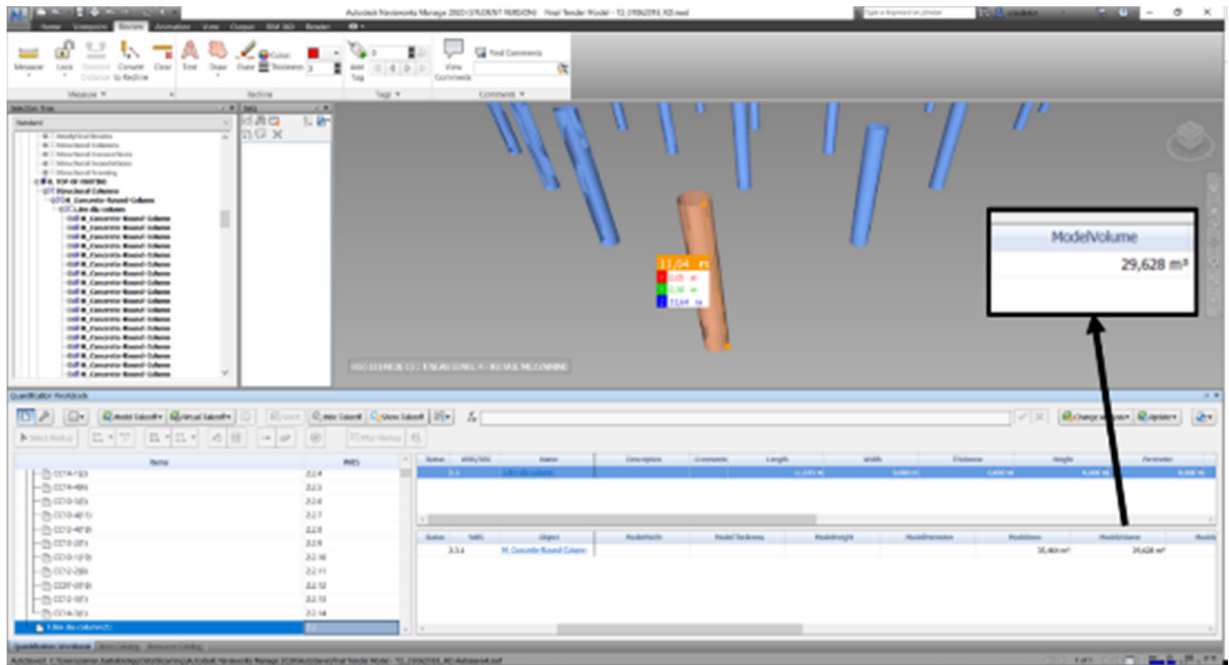
Şekil 5.5 : Strüktürel yapı elemanlarının modelde filtrenmesi.

Örnek olarak Şekil 5.7’de dizayn departmanı tarafında strüktürel yapı elemanları filtrenmiştir. Ardından modelden bu elemanların listeleri ve miktarları ve boyutları Şekil 5.8’de görülen excel dosyasına aktarılmıştır.

Çizelge 5.2 : Modelden alınan miktarlar.

Group2	Group3	Group4	Group5	Group Item	Length	Area	Area Units	Volume	Volume Units
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Floors	Floor		200 RC SLAB ON GRADE	0,000	18.544,709 m ²		3.708,942 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Floors	Floor		500 RC FOOTING SLAB	0,000	1.783,698 m ²		891,849 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Floors	Floor		150 RC SLAB	0,000	45,155 m ²		6,773 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Floors	Floor		150 RC SLAB ON GRADE	0,000	9.157,026 m ²		1.373,554 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Floors	Floor		200 RC SLAB	0,000	51,800 m ²		10,360 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RECT_v1	CR12-1 (1200x1200)		107,150	300,189 m ²		127,993 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RECT_v1	CR09-1 (900x900)		353,350	684,463 m ²		251,896 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RECT_v1	1500x1500		16,200	69,117 m ²		22,672 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RECT_v1	CR29-1 (1300x2900)		21,600	115,743 m ²		67,073 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RECT_v1	CR07-1 (700x700)		365,000	534,080 m ²		173,863 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RECT_v1	C1 1500 x 1500		21,550	73,943 m ²		35,889 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RECT_v1	800 x 800		15,750	24,810 m ²		6,984 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RECT_v1	CR11-1 (1100x1100)		5,200	14,800 m ²		3,333 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RECT_v1	CR26-1 (1100x2600)		42,150	195,165 m ²		99,199 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RECT_v1	CR25-1 (900x2500)		5,400	19,930 m ²		11,700 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RECT_v1	FLB C1 500 SQ		2,743	2,743 m ²		0,561 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RND_v1	CC13-1		202,250	463,706 m ²		249,029 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RND_v1	CC12-1		127,600	264,707 m ²		128,823 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RND_v1	CC14-2		23,800	55,967 m ²		35,944 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RND_v1	CC14-1		10,400	28,627 m ²		12,089 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RND_v1	CC14-4		23,600	56,737 m ²		35,406 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RND_v1	CC10-3		15,600	26,155 m ²		11,907 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RND_v1	CC10-4		58,000	98,531 m ²		41,762 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RND_v1	CC13-4		102,550	234,225 m ²		128,840 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RND_v1	CC13-2		17,350	38,882 m ²		21,800 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RND_v1	CC10-1		126,200	209,857 m ²		94,402 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RND_v1	CC12-2		43,200	88,215 m ²		47,486 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RND_v1	CC07-3		125,700	142,209 m ²		45,794 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RND_v1	CC12-3		17,700	35,595 m ²		19,601 m ³	
Structure-I-T2T/SLAB LEVEL B - BASEMENT	Structural Columns	SOM_M_CL_RC_RND_v1	CC14-3		5,200	12,647 m ²		7,786 m ³	

Modelden alınan örnek bir betonarme kolon için manuel bir beton metraj yapıldığında, şekil 5.8’de modelden ölçülen silindirik şeklindeki betonarme kolonun çapı 1,8 metre uzunluğu ise 11.643 metre olarak ölçülmüştür. İlgili kolonun beton miktarı hacim hesabı ile ($V=\pi \times 1,8^2/4 \times 11.643$)=29.63 m³ sonucunu vermektedir. Modelden ilgili kolon için metraj alındığında model hacim bilgisinde 29.63 m³ sonucunu vermektedir (Şekil 5.9). Miktar kontrolü için çeşitli noktalardan manuel ve model yardımıyla metraj yapılmıştır ve büyük farklara rastlanmamıştır.



Şekil 5.6 : Tekil betonarme kolon metrajı.

3D Model’den alınan metrajlar sonucu, proje ana kalemlerinin hesaplanan miktarları Şekil 5.10’da verilmiştir.

Çizelge 5.3 : 3D Model’den alınan proje ana kalemleri ve miktarları.

İş Kalemi	Birim	Miktar
Beton	m ³	152.969,40
Kalıp	m ²	541.129,17
Demir	t	19.875,50
Çelik İşleri	t	18.697,64
Duvar Kaplamaları	m ²	574.490,29
Döşeme Kaplamaları	m ²	247.338,00
Tavan Kaplamaları	m ²	334.148,05
Çatı Kaplaması	m ²	76.400,00
Yeşil Çatı	m ²	10.274,00
Çatı Işıklıkları	m ²	13.566,00
Cam Cephe Kaplamaları	m ²	28.351,00
Kompzit Cephe Kaplamaları	m ²	42.599,00
Tuğla Duvar	m ²	13.063,00

Departmanların oluşturduğu modelden alınan listeler ve tek bir dosyada birleştirilmiştir ve böylelikle keşif tablosu çalışmaları tamamlanmış olup fiyatlandırma aşamasına geçilmiştir.

5.4.4 Fiyatlandırma aşaması

Modelden alınan bilgiler doğrultusunda keşif tabloları oluşturulmuştur, ilgili yapı elemanın imalat veya üretim süreçleriyle ilgili kalemler de tabloya eklenmiştir. İş kalemleri, malzeme, işçilik, malzeme+işçilik veya anahtar teslim fiyat üzerinden fiyatlanacak şekilde tabloya eklenmiştir. Kalıp işleri ve buna ait kalemlerin oluşturulduğu BOQ kısmı Şekil 5.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.4 : Kalıp işleri keşif çizelgesi (BOQ).

Package	DESCRIPTION	UNIT	QUANTITY	UNIT PRICE	TOTAL AMOUNT
	TERMINAL-2 PHASE-1 & FORECOURT				0
	CIVIL WORKS				0
	Formworks				0
Structure-I-II-III-T2_RD.nwc	Formwork - Pile Caps (Material+Labor)	m2	3.353,28		0
Structure-I-II-III-T2_RD.nwc	Formwork - Footings (Material+Labor)	m2	5.822,68		0
Structure-I-II-III-T2_RD.nwc	Formwork - Foundation Frames (Material+Labor)	m2	15.237,42		0
Structure-I-II-III-T2_RD.nwc	Formwork - Frames (Material+Labor)	m2	100.985,52		0
Structure-I-II-III-T2_RD.nwc	Formwork - Foundation (Material+Labor)	m2	18.627,44		0
Structure-I-II-III-T2_RD.nwc	Formwork - Walls (Material+Labor)	m2	2.370,92		0
Structure-I-II-III-T2_RD.nwc	Formwork - Beams (Material+Labor)	m2	14.915,82		0
Structure-I-II-III-T2_RD.nwc	Formwork - Columns (Material+Labor)	m2	8.105,29		0
Structure-I-II-III-T2_RD.nwc	Formwork - Rounded Columns (Material+Labor)	m2	19.941,84		0
Structure-I-II-III-T2_RD.nwc	Formwork - Beams (Material+Labor)	m2	14.915,82		0
Structure-I-II-III-T2_RD.nwc	Formwork - Walls (Material+Labor)	m2	2.370,92		0
Structure-I-II-III-T2_RD.nwc	Formwork - Shear Walls (Material+Labor)	m2	202,11		0
Structure-I-II-III-T2_RD.nwc	Formwork - Retaining Walls (Material+Labor)	m2	10.990,01		0
Structure-I-II-III-T2_RD.nwc	Formwork - Slab (Material+Labor)	m2	183.035,45		0
Structure-I-II-III-T2_RD.nwc	Formwork - Metal Deck Slab (Material+Labor)	m2	690,87		0
Structure-I-II-III-T2_RD.nwc	Formwork - Slab on Grade (Material+Labor)	m2	104.955,46		0

Fiyatlandırma aşamasında izlenen yollar aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Birim fiyat analizleri,
- Taşeron teklifleri,
- Geçmiş projelerdeki benzer işlere ait fiyatlar.

Birim fiyat analizleri: İlgili imalata ait giderlerin, maliyetlerin, işçiliklerin, malzemelerin, sarf giderlerin, makine, ekipman, sigorta vb. giderlerin 1 birim miktar için hesaplanması işlemine denilir. İlgili kalemlerde ilgili analizler yapılarak birim fiyatlar belirlenmiştir ve miktarla çarpılarak o kalem için toplam fiyat bulunmuştur.

Taşeron teklifleri: Özel uzmanlık gerektiren işlerde veya işin taşeronu daha uygun fiyatlarda yaptırılabilceği durumlarda taşerondan teklifler toplanır. İlgili projede taşeronların istenilen teklifi daha net anlamaları ve daha doğru fiyat verebilmeleri için CAD çizimleri, teknik şartnameler ve ilgili keşif miktarları ile birlikte 3D model de paylaşılmıştır. Model kullanımına hakim olmayan veya BIM yazılımlarına sahip olmayan taşerona ilgili iş kalemlerine ait modelden alınan görüntüler paylaşarak, taşeronların proje hakkında net bilgiler edinmeleri sağlanmıştır. Böylelikle hem daha hızlı geri dönüşler alınmış ve gerçekçi teklifler taşeronlar tarafından iletilmiştir.

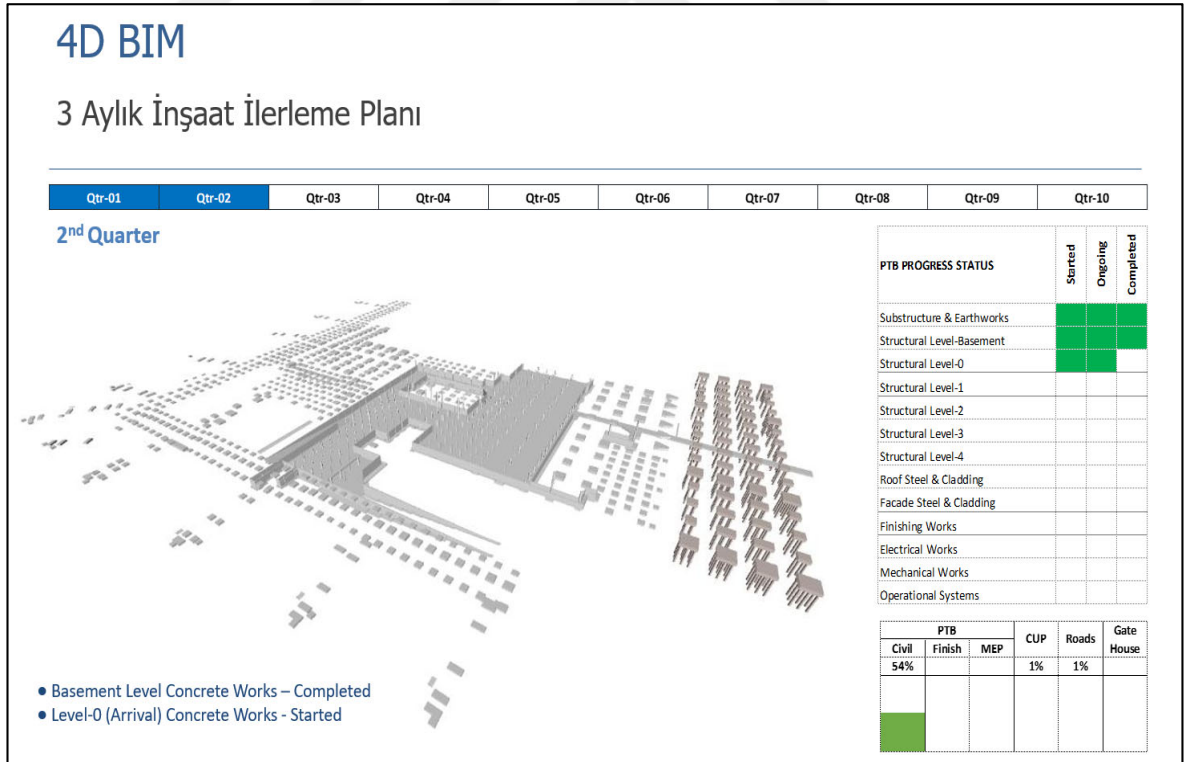
Geçmiş projelerdeki benzer işlere ait fiyatlar: Geçmişte tamamlanan benzer işlerde gerçekleşmiş birim fiyatlar da fiyatlandırma aşamasında kullanılmıştır. Analizler incelenip değerlendirilip güncellenerek fiyatlandırma yapılmıştır.

5.4.5 İş programının oluşturulması

Keşif tablosunun oluşturulması, teknik şartnamelerin, işveren isteklerinin, çizimlerin ve modelin detaylı şekilde analiz edilip incelenmesinden sonra kapsamla ilgili çalışmalar tamamlandıktan sonra departmanlar iş kalemlerini ve imalat kalemlerini listelemiştir ve iş programı oluşturmanın ilk aşamasını tamamlamıştır. Daha sonra bu imalatların süreleri çevresel faktörler, işgücü ve ekipman kapasitesi, birbirleri arasındaki ilişkileri, bütçesel olanaklar dahilinde değerlendirilerek tayin edilmiştir. Ardından imalat kalemleri arasındaki mantıksal, fiziksel ve bütçesel ilişkiler değerlendirilerek imalat kalemleri birbirleri ile ilişkilendirilmiştir ve iş programı oluşturulmuştur. BIM kullanılmayan ihalelerde iş programı oluşturulması süreci bu aşamada son bulmaktadır.

BIM 4D, yani 3D modele iş programının entegrasyonu sayesinde 3D model iş programı ile ilişkilendirilerek proje süresi boyunca belirlen zaman aralıklarında hangi imalatların tamamlanıp hangilerinin devam ettiğinin bilgisi elde edilmiştir. Böylelikle proje için kritik ve öncelikli imalatların takibi, bu imalatların diğer imalatlarla ilişkileri, istenilen imalatların öne veya ileri alınmasıyla ilgili analizler yapılmıştır. Büyük ölçekli ekipmanların imalat süresi, bu süreçte imalatların hangi aşamaya geleceği, bütçesel olarak öncelikli kalemlerin tayinin analizleri model ve iş programı entegrasyonu ile yapılmıştır. İlgili vaka çalışmasında iş programında ana imalatlar 3 aylık periyotlar halinde planlanmıştır ve iş programı 3D modele entegre edilerek, 3 aylık periyotlarla projenin imalat durumları analiz edilmiştir. İş programı da bu analizler çerçevesinde revize edilmiştir.

2. Çeyreğin sonunda toprak işleri ve alt yapı işlerinin tamamlanacağı, zemin kat inşaat işlerinin tamamlanacağı Level-0 Geliş katı inşaat işlerinin de devam ettiği planlanmış ve son durum modelden analiz edilmiştir. İnşaatın iş programına göre 2. Çeyrek sonunda mevcut durumu Şekil 5.12’de gösterilmiştir.

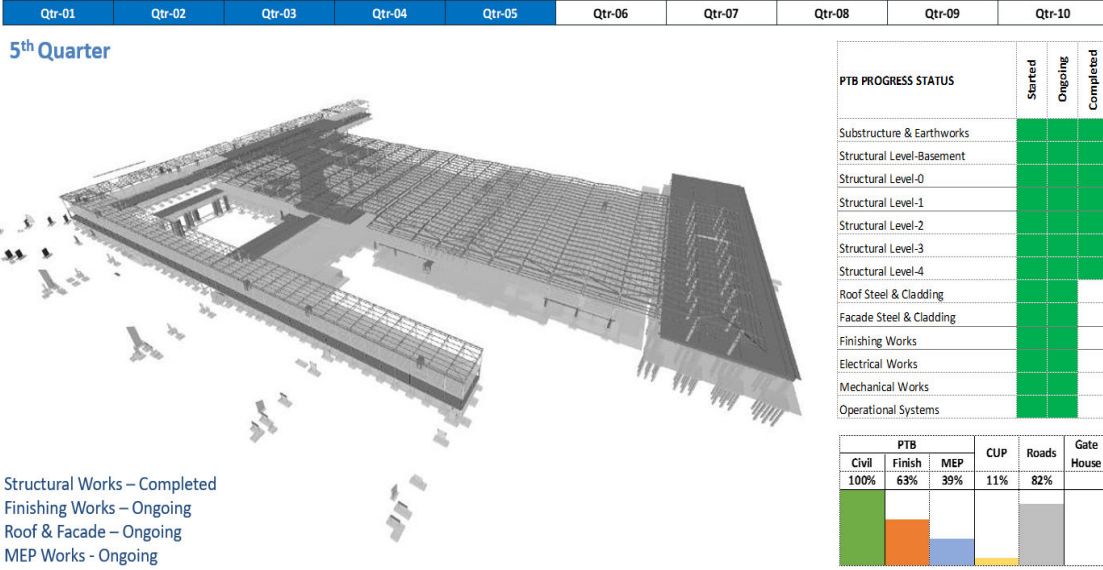


Şekil 5.7 : 2. Çeyrek sonunda mevcut inşaat durumu planı.

5. Çeyrek sonunda iş programına göre inşaat işleri tamamlanmıştır, ince işler ilerlemesi %53, mekanik ve elektrik işlerinin ilerlemesi %39 olarak hesaplanmıştır ve model iş programındaki duruma göre Şekil 5.13’teki çıktıyı vermiştir.

4D BIM

3 Aylık İnşaat İlerleme Planı

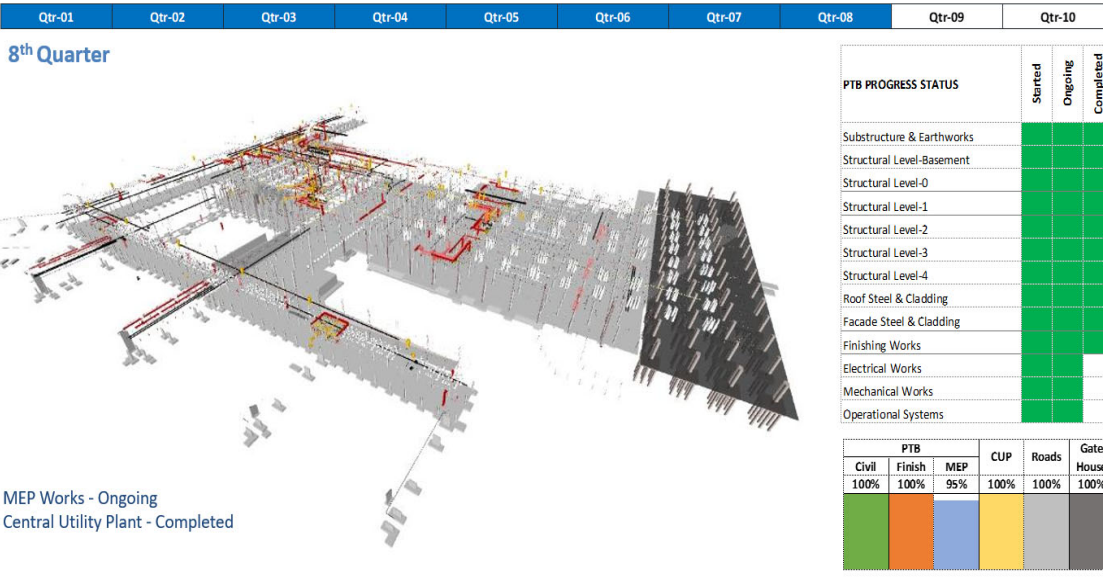


Şekil 5.8 : 5. Çeyrek sonunda mevcut inşaat durumu planı.

8. Çeyrek sonunda elektrik ve mekanik işlerin %95 oranında tamamlandığı ve terminal diğer bütün işlerinin tamamlandığı hesaplanmıştır ve model iş programındaki duruma göre Şekil 5.14'teki çıktıyı vermiştir.

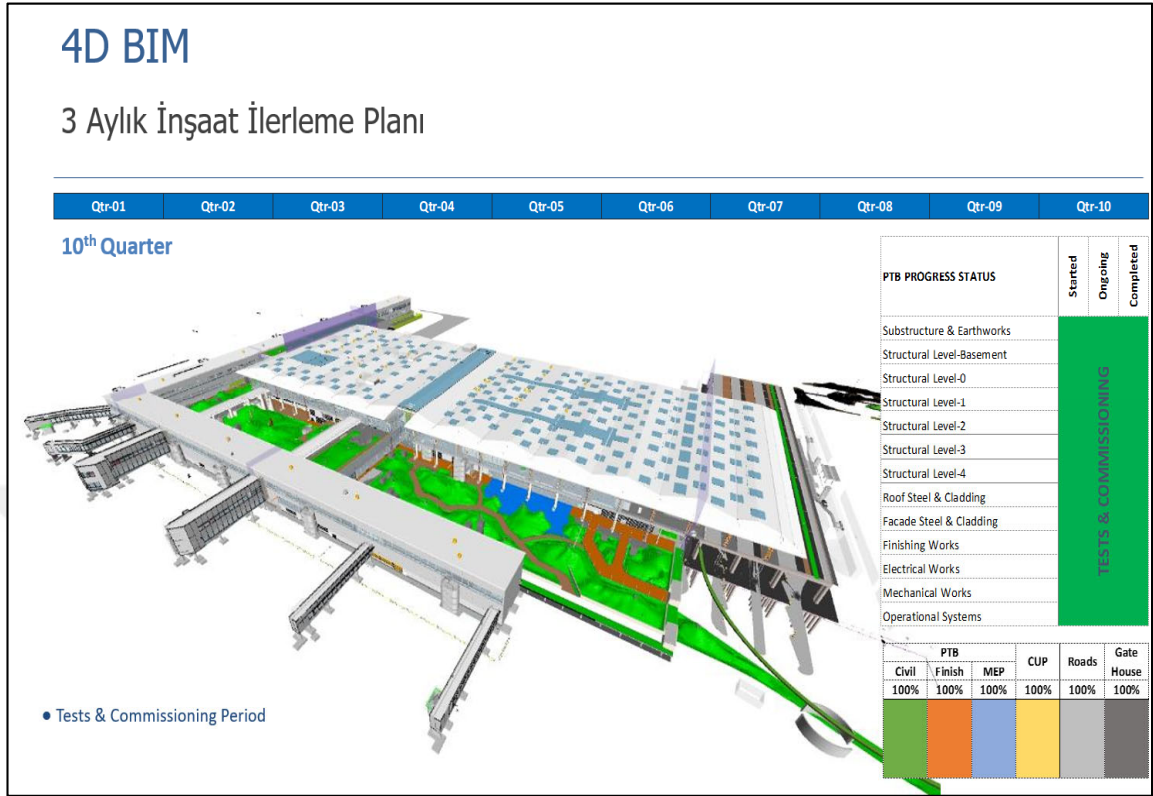
4D BIM

3 Aylık İnşaat İlerleme Planı



Şekil 5.9 : 8. Çeyrek sonunda mevcut inşaat durumu planı.

10. çeyrek sonunda projenin tamamlandığı ve test ve devreye alma aşamasına geldiği bilgisi program ve modelden alınan bilgilerle analiz edilmiştir.

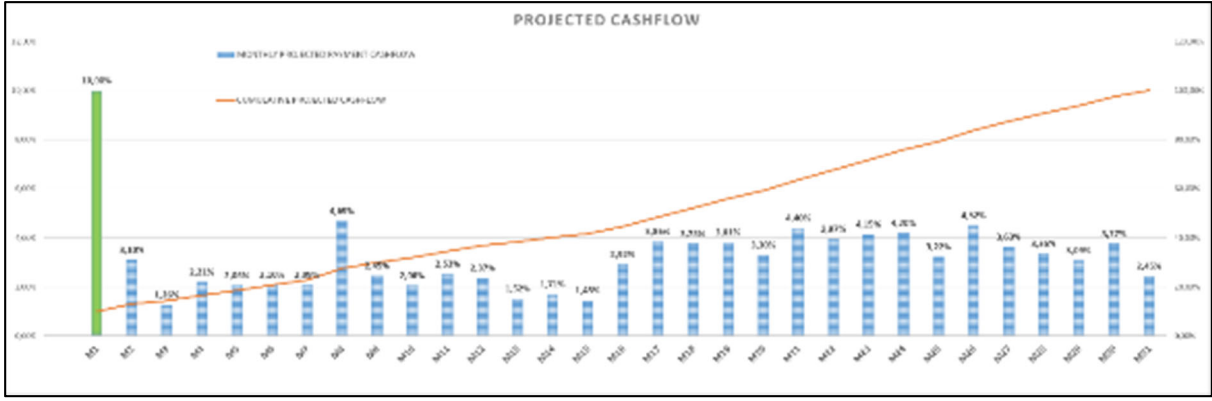


Şekil 5.10 : 10. Çeyrek sonunda test ve işletme aşaması öncesi son durum.

5.4.6 Nakit akış tablolarının oluşturulması

İş programında belirtilen imalat kalemlerinin, fiyatlandırma dosyasındaki iş kalemleri ile eşleştirilmesi ve toplam fiyatın, iş programındaki imalat kalemlerinin sürelerine göre dağıtılmasıyla oluşan grafik projenin nakit akış grafiğini ifade etmektedir. 4D modele (3D+İş Programı) finansal verilerinin entegrasyonu ile proje süresi boyunca gelir gider dağılımı ve projenin ilerleme seviyesini ölçme ve takip edebilme imkanı oluşmuştur. Avansın kullanımı, hakediş miktarlarının planlamaları, grafikte negatife düşen ayların tespiti, bu aylarda kullanılacak ek finansman modelleri (kredi vs.) ve etkileri, gelir gider karşılaştırmaları nakit akış grafiği ile yorumlanmıştır ve ilgili yerlerde iş programı tekrar revize edilerek nakit akış tabloları ve de iş programı finalize edilmiştir.

Söz konusu projede finansal bilgileri gizlilik gerekçesiyle paylaşılmadığından projeye ilişkin nakit akışı verileri bu vaka incelemesinde sunulamamıştır. Bunun yanında projeye ait yüzdesel nakit akışı grafiği Şekil 5.16'da verilmiştir.



Şekil 5.11 : Proje planlanmış nakit akışı (%).

5.4.7 Diğer teklif ekleri ve dökümanlarının hazırlanması ve teklifin teslimi

Teklif fiyatlandırma aşaması ve iş programı ve nakit akışı gibi kalemler finalize edip hazırlandıktan sonra sonra yapım metodu, organizasyon şemaları, adam.saat ve makine-ekipman dağılımları, kalite kontrol dokümanları, iş sağlığı ve güvenliği planları, teminat mektupları vb. gibi diğer teklif dokümanlarının da hazırlanmıştır ve bu dokümanların idareye teslimi ile ihale süreci tamamlanmıştır.

5.5 Araştırma Bulguları

Örnek vakada, Hindistan'ın güneyinde bulunan Bangalore şehrinin 30 km kuzeyinde bulunan Kempagowa Uluslararası Havaalanı yeni terminal binası projesi için İdare tarafından gerçekleştirilen ihalede isteklinin ihale süreçlerinin BIM uygulamaları kullanılarak yönetilmesi incelenmiştir. İdare ihaleden önce tasarımcı firmaya LOD200 detay seviyesinde 3D Model hazırlatmıştır ve bu model ile ihaleye çıkmıştır. Buna göre örnek vaka incelemesi ile ulaşılan bulgular aşağıda özetlenmiştir.

İstekli açısından ihale süreçleri davet mektubunun gelmesi ile başlamaktadır. Bunun sonrasında ön yeterlilik süreci başlar. Bu süreci müteakip davetli firma ön yeterlilikte başarılı olursa ihale dosyasını temin eder.

İhale dosyasının temini ile projenin incelenmesi süreci başlamış olur. İhale süreçlerinin yönetiminde BIM uygulamalarının kullanılması bu aşamada başlamaktadır. 3D modelin proje hakkında detaylı bir görsel inceleme fırsatı ve ihalenin içeriği ile ilgili detayları göstermesi sayesinde proje içeriği ve kapsamı hakkında daha hızlı bilgi sağlanmış olup ihale hazırlık ve organizasyon süreçleri hızlandırılmıştır.

3D Modeli ile malzeme listeleri, mahal listeleri, kaplamalar, ekipmanlar vb. kalemler modelden excel dosyasına aktararak hızlı bir şekilde keşif tabloları oluşturulmuştur. Malzemelerin miktarları da yine modelin metaj yapabilme ve miktar verebilme özelliğinden faydalanılarak elde edilmiştir ve metraja ayrılan süreler kısalarak keşif tabloları daha hızlı finalize edilmiştir.

3D model yardımıyla oluşturulan keşif tablosu birim fiyat analizleri, taşeron teklifleri ve geçmiş proje fiyatlarından faydalanılarak fiyatlandırılmıştır ve maliyet tabloları oluşturulmuştur. Taşeron tekliflerinde model bilgileri paylaşarak taşeronların işi daha iyi analiz etmeleri ve daha hızlı teklifler ve geri dönüşler alınması sağlanmıştır.

Modele iş programı entegre edilerek 4D BIM uygulamasından yararlanılmıştır. 3 aylık periyotlarla ilerleme analizleri yapılmıştır ve mevcut duruma göre teklif iş programında yapılması gerek revizyonlar öncelikli işlere göre yeniden revize edilmiştir.

4D BIM uygulamasına maliyet bilgileri de eklenerek 5D BIM uygulamasından yararlanılmıştır ve nakit akış grafikleri oluşturulmuştur. Aylık gelir gider tabloları ve finansal analizler yapılmıştır ve bu analizler belirli zaman dilimlerinde 3D model ile birlikte son durum gözetilerek analiz edilmiştir. Şirket gizliliği sebebiyle firma bu bilgilerin paylaşılmasını uygun görmemiştir.

Teklif ile ilgili yapım metodu, adam saat analizleri, makine ekipman analizleri, organizasyon şemaları, sertifikalar ve sunumlar gibi diğer teklif dokümanları da tamamlanarak teklif idareye iletilmiş ve süreç sonlandırılmıştır.

5.6 Mülakat Bulguları

Örnek vaka incelemesinde, sürecin tek kişinin perspektifinden ziyade geniş bir perspektiften değerlendirilebilmesi için ihale sürecinde yer alan yetkililerle mülakatlar yapılmıştır. Mülakat yüklenicinin ihale süreçlerinde yer alan 3 müdür, 2 şef, 8 uzman mimar / mühendis olmak üzere toplam 13 kişi ile yapılmıştır.

İhale süreçlerinde BIM kullanımının etkilerinin farklı yönlerden irdelenebilmesi amacıyla 7 adet mülakat sorusu hazırlanmıştır (**EK B**).

Yapılan mülakatlarda alınan cevaplar irdelendiğinde;

- 1. soruda; mülakat yapılan 13 kişi de yapı bilgi modellemesinin yüklenici firmalara fayda sağlayacağı konusunda görüş bildirmiştir. Özellikle yapım öncesi evrelerde (planlama, tasarım, ihale) ve yapım evrelerinde yükleniciye yeni imkanlar ve faydalar sağlayacağı konusunda görüş bildirmişlerdir.
- 2. soruda; mülakat yapılan kişiler özellikle ortak çalışılabilirlik (interoperability), 3D görsellik ve projenin anlaşılabilmesi (3D BIM), iş programı ve modelin entegrasyonu ve bu entegrasyonun takip edilebilmesi (4D BIM) ve diğer paydaşlarla (alt yükleniciler, tasarımcılar, tedarikçiler vs.) daha kolay bilgi alışverişinde bulunabilmeleri hususlarında fayda sağlayacağı görüşünü bildirmişlerdir.
- 3. soruda; mülakata katılan 9 kişi yapım öncesi evrede yapı bilgi modellemesi kullanımının yapım evresiyle de doğrudan bağlantılı olacağını ve katkı sağlayacağı görüşünü belirtmiştir. 4 kişi ise ihale öncesi şartların yapım aşamasıyla aynı olamayacağını belirtip faydalı sağlamayacağı görüşünü bildirmiştir. Olumlu görüş belirten kişiler, yapım öncesi evrede yapı bilgi modellemesi sayesinde daha düzenli ve planlı bir program yapılabileceğini bu sayede yapım sürecinde ortaya çıkabilecek problemlerin önceden tespit edilebileceği ve yeniden yapma, revizyon ve hak talebi konularından dolayı ortaya çıkabilecek maliyetlerin ve zaman kayıplarının önüne geçilebileceği ve önlem alınabileceği konusunda görüş bildirmişlerdir.
- 4. soruda; mülakat yapılan kişiler yapı bilgi modellemesi kavramının, sürecin tüm paydaşları tarafından henüz tam anlaşılmasının ve sektörde yaygınlaşmamasının bunun sonucunda ortaya çıkan maliyet ve zaman kayıplarının en büyük problem olduğu görüşünü bildirmişlerdir.
- 5. soruda; mülakat yapılan kişiler ihale süreçlerinde yapı bilgi modellemesi kullanılması sayesinde daha gerçekçi fiyatlandırma yapılması olanağının sağlandığı ve bu sayede proje yapımında ortaya çıkabilecek finansal risk ve belirsizliklerin önemli ölçüde öngörülüp, önlem alınabileceği ve bu etkenler göz önünde bulundurularak hazırlanmış fiyatın rekabet gücünü artıracığı hususunda görüş bildirmişlerdir.
- 6. soruda; mülakat yapılan kişiler ihale süreçlerinde yapı bilgi modellemesi kullanarak, projenin daha iyi anlaşıldığı, 3D, 4D ve 5D BIM boyutları

sayesinde risklerin belirlenebildiği ve önlem alınabildiği, taşeronlardan ve tedarikçilerden model sayesinde projenin daha rahat anlaşılabil-diği ve daha gerçekçi fiyatlar alınabilmesi imkanı sayesinde teklif fiyatına olumlu yönde etkiler yaptığı hususunda görüş bildirmişlerdir.

- 7. soruda, katılımcılardan 9'u yapı bilgi modellemesinin ülkemize henüz tam anlaşılammış ve yaygınlaşmamış olduğundan ve idarelerin yapım öncesi aşamalarında yapı bilgi modellemesi ile ilgili bütçe ayırmayacakları konusunda fikir bildirerek kısa vadede ülkemizde ihale süreçlerine yapı bilgi modellemesi entegrasyonunun mümkün olamayacağı hususunda görüş bildirmişlerdir.





6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yapı bilgi modellemesi kullanımının ihale süreçlerinin yönetimindeki etkisinin irdelendiği bu tez çalışmasındaki değerlendirmeler ve sonuçlar aşağıdaki gibidir.

6.1 Değerlendirme

Yoğun rekabetin yaşandığı inşaat sektöründe, teknolojiler geliştikçe ve daha büyük, daha nitelikli ve daha karmaşık projeler ihale edilmeye başladıkça, ihale süreçlerinin yönetimi daha önemli bir hal almıştır. İhale süreçlerinin, hem idareler hem de istekliler açısından klasik yöntemlerle yürütülmesi, problemlere yeterli cevapları verememekte ve süreçlerin yönetiminde etkinliği ve verimliliği olumsuz yönde etkilemektedir. İdareler, ihaleye çıktıkları projelerin kapsamını ve gereksinimlerini sürecin en başında planlama ve tasarım evrelerinde net olarak belirleyemediklerinden, eksik veya yetersiz bilgiler ve dokümanlarda gerçekleştirilen ihaleler sonucunda gerçekçi olmayan, iyi analiz edilmemiş, proje ve isteklere uymayan tekliflerin gelmesine neden olabilmektedir. Bunun yanında bu belirsizlik konular yapım aşamasında ek maliyetler getirebilmekte ve planlanan – gerçekleşen maliyet arasında ciddi farklar doğurabilmektedir.

İsteklilerin ihale yönetim süreçlerinde ise, ortak bir çalışma platformunun olmaması, departmanların birbirleri ile koordinasyonlarının ve iletişimlerinin zayıf olması, tasarımda görsel (3D) yetersizlik gibi durumlar; projenin incelenmesi, değerlendirilmesi ve detaylandırılmasının 2 boyutlu tasarım üzerinden gerçekleştirilmesi süreçlerde zaman verimsizliğine sebebiyet verebilmektedir. Sürecin önemli bir aşaması olan fiyatlandırma için yapılacak keşif ve metraj bilgilerinin her iş kalemi için konvansiyonel yöntemlerle hesaplanması zaman kayıplarına ve diğer süreçlerin aksamasına sebep olabilmektedir.

1960'lı yıllarda konvansiyonel yöntemle yapılan tasarımlardan bilgisayarlı destekli tasarımlara geçiş süreci ile başlayan, proje tasarım yöntemlerinde 2000 sonrası hızla gelişen teknolojinin de etkisiyle daha entegre ve bütüncül yaklaşımlar gelişmiştir. Bu

süreçte yapı bilgi modellemesi (BIM) inşaat sektöründe eş işler, entegre ve bütüncül yeni bir dönemin başlamasına sebep olmuştur. Yapının planlanma aşamasından, tasarım, yapım, yönetim, işletme ve hatta yıkım süreçlerini kapsayan ve bu süreçleri bir bütün olarak yürütmeye, izlemeye ve analiz etmeye imkan sağlayan BIM'in ihale süreçlerinde de hem idareler hem de istekliler tarafından kullanılmasının faydalı olacağı anlaşılmaktadır.

6.2 Sonuçlar

Bu tez çalışmasının amacı yapı bilgi modellemesinin ihale süreçleri üzerindeki etkilerini incelemektir. İnceleme sürecinde uygulanan yöntemler aşağıda sıralanmıştır.

- İhale ve BIM kavramları ayrı ayrı incelenmiş ve yerli ve yabancı kaynaklardan literatür taraması gerçekleştirilmiştir.
- İhale kavramı ve BIM kavramların entegrasyonu üzerine bir literatür taraması gerçekleştirilmiş ve örnek vakada incelenecek konular için bir yol haritası çıkarılmıştır.
- Örnek vakada Hindistan'da yapılmış olan ve ihale süreçlerine BIM'in entegre edildiği uluslararası bir terminal yapım projesi incelenmiştir.
- Vakada, ihale süreçlerinde BIM'in nasıl ve ne amaçlarla ve hangi boyutlarıyla kullanıldığı araştırılmıştır.
- Son olarak ihalenin çeşitli süreçlerinde yer alan kişilerle mülakatlar yapılmıştır.

Yapı bilgi modellemesinin ihale süreçlerine adaptasyonunun incelendiği araştırmada ulaşılan sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- Yapı bilgi modellemesi ile projenin incelenmesi, kapsamının belirlenmesi ve teklifin yönetim stratejilerinin belirlenmesi süreçleri daha hızlı ve efektif yönetilmiş, gelecek süreçler için zamanın daha etkin ve verimli kullanıldığı bir yönetim metodu belirlenmiştir.
- Ortak çalışma platformu sayesinde, departmanlar arası koordinasyon ve işbirliği sağlanmış, iletişim ve koordinasyon eksikliğinden kaynaklanan zaman ve bilgi kayıplarının önüne geçilmiştir.

- 3D model sayesinde proje hakkında detaylı bir inceleme yapılma olanağı oluşmuş; kat planları, kesitler, imalat detayları, yerleşimler detaylı bir şekilde analiz edilmiş ve her departmanın kapsamı net olarak belirlenmiştir.
- Büyük hacimler kaplayan mekanik ve elektrik elemanların yerleşimi, sayıları ve konumlar 3D model ile belirlenmiş ve yapım sürecindeki olası problemler analiz edilmiştir.
- İnce işler ve kapsamı ile ilgili 3D model yardımıyla elde edilen görsel bilgiler ışığında kaplamalar, mimari detaylar ve dekorasyon hususunda ilgili idare istekleri daha net anlaşılmış ve çalışmalar detaylandırılmıştır.
- Projenin yapılabirlik analizleri ve yapım süreçleri hakkında daha efektif ve gerçeğe yakın analizler yapılabirmiştir.
- Yapı elemanlarının modelde tanımlı ve detaylı verilmesi ile miktarların daha kısa sürede belirlenmesi sayesinde fiyatlandırma için temel oluşturan keşif tablosu için harcanan sürelerde verimlilik sağlanmış, böylelikle fiyat çalışması için de yeterli süre elde edilmiş ve analizler, hesaplamalar daha hassas gerçekleştirilebilmiştir.
- 3D Model sayesinde taşeronlarla daha etkin ve sürdürülebilir bir ilişki kurulmuştur. Model sayesinde taşeronların projeyi ve kapsamı anlamaları kolaylaşmış ve teklife daha hızlı cevap verebilmişlerdir. Böylelikle piyasa fiyatlarının toplanması, analiz edilmesi ve teklif fiyatına entegre edilme süreçleri daha efektif yürütülmüştür.
- 3D Modele, iş programı entegre edilerek oluşturulan dört boyutlu 4D BIM kullanımı ile planlanan proje süresi boyunca belirlenen zaman aralıklarında hangi imalatların tamamlanıp hangilerinin devam ettiğinin bilgisi elde edilebilmiştir. Böylelikle proje için kritik ve öncelikli imalatların takibi, bu imalatların diğer imalatlarla ilişkileri, istenilen imalatların öne veya ileri alınmasıyla ilgili analizler yapılmış, inşaat yapım süreci ayrıntılı bir şekilde planlanmıştır.
- 4D Modele finansal verilerin entegre edilmesiyle 5D BIM kullanımı, proje süresi boyunca gelir gider dağılımı ve projenin ilerleme seviyesini ölçme, takip edebilme ve daha gerçekçi maliyet tahminleri ve finansal analizler yapabilme

olanağı sağlanmıştır. Projenin başabaş analizi ile kar-zarar noktaları tespit edilmiş, bu noktalarda alınacak aksiyonlar ve çözümler belirlenmiştir. Söz konusu örnek vakada finansal bilgiler gizlilik gerekçesiyle paylaşılmadığından projeye ilişkin nakit akışı verileri bu vaka incelemesinde sunulamamıştır.

Araştırmanın sonuçlarına göre yapı bilgi modellemesinin ihale süreçlerinde kullanılmasının, süreçlerin etkinliği ve başarılı yürütülmesi hususunda fayda sağlamaktadır. İhale öncesi idarenin isteklerini ve ihtiyaçlarını belirleyip tasarımcıya amaçlar doğrultusunda bir BIM modeli hazırlatması, hem idare hem de istekli açısından başarılı ve amaçlara uygun, gerçeğe oldukça yakın planlanmış ve bu doğrultuda sonuçlar veren bir ihale yönetimi gerçekleşmesine katkı sağlamıştır. İhale aşamasında BIM kullanımının maliyetleri düşünüldüğünde, belirsizliklerin büyük ölçüde giderilmesi ve yapım sürecindeki ek maliyetlerin, zaman kayıplarının önlenmesi hususları gözönünde bulundurulduğunda bu maliyetin kabul edilebilir düzeyde olduğu düşünülmektedir.

Araştırmaya geniş bir perspektifle bakmak amacıyla yapılan mülakatlarda ise; yapı bilgi modellemesinin ihale sürecine dahil olan bütün paydaşlara olumlu yönde etki ettiği, yapı bilgi modellemesi kavramının sürece dahil olan tüm paydaşlar tarafından doğru şekilde anlaşılıp, kullanılmaya başlandığı zaman daha etkin ve sürdürülebilir bir süreç yönetiminin tesis edileceği, belirsizliklerin ve risklerin azaldığı, gerçeğe yakın fiyatlandırma yapılabildiği ve rekabet gücünün artacağı bir ihale yönetiminin mümkün olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırma yapılırken karşılaşılan kısıtlar ise şunlardır;

- Literatür araştırmalarında ihale süreçleri konusunun çoğunlukla idare tarafından incelenmesi ve genellikle kamu ihaleleri üzerine yapılmış olması literatür araştırmasında istekli (yüklenici) açısından ihale ve ihale yönetimi ile ilgili yeterli kaynağın olmadığını göstermiştir.
- Örnek vaka incelemesinin Hindistan gibi uzak ve zorlu bir coğrafyada olması nedeniyle istenilen verilere ve bilgilere ulaşmak ve idarenin teknik personelinin BIM konusunda yeterli teknik donanıma sahip olmamaları

nedeniyle bilgiye ulaşmak, analiz yapmak ve yorumlamak uzun süreler almıştır.

- Mülakatlarda katılımcıların sınırlı sayıda olmaları ve iş yoğunlukları sebebiyle mülakatların tamamlaması ve sonuçların analiz edilmesinde zorluklar yaşanmıştır.

Tez kapsamında yapılan araştırmanın özellikle konu ile ilgili araştırmacılara, profesyonellere ve firmalara faydalı olacağı düşünülmektedir. İleride karşılaşılabilecekleri bim entegreli bir yapım ihalesinde nasıl bir yol izlemeleri ve yaklaşım sergilemeleri hususunda bu tez araştırmasından yararlanabileceklerdir. Ayrıca gelişen teknoloji ile birlikte daha fazla yaygınlaşacak olan e-ihale ve bim entegrasyonu konusunda faydalı bir kaynak olacaktır.



KAYNAKLAR

- Abualdenien, J., & Borrmann, A.** (2018). Multi-LOD model for describing uncertainty and checking requirements in different design stages. In eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction: *Proceedings of the 11th European Conference on Product and Process Modelling (ECPPM 2018)*, Copenhagen, Denmark.
- Akkoyunlu, T.** (2016). *Kentsel Dönüşüm Projeleri İçin BIM Uygulama Planı Önerisi*. (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Araç, E.** (2018). *Türkiye’de Raylı Sistem Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesine Geçiş Süreçleri Üzerine Bir Örnek Olay İncelemesi Ve Yönetimsel Öneriler*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, İstanbul
- Arslan, G., Tuncan, M., Birgonul, M. T., & Dikmen, I.** (2006). E-bidding proposal preparation system for construction projects. *Building and Environment*, 41(10), 1406-1413.
- Ayaz, Y.** (2012). *4734 Sayılı Kamu İhale Kanununa Göre İlgili Yüklenicinin İhaleye Girişi, Yapım Süreci ve Çıkabilecek Sorunlara Çözüm Önerileri*. (Yüksek Lisans) Tezi. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Aydınefe, H., S.** (2004). *Teklif Hazırlama Sistemi ve Bir Yurtdışı uygulamasında karşılaşılan sorunların değerlendirilmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, İstanbul
- Azhar, S. Khalfan, M. Maqsood, T.** (2012). Building Information Modelling (BIM): Now and Beyond. *Australian Journal of Construction Economics and Building*. Cilt 12, sayı. 4, Sf. 15-28

- Azhar, S., Hein, M. ve Sketo, B.,** (2011). Building Information Modelling (BIM):Benefits, Risks and Challenges Leadership and Management in Engineering, 11, 3, 241-252.
- Bağ N.** (2008). *Teklif Stratejilerinin Belirlenmesinde Uzman sistem Yaklaşımı.* İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, İstanbul
- Bahadır İ.** (2018). *Yapı Bilgi Modellemesi Uygulama Planının Yapı Bilgi Modellemesi Yazılımı Kullanılabilirliğine Etkileri.* Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, İstanbul
- Barnes, P. Davies, N.** (2014). BIM in Principle and in Practice. *London:ICE Publishing*
- Bayraktar Sarı A. Ö.** (2018). *Yapı Bilgi Modelleme Tabanlı Hesaplamalı Tasarımyaklaşımı İle Mimari Tasarım İş Akışlarının Verimliliğinin Sağlanması.* Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, İstanbul
- Bentley.** (1987). Construction tendering and estimating. *Spon Press.*
- Bew, M. ve Richards, M.** (2008). Bew-Richards BIM maturity model, *BuildingSMART Construct IT Autumn Members Meeting,* Brighton.
- BIMForum,** (2017). *Level of Development Specification Guide,* BIMForum Committee.
- Brook, M.** (2004). Estimating and Tendering for Construction Work . *Routledge.*
- Cabinet Office.** (2011). Government Construction Strategy, *UK Government Report,* Cabinet Office, London, May.
- Cameron, L. J., Cramton, P., & Wilson, R.** (1997). Using auctions to divest generation assets. *The Electricity Journal,* 10(10), 22-31.
- Clayton, M. J., Johnson, R. E., Vanegas, J., Nome, C. A., Ozener, O. O., & Culp, C. E.** (2008). Downstream of design: Lifespan costs and benefits of building information modeling. In *AIA CONVENTION TAP CONFERENCE.*

- Costa, A. A., & Grilo, A.** (2015). BIM-based e-procurement: An innovative approach to construction e-procurement. *The Scientific World Journal*, 2015.
- Çiçek, G.**, (2009). *4734 Sayılı Kamu İhale Kanunu'nun Yapım İşleri İhaleleri Uygulamalarında Karşılaşılan İhale Uyuşmazlıkları ve Çözüm Önerileri*, , Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Eskişehir.
- Dallasega, P., Marengo, E., Nutt, W., Rescic, L., Matt, D. T., & Rauch, E.** (2015). Design of a Framework for Supporting the Execution-Management of Small and Medium sized Projects in the AEC-industry. In *Proceedings of the 4th International Workshop on Design in Civil and Environmental Engineering* (pp. 30-31).
- Demirci, M.**, (2001). *Türk İnşaat Sektöründe Pazarlamaya Verilen Önem ve İhale Öncesi Teklif Hazırlama Stratejileri*. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Hatay.
- Demircioğlu, M. Y.**, (2014). “Kamu İhale Hukukunda “Benzer İş” Kavramı Ve İş Deneyim Belgeleri” *Ankara Barosu Dergisi*, (2014/2) ss. 157-209
- Dikbaş, H.A.**, (1995). *Türk İnşaat Firmalarının Teklif Verme Sürecinde Karar Vermelerini Etkileyen Faktörlerin Analizi*. Doktora Tezi (Basılmamış), İstanbul Teknik Üniversitesi, 1-18s, İstanbul.
- Dikmen, I., Birgonul, M. T., ve Gur, A. K.** (2007). A case-based decision support tool for bid mark-up estimation of international construction projects. *Automation in Construction*, 17(1), 30-44.
- Doumbouya, L., Gao, G., ve Guan, C.** (2016). Adoption of the Building Information Modeling (BIM) for construction project effectiveness: The review of BIM benefits. *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, 4(3), 74-79.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. ve Liston, K.**, (2011). *BIM Handbook, A Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, John Wiley and Sons Inc., New Jersey.
- Feldman, R. A. ve Mehra, R.** (1993), “Auctions: Theory and Applications”, *IMF Staff Papers*, Vol. 40, Newyork.

- Gencer, H.**, (2009), *Kamu İhale Kanununa Göre Teklif Hazırlama, İhale İşlemleri ve Sözleşme Yönetimi* Beşiktaş Belediyesi, İstanbul.
- Inusah, Y.**, (2018). *Türk İnşaat Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesi (Ybm) Uygulamalarının Yaygınlığı ve Uygulamalardaki Başarı Düzeyleri Üzerine Bir İnceleme*. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Antalya.
- Ioannou, P., Leu, S.S.**, (1993) Average-Bid Method-Competitive Bidding Strategy, J. Of Construction Engineering And Management
- Irkıçatal, M.A.**, (2004). *Kamu İnşaat İhalelerinde Teklifin Oluşumunu Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), . Gazi Üniversitesi, 16s, Ankara.
- İlhan, B. ve Yaman, H.** (2015). BIM ve sürdürülebilir yapım bütünleşme: IFC–tabanlı bir model öneri. *Megaron*,10 (3) ,440-448
- İlkorkor Z. Ş.** (2010). Kamu Yönetiminde Etkinliğin Sağlanmasında Alternatif Bir Model: İhale Yöntemi. *Türk İdare Dergisi*, Ankara, 468, 63-84.
- Jernigan, F. E.** (2008). *Big BIM, Little Bim: The Practical Approach To Building Information Modeling: Integrated Practice Done The Right Way!*. Asite Press.
- Jordani, M.** (2010) BIM and FM: The Portal to Lifecycle Facility Management. *Journal for Building Information Modeling*, Spring 2010, 13-16.
- Karataş, İ.**, (2018). *Danışmanlık Hizmetlerinde Yapı Bilgi Modelleme (Building Information Modeling-BIM) Sisteminin Uygulanabilirliğinin İncelenmesi*, Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye.
- Kartoğlu, G.**, (2016). *İşlemsel Bir Tasarım Modeli Olarak Yapı Bilgi Modellemesi* İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kensek, K. M.** (2014). *Building information modeling*, Abingdon; New York, Routledge.
- Kensek, K. M.** (2014). *Building information modeling*. Routledge.

- Kıvırcık, İ.**, (2016). *An Investigation into the Building Information Modeling Applications in the Construction Project Management*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kopuz, B.**, (2015). *İnşaat Projelerinde Etkin bir BIM Uygulaması için Katılımcılar Arasındaki BIM Protokollerinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Krygiel, E., ve Nies, B.** (2008). *Green BIM: successful sustainable design with building information modeling*. John Wiley & Sons.
- Kymmell, W.** (2007). *Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations (McGraw-Hill Construction Series): Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations*. New York: McGraw Hill Professional.
- Li, X., Wu, P., Shen, G. Q., Wang, X., & Teng, Y.** (2017). Mapping the knowledge domains of Building Information Modeling (BIM): A bibliometric approach. *Automation in Construction*, 84, 195-206.
- Matějka, P., & Tomek, A.** (2017). Ontology of BIM in a construction project life cycle. *Procedia engineering*, 196, 1080-1087.
- McAfee, R. P., & McMillan, J.** (1987). Auctions and bidding. *Journal of economic literature*, 25(2), 699-738.
- Muratoğlu, H.**, (2015). *BIM Kullanımının Tasarım Aşamasından Kaynaklanan Uyuşmazlıklar Üzerine Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ofluoğlu, S.** (2009), *Yapı bilgi modelleme: yeni nesil mimari yazılımlar*, Alındığı tarih: 25.04.2019 adres: <http://www.sayisalmimar.com/yayin/ybm.pdf>
- Özcan, H.** (2010). *Yapı Bilgi Sistemleri ve Mimarlıktaki Yeri*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Özcekiç, A., F.**, (2007). *Türk Yüklenicilerinin Uluslar arası Teklif aşamasında Kullanabileceği bir süre Maliyet Modeli*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

- Polat, G.**, (1999). *Yüklenici İnşaat Firmalarının Teklif Hazırlama ve Maliyet yönetimi sistemlerinin değerlendirilmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Popov, V., Juocevicius, V., Migilinskas, D., Ustinovichius, L. ve Mikalauskas, S.**, (2010). The Use of A Virtual Building Design and Construction Model for Developing an Effective Project Concept in 5D Environment, *Automation in Construction*, 19, 3, 357–367.
- Pork, W.**, (1979), *Bidding for Profit*, New York,
- Ren, Y., Skibniewski, M. J., & Jiang, S.** (2012). Building information modeling integrated with electronic commerce material procurement and supplier performance management system. *Journal of Civil Engineering and Management*, 18(5), 642-654.
- Richards, M.** (2010). Building information management: A standard framework and guide to BS 1192 BSI Standards.
- Savaş, A. S.**, (2012). *4734 Sayılı Kamu İhale Kanununa Göre Yapım İşlerinin Sözleşme İmzalanıncaya Kadar Geçirdiği Süreçler ve Çıkabilecek Sorunlar*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Savaşkan, M. O.**, (2015). *Yüksek Enerji Performanslı Konut Yapıları için BIM Tabanlı bir Açık Kaynak Bilgi Sistemi Modeli*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Shourangiz E., Ibrahim M.** (2011), Flexibility of BIM towards design change, 2nd *International Conference on Construction and Project Management IPEDR* vol.15, Singapore
- Sinclair, D.** (2012). BIM Overlay to the RIBA *Outline Plan of Work*, UK:London, RIBA.
- Smith, D. ve Tardif, M.** (2009). *Building Information Modeling: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers*. New Jersey: John Wiley&Sons, Inc.
- Smith, P.** (2014). BIM & the 5D Project Cost Manager, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 119, pp. 475 – 484.

- Turşucu, M.**, (2011). *Kamu Harcama Hukuku Çerçevesinde Kamu Alımları ve Türkiye'deki Uygulamalar*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Uysalol, E.**, (2011). *Uluslararası İnşaat Firmalarının Teklif Karar Verme Sürecini Etkileyen Faktörlerin Araştırılması Ve Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi Tahminleme Yöntemi İle Bir Karar Verme Modeli Oluşturulması* İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Volkov, A., Chelyshkov, P., & Lysenko, D.** (2016). Information management in the application of BIM in construction. Stages of construction. *Procedia Engineering*, 153, 833-837.
- Walter, M.** (2006). *Return on Interoperability: the new ROL*. UK: John Jageurs. *CAD User*, March/April 2006
- Worden, K.** (2016). BIM and Communication: Implementation of Building Information Modeling into an Integrated Project Delivery contract to encourage project teams to communicate.
- Yıldırım, H.**, (2018). *Yapım İşleri İhale Mevzuatı Ve Yapım İşlerinde İş Deneyim Belgesi, Alt Yüklenici Ve Fiyat Dışı Unsur Uygulamaları..* Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Yer, B.**, (2017). *Bim Uygulamalarında Sözleşmelerden Kaynaklanan Sorunların İncelenmesi* İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- URL-1** http://bimtalk.co.uk/bim_glossary:bim_dimensions, erişim tarihi 28.04.2019.



EKLER

EK A: 4D BIM ile Planlama

EK B: Mülakat Soruları

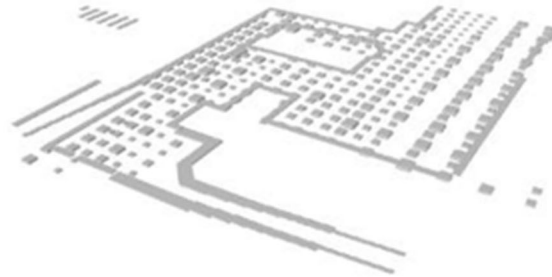


EK A Work Plan & Schedule

Quarterly Construction Plan

Qtr-01	Qtr-02	Qtr-03	Qtr-04	Qtr-05	Qtr-06	Qtr-07	Qtr-08	Qtr-09	Qtr-10
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

1st Quarter



- Substructure and Earthworks - Completed
- Basement Level Concrete Works - Started

PTB PROGRESS STATUS	Started	Ongoing	Completed
Substructure & Earthworks			
Structural Level-Basement			
Structural Level-0			
Structural Level-1			
Structural Level-2			
Structural Level-3			
Structural Level-4			
Roof Steel & Cladding			
Facade Steel & Cladding			
Finishing Works			
Electrical Works			
Mechanical Works			
Operational Systems			

PTB			CUP	Roads	Gate House
Civil	Finish	MEP			
13%			1%	1%	

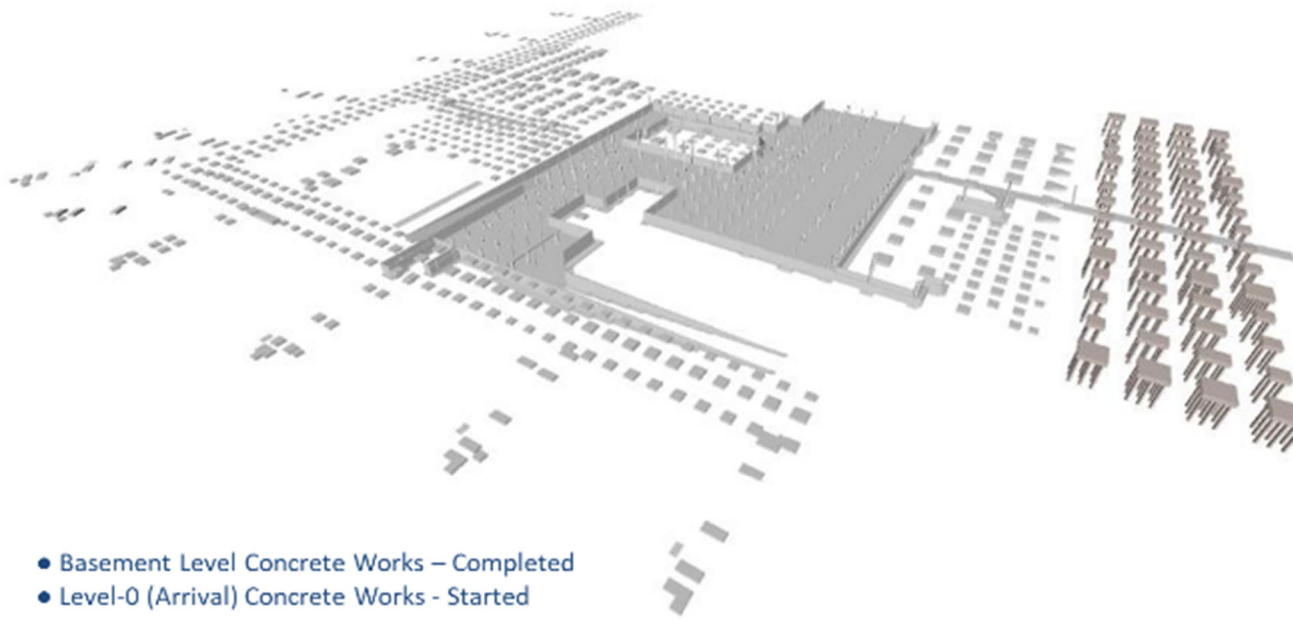
Şekil A.1 : 1. Çeyrek sonu ilerleme.

Work Plan & Schedule

Quarterly Construction Plan

Qtr-01	Qtr-02	Qtr-03	Qtr-04	Qtr-05	Qtr-06	Qtr-07	Qtr-08	Qtr-09	Qtr-10
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

2nd Quarter



- Basement Level Concrete Works – Completed
- Level-0 (Arrival) Concrete Works - Started

PTB PROGRESS STATUS	Started	Ongoing	Completed
Substructure & Earthworks			
Structural Level-Basement			
Structural Level-0			
Structural Level-1			
Structural Level-2			
Structural Level-3			
Structural Level-4			
Roof Steel & Cladding			
Facade Steel & Cladding			
Finishing Works			
Electrical Works			
Mechanical Works			
Operational Systems			

PTB			CUP	Roads	Gate House
Civil	Finish	MEP			
54%			1%	1%	

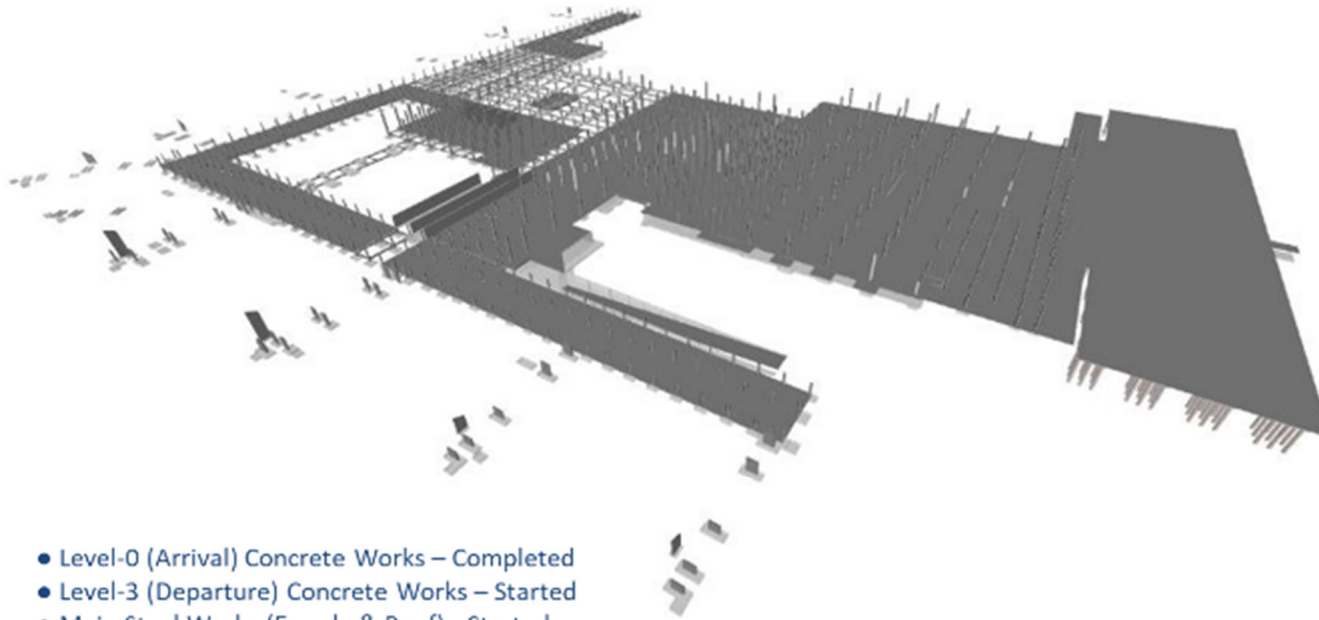
Şekil A.2 : 2. Çeyrek sonu ilerleme.

Work Plan & Schedule

Quarterly Construction Plan

Qtr-01	Qtr-02	Qtr-03	Qtr-04	Qtr-05	Qtr-06	Qtr-07	Qtr-08	Qtr-09	Qtr-10
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

3th Quarter



- Level-0 (Arrival) Concrete Works – Completed
- Level-3 (Departure) Concrete Works – Started
- Main Steel Works (Facade & Roof) - Started

PTB PROGRESS STATUS	Started	Ongoing	Completed
Substructure & Earthworks			
Structural Level-Basement			
Structural Level-0			
Structural Level-1			
Structural Level-2			
Structural Level-3			
Structural Level-4			
Roof Steel & Cladding			
Facade Steel & Cladding			
Finishing Works			
Electrical Works			
Mechanical Works			
Operational Systems			

PTB			CUP	Roads	Gate House
Civil	Finish	MEP			
75%	21%		3%	40%	

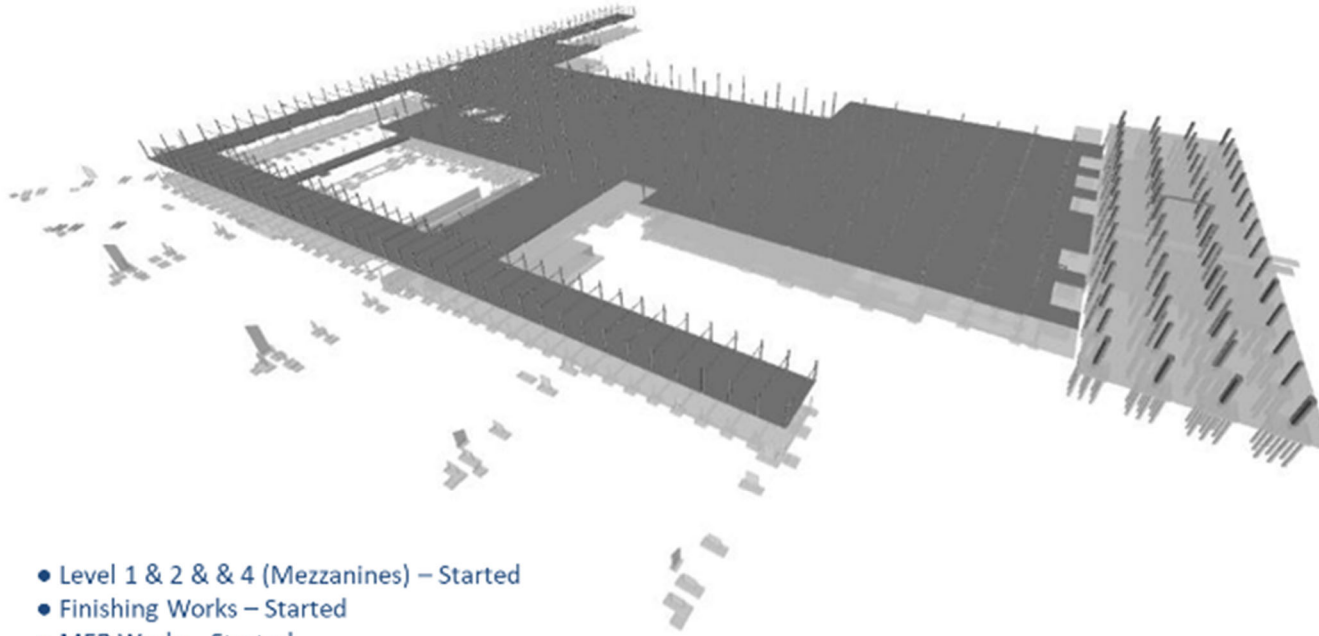
Şekil A.3 : 3. Çeyrek sonu ilerleme.

Work Plan & Schedule

Quarterly Construction Plan

Qtr-01	Qtr-02	Qtr-03	Qtr-04	Qtr-05	Qtr-06	Qtr-07	Qtr-08	Qtr-09	Qtr-10
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

4th Quarter



- Level 1 & 2 & 4 (Mezzanines) – Started
- Finishing Works – Started
- MEP Works - Started

PTB PROGRESS STATUS	Started	Ongoing	Completed
Substructure & Earthworks	█	█	█
Structural Level-Basement	█	█	█
Structural Level-0	█	█	█
Structural Level-1	█	█	█
Structural Level-2	█	█	█
Structural Level-3	█	█	█
Structural Level-4	█	█	█
Roof Steel & Cladding	█	█	█
Facade Steel & Cladding	█	█	█
Finishing Works	█	█	█
Electrical Works	█	█	█
Mechanical Works	█	█	█
Operational Systems	█	█	█

PTB			CUP	Roads	Gate House
Civil	Finish	MEP			
93%	46%	9%	8%	73%	

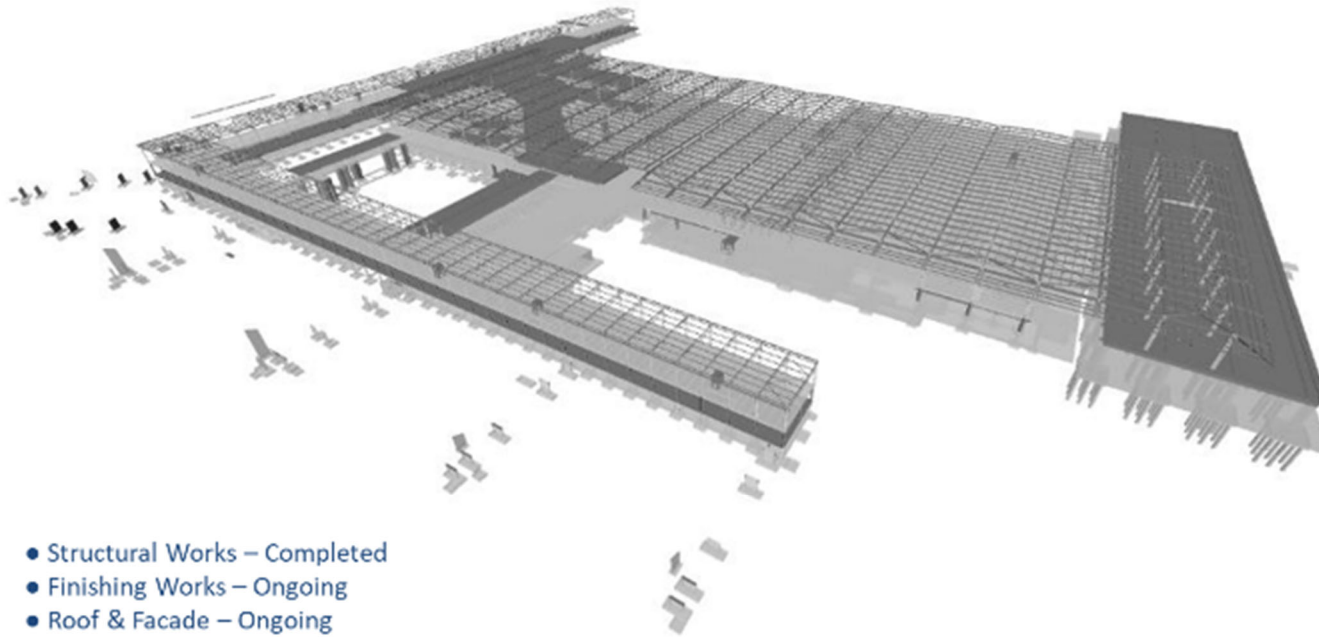
Şekil A.4 : 4. Çeyrek sonu ilerleme.

Work Plan & Schedule

Quarterly Construction Plan

Qtr-01	Qtr-02	Qtr-03	Qtr-04	Qtr-05	Qtr-06	Qtr-07	Qtr-08	Qtr-09	Qtr-10
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

5th Quarter



- Structural Works – Completed
- Finishing Works – Ongoing
- Roof & Facade – Ongoing
- MEP Works - Ongoing

PTB PROGRESS STATUS	Started	Ongoing	Completed
Substructure & Earthworks	Green	Green	Green
Structural Level-Basement	Green	Green	Green
Structural Level-0	Green	Green	Green
Structural Level-1	Green	Green	Green
Structural Level-2	Green	Green	Green
Structural Level-3	Green	Green	Green
Structural Level-4	Green	Green	Green
Roof Steel & Cladding	Green	Green	Green
Facade Steel & Cladding	Green	Green	Green
Finishing Works	Green	Green	Green
Electrical Works	Green	Green	Green
Mechanical Works	Green	Green	Green
Operational Systems	Green	Green	Green

PTB			CUP	Roads	Gate House
Civil	Finish	MEP	11%	82%	
100%	63%	39%			

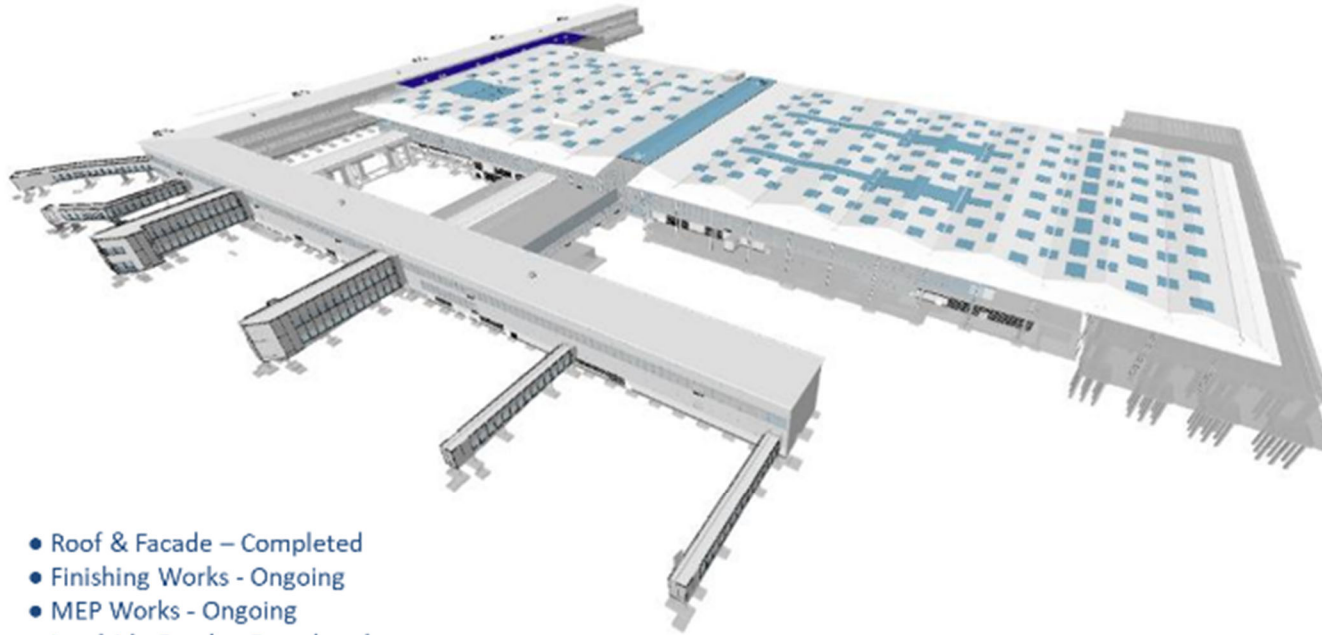
Şekil A.5 : 5. Çeyrek sonu ilerleme.

Work Plan & Schedule

Quarterly Construction Plan

Qtr-01	Qtr-02	Qtr-03	Qtr-04	Qtr-05	Qtr-06	Qtr-07	Qtr-08	Qtr-09	Qtr-10
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

6th Quarter



- Roof & Facade – Completed
- Finishing Works - Ongoing
- MEP Works - Ongoing
- Landside Roads - Completed

PTB PROGRESS STATUS	Started	Ongoing	Completed
Substructure & Earthworks			
Structural Level-Basement			
Structural Level-0			
Structural Level-1			
Structural Level-2			
Structural Level-3			
Structural Level-4			
Roof Steel & Cladding			
Facade Steel & Cladding			
Finishing Works			
Electrical Works			
Mechanical Works			
Operational Systems			

PTB			CUP	Roads	Gate House
Civil	Finish	MEP			
100%	85%	68%	34%	100%	66%

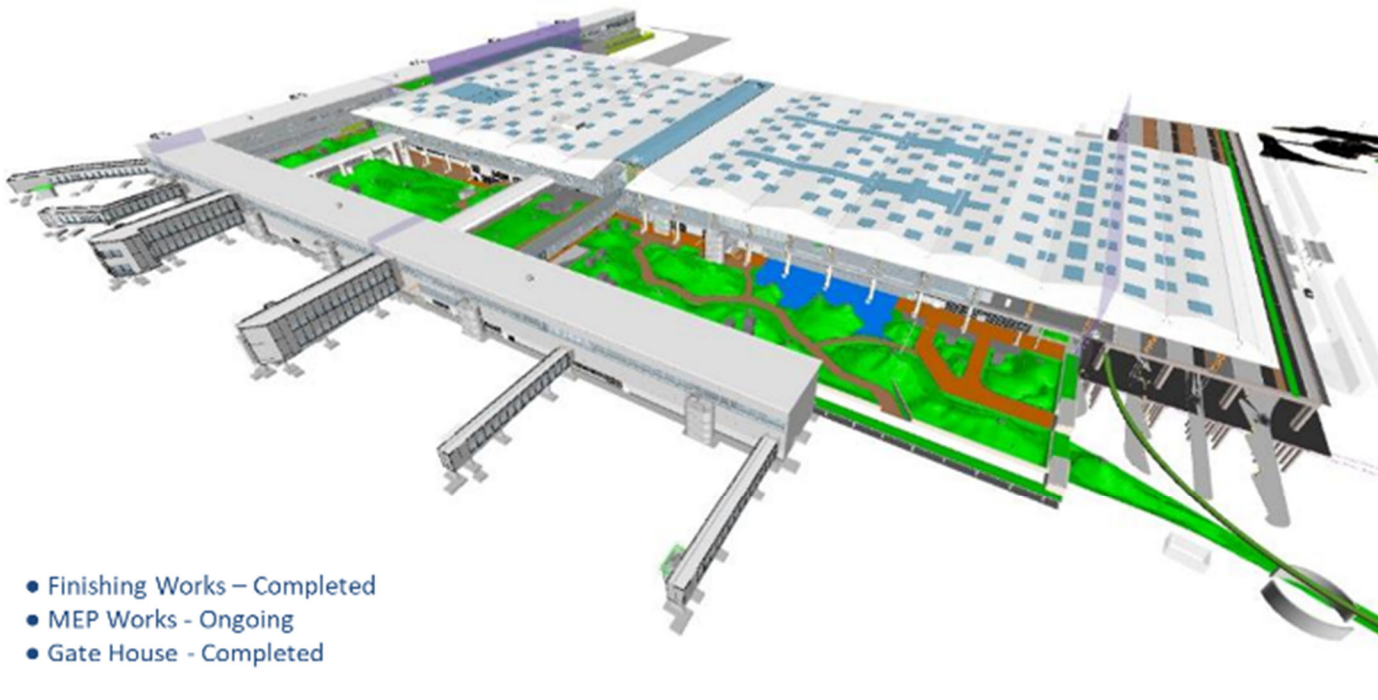
Şekil A.6 : 6. Çeyrek sonu ilerleme.

Work Plan & Schedule

Quarterly Construction Plan

Qtr-01	Qtr-02	Qtr-03	Qtr-04	Qtr-05	Qtr-06	Qtr-07	Qtr-08	Qtr-09	Qtr-10
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

7th Quarter



- Finishing Works – Completed
- MEP Works - Ongoing
- Gate House - Completed

PTB PROGRESS STATUS	Started	Ongoing	Completed
Substructure & Earthworks			
Structural Level-Basement			
Structural Level-0			
Structural Level-1			
Structural Level-2			
Structural Level-3			
Structural Level-4			
Roof Steel & Cladding			
Facade Steel & Cladding			
Finishing Works			
Electrical Works			
Mechanical Works			
Operational Systems			

PTB			CUP	Roads	Gate House
Civil	Finish	MEP			
100%	100%	83%	87%	100%	100%

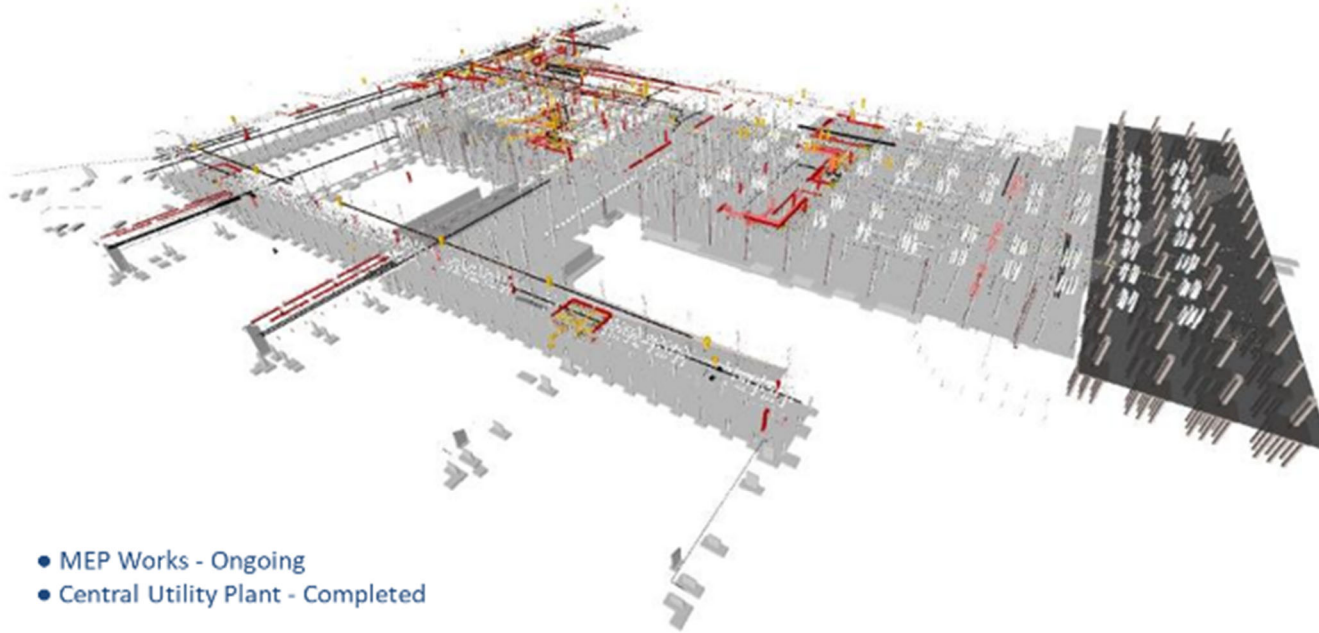
Şekil A.7 : 7. Çeyrek sonu ilerleme.

Work Plan & Schedule

Quarterly Construction Plan

Qtr-01	Qtr-02	Qtr-03	Qtr-04	Qtr-05	Qtr-06	Qtr-07	Qtr-08	Qtr-09	Qtr-10
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

8th Quarter



PTB PROGRESS STATUS	Started	Ongoing	Completed
Substructure & Earthworks			
Structural Level-Basement			
Structural Level-0			
Structural Level-1			
Structural Level-2			
Structural Level-3			
Structural Level-4			
Roof Steel & Cladding			
Facade Steel & Cladding			
Finishing Works			
Electrical Works			
Mechanical Works			
Operational Systems			

PTB			CUP	Roads	Gate House
Civil	Finish	MEP			
100%	100%	95%	100%	100%	100%

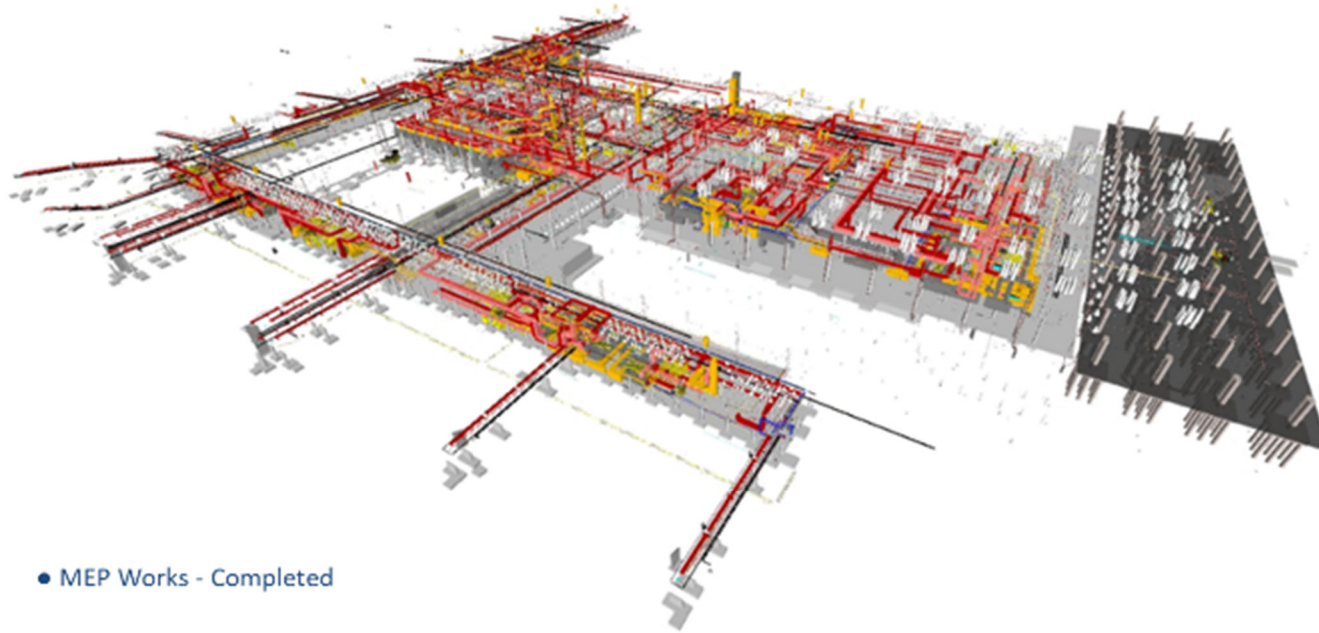
Şekil A.8 : 8. Çeyrek sonu ilerleme.

Work Plan & Schedule

Quarterly Construction Plan

Qtr-01	Qtr-02	Qtr-03	Qtr-04	Qtr-05	Qtr-06	Qtr-07	Qtr-08	Qtr-09	Qtr-10
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

9th Quarter



• MEP Works - Completed

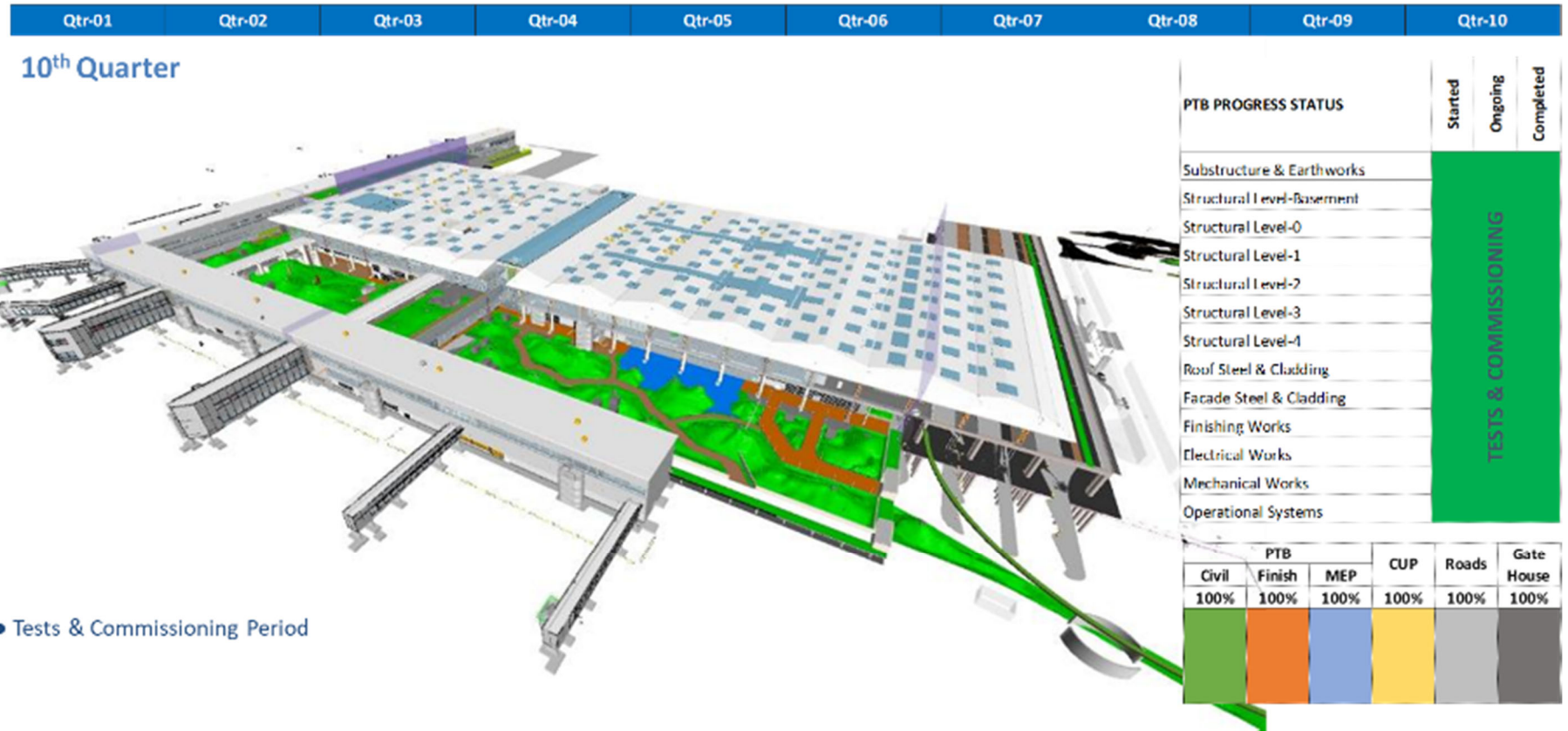
PTB PROGRESS STATUS	Started	Ongoing	Completed
Substructure & Earthworks			
Structural Level-Basement			
Structural Level-0			
Structural Level-1			
Structural Level-2			
Structural Level-3			
Structural Level-4			
Roof Steel & Cladding			
Facade Steel & Cladding			
Finishing Works			
Electrical Works			
Mechanical Works			
Operational Systems			

PTB			CUP	Roads	Gate House
Civil	Finish	MEP			
100%	100%	100%	100%	100%	100%

Şekil A.9 : 9. Çeyrek sonu ilerleme.

Work Plan & Schedule

Quarterly Construction Plan



Şekil A.10 : 10. Çeyrek sonu ilerleme.



EK B: Mülakat Soruları

1. Yapı Bilgi Modellemesi kullanımının yüklenici firmalara fayda sağlayacağını düşünüyor musunuz? Hangi konularda fayda sağlayacağını düşünüyorsunuz?
2. Yapı Bilgi Modellemesinin ihale süreçlerinin hangi aşamaların fayda sağladığını düşünüyorsunuz?
3. İhale aşamasında Yapı Bilgi Modellemesinin kullanılmasının yapım sürecinde katkı sağlayacağını düşünüyor musunuz? Hangi konularda katkı sağlayacağını düşünüyorsunuz?
4. İhale süreçlerinin yapı bilgi modellemesi ile yönetilmesinde karşılaşılan problemler nelerdir?
5. Yapı bilgi modellemesinin rekabet gücü açısından etkileri nelerdir?
6. Teklif fiyatlandırma stratejilerinde yapı bilgi modellemesinin etkileri nelerdir?
7. Yapı Bilgi modellemesinin ihale süreçlerine entegrasyonunun yurtiçi projelerde uygulanabileceğini düşünüyor musunuz?



ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Osman TAŞTEKİN
Doğum Tarihi ve Yeri : 30.04.1987 - Üsküdar
E-posta : osman.tastekin@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

Lisans : 2011, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
• İnşaat Mühendisliği Bölümü

Yükseklisans : 2012, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği

• Anabilim Dalı, Yapı İşletmesi Yüksek Lisans Programı (Tezsiz)

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- Doğu İnşaat ve Ticaret A.Ş. – Teknik Ofis Planlama Mühendisi 2011-2013.
- Tekfen Mühendislik A.Ş. – Planlama ve İş Geliştirme Mühendisi 2013-2015
- Ağaoglu Şirketler Grubu – Planlama ve Maliyet Kontrol Uzmanı 2015-2017
- İçtaş İnşaat A.Ş. – Teklif Mühendisi 2017 - ...