

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARINDA HAKEDİŞ DÜZENLEMELERİ VE
YAPI ENFORMASYONU MODELLEMESİ (BIM) UYGULAMALARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Atacan AKGÜN

Mimarlık Anabilim Dalı

Proje ve Yapım Yönetimi Programı

HAZİRAN 2016

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARINDA HAKEDİŞ DÜZENLEMELERİ VE
YAPI ENFORMASYONU MODELLEMESİ (BIM) UYGULAMALARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Atacan AKGÜN
(502111402)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Proje ve Yapım Yönetimi Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hakan YAMAN

HAZİRAN 2016

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502111402 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Atacan AKGÜN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARINDA HAKEDİŞ DÜZENLEMELERİ VE YAPI ENFORMASYONU MODELLEMESİ (BIM) UYGULAMALARI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Hakan YAMAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Fatma Heyecan GİRİTLİ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Esra BOSTANCIOĞLU
İstanbul Kültür Üniversitesi

Teslim Tarihi : **21 Nisan 2016**
Savunma Tarihi : **07 Haziran 2016**





Canım aileme,



ÖNSÖZ

Türkiye'nin ekonomik anlamda lokomotif sektörü olarak kabul edilen inşaat sektöründe, en kritik konu başlıklarından biri olan hakediş sistemlerinin, son yıllarda yapım teknolojilerinin yükselen değeri haline gelen yapı enformasyonu modellemesi (BIM) ile entegrasyonunun ele alındığı bu çalışmada, yapım sürecinin vazgeçilmez bir parçası olan işveren – yüklenici arasındaki ödeme sistematığının, BIM teknolojisinin sağladığı imkanlar ekseninde irdelenmesi amaçlanmıştır.

Tezi hazırladığım süreçte profesyonel ve sabırlı yaklaşımıyla yolumu bulmamı sağlayan hocam Hakan YAMAN'a, benden desteklerini hiç esirgemeyen, başta oğlum Mahir Ata AKGÜN, eşim Seda Nehir AKGÜN, annem Hatice AKGÜN ve babam Mücahit AKGÜN olmak üzere çalışmamın tamamlanmasına katkıda bulunan bütün görünmez kahramanlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Haziran 2016

Atacan Akgün
(Mimar)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ	xv
ŞEKİL LİSTESİ	xvii
ÖZET	xix
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Problemin Belirlenmesi ve Motivasyon	1
1.2 Tezin Amacı	4
1.3 Tezin Kapsamı.....	5
1.4 Tezin Yöntemi.....	6
2. HAKEDİŞ	9
2.1 Hakediş Tanımı	9
2.2 Hakediş Türleri.....	10
2.2.1 Fiyatlandırma esaslı sözleşmelere göre hakediş türleri.....	10
2.2.1.1 Anahtar teslim götürü bedel usulü sözleşmelere göre hakediş	10
2.2.1.2 Birim fiyat usulü usulü sözleşmelere göre hakediş.....	13
2.2.1.3 Maksimum fiyat garantili sözleşmelere göre hakediş.....	15
2.2.1.4 Maliyet artı kâr usulü sözleşmelere göre hakediş	17
2.2.2 Düzenlenme aralıklarına göre hakediş türleri	19
2.2.2.1 Dönem tabanlı hakedişler.....	19
2.2.2.2 İlerleme tabanlı hakedişler	21
2.3 Hakediş Bölümleri.....	22
2.3.1 Hakediş Raporu (Ön Kapak).....	22
2.3.2 Dizi pusulası.....	23
2.3.3 Keşif özeti	23
2.3.4 Yeşil defter	23
2.3.5 Ataşmanlar	24
2.3.6 Metraj cetveli	26
2.3.7 İhzarat tablosu	27
2.3.8 Nakliye tablosu	29
2.3.9 Fiyat farkı tablosu	30
2.3.10 Tutanaklar	31
2.3.11 Arka kapak	33
2.3.12 Standart formlar	33
2.4 Hakediş Süreçleri	33
2.4.1 Kamu projelerinde hakediş süreci	34
2.4.2 Özel sektör projelerinde hakediş süreci	35
2.5 Hakediş Düzenleme Araçları.....	37

2.5.1 Manuel araçlar.....	38
2.5.2 Dijital araçlar.....	38
2.5.2.1 Elektronik tablo yazılımları.....	39
2.5.2.2 Hakediş için hazırlanan özel yazılımlar	40
2.5.2.3 BIM tabanlı yazılımlar	42
3. YAPI ENFORMASYONU MODELLEMESİ (BIM).....	45
3.1 BIM'in Tanımı.....	45
3.2 BIM Evreleri.....	47
3.2.1 BIM öncesi (Pre-BIM)	48
3.2.2 Birinci evre: Nesne tabanlı modelleme (Object based modelling)	48
3.2.3 İkinci evre: Model tabanlı işbirliği (Model based collaboration)	49
3.2.4 Üçüncü evre: Ağ tabanlı bütünleşme (Network based integration)	52
3.3 BIM Olgunluk Düzeyleri.....	53
3.4 Bina Yaşam Döngüsü ve BIM Kullanımı	56
3.4.1 Mevcut durum modellemesi.....	57
3.4.2 Maliyet tahmini ve metraj	58
3.4.3 Süre planlaması	60
3.4.4 Saha analizi	62
3.4.5 Programlama	62
3.4.6 Tasarım.....	63
3.4.7 Tasarımın gözden geçirilmesi	64
3.4.8 Çizimlerin üretilmesi.....	65
3.4.9 Mühendislik analizleri.....	66
3.4.10 İşletme enerji analizleri	68
3.4.11 Sürdürülebilirlik / LEED değerlendirmesi	68
3.4.12 Yönetmeliklere uygunluk.....	69
3.4.13 Şantiye mobilizasyonu	70
3.4.14 Üç boyutlu koordinasyon	72
3.4.15 Yapım sistemi tasarımı.....	73
3.4.16 Sayısal imalat	73
3.4.17 Üç boyutlu kontrol ve planlama	74
3.4.18 Saha yönetimi takibi.....	75
3.4.19 Kayıt modelleme	76
3.4.20 Bina bakım programı.....	78
3.4.21 Bina sistem analizi	78
3.4.22 Varlık yönetimi	79
3.4.23 Mekân organizasyonu	79
3.4.24 Afet planlaması	80
3.5 BIM Uygulama Planı.....	81
3.6 BIM İşbirliğini Engelleyen Faktörler	82
3.7 BIM Kullanımını Teşvik Eden Faktörler	87
3.8 BIM Teknolojisinin Geleceği	90
3.9 BIM Teknolojisi ile Hakediş Uygulaması Yöntemleri.....	92
3.9.1 BIM modelinden hakediş yazılımlarına veri sağlama.....	93
3.9.2 BIM modeli ile hakediş yazılımları arasında doğrudan bağlantı kurma ...	93
3.9.3 Özel metraj araçları kullanma	95
3.10 BIM Yaşam Döngüsü ve Hakediş Uygulaması İlişkisi.....	96
3.10.1 Maliyet tahmini ve metraj	96
3.10.2 Süre planlaması	97
3.10.3 Yönetmeliklere uygunluk.....	97

3.10.4 Şantiye mobilizasyonu	97
3.10.5 Üç boyutlu koordinasyon	98
3.10.6 Yapım sistemi tasarımı.....	98
3.10.7 Saha yönetimi takibi.....	98
3.10.8 Kayıt modelleme	99
4. HAKEDİŞ SÜRECİNDE BIM KULLANIMI ALAN ARAŞTIRMASI.....	101
4.1 Araştırmanın Amacı	101
4.2 Araştırmanın Kapsamı.....	102
4.3 Araştırmanın Yöntemi.....	104
4.4 Firma ve Katılımcı Bilgileri	105
4.5 Proje Bilgileri	107
4.6 Hakediş Sürecinde BIM Kullanımı	108
4.7 Hakediş-BIM Bütünleşmesinin Avantajlarına İlişkin Öngörüler.....	110
4.8 Hakediş-BIM Bütünleşmesinde Karşılaşılan Engellere İlişkin Yanıtlar.....	111
4.9 Hakediş-BIM Bütünleşmesinde Karşılaşılan Engellerin Aşılmasına Yönelik Çözüm Önerileri	113
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	117
KAYNAKLAR	123
EKLER	131
ÖZGEÇMİŞ.....	169



KISALTMALAR

BIM	: Building Information Modelling (Yapı Enformasyonu Modellemesi)
RICS	: Royal Institute of Chartered Surveyors
CCC	: Consolidated Contractors Company
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
COBie	: Construction Operations Building Information Exchange
KİK	: Kamu İhale Kurumu
IFC	: Industry Foundation Classes
CAD	: Computer-Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
RIBA	: Royal Institute of British Architects
GIS	: Geographic Information System (Coğrafi Enformasyon Sistemi)
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design
IBC	: International Building Code
ADA	: Americans with Disabilities Act
RFI	: Request For Information
BAS	: Building Automation System
aCPS	: Adaptive Cyber Physical System (Uyarlanabilir Siber-Fiziksel Sistem)
RFID	: Radio Frequency Identification (Radyo Frekans Tanılama)
RTLS	: Real Time Location Sensing (Gerçek Zamanlı Konum Algılama)



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Anahtar teslim götürü bedel usulü sözleşmeye göre düzenlenmiş yapılan işler listesi örneği	11
Çizelge 2.2 : Anahtar teslim götürü bedel usulü sözleşmeye göre düzenlenmiş hakediş örneği	12
Çizelge 2.3 : Yeşil defter örneği	24
Çizelge 2.4 : Ataşman örneği	25
Çizelge 2.5 : İhzarat tablosu örneği	29
Çizelge 2.6 : Microsoft® Excel'de hazırlanan metraj cetveli örneği.....	40
Çizelge 3.1 : BIM maliyet tahmin tablosu bileşenleri ve açılımları	58
Çizelge 3.2 : BIM modeli üzerinden maliyet tahmini çıktısı örneği	59
Çizelge 3.3 : Modelleme platformları tarafından desteklenen analizler.....	67



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Sabit birim fiyat usulu sözleşmelerde hakediş düzeni.....	14
Şekil 2.2 : Harcama/gelir eğrisi	21
Şekil 2.3 : Nakliye krokisi örneği.....	30
Şekil 2.4 : Tipik hakediş dizisi	36
Şekil 2.5 : Hızlı ödeme döngüsü.....	37
Şekil 2.6 : AMP® Hakediş ve Yaklaşık Maliyet programı ekran görüntüsü	42
Şekil 2.7 : Vico® Office program arayüz görüntüsü.....	44
Şekil 3.1 : Çoklu BIM terimleri.....	46
Şekil 3.2 : BIM yetkinlik evreleri	47
Şekil 3.3 : BIM birinci evrede proje yaşam döngüsü süreçleri.....	49
Şekil 3.4 : BIM ikinci evrede proje yaşam döngüsü süreçleri.....	51
Şekil 3.5 : USC Sinema Sanatları Okulu'na ait yapısal model görseli.....	51
Şekil 3.6 : BIM üçüncü evrede proje yaşam döngüsü süreçleri	52
Şekil 3.7 : BIM olgunluk düzeyleri diyagramı	54
Şekil 3.8 : Proje yaşam döngüsü boyunca BIM kullanımı	57
Şekil 3.9 : Dört boyutlu BIM modeli (3D model + iş programı).....	61
Şekil 3.10 : CAVE deneyimi görseli	64
Şekil 3.11 : Vancouver Kongre Merkezi inşaatı model üzerinde vinç yerleşimi	71
Şekil 3.12 : Çakışma denetimi örneği.....	72
Şekil 3.13 : Dört boyutlu model ekran görüntüsü ve şantiye fotoğrafları	75
Şekil 3.14 : Bir yapıya ait farklı disiplinlerin model görselleri	77
Şekil 3.15 : Model ve lazer tarama katmanları	92
Şekil 3.16 : 5D veri akış diyagramı	94
Şekil 3.17 : BIM maliyet tahmini süreci konsept diyagramı	95



YÜKLENİCİ İNŞAAT FİRMALARINDA HAKEDİŞ DÜZENLEMELERİ VE YAPI ENFORMASYONU MODELLEMESİ (BIM) UYGULAMALARI

ÖZET

İnşaat sektörü, geçtiğimiz yüzyılın son çeyreği de dahil olmak üzere, gelişimine artan ivme ile hızla devam etmektedir. Dünya piyasasında büyük ölçekli firmalarla rekabet edebilecek yetkinliğe sahip Türk inşaat firmaları, bu yarışta geri kalmamak için teknolojik gelişmeleri yakından takip etmek durumundadır. Günümüz dünyasında yavaş gelişmenin, aslında geriye gitmek olduğunun bilincinde olan bu firmalar, fark yaratabilme adına kendilerini bir adım öne taşıyacak her yeniliğe açık olmak ve gerekli durumlarda alışkanlıklarını değiştirmek zorundadır.

İnşaat sektörü, sadece tasarlanan bir projenin hayata geçirilmesinin ötesinde, farklı disiplinleri bünyesinde barındıran büyük ölçekli bir ekonomik sistemdir. Bu sistemin en önemli dinamiklerinden biri de, alışverişin tarafları arasında gerçekleşen ödeme düzenidir. İşveren tarafından bir projenin başarılı sayılabilmesi için projenin, tasarıma uygun olarak, öngörülen sürede ve ayrılan bütçe sınırları içerisinde tamamlanmış olması gerekmektedir. İşverenin tüm bu beklentilerini doğrudan etkileyecek en önemli etkenlerden biri, yapım sürecinde işveren ile yüklenici arasındaki ödeme sistemini temsil eden hakediş uygulamasıdır. Bir prosedür ve evrak yükü olarak görülen hakediş, yapım sürecinin sağlıklı ilerlemesinde önemli bir role sahiptir ve tasarım-yapım alanında görülen teknolojik gelişmelere aynı hızda uyum sağlaması gerekmektedir.

Günümüz proje üretim ve yönetim araçları arasında en çok tercih edilen sistemlerden biri Yapı Enfromasyonu Modellemesi (BIM) teknolojisidir. BIM, tasarım ve yapım dünyasının büyük bir kısmında düşünüldüğü gibi yalnızca üç boyutlu bir modelleme aracı değil, proje yaşam döngüsünü tümüyle kapsayan bütüncül bir yaklaşımdır. Yapının fikir ile yıkım arasındaki bütün evreleri ile alakalı söyleyecek bir sözü bulunan BIM, halihazırda gelişmekte olan bir teknoloji olması sebebiyle, inşaat sektöründe potansiyelinin altında performans göstermektedir. Bu gelişim sürecinde, BIM'in mevcut kullanım alanlarında karşılaşılan sorunlara çözüm aranması ile birlikte, yeni kullanım alanları ile ilgili yaratıcı fikirlerin de ortaya konulması gerekmektedir.

Bu çalışmada, inşaat sektöründe faaliyet gösteren yüklenici inşaat firmalarında hakediş uygulamaları ve BIM teknolojisi kullanımı incelenmiştir. Hakediş düzenleme sürecinde BIM kullanımının tespiti için büyük ölçekli firmalar ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilerek sonuçları paylaşılmıştır. Hakediş düzenleme sürecinin, çalışmanın ana başlıklarından birisi olması sebebiyle, tasarım ve yapım sonrası evreler kapsam dışı bırakılmıştır. Hakediş uygulaması ile doğrudan ilişki içerisinde olan ve yapım sürecinin en önemli aktörlerinden biri olarak görülen yüklenici firmalar ile gerçekleştirilecek görüşmelerin, çalışmanın hedefine uygun sonuçlar üreteceği öngörülmüştür. Görüşme yapılacak firmaların seçimi, zorlu rekabet şartlarında yeniliklere daha hızlı adapte olabilecekleri düşüncesiyle, büyük

ölçekli yüklenici firmalardan yana olmuştur. Kapsamlı, büyük ölçekli ve nitelikli yapılar üzerinde yürütülecek bir çalışmada, sağlıklı ve tutarlı sonuçlar elde edileceği düşünülmüştür. İrtibat kurulan firmaların bir kısmı BIM teknolojisi ile ilgilenmemesi, bir kısmı da BIM teknolojisini primitif düzeyde kullanması sebebiyle görüşmeyi kabul etmemiştir. Fakat görüşme yapılan firmaların tecrübesi, yetkinliği ve konu ile ilgili paylaşımları, çalışmada sağlıklı veriler elde edilmesini sağlamıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde hakediş düzenleme uygulaması ile alakalı yapılan literatür araştırması sonucu elde edilen veriler paylaşılmıştır. Yüklenici firmalar ile işverenler arasında birim fiyat usulü sözleşmelere göre yürütülen hakediş süreçleri kapsamlı olarak ele alınmaya çalışılmıştır. Bu bölümde hakediş tanımı, düzenlemenin temel mantığı, hakediş dosyasının içeriği ve hakediş hazırlama süreç ile ilgili yapılan araştırmanın sonuçları paylaşarak araştırma yöntemi için ihtiyaç duyulan althığın hakediş ile ilgili olan bölümü hazırlanması hedeflenmiştir. Bölüm sonunda hakediş düzenleme uygulama araçları ile ilgili mevcut durumda kullanılan yöntemlere yer verilerek hakediş-BIM entegrasyonu için altyapı sağlaması planlanan bilgilere yer verilmiştir.

Tezin ikinci bölümünde BIM teknolojisi ile ilgili gerçekleştirilen literatür araştırması sonucu elde edilen bilgiler paylaşılmıştır. Bölümde, BIM teknolojisinin proje yaşam döngüsüne getirdiği yeni söylemlere yer verilmiştir.. BIM'in çalışma düzeni, kapsamı, faydaları ve engelleri üzerinde durulan bu bölümde, inşaat sektöründe faaliyet gösteren ve BIM teknolojisinden aktif olarak faydalanan yüklenici inşaat firmaları ile yapım süreci üzerinden gerçekleştirilecek yarı yapılandırılmış görüşmeler için ihtiyaç duyulan BIM verileri derlenmiştir. Bölüm sonunda BIM teknolojisi kullanılarak hakediş süreci yürütme yöntemleri ile ilgili elde edilen bulgular paylaşılmıştır.

Tezin üçüncü bölümünde hakediş-BIM entegrasyonunun günümüz piyasa koşullarındaki durumunu ortaya koyma adına yüklenici firmalar ile yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucu elde edilen bulgular paylaşılmıştır. Firmaların yürütmekte olduğu projeler üzerinde gerçekleştirilen görüşmelerde, hakediş sürecinde BIM kullanımı, hakediş düzenleme uygulamalarında BIM teknolojisi kullanımının avantajları, karşılaşılan engeller, engellerin çözümüne yönelik çözüm önerileri irdelenmiştir. Alan çalışması sonucu elde edilen veriler bir sonraki bölümde bütüncül olarak değerlendirilmiştir.

Tezin son bölümünde yüklenici firmalara ile gerçekleştirilen görüşmeler sonunda elde edilen bulgulara ait sonuçlar derlenmiştir. Görüşmeler sonucunda elde edilen bulgulara göre, mevcut durumda yüklenici firmaların, hakediş düzenleme sürecinde aktif olarak BIM teknolojisinden tam anlamıyla faydalanmadığı sonucuna ulaşılmıştır. BIM adaptasyonu konusunda ciddi anlamda ilerlemeler kaydeden firmaların, bu gelişmeyi hakediş uygulamasında değerlendirme ile ilgili halihazırda bir çalışmalarının olmadığı tespit edilmiştir. Hakediş-BIM entegrasyonunun potansiyelinin tespit edilebilmesi için, bu birlikteliğin avantajları, süreçte karşılaşılabilecek engeller ve bu engellerle ilgili çözüm önerileri, firmaların sorumlulukları ile alakalı yetkililerin görüşleri alınarak, sektörde faaliyet gösteren firmaların konuya yaklaşımları ortaya koyulmuştur.

Geçmişte bir yapıya ait bütün disiplinler, tek bir bedende hayat bulurken, gelişen dünya düzeninde dağılarak bir ekip oluşturdu. Bugün BIM ile birlikte ulaşılan konum, teknik olarak başa döndüğünün fakat mantıksal olarak hızla ileri gidildiğinin göstergesidir. Bu durum geriye gidişin değil, geçmiş ile geleceğin

sentezi, yani her döneme ait en 'iyi'nin seçimiyle, mükemmele ulaşma çabası olarak düşünülebilir.





APPLICATIONS OF PROGRESS PAYMENT SYSTEMS AND BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) IN CONSTRUCTION COMPANIES ROLE AS A CONTRACTOR

SUMMARY

The development in construction sector continues its progress with an increasing acceleration including the last quarter of this century Turkish Construction Companies which are capable of competing with the large-scaled companies in the world's market, have to follow the technological developments closely for keeping up with the competition in the market. A slower development actually means that going back in recent financial world, and the companies are aware of this situation, so, these companies have to be open to new ideas and technologies which can carry them a step forward and if necessary they have to change their operational systems in business to make a difference in the sector.

Construction sector is a large-scaled economical system which includes a multidisciplinary structure beyond the realization of a design project. One of the most important dynamics of the system is the payment process between the dealing contractors. The project should be accomplished in accordance with the design, in a stipulated time and in the limit of the reserved budget of the project to be defined as a successful project by the employer. Progress payment applications that directly affect these expectations of the employer, represents the payment system between the employer and the contractor during the construction process. Besides it is evaluated as a procedure or a tiresome paperwork, payment applications have a vital role for proceeding of the construction process smoothly and it should comply with the technological developments in the design-build area.

Building Information Modeling (BIM) is one of the most preferred systems in the project production and management facilities at the present time. BIM is not only a three dimensional modeling as used in most cases in design and build profession, but also it is an integrative approach that comprises all the project life cycle. However, BIM performs below its potential due to the fact that it is a currently developing technology even though BIM can be used in every phase between the idea and the demolition process. In this development process, the problems in the use of BIM in current area of utilization should be solved together with the creative ideas for the new usage of this technology.

In this study, the progress payment applications in contractor construction firms and the use of BIM technology in progress payment process are examined. To analyze and determine the use of BIM in the process of progress payment arrangements, semi-structured interviews with the large-scaled construction firms are done and the results are presented in this study. The phases after the design and build are out of the scope, because the major topic that is associated with BIM is progress payment phase. Contractors are one of the major actors of the construction process and they are directly in the progress payment process, accordingly, it is predicted that the

consequences of the semi-structured interviews with them are beneficial and proper for the aim of the study. The reason for the selection of the large-scaled firms is, they are expected to be adapted the innovations of the technology expeditiously because of the forceful competition conditions. It is noted that the examination on the comprehensive, large-scaled and qualified structures can provide reliable and consistent results. Some of the firms which are contacted with rejected the demand of interview because of the usage of BIM in a primitive level or not interested in this BIM technology. Besides, the experience, qualification of the firms that are interviewed with, and the information that is gathered from them are very helpful for integrity of the study.

In the first part of this study, the datas obtained from the literature survey about the applications of progress payment are presented. Progress payment of unit price contracts between the contractor and employer is discussed in a detailed manner. It is aimed that to clarify the definition of progress payment, the logic behind the application of the progress payment and the contents of progress payment folder, in addition to this, the results of the research about the preparation of the progress payment presented to express the outline of the progress payment and methodology of this part. At the end of the part, the current methodology of the tools of application of progress payment is explained to support the idea that the integration of BIM-Progress Payment Process and how it can be developed.

BIM technology is the main topic of the second part of the study. First of all, the results of the literature survey about the BIM technology are presented and the new discourses in the project-life cycle are included in this part. The working principles, context, benefits and obstacles of BIM are discussed and BIM datas for the interviews about the construction process with the construction firms as contractors which use BIM technology efficiently are compiled. Consequently, the procedure progress payment process with the support of BIM is presented according to the study in this part.

In the third part of this study, the findings of the interviews with the construction firms as contractors to reveal the current situation of the integration of BIM and Progress Payment Process in the market conditions are presented. These interviews are based on the projects are currently continuing and the present usage of BIM, usage of BIM for the progress payment, contribution of BIM to progress payment, obstacles and the solution suggestions for these obstacles are researched.

The last part is the evaluation and compilation part of the general context and findings of the interviews with the construction firms. According to the consequences of the interviews, it is obvious that the firms do not efficiently use BIM technology in the progress payment process. Even though, these firms are developing themselves in adaptation with BIM, they do not still work on using BIM in progress payment. The advantages of the association of BIM and the progress payment, the obstacles that can be met on this development process and the solutions of them, also the responsibilities of the firms about this integration are examined, discussed and presented with the opinions of the people in charge in contractor firms and the approaches of the firms which are active in the construction sector to determine the potential of the integration of Progress Payment and BIM.

In the past, all the disciplines of the construction process are gathered in a singular body/unit, but, in this developing order of the construction sector, all these disciplines scattered and regenerate new teams. The status which is a result of a BIM

technology represents that it is returned to the beginning technically but, expeditiously developing in a logical manner. It means that this situation is not the indicator of regression, actually it is a kind of synthesis of past and the future and the effort to reach the 'perfect' by selection of the 'best' of the present time.





1. GİRİŞ

1.1 Problemin Belirlenmesi ve Motivasyon

Teknolojik gelişmelerden beslenme konusunda en başarılı sektörlerden biri hiç şüphesiz inşaat sektörüdür. Türkiye'de özellikle 21. yüzyılın başından itibaren inşaat dünyası, yakaladığı ivme ile ülke ekonomisine pozitif değer katma konusunda diğer iş kolları ile arayı açmıştır. Sadece ülke sınırları içerisinde değil, dünyanın birçok bölgesinde çalışmalarını yürüten Türk inşaat firmaları, dünya standartlarında projeler ortaya koymanın ötesinde, dünya standartlarına katkıda bulunan, yarattığı değerle uluslararası alanda kabul gören katılımcılar olmayı başarmışlardır.

İnşaat projelerinin 'kelebek etkisi' tabanlı bir sistematik üzerine kurulu yapılanmaya sahip olması sebebiyle, süreç içerisinde yer alan her uygulama, projenin bütünü için büyük önem arz etmektedir. Birbirinden bağımsız onlarca iş kolunun bütünleşmesi ile disiplinlerarası bir organizasyon yapısına sahip olması beklenen inşaat projelerinde, katılımcıların, biraraya gelerek projeyi oluşturan her ögenin birbirine direk ya da dolaylı bağlı olduklarının bilincinde olması gerekmektedir.

Yapı üretim sürecinde sistemin pek çok noktasına aynı anda etki eden konulardan biri de, işveren-yüklenici ve yüklenici-alt yüklenici arasındaki mali ilişkileri düzenleyen hakediş uygulamalarıdır. Katılımcılara prosedürel ve bürokratik anlamda ciddi yükümlülükler getiren hakediş düzenlemeleri, proje döngüsünde yaşamsal bir öneme sahiptir. Öcal, yapı üretiminin, çok kaynak kullanmayı gerektiren ve uzun süreli bir yatırım olması sebebiyle, yüklenicinin iş bitimine kadar hiç ödeme almaması veya bütün ödemeyi işin başında temin etmesi yerine, yapım süreci boyunca belirli aralıklarla düzenlenen hakedişlerle projenin mali kontrolünü sağlamasının süreç açısından daha sağlıklı olduğunu öngörmektedir [1]. Düzenli ve zamanında gerçekleştirilen hakedişler ile katılımcıların yapım sürecindeki sorumlulukları, projedeki rolleri ve diğer katılımcılar ile ilişkileri doğrudan bağlantılıdır [2].

Hakediş uygulamalarında karşılaşılan problem, aksaklık ve eksiklikler, yapım sürecini birçok yönden olumsuz anlamda etkileyebilmektedir. Tran ve Carmichael'e göre, yüklenici inşaat firmalarının yapım sürecinde karşılaştığı ciddi sorunların önemli bir kısmı, projenin katılımcıları arasında gerçekleşen hakediş süreçlerinde yaşanmaktadır [3]. Uygulama esnasında disiplinlerin konsantrasyonunun sahada yoğunlaşması sebebiyle, takip edilmesi ve yürütülmesi gereken hakediş prosedürlerinin zaman zaman geri planda bırakılması, ertelenmesi ya da unutulması kaynaklı hakediş sorunlarının, firmalar arasında ciddi problemlere yol açtığı düşünülmektedir. Carmichael ve Balatbat, üzerinde mutabık kalınmayan hak talepleri ve çeşitli sebeplerden ötürü işverenin hakediş onayını geciktirmesinin, ödemesi yapılmayan yüklenicinin kendi personeli ve sorumlu olduğu alt yüklenicilere karşı yükümlülüklerini yerine getirmesi açısından iş akışını engelleyebilecek sıkıntılara yol açtığını ifade etmektedir [4]. Malezya'da konut projeleri ile alakalı yürütülen bir çalışmada, tedarikçilere ödeme yapılmaması sebebiyle gereksinim duyulan malzemenin sahaya sevkiyatının durması ve yüklenicilere hakediş ödemelerinin gecikmesinin, yapım projelerinde üretimi olumsuz etkileyen en önemli faktörler arasında yer aldığı belirtilmiştir [5].

Karşılaşılan bu problemler, yapım sürecinin başında telafi edilebiliyor gibi görünse de, orta ve uzun vadede finansal konularda yaşanan anlaşmazlıklar, sözleşme feshi, inşaatın durması gibi çözümü zor ve zahmetli sonuçlara yol açabilmektedir. İrlanda Kamu Harcamaları ve Reform Bakanlığı'nın 2010 yılında hazırladığı düzenleyici etki analizinde, ülkenin gayri safi milli hasılasının % 9'unu oluşturan inşaat sektöründe yaşanan ekonomik krizin en önemli sebeplerinden birinin, katılımcılar arasında görülen başarısız ödeme yöntemleri olduğu belirtilmektedir. Aynı raporda, inşaat sektöründe yer alan Küçük ve Orta Ölçekli Büyüklükteki İşletmeler'in (KOBİ) büyük bir bölümünün yaptıkları işlerin karşılığını almakta güçlük çektiği, bu nedenle inşaat sektöründe ödemelerin hızlı bir şekilde ve doğru miktarlarda gerçekleştirilebilmesi için uygulamanın kolaylaştırılması gerektiği bildirilmiştir [6].

Hakediş dönemlerinde katılımcılar arasında herhangi bir anlaşmazlık ortamına mahal vermeme adına atılması gereken en önemli adım, sürecin sistematik bir şekilde kurgulanmasından geçmektedir. Çünkü hakediş döneminde görmezden gelinen ya da atlanan her sorunun, bir sonraki aşamada büyüyerek tarafların karşısına çıkacağı düşünülmektedir.

Günümüz dünyasında inşaat projeleri yönetimi anlayışında kabul görmeyen ötesinde bir standart haline gelme yolunda hızla ilerleyen Yapı Enformasyonu Modellemesi (Building Information Modelling – BIM) teknolojisinin, tasarım/yapım/işletme evresinde yer alan pek çok bulanık nokta hakkında bir çözüm üretebileceği gibi, hakediş düzenleme süreci ile alakalı yaşanan sorunların da olumlu yönde neticelendirilmesi için uygun bir zemin hazırlayacağı düşünülmektedir. Dünyanın en büyük alışveriş merkezi kompleksi ünvanını taşıyan Dubai Mall projesinin taşıyıcı sistem yüklenicisi olan Consolidated Contractors Company (CCC), yapım öncesi hazırladığı fizibilite çalışmasında, ölçümlerle ilgili çok ciddi sayısal veriler elde etmiştir. Geleneksel yöntemlerle yapılacak keşif/metraj uygulamasının, periyodik olarak düzenlenmesi gereken hakedişlerde, sadece bir ayda 32.000 sayfa dosya yükü getirdiğini tespit eden firma, iş gücü, zaman kaybı, insan kaynaklı olası hatalar ve bu ölçüde bir projede gerçekleşmesi olası yüzlerce revizyonu da hesaba katınca, mevcut ölçüm sistemleriyle yola çıkmanın kabul edilemez olduğunu tespit etmiştir. Sorunun çözümü için BIM teknolojisinin olanaklarına başvuran şirket, sistemin projeye zaman, işgücü, maliyet, malzeme gibi farklı konu başlıklarında kattığı değeri sayısal verilerle ortaya koymuştur [7]. Hakediş-BIM entegrasyonunun başarılı bir şekilde sağlanmasının, projede karşılaşılan fiziki/marjinal zararların oranını düşüreceği düşünülmektedir. Hakediş gibi hassas ve titiz bir şekilde yürütülmesi gereken ve hataların sonradan telafi edilmesinde ciddi sıkıntılar yaşanan bir süreçte, BIM gibi kusursuz uygulama odaklı çalışan bir sistemden faydalanılması ile birlikte, daha önce yürütülen klasik süreçlerde karşılaşılan sorunların ortadan kalkacağı öngörülmektedir.

Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS) kurumunun 2011 yılında üyesi olan keşif/metraj mühendisi ve yapı denetim uzmanları ile görüşerek gerçekleştirdiği BIM ile ilgili anket, geleneksel ölçüm sistemlerinin hala en yaygın kullanılan yöntemler olduğunu, BIM bilincinin sektör profesyonelleri arasında çok düşük oranda olduğunu göstermiştir [8]. Hakediş ve BIM konu başlıkları ile ilgili incelenen çalışmalarda, günümüz inşaat dünyasında yapım projeleri için kritik öneme sahip ödeme süreçlerinin sağlıklı işleyebilmesi açısından, bu iki kavramın bütünleşmesini olumlu ya da olumsuz anlamda değerlendiren herhangi bir görüşle karşılaşılammıştır. Günümüzde BIM teknolojisinin proje sürecinde maddi konularda günümüzdeki en yaygın kullanımı maliyet tahminidir [9]. Fakat yapım süreci esnasında işveren ile

yüklenici arasındaki ödeme sistemine BIM kullanılarak doğrudan katkıda bulunulması ile ilgili herhangi bir çalışmaya, yapılan literatür araştırmasında ulaşılamamıştır.

Bir yapım projesinde hedeflenen yapısal eser, işverenin birincil amacı olarak tanımlanırken, aynı proje, yüklenicilerin birincil amacı olan maddi kazanç elde etme yolundaki en önemli araçtır. Sürecin en önemli katılımcıları olarak gösterilebilecek işveren-yüklenici ikilisinin temel amaçlarına ulaşabilmesinin tek yolu olan hakediş düzenlemelerinin minimum hata ve maksimum fayda ile gerçekleştirilebilmesinin en önemli anahtarlarından birisinin BIM teknolojisi olduğu düşünülmektedir. BIM'in sayısal ortamda yapıyı kusursuz bir şekilde modelleyebilme özelliği sebebiyle, sürece ait olası hataları daha tasarımın ilk aşamalarından itibaren bertaraf edebileceği öngörülmektedir. Hakediş dönemlerinde, imalat miktarları konusunda yapılan hatalar, taraflar arasında yaşanan anlaşmazlıklar, projede sonradan kararlaştırılan değişiklikler gibi ödeme düzenini doğrudan etkileyecek faktörlerin, BIM teknolojisi aracılığıyla elde edilebilecek sistematik ve detaylı veriler sayesinde ortadan kaldırılabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle tez kapsamında, hakediş uygulaması ile BIM bütünleşmesinin sağlanabilmesi ve bu birlikteliğin sürece bulunacağı katkıların değerlendirilebilmesi için, öncelikle inşaat sektöründe aktif olarak BIM teknolojisi kullanan yüklenici firmaların, hakediş ve BIM kavramlarının bütünleşmesi ile ilgili yaklaşımlarının tespit edilmesine karar verilmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Araştırmanın amacı, yüklenici firmaların, son yıllarda hızla gelişmekte olan BIM teknolojisinin sağladığı olanak ve çözümlerden hakediş sürecinde faydalanma durumunun incelenmesi, hakediş-BIM bütünleşmesinin yapım sürecine sağlayabileceği avantajların tespit edilmesi, hakediş-BIM entegrasyonunun projeye katabileceği düşünülen artı değerlerin belirlenmesi, yüklenici firmaların hakediş-BIM bütünleşmesinde karşılaşılabilecek güçlüklerin ve uygulama önündeki engellerin irdelenmesi, hakediş düzenleme sürecinde BIM kullanımından dolayı ortaya çıkabilecek olumsuzlukların belirlenmesi, söz konusu engel ve dezavantajlara karşı alınabilecek önlemlerin ortaya koyulması ve geniş kapsamlı BIM teknolojisi ile hakediş kavramlarının biraraya gelmesi sonucunda oluşturulabilecek sistemin sınırlarının çizilmesine yönelik önerilerde bulunulmasıdır.

Tez kapsamında, hakediş ile BIM kavramları ile alakalı detaylı bir literatür araştırması yapılarak, bu iki kavramın ortak paydada buluşacağı konu başlıklarının sağlıklı bir şekilde belirlenebilmesi amaçlanmıştır. Böylece tez için uygun olduğu düşünülen alan çalışması yöntemine kapsamlı bir altlık hazırlanması düşünülmüştür. Alan çalışması öncesinde gerçekleştirilen ön etüd çalışmasında, inşaat sektöründe yapım sürecinde faaliyet gösteren yüklenici firmalar arasında BIM teknolojisi kullanımının sınırlı seviyede ve beklentilerin altında olduğu gözlemlenmiştir. BIM teknolojisinin az sayıda firma tarafından kullanılması sebebiyle yarı yapılandırılmış görüşme yöntemi tercih edilerek, firma yetkilileri ile esnek görüşme ortamı sağlanması ve bu sayede niteliksel veriler ışığında sonuçların sentezlenmesi amaçlanmıştır.

1.3 Tezin Kapsamı

Tez çalışmasında, ülkemizde yoğun olarak tercih edilen geleneksel proje teslim sürecinde, birim fiyat usulü sözleşme esaslı hakediş düzenleme uygulamaları esas alınmıştır. Birim fiyat usulü sözleşme ile yürütülen inşaat projelerinde BIM'in yüksek detay oranına sahip yapısından daha çok faydalanılabileceği öngörülmüştür. BIM teknolojisinin sistematik karakterinin birim fiyat usulü sözleşmeler ile yürütülen yapım işlerine daha uygun olduğu düşünülerek, diğer sözleşme tiplerine göre yürütülen yapım projeleri çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır.

Tez çalışmasında özel sektör projelerinde yer alan işveren, yüklenici ve alt yüklenicilerin hakediş süreçleri üzerinde yoğunlaşılırken, BIM'in pozitif etkilerinin hissedilmesine engel olacak rijit, yeniliğe kapalı, prosedür ve bürokrasi odaklı kamu inşaat ihaleleri ve inşaat projeleri kapsam dışı bırakılmıştır. Tez çalışmasında, hakediş sürecinin kritik aşamaları olduğu düşünülen ölçüm/tespit ve ödeme başlıkları üzerinde yoğunlaşılırken, uygulamanın standart form ve bürokratik aşamaları, BIM'in vurgulanması hedeflenen özellikleri ile bağdaşmaması sebebiyle kapsam dışı bırakılmıştır. Günümüzde inşaat sektöründe aktif olarak BIM teknolojisinden faydalanmakta olan yüklenici firma yetkilileri ile karşılıklı görüşmeler yapılarak, firmaların mevcut hakediş süreçlerinde BIM kullanım durumları ve firmaların hakediş süreçleri incelenmiştir. Karşılıklı görüşmeler sonucunda belirlenen sorunların çözüme kavuşturulması konusunda firmaların hakediş ve BIM süreçleri üzerinden değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Çalışma, başlıca sorumluluklarının arasında hakediş düzenlemek olan, yapım sürecinde en büyük role sahip olduğu düşünülen ve BIM teknolojisinden yüksek oranda faydalanabilme potansiyeli öngörülen yüklenici firmalar üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Hakediş düzenleme uygulamasının, yapım sürecinin doğrudan bir parçası olması sebebiyle, yalnızca yüklenici firmalar tez kapsamına alınarak proje tasarım ofisleri kapsam dışı bırakılmıştır.

Yüklenici inşaat firmaları ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerde, hakediş-BIM entegrasyonunun doğrudan ele alınabileceği yapım süreci üzerinde yoğunlaşmıştır. Hakediş kavramının verimli bir şekilde değerlendirilebilmesi amacıyla, hakediş sürecinin dışında kalan yapım öncesi ve yapım sonrası süreçler kapsam dışı bırakılmıştır. Yapım öncesi ve sonrasında BIM kullanımının, tez çalışmasını hakedişten uzaklaştırabilme ihtimali göz önünde bulundurularak görüşmelerde yalnızca yapım aşaması irdelenmiştir.

Hakediş ve BIM teknolojisi arasında kurgulanacak başarılı bir işbirliğinin, yüklenici firmaların çekindiği bir sorun haline gelen hakediş düzenleme uygulamasının “basit”leşmesini sağlayabilecek bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir. Yapım sürecinde izlenen nakit akışı sorunları, katılımcılar arasında zincirleme reaksiyon göstermektedir. İşveren-yüklenici arasında başarılı bir şekilde kurgulanan ödeme sistemi, proje yöneticilerinden saha çalışanlarına, tasarım ofisinden malzeme tedarikçilerine kadar geniş bir kitleyi olumlu anlamda etkilemektedir. Sözü edilen sistematik ödeme düzeninin sağlanmasında hakedişin en önemli paya sahip olması bilinciyle yola çıkılan bu çalışmada, yüklenici inşaat firmalarının hakediş süreçlerinde BIM teknolojisi kullanımı sorgulanarak, hakediş-BIM bütünleşmesinin günümüz koşullarında ne aşamada olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır.

1.4 Tezin Yöntemi

Tez çalışmasında öncelikle, belirlenen konu başlığının altyapısını oluşturan hakediş ve BIM ile ilgili geniş bir literatur araştırması yapılarak bu kavramlara ilişkin temel bilgilerin ortaya koyulması hedeflenmiştir.

Literatür araştırması sonucunda elde edilen bilgiler doğrultusunda, hakediş ve BIM bütünleşmesinin sağlıklı ve etkili bir şekilde sağlanabilmesi için gereksinim duyulan verilerin temin edilmesi amacıyla, inşaat sektöründe varlık gösteren ve aktif olarak

BIM teknolojisi kullanmakta olan yüklenici ve alt yüklenici firmalardan bir örneklem oluşturularak firma yetkililerinin katılımıyla yarı yapılaşdırılmış bir alan çalışması gerçekleştirilmiştir. Hakediş ve BIM kavramları ile ilgili literatür araştırmalarının ışığında bu iki kavramın birbiri ile bütünleşebileceği konu başlıkları belirlenerek, söz konusu konu başlıkları ekseninde yapılan görüşmeler sonucunda ortaya çıkan avantaj, dezavantaj, engeller ve bu engellerle ilgili firma görüşleri ortaya koyulmuştur.

Görüşme yapılan firmaların hakediş-BIM sistematiği ile ilgili öneri ve düşünceleri, yapılan literatür araştırması sonucunda elde edilen bilgiler ışığında çözümlenmiştir. Görüşme yapılacak firma seçimlerinde, aktif şekilde BIM teknolojisinden faydalanan, orta ve büyük ölçekli inşaat projelerine katkıda bulunan firmalar tercih edilmiştir. Mevcut durumda BIM kullanan firmaların sınırlı olması sebebiyle teze katkıda bulunabilecek firma ve proje belirleme süreci beklenenden daha zorlu geçmiştir. BIM teknolojisinin, inşaat sektöründe hâlihazırda tam anlamıyla yoğun olarak kullanılmaması sebebiyle, çalışmalarını deneysel olarak nitelendirilebilecek seviyede yürütmeye çalışan firmaları görüşmeye ikna etme konusunda ciddi sıkıntılar yaşanmıştır. Özellikle firma içi gizlilik politikaları öne sürülerek bilgi paylaşım sınırını geniş tutmayı tercih eden firmalar ile yapılan görüşmeler, araştırmanın amacına hizmet etmekten uzak kalması sebebiyle tez kapsamından çıkarılmıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşme yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen alan çalışmasında, yapım sürecinde BIM teknolojisinden faydalanan yüklenici firmaların, hakediş süreçlerinde BIM kullanım düzeyleri hakkında bilgi sahibi olmak amaçlanmıştır. Çalışmanın, hakediş sürecinde BIM kullanımının yüklenici firmalara sağladığı ve/veya sağlayabileceği avantajları, firmaların bu süreçte karşılaştığı engelleri ve bu engeller karşısında sergiledikleri tutumları tespit ederek, karşılaşılan engeller ile alakalı firmaların çözüm önerilerini paylaşması ve bu paylaşımlar doğrultusunda hakediş-BIM entegrasyonuna altlık oluşturması hedeflenmiştir. Bu çalışma ile birlikte yüklenici firmaların, hakediş-BIM bütünleşmesi için üzerlerine düşen sorumluluklar ile ilgili bir farkındalık yaratmak da çalışmanın gizli hedeflerinden biridir.



2. HAKEDİŞ

Bu bölümde, inşaat firmalarının yaptıkları işin maddi karşılığını alabilmek için tamamlamış oldukları imalatlara ilişkin dökümanların biraraya getirilerek işveren ile paylaşıldığı hakediş uygulamaları anlatılmaktadır. Bu bölümde hakediş uygulamalarının genel yapısı ve bölümleri ile ilgili olarak gerçekleştirilen literatür araştırmasından elde edilen bilgiler ile, BIM teknolojisi arasında bağlantı kurulabilecek konu başlıklarının ortaya çıkarılması hedeflenmektedir.

2.1 Hakediş Tanımı

İnşaat projeleri, çok sayıda katılımcının biraraya gelerek aynı sonuç ürün için mesai harcadığı, karmaşık, ama bu karmaşık yapıya karşın bir o kadar da sistematik süreçler aracılığıyla gerçekleşmektedir. Aralarında dolaysız ve/veya dolaylı bir ilişki bulunan ve belli bir düzen içinde ilerleyen eylemler dizisi olarak da tanımlanabilecek bu sürecin sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için gereksinim duyulan en önemli unsurlardan biri, projede yer alan bütün uygulama ve aşamaları kapsayan, işler bir sistem kurmaktır. İnşaat projelerinin, süreç içerisinde karşılaşılan olumsuzluklara çok hızlı tepki gösterebilmesi özelliği göz önüne alınacak olursa, günümüz ekonomik şartlarında proje adına atılması gereken en kritik adımlardan biri de, katılımcılar arasındaki ödeme sisteminin sağlıklı bir şekilde kurgulanmasıdır.

Hakediş, yapım esnasında işveren ile yüklenici arasında imzalanan sözleşmede ilgili maddelere uygun olarak, verilen hizmet karşılığında kazanılan hakkın belirli zaman aralıklarında talep edilmesi için takip edilen prosedürel işlemler bütünüdür. Yapım işini üstlenen katılımcıların, sağladıkları hizmetin sayısal/sözel açıklamalarını ve karşılığında hakettiklerine inandıkları maddi bedel oranını, onaylanmak üzere proje sahibine sundukları dosya bütünü olarak da anlandırılan hakediş, basit anlamıyla “Bugüne Kadar Yapılmış İşlerin Bedeli” (Price for Work Done to Date) ya da “Yüklenicinin Payı” (Contractor's Share) olarak da adlandırılmaktadır [10].

2.2 Hakediş Türleri

İşveren ile yüklenici arasındaki finansal ilişkinin yapım sürecinin başından itibaren sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için, projenin karakterine uyumlu hakediş türünün belirlenmesi gerekir. Uygun hakediş yönteminin seçilebilmesi için, taraflar arasındaki hizmet/ödeme ilişkisini açık bir şekilde ortaya koyan yapım sözleşmesi türünün ve proje kapsamının belli olması gerekmektedir.

Temelde hakediş uygulaması, fiyatlandırma esaslı sözleşmeler ve düzenlenme aralığı olmak üzere iki ana başlıkta ele alınmaktadır [2].

2.2.1 Fiyatlandırma esaslı sözleşmelere göre hakediş türleri

Projede hak beyanı, sorumluluk tayini ve risk dağılımını açık bir şekilde ortayan koyan sözleşme türlerinde yer alan fiyatlandırma yöntemi, projeye uygun hakediş türünün belirlenmesinde çok önemli rol oynamaktadır. Günümüz inşaat projelerinde firmalar, sabit fiyatlı ve maliyet esaslı olmak üzere iki temel fiyatlandırma alternatifi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Sabit fiyat esaslı sözleşmeler anahtar teslim götürü bedel ve birim fiyat olmak üzere ikiye ayrılırken, en yaygın maliyet esaslı sözleşmeler, maksimum fiyat garantili ve maliyet+kar başlıkları altında incelenmektedir [11].

2.2.1.1 Anahtar teslim götürü bedel usulü sözleşmelere göre hakediş

Anahtar teslim götürü bedel usulü, tarafların, inşaat projesinin tamamını gerçekleştirmeyi taahhüt eden yükleniciye ödenecek bedelin proje başında belirlendiği sözleşme türüdür. Sözleşmede yer alan proje yükümlülüklerini, şartnamelere uygun bir şekilde işverene teslim etmekle yükümlü olan yüklenici, tarafların üzerinde mutabık kaldığı toplam rakamın, malzeme, işçilik, nakliye, genel gider ve yüklenici kârını da kapsamı sebebiyle, yapım sürecindeki bütün mali planlamasını bu bedele göre planlamak zorundadır [12]. Geleneksel yöntem olarak da adlandırılan anahtar teslim götürü bedel usulü sözleşmeler, çoğunlukla dar kapsamlı ve karmaşık olmayan, yapım öncesinde tasarım süreci tamamlanmış, uygulama esnasında revizyon ile karşılaşılması olasılığı düşük ve planlanan doğal bitiş tarihinden önce teslim edilmesi gerekmeyen projelerde başarılı bir şekilde uygulanabilmektedir [13].

Anahtar teslim götürü bedel usulü sözleşmelerde hakediş uygulaması iki şekilde düzenlenmektedir:

- Özellikle kamu projelerinde yaygın olarak kullanılan ilk yöntemde, projede yer alan iş kalemlerinin sözleşme bedeli içinde belli olan yüzdesel değerine göre ayrı ayrı tutarları hesaplanır. Bir başka deyişle, her bir iş kolunun maddi değeri birbirinden ayrılır. Belirlenen periyodik hakediş aralıklarında, iş kalemlerinin tamamlanan kısımlarının metrajları tespit edilerek, toplam metraj üzerinden oranlanır ve Çizelge 2.1'de görüldüğü üzere, ilgili dönemin hakedişine yansıtılır [12]. Anahtar teslim götürü bedel usulü sözleşme tipinde taraflar, nihai toplam bedel sabit olduğu için işin bitmiş kısımları ile ilgili hassas ölçümler yapılmasına gereksinim duymayabilirler. Fakat hizmet/ödeme dengesinin kaybolduğu noktalarda tarafların sorun yaşama ihtimali yüksektir. Örneğin, yüklenicinin, işin başında hakettiğinden fazla ödeme alması sebebiyle işin sonunu beklemeden sahayı terk etmesi, yapım işlerini ve işverenin maddi programını ciddi anlamda aksatabilir. Aynı şekilde işverenin hakedişlerde yükleniciye tamamladığı iş oranında ödeme yapmaması, yüklenicinin ekonomik politikalarını olumsuz anlamda etkileyip işi tamamlamasına engel olabilir. Bu sebeple, anahtar teslim götürü bedel usulü sözleşmelerde de katılımcıların denetim konusunda hassas olmaları beklenmektedir. Çizelge 2.1'de anahtar teslim götürü bedel usulü sözleşmeye göre düzenlenmiş bir hakedişe ait yapılan işler listesi görülmektedir [14].

Çizelge 2.1 : Anahtar teslim götürü bedel usulü sözleşmeye göre düzenlenmiş yapılan işler listesi örneği [14].

YAPILAN İŞLER LİSTESİ (Anahtar Teslimi Götürü Bedel İş)									
KOCASINAN 24 DERSLİKLİ KIZ TEKNİK VE MESLEK LİSESİ, UYGULAMA ANAOKULU VE PANSİYONU YAPIM İŞİ								Sayfa No : 1	
								Hakediş No : 1	
Sıra No	İş Programı Grubu % si	Yapılan İşler	A Sözleşme Bedeli	B Gerçekleşen Toplam İmalat % si	C= (AxB) Toplam İmalat Tutarı	D Önceki Hakediş Toplam İmalat % si	E= (AxD) Önceki Hakediş Toplam İmalat Tutarı	F= (B-D) Bu Hakediş İmalat % si	G= (AxF) Bu Hakediş İmalat Tutarı
1	8,791750	PANSİYON İNŞAAT (SUBASMAN ALTI)	6.887.700,00	3,0184	207.897,98	0,0000	0,00	3,0184	207.897,98
2	17,097210	PANSİYON İNŞAAT (SUBASMAN ÜSTÜ)	6.887.700,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00
3	1,082695	PANSİYON (ISITMA TESİSATI)	6.887.700,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00
4	1,449354	PANSİYON (SİHHİ TESİSATI)	6.887.700,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00
5	1,616028	PANSİYON (MUT.-SOĞ.OD.-BUL-ÇAM.TESİSATI)	6.887.700,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00
6	0,589406	PANSİYON (HAVALANDIRMA TESİSATI)	6.887.700,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00
7	0,156854	PANSİYON (GÜNEŞ ENERJİSİ TESİSATI)	6.887.700,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00
8	39,113074	24 DERSLİK OKUL İNŞAAT (SUBASMAN ALTI VE ÜSTÜ)	6.887.700,00	1,9581	134.870,63	0,0000	0,00	1,9581	134.870,63
9	1,101640	24 DERSLİK OKUL (ISITMA TESİSATI)	6.887.700,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00
	70,998011	SAYFA TOPLAMI		4,9765	342.768,61	0,0000	0,00	4,9765	342.768,61

- Götürü bedel usulü sözleşme hakediş uygulamalarında tercih edilen bir diğer yöntemde yapı, işverenin uygun gördüğü şekilde fazlara ayrılarak her bir

aşamanın toplam bedel üzerinden oranı belirlenir. Bu sistemde hakediş, periyodik olarak eşit zaman dilimlerinde değil, Çizelge 2.2'de yer alan örnekte görüldüğü gibi, sözleşmede yer alan aşamaların tamamlanmasına göre düzenlenir [16].

Çizelge 2.2 : Anahtar teslim götürü bedel usulü sözleşmeye göre düzenlenmiş hakediş örneği [16].

1. Hakediş	: 20.000.000.000 x % 20 ... = 4.000.000.000 TL.
2. Hakediş	: 20.000.000.000 x % 20 ... = 4.000.000.000 TL.
3. Hakediş	: 20.000.000.000 x % 7 ... = 1.400.000.000 TL.
4. Hakediş	: 20.000.000.000 x % 25 ... = 5.000.000.000 TL.
5. Hakediş	: 20.000.000.000 x % 23 ... = 4.600.000.000 TL.
6. Hakediş	: 20.000.000.000 x % 5 ... = 1.000.000.000 TL.
Toplam	= 20.000.000.000 TL

Sıra No	Hakediş Düzenlenmesine Esas Olacak İnşaat Aşamaları	Hakediş miktar (%)
1	Temel ve dolgu işlerinin yapılması, zemin kat betonun dökülmesi	20
2	Kaba yapının tamamlanması (Döşeme ve duvarların tamamlanması)	20
3	Çatının tamamlanması (Çatı kaplaması ve tenekecilik işleri de dahil)	7
4	Döşeme kaplamalarının yapılması	25
5	Sıva, boya, badana işlerinin yapılması ve bina içinin temizlenmesi	23
6	Bahçe duvarının örülmesi ve peyzaj işleri	5

Hakediş ödemelerine esas olacak iş düzeylerinin mantıklı bir şekilde belirlenmesi, tarafların işe karşı motivasyonlarını olumlu anlamda etkileyebilir. Bu yöntemde hakedişler, iş bitişlerine göre tanımlandığı için, işveren açısından önemli olan tamamlanan işlerin metrajı değil, yüklenicinin hakediş talebinde bulunduğu bölgelerin şartnamelere uygunluğudur.

Sürecin bütün olarak ele alındığı bu yöntemde, projenin sözleşmeye bağlı kalınarak tamamlanması esas teşkil etmektedir. Proje programına süreç başladıktan sonra dâhil edilen her türlü yapısal değişikliğin (yeni uygulama, eksiltelen miktarlar, uygulama revizyonu vb.) hakediş uygulamalarını ciddi anlamda etkileyeceği göz önünde bulundurulurken, tarafların haklarını korumalarına olanak sağlayacak hukuki önlemlerin süreç başlamadan alınması gerekmektedir [12].

2.2.1.2 Birim fiyat usulü usulü sözleşmelere göre hakediş

Birim fiyat usulü, projede yer alan iş kalemlerinin her biri için uygun görülen ölçü birimine göre ayrı ayrı bedel tespit edildiği sözleşme türüdür [17]. Kapsamı ve programı iyi belirlenmiş, fakat proje başlamadan miktarların belirlenmesinin mümkün olmadığı projelerde tercih edilen bu sözleşme yönteminde toplam bedel, yapım öncesinde proje üzerinden hesaplanan metrajların, sözleşmede yer alan birim fiyatlar ile çarpılıp sonuçların birbirleriyle toplanmasıyla bulunur (2.1).

$$\text{ToplamBedel} = A.a + B.b + C.c + D.d + E.e \quad [15] \quad (2.1)$$

(A,B,C,D,E: Yapılması planlanan işlerin miktarı)

(a,b,c,d,e:Sözleşme ile kabul edilen birim fiyatlar)

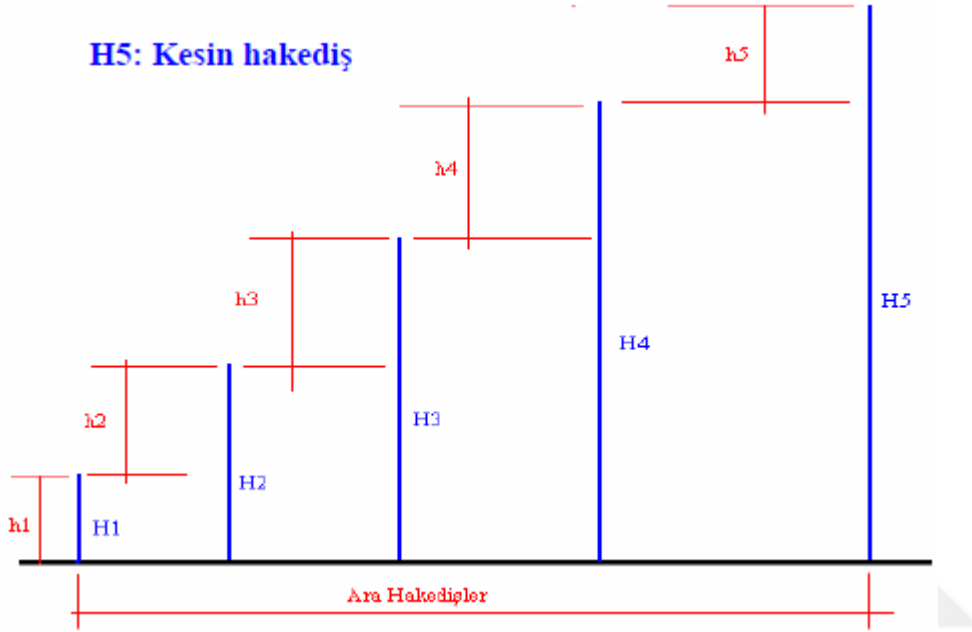
Birim fiyatlı işlerde, yapılması planlanan uygulamaların ölçü birimlerinin ve yöntemlerinin tanımlanması ile imalatların birim fiyatlarının belirlenmesi çok önemlidir [1]. İş kalemlerinin birim fiyatlarında genellikle malzeme, işçilik, nakliye, genel gider ve yüklenici kârı yer aldığı gibi, işverenin talebine göre bazı parametrelerin kırılımı sözleşme fiyat tablosunda ayrıca belirtilebilmektedir. Örneğin, işveren firma ekonomik politikalarından dolayı bazı projelerde malzeme ve işçilik bedellerinin birim fiyat içerisindeki dağılımları talep edebilmektedir [13].

Birim fiyat usulü sözleşmeli yapım işlerinde toplam yapım bedelinin -metrajlarla birlikte- değişkenliği söz konusu olduğu için işveren, -teklif verilebilecek verilerin net ve anlaşılabilir olması şartıyla- proje dosyalarının (çizim, şartname vb.) son halini beklemeden ihale sürecini başlatabilir [17]. Bu durum yapım sürecini olumlu anlamda etkilediği gibi, kazanılan bu zamanda yüklenicinin, ihale sürecine daha sağlıklı fiyat analizleriyle hazırlanacağı düşünülmektedir.

Birim fiyat usulü sözleşmelere göre hakediş uygulaması iki başlık altında ele alınabilir:

- Fiyat artışlarının olmadığı veya göz ardı edilebilecek oranlarda olduğu sürelerde gerçekleştirilecek yapım projelerinde, birim fiyatların işin başından inşaat tamamlanana kadar aynı kaldığı sabit birim fiyat usulü sözleşme tipi

tercih edilir. Şekil 2.1'de görüldüğü üzere, her hakediş düzenlemede, yapım sürecinin başından itibaren gerçekleştirilen toplam imalat hesaplanarak bir önceki hakedişin metrajları düşülerek son hakediş dönemine ait bedel belirlenir [1]. Yapım sürecinin bitiminde düzenlenecek en son hakedişte ortaya çıkan kümülatif bedel, aynı zamanda projenin maliyeti hakkında katılımcılara bilgi verecektir.



Şekil 2.1 : Sabit birim fiyat usulu sözleşmelerde hakediş düzeni [1].

- Malzeme, işçilik, nakliye gibi hizmet bedellerinin yapım sürecini olumsuz etkileyecek şekilde dalgalandığı ekonomik durumlarda, birim fiyatların sözleşmede belirlenen oranda ve aralıklarda revize edilmesini sağlayan değişken birim fiyatlı sözleşme tipi tercih edilir [18]. Bu yöntemde, hakedişlerin düzenlendiği tarihte geçerli olan birim fiyatlar kullanılacağı için metrajların çok hassas şekilde hesaplanması gerekmektedir. Sabit birim fiyatlı sözleşmelerde unutulmuş herhangi bir imalatın bir sonraki hakedişte metrajlara eklenmesi, işin toplam maliyetinde herhangi bir sıkıntıya yol açmazken, değişken birim fiyatlı sözleşmelere göre düzenlenen hakedişte düşük birim fiyat döneminde gerçekleştirilen imalatın yüksek birim fiyat döneminde hakedişe eklenmesi taraflar arasında ciddi problemlere sebep olabilir.

Değişken birim fiyat usulünde, sabit birim fiyat usulünden farklı olarak, imalat metrajları hakedişlere kümülatif olarak değil, her hakediş döneminde hesaplandığı miktarlarda yansıtılır. Her seferinde kalınan yerden ölçüm yapmak yerine, toplam

imalat metrajlarından, önceki hakedişlere konu olan imalat miktarlarının çıkarılmasıyla son hakedişin metrajları tespit edilerek, ilgili hakediş dönemine ait geçerli birim fiyatlarla çarpılarak hesaplama gerçekleştirilir [15].

Birim fiyat usulü sözleşmelerde yapım öncesi proje üzerinden hesaplanan metrajlar kesin olmamasına karşın, sürecin finansal değerlerinin sağlıklı bir şekilde kontrol edilebilmesi için keşif çalışmalarının titizlikle yürütülmesi gerekir. Bu hassas çalışmalar sonucunda, keşif tablosunda yer alan imalat miktarlarının, belirtilen birim fiyatlar üzerinden hesaplanabileceği iş sonu maksimum artış oranı sözleşmede belirtilir. Bahsi geçen oran aşıldığı takdirde söz konusu birim fiyatlar sözleşmede yer alan ilgili maddelere göre yeniden düzenlenir [17].

2.2.1.3 Maksimum fiyat garantili sözleşmelere göre hakediş

Maksimum fiyat garanti usulü, işveren ile yüklenicinin, proje yapım işlerinin tamamlanması karşılığında tek bir tavan fiyat üzerinde mutabık kaldığı sözleşme türüdür. Yapım bedelinin, sürecin başında belirlenmesi yönüyle götürü bedel usulü sözleşme ile benzerlik gösteren bu yöntemde, kâr ve zararın taraflar arasında, sözleşmede yer alan koşullara uygun olarak paylaşılması söz konusudur [19]. Yüklenicinin yapım işini sözleşme bedelinin altında tamamladığı projelerde, hedef maliyet ile gerçek maliyet arasındaki fark, sözleşmede belirlenen oranda taraflar arasında paylaşılır. Maksimum fiyatın aşılması durumunda ise, proje boyutunda herhangi bir değişiklik olmadığı ve/veya teknik şartnamenin dışına çıkılmadığı sürece zarar, yüklenici tarafından karşılanmak durumundadır. İşveren talepleri doğrultusunda proje üzerinde gerçekleştirilen revizyonlar, maksimum fiyatın yeniden ele alınarak düzenlenmesini gerektirir [20].

Proje sahibinin maksimum fiyat garanti usulü sözleşmeyi tercih etmesinin en önemli sebeplerinden biri, yapım işi tamamlandığında karşılaşılabilecek mali tabloyu önceden görme olanağına sahip olmasıdır [21]. Projenin, maksimum fiyatın altında tamamlanması durumunda kâr edeceğinin bilincinde olan işverenin, yapım sürecini titizlikle takip etmesi gerekmektedir. Proje sahibi, yüklenicinin sahada gerçekleştirdiği uygulamaları düzenli olarak kontrol ederek, olası maliyet manipülasyonlarını önleyebilir, yüklenicinin kontrol boşluğunu suistimal etmesi olasılığını ortadan kaldıracaktır.

Maksimum fiyat garanti usulü sözleşme türünde hakediş, yüklenicinin sahada yaptığı harcamaları sözleşmede belirlenen aralıklarda işveren ile paylaşması doğrultusunda gerçekleştirilir [22]. Sürecin başından itibaren maksimum hedef bedelin belirlenmiş olması sebebiyle bu tip sözleşmelerde yüklenicinin işe başlayabilmesi için avans ödenmesinin, sürecin sağlıklı yürümesi açısından uygun olduğu düşünülmektedir. Proje sahibi, yüklenici tarafından düzenlenen hakediş raporlarında yer alan malzeme miktarlarını ve işçilik bedellerini takip edebilmek için düzenli olarak sahadaki imalatları denetlemelidir. Aynı şekilde, yüklenicinin maliyeti düşürme adına teknik şartnamede yer alan gereksinimlerden taviz vermemesi için de gerekli kontrollerin yapılması gerekmektedir.

Maksimum fiyat garanti usulü sözleşmelerde yüklenici, yapım işleri için gerçekleştirdiği bütün harcamaların açıklamasını, talebi doğrultusunda işverene yapmakla mükelleftir [22]. İşveren, sahaya giren her malzeme ve ekipmanın, sahada çalışan her personelin projeye sağladığı katkıyı sorgulama hakkına sahiptir. Yüklenici, kontrol ekibinin şantiyede belirlediği gereksiz ve/veya hatalı harcamaların bedelini temin edemeyeceğinin bilincinde olmalıdır. Bu mekanizma sayesinde tarafların sözleşmede yer alan belirli tek fiyat rehabetine kapılmadan titizlikle projeye yoğunlaşması beklenmektedir.

Maksimum fiyat garantili sözleşmelerde yüklenici, işverenin talebi doğrultusunda, anahtar teslim veya birim fiyat usulü sözleşmelerde kullanılan hakediş düzenleme yöntemlerinden birini kullanabilir. Maksimum fiyat garantili sözleşmeler ile yürütülen inşaat projelerinde işveren için büyük önem taşıyan toplam tutarın, yapım öncesinde sözleşme ile garanti altına alınması sebebiyle, hakediş uygulamalarında tercih edilecek yöntem, projenin yapım maliyetini olumlu ya da olumsuz etkilemeyecektir. Maksimum fiyat garantili sözleşme ile yürütülen bir yapım projesinde yüklenici, hazırladığı hakedişte, -sözleşmede bu konuyla ilgili aksi bir madde yok ise- gerçekleştirdiği uygulamalara ait birim fiyatları işveren ile paylaşmayı, projedeki kârını koruma amacıyla istemezken, bu durumun bilincinde olan işverenler, özellikle birim fiyat usulü hakediş hazırlanmasını talep edebilirler. Yapım sürecinde taraflar arasında yürütülecek hakediş uygulamasında izlenecek yöntem, bu konuda taraflar arasındaki anlaşma ile ilgilidir.

2.2.1.4 Maliyet artı kâr usulü sözleşmelere göre hakediş

Maliyet artı kâr usulü, işverenin, uygulama ile ilgili tüm maliyetleri üstlenerek yükleniciye, projeye sağladığı hizmetler karşılığında belli bir ücret ödemeyi taahhüt ettiği sözleşme türüdür [23]. Yapım maliyetinin, proje öncesinde hesaplanmasının mümkün olmadığı, maliyet hesapları yapılması için zaman olmayan durumlarda, ya da kalitenin proje maliyetinden çok daha önemli olduğu hallerde tercih edilen bu yöntemde işveren, süreç içinde yer alan bütün maliyetleri üstlenmesi sebebiyle diğer yöntemlerde olduğundan daha fazla sorumluluğa sahiptir [24]. Maliyet artı kâr usulü sözleşmelerde yüklenicinin şartnameye uygun bir şekilde yükümlülüklerini yerine getirmesi karşılığında kazanacağı bedelin miktarı ya da toplam maliyet üzerinden oranı sözleşme koşullarında yer almaktadır. Yüklenici, proje için gerçekleştirilen harcamaların sorumluluğunu, işveren kadar taşımaması sebebiyle kontrol açısından da işveren kadar ilgili olmayabilir. Bu nedenle işveren, uygulama esnasında ortaya çıkan maliyetleri kontrol altında tutabilmek amacıyla sıkı bir kontrol mekanizması geliştirmekle yükümlüdür [25].

İşveren, uygulamayı yükleniciye cazip hale getirmek için, projenin durumuna göre uygun kâr hesaplama yöntemini seçmelidir. Maliyet artı kâr usulü sözleşmeler, maliyet artı sabit ücret, maliyet artı teşvik ücreti, maliyet artı ödüllü ücret ve maliyet artı maliyetin belli bir oranı ücret olmak üzere dört başlıkta incelenebilir [23]:

Maliyet artı sabit ücret (Cost plus fixed fee)

Yükleniciye ödenecek bedel proje başından itibaren bellidir. İşverenin sözleşme ve şartnamede yer alan proje girdilerinden farklı bir talebi olmadığı sürece yüklenici, kazanacağı bedeli bilerek çalışmasını yürütür. İşveren, uygulama denetim ve kontrollerini iş bitene kadar sürdürerek gereksiz maliyetleri önleme anlamında başarılı olabilir. Bu seçenekte yüklenicinin uygulamayı hızlı bitirmek için bir sebebi yok gibi görünse de günümüz ekonomik koşullarında kazanacağı bedelin değer kaybetmemesi adına çalışmasını olabildiğince erken elde etmeye çalışması gerekmektedir. Yüklenici, maliyet yükünü dolaysız olarak hissetmemesi sebebiyle işi ciddiyetsiz bir şekilde yürütme hakkına sahip değildir. Yüklenici, hangi tip sözleşme olursa olsun, işveren haklarının korunduğunun bilincinde olmalıdır [26].

Maliyet artı teşvik ücreti (Cost plus incentive fee)

İşveren, projede kendisi için kritik önem arz ettiğini düşündüğü bazı unsurların gerçekleşmesi bakımından sözleşmeye yükleniciyi teşvik edecek maddeler

ekleyebilir. Örneğin işveren, bağlantı kurduğu finansal kaynakların talep etmesi nedeniyle, kaba inşaatın bir an önce tamamlanabilmesi için yükleniciye, taşıyıcı sistemin hedeflenen tarihten önce bitirilmesi karşılığında teşvik ücreti teklif edebilir. Bu durum hem yüklenicinin belirtilen hedefler ile ilgili motivasyonunu arttırır, hem de işveren için önemli bölümlerin hızlı ve istenilen şekilde tamamlanmasını sağlar [26].

Maliyet artı ödüllü ücret (Cost plus awarded fee)

İşveren, uygulama sonunda proje için öngördüğü toplam maliyetin altında kalınması durumunda yükleniciye bir ödül ücreti verebilir. Bu seçenekte yüklenicinin, proje maliyetlerinin sorumluluğunu üzerinde hissetmesi hedeflenmektedir. Bahsi geçen ödül, iş bitiminde duruma göre belirlenir. Yüklenici kârını, projenin performansına bağlayan bu sistemde işveren, uygulamanın gidişatına göre yüklenicinin elde etmesi gereken bedeli tayin eder. Performansı ile elde edeceği bedelin birbiriyle doğrudan ilişkili olduğunun bilincinde olan yüklenici, bu doğrultuda projeyi daha fazla sahiplenerek sürece artı değer katabilir [26].

Maliyet artı maliyetin belli bir oranı ücret (Cost plus percentage of cost)

İşveren, proje sonunda yükleniciye toplam inşaat maliyetinin belli bir oranını ücret olarak ödemekle yükümlüdür. Günümüz koşullarında pek tercih edilmeyen bu sistemde inşaat maliyeti ile yüklenici kârı doğru orantılıdır. Yüklenicinin suistimal ve art niyetine çok açık olan bu sistemin, ancak güvenilir yükleniciler ile düşük bedelli projelerde uygulanması sağlıklı olabilir [17].

Maliyet artı kâr usulü sözleşmelerde yüklenicinin, işverenin talebi doğrultusunda, birim fiyat usulü sözleşmelere göre hazırlanan hakediş düzenleme yöntemini kullanmasının, bu sözleşme türüne daha uygun olduğu öngörülmektedir. Çünkü maliyet artı kâr usulü sözleşmelerde yüklenicinin kazancını belirleyen en önemli faktör, inşaatın toplam uygulama maliyetidir ve bu tip sözleşmelerde yüklenici, yaptığı harcamayı olduğu gibi işverenle paylaşmak mecburiyetindedir. Yüklenicinin, uygulama maliyetlerine kendi kârını ekleyerek hakedişe yansıtması hem hukuki hem de etik açıdan doğru karşılanmayabilir. Bu sebeple işveren, yüklenici tarafından yapım süreci boyunca gerçekleştirilen harcamaların detayına hakim olmak isteyebilir. Dolayısıyla hakediş uygulamasında her uygulamaya ait detaylı metraj ile birlikte birim fiyatların yer almasını talep edebilir.

2.2.2 Düzenlenme aralıklarına göre hakediş türleri

Her proje sahibi işveren, uygulama öncesinde gerçekleştirilen fizibilite çalışmaları sonunda ortaya çıkan finansal tabloya göre tasarladığı programa bağlı kalarak yapım sürecini idare etmeyi hedefler. Bu doğrultuda atılması gereken en önemli adımlardan biri, projenin uygulama aşamasında ciddi paya sahip yüklenicilere uygun ödeme planının işveren tarafından belirlenmesidir. İşveren, yapılacak işin niteliği, kapsamı, boyutu, süresi, tercih edilen sözleşme türü ve birlikte çalışılması planlanan yüklenicilerin ekonomik gücü gibi önemli parametreleri göz önünde bulundurarak, proje için maksimum fayda sağlayacak ödeme sistemini belirlemeli, hatta yerine göre tasarlamalıdır. Her yükleniciyi birbirinden bağımsız olarak değerlendirmenin, taraflar arasında adil, sağlıklı ve uygulanabilir bir sistemin ortaya koyulmasına büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

İşveren-yüklenici arasında kararlaştırılan ödeme sistemine göre hazırlanacak hakediş düzenlemeleri dönem ve ilerleme tabanlı olmak üzere iki ana başlıkta ele alınabilir [27].

2.2.2.1 Dönem tabanlı hakedişler

İşveren, geniş kapsamlı projelerde süreci dönemlere bölerek yüklenicilerin ödemesini gerçekleştirme yolunu seçebilir. Genellikle yapım sürecinin uzun, iş kalemi ve yüklenici sayısının da fazla olduğu durumlarda tercih edilen zaman tabanlı hakediş uygulaması, hem işveren hem de yüklenicilere birçok yönden fayda sağlamaktadır. Proje sürecinin kesintiye uğramaması ve tarafların mağduriyet yaşamadan imalatlarına odaklanması, zaman tabanlı hakediş seçeneğinin en önemli avantajları arasında gösterilebilir. Dönem tabanlı hakedişler, geçici ve kesin hakediş olmak üzere iki başlık altında incelenebilir [28]:

Geçici hakediş

Geçici hakediş, yapım süreci içerisinde sözleşmede belirlenen dönemlerde yüklenici tarafından hazırlanan hakediş türüdür. Günümüz projelerinde aksi belirtilmedikçe 30 gün olarak belirlenen bu aralıkta yüklenici, tamamladığı iş miktarı üzerinden hakediş belgelerini hazırlayarak işverenden ödeme talebinde bulunur [29]. Bu hakediş türüne geçici denmesinin sebebi, yüklenicinin, sözleşmede taahhüt ettiği işin tamamını bitirmemiş olmasından dolayı, anlaşılan bedeli tam anlamıyla haketmemesinden kaynaklanmaktadır. Yüklenicinin tamamladığı iş miktarı, sözleşmede mutabık

kalınan iş miktarına ulaşmadığı sürece, gerçekleştirilen hakedişler geçici olarak nitelendirilir [40]. Yapımın, işveren tarafından hedeflenen amaca uygun olarak kullanılabilir düzeyde ulaştığını belgelediği kabule de geçici kabul denir. Geçici kabule kadar gerçekleştirilen hakedişlerin tamamı geçici hakediş statüsündedir [28]. Geçici hakediş, inşaat dünyasında ara hakediş olarak da bilinmektedir.

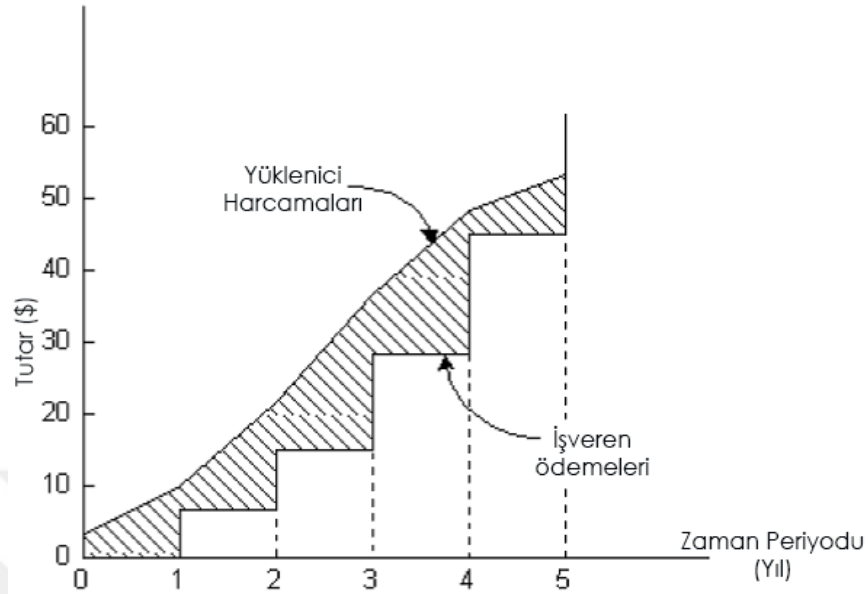
Kesin hakediş

Kesin hakediş, geçici kabulden sonra, yüklenicinin sözleşmede gerçekleştirmeyi taahhüt ettiği işleri tamamlamasıyla birlikte hazırladığı en son hakediştir [30]. Söz konusu imalatları üstlenen firmanın sözleşmesel yükümlülüklerini yerine getirdiği anlamına gelmesi sebebiyle, işverenin onayı olmadan kesin hakediş düzenlenemez [29]. Kesin hakediş mantıksal olarak bakıldığında yüklenicinin düzenleyeceği en son geçici hakediştir. Çünkü kesin hakedişin düzenlenmesi, yapısal olarak geçici hakediş ile aynıdır. Tanımında “kesin” ifadesinin yer almasının sebebi, bu hakedişle birlikte yüklenici-işveren birlikteliğinin, ilgili yapım işi ile ilgili sonlanacağını belirtmektir [40].

Teorik olarak, yükleniciye kesin hakedişin onayıyla birlikte yapılması gereken ödeme, süreç boyunca geçici hakedişler sonunda yapılan toplam ödemenin sözleşme bedelinden çıkarılmasıyla bulunabilir [28]. Fakat pratikte yapım işlerinin öngörülemez pek çok etkene bağlı olarak değişkenlik gösterdiği göz önünde bulundurulacak olursa, sözleşme bedeli, işin başı ile sonu arasında değişkenlik gösterecektir. Günümüz yapım işleri sözleşme idare sistemlerinde sıklıkla karşılaşılan belirsizlik durumu, söz konusu değişkenler ortaya çıktığında, düzenlenen zeyilname ve ek protokollerle sözleşmeye eklenerek tarafların mağduriyeti engellenmeye çalışılmaktadır. Sözleşmede yer alan avans ve teminat bedelleri de tarafların anlaşmasına göre ya kesin hakedişte ya da belirlenen ileri bir tarihte ayrıca hesaplanır.

Bazı projelerde hakediş dönemlerinde yükleniciye yapılan ödeme, yüklenicinin yaptığı harcamaya karşılık gelmeyebilir. Bu durum, yüklenicinin geçici hakedişleri düzenli hazırlamamasından, ya da işverenin maddi sıkıntılar yaşamamasından kaynaklanabilir. Bu durumda Şekil 2.2'de görüleceği üzere, yüklenicinin geliri ile yaptığı harcama arasında telafi etmesi gereken bir bedel ortaya çıkar [31]. Bu bedel, kesin hakedişe kadar azalarak da olsa yükleniciye maddi bir külfet olarak

değerlendirilebilir. Yüklenici, projeden edinmeyi hesapladığı kârı ancak kesin hakedişle elde edebilir.



Şekil 2.2 : Harcama/gelir eğrisi [31].

2.2.2.2 İlerleme tabanlı hakedişler

Yapım işinin kapsamı ve niteliğine göre işveren, yükleniciye yapılacak ödemeleri imalatların ilerleyişine göre gerçekleştirmeye karar verebilir. Süreci uzun ve geniş kapsamlı projelerde ilerleme esaslı hakediş yapmak yüklenicilerin kabul edeceği bir sistem olmamakla birlikte, makul boyutlarda bir yapım işinin ödeme düzeninin bu şekilde sistematize etmesinin iki taraf için de pek çok faydası vardır. Önünde ödeme almasını sağlayacak bir hedef olması yükleniciyi motive ederek işi hızlandırabilirken, işveren de bu sayede talep ettiği ürüne beklediğinden daha kısa sürede ulaşma olanağı bulabilir. Yüklenici, hakettiği bedeli hızlı bir şekilde temin ederken işveren, almadığı bir hizmetin bedelini ödemek zorunda kalmayacaktır.

İlerleme tabanlı hakedişler, koşula bağlı ve tek ödemeli olmak üzere iki başlıkta ele alınabilir [27]:

Koşula bağlı hakediş

Koşula bağlı hakediş uygulamasında taraflar, aralarındaki ödeme düzenini, yapım süreci ile ilgili belli koşullara bağlı bir sistematik üzerine kurabilirler. Bu sistemde hakediş ödemeleri, işveren tarafından belirlenen kilometre taşlarıyla doğrudan ilişkilendirilebilir [11]. Süreç açısından önem taşıyan kritik uygulamaların sonunda

ödeme gerçekleşeceği bilinci, hem yükleniciyi motive eder, hem de işverenin amacına hızlı ve sağlıklı bir şekilde ulaşmasını sağlar.

Koşula bağlı hakedişte tercih edilen bir diğer yöntem ise, toplam proje maliyetinin belli oranlarda bölünerek her bir parçanın ödeme hedefi haline getirilmesidir [11]. İşveren, yüklenicinin mali dengelerini de gözeterek toplam yapım bedelini makul oranlarda hakediş dönemi oluşturacak şekilde bölerek ödemelerini gerçekleştirebilir.

Çoğunlukla tasarla-yap projelerinde uygulanan koşula bağlı hakediş sisteminde yüklenici, hak ettiği bedeli alabilmek için, tanımlanan hakediş hedeflerine ulaştığını işverene belgelendirmekle yükümlüdür [27]. Yapım sürecinde yer alan mimar/mühendislerin, bilgi/birikimlerini, hakediş aralıklarını tayin eden koşulların belirlenmesinde kullanmaları beklenir.

Tek ödemeli hakediş

Genellikle küçük ölçekli ve kısa sürmesi planlanan projelerde tercih edilen tek ödemeli hakediş uygulamasında işveren, yapım sürecinin sonlanmasıyla birlikte toplam bedeli tek seferde yükleniciye ödemeyi taahhüt eder [11]. Bu yöntemde işveren projesinin hızlı bir şekilde tamamlanmasını hedeflerken, yüklenici de ödemeyi temin edeceği zamanın doğrudan kendi performansına bağlı olduğu bilinciyle hareket eder.

2.3 Hakediş Bölümleri

Projenin kapsam ve boyutuna göre hakediş uygulamasının içeriği firmadan firmaya değişiklik gösterebilir. Ancak bazı bölümlerde herkesin ortak paydada bulunduğu söylenebilir. Ek A'da, birim fiyat usulü sözleşmeye göre düzenlenmiş bir hakediş dosyası örneği bulunmaktadır [1]. Standart bir hakediş dosyasında bulunan dosya türleri aşağıda yer alan alt başlıklarda ele alınmaktadır.

2.3.1 Hakediş Raporu (Ön Kapak)

Hakediş raporu, projenin künyesi olarak da adlandırılabilir. Projenin adı, işveren ve yüklenici bilgileri, taraflar arasında imzalanan sözleşme toplam bedeli, varsa ek sözleşme tutarları, avans ve teminat bedelleri, sözleşme süreleri, teslim tarihi gibi projeye ait genel bilgiler bu kapakta yer alır [1]. Projede varsa, süre uzatım kararları da bu kapakta yer alır. Bazı uygulamalarda bu bölümün “hakediş raporu” olarak da adlandırıldığı görülebilir.

2.3.2 Dizi pusulası

Hakediş dosyasında yer alan belgelerin bilgilendirmesi dizi pusulasında liste halinde sıralanır [1]. Sayfaların makul düzende incelenmesini sağlayan dizi pusulası, hakediş dosyasının “içindekiler” bölümü olarak değerlendirilebilir.

2.3.3 Keşif özeti

Keşif özeti, yeşil defterde yer alan imalat, ihzarat ve nakliye metrajlarının sözleşmede mutabık kalınan birim fiyatlar üzerinden hesaplanması sonucu, her iş kalemine ait toplam tutarların ve bunların toplamının görüldüğü sayfadır [32]. Keşif özetinde yer alan metraj ve malzeme miktarlarının mutlaka yeşil defterden alınması gerekmektedir. Kullanılan birim fiyatların sözleşmede anlaşılan rakamlar olmasına özellikle dikkat edilmelidir. Yapım süreci içinde ek protokollerle gerçekleştirilen birim fiyat değişiklikleri, revizyon tarihinden itibaren düzenli takip edilerek keşif özetine yansıtılmalıdır.

Genellikle özel sektörde yüklenicinin sözleşme aşamasında verdiği birim fiyatlar, ilgili imalatın uygulama sonuna kadar geçirdiği bütün süreçlerin analiz edilmesiyle ortaya çıkarken, kamu ihalelerinde idarenin tercihinin göre bütün aşamalar ayrı ayrı fiyatlandırılabilir [29]. Bütün malzemelerin sahada imalata hazır olması kabulüne göre hazırlanan birim fiyatlar, gerçek maliyetin hesaplanmasına engel olmaktadır. Bu sebeple yapılan uygulamaların detaylı bir şekilde keşif tablosunda yer alması gerekmektedir. Yapılan işlemler sonunda hesaplanan son rakam, hakediş arka kapağında yer alan tutar ile aynı olmalıdır.

2.3.4 Yeşil defter

Yeşil defter, hakediş uygulamasında imalat miktarlarının yapım sürecinin başından itibaren izlenebilmesini sağlayan bölümdür. Bu formda sistem, son dönem hakedişinde yer alan imalatların, geçmiş hakedişlere ait toplam uygulama miktarlarına eklenmesi yoluyla ilerlemektedir [33]. Çizelge 2.3'de görüldüğü üzere, her hakedişte son ve geçmiş dönemlere ait miktarların yer aldığı yeşil defter, tarafları, uygulamaların ilerleme hızı hakkında bilgilendirmektedir [34]. Formda bulunan metrajların kaynağının açıkça belirtilmesi hakediş onay süresinin kısaltmasını sağlayacaktır. Sözleşmede yer alan standart imalatlara ait miktarların metraj cetvelinden, öngörülmeleyen imalatlara ait metrajların ise hakediş ekinde yer

alan ataşmanlardan yeşil deftere aktarılması gerekmektedir. Sözleşmede ihzarat maddesinin olduğu projelerde hakedişin düzenlendiği tarihte sahada bulunan malzemelerin miktarı, yerinde tespit edildikten sonra irsaliyeler ve tutanakla birlikte yeşil deftere aktarılmalıdır. İspatı olmayan ihzaratların, süreci ciddi anlamda sıkıntıya sokabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 2.3 : Yeşil defter örneği [34].

YEŞİL DEFTER (SUMMARY OF BQ)								
BÖLÜMÜN ADI (DEPARTMENT)			: İNCE İŞLER BÖLÜMÜ				SAYFA NO : 4	
TAŞERON ADI (SUBCONTRACTOR NAME)			: 00000				(PAGE)	
İŞİN ADI VE NUMARASI (PACKAGE NO AND NAME)			: BATIKENT - SINCAN HATTI (M3) METROSU KALAN İNŞAAT İŞLERİ					
HAKEDİŞ NO (VALUATION NUMBER)			: 3					
POZ NO	KOD NO	İMALATIN CINSİ	METRAJ SAYFA NO	BİRİM	YAPILAN İMALAT MİKTARI			
					ÖNCEKİ DÖNEM	BU DÖNEM	TOPLAM	
NO	CODE NO	WORK ITEM	PAGE NO	UNIT	PREVIOUS	THIS PERIOD	CUMULATIVE	
BATI MERKEZ	1	SERAMİK	1	M2	700,69	529,32	1.230,01	
ERYAMAN3	2	SERAMİK	1	M2	0,00	604,00	604,00	
İSTANBUL YOLU	3	SERAMİK	1	M2	651,12	743,80	1.347,80	
BOTANİK	4	SERAMİK	1	M2	845,68	0,00	845,68	
TÖREKENT	5	SERAMİK	1	M2	0,00	264,96	264,96	
BATI MERKEZ	6	SUNİ MERMER KAPLAMA	2	M2	1.043,67	116,57	1.160,24	
BOTANİK	7	SUNİ MERMER KAPLAMA	2	M2	0,00	310,39	310,39	
ERYAMAN 1-2	8	SUNİ MERMER KAPLAMA	2	M2	983,75	70,31	1.054,06	
TÖREKENT	9	SUNİ MERMER KAPLAMA	2	M2	0,00	459,60	459,60	
ERYAMAN 3	10	SUNİ MERMER KAPLAMA	2	M2	544,96	12,66	557,62	
İST.YOLU	11	SIVAMATİK	3	MTÜL	0,00	3.224,67	3.769,63	
BATI MERKEZ	12	BASAMAK	4	MTÜL	0,00	160,66	160,66	
BOTANİK	13	BASAMAK	4	MTÜL	0,00	127,00	127,00	
ALT YÜKLENİCİ / TAŞERON		SAHA ŞEFİ	ŞANTIYE ŞEFİ		HAKEDİŞ MÜHENDİSİ			

Yeşil defterde yer alan metrajlar ve ihzarat miktarları keşif özetine altlık niteliği taşımaktadır. İki belge arasındaki rakamların uyumu, sistemin düzenli işleyişi açısından çok önemlidir [40]. Sağlıklı belgelerle düzenlenen bir hakedişte, taraflar arasında yaşanması olası anlaşmazlıkların çözümünün daha sağlıklı olacağı öngörülmektedir. Hakedişte temel prensip, işveren tarafından hakedişle ilgili gelebilecek her sorunun, projeye ait bilgi ve belgelerle cevaplanabilmesi üzerine kuruludur. Bu bilinçle hazırlanan hakedişler, hem işveren, hem de yüklenicinin haklarını gözetmesi sebebiyle yapım sürecinde kritik önem taşımaktadır.

2.3.5 Ataşmanlar

Proje üzerinden, ölçülerin belirlenmesi ve miktarının hesaplanması mümkün olmayan ve yapım süreci içerisinde öngörülmeyen imalatların belgesi olma niteliği taşıyan ataşmanların yapım süreci boyunca düzenli bir şekilde tutulması gerekmektedir. Özellikle temel üstü kotunun altında kalan ve projede bulunmayan

imalatların ödemelerinin alınması için düzenlenen ataşmanlarda, ölçümler titiz bir şekilde yapılarak, açıklayıcı bilgiler ve çalışmanın yürütüldüğü dönemin tarihiyle birlikte belge halinde hakediş dosyasına eklenir [1]. Sonrasında tespiti mümkün olmayan imalatların açıklamalarının da bulunduğu ataşmanlarda yer alan bilgilerin, imalatı açıklayıcı olması gerekir. Hazırlanan ataşmanlarda yüklenici sorumluları ile birlikte işveren temsilcilerinin de imzası yer alır. Tek taraflı düzenlenen ataşmanın işveren açısından herhangi bir yükümlülüğü bulunmamaktadır [40].

Şartnamelerde belirtilen özel imalatlar ile ilgili ağırlık tespiti, yerinde ölçü alma gibi eylemler, gerçekleştirildikleri tarihte tutanakla birlikte ataşman defterine işlenir. Ataşman defterinin en önemli bölümlerinden olan kroki başlığında, ölçüleriyle birlikte imalata ait detaylı rölöve ile birlikte açıklayıcı bilgilere yer verilmesi, uygulama ile ilgili soru işaretlerini ortadan kaldırarak hakediş sürecine olumlu anlamda katkıda bulunacaktır. Ataşmanın metraj bölümü, hakediş dosyasının metraj cetveli ile aynı düzende hazırlanır. Çizelge 2.4'te, imalatın adı ve ölçü birimi ile birlikte, krokide yer alan ölçülere göre hesaplanan miktarlar tabloda gösterilir [36].

Çizelge 2.4 : Ataşman örneği [36].

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ		Ataşman Sayfa No: Hakediş No:						
İNŞAAT ATAŞMANI								
YÜKLENİCİ: AIT OLDUĞU İNŞAAT KISMI:								
KROKİ VEYA AÇIKLAMA								
T101 ÜNİTESİNDE TEMEL KAZISI VE STABİLİZE DOLGULARI YAPILMASI								
POZ NO	İMALATIN CİNSİ	BİRİMİ	BOYUTLAR				MİKTARLAR	
			Ad.	Boy	En	Yük.	AZI	ÇOGU
14.16040	T101 ÜNİTESİNDE TEMEL KAZISI YAPILMASI							
	Piramit Hacim Hesabı	M3	1	7,10	5,98	8,09		113,92
	A= Taban Alanı x Yükseklik /3	M3	1	4,60	3,50	4,34	-23,29	
		M3	1	5,88	3,97	6,94		54,00
		M3	1	4,60	3,20	5,24	-25,71	
15.14000	T 101 ÜNİTESİNDE STABİLİZE DOLGU YAPILMASI							
	Piramit Hacim Hesabı	M3	1	7,10	5,98	8,09		113,92
	A= Taban Alanı x Yükseklik /3	M3	1	4,60	3,50	4,34	-23,29	
		M3	1	5,88	3,97	6,94		54,00
		M3	1	4,60	3,20	5,24	-25,71	
	BETONARME HACMI	M3	1	3,40	2,60	3,55	-31,38	
		M3	1	3,40	2,60	1,55	-13,70	
		M3						73,84
Tarih İmzası Adı soyadı Ünvanı	İNCELEYEN	KONTROL MÜHENDİSİ	BELEDİYE KONTROL		YÜKLENİCİ			

Ataşmanlarda karşılaşılabilecek olası anlaşmazlık durumlarında, taraflar sorumluluğu paylaşmakla yükümlüdür. Çünkü yüklenici, işverenin bilgisi dışında herhangi bir ataşman çalışması yürütemez. Bu sebeple imalatın tamamlanmasını izleyen sürede rölövelerin hızlı bir şekilde alınarak ataşman defterine işlenmesi, süreç açısından sağlıklı olacaktır. Ayrıca, ataşman düzeni, kontrol mekanizmasında yer alan personelden bağımsız, bir sistematige göre hazırlanarak, olası işten ayrılma durumlarında kesintiye uğratılmamalıdır.

2.3.6 Metraj cetveli

Projeyi oluşturan yapım işlemlerine ait imalat miktarlarının belgesi niteliğindeki metraj cetvelinde, birim fiyatları önceden belirlenen uygulamaların metraj hesapları yapılmaktadır. İş kalemlerinin miktarlarının tespitinde kullanılan bu tabloda ortaya çıkan rakamlar, yüklenicinin hakediş döneminde talep ettiği ödeme miktarının hesaplanmasında önemli rol oynamaktadır.

Metraj cetveli hazırlayan kişilerin titiz bir çalışma yürütmesi, karşılaşılması olası birçok sorunu bertaraf edebilir. Bu bakımdan metrajları hazırlayan ekibin, bu göreve uygun yetkinlikte personel olması gerekir.

Hakediş düzenlemesinin en kritik basamağı olan metraj işleminde dikkat edilmesi gereken bazı önemli hususlar bulunmaktadır. Bu konuların başında, yapılan ölçümlerin açıklayıcı bir şekilde tabloya işlenmesi gelir. Söz konusu imalata ait satırda uygulamanın adı, varsa poz numarası ve en önemlisi boyutların açık bir şekilde yazılması gerekir. Tablo dışında yapılan metraj hesaplarının sonuç olarak doğrudan metraj cetveline eklenmesi kabul edilebilir bir uygulama değildir. İmalata ait her ölçü eksiksiz bir şekilde tabloya işlenmelidir [37].

Sonradan sorun yaşanmaması için, metraj tablosunu hazırlayan kişilerin izlediği yolun, tabloyu kontrol edecek kişiler tarafından da benimsenmiş olması gerekmektedir. Hakediş onayının zamanında alınabilmesi için, kontrol ekibinin yüklenici tarafından hazırlanan metraj tablolarını incelerken, rakamların arasında kaybolmadan, ölçülerin, projede tanımladığı yeri bilerek çalışma yürütmesi gerekir. Bu sebeple metrajı hazırlayan kişilerin olabildiğince sade ve açıklayıcı ölçümler yapması, sürecin hızlı ilerlemesi açısından sağlıklı olacaktır [38]. Ölçüme başlanmadan önce metrajın sistematigi kurularak süreç boyunca aynı düzende

ilerlenmesi taraflar açısından işlemlerin kesintiye uğramadan hızlı bir şekilde yürütülmesini sağlayacaktır.

Dikkat edilmesi gereken bir önemli husus da, aynı ölçülerin kullanıldığı metrajların, birbirine paralellik göstermesidir. Örneğin, iç mekânda ince sıva üzeri boya uygulaması yapılan bir projede, bu iki imalatın ölçümleri aynı olmalıdır [37]. Metraj tablosunda olası bir farklılık, fazla olan miktarın sorgulanmasına neden olarak süreci uzatabilir.

Hakediş döneminde tamamlanan miktarların unutulmadan yansıtılması gerekmektedir [30]. Örneğin, seramik uygulaması yapılan bir alanın seramik metrajının bir hakedişte, aynı bölgenin kendiliğinden yayılan şap uygulaması metrajının da bir sonraki hakedişte gösterilmesi ciddi bir probleme yol açabilir. Çünkü hakediş onay ekibi, seramik imalatına ait metraj cetvelini onayladığı bir bölgenin şap imalat metrajıyla sonradan karşılaşırsa, bu durumu sorgulama ihtiyacı hissedebilir. İspatı zor olmasa da, işverenin birden fazla yüklenici hakedişiyle ilgilenmesi sebebiyle çok yoğun olduğu gerçeği göz ardı edilmeden, olabildiğince net verilerle ilerlemeye dikkat edilmelidir. Metraj tabloları, sözleşmede yer alan birim fiyatlara uygun ölçü birimlerine sadık kalınarak hazırlanmalıdır.

Kamu ihalelerinde metraj uygulamasında izlenmesi gereken yol, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan “Birim Fiyat Tarifleri” listesinde anlatılmıştır [39]. Özel sektör projelerinde talep edilen metraj düzeni, asgari müştereklerde buluşsa bile firmadan firmaya farklılık gösterebilmektedir.

2.3.7 İhzarat tablosu

İmalatların gerçekleştirilebilmesi için gereken malzemenin şantiye alanına getirilmesinin yükleniciye bir maliyeti söz konusudur. Projenin süresi ve kapsamına göre işveren, sözleşmede ilgili maddelerle bu finansal yükü paylaşmayı taahhüt edebilir. Bu durumda işveren, yüklenici tarafından inşaat alanına getirilen ya da satın alınıp uygun bir depoda bekletilen malzemelere ait bedelin bir kısmını ödemeyi kabul eder. Ödemenin yapılabilmesi için de sahaya getirilen malzemelerin ihzarat tablosunda gösterilmesi gereklidir [15].

İhzarat tablosunun oluşturulabilmesi için her şeyden önce saha içi ve saha dışı malzeme alım durumları tespit edilmelidir. Bu konu, nakliye tablosunu da doğrudan ilgilendirmesi sebebiyle hassasiyet gerektirmektedir. İhzarat tabloları oluşturulmadan

önce proje üzerinden imalat miktarları tespit edilmelidir [41]. Eksik yapılan ihzarat hakedilenden az ödeme alınmasına yol açarken, fazla yapılan ihzarat da sahada gereksinim haricinde malzeme kalmasına sebep olabilir. Ayrıca sahada bulunmayan malzemenin ihzaratının alınması, tespiti durumunda taraflar arasında güven kaybı ve dolayısıyla hukuki yaptırımlara, tespit edilemezse de proje sonunda hesabın yanlış çıkması ve sürecin karmaşık bir hale gelmesine sebep olabilir.

Bir program dâhilinde yürütülen ihzarat süreci, işveren ve yüklenici açısından daha faydalı olacaktır. Her hakedişte, ihzarat miktarının programı yapılmalıdır. Hakediş döneminde tarafların saha yetkilileri, şantiye alanında bulunan malzeme miktarlarını birlikte tespit ederek ihzarat tutanağı düzenlemelidir [41]. Yapım sürecinin genel seyri dışında, işveren talebi, iş artışı, süre kısalması gibi sonradan ortaya çıkan durumlar söz konusu olmadıkça, sözleşmede yer alan ihzarat miktarlarından fazlasına ait ödeme talebinde bulunulması, işveren onay vermemesi halinde mümkün değildir. İşveren tarafından ödemesi yapılan ihzarat malzemelerinin yüklenici tarafından inşaat alanı dışına çıkarılmasına geçerli bir neden olmadıkça izin verilmez.

Sahada yürütülen ihzarat tespitlerinin sonucu olarak hazırlanan tutanaklarda hem yüklenici hem de işveren ilgili personelinin imzası bulunmalıdır [41]. Tutanaklar, tarafların onayından sonra hakediş dosyasına, ihzarat tablosunun tamamlayıcı evrakı olarak eklenmelidir. Ayrıca tespit yapıldığı günün tarihi de tutanakta bulunmalıdır. Sözleşmede malzeme fiyat farkı ödemesine dair bir madde varsa, ihzarat malzemelerinin tespit edildiği tarih büyük önem teşkil edecektir.

İhzarat tablosu hazırlanırken dikkat edilmesi gereken önemli hususlardan biri de, hakediş dönemlerinde imalatta kullanılan malzemelerin düzenli bir şekilde izlenerek, ihzaratı alınan malzemelerden eksiltilmesidir. Çizelge 2.5'te görüldüğü üzere son hakediş döneminde sahaya gelen malzeme miktarları, geçmiş hakediş döneminden gelen ihzarat miktarlarına eklenir ve son dönem imalatta kullanılan malzeme miktarı toplam değerden çıkarılarak güncel ihzarat miktarları bulunur [42].

Çizelge 2.5 : İhzarat tablosu örneği [42].

Sıra No	Poz No	İhzaratın Cinsi	Birimi	MİKTARLAR				İHZARAT BİRİM FİYATI (e)	İHZARAT TUTARI (f)=(d)e
				Bu Hakedişle Giren İhzarat Miktarı (a)	Önceki Hakediş İhzarat Miktarı (b)	İmalata Giren İhzarat Miktarı (c)	Toplam İhzarat Miktarı (d)=(a+b-c)		
1	Sihhi Tesisat - Pis su	A1 blok temel içi pvc pis su borusu	set	18,00			18,00	78,37 TL	1.410,66 TL
2	Sihhi Tesisat - Pis su	A1 blok bina içi pvc pis su borusu	set	18,00			18,00	411,50 TL	7.407,00 TL
3	Sihhi Tesisat - Temiz su	A1 blok bina içi pprc temiz su borusu ve vanalar	set	18,00			18,00	476,70 TL	8.580,60 TL
4	Isıtma Tesisatı	A1 blok ısıtma tesisatı boru ve vanaları	set	18,00			18,00	711,19 TL	12.801,42 TL
SAYFA TOPLAMI :							1.677,76 TL	30.199,68 TL	

YÜKLENİCİ:

İŞVEREN

Tasarrüf Ofisi Sorumlusu

Proje Yöneticisi

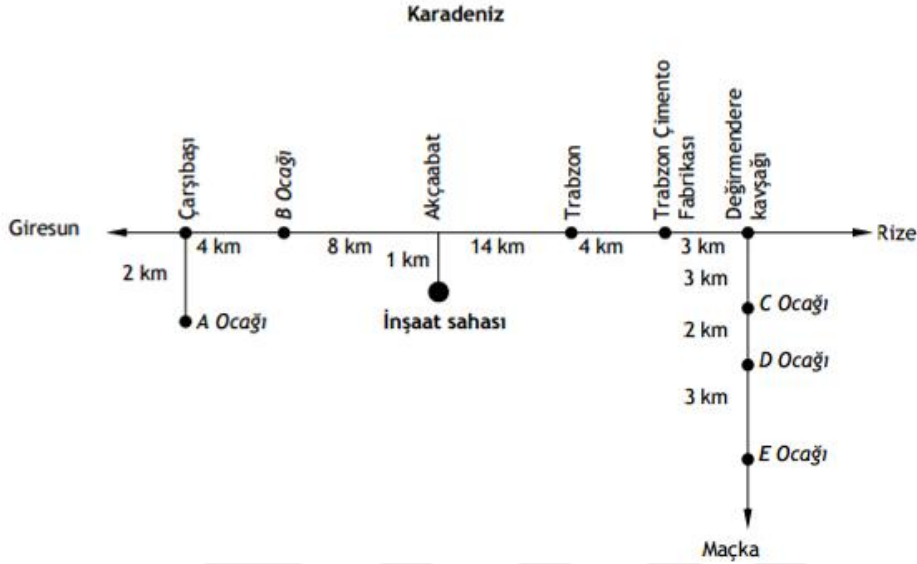
Bazı özel durumlarda şantiye alanında malzeme depolama olanağı olmaması sebebiyle işveren tarafından saha dışında uygun bir bölgede stok alanı oluşturulmaktadır. Bu durumda depo bölgesine ihzarat alma amacıyla malzeme getirmenin sözleşme şartlarına bağlı olduğu unutulmamalıdır. Çünkü işveren, şantiye sahasında bulunmayan malzemeler için ödeme yapılmasını kabul etmeyebilir. İhzarat tablosunun ekinde bulunan malzeme irsaliyelerinde malzemelerin kabulünü gerçekleştiren personelin imzası mutlaka bulunmalıdır [43]. Olası bir anlaşmazlık durumunda imzasız irsaliye ile hak iddia etmek mümkün olmayabilir.

2.3.8 Nakliye tablosu

İnşaat projelerinde bazı malzemelerin nakliye bedeli, sözleşmede belirtilen birim fiyatlarının dışında ödenir. Malzemelerin türüne göre farklılık gösteren formüllerle hesaplanan nakliye bedelleri, ürünlerin temin edildiği yerden yüklenip şantiyede uygulanacağı bölgeye indirilmesine kadar geçen bütün süreci kapsar [44]. İhzarat bedeli sadece malzemenin değeri üzerinden hesaplandığı için, nakliye bedelinin ayrıca belgelenmesi gerekmektedir.

Nakliyesi talep edilen; tüm kazı malzemeleri, her çeşit stabilize, kum, çakıl, tuvenan, hafif agrega, mermer tozu ve pirinci, sönmemiş kireç, çimento (beyaz çimento hariç), taş (blok, moloz, yonu, kırma), tuğla (delikli, deliksiz, harman, fabrika, blok), teçhizatlı-teçhizatsız hafif gazbeton (ytong v.b.), kiremit, demir (betonarme hasır çelik, nervürlü, profil, siyah D.K.P. v.b.), direk, boru (madeni, plastik, betonarme ve ek parçaları), büz, kanalet, yol, sedde ve baraj dolgu sıkıştırımda kullanılan suyun sadece inşaat alanına gelirken katettiği mesafe değil, aynı zamanda yükleme, boşaltma ve istif bedellerinin de hesaplanması gerekir [45]. Nakliyesi gerçekleştirilecek malzemelerin, temin edileceği yerlere göre mesafe krokileri projenin şartnamesinde mutlaka yer almalıdır. Daha sonra süreç içerisinde bu

mesafeler, taraflar arasında mutabık kalınan nakliye formüllerinde kullanılarak nakliye bedelleri hesaplanır. Şekil 2.3'te görülen örnekte olduğu gibi, krokilerle birlikte hesabı tamamlanan nakliye analizleri ve taraflar arasında imzalanan mesafe tutanakları da nakliye tablosunun ekinde yer almalıdır [45].



Şekil 2.3 : Nakliye krokisi örneği [45].

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından her sene düzenli olarak yayınlanan Rayiç ve Birim Fiyat Listesi'nde, malzemenin temin edileceği yer belirtilmektedir [39]. İş başında, ocakta, santralde, depoda gibi ifadeler, yapı elemanının nakliyesinde ödenecek bedelin hesabında kritik rol oynamaktadır. Örneğin, açıklamasında 'iş başında' bulunan bir malzeme sahada imalata hazır haline göre fiyatlandırılmış demektir. Dolayısıyla ayrıca nakliye ödemesi yapılmayacaktır. Depodan temin edilen ürünün nakliyesi ise depo-şantiye arası mesafeye göre fiyatlandırılacaktır. Yüklenici firmalar, tercih ettikleri yöntemlere göre değil, işverenin ödemeyi kabul ettiği yöntemlere göre ödeme alacaklarını unutmamalıdır.

2.3.9 Fiyat farkı tablosu

Proje sürecinin uzun olduğu ve imalatlarda, fiyat istikrarı olmayan malzemelerin tercih edildiği bazı durumlarda işveren tarafından yükleniciye fiyat farkı ödemesi taahhüt edilir. Sözleşmede belirtilen yöntemlerle hesaplanan fiyat farklarında satın alma yapılan tarihler büyük önem taşımaktadır. Malzemelere ait irsaliye ve fatura detayları fiyat farkı tablosunda yer almalıdır [1].

Şantiyeye getirilen malzeme miktarları ile uygulamada kullanılan miktarların tespiti titiz bir şekilde yapılmalıdır. İşveren temsilcileri miktar tespitleri konusunda işvereni düzenli olarak denetlemekle yükümlüdür. Fiyat farkında zamdan sonra sahada kullanılan malzeme miktarı ile fiyat artış oranı çok önemlidir [43]. Düzenli imalat takibinin yapılmasının mümkün olmadığı uygulamalarda iki hakediş dönemi arasında yapılan imalat geçen süre ile oranlanır ve fiyat artışının olduğu tarihten itibaren geçen zaman baz alınarak yaklaşık imalat belirlenerek ödenecek fiyat farkı hesaplanabilir. Önemli olan projenin durumuna göre taraflar arasında izlenecek yöntem konusunda anlaşma sağlanmasıdır.

İhzaratı yapılan malzemeler ile ilgili fiyat artışı söz konusu olduğunda ise imalatlar ile benzer bir uygulama yürütülür. Malzemenin zamlandığı tarihte, sahada ihzaratı alınmış malzemenin miktarı işveren ve yüklenici temsilcileri tarafından tespit edilerek tutanak haline getirilir [43]. Fiyat artış tarihinden sonra sahaya giriş yapan malzemelerin ihzaratı ile birlikte fiyat farkı da hesaplanarak hakedişe eklenir.

2.3.10 Tutanaklar

Yapım sürecinde taraflar arasında olası anlaşmazlıkların önüne geçilmesi amacıyla, bütün gelişmelerin tutanak altına alınması gerekir. Yazılı ve onaylı belge haline getirilmeyen ve öngörülmeleyen her durumun imalatları olumsuz etkileyecek krizlere dönüşebileceği unutulmamalıdır. Taraflar genellikle kendi aleyhlerine bir durum söz konusu olduğunda olayı örtbas etme ya da yok sayma eğilimindedir. Bazı projelerde bu tek taraflı yaklaşımın, yüklenici ile işveren arasında büyüyen kontrol edilemez bir güvensizlik ortamı yarattığı görülmüştür. Oysa temelde insana dayalı bir sistemde 'güven'in ne kadar önemli bir değer olduğu gözden kaçırılmamalıdır. Bu nedenle tutanak konusunun ciddiye alınması gerekir.

Uygulama sürecinin planlanan seyri dışında gelişen durumları belgeleme amacıyla hazırlanan tutanaklar, hakediş dönemlerinde güncel ödeme tutarının hesaplanması sırasında büyük önem kazanmaktadır [28]. Sonradan projeye dâhil edilen bir uygulama, bir imalat metrajında gerçekleşen artış, sahada ihlal edilen iş güvenlik kuralları gibi yapım süreci ve maliyeti doğrudan etkileyen durumların belgelenerek hakediş eklerinde yer alması ve söz konusu bedellerin ilgili sayfalara eklenmesi gerekmektedir.

Her projenin, kendi gereksinimleri doğrultusunda tutanakların düzenlenmesine gerek duyulur. Bütün yapım sürecinde tek tip düzende bir tutanaktan söz etmek mümkün değildir. Fakat pek çok projede tercih edilen bazı tutanak türlerinden söz edilebilir. Genellikle hakediş eklerinde rastlanılan tutanak tipleri şu şekildedir:

- Gecikme cezası tutanağı [46]: Sözleşmede yer alan uygulama bitiş tarihini geçen her gün için yüklenicinin işverene ödemeyi taahhüt ettiği bir bedel vardır. İşverenin süre uzatımı vermediği durumlarda, iş bitiş tarihini müteakip gecikme süresi taraflar arasında tutanakla belgelenerek yüklenici hakedişinden kesilir.
- Teknik personel bulundurmama ceza tutanağı [47]: Yüklenici, işe başlangıcından itibaren işverenin talep ettiği sayı ve yetkinlikte teknik personeli sahada sürekli olarak bulundurmak zorundadır. Gerekli teknik personelin şantiyede olmadığı tespit edilirse üzerine bir tutanak hazırlanır ve sözleşmede belirtilen ceza miktarı yüklenicinin hakedişine yansıtılır. Bazı projelerde işveren, bu durumun süreklilik arz etmesini haklı fesih sebebi olarak sayabilir.
- Eksik makine ceza tutanağı [47]: Yüklenicinin, yaptığı uygulamaya göre sahada bulundurması zorunlu makineler sözleşmede belirtildiği gibi sahada görünmüyorsa, bu durum işveren temsilcileri tarafından tutanak altına alınarak eksik makinelerin acil olarak tedarik edilmesi talep edilir ve ilgili ceza hakedişten kesilir.
- Kısmi gecikme cezası tutanağı [47]: Bazı özel durumlarda işverenin talebi doğrultusunda yapım işi sözleşme ile bölümlere ayrılabilir. Proje için aciliyet sıralaması farklı olan bu bölümlerin, gecikme ceza oranları da aralarında farklılık gösterebilir. Dolayısıyla her bir bölüme ait iş bitiş tarihinin aşılması sonucu yüklenicinin ödemekle yükümlü olduğu ceza tutarı farklı olacaktır. Tamamlanamayan her kısım için ayrı ayrı kısmi gecikme ceza tutanağı düzenlenmesi gerekmektedir. Kısmi gecikme cezası maddesinin yer aldığı bir sözleşmede, işin tümüne ait gecikme ceza maddesinin bulunması söz konusu değildir.

2.3.11 Arka kapak

Yapım sürecinin, hazırlandığı tarihe kadarki finansal özetinin bulunduğu arka kapakta genel hakediş tutarı, bir önceki döneme ait hakediş tutarları ve son hakedişte hesaplanan tutarların toplam tutarları yer alır. Sözleşme fiyat farkı bedelleri, kesintiler (avans, teminat, stopaj vb.) ve fatura bedeli gibi yapım sürecinin mali tablosunu ortaya koyan başlıkların hesap özeti bu kapakta incelenebilir. Söz konusu hakedişe ait bedelin hesabı bu sayfada derlenir. Arka kapak, ödeme onayı için gerekli olan işveren ve yüklenici imza paraflarının yer alması sebebiyle hakediş onay belgesi özelliği de taşımaktadır [48].

2.3.12 Standart formlar

İşverenin talebi doğrultusunda bazı belgelerin hakediş dosyasına eklenmesi gerekebilir. Sözleşmeye ait ekleriyle birlikte bir adet kopya, eğer varsa zeyilnameler, birim fiyat cetveli, ağırlık oran temsil katsayıları, personel alacak bordroları, işyeri sigorta poliçesi gibi sürecin maddi tablosunu doğrudan ilgilendiren ve taraflar arasında yapılan anlaşmayı belgeleyen evrakların hakediş dosyasında yer alması tercih edilmektedir. Yüklenici hakediş dosyasını hazırlarken, işverenin minimum sürede onayını almayı hedefler. Bu sebeple hakedişi ilgilendiren her türlü bilgi ve belgeyi dosyaya eklemesi gerekir. Bunu yaparken bilgi kirliliğinden kaçınılması gerekmektedir. Çünkü işe yaramayan her belgenin, hakediş kontrol mekanizmasının ağırlaşmasına yol açarak onay sürecini uzatacağı düşünülmektedir.

2.4 Hakediş Süreçleri

Projenin kapsam, boyut ve özellikle taraflarına göre hakediş uygulamasının içeriği değişiklik gösterebilmektedir. Tarafların kendi iç dinamikleri doğrultusunda bir hakediş süreci yürütme hedefleri doğal karşılanmaktadır. Temelde bütün hakediş uygulamaları aynı mantık ve düzen üzerine kuruludur. Farklılığın açık bir şekilde görüldüğü konu başlığı ise prosedür olarak gösterilebilir. Firma ve kurumların işleyişine göre değişiklik gösteren aşamalar, hakediş dosyalarının farklılaşmasına sebep olabilir. Söz konusu prosedürel farklılıklar, beraberinde evrak çeşitliliğini de getirir. Bazı sözleşmelerde taraflar dosya yükünü minimumda tutmaya özen gösterirken, sistematik anlamda rijit kuruluşlar projenin boyutuna bakmaksızın her

süreci aynı dosya düzeninde yürütmeyi tercih edebilirler. Hakediş süreçleri, kamu projeleri ve özel sektör projeleri olmak üzere iki başlık altında incelenebilir:

2.4.1 Kamu projelerinde hakediş süreci

Kamu projelerinde işverenin devlet olması sebebiyle, sözleşmelerin her zaman devleti güvence altına alacak şekilde hazırlandığı bilinmektedir. Milleti temsil makamında bulunan devlet kurumları, vatandaşın dolaylı yoldan da olsa mağduriyetini engelleme adına finansal açıdan yapım süreçlerinin güvenli tarafında kalmaya özen gösterirler. Bu sebeple taraflar arasında belirlenen kurallar çerçevesinde taviz vermemeyi ilke edinen personelle projenin tamamlanmasını sağlamaya çalışırlar.

Kamu ihalesini kazanan ya da doğrudan temin yoluyla yapım işini üstlenen yükleniciler, sorumlu oldukları kurumun yönetmeliklerine uygun bir şekilde hakediş dosyasını hazırlamakla yükümlüdür. Kamu kuruluşunu süreç boyunca, yapı denetim elemanı olarak çalışan memurlar temsil eder [29].

Sözleşme şartlarında hakediş takvimi belirlense dahi, yüklenici hakediş hazırlamadan önce kuruma bir dilekçeyle başvuruda bulunur. Bu dilekçeyle birlikte yapı denetim görevlisi, hem kurumu hakediş sürecinin başladığından haberdar eder, hem de sahada ölçümlerin yapılacağı uygun bir tarihi yükleniciye bildirir. Yüklenicinin hakediş talebinde bulunmaması durumunda ise, genelde 3 ay sonunda idare tek taraflı olarak hakediş düzenler. Yapı denetim elemanının bildirdiği tarihte sahada imalatlar ve ihzaratlar tespit edilerek tutanak altına alınır. Yüklenici, katılmadığı ölçümlerde hak iddia edemez, idarenin tespit ettiği miktarları kabul etmek zorundadır [28].

Tespiti yapılan miktarlarla birlikte yüklenici, idareden temin edilen hakediş formatını kullanarak dosyasını hazırlamaya başlar. Tamamlanan hakediş dosyası, yüklenici tarafından yapı denetim elemanı ile paylaşılır [28]. Yapı denetim elemanı, idarede süreçten yetkili makamları hakediş raporu konusunda bilgilendirir. İdare sahadan aldığı bilgiler doğrultusunda dosya üzerinde detaylı bir inceleme gerçekleştirir. Uygun gördüğü noktalarda düzeltmeler yapar. Yüklenici, idare tarafından hakediş dosyası üzerinde yapılan revizyonlara, 10 gün içerisinde itiraz etme hakkına sahiptir. Aksi takdirde yapılan düzeltmeleri kabul etmiş sayılır [29].

Hakediş üzerinde mutabık kalındıktan sonra idare yetkilileri, dosyayı tahakkuk birimi ile paylaşır ve aksi belirtilmedikçe 2 ay içerisinde ödeme gerçekleştirilir [29]. Kamu İhale Mevzuatı'nda ana hatlarıyla tarif edilen hakediş uygulaması, kurumun o anki ihtiyacı ve projenin durumuna göre yeniden şekillendirilebilir. Aynı şekilde makul bulunan yüklenici talepleri doğrultusunda, hakediş sürecinin tarafları mağdur etmeyecek şekilde, talebin dilekçe ile bildirilip değerlendirilmesiyle birlikte değiştirilebileceği öngörülmektedir. Fakat hakediş dosya düzeni ve evrakların içeriği konusunda kamu kuruluşlarında esneklik beklemenin, yükleniciye sadece zaman kaybına sebep olacağı düşünülmektedir.

2.4.2 Özel sektör projelerinde hakediş süreci

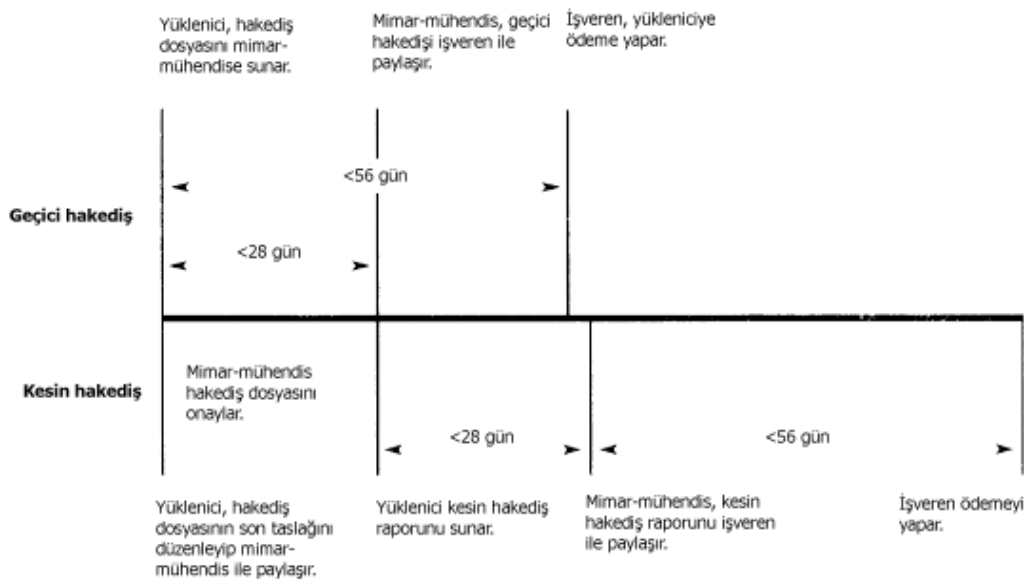
Hakediş kavramı, inşaat sektöründe yer alan bütün katılımcılar için aynı anlama sahiptir. Sunulan ürün ve/veya hizmetlerin karşılığı olan ödemelerin taraflar arasında mutabık kalınan yöntemle gerçekleştirilmesini düzenleyen bu sistemde kural koyma görevi işverenin sorumluluğundadır. İşveren, projesinin niteliği, kapsamı, kendi maddi gücü, mevcut piyasa koşulları gibi birçok parametreyi göz önünde bulundurarak yükleniciler ile yürütülecek hakediş sürecinin temel ilkelerini belirlemekle yükümlüdür.

Temelde aynı amaca hizmet eden hakediş sistemi, işverenin gözetmek zorunda olduğu koşullardan dolayı projeden projeye çeşitli değişiklikler gösterebilir. Fakat bu teorinin resmi kuruluşlar için ayrıcalık oluşturduğu düşünülmektedir. Kamu kurumlarının işveren olduğu yapım projelerinde hakediş düzenleme sürecinde herhangi bir revizyondan bahsetmek pek mümkün değilken, özel sektörde faaliyet gösteren inşaat firmaları kendi iç dinamiklerinin olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde süreci revize edebilir. Devletin yasa ve yönetmeliklerle çizdiği çerçevenin dışına çıkmak hiç bir kamu görevlisinin inisiyatifinde değilken, özel sektörde işveren, ilgili çalışanlarını firmanın çıkarlarını korumak kaydıyla yetkilendirebilir. Özetle özel sektör inşaat firmalarının hakediş konusunda kamu kurumlarına nazaran daha esnek olduğu söylenebilir.

Özel sektörde yer alan inşaat firmaları, piyasada genel kabul gören hakediş düzenini belli bazı noktalara müdahale ederek dosyayı şirkete özgü hale getirebilirler. Hakediş dosyasında değiştirilmesi en olası başlıklar, evrak düzeni, hakediş periyodu kontrol mekanizması olarak gözlenmektedir.

Her firma, kendi hakediş evrak düzenini oluşturmayı tercih eder. Günümüz koşullarında sayısal ortamda hazırlanan hakediş tabloları, esasen aynı bilgileri bünyesinde barındırır bile, işveren, sadece şeklen de olsa dosyanın diğer firmalardan farklı olmasını temenni eder. Firma yöneticileri bu durumu kurumsallaşma adına önemli görebilirler. İşveren, hakediş dosyasının bir kartvizit gibi şirkete ait formatta hazırlanması konusunda hassas davranma hakkına sahiptir. Bununla birlikte, projenin yapısına göre dosyanın içeriğinde de değişiklik yapabilirler. Örneğin, bazı işverenler bütün imalat metrajlarını tek bir tabloda incelemek isterken, bazıları her bir iş kalemine ait ayrı imalat metraj tablosu hazırlanmasını talep edebilir.

Hakediş dönemi, piyasada genel olarak ayda bir olarak kabul edilse de, projenin durumuna göre işveren bu süreci yeniden ele alabilir. Küçük ölçekli yapım işlerinde, büyük yüklenicilerle çalışmak her zaman mümkün olmayabilir. Bu durumda küçük ya da orta ölçekli bir yüklenici tercih etmesi gereken işveren, bu firmaların finansal gücünü göz önünde bulundurarak hakediş aralıklarını kısaltabilir. Aynı şekilde işveren kendi ödeme gücünü zor durumda bırakmayacak şekilde, süreçte yer alan yüklenicilerin iş yükü ve sözleşme sürelerine göre ayrı ayrı hakediş periyotları düzenleyebilir. Çizelge 2.6'da FIDIC (International Federation of Consulting Engineers) tarafından hazırlanan, tipik hakediş dizisi çizelgesi ile, Çizelge 2.7'de California merkezli MPGroup İnşaat Danışmanlık firmasına ait hızlı ödeme döngü çizelgesi birlikte incelendiğinde, farklı kültürlerde bile sürece yaklaşımın değişebileceği gözlemlenmektedir [49, 50].



Şekil 2.4 : Tipik hakediş dizisi [49].

Hızlı Ödeme Döngüsü



Şekil 2.5 : Hızlı ödeme döngüsü [50].

İşverenin hakediş sürecinde tercih ettiği kontrol mekanizması da projeden projeye değişkenlik gösterebilir. Küçük ölçekli bir projede saha imalatlarını teftiş eden bir mimar veya mühendis yeterli bulunurken, büyük ölçekli bir projenin şantiyesinde hakediş kontrolü için ayrı bir departman kurulması gerekli görülebilir. Her bir ya da birkaç iş kaleminden sadece bir personel sorumluyken, ödemenin gerçekleşebilmesi için hakedişte onayı olması gereken insanlardan biri olan hakediş departmanı yetkilisi, projeye ait bütün imalatların hakedişlerine karşı sorumlu olacaktır. Dolayısıyla başlarda sorun yaşanmasa bile, imalatlar ilerledikçe bu hiyerarşik yapı hakediş departmanında yığılmaya sebep olabilir. Sahadan gelen bilgileri sağlıklı bir şekilde incelemek isteyen hakediş departmanı sorumlusu, sahanın yoğun dönemlerinde bazı yüklenicileri bekletmek zorunda kalabilir. Yüklenici, yasal olarak haklı olsa bile, işverenle ilişkileri bozmama adına çok zor durumda kalmadıkça hakkını hukuki zeminde aramak yerine, çoğu zaman beklemeyi tercih eder. Bu sebeple yapım sürecinin hızlandığı dönemlerde işverenin tercih ettiği hakediş kontrol mekanizması sebebiyle ödeme almak karmaşık bir hal alabilir.

2.5 Hakediş Düzenleme Araçları

Yüklenici firmaların hakediş düzenleme sürecinde kullandıkları farklı yöntem ve araçlar bulunmaktadır. Hakediş ile ilgili yapılan literatür araştırmasında, hakediş dosyasının ana başlıkları ve bu başlıkların hazırlanması konusunda yeterli bilgiye ulaşılabiliyorken, hakediş düzenleme araçları için aynı durumdan söz etmenin pek mümkün olmadığı gözlemlenmiştir. Yapılan araştırmada, ağırlıklı olarak hakediş hesaplama yöntemleri ile ilgili verilerle karşılaşılmaktadır. Bu durumun, hakediş

uygulamasının matematiksel altyapı gerektiren bir hesap düzeni olmasından ve taraflar için amacın, araçtan daha fazla önem taşımasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tez çalışması için incelenen, işveren ve yüklenici arasında imzalanan yapım sözleşmelerinde taraflar arası maddi yükümlülükler, sayısal veriler halinde yer alırken, hakediş hazırlama yöntem ve araçları ile ilgili herhangi bir madde bulunmamaktadır. Bu durumun, işveren için hakedişin nasıl hazırlandığından çok, içerdiği bilgilerin ne derece tutarlı olduğu bilgisinin önem taşımasından kaynaklandığı öngörülmektedir.

Hakedişin temel prensibi, taraflar arası hizmet temininin karşılığı olan maddi tutarın belgelendirilmesidir. Bu belgelendirme işlemi esnasında faydalanılan araçlar, hakedişin düzenleme sürecini daha pratik hale getirmeye yöneliktir. Teknolojik gelişmelerle birlikte ortaya çıkan yeni araçlar, hakedişin temel prensibini korurken, düzenleme için gerekli olan verilerin daha tutarlı bir şekilde elde edilip hesaplanmasını hedeflediği gözlemlenmektedir. Hakediş düzenleme yöntemlerinin, sorumlulukları gereği yüklenicilerin ilgi alanı içerisinde olduğu düşünülmektedir. Bu araçlar manuel ve dijital olarak iki ana başlık altında değerlendirilebilir:

2.5.1 Manuel araçlar

Hakediş düzenleme işleminin elle, yani saf insan gücüyle ve dijital olmayan araçlarla gerçekleştirilmesidir. Manuel yöntemlerde kullanılan araçların kalem, kağıt ve ölçü aletleri olduğu söylenebilir. Tüm hakediş dosyasının manuel olarak hazırlanması işleminin, bilgisayar teknolojisinden önceki süreçte kullanıldığı tahmin edilmektedir. Hakedişin manuel yöntemlerle hazırlandığı dönemde, proje çizimlerinin de elle oluşturulduğu düşünülmektedir. İki boyutlu çizimlerin kağıt üzerinde yer alan verileri doğrutusunda, hakedişten sorumlu kişiler, titiz bir çalışma ile, tamamlanan imalatları tespit etmektedir.

Manuel yöntemlerde proje ve hakedişe ilişkin bütün hesaplamalar elle hazırlandığı için, projede gerçekleşen revizyonların dosyaya yansıtılma sürecinin uzun bir mesai istediği öngörülmektedir.

2.5.2 Dijital araçlar

Hakediş düzenleme sürecinde bilgisayar destekli çeşitli araç ve yazılımlardan faydalanılması günümüzde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Bununla

birlikte, manuel yöntemlerin, hassasiyet gerektiren bazı durumlarda başvurulan yöntem olduğu düşünülmektedir. Örneğin, işveren ile yüklenici arasında, tamamlanan bir imalat miktarı ile alakalı olası anlaşmazlık durumlarında, tarafların yetkilileri doğru sonucu bilgisayar başında değil, sahada manuel yöntemlerle ölçüm yaparak belirlemek isteyebilirler. Bu gibi durumlarda insan gücünün, her iki yöntemin de ortak noktası olduğu söylenebilir.

Hakediş düzenleme sürecinde tercih edilen dijital araçlar, elektronik tablo yazılımları, hakediş için tasarlanan özel yazılımlar ve BIM tabanlı yazılımlar olarak üç başlık altında incelenebilir:

2.5.2.1 Elektronik tablo yazılımları

Hakediş düzenleme sürecinde günümüzde yoğun olarak tercih edildiği düşünülen araçlardan biri elektronik tablo yazılımlarıdır. Hücre tabanlı hesaplama, özet tablo ve grafik oluşturma araçları gibi özellikleri bünyesinde barındıran bu yazılımlar, hakediş hazırlama sürecinde manuel olarak hazırlanması ciddi bir zaman kaybı ve olası hesap hatalarına sebep olabilecek işlemlerin hızlı hazırlanması ve düzenli olarak takip edilebilmesine olanak vermektedir. Microsoft® Excel, Apache® OpenOffice Calc, LibreOffice®, Google® Sheets ve Zoho® Sheet, elektronik tablo yazılımları arasında yaygın kullanıma sahip programlar olarak gösterilmektedir ve xls uzantısı, bu tip yazılımlar arasında ortak dil oluşmasını sağlayan bir dosya formatı olarak kabul edilmektedir [52].

Elektronik tablo yazılımları farklı alanlarda kullanıcıya hizmet verebilen çok yönlü programlar olması sebebiyle, ancak kullanıcısının doğru yönlendirmeleriyle işleyen bir sistematik oluşturabilmektedir. Yani bir hakediş hazırlanırken iyi sonuç alabilmenin tek yolu, gerekli tüm verinin bu yazılımlara özenli bir şekilde girilmesinden geçmektedir. Hakediş için imalata dair gerekli olan tüm verinin, proje çizimlerinden ve sahadan alınması gerekmektedir. Bu sebeple, yapılan herhangi bir hatanın ya da unutulmuş herhangi bir detayın elektronik tablo yazılımları tarafından telafi edilme imkanı bulunmamaktadır. Örneğin; tamamlanan imalatlar ile alakalı hazırlanan bir denklemde yapılan bir işlem hatası, tüm hesabın hatalı olmasına yol açabilir ve yoğun iş kalemi içeren bir yapım sürecinde bunu tespit etmek ciddi zaman kaybına, tespit edememek de ciddi bir maliyet kaybına sebep olabilir. Bu nedenle elektronik tablo yazılımları kullanarak hazırlanan bir hakedişte kullanıcının,

programın yeteneklerinin ve sınırlarının bilincinde olmasının, sürecin sağlıklı işlemesi açısından önem taşıdığı düşünülmektedir. Çizelge 2.8'de, elektronik tablo yazılımlarından Microsoft Excel® kullanılarak hazırlanan bir hakedişe ait metraj cetveli örneği görülmektedir [34].

Çizelge 2.6 : Microsoft® Excel'de hazırlanan metraj cetveli örneği [34].

METRAJ CETVELİ												
İŞİN CİNSİ : PA CAM PANEL 4												
HAKEDİŞ NO	BİRİM FİYAT NO	İMALATIN CİNSİ	BENZ	ADET	ÖLÇÜLER					BR.		
					BOY	EN	YÜKS.	MINHA	AZI		ÇOĞU	
LCP-05												
2	3.4	PANORAMİK ASANSÖR CAM MONTAJI (LCP-05 TAVAN CAMLARI) (TA-01)	1	1			1,82	1,84		3,34	-	m ²
2	3.4	PANORAMİK ASANSÖR CAM MONTAJI (LCP-05 TAVAN CAMLARI) (TA-02)	1	1			1,82	1,41		2,55	-	m ²
2	3.4	PANORAMİK ASANSÖR CAM MONTAJI (LCP-05 TAVAN CAMLARI) (TA-03)	1	1			1,56	1,84		2,87	-	m ²
2	3.4	PANORAMİK ASANSÖR CAM MONTAJI (LCP-05 TAVAN CAMLARI) (TA-04)	1	1			1,56	1,41		2,19	-	m ²
LCP-06												
2	3.4	PANORAMİK ASANSÖR CAM MONTAJI (LCP-06 TAVAN CAMLARI) (TA-01)	1	1			1,56	1,84		2,87	-	m ²
2	3.4	PANORAMİK ASANSÖR CAM MONTAJI (LCP-06 TAVAN CAMLARI) (TA-02)	1	1			1,56	1,41		2,19	-	m ²
2	3.4	PANORAMİK ASANSÖR CAM MONTAJI (LCP-06 TAVAN CAMLARI) (TA-03)	1	1			1,82	1,84		3,34	-	m ²
2	3.4	PANORAMİK ASANSÖR CAM MONTAJI (LCP-06 TAVAN CAMLARI) (TA-04)	1	1			1,82	1,41		2,55	-	m ²
LCP-07/08												
2	3.4	PANORAMİK ASANSÖR CAM MONTAJI (LCP-07/08 TAVAN CAMLARI) (TA-01/03)	1	2			1,50	1,27		3,80	-	m ²
2	3.4	PANORAMİK ASANSÖR CAM MONTAJI (LCP-07/08 TAVAN CAMLARI) (TA-02)	1	2			1,29	1,27		3,28	-	m ²
2	3.4	PANORAMİK ASANSÖR CAM MONTAJI (LCP-07/08 TAVAN CAMLARI) (TA-04/05)	1	2			1,50	1,57		4,70	-	m ²
2	3.4	PANORAMİK ASANSÖR CAM MONTAJI (LCP-07/08 TAVAN CAMLARI) (TA-05)	1	2			1,29	1,57		4,06	-	m ²
									TOPLAM	37,76		m²
TAŞERON				İŞVEREN								

Elektronik tablo yazılımları kullanılarak hazırlanan hakedişlerde, tek dosyada farklı sekmeler açılarak, her sekme farklı bir hakediş başlığı için kullanılabilir. Bu sayede birbiriyle doğrudan ilişkili hesap bölümleri aynı dosya altında bağlantılı bir şekilde hazırlanırken, hakediş ön kapağı, dizi pusulası, standart formlar gibi matematiksel hesap gerektirmeyen bölümler de bu yazılımlar sayesinde hazırlanabilmektedir. Örneğin; imalat metrajlarında yapılan ekleme ve çıkarmalar -eğer bağlantılar doğru yapılmışsa- yeşil deftere de anında yansıtılabilmekte ve aynı işlemlerin tekrar edilmesiyle karşılaşılabilecek zaman kaybının önüne geçilebilmektedir.

2.5.2.2 Hakediş için hazırlanan özel yazılımlar

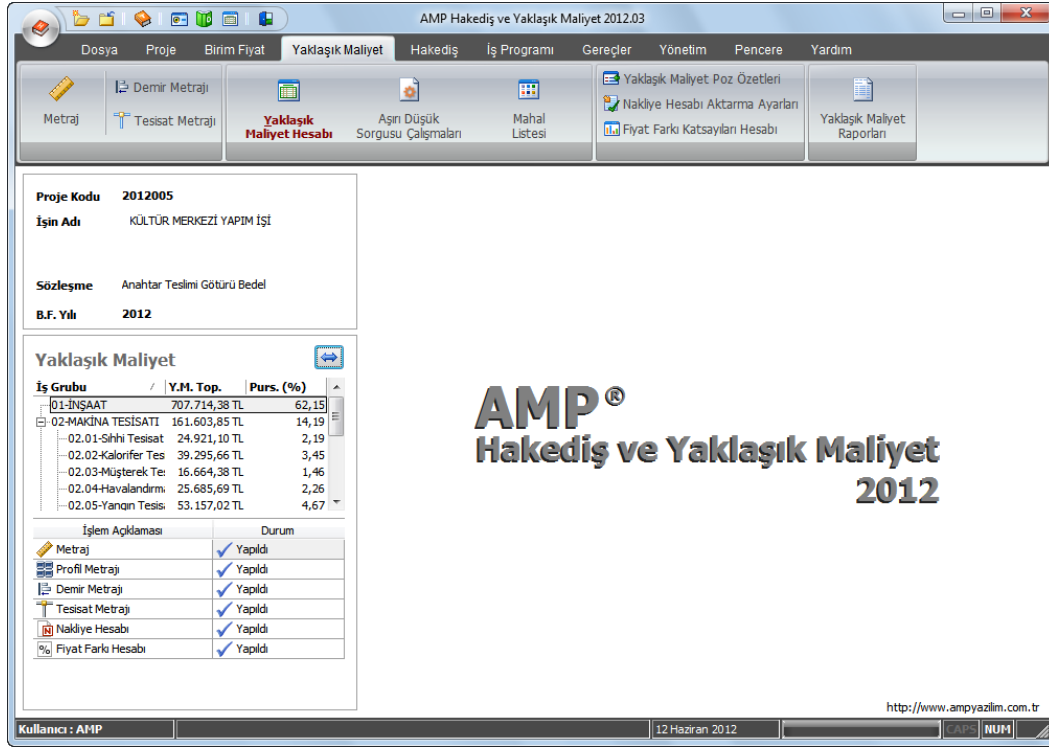
Elektronik tabanlı yazılımların hakediş düzenleme uygulamalarında kullanılması sürecinde karşılaşılan program ve kullanıcı kaynaklı problem ve aksaklıkların giderilmesi amacıyla, yalnızca hakediş hazırlama amaçlı hazırlanan özel yazılımlar üretildiği düşünülmektedir. Projede yer alan imalatlara ait birim fiyatların ilgili

kütüphanelerden belli periyotlarda güncellenmesi, yapıya ait mahallerle ilgili metraj bilgilerinin CAD tabanlı çizim programlarından otomatik alınabilmesi, programda hakediş bölümlerinin hazırlanabilmesi için hazır ve istenildiği şekilde düzenlenebilen altlıkların bulunması gibi özelliklerin, yüklenici firmaların bu tarz programları tercih etmesinde etkili olduğu gözlemlenmektedir [54]. Türk inşaat sektöründe, özellikle kamu projelerinde yaygın olarak kullanılan Oska Yazılım® firmasına ait e-Hakediş programı ile ilgili bazı özellikler aşağıda yer almaktadır [53]:

- Birim fiyat analizleri hesaplama
- Anahtar teslimi götürü bedel ve birim fiyatlı işler için uygun altyapıya sahip olma
- Özel pozlar ve analizler oluşturma ve bu pozlar için birim fiyat ve teknik tarif bilgileri girme
- Allplan® yazılımından doğrudan metraj alma
- Metraj sayfasında araya satır girme, açıklama satırı yazma, minha yapma, kopyalama, formü oluşturma, ara toplam ve bölümlere ayırma gibi işlemler yapabilme
- Yaklaşık maliyet hesabında nakliye fiyatları taşıma formülleriyle ya da doğrudan hesaplama
- Günlük gecikme cezaları, fiyat farkı için ek kesin teminat kesintisi, anahtar teslimi götürü bedel işler için geçici kabul noksanları kesintisi otomatik olarak hesaplayarak ödeme cetveline aktarma
- Hakediş raporu ön ve arka kapağı, dizi pusulası, mahal listesi, ağırlık oranları temsil katsayıları, metraj icmali (yeşil defter), fiyat farkı hesap tablosu, ihzarat tespit tutanağı, ödenek dilimleri ve imalat iş programı, yapılan işler listesi, hakediş özeti, hakediş icmali ve hakediş raporu hazırlama

Hakediş için hazırlanan özel yazılımların ortak özelliklerinden biri, kullanıcı dostu sade bir arayüze sahip olmalarıdır. Bu özelliğin, süreç ilerledikçe karmaşılaşmaya müsait hakediş uygulamalarının, yapım sürecinin sonuna kadar sağlıklı bir şekilde kontrol altında tutulabilmesi konusunda kullanıcıyı teşvik edici bir yönü olduğu düşünülmektedir. Rakam ve hesaplamaların yoğun olarak yer aldığı hakedişlerde, yüklenicilerin pratik çözümlere ihtiyaç duyabileceği öngörülmektedir. Şekil 2.4'te,

AMP® Hakediş ve Yaklaşık Maliyet programına ait ana ekran görüntüsü görülmektedir [54]:



Şekil 2.6 : AMP® Hakediş ve Yaklaşık Maliyet programı ekran görüntüsü [54].

Yüklenici firmaların, kendilerine zaman ve para kazandırarak yapım sürecine daha fazla odaklanabilmelerine olanak sağlayacak her türlü teknolojik gelişmeye açık oldukları tahmin edilmektedir. Bu sebeple hakedişe özel üretilmiş yazılımları tercih ederek, bu uygulama için harcadıkları zaman ve eforu minimize etmeyi hedefledikleri düşünülmektedir.

2.5.2.3 BIM tabanlı yazılımlar

BIM teknolojisinin proje yaşam döngüsünde yer alan tüm evreler ile ilgili veriyi bünyesinde barındırabilecek potansiyele sahip olması, bu durumun, yapım sürecinde hakediş uygulaması için de geçerli olabileceği düşüncesini doğurmuştur. Hakediş-BIM ilişkisi ile ilgili yapılan literatür araştırması sonucunda doğrudan bir ilişkiye ulaşılamamakla birlikte bu bağlantı ile dolaylı yoldan BIM destekli maliyet tahmini ve maliyet planlaması olarak karşılaşılmaktadır. BIM modelleme yazılımları, maliyet ile alakalı işlemleri tek bir paket program bünyesinde hala beklenen seviyede hazırlayamamaktadır [59]. Akıllı objelerin üst verileri kullanılarak hazırlanan bir

maliyet çalışmasının, yüklenici ve işverenin beklentilerini karşılayacak detay seviyesini bünyesinde barındırmadığı düşünülmektedir. BIM'in beşinci boyutu (5D) olarak tanımlanan maliyet çalışmaları, BIM tabanlı modelleme yazılımlarında hazırlanan ve yapı elemanlarını temsil eden akıllı objelerin üst verilerine gerekli bilgilerin girilmesi sonucu hesaplanabilmektedir, fakat istenilen detayda sonuç elde edilememektedir [59]. Örneğin; bir BIM modeli, bir yapıya ait döşeme betonlarının metrajını sağlayabilir, fakat döşemenin donatısı ile ilgili talep edilen detayda veriyi sağlayamayabilir. Aynı şekilde alçıpanel duvarlar ile ilgili kesin bir metraj verebilecek BIM yazılımlarının, aynı sağlıklı veriyi, bu duvarların taşıyıcı profili, sarf malzeme tüketimi ve işçilik bedeli için sağlayamayacağı öngörülmektedir.

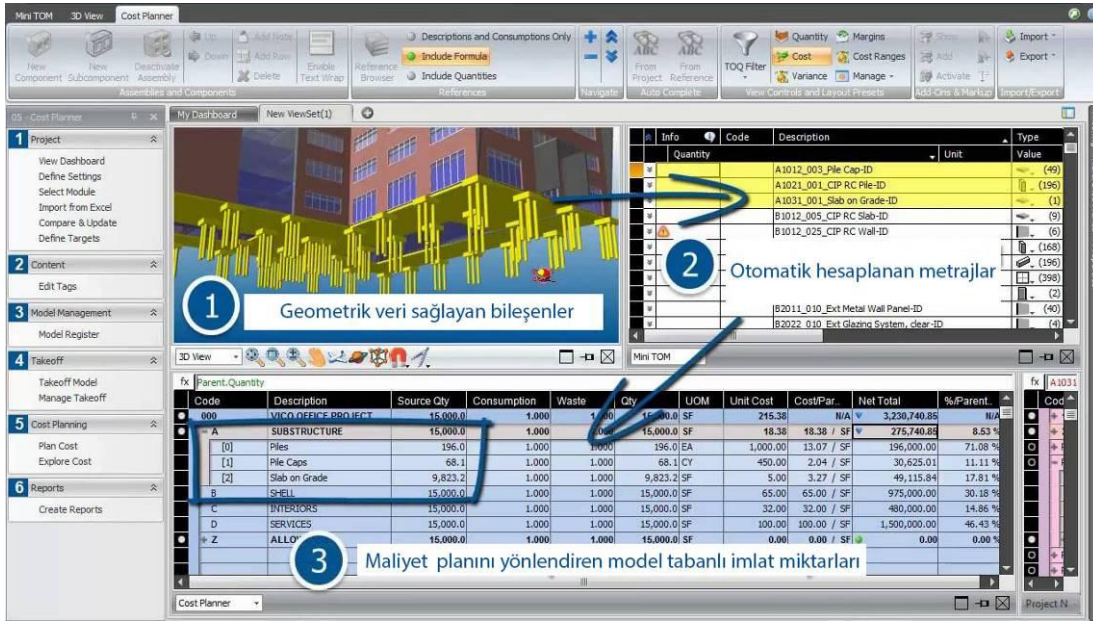
BIM yazılımlarından elde edilen veri, hakediş düzenleme uygulaması için bir altlık oluşturabilir, fakat tek başına bir maliyet çalışmasında kullanılmasının sağlıklı olmayacağı öngörülmektedir. BIM modelleme yazılımlarından elde edilen yapı bileşenleri ile ilgili veriler, BIM tabanlı hakediş yazılımları aracılığıyla işlenerek, hakediş çalışmasında kullanılabilir hale getirilebilir.

Elektronik tablolar ve hakediş için hazırlanan özel yazılımlarda düzenlenen hakedişlerden farklı olarak BIM tabanlı yazılımlar, BIM modelleme yazılımları ile bütünleşik şekilde çalışır ve projede yer alan yapı bileşenlerine ait metraj verilerini daima güncelleme olanağına sahiptir. BIM tabanlı yazılımlar, projeyi model üzerinden takip etmesi sebebiyle, projede yapılan her revizyonu pratik bir şekilde hesaplarına yansıtılabilmektedir. Bu sayede hesaplama işlemlerinde yapım sürecine artı değer sağlayacak zaman ve maliyet kazancı elde edilmektedir [55].

BIM tabanlı yazılımlar, hesap odaklı program olma özelliğine sahiptir [57]. Bu yazılımların hakediş dosyasını tek başına hazırlama gibi bir hedefleri bulunmadığı düşünülmektedir. Örneğin, BIM modellerinden imalatlar ile ilgili her türlü veriyi işleyebilme özelliğine sahip bu programlar, ihzarat tablosu, nakliye tablosu, ya da gecikme tutanakları ile ilgili herhangi bir veri oluşturma özelliğine sahip değildir. Bu durumun sonucu olarak, BIM tabanlı yazılımların günümüz koşullarında hakediş dosyasında eksik bıraktığı başlıkların, diğer hakediş araçları ile tamamlanabileceği düşünülmektedir.

BIM tabanlı yazılımların temel çalışma prensibi, modelde yer alan akıllı objelerden yapı elemanlarına ilişkin geometrik verilerin alınması, bu verilerin metraja

dönüştürülmesi ve metrajın maliyet planına işlenmesidir [58]. BIM tabanlı yazılımlar arasında sektörde yaygın olarak kullanılan Vico Office® programı, Autodesk® Revit, Trimble® Sketchup, Graphisoft® Archicad, Trimble® Tekla, Autodesk® Cadduct gibi kapsamlı BIM modelleme yazılımları ile entegre çalışma özelliğine sahiptir. Şekil 2.5'te Vico® Office yazılımına ait program arayüzü görüntüsü yer almaktadır [58]. Arayüzde görüldüğü üzere, modelde yer alan akıllı objelerin üst verilerinde tanımlanan pozları üzerinden yapı elemanları kimlik tanımlanarak, maliyet için ihtiyaç duyulan oranlar ile birlikte toplam tutar hesaplanmaktadır.



Şekil 2.7 : Vico® Office prgram arayüz görüntüsü [58].

Bu bölümde hakediş ile alakalı literatür araştırmasının sonuçları paylaşılmıştır. Hakediş türleri, hakediş düzenleme sürecinin adımları, hakediş dosyasının içeriği gibi uygulamayı kavramaya yönelik temel konu başlıkları üzerinden hakediş anlatılmıştır. Bölüm sonunda yer alan hakediş düzenleme araçları başlığında, hakediş uygulamasında izlenen yöntemler ve kullanılan araçlar ile ilgili edinilen bilgiler paylaşılarak, çaişmanın bir sonraki bölümünde ele alınması planlanan BIM teknolojisi ile hakediş uygulamasının ilişkisi kurulmaya çalışılmıştır.

3. YAPI ENFORMASYONU MODELLEMESİ (BIM)

Bu bölümde, gelişmekte olan ve projenin bütün evrelerini bütüncül olarak yeniden yorumlayarak tasarım ve yapım dünyasına yeni bir sistem öneren BIM teknolojisi anlatılmaktadır. Bu bölümde BIM teknolojisi ile ilgili literatür araştırmasından elde edilen bilgiler aracılığıyla, hakediş düzenleme süreci ile bağlantı kurulabilecek konu başlıklarının ortaya çıkarılması hedeflenmektedir.

3.1 BIM'in Tanımı

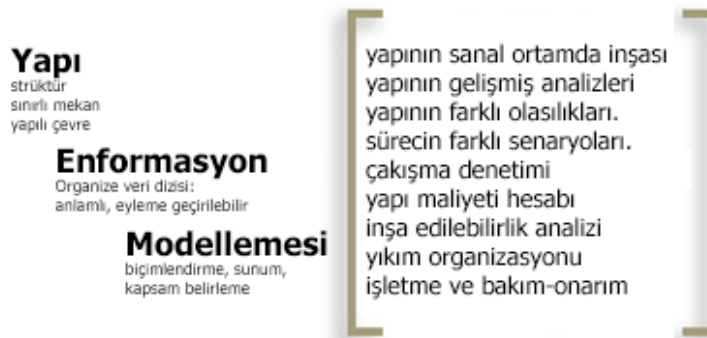
Endüstrileşmiş üretimin gerçekleştirildiği bazı sektörlerle karşılaştırıldığında yine de yavaş kalmasına karşın, teknolojik gelişmelerin olabildiğince hızlı bir şekilde uygulamaya koyulduğu dinamik sektörlerden biri hiç şüphesiz inşaat sektörüdür. Dünyada zorlu rekabet şartlarında firmaların fark yaratabilme adına yenilikleri takip etme yarışının sonuçları, mimarlık ve inşaat dünyasında ilgiyle takip edilmektedir. İnşaat sektörünü yakından ilgilendiren, inşaat projesi paydaşları tarafından benimsenme ivmesi son yıllarda gözle görülür biçimde artan teknolojik gelişmelerden biri de BIM'dir. Mevcut koşullarda en kapsamlı haliyle BIM, bir inşaat projesine ait tüm boyutların sayısal ortamda simule edilerek, tüm katılımcıların veri paylaşımını tek bir model üzerinden gerçekleştirmesine olanak sağlayan yeni bir proje yönetim anlayışı olarak da düşünülebilir. Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen literatür araştırmasında karşılaşılan bazı BIM tanımları aşağıda yer almaktadır:

- BIM, yapıların yaşam döngüsünde yer alan ve birbiriyle ayrılmaz ilişki içerisinde olan bütün süreçlerin (tasarım, imalat, iletişim, analiz vb.) bütünlük olarak ortaya koyulduğu bir modelleme teknolojisidir [59].
- BIM, proje yaşam döngüsünde rol alan tüm disiplinlerin, sahip oldukları verileri birbirleri arasında değiş tokuş etmesine olanak sağlayacak dosya formatları kullanarak oluşturdukları parametrik bileşen tabanlı, üç boyutlu referans yapı modelleme sistemidir. Daha geniş çerçevede BIM,

modellemenin ötesinde tasarım ve yapım dünyasında yeni bir yaklaşımdır [60].

- BIM, bir yapının fikirsel inşasından fiziksel inşasına kadar geçen bütün sürecin sanal ortamda görüntülenmesini sağlayan bir sistemdir [61].
- BIM, bir yazılım, teknoloji ve/veya araç olmanın ötesinde, binanın yaşam döngüsünü tanımlayan bütün verilerin üretilip yönetildiği işlemler bütünüdür. Eski çağlarda mimarların yapıya dair bütün sorumluluğu üstlendiğini belirten ‘yapı ustası’ (master builder) tasviri, günümüz tasarım ve inşaat dünyasında BIM için, ‘sayısal yapı ustası olarak evrilmiştir [62].
- BIM, günümüz yapı dünyasının en önemli aktörleri olan karmaşıklık, işbirliği ve karşılıklı ilişki kavramlarını anlamlandıran sosyal ve teknik kaynakların karmaşık bir yönetim biçimidir. Bu yönetim sisteminin odak noktası, doğru bilginin, doğru zamanda ve doğru yerde konumlandırılmasıdır [63].
- BIM, inşaat sektöründe gelişimi hızla devam eden, tüm proje paydaşları arasında sağlıklı iletişimin tesisinde kullanılan ve inşaat sektöründe gelişimi devam eden bir araçtır [64].

Literatür araştırması sonucunda elde edilen tanımlara göre kapsamlı haliyle BIM; kısa vadede mimarlık ve inşaat sektöründe standartları belirleyici konuma geleceği öngörülen, organizasyon şemasını en üst düzeyde sadeleştirerek proje katılımcıları tanımının içeriğini yeniden tanımlayan, proje yaşam döngüsünün her evresinde ve her detay seviyesinde kullanıcının taleplerini karşılayabilecek şekilde tasarlanmış, disiplinler arası bir bakış açısıdır. Şekil 3.1’de Succar tarafından BIM’in temelini oluşturan kavramlar ve sistemin kapsamını özetleyen bir tanım ortaya koyulmuştur [83]:

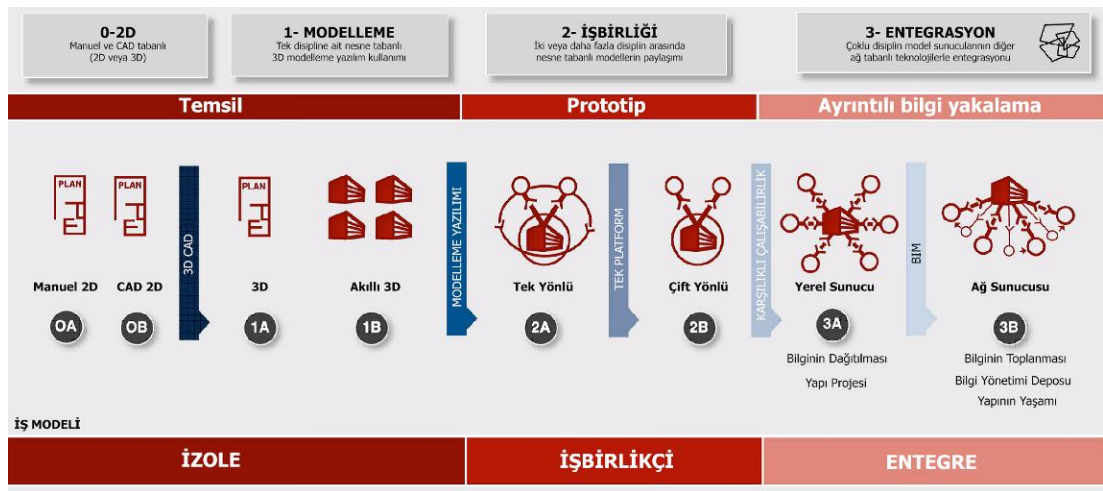


Şekil 3.1 : Çoklu BIM terimleri [83].

3.2 BIM Evreleri

BIM teknolojisinin başlangıcı olarak kabul edilen bilgisayar destekli tasarım (CAD-computer aided design) araçları, elle proje çizim yöntemlerinin sonra tasarım ve yapım dünyasının çehresini değiştirmiştir. Teknik çizim için harcanan süre ve kullanılan iş gücünü olumlu anlamda etkileyen CAD araçları, katılımcılar arasındaki iletişimi güçlendirmenin ötesinde, geçmişte sadece zihinde kurgulanabilen birçok tasarımın gerçeğe dönüştürülmesi bakımından ciddi katkı sağlamıştır. Teknolojik gelişmelerden beslenerek geliştirilen BIM ile birlikte, CAD araçlarının proje sürecinde zamanla yetersiz kaldığı görülmüştür. CAD araçları kullanılarak oluşturulan bir projede katılımcı olan her disiplin birbirinden bağımsız ayrı bir zaman aralığına gereksinim duymaktadır ve her uzmanlık, çalışmasını tamamlayabilmek için, zincir şeklinde ilerleyen proje sürecinde kendinden önceki halkanın sonuç ürününün tamamlanmasını beklemek durumundadır. Örneğin, tasarımı tamamlanmamış bir yapının statik hesaplarının yapılması veya uygulama projeleri tamamlanmadan metrajların çıkarılması mümkün değildir.

BIM ile birlikte sadece tasarım ve yapım değil, binanın bütün yaşam döngüsüne ait sürecin kurgusu iç içe geçmiş bir şekilde sadeleştirilmiştir. BIM evreleri Şekil 3.2’de görüldüğü üzere, BIM öncesi süreç, nesne tabanlı modelleme, model tabanlı işbirliği ve ağ tabanlı bütünleşme olmak üzere dört başlıkta incelenebilir [90]. BIM evrelerine dâhil olmamasına karşın, sürecin sağlıklı değerlendirilebilmesi açısından BIM öncesinin de irdelenmesi gerekmektedir.



Şekil 3.2 : BIM yetkinlik evreleri [90].

3.2.1 BIM öncesi (Pre-BIM)

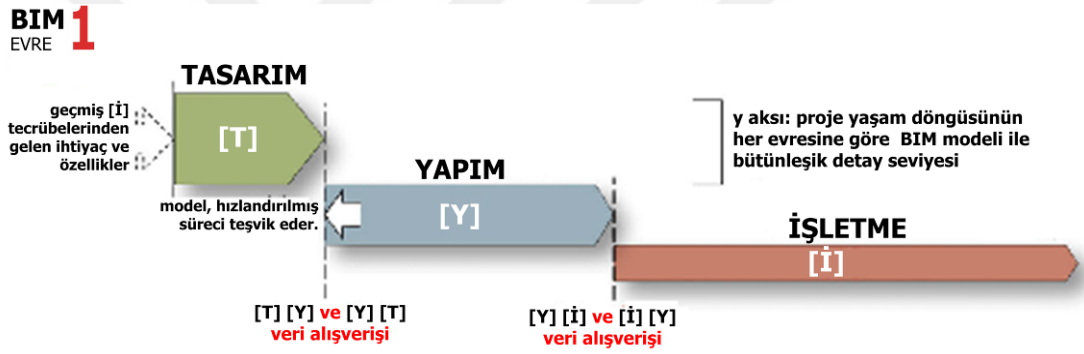
İnşaat sektörü, sözleşmelere bağlı düzenlemelerle tarafların olası riskleri en aza indirmeye çalıştığı rekabetçi bir karaktere sahiptir. BIM teknolojisine kadar proje hazırlama sürecinin temel mantığı, üç boyutlu gerçekliğin iki boyutlu dökümanlarla açıklanması üzerine kuruluydu. İki boyutlu proje verilerinden faydalanılarak üretilen üç boyutlu görselleştirme modelleri, yazılımsal anlamda bağımsız olması sebebiyle hazırlanan mimari çizimlerden kopuk, ayrı bir çalışma olarak değerlendiriliyordu. Bir başka deyişle, projede gerçekleştirilen bir revizyon, modeli otomatik olarak güncelleyemiyordu. Disiplinler arası olası bir iletişim kopukluğunun sonucu, projenin ilerleyen aşamalarında tarafların karşısına ciddi bir sorun olarak çıkıyordu. Bunun yanında metraj ve maliyet tahmini gibi çalışmalar, model ve çizimler üzerinden elle yapılıyordu. Aynı şekilde projedeki herhangi bir değişiklik, bütün dökümanların yeniden düzenlenmesini gerektiriyordu.

Benzer olarak, proje yaşam döngüsünde taraflar arasında görülen işbirliği uygulamaları, sürecin öncelikli hedefi değildi ve ardışık iş akışı sebebiyle süreç, gereğinden fazla uzun bir zaman dilimine yayılmak zorunda kalıyordu. Bu sebeplerden dolayı inşaat sektörünün, BIM öncesi dönem koşulları altında, ortak çalışma kültürüne sahip olmaması ve bu konuda teknolojiye gerekli yatırımı yapmaması sebebiyle, uzunca bir süre potansiyelinin altında üretim gerçekleştirdiği söylenebilir [52, 76].

3.2.2 Birinci evre: Nesne tabanlı modelleme (Object based modelling)

BIM uygulaması, Autodesk Revit[®], Archicad[®], Digital Project[®] ve Tekla[®] gibi nesne tabanlı üç boyutlu parametrik yazılım araçları kullanılarak başlatılır [60]. Nesne tabanlı modelleme evresinde kullanıcılar, proje yaşam döngüsünün alt süreçleri olan tasarım (T), yapım (Y) ya da işletmeden (İ) yalnızca birine ait, tek disiplini kapsayan modeller üzerinde yoğunlaşmaktadır. Mimari tasarım ve imalat modellerinin oluşturulduğu BIM, iki boyutlu dökümantasyon ve üç boyutlu görselleştirme işlemlerini otomatikleştirme amaçlı kullanılır. Ana modeller ile birlikte temel çıktılar (seramik metrajı, pencere tabloları, armatür bedelleri vb.) ve değiştirilemeyen parametrik niteliklere sahip hafif dosya yüküne sahip üç boyutlu model dosyaları (DWF, PDF vb.) elde edilebilmektedir [82].

Birinci evrede gerçekleştirilen çalışmalar, farklı disiplinler arasında kayda değer model tabanlı veri alışverişi gerçekleşmemesi yönünden BIM öncesi evre ile benzerlik göstermektedir. Disiplinler arası veri transferinin tek yönlü olmasıyla birlikte, taraflar arası iletişim hem eşzamansız, hem de kopuktur. Birinci evrede sadece BIM öncesi sözleşme ilişkileri, risk dağılımı ve örgütsel davranış yönelimleri gibi ikincil süreç değişiklikleri gözlenmektedir. Bununla birlikte, Şekil 3.3'te görüldüğü gibi, nesne tabanlı modellerin, doğası gereği ve tasarım/yapım evrelerine erken ve detaylı çözüm getirme arzusundan dolayı, proje yaşam döngüsündeki farklı süreçleri hızlandırmaya ve birbirleriyle karmaşık hale getirmeye teşvik ettiği söylenebilir [83]. Nesne tabanlı modelden elde edilen veriler sayesinde ardışık ilerlemesi planlanan tasarım ve yapım süreçleri, paralel bir şekilde hızlandırılmış süreç (fast tracking) aracılığıyla yürütülerek kayda değer bir zaman tasarrufu sağlanmaktadır.



Şekil 3.3 : BIM birinci evrede proje yaşam döngüsü süreçleri [83].

BIM çalışmalarında görev alanların birinci evre uygulamalarında yeterli olgunluk düzeyine ulaştıktan sonra, tasarım ve yapım süreçlerinde görev alan tüm katılımcıları tek bir model çatısı altında buluşturmanın potansiyel faydalarını kabul edecekleri öngörülmektedir. Bu kabullenme ve sonrasında atılacak adımlar, BIM kullanıcılarını model tabanlı işbirliği evresine geçirecektir [75, 76].

3.2.3 İkinci evre: Model tabanlı işbirliği (Model based collaboration)

Birinci evre uygulamalarında edinilen gelişmiş tek disiplinli modelleme uzmanlığı, ikinci evre katılımcılarının diğer disiplinlerle aktif bir şekilde işbirliği içinde olmalarını sağlamaktadır. Bu durum, her katılımcının tercih ettiği farklı BIM yazılım araçları üzerinden gerçekleşebilir. Bazı yazılım araçları, model tabanlı programa özgü dosya formatlarını kullanarak modelin tek bir firmaya ait programlar arasında

geliştirilmesini tercih ederken (Autodesk Revit Architecture® ve Revit Structure® programlarının kullandığı, Autocad'e özgü .RVT dosya uzantısı örneği gibi), bazıları ise farklı programlar arasında veri alışverişi yapılmasına olanak tanıyan ortak dosya formatları üzerinden çalışılmasına olanak sağlamaktadır (Archicad® ve Tekla® programlarının kullandığı global IFC dosya uzantısı örneği gibi) [59].

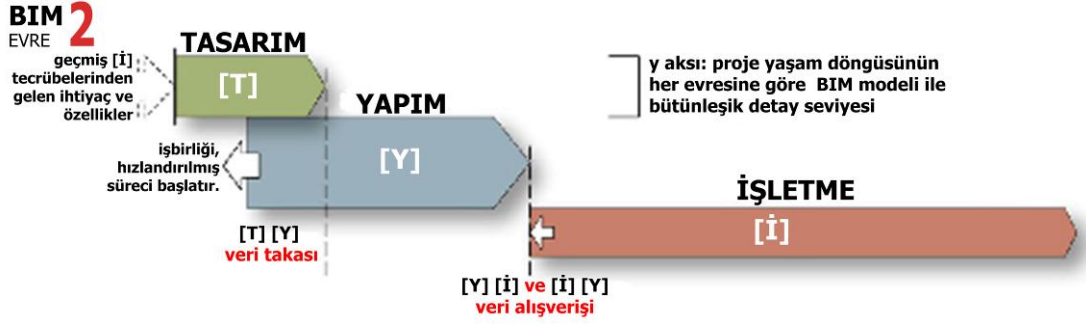
Model tabanlı işbirliği, proje yaşam döngüsündeki süreçlerin yalnızca biri içerisinde gerçekleşebileceği gibi, iki süreç arasında da gözlenebilmektedir [83]. Örneğin:

- Tasarım sürecinde, mimari model ile strüktürel model veri alışverişi yapılabilir.
- Tasarım ve yapım süreçleri arasında, strüktürel model ile çelik taşıyıcı model veri alışverişi yapılabilir.
- Tasarım ve işletme süreçleri arasında, mimari model ile tesis bakım modeli veri alışverişi yapılabilir.

Modeller arasında gerçekleşen veri alışverişi konusunda dikkat edilmesi gereken en önemli husus, işbirliği yapan modellerden yalnızca birinin üç boyutlu geometrik verilerin alışverişi için izin verme yetkisinin olmasıdır. BIM'in temeli olarak kabul edilen nesne tabanlı mimari model, sürecin yöneticisi konumundadır [82]. Örneğin, Digital Project® programı ile hazırlanan mimari model kullanılarak, iş programı hazırlanması için kullanılacak Primavera® ya da Microsoft Project® programları için gerekli veri sağlanabilir. Ancak söz konusu ikincil programlar üzerinden ana modele müdahale edilememektedir. Bu bilinçle yürütülen çalışmalarda gereksinim duyulan bütün veriler sağlıklı bir şekilde elde edilebilmektedir [59].

BIM kullanıcıları arasındaki iletişimin zaman uyumsuzluğunu önlemek için güçlendirilmesi gereken disiplinler arası yetki sınırları, BIM teknolojisi ile birlikte zayıflamaya başlamıştır. Model tabanlı etkileşimin artması ve döküman tabanlı iş akışının gelişmesi sebebiyle, taraflar arasında imzalanan sözleşme maddelerinin yeniden ele alınması gerekmektedir [82].

Olgunlaşan ikinci evrede, projenin bütün yaşam döngüsünde performans gösteren yapı modeli, her türlü ihtiyacı karşılayacak şekilde evrilme özelliğine sahiptir. Bir başka deyişle, yüksek detaylı yapı modelinin, düşük detaylı tasarım modeline dönüşebilmesinin mümkün olması gibi. Şekil 3.4'te, BIM teknolojisinde ikinci evrede proje yaşam döngüsündeki süreçlerin konumu yer almaktadır [83].



Şekil 3.4 : BIM ikinci evrede proje yaşam döngüsü süreçleri [83].

İkinci evrede nesne tabanlı modelin bir enformasyon modeli haline geldiği söylenebilir. Proje sürecinin her aşamasına uygun verilerin elde edilebildiği model, üç boyutlu görselleştirmenin ötesinde, her disipline ait gerekli detayı bünyesinde barındıran bir veri deposu haline gelmektedir. BIM, tasarım, yapım, satın alma, imalat, işletme, tesis bakımı gibi pek çok farklı disiplin arasında ortak bir dil oluşturur [60]. Şekil 3.5'te USC Sinema Sanatları Okulu'na ait yapım modelinde, yapısal çelik, çubuk donatı ve yerinde dökme beton olmak üzere üç farklı yapı elemanının tek bir model çatısı altında geliştirildiği görülmektedir [59]. İkinci evre, bütün sistemlerin koordinasyonunu açık bir şekilde düzenleme olanağı sunarken, gerekli durumlarda, model detaylarının ayarlanabilmesine de olanak sağlamaktadır.



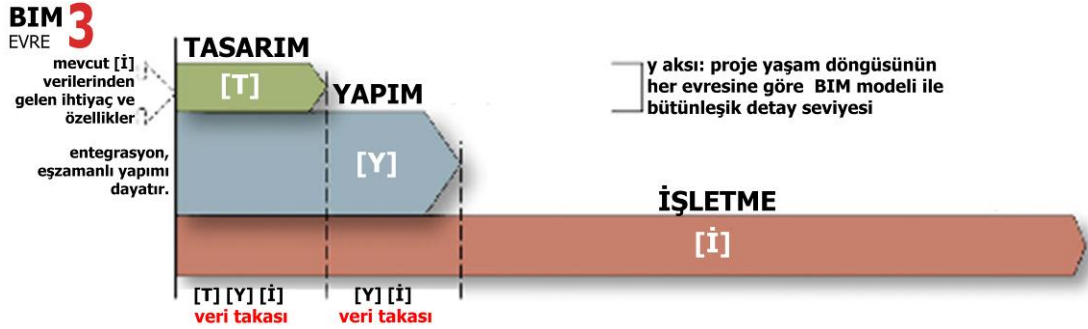
Şekil 3.5 : USC Sinema Sanatları Okulu'na ait yapısal model görseli [59].

3.2.4 Üçüncü evre: Ağ tabanlı bütünleşme (Network based integration)

Ağ tabanlı bütünleşme evresinde ileri düzeyde bütünleşme özelliğine sahip modeller üretilir, paylaşılır ve proje yaşam döngüsü boyunca işbirliği içerisinde geliştirilir. BIM kullanıcıları üçüncü evreye model sunucu teknolojileri üzerinden ulaşmaktadır.

Üçüncü evrede üretilen modeller, sanal tasarım ve sanal yapım süreçlerinin erken dönemlerinde karmaşık analizler yapılmasını sağlayan, disiplinler arası 'n boyutlu' (2D:Çizim, 3D:Model, 4D:Zaman, 5D:Maliyet, 6D:İşletme, 7D:Sürdürülebilirlik) enformasyon kümeleri özelliği taşımaktadır [61]. Bu evrede model çıktıları, ticari istihbarat verileri, yalın inşaat prensipleri, çevreci politika gereksinimleri ve yaşam döngüsü maliyeti gibi günümüz inşaat dünyasında hızla yerini sağlamlaştıran kavramların gereksinim duyduğu enformasyonu elde etme yükümlülüğünden dolayı, semantik (anlamsal) nesne özelliklerinin ötesine uzanmaktadır. İşbirlikçi çalışma sistemi, kapsamlı, birleşik ve paylaşılabilir enformasyon modeli etrafında, sarmal ve tekrarlanan düzende gelişmektedir [82].

Şekil 3.6'da, ağ tabanlı bütünleşme evresinin sonuçlarından biri olarak, eşzamanlı model alış verişi ve elde edilen döküman tabanlı veriler sayesinde proje süreçlerinin üst üste bindirilerek daha düşük fazlı bir yaşam döngüsü öngörüldüğü gözlemlenebilir [83].



Şekil 3.6 : BIM üçüncü evrede proje yaşam döngüsü süreçleri [83].

Üçüncü evrede tüm proje eylemlerinin birbiriyle bağlantılı hale gelmesi ile birlikte ortaya çıkan 'eşyönlü ve eşzamanlı inşaat' kavramı, tasarım, yapım ve işletme fonksiyonlarının temel amacı olan inşa edilebilirlik, işletilebilirlik ve güvenlik gereksinimlerinin optimizasyonunu tek bir enformasyon modeli üzerinden hayata geçirmeyi temsil etmektedir [83].

BIM üçüncü evre uygulamaları, proje sürecindeki sözleşmesel ilişkileri, risk dağılım yöntemlerini ve prosedürel iş akışlarını, temelinden gözden geçirmeyi gerekli kılmaktadır. Bütün bu değişim ve gelişimlerin önkoşulu, BIM yazılım erişkinlik düzeylerinin, disiplinler arası ve proje katılımcıları arasında iki yönlü erişim olanağı sağlayan modeller oluşturulmasına olanak sağlamaktır [73]. BIM sürecinin, ağ tabanlı bütünleşme evresinden sonra 'Entegre Proje Teslim Sistemi'nin (IPD) kullanılması öngörülmüştür.

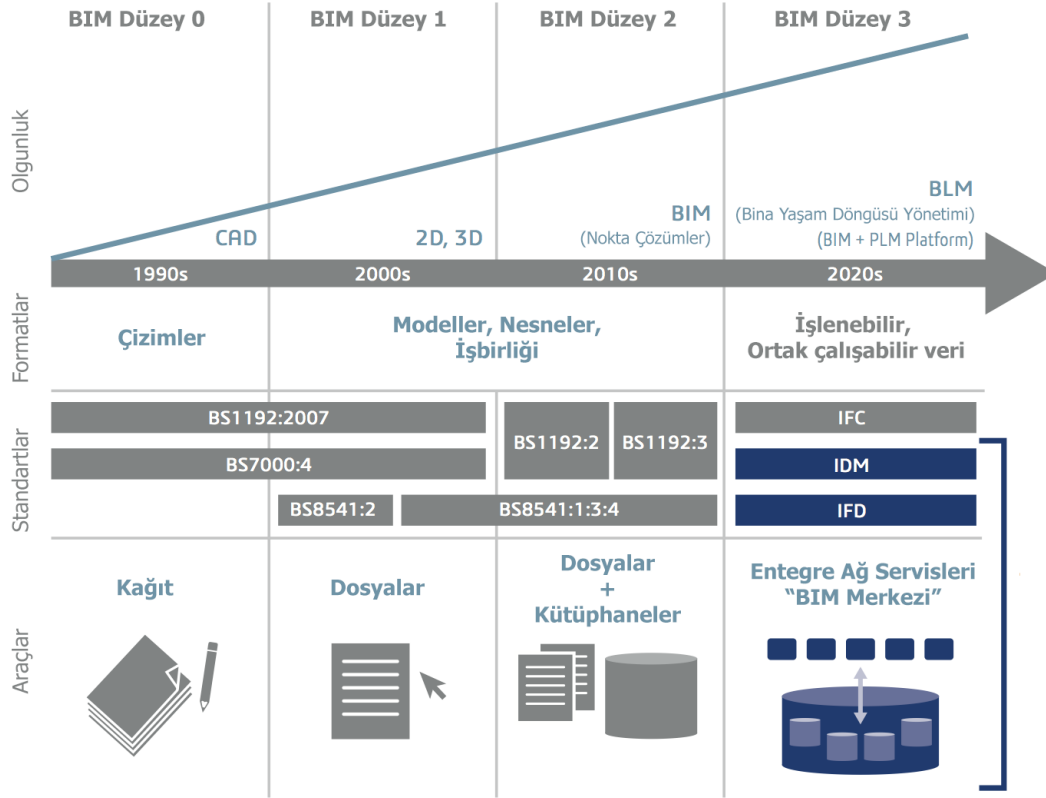
Yapım sürecinde hakediş ve BIM entegrasyonu, BIM teknolojisinde disiplinler arası iletişimin başladığı ikinci evre olan model tabanlı işbirliği sürecinde primitif düzeyde ele alınabileceği düşünülmektedir. Çünkü ikinci evrede, bütün proje katılımcılarının desteğiyle oluşturulmuş bir BIM modelinden bahsetmek pek olası değildir. İkinci evre, birden fazla disiplinin model üzerinde veri alışverişine altlık oluşturması sebebiyle bir geçiş evresi olarak da değerlendirilebilir. Hakediş uygulamalarında BIM'den faydalanabilmek için, tüm imalatlara ait verilerin eksiksiz bir şekilde modelde yerini alması ve aynı zamanda bu verilerin hakediş formatına dönüştürülebilmesi gerekmektedir. Detay düzeyi ve iletişim arttıkça, hakediş konusunda modelden alınan verimin artacağı öngörülmektedir. Bu sebeple hakediş ve BIM entegrasyonunun tam anlamıyla BIM'in üçüncü evresi olan ağ tabanlı bütünleşme sürecinde ele alınabileceği düşünülmektedir.

3.3 BIM Olgunluk Düzeyleri

BIM teknolojisini süreçlerinin bir parçası haline getirmeyi hedefleyen katılımcılar, BIM kullanılarak elde edilen modelin sunduğu yaratıcı, harmanlayıcı ve çok yönlü yapılandırılmış enformasyon sayesinde, sistemin yaşam döngüsü boyunca değer yaratan bir işbirliği ortaya koyulduğunun bilincindedirler. BIM, kullanıcının gereksinimi doğrultusunda detayda enformasyon üreterek, süreç boyunca gereksinim duyulan işbirliği düzeyinin ayarlanmasına olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda BIM tarafından sunulan farklı düzeydeki verilerin dikkatli bir şekilde irdelenmesi gerekmektedir. BIM teknolojisi, kullanıcıların kontrolünden bağımsız, her zaman en üst detay düzeyinde üretim yapmayı hedefleyen otomatik bir yazılım değildir [86].

BIM olgunluk düzeyleri, inşaat sektörünü çizim masalarından sayısal çağa taşıyacak yolculukta kullanılması zorunlu hale gelen BIM araçlarına uyum sağlamak için gerekli kriterlerin tanımı olarak değerlendirilebilir. İnşaat dünyasının tam anlamıyla

işbirlikçi çalışma (collaborative work) anlayışını benimseyebilmesi için, süreç içerisinde gereksinim duyulan önemli kilometre taşları, BIM olgunluk düzeyleri ile tanımlanmaktadır. BIM olgunluk düzeyleri diyagramı Şekil 3.7’de görülmektedir [76].



Şekil 3.7 : BIM olgunluk düzeyleri diyagramı [76].

Düzey 0: Başlangıç düzeyinde herhangi bir işbirliği söz konusu değildir. BIM'in en basit hali olan sıfır düzeyinin temel bileşenleri, CAD yoluyla elde edilen iki boyutlu çizimler, kağıt esaslı bilgi metinleri ve belli standart ve süreçlerin gözlenmediği, verilerin, e-posta vb. gibi elektronik ortamdaki alışverişidir [85]. Proje ile ilgili diğer ürünler (iş programı, metraj vb.), sayısal ortamda elde edilen çizimler üzerinden ayrıca üretilmek durumundadır. Esasen bu düzey, katılımcılar arasında işbirliği seçeneğinin mümkün olmadığı, sayısal çalışma masası olarak nitelendirilebilir [86].

Düzey 1: Bu düzey, yönetilebilir iki boyutlu CAD teknolojisi ile başlangıç düzeyinde üç boyutlu koordinasyonun kurgulandığı, BIM'i ikinci düzeye taşıyacak standardizasyon ve dosya formatlarının oluşturulduğu karma bir süreçtir [75]. Üç boyutlu modelleme araçları genellikle konsept tasarım için tercih edilirken, iki boyutlu çizim araçları da yasal proje dökümantasyonunun oluşturulmasında kullanılmaktadır. Düzey 1'de üç boyutlu modellerin farklı disiplinler arasında

paylaşımı söz konusu olmadığı için tam anlamıyla işbirlikçi çalışma ortamından bahsedilememektedir [74].

Düzyey 2: İkinci düzeyi önceki düzeylerden ayıran en belirgin özellik, ortak çalışmaya dayalı bir zemin hazırlanmasıdır. Bütün katılımcılar kendi disiplinlerine ait iki boyutlu çizim ve üç boyutlu modeller üzerinden çalışmalarını yürütmektedir. Fakat sürece ait tüm veriyi bünyesinde barındıran ortak bir modelden söz edilememektedir. Söz konusu işbirliği, disiplinlerarası veri alışverişinin standardizasyonu ile ilgilidir [75]. Firmalar, ortak dosya formatı kullanarak birbirlerine ait proje verilerini kendi verileriyle kaynaştırma olanağı bulabilirler. Bu sayede tüm verinin toplandığı BIM modeli için altlık hazırlanmış olur ve farklı disiplinlerin çalışmaları arasındaki uyum/çakışma kontrol edilebilir. Günümüz BIM dünyasında birçok yazılım firması, kendi arayüzlerinde hazırlanan modellerin, IFC (Industry Foundation Class) ve COBie (Construction Operations Building Information Exchange) gibi formatlarda kaydedilebilmesine olanak vermektedir [83]. Ayrıca bu düzeyde dördüncü (zaman) ve beşinci (maliyet) boyutların da ele alındığı söylenebilir. BIM teknolojisine ciddi yatırımlar yapan ve yapmaya devam eden İngiltere, kamu sektöründe yürütülen BIM kullanımının ikinci düzeye ulaşma hedefini 2016 yılı olarak belirlemiştir [78].

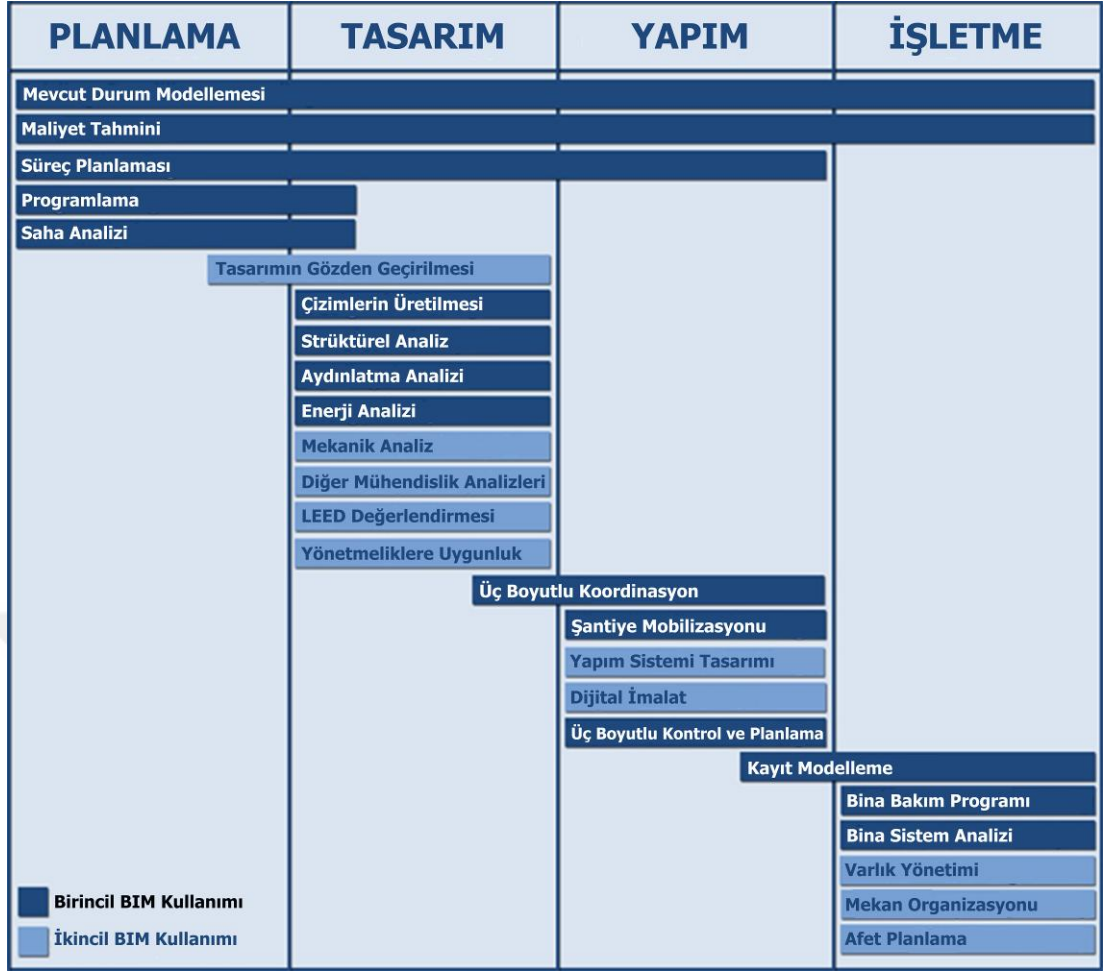
Düzyey 3: Üçüncü düzey, tüm proje yaşam döngüsü süreçlerinin ortak model üzerinden okunabildiği, disiplinlerarası işbirliğinin en üst düzeyde gözlemlendiği, BIM'in potansiyelinden yola çıkılarak belirlenmiş bir hedefdir. Literatürde üçüncü düzey BIM modeline 'kutsal kase' (holy grail) yakıştırması yapılmaktadır [74]. Tüm katılımcıların erişim hakkı ve düzenleme yetkisinin olduğu model, çalışma sistematığı sonucu olarak herhangi bir çakışmaya izin vermemektedir. Üçüncü düzeyde firmaların, belirsizliğinden dolayı tedirgin oldukları en önemli konu başlıkları modelin telifi ve sorumluluk dağılımıdır. Modelin kime ait olduğu ve modeli kimin yöneteceği, bu düzeyde cevap bulması gereken kritik sorulardır [83]. Elde edilen deneyimlerden yola çıkılarak hazırlanacak sağlam temellere dayalı BIM protokolleri ile bu sorunların bertaraf edilebileceği öngörülmektedir. Dünya üzerinde üçüncü düzeye geçişin 2020'li yıllarda gerçekleşeceği tahmin edilmektedir [76]. Ayrıca altıncı (sürdürülebilirlik) ve yedinci (tesis yönetimi) BIM boyutlarının da bu düzeyde kayda değer olgunluk düzeylerine ulaşması beklenmektedir.

Bu bağlamda, hakediş ve BIM entegrasyonunun, disiplinler arası ortak modelin oluşturulduğu üçüncü düzeyde ele alınabileceği öngörülmektedir. Hakediş sürecinde ihtiyaç duyulan çok disiplinli ve yüksek detay seviyesine sahip model kurgusu üçüncü düzeyde tasarlanmaktadır. İkinci düzeyde hakedişten bahsedilememesinin en temel sebebinin, farklı disiplinlere ait model çalışmalarının birbirinden bağımsız şekilde oluşturulmasından kaynaklanan entegrasyon eksikliğidir. Hakediş uygulamalarında birbiri ile birebir etkileşim içerisinde olan imalatlar ile ilgili verilerin tutarlılığı esastır. Ayrıca birden fazla model üzerinden hakediş çalışması yürütmenin pratik bir işleyiş olmayacağı düşünülmektedir. Bu sebeple tüm katılımcıların desteği ile oluşturulmuş bir BIM modelinden söz edilebilen üçüncü düzeyde hakediş uygulamasını sürece dahil etmenin daha sağlıklı olacağı öngörülmektedir.

3.4 Bina Yaşam Döngüsü ve BIM Kullanımı

BIM'in, tasarım ve inşaat sektöründe kullanılmakta olan mevcut teknolojilerden en önemli farklarından biri, tek bir disiplin ya da evreyi değil, proje yaşam döngüsünde yer alan bütün katılımcı ve süreçleri bünyesinde barındırabilen bir potansiyele sahip olmasıdır [53,55]. Tasarım öncesi fizibilite aşaması ve yapım sonrası işletme ve bakım süreçlerinde de etkin bir şekilde kullanılacak altyapıya sahip olduğu düşünülen BIM'in, proje yaşam döngüsünü oluşturan bütün evrelerin, ardışık ilerleme ve zincirleme reaksiyon gösterme özelliklerine uyum sağladığı düşünülmektedir.

BIM'in sürece katma değerinin işveren ve yüklenicinin beklentilerini karşılayabilmesi için, öncelikle bu teknolojinin proje yaşam döngüsü boyunca kullanılabilmesi alanlarının iyi belirlenmesi gerektiği öngörülmektedir. Şekil 3.8'de, Penn State Üniversitesi Bilgisayarla Tümlşik İnşaat Araştırma Programı tarafından, inşaat sektörünün önde gelen isimleriyle yapılan röportajlar, incelenen vaka çalışmaları ve detaylı kaynak taraması sonucunda ortaya çıkan BIM kullanım tablosunda, planlama, tasarım, yapım ve işletme olmak üzere dört faza ayrılan proje süreci, BIM'in faydalanılabileceği bileşenler, bu bileşenlerin fazlara dağılımı ve BIM kullanımını açısından öncelik sıralamaları görülmektedir [87].



Şekil 3.8 : Proje yaşam döngüsü boyunca BIM kullanımı [87].

BIM teknolojisinin, kullanıldığı proje bileşeninde üstlendiği rol ile sürece sağladığı katkının birbiriyle doğrudan ilişkili olması sebebiyle, BIM kullanım alanlarının alt başlıklarında sorumluluk tanımlarıyla BIM'in faydaları birlikte irdelenmektedir.

3.4.1 Mevcut durum modellemesi

Mevcut durum modellemesi, proje ekibinin mevcut şantiye ortamı, tesisler ya da sahanın spesifik bir bölümüne ait üç boyutlu model geliştirmesi sürecidir. Geleneksel ölçüm teknikleri bu süreçte en çok tercih edilen etkili bir yöntem olmakla birlikte, nadir de olsa lazer tarama yönteminin de kullanıldığı görülmektedir.

Mevcut durum modellemesi sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [54, 55]:

- Mevcut durum belgelerinin verimliliğini ve doğruluk düzeyini yükseltir.
- Gelecekteki olası kullanımlar için çevresel koşulların dökümantasyonunu kayıt altına alır.

- Projeye ilişkin gelecek senaryolarını bünyesinde barındıran modelin oluşturulmasına ve üç boyutlu tasarım koordinasyonunun kurulmasına yardımcı olur.
- Yapım sürecinin son ürünü olan yapının doğru temsilini modeller.
- Finansal hedeflerin gerçek zamanlı doğrulamasını sağlar.
- Afet öncesi planlama yapılmasına olanak sağlar.
- Olası afet sonrası durum tespitinin yapılmasını sağlar.
- Ortaya çıkması hedeflenen tasarımın zihinlerden dijital ortama aktarılmasına yardımcı olur.

3.4.2 Maliyet tahmini ve metraj

BIM teknolojisi kullanılarak proje yaşam döngüsü boyunca metrajların (quantity takeoff) üretildiği ve maliyet tahmininin yapıldığı süreçtir. Bu süreç proje ekibinin olası revizyonların finansal etkilerini izleyebilmesini ve bütçe aşımalarını kontrol altında tutabilmesini sağlamaktadır. Proje ekibi BIM teknolojisinden faydalanarak ilave iş ve revizyonlar sebebiyle oluşacak mali dalgalanmaları tasarım aşamasının erken aşamalarında tespit edebilir ve proje sürecine marjinal anlamda zamansal ve ekonomik katkıda bulunmaktadır. Çizelge 3.1’de BIM modelinden elde edilen maliyet tahmin tablosu bileşenlerine ait bilgilendirmeler bulunmaktadır [59]. Çizelge 3.2’de de yine BIM modeli üzerinden metraj ve maliyet tahmin çıktısı görülmektedir [59].

Çizelge 3.1 : BIM maliyet tahmin tablosu bileşenleri ve açıklımları [59].

İş Kalemleri / Tarifleri									
Yerinde dökme duvar (30 cm)									
	Malzeme	Birim	Birim Fiyat	Malzeme Maliyeti	İşçilik Maliyeti	İşçilik Süresi	İşçilik Oranı	Ekipman	Toplam
Beton	hacim	m ³	\$X			2*(hacim)			
Kalıp	uzunluk*genişlik*0.5								
Donatı									

BIM bileşeni ile ilişkili tanımlayıcı standart bilgiler

İş kalemlerinin tasarım bilgileriyle ilişkili ölçü özellikleri

Maliyet veri tabanı ya da tedarikçiden elde edilen fiyat bilgileri

İş kalemlerinin proje genelini tarifleyen ve kolayca malzeme/imalat detaylarından çıkarılmayan bileşenleri

Manuel tasarım belgeleri esas alınarak hesaplanan iş kalemi özellikleri

BIM modeli tarafından kolayca desteklenen iş kalemleri

Oldukça detaylı BIM modeli tarafından desteklenen iş kalemleri

BIM modeli ile tedarikçilerin entegrasyonuna ihtiyaç duyan iş kalemleri

Çok yönlü BIM kural ve analizlerine ihtiyaç duyan iş kalemleri

Mevcut BIM → **Gelecek BIM**

Çizelge 3.2 : BIM modeli üzerinden maliyet tahmini çıktısı örneği [59].

GT TEST ADLİYE BİNASI / A.B.D.					
Maliyet Raporu / UniFormat™ Seviye 3					
UniFormat™ Seviye 1	UniFormat™ Seviye 2	UniFormat™ Seviye 3	Miktar	Birim Fiyat	Tutar
A ALTYAPI					
	A10 Temeli				
		A1010 Standart Temel			\$190.480
		A1020 Özel Temel			\$0
		A1030 Saha Betonu			\$5.639.813
	A10 TOPLAM		218.583	\$26,67	\$5.830.293
	A20 Bodrum İmalatları	A2010 Bodrum Hafriyatı			\$337.523
		A2020 Bodrum Duvarları			\$1.711.276
	A20 TOPLAM		218.583	\$9,37	\$2.048.799
A TOPLAM			218.583	\$36,05	\$7.879.092
B KABUK					
	B10 Üstyapı İmalatları				
		B1010 Döşeme İnşaatı			\$2.894.639
		B1020 Çatı İnşaatı			\$1.286.159
	B10 TOPLAM		218.583	\$19,13	\$4.180.798
	B20 Cephe İmalatları				
		B2010 Dış Duvarlar			\$4.133.056
		B2020 Pencereleler			\$345.127
		B2030 Kapılar			\$36.341
	B20 TOPLAM		218.583	\$20,65	\$4.514.524
	B30 Çatı İmalatları				
		B3010 Çatı Kaplamaları			\$416.234
		B3020 Çatı Kapakları			\$116.578
	B30 TOPLAM		218.583	\$1,90	\$532.812
B TOPLAM			218.583	\$40,11	\$9.228.134
C DEKORASYON					
	C10 Dekorasyon İmalatları				
		C1010 Bölme Duvarlar			3.087.582,00
		C1020 İç Kapılar			1.136.998,00
		C1030 Özel İmalatlar			934.193,00
	C10 TOPLAM		218.583	\$23,60	5.158.774,00

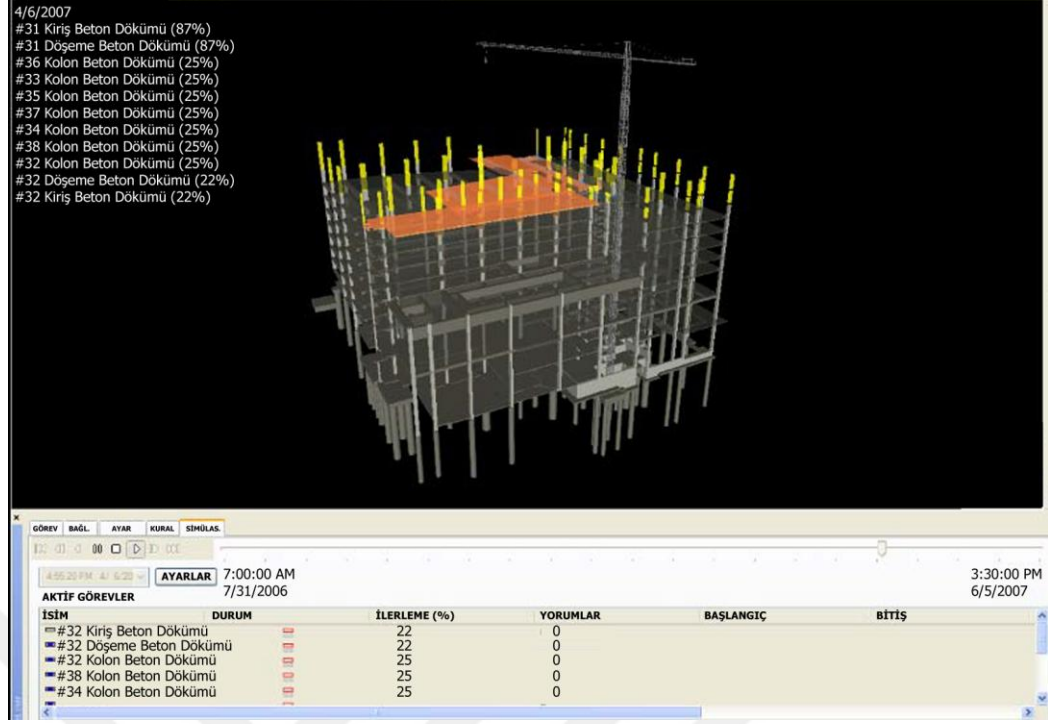
Maliyet tahmini sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [52, 55, 74]:

- Kullanılacak malzemelerin miktarını düzenli ve eksiksiz bir şekilde tespit eder.
- Metrajları hızlı bir şekilde üretmek karar verme aşamasına yardımcı olur.
- Pratik olması sebebiyle daha fazla sayıda maliyet tahmini yapılmasını sağlar.
- Maliyet tahmini ve miktar hesabı yapılan yapı elemanlarının görsel temsilini kullanıcıya üst düzeyde sunarak akıllarda olası soru işaretlerinin oluşmasını önler.
- İşverene, proje yaşam döngüsü boyunca talep ettiği her an, içeriğinde yapım sürecinde ortaya çıkan değişiklikler de dâhil olmak üzere güncel maliyet enformasyonu sunar.

- Metraj hazırlama süresini ciddi oranda düşürerek keşif/metraj mühendisine, fiyat analizleri hazırlama ve riskleri finanse etme gibi, yüksek kalitede maliyet tahmini için esas teşkil eden katma değer uygulamalarına daha fazla zaman ayırarak odaklanmasını sağlar.
- Proje yöneticileri, geliştirilmiş maliyet tahminini iş programı ile entegre ederek yapım süresi boyunca bütçenin takibini gerçekleştirebilir.
- Farklı tasarım seçeneklerinin maliyet tahmini yapılarak işverene bütçesi doğrultusunda tercih yapma olanağı sunar.
- İşveren, projede kullanılması planlanan özel imalatların maliyet tahminlerine göre hızlı bir şekilde değerlendirmelerini yapabilir.
- Keşif/metraj mühendisleri, yüksek kalitede hazırlanan üç boyutlu modeller sayesinde, iki boyutlu çizimlerde yaşadıkları metraj sıkıntılarını BIM sürecinde yaşamazlar.

3.4.3 Süre planlaması

Zaman faktörünün sürece dâhil edilmesiyle birlikte dördüncü boyuta ulaşan BIM modelinin proje yaşam döngüsü içinde farklı alanlarda değerlendirildiği süreçtir. Özellikle yapım sırasının (construction sequence) verimli bir şekilde işleyişini tesis etmek için proje yöneticileri tarafından tercih edilen dört boyutlu modelleme uygulaması, revizyon, tadilat, renovasyon, ilave yapım işleri gibi inşaata ilişkin süreçlerin de iş programında en uygun konuma yerleşmesini sağlamaktadır. Ayrıca model sayesinde şantiye sahasının her anı takip edilerek farklı dönemlerde gereksinim duyulan hacimler için saha içerisinde uygun olan bölgelerin tespiti hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Dört boyutlu model işveren de dâhil olmak üzere, tüm proje ekibine süreç için kritik önem arz eden bütün kilometre taşlarını ve yapım organizasyonlarını daha iyi kavrama olanağı tanıyan güçlü bir görselleştirme ve iletişim aracı olarak da adlandırılabilir. Şekil 3.9'da üç boyutlu BIM modeli ile bütünleştirilmiş iş programına ait bir görsel bulunmaktadır [67].



Şekil 3.9 : Dört boyutlu BIM modeli (3D model + iş programı) [67].

Süre planlamasında BIM kullanımının faydaları şunlardır [55, 59, 63]:

- Proje katılımcıları ve işveren tarafından iş programının ayrıldığı aşamaların daha iyi anlaşılmasını sağlayarak, taraflara projenin kritik yörüngesini model üzerinden takip etme olanağı sağlar.
- Şantiye sahasının kullanımını yapım sürecinin doğasına uygun bir şekilde dinamik evrelere ayırarak, gereksinim duyulan alanlar ile ilgili çoklu çözüm fırsatları yaratır ve olası mekânsal çakışmaların önüne geçer.
- BIM modeli üzerinden iş gücü, ekipman ve malzeme gibi kaynakların planlamasını bütünleştirerek, projenin etkin bir iş programı ve maliyet tahmin sistemine sahip olmasını sağlar.
- Yapım sürecinde karşılaşılabilecek olası çalışma alanı çakışmalarının önceden tespit edilmesini ve projenin yapısına uygun çözümler getirilmesini sağlar. Örneğin, vinç ve beton mikserinin sahada konumlandırılması gibi.
- Projenin pazarlama ve tanıtım sürecinde müşterinin gerçekçi veriler üzerinden yapı ile ilgili bilgilendirilerek ikna edilmesine yardımcı olur.
- İş programı, yapım sırası ve proje evreleri gibi kavramları model üzerinden proje ile özdeşleştirir.

- Kolaylıkla inşa edilebilir, kullanılabilir ve bakımı yapılabilir yapılar üretilmesine destek olur.
- Projede kullanılacak malzemelerin tedarik durumunun takip edilebilmesini sağlar.
- İnşaat sahasındaki verimliliği arttırırken, israfa engel olur.
- Yapıya ait mekânsal karmaşıklık, planlama bilgisi ve destekleyici ek analiz verilerini proje süresince dört boyutlu model bünyesinde taşır.

3.4.4 Saha analizi

Gerçekleştirilmesi planlanan proje için, arazi içerisinde en uygun yerleşimin BIM ve Coğrafi Enformasyon Sistemi (GIS) araçlarının özelliklerinden faydalanılarak belirlendiği süreçtir. Toplanan saha verileri, -birden fazla seçenek söz konusu olduğu durumlarda- önce optimum proje alanının seçilmesi ve sonrasında bütün kriterler göz önünde bulundurularak, yapının en verimli şekilde konumlandırılmasında kullanılmaktadır.

Saha analizi sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [52, 53]:

- Proje için düşünülen alanlar arasında, işverenin gereksinimleri, teknik ve finansal kapasitesi doğrultusunda oluşan kriterlere göre değerlendirme yapan karar verme mekanizmasını kullanarak rasyonel bir sonuç ortaya koyar.
- Uygun arsa seçimi sayesinde proje öncesi olası kazı veya yıkım işlemleri ile ilgili maliyetleri düşürerek enerji verimliliğini arttırır.
- Proje öncesi analizler sayesinde tehlikeli madde riskini minimize eder.
- İnşaat alanının doğru belirlenmesi, projeye yapılacak yatırımın kısa sürede geri dönüşünü sağlar.

3.4.5 Programlama

İhtiyaç programının, projenin mekânsal gereksinimleri doğrultusunda en verimli ve doğru tasarımın elde edilmesi amacıyla kullanıldığı süreçtir. Geliştirilmiş BIM modeli, proje ekibinin ihtiyaç programında yer alan mekânları sağlıklı bir şekilde analiz ederek, yapının karmaşıklık düzeyine hâkim olmasına olanak sağlamaktadır. Proje gereksinimleri ile ilgili kritik kararların alındığı bu evrede proje ekibi, binanın

katma değerini arttıracak yaklaşımları, BIM modelinden elde ettiği veriler ile işverenle yaptığı görüşmeler sonucunda edindiği geri beslemeleri harmanlayarak kurgulayabilmektedir.

Programlama sürecinde BIM kullanımının faydası şudur[87]:

- İşverenin mekânsal gereksinimleri göz önünde bulundurularak, tasarıma ilişkin en etkili ve kesin değerlendirme sonuçları elde edilebilir.

3.4.6 Tasarım

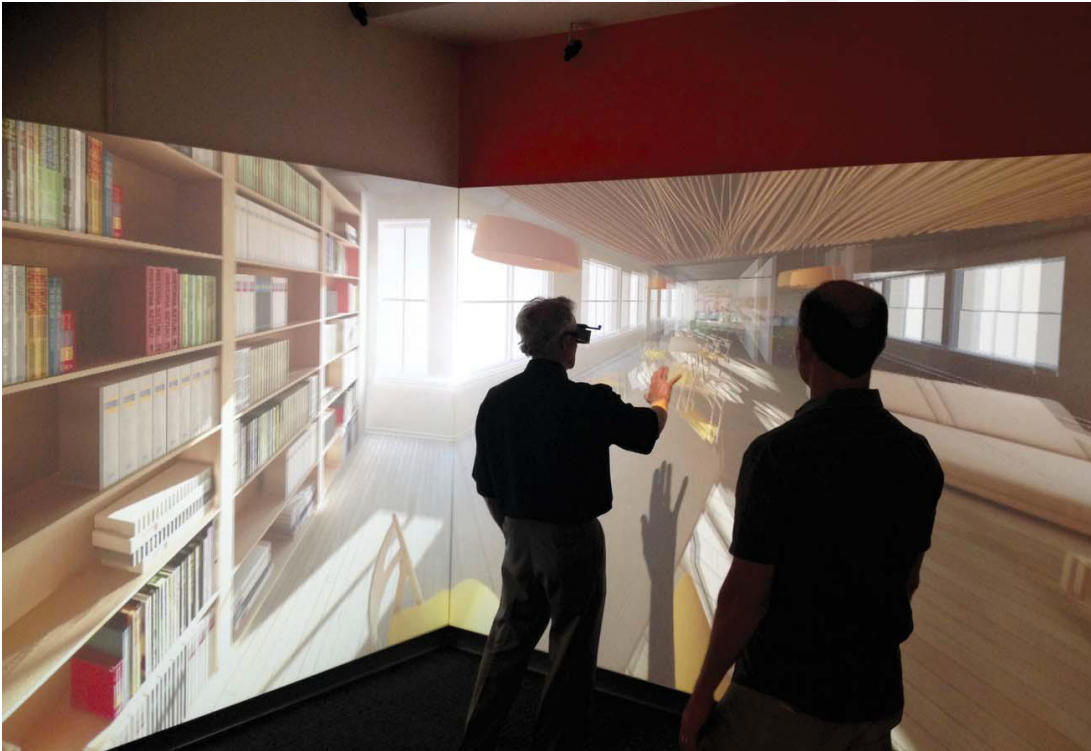
Üç boyutlu yazılım araçları kullanılarak yapıya ilişkin tasarımın enformasyon modeline dönüştürüldüğü ve geliştirildiği süreçtir. BIM teknolojisi ile üretilen modellerde, bir yandan tasarım yapılırken, eşzamanlı olarak analiz ve kontrol araçları, oluşturulmakta olan modeli bilgi zenginliği açısından beslemektedir. Kontrol ve analiz araçları yaygın olarak tasarımın gözden geçirilmesi ve mühendislik analizlerinin yapılmasında kullanılmaktadır. Tasarım oluşturma araçları, projede BIM sistematikiğinin kurulmasına yönelik ilk adım olma özelliği taşımaktadır. Bununla birlikte BIM'in kilit noktası, üç boyutlu modelin güçlü bir veritabanıyla (özellikler, metrajlar, araçlar, yöntemler, maliyetler, program vb.) arasındaki iletişimin kurulmasıdır.

Tasarım oluşturma sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [52, 55, 56]:

- Tasarımı, tüm paydaşlar için şeffaf hale getirerek bulanık noktaları ortadan kaldırır.
- Tasarım, maliyet ve program verilerinin proje katılımcıları tarafından sağlıklı bir şekilde kontrol edilmesini sağlar.
- Güçlü ve etkili tasarım görselleştirme sonuçları ortaya koyarak, sonucun erken tasarım aşamasında görüntülenmesine olanak sağlar.
- Proje paydaşları ve BIM kullanıcıları arasında doğru işbirliği ve ortak bir dil oluşturarak, zihinlerde kurgulanan tasarımın modele birebir dönüştürülmesini sağlar.
- Tasarım aşamasında ciddi oranda iş gücü, zaman ve maliyet tasarrufu sağlar.

3.4.7 Tasarımın gözden geçirilmesi

Proje paydaşlarının üç boyutlu modeli inceleyerek, çoklu tasarım bakış açılarını doğrulama amaçlı geri bildirim sağlandığı süreçtir. Çoklu bakış açıları, ihtiyaç programı gereksinimlerinin karşılanma durumunun değerlendirilmesi, sanal ortamda mekânların ve yerleşimin işlevsel ve estetik açıdan önizlemesinin yapılması, aydınlatma, güvenlik, ergonomi, görüş açısı, renk, doku gibi tasarım kriterlerinin ayarlanması başlıklarını bünyesinde barındırmaktadır. Tasarımın gözden geçirilmesi uygulaması, sadece BIM yazılım araçları üzerinden yürütülebildiği gibi, Şekil 3.10'da görülen bilgisayar destekli sanal çevre (CAVE: Computer Aided Virtual Environment) ya da üç boyutlu laboratuvarlar gibi özel model tesisler kullanılarak da deneyimlenebilmektedir [89].



Şekil 3.10 : CAVE deneyimi görseli [89].

Sanal imalat prototipleri (mock-up), proje gereksinimlerine bağlı olarak farklı detay düzeylerinde oluşturulabilmektedir. Örneğin, cephe bileşeni için yüksek detay düzeyinde hazırlanan bir model, alternatiflerin hızlı bir şekilde analiz edilerek tasarıma ve inşa edilebilirliğe ilişkin sorunların, sürecin en başında çözülmesi bakımından proje paydaşlarına destek verebilmektedir.

Tasarımın gözden geçirilmesi sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [53, 59]:

- Üretimi maliyetli ve zaman alan prototiplere olan gereksinimi ortadan kaldırır.
- Farklı tasarım seçenekleri hızlı bir şekilde modellenerek işveren ya da son kullanıcıların görüşleri doğrultusunda, herhangi bir zaman kaybı yaşanmadan, talep edilen detayların revize edilmesini sağlar.
- Daha kısa ve etkili bir tasarım ve inceleme süreci ortaya koyar.
- Tasarımın, ihtiyaç programı ve işverenin taleplerini karşılaması bakımından etkin bir şekilde değerlendirmesi yapılır.
- Projenin güvenlik performansının artmasını sağlar. Örneğin, BIM yazılım araçları kullanılarak, yangın çıkış kapıları, sprinkler sistemleri ve yangın kaçış merdiven sistemleri alternatifleri üzerinden yapılan analiz çalışmasının sonucunda binaya uygun güvenlik uygulamaları seçilebilir.
- Tasarımın işveren, yapım ekibi ve son kullanıcıyla sürekli ilişki içinde olmasına olanak sağlar.
- Tasarım ile ihtiyaç programı arasındaki uyum konusunda anında geri bildirimler alınabilir. Aynı şekilde işverenin talepleri tasarım üzerinden hızlı bir şekilde gözden geçirilebilir.
- Disiplinler arası iletişim ve koordinasyonu artırarak sağlıklı, etkili ve olumlu tasarım kararları alınmasına yardımcı olur.

3.4.8 Çizimlerin üretilmesi

BIM modeli üzerinden proje ile ilgili şematik, konsept, avan, uygulama ve imalat çizim setlerinin üretildiği süreçtir. BIM teknolojisinde, yapıya ait bütün bileşenlerin form, özellik ve yerleşimleri model üzerinde yalnızca bir defaya mahsus tanımlanmaktadır [59]. Sonrasında aynı model, bütün çizim, rapor ve analizleri kapsayan veri gruplarının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Bu sayede projenin tüm aşamalarında çizimlerin elle tek tek revize edilme zorunluluğu ortadan kalkmaktadır. Ek olarak, standart uygulama detayları doğrudan modelden üretilmektedir. Fakat bazı

durumlarda işletme modeli kapsamına girmeyen bazı ek enformasyonun çizime sonradan eklenmesi gerekebilir.

Çizimlerin üretilmesi sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [52, 56, 66]:

- Tek bir model üzerinden plan, kesit, görünüş ve detay gibi çoklu çizim alternatifleri üretilmektedir.
- Tasarım amaçlarının standart çizimler dışında yüksek kaliteli perspektif görünüşler üzerinden nitelikli sunumlarla anlatılmasına yardımcı olur.
- Gerçekleşen model revizyonları ile birlikte otomatik olarak çizimler güncellenmektedir.
- İş programını model ile bütünleştirerek organizasyon planını otomatik olarak güncellemektedir.
- Bütün verilerin aynı model üzerinden elde edilmesi sebebiyle, aynı enformasyonu oluşturan farklı veriler arasındaki tutarlılığın sürekliliği sağlanmaktadır.

3.4.9 Mühendislik analizleri

Proje şartnamesi temel alınarak en etkili mühendislik yönteminin belirlenebilmesi için akıllı modelleme yazılım araçlarının kullanıldığı süreçtir. Model üzerinden tespit edilen mühendislik yöntemlerinin geliştirilmesi, işverenin, projesinde gereksinim duyduğu uygun sistemlere karar verebilmesi için altlık oluşturacak (akustik, aydınlatma, ısıtma, soğutma, iklimlendirme gibi enerji analizleri, strüktürel analiz, acil durum tahliye planlaması vb. gibi) verileri sağlamaktadır. Analiz araçları ve sistem performans simülasyonları, tesis işletme tasarımı ve yapının inşası sonrası yaşam dönemi boyunca enerji tüketim düzenini belirgin bir şekilde geliştirmektedir. Çizelge 3.3'te model üzerinden gerçekleştirilebilen bazı mühendislik analiz türleri ve bu analizleri gerçekleştirebilecek yazılımlar görülmektedir [59].

Çizelge 3.3 : Modelleme platformları tarafından desteklenen analizler [59].

PROGRAM ADI	İÇERİK
ECOTECH® ANALYSIS	Autodesk Revit® ile doğrudan bağlantı kurabilen, kendi modeline sahip
DAYSIM	Aydınlatma simülatörü
Radiance	Aydınlatma simülatörü
CIBSE	Enerji analizi
Energy+	Enerji analizi Güneş ışınımı analizi Yankılanma süresi / Akustik analiz
NIST-FDS, Fluent, WinAir 4	Çoklu sayısal akışkan dinamiği analizi genel arayüzü
IES®	Autodesk Revit® ile doğrudan bağlantı kurabilen, kendi modeline sahip
ApacheCalc	Isı kaybı ve kazanımı
ApacheLoads	Isıtma ve soğutma yükleri
ApacheSim	Dinamik termal simülasyon
ApacheHVAC	İklimlendirme ve havalandırma tesis simülasyonu
SunCast	Gölge analizi
MacroFlo	Doğal havalandırma ve karma sistemler simülasyonu
MicroFlo	İç mekan sayısal akışkan dinamiği uygulaması
Deft	Değer mühendisliği
CostPlan	Maliyet tahmini
LifeCycle	İşletme maliyeti tahmini
IndusPro	Hava kanalları yerleşimi ve boyutlandırması
PiscesPro	Tesisat borulama sistemleri
Simulex	Bina tahliye sistemi
Lisi	Asansör simülasyonu
gbXML®	Autodesk Revit®, Bentley Architecture®, Archicad® ile XML uzantısı bağlantısı
DOE-2	Enerji simülasyonu
Energy+	Enerji simülasyonu
Trane2000	Ekipman simülasyonu Yapı ürünleri bilgisi

Mühendislik analizleri sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [52, 53]:

- Analizleri otomatize ederek zaman ve maliyet tasarrufu sağlar.
- Analiz araçları düşük maliyetli, kolay öğrenilebilir, pratik bir şekilde uygulanabilir ve mevcut iş akışına uyumlu bir şekilde işler yapısı sebebiyle kullanıcı dostu bir yapıya sahiptir.
- Tasarım firmalarının yetkinliğini arttırarak piyasa rekabet koşullarının gelişmesine katkıda bulunur.
- Farklı alanlarda yapılan titiz analizler sayesinde optimum enerji tasarruflu tasarım çözümleri elde edilir.
- Analiz ve denetim araçlarından faydalanarak daha hızlı yatırım dönüşlerine olanak sunar.
- Tasarım analizlerinin döngü süresini azaltarak kalitesini arttırır.
- İlave modellere gereksinim duymadan, tek bir BIM modeli üzerinden bütün mühendislik analizlerini gerçekleştirerek zaman ve maliyet tasarrufu sağlar.

3.4.10 İşletme enerji analizleri

Düzenli olarak BIM modeli ile bütünleşik bina enerji simulasyon programları kullanılarak mevcut yapı tasarımı üzerinden binanın işletme evresine ilişkin enerji analizlerinin yapıldığı süreçtir. BIM kullanımının temel hedefi bina enerji verilerinin standartlara uygunluğunu denetlenmesi ve yapının yaşam döngüsü maliyetlerini düşürecek tasarım kararlarının keşfedilerek uygulanmasıdır.

İşletme enerji analizleri sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [87]:

- Yapıma ilişkin enerji verilerinin BIM modeli üzerinden otomatik olarak alınabilmesi sayesinde zaman ve maliyet tasarrufu sağlar.
- BIM modeli üzerinden elde edilen, yapıya ait geometrik ve hacimsel parametreleri otomatik olarak işleyerek bina enerji tahmin hassasiyetini artırır.
- Bina enerji doğrulama kodunun oluşturulmasına yardımcı olur.
- Daha iyi bina performans verimliliği ve düşük yaşam döngüsü maliyetleri için yapı tasarımı optimize eder.

3.4.11 Sürdürülebilirlik / LEED değerlendirilmesi

BIM projesinin LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ya da diğer sürdürülebilirlik kriterlerine dayalı olarak değerlendirildiği süreçtir. Söz konusu değerlendirme süreci, sürdürülebilirlik kaygısı taşıyan projelerin planlama, tasarım, yapım ve işletme olmak üzere tüm aşamalarında gözlenmektedir. Sürdürülebilirlik niteliklerinin özellikle planlama ve erken tasarım aşamalarında proje ile bütünleştirilmesi, sonrasında maliyet ve zaman odaklı karar verme süreçlerine olumlu anlamda katkıda bulunarak etkili bir tasarım oluşmasını sağlamaktadır. Bu kapsamlı sürecin proje ile tam anlamıyla etkileşim içinde olabilmesi için farklı disiplinlerin desteğine ihtiyacı vardır. Projenin sürdürülebilirlik kavramını özümsemesi için planlama aşamasında sözleşmesel bütünleşmenin kurgulanması gerekmektedir [64]. Buna ek olarak, sürdürülebilir hedeflere ulaşılabilmesi için LEED sertifikası onay sürecine proje ile ilgili kriterlere uygun hesap, döküman ve uygunluk belgelerinin eklenmesi gerekmektedir. Enerji simülasyonları, hesaplar ve dökümantasyonlar, sorumlulukların iyi tanımlanarak açık bir şekilde paylaşıldığı

bütüncül proje ortamında oluşturulması, sürdürülebilirlik sürecinin sağlıklı işleyişi açısından önemlidir.

Sürdürülebilirlik sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [64]:

- Sürdürülebilirliğe uygun olduğu düşünülen projelerde sürecin başından itibaren katılımcıların etkileşim, işbirliği ve koordinasyonunu sağlar.
- Tasarım alternatiflerinin güvenli bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanır.
- Sürdürülebilirlik çalışmaları sayesinde edinilen kritik bilgiler, toplam maliyet ve iş programı çatışmaları sebebiyle doğabilecek sorunların verimli bir şekilde çözülmesine yardımcı olur.
- Kolaylaştırılan karar verme mekanizması sayesinde aktif tasarım süresini kısaltır. İşveren için tasarım süresinin kısalması, maliyetin düşmesi ve aynı zamanda diğer projelere daha fazla zaman ayırılabilmesi anlamları taşımaktadır.
- Kalite düzeyi yüksek projelerin oluşturulmasını sağlar.
- Tasarım sonrası dökümantasyon yükünü hafifletir.
- BIM modeli ve analiz araçları kullanılarak önceden hazırlanan hesaplamalar, LEED sertifikası için yürütülen onay sürecini hızlandırır.
- Yükselen enerji performansı sayesinde tesisin işletme maliyetlerini düşürür. Geliştirilen enerji yönetimi vasıtasıyla yapının performansı optimize edilir.
- Sektörde çevre dostu ve sürdürülebilirlik kavramların farkındalığını arttırarak işverenleri yönlendirir.
- Proje yaşam döngüsü boyunca gerçekleşmesi olası revizyonlar konusunda proje ekibine destek olur.

3.4.12 Yönetmeliklere uygunluk

Model parametrelerinin yönetmeliklere uygunluk yazılımları kullanılarak kontrol edildiği süreçtir. Günümüz BIM dünyasında kullanımı yaygın olarak görülmemekle birlikte, gelişme aşamasında olan yönetmeliklere uygunluk sistemine ciddi anlamda gereksinim duyulacağı öngörülmektedir. Tamamen sayısal ortamın olanaklarından beslenerek gelişen BIM'in ciddi bir yazılımsal değeri vardır. Bu sebeple projenin

erken aşamalarında gözden kaçan yazılım kaynaklı olası bir problem, kartopunun çığa dönüşmesi gibi ileri aşamalarda geri dönüşü mümkün olmayan felaketlere yol açabileceği düşünülmektedir. Model denetleme araçlarının daha fazla kod kullanarak kod uyum yazılımlarını geliştirdiği göz önüne alınır, kod doğrulama sisteminin tasarım sektöründe daha yaygın kullanıma ulaşacağı söylenebilir. Bu sistemin tam anlamıyla sektörde yer bulabilmesi için uluslararası anlamda kabul gören standartları oluşturmak üzere çalışılması gerekmektedir.

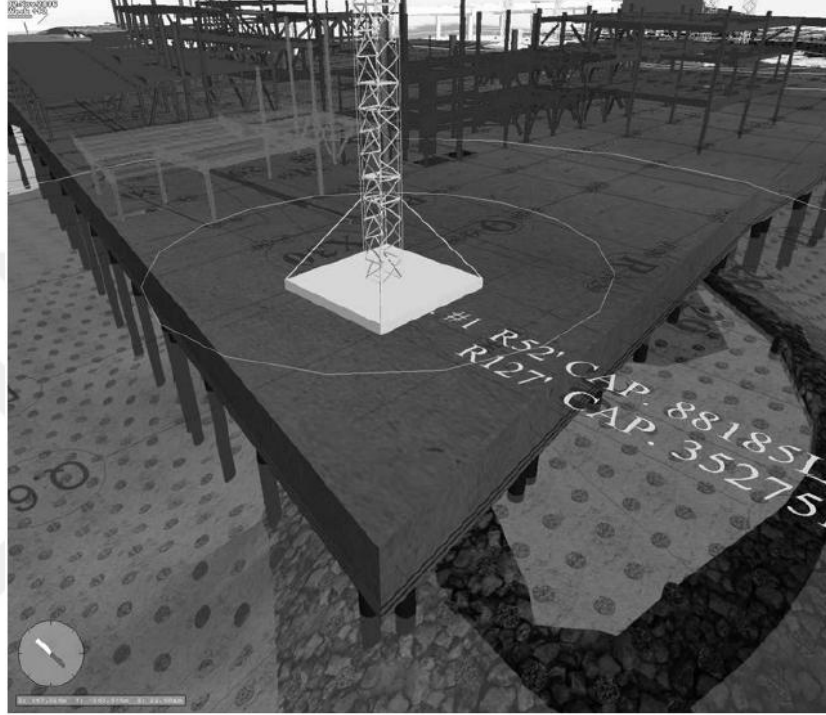
Kod doğrulama sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [87]:

- Yapı tasarımının, IBC (International Building Code), ADA (Americans with Disabilities Act) ve model tarafından kullanılan diğer yönetmelik ve standartlara uygunluğunu denetler.
- Erken tasarım aşamalarında yapılan yönetmeliklere uygunluk işlemi sayesinde olası ihmal, dikkatsizlik, tecrübesizlik gibi insan kaynaklı hatalı üretilen tasarım modeli kodları kaynaklı, telafisi maliyet ve zaman kaybına sebep olabilecek sorunların önüne geçilir.
- Tasarım süreci devam ettikçe arka planda çalışmalarını sürdürebilen yapıya sahip olan yönetmeliklere uygunluk sistemi, mevcut model üzerinden uyumluluğu herhangi bir ilave sisteme gereksinim duymadan olmadan otomatik olarak gerçekleştirerek proje ekibine geri bildirim sunar.
- Her hatanın zaman ve maliyet kaybına yol açtığı tasarım sürecinde çoklu kontrol yaparak modelin yönetmelik uyumunu sürekli güncel tutar.

3.4.13 Şantiye mobilizasyonu

Yapım sürecinin farklı evrelerinde kullanılmak üzere inşaat sahasında konumlandırılan geçici ve kalıcı yapıların BIM modeli üzerinden grafik temsillerinin oluşturulduğu süreçtir. Şantiye sahasının, yapım işlerinin ardışıklığı ve dinamizmine uyumlu bir sistematiği olması sebebiyle BIM modelinin iş programıyla bağlantılı olması gerekmektedir. Bu sayede, projenin o anki gereksinimlerine göre revize edilmesi gereken inşaat alanının gereksinim duyabileceği mekânların tespiti önceden sayısal ortamda yapılabilir. Model bünyesinde iş kaynağı (şantiyede çalışacak ve yaşayacak personel sayıları gibi), sahaya teslimatı gerçekleştirilecek malzemeler ve ekipman lokasyonları gibi ek bilgilerin yer alması, sağlıklı mobilizasyonun

düzenlenmesinde etkili olacaktır [61]. BIM modeli bileşenlerinin iş programı ile doğrudan bağlantılı olma özelliği, şantiye yönetim fonksiyonlarının zamansal ve mekânsal veriler üzerinden analiz edilerek en uygun mobilizasyon kararlarının verilmesine yardımcı olur. Şekil 3.11'de Vancouver Kongre Merkezi'nin inşaat alanında, vincin yerleşeceği alanın model üzerinden tespit edilme çalışması yer almaktadır [59].



Şekil 3.11 : Vancouver Kongre Merkezi inşaatı model üzerinde vinç yerleşimi [59].

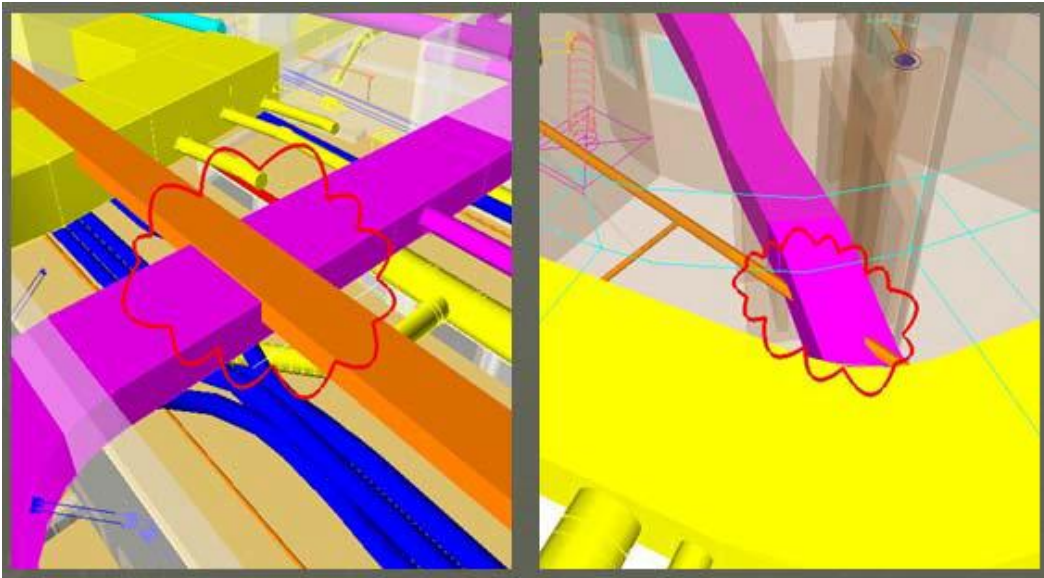
Şantiye mobilizasyon sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [52, 54]:

- İnşaatın tüm aşamalarında geçici tesisler, montaj alanları ve malzeme teslimatları için verimli bir saha yerleşim planı kurgular.
- Kritik zaman ve mekân çakışmalarını hızlı bir şekilde tespit ederek olası gecikmelerin önüne geçer.
- Mobilizasyon kararlarını iş güvenliği açısından değerlendirme olanağı sunar.
- Uygulanabilir bir yapım planı ortaya koyar.
- Ardışık yapım eylemleri ile şantiye yerleşimi arasında verimli bir iletişim düzeni sağlayarak disiplinlerarası uyumu tesis eder.

- İnşaat ilerledikçe şantiye organizasyonu ve alan kullanımları ile ilgili hızlı güncellemeler yaparak sahadan maksimum verim elde edilmesine yardımcı olur.
- Mobilizasyon için gereksinim duyulan süreyi minimize ederek proje ekibini konsantrasyonunun kritik noktalar üzerinde yoğunlaşmasına olanak verir.
- Modelin güncel tutulması sayesinde sahada bulunan malzemelerin aktif kontrolünü sağlar.

3.4.14 Üç boyutlu koordinasyon

Koordinasyon sürecinde, BIM modeli üzerinden bina sistemleri ve bileşenleri arasında oluşabilecek uyumsuzlukların, çakışma tespiti (clash detection) yazılımları aracılığıyla saptanması sürecidir. Çakışma tespiti uygulamasının temel amacı, inşaata ilişkin olası uyuşmazlıkların yapım öncesinde belirlenerek gerekli önlemlerin alınmasıdır. BIM öncesi süreçte disiplinlerin çizim ve model çalışmalarını birbirinden bağımsız yürütmeleri sebebiyle uygulama aşamasında sıkça karşılaşılan sistem uyuşmazlıklarının (örn; asma tavan üstü hava kanalları ile kablo kanallarının çakışması, ısıtma tesisat borularının kiriş kotuna denk gelmesi gibi), iş programının aksamasına ve bütçe aşımına yol açtığı bilinmektedir. Bu sebeple, ortak model üzerinden uygun yazılımlar aracılığıyla sistemler arası uyumun sürekli olarak denetlenmesi gerekmektedir. Şekil 3.12’de üç boyutlu model kullanılarak tespit edilen bir çakışma örneği görülmektedir [67].



Şekil 3.12 : Çakışma denetimi örneği [67].

Üç boyutlu koordinasyon sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [59, 60, 62]:

- Projejinin tüm ana hatlarını ve detaylarını koordine eder.
- Yapım sürecinde ciddi prosedürel yük oluşturan disiplinlerarası RFI (proje bilgi ilanı / request for information) uygulamasının kullanımını azaltır.
- Yapım sürecinin inşaat eylemleri başlamadan izlenebilmesini sağlar.
- Beklenmeyen olumsuzlukları bertaraf ederek verimliliği artırır.
- Değişiklik talimatlarının (change orders) sayısını düşürerek öngörülemeyen maliyet artışlarını minimize eder.
- Yapım süresinin azaltılmasına yardımcı olur.
- Daha kesin uygulama çizimleri (as built drawings) hazırlanabilmesini sağlar.

3.4.15 Yapım sistemi tasarımı

Kalıp, giydirme cephe, korkuluk vb. gibi karmaşık yapı elemanlarının üç boyutlu sistem tasarım yazılımları aracılığıyla tasarlanması ve analiz edilmesi amacıyla kullanıldığı süreçtir. Sayısal prototipler yapım öncesi süreçte tasarlanarak, sisteme ait nokta detayları hazırlanmaktadır. Oluşturulan detay modelleri sayesinde uygulama aşamasında saha ekibinin de konuya hâkim olması sağlanabilir.

Yapım sistemi tasarımı sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [59]:

- Karmaşık bina sistemlerinin inşa edilebilirlik özelliğini artırır.
- Yapım sürecinin verimliliğine olumlu anlamda katkıda bulunur.
- Sağlaması yapılmış ve üzerinde detaylı çalışılmış yapısal sistemler, insanların güvenlik endişelerini ortadan kaldırır.
- Tek model ile birlikte oluşan ortak dil sayesinde alt yükleniciler ile olası iletişim sorunlarını çözer.

3.4.16 Sayısal imalat

Sayısallaştırılmış enformasyonun, yapı elemanları ve inşaat malzemelerinin imalatına altlık oluşturma sürecidir. Sac metal, çelik konstrüksiyon, alüminyum giydirme cephe, panel çatı vb. yapı elemanlarının imalatında BIM modelinden

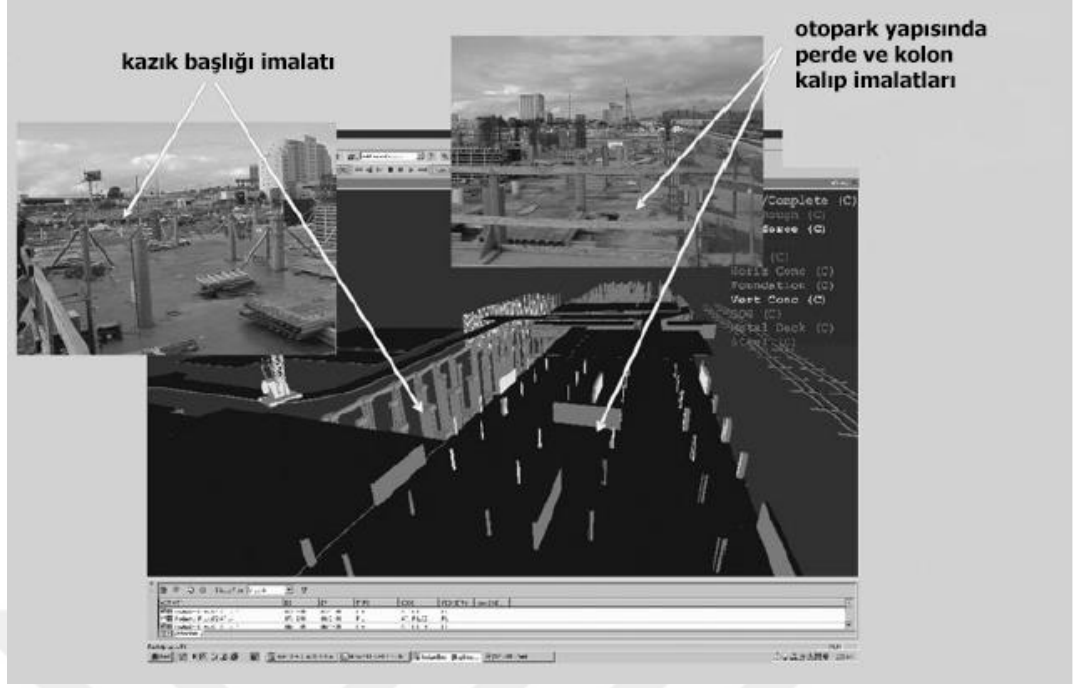
faýdalanılabileceđi gibi, aynı zamanda yapıım öncesinde, tasarlanan detayın prototipinin üretilmesinde de kullanılabilir. Üretim aşamasında BIM modeli üzerinden temin edilen hassas ve detaylı yapı elemanı verileri ile minimum harcama ilkesinin yapıım sürecine hâkim olması ve tasarımın kararlarının birebir hayata geçirilmesi bu sürecin temel hedefleri arasında gösterilebilir. Ayrıca sahada inşaatı mümkün olmayan yapı elemanlarının prefabrikasyon planı da enformasyon modeli aracılığıyla oluşturularak uygun teknolojilerle sorunsuz montajlarının yapılması sağlanabilir.

Sayısal imalat sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [58, 59, 72]:

- İmalat için gereken detaylı enformasyonu temin eder.
- Modelden üretilen sayısal veriler ile üretim bantlarının tolerans oranlarını minimize eder.
- İmalat verimliliğini ve güvenliğini artırır.
- Teslimat sürelerini ciddi oranda düşürür.
- Tasarım sürecinde görülen son dakika değişimlerine hızlı bir şekilde uyum sağlayarak zaman kaybını engeller.
- Proje çıktılarına olan bağımlılığı ortadan kaldırır.

3.4.17 Üç boyutlu kontrol ve planlama

BIM modeli kullanılarak bina yerleşiminin belirlenmesi ve inşaat ekipmanının lokasyon ve hareketlerinin kontrol edilmesi sürecidir. Projenin coğrafi konumunun belirlenmesine yardımcı olacak detaylı referans noktaları model üzerinden üretilmektedir. Örneğin, temel betonu yerleşiminin, BIM modelinden alınan konum verilerinin, GPS (Global Positioning System / Küresel Konumlama Sistemi), yani yapıımın dünya üzerindeki konumunu belirleyen koordinat sistemindeki referans noktaları yardımıyla sahada belirlenmesi, temel kazı derinliğinin istenilen düzeye inme durumunu tespit etmeye yardımcı olmaktadır. Aynı şekilde, hareket mesafesi ve şantiye sahası yoğunluğuna göre yapıım öncesi süreçte modelde konumlandırılan bir kule vincin, inşaat alanında yerleşim yerinin belirlenmesi pratik ve hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Şekil 3.13'de bir otopark yapısına ait dört boyutlu model ekran görüntüsü ile inşaat sahasının mevcut durum fotoğraflarının karşılaştırması yer almaktadır [59].



Şekil 3.13 : Dört boyutlu model ekran görüntüsü ve şantiye fotoğrafları [59].

Üç boyutlu kontrol ve planlama sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [54, 55]:

- BIM modelinin reel dünya koordinatlarıyla ilişkilendirilmesi, proje yerleşim hatalarını en aza indirir.
- Saha ölçümleri için harcanan sürenin azalması birlikte verimlilik ve üretkenlik artar.
- Referans noktalarının doğrudan modelden temin edilmesi sayesinde, yerleşim yerinin doğruluğu tekrar tekrar kontrol edilme zorunluluğu ortadan kalkar.

3.4.18 Saha yönetimi takibi

Şantiyenin yönetsel işleyişinin saha yönetim yazılımları aracılığıyla BIM modeli kullanılarak takip edildiği süreçtir. Yapım sürecinin başından işletmenin devreye alındığı zamana kadar geniş bir aralığı kapsayan bu dönemde, kalite kontrol dökümanları, iş güvenliği denetim sonuçları, günlük/haftalık/aylık raporlar, görevlendirme yazıları gibi saha içerisinde yönetsel mekanizmanın işler hale gelmesine yardımcı olan bütün detaylar izlenmektedir. Saha yönetim takibinin temel amacı, şantiye yönetim işleyişinin taraflar arasında imzalanan sözleşme maddelerini, uyulması zorunlu iş güvenliği kurallarını ve işverenin proje gereksinimlerini karşılayıp karşılamama durumunu BIM tabanlı iş akışı üzerinden takip etmektir.

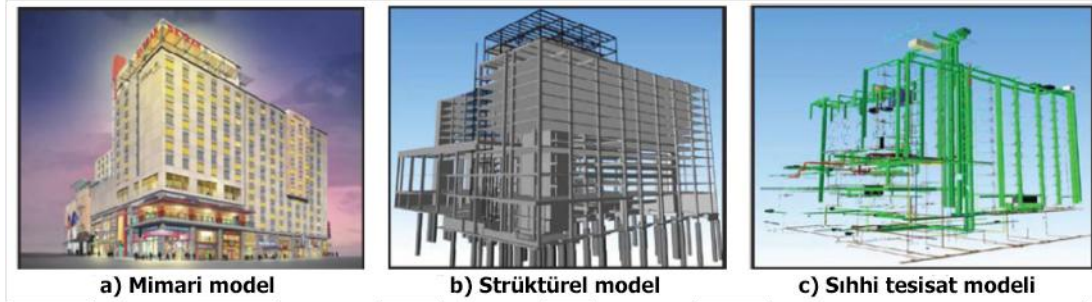
Saha yönetimi takibi sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [52, 66]:

- Sahada görevli personelin BIM modeline ulaşarak, uzmanlığı ile ilgili verileri güncellemesine olanak verir.
- Bir uygulamanın tek seferde amaca uygun yapılarak tekrarını önler. Yüklenicinin yapım sonrası dönemde geri çağırılmasına sebep olacak inşaat kusurlarını en aza indirir.
- İletişim kaynaklı hata ve gecikmelerin önüne geçerek projeyi verimli bir şekilde tamamlayacak bir yönetim anlayışı sergiler.
- İnşaat sahasında risk oluşturan faktörlere müdahale ederek iş güvenliğini artırır.
- Sistemi işverenin proje gereksinimleri doğrultusunda optimize eder.
- Uygulama sahada gerçekleştiği anda kayıt altına alarak belgeler.
- Gereksiz zaman kayıplarının önüne geçerek iş programını hızlandırır.
- İşletme ve bakım eylemleri için gereksinim duyulan süreyi azalttığı gibi, benzer faaliyetlerde görev alacak personelin oryantasyonunu da kolaylaştırır.
- Yapının fiziksel teslimiyle birlikte sayısal ortamda yapılandırılmış ve kayıt altına alınmış verilerinin de profesyonel bir şekilde işverene iletilmesini sağlar.
- Proje katılımcılarının süreç içinde gösterdikleri performansın anlık izlenmesine yardımcı olur.
- Gelecek dönemdeki olası kontroller için saha yönetim eylem günlüğünü saklı tutar.

3.4.19 Kayıt modelleme

Kayıt modelleme, binanın fiziksel koşul, ortam ve varlıklarının doğru ve eksiksiz bir şekilde gösterilmesi sürecidir. Kayıt modeli, temel mimari ve mühendislik (inşaat, elektrik, mekanik vb.) elementlerini içermelidir. Bakım, işletme ve varlık verilerinin, yapının, uygulaması tamamlanmış son haline ait -iş programı, maliyet, alt yüklenici imalat detaylarını da bünyesinde barındıran- modele bağlanan kayıt modeli, BIM teknolojisinin ulaştığı zirve olarak da nitelendirilebilir İşverenin gelecekte

faydalanma olasılığını göz önünde bulundurarak talep etmesi halinde, ekipman ve mekân planlama sistemlerine ait bilgiler de modelde yer alabilir. Şekil 3.14'de bir yapıya ait mimari, strüktürel ve sıhhi tesisat modellerinin ekran görüntüleri görülmektedir [67].



Şekil 3.14 : Bir yapıya ait farklı disiplinlerin model görselleri [67].

Kayıt modelleme sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [54, 56, 62]:

- Gelecekteki renovasyon çalışmaları için gerekebilecek enformasyonu sağlar. BIM modeli, yapılan her çalışmanın kayıt altına alınmasıyla binanın tarihçesini oluşturur.
- Resmi kurumlardan yapı için alınması gerekli olan izinlere altlık oluşturacak dökümanları sağlar.
- İşveren ile yüklenici arasında oluşan, binanın genel maliyeti ile ilgili anlaşmazlıkları, proje ile son ürünü geçmiş veriler üzerinde kıyaslayarak ortadan kaldırır.
- Renovasyon ve ekipman değişimi gibi işverenin gelecekte karşılaşacağı eylemler ile ilgili bir planlama yapma olanağı sunar.
- İşverene, elde ettiği ürünle ilgili bütün süreci yansıtan bir model sağlayarak, bina projesi üzerinde gerçekleştirilecek olası farklı BIM kullanımları için sinerji olanağı sunar.
- Projenin sayısal veri yükünü tek bir merkezde toplayarak düşürür.
- İşverenin taleplerini tam anlamıyla karşılamayı başaran etkili bir çalışma, tarafların BIM motivasyonunu artırır ve işverenin proje katılımcıları ile birlikte çalışma isteğini geliştirerek gelecekte karşılaşılması olası ticari anlaşmaların temelini atar.

3.4.20 Bina bakım programı

Bina yapı elemanları (duvar, zemin, çatı vb.) ve servis ekipmanının (mekanik, elektrik, sıhhi tesisat vb.) işlevselliğinin, yapının kullanım süresi boyunca korunması sürecidir. Yapının BIM modeli üzerinde kayıtlı verileri kullanılarak ideal bakım planlaması yapılabilir. Başarılı bir bakım programı, binanın performansını arttırmakla birlikte, onarım kaynaklı bakım maliyetlerini azaltmaya yardımcı olur.

Bina bakım programı sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [53, 80]:

- Bakım eylemlerine karşı önceden hazırlıklı olmayı sağlayarak uygun personelin tahsisine yardımcı olur.
- Bakım geçmişini kayıt altına alarak izlemeye olanak verir.
- Maliyetine göre bakım sistemi alternatiflerini değerlendirerek optimum seçimin yapılmasına yardımcı olur.
- Önleyici ve acil bakım gereksinimlerini en aza indiri.
- Bakım ekipmanının tesis içinde doğru bir şekilde konumlandırılmasını sağlayarak personelin verimliliğini artırır.
- İşletme yöneticilerine tesisin gereksinimleri ve maliyetler açısından güvenilir bir bakım planlaması oluşturma konusunda destek olur.

3.4.21 Bina sistem analizi

Yapının tasarımı ile inşa edildikten sonra gösterdiği performansın karşılaştırılması sürecidir. Örneğin, binanın mekanik sisteminin nasıl işlediği veya ne kadar enerji tükettiği gibi soruların cevapları ile yapım öncesinde projede öngörülen veriler üzerinden karşılaştırma yapılarak ortaya çıkan sapmalar analiz edilmektedir.

Bina sistem analizi sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [56, 80]:

- Yapının tasarım kararları ve sürdürülebilirlik kriterlerine uygun işletilmesini sağlar.
- İşletme performansını arttıracak uygun fırsatların değerlendirilmesine yardımcı olur.
- Farklı malzeme seçeneklerinin performanslarını model üzerinden deneyimleyerek mevcut koşulların iyileştirilmesine olanak tanır.

3.4.22 Varlık yönetimi

Bina yönetim planının BIM modeli ile iki yönlü bağlanmasıyla birlikte tesisin bakım, işletme eylemleri ile varlıklarının verimli bir şekilde yönetilmesi sürecidir. Binaya ait ekipman ve kurulu sistemler (örn; güvenlik, yangın, akıllı bina sistemleri vb.) gibi fiziksel değerleri kapsayan bu varlıklar, kullanıcı ve işvereni uygun maliyet açısından tatmin edecek yönetim anlayışıyla idare edilmelidir. BIM teknolojisi, finansal kararların alınması, kısa, orta ve uzun vadeli planlamaların kurgulanması ve iş emirlerinin programlanması eylemlerinde işletme yöneticilerine yardımcı olmaktadır. Ayrıca yapım sonrası süreçte dönemsel olarak servislerine gereksinim duyulan varlıkların yapıdaki konumları da BIM modelinde kayıt altına alınarak kullanıcıların bilgisine sunulmaktadır.

Varlık yönetimi sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [66, 80]:

- Ekipman durum değerlendirmelerinin dönemsel olarak analiz edilmesini sağlar.
- Varlıkların teknik şartname ve kullanım kılavuzlarını modele bağlayarak kullanıcıların gereksinim halinde hızlı bir şekilde ulaşmasına yardımcı olur.
- Varlıklara ait envanter listeleri, garanti belgeleri, maliyet verileri, güncellemeler, bakım periyotları, üretici firma bilgileri, bakım geçmişi ve işlevleri gibi verileri model bünyesinde tutar.
- Varlık verilerinin tesis yönetimi tarafından güncellenmesine olanak verir.
- Ekipmanın işletilmesi ve zamanı geldiğinde değişimi için gereksinim duyulan bütçeyi hesaplar.
- Bakım ekibi için otomatik bakım iş emirleri üreterek sistemin sürekliliğine katkıda bulunur.

3.4.23 Mekân organizasyonu

Binada yer alan mekânların, kullanıcıların gereksinim duyduğu fonksiyonlar doğrultusunda verimli bir şekilde organize edilme ve yönetilme sürecidir. Tesis yönetimi, mevcut mekân kullanımlarının verimliliğini BIM modeli üzerinden denetleyerek, binanın gereksinimleri doğrultusunda işlev değişikliği kararları alabilmektedir. İşleyişinin canlı organizmalardan farkı olmayan binaların tesis

yöneticilerinin yapıdan maksimum verimi elde edebilmesi için süreç içerisinde değişkenlik gösteren mekân kullanımlarını izlemesi ve gereksinim duyulan ve gerek kalmayan işlevler doğrultusunda mekân organizasyonunu revize etmesi gerekmektedir. Bu sayede projenin işletme evresinde mekânsal kaynakların etkin bir şekilde kullanımı sağlanabilir. Bu uygulamada BIM modeliyle entegre biçimde çalışmak üzere kodlanmış mekân izleme yazılımları tercih edilmektedir.

Mekân organizasyonu sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [52, 54]:

- Mekân kullanım düzenlerini sağlıklı bir şekilde takip ve analiz ederek bu konudaki gereksinimlere hızlı cevap verir.
- Binanın işlevsel dönüşüm planlama ve yönetimi ile ilgili verimliliği sağlar.
- Tesis için gelecekte gereksinim duyulabilecek mekânların planlamasına yardımcı olur.

3.4.24 Afet planlaması

Acil durum müdahale ekiplerinin kritik yapı bilgilerini BIM modelinden edinme sürecidir. BIM, bina güvenliği ile ilgili acil durumlarda gereksinim duyulan önemli verileri ilgililerine temin ederek herhangi bir sorun yaşanmadan olası güvenlik risklerinin en aza indirilmesine yardımcı olmaktadır. Modelden elde edilen kat planları, ekipman şemaları gibi sabit yapı verileri bina otomasyon sistemleri (BAS) ile kablosuz bağlantı üzerinden bütünleştirilerek müdahale ekiplerinin gereksinimleri anında kullanabilecekleri şekilde hizmetlerine sunulmaktadır. BAS ile eşleştirilen BIM modeli, acil durum anında sorunun yaşandığı bölgeyi açık bir şekilde göstermekle birlikte, olay yerine tehlikesiz ve hızlı ulaşım yollarını da planlamaktadır.

Afet planlaması sürecinde BIM kullanımının faydaları şunlardır [87]:

- Polis, itfaiye, ambulans gibi acil durum müdahale ekiplerinin tehlike anında kritik enformasyona ulaşmalarını sağlar.
- Acil durum müdahale organizasyonunun verimliliğini arttırarak insan hayatının korunmasına yardımcı olur.
- Acil durum müdahale ekiplerinin güvenliğini tesis eder.

3.5 BIM Uygulama Planı

Kullanıcılarına proje ile ilgili gereksinim duyulan bütün verileri sağlayabilme potansiyeline sahip BIM teknolojisinin, iyi kurgulanmış bir uygulama planına ihtiyacı vardır. BIM uygulama planı, BIM kullanımının hedefleri ile BIM kullanım sınıflandırma sistemi arasındaki iletişimi tasarlar. Süreç içerisinde kullanım düzeyine göre güncellenmesi gereken BIM uygulama planının, inşaat sektörü katılımcıları tarafından genel kabul gören proje yaşam döngüsü süreçleri üzerinden hazırlanması gerekmektedir. Her firma, kendi iş yapma kültürüne uygun bir uygulama planı şablonu hazırlayabilmektedir.

Sağlıklı ve işler bir BIM uygulama planının, hakediş uygulamalarında taraflara önemli katkılar sağlayacağı öngörülmektedir. Sorumluluk tanımları, organizasyon şeması, iş akış düzeni, dosya dağıtım hiyerarşisi gibi yapım sürecinde ihmal edilme olasılığı yüksek konu başlıklarını tanımlı hale getiren bir uygulama planında, aynı başlıkların hakediş uygulaması için de düzenlenerek, sürecin, taraflar tarafından talep edilen sistematige oturtabileceği düşünülmektedir. BIM uygulama planına gösterilen özenin, süreç içerisinde olumlu anlamda geri dönüşlerinin olacağı öngörülmektedir. Halihazırda gelişmekte olan BIM teknolojisinin kullanımı sırasında ortaya çıkan ve süreç öncesinde tahmin edilebilme ihtimali bulunan problemlerin devre dışı bırakılması sağlıklı bir uygulama planı ile gerçekleştirilebilir. Standart bir BIM uygulama planında yer alması muhtemel başlıklar şu şekildedir [88]:

- Organizasyonel BIM uygulama planı: Uygulama öncesinde genel tablonun bütün detaylarıyla belirlenmesi amacıyla hazırlanır. Projenin BIM hedefleri, sorumluluk tanımları, dosya adlandırma sistemi, eğitim gereksinimleri, modelleme nesne özellikleri, yazılım seçimi, ölçü biriminin belirlenmesi, altyapı gereksinimi gibi en ince detaylara ait kararların yer aldığı başlıktır.
- Proje BIM uygulama planı: Uygulama planının, projenin BIM ile ilgili uygulamaya dair bütün verilerini bünyesinde barındıran bölümüdür. Modelleme planı, model yöneticileri, modellemede nesne özellikleri, detay seviyesi, projenin kilometre taşları, analiz planları, doküman yönetimi, yetki ve erişim gibi hassas konular ile ilgili stratejilerin yer aldığı bu başlık, BIM modelinin süreç içerisindeki gelişimini önemli ölçüde etkileyebilme potansiyeline sahiptir.

3.6 BIM İşbirliğini Engelleyen Faktörler

BIM teknolojisi, tasarım ve yapım dünyasına pek çok farklı açıdan kazanımlar sağlamasına karşın, hâlihazırda gelişmekte olan bir sistem olması sebebiyle çözülmeye ve üzerinde düşünölmeye gereksinim duyulan bazı konuları da bünyesinde barındırmaktadır. Temel hedefi disiplinlerarası kusursuz sistematik kurmak olan BIM uygulamaları öncesinde ve sırasında karşılaşılan engel ve sorunların pek çok farklı etkenden kaynaklandığı, sistem kullanıcılarının geri bildirimleri (feedback) ile tespit edilmiştir ve edilmeye de devam etmektedir [77]. Uygulamanın karmaşık yapısı sebebiyle, sorunların hızlı bir şekilde çözülmemesi halinde, birbirine bağılı süreçlerin domino taşı etkisiyle başarısız sonuçlar verebileceğı öngörülmektedir.

BIM sürecini aksatan sorun kaynaklarının sağlıklı bir şekilde tespit edilmesinin, çözüm noktasında atılacak en önemli adım olduğı düşünölmektedir. Bu sebeple, sorunların sağlıklı bir şekilde tanımlanabilmesi adına, BIM teknolojisinden faydalanılarak yürütölen süreçlerde karşılaşılan olumsuz durumlar çeşitli literatür araştırmalarıyla irdelenmiştir. Bu araştırmalar sonucunda BIM işbirliğini engelleyen faktörler, aşağıda başlıklar halinde derlenmiştir [8, 52, 55, 59, 60, 61, 70, 71]:

Sözleşmesel faktörler

- BIM modelinde yer alan verilen uygunluğu ve doğruluğı ile ilgili sorumluluk tanımının tam anlamıyla ortaya koyulmaması
- BIM modelinin yasal zeminde karşılık bulamaması sebebiyle bilgilerin hala kâğıt tabanlı dökümanite edilmesi karışıklığı
- Taraflar arası sözleşmelerde doğrudan BIM modelinin referans gösterilememesi
- Sözleşmede BIM teknolojisinin proje içinde kullanım alanlarının açık bir şekilde belirtilmemesi
- Disiplinlerarası BIM ortak dilinin oluşturulmaması
- BIM modeli teslim yönteminin standardize edilmemesi
- Projenin farklı aşamalarında BIM modelinden beklenen olgunluk düzeylerinin açık bir şekilde ortaya koyulmaması

- Sözleşme ekiplerinin, detaylı BIM modellerine karşın projeleri hala çıktı olarak talep etmesi
- BIM verileri kullanım yetkilerinin detaylı bir şekilde belirlenmemesi
- Şirket içi kurumsal BIM planı, proje bazlı BIM planı ve bir ülkeye ait ulusal BIM planı tanımları arasındaki sınırların iyi çizilmemesi
- BIM modeli mülkiyet sorunu (Modelin üzerinde tasarruf hakkının tasarımcıya mı, yoksa işverene mi ait olduğu sorunsalı)

Teknik faktörler

- Disiplinlerarası karşılıklı çalışabilirlik kültürünün oluşmaması
- Proje yöneticilerinin, BIM modeliyle birlikte projenin iki boyutlu çizim formatını talep etmesi ve sonrasında sadece iki boyutlu çizimler üzerinden projeyi okuması, süreci modelden bağımsız yürütmeye çalışması
- Farklı disiplinlerin BIM yetkinlik düzeylerinin birbirinden farklı olması
- Enformasyon yönetimi eksikliği sebebiyle, modelde gereksiz veri tekrarı görülmesi
- Sorumluluk zincirindeki aksaklıklardan kaynaklanan revizyon izleme eksikliği
- Farklı disiplinlerin, birbirlerinin BIM teknolojisi gereksinimlerini bilmemesi
- Proje katılımcılarının, model verilerinin hangisinin, hangi aşamada ve ne amaçla kullanılacağı konularına hâkim olmaması
- Tasarım, yapım ve işletim süreçlerinde BIM detay seviyelerinin ihtiyaca uygun belirlenmemesi sonucu detaysız veya gereksiz detaylı ürünler elde edilmesi
- Model içeriğinin mevcut durumunu ve doğruluğunu denetleyen standart yöntemlerin olmaması
- Mevcut BIM teknolojisinin tek disiplin uygulamalarında başarılı sonuç verirken disiplinlerarası çalışma konusunda sorun yaşaması

Ekonomik faktörler

- BIM teknolojisine yapılan yatırımın getirisinin hemen gerçekleşmemesi
- BIM ilk yatırım maliyetinin yüksek olması (yazılım, ekipman vb.)
- BIM uygulamasının sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için personelin detaylı bir eğitim alma zorunluluğu (Personelin eğitim aldığı ve sisteme alıştığı süre içindeki işgücü kaybı ve sürecin marjinal maliyeti)
- İlk defa BIM ile yürütülecek proje sürecinde uygulama hatalarından kaynaklanacak zaman ve maliyet kayıpları
- İşverenlerin BIM geçiş sürecine ayırması gereken bütçe ve zamanı doğrudan proje sürecine aktarmayı tercih etmesi (BIM geliştirme sürecinin zaman kaybı olarak değerlendirilmesi)
- BIM'in hala gelişim aşamasında olması sebebiyle, inşaat sektörünün bu yeni teknolojiye uyum sürecinin yavaş ilerlemesi
- Tasarımı tamamlanan ve bütçesi çıkarılan projelerde BIM'e geçme fikrinin akılcı bulunmaması

Sosyal / Psikolojik faktörler

- Detaylı enformasyona sahip olmamaları sebebiyle, işverenlerin BIM teknolojisine karşı düşük ilgi göstermesi
- Piyasaya geleneksel proje sürecinin hâkim olması
- Değişime karşı gösterilen direnç
- Farklı disiplinler arasında görülen takım olma bilinci sorunsalı (Bazı ekiplerin, sürecin en önemli parçası olduğu yanılığısına düşmesi)
- BIM uygulaması için alınan eğitimlerin her personelde başarılı sonuç vermemesi (BIM'in tam anlamıyla uygulanabilmesi için, vektörel çizim programlarından farklı olarak, katılımcıların yapı elemanları ve proje bileşenlerine hâkim olması zorunluluğu)
- BIM'in, alışılmışın dışında tamamen yeni iş akışları önermesi
- Mimarın, BIM'in fazla sistematik yapısı sebebiyle kendini sınırlandırılmış hissetmesi

Hakediş-BIM entegrasyonunun sağlıklı bir şekilde kurulabilmesi için, yukarıda yer alan BIM kullanımını engelleyici faktörlerin göz önünde bulundurulması gerektiği öngörülmektedir. Bu sistematığın işlerliğini sağlayabilmenin, BIM'e ait olumsuzlukların giderilmesi ile doğrudan ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu sebeple öncelikle, hakediş düzenleme ile bağlantılı BIM kullanımını engelleyici faktörlerin irdelenmesi gerekmektedir.

Sözleşmesel faktörler

- Modele ait sorumluluk tanımının tam anlamıyla ortaya koyulamaması, model verilerinin doğruluğunu tartışmalı hale getirebilir. Bu durumda hakediş hazırlanırken kullanılması düşünülen model verilerinin güvenilirliğini olumsuz etkileyebilir.
- Sözleşme ile projedeki konumu sağlamlaştırılmayan BIM modelinin, hakediş gibi hassas ve yasal zemine ihtiyacı olan bir uygulamada kullanılması mümkün olmayabilir. Taraflar arasında ortaya çıkabilecek anlaşmazlık durumlarında, projeye ait imalat verilerinin modelden temin edilmesinin yasal olarak anlam ifade etmemesi, işveren ve yüklenicinin hakediş sürecinde BIM kullanımı konusundaki motivasyonlarını olumsuz etkileyebilir.
- İşveren ile yüklenici arasında imzalanan sözleşmede BIM kullanım alanlarının net bir şekilde ortaya koyulmaması sonucu, yapıyı bütünsel olarak bünyesinde barındıran bir model ortaya çıkmayabilir. Bu durumda yüklenici, hakediş aşamasında bazı imalatlara ait verilerin temininde, kendi inisiyatifi doğrultusunda modelden faydalanmayabilir.
- Alt yükleniciler tarafından hazırlanan BIM modellerine ait standartların sözleşmede yer almaması sonucunda, birbirinden bağımsız ve birbirine entegre olması mümkün olmayan modeller oluşabilir. Yüklenicinin faydalanamayacağı modellerin hakediş aşamasında süreci olumlu anlamda etkilemeyeceği düşünülmektedir.
- BIM modelinin detay düzeyi ile alakalı sözleşmede açıklayıcı bir madde olmaması sebebiyle, hakediş aşamasında, imalatlar ile ilgili, beklentilerin altında detay seviyesi ile karşılaşılabılır. Bu durumda tamamlanan uygulamalar tam anlamıyla hakedişe yansıtılamayabilir.

- *Proje için hazırlanan kapsamlı BIM modelinin dijital format olarak sözleşmede yer almaması ve işverenin sadece iki boyutlu çıktılarının yasal kimliğe sahip olabileceği düşüncesine sahip olması sonucu hakediş aşamasında projenin detayları açısından problem yaşanabilir. Detaylı bir BIM modelinde bütün detayları çıktıya dönüştürmenin teknik olarak çok zor bir uygulama olacağı ve bu dönüşümde veri kayıpları yaşanabileceği düşünülmektedir.*

Teknik faktörler

- Yapım sürecinde yer alan disiplinlerin birbirleriyle uyum içinde çalışmaması sebebiyle, hazırlanacak BIM modelinin, hakediş sürecine altlık oluşturacak işlevsellikte olmayacağı düşünülmektedir.
- Proje yöneticilerinin BIM teknolojisine uzak olması, hiyerarşide yer alan ve bu konuda yetkinliği bulunan çalışanları olumsuz etkileyebilir. Model üzerinden yürütülen hakediş çalışmaları konusunda BIM alanında tecrübesiz bir yöneticiyi ikna etmenin ciddi mesai isteyeceği öngörülmektedir.
- Farklı BIM yetkinlik düzeylerine sahip olan disiplinlerin ortaya sağlıklı ve verimli bir model çıkarması mümkün olmayabilir. Bu durumda taraflar, bütün disiplinlerin hakediş süreçlerinin yürütülebileceği tek bir modelin oluşturulması konusunda zorlanabilir.
- BIM modeli enformasyon idaresinin sağlıklı işlememesi sebebiyle modelde tekrar eden gereksiz bilgi yükü, hakediş aşamasında metrajların uygulanan miktarlardan fazla çıkmasına ve hesabın hatalı yapılmasına sebep olabilir.
- Hiyerarşideki sorumluluk dağılımının sağlıklı işlememesi sebebiyle sahada gerçekleştirilen revizyonların modele aktarılmaması sonucu hakediş aşamasında tarafların hesapları arasında sapmalar görülebilir.
- Modelin güncelliğini denetleyen bir birimin olmaması sonucu bazı imalatların projenin eski halindeki metrajlar ile hakedişe aktarılması, yapım maliyetini işveren ya da yüklenici açısından olumsuz anlamda etkileyebilir.

Ekonomik faktörler

- BIM'e geçiş sürecinde personelin alması gereken eğitim konusunda işveren ve yüklenicinin sabırlı olmaması sonucu teknolojiye tam anlamıyla hakim

olamayan çalışanlar, hakediş aşamasında, teknik bilgi eksikliği sebebiyle firmalarını olumsuz etkileyecek hatalar yapabilir. Bu durumu gören yöneticilerin suçu BIM teknolojisine yükleyerek hızla eski manuel hakediş sistemine dönmelerinin, BIM'e her geçen gün hızla adapte olan inşaat dünyasında, orta vadede, firmalara marjinal kayıpları yaşatacağı öngörülmektedir.

- Halihazırda sektörde aktif bir şekilde BIM kullanan yüklenici sayısının azlığı sebebiyle, hakediş süreçlerinde bu teknolojiye faydalanılamaması sonucu firmaların farkedemedikleri zaman ve maliyet kayıpları yaşadıkları düşünülmektedir.
- Yapım aşamasına gelmiş ve bütçesi belirlenmiş projelerde sürece BIM ile devam etmenin akılcı olmayacağını düşünen işverenlerin, teknolojinin hakediş sürecine yapacağı olumlu etkiyi göremedikleri düşünülmektedir.

Hakediş düzenleme uygulamasının BIM ile entegrasyonunun sağlıklı bir şekilde kurgulanabilmesi için öncelikli olarak BIM ile ilgili engelleyici faktörlerin ortadan kaldırılması gerektiği ve ancak bu şekilde beklentileri karşılayabilecek bir sistematüğün oluşturulabileceği öngörülmektedir.

3.7 BIM Kullanımını Teşvik Eden Faktörler

Proje yaşam döngüsünün her evresi ile ilgili gerekli veriyi bünyesinde bulundurabilme potansiyeline sahip BIM teknolojisi, süreçte yer alan her katılımcı için ayrı bir önem taşımaktadır. Yalnızca üç boyutlu model olma özelliğinin ötesinde, yapının kapsamlı bir kütüphanesi olarak nitelendirilebilecek BIM modeli, işveren, mimar ve yükleniciler için farklı ihtiyaçlara cevap verme özelliği taşıyabilmektedir. Bu doğrultuda, proje tarafları için BIM kullanımını teşvik eden farklı unsurlar işveren, tasarımcı ve yüklenici başlıkları altında değerlendirilebilir.

İşveren açısından BIM kullanımını teşvik eden faktörler şu şekilde sıralanabilir [59]:

- Bina performansının artırılmasına yönelik tutarlı çalışmalar yapılması
- Projeye ilişkin detayların önceden belirlenebilmesi sonucu karşılaşılabilecek finansal riskin minimize edilmesi

- İş programındaki uygulamaların birbirine entegre edilmesiyle birlikte proje takviminin kısaltılması
- Tutarlı ve sonuca yakın maliyet tahminlerinin yapılması
- Öngörülen iş programına bağlı kalınması
- Projenin müşteriye detaylı modeller üzerinde etkili biçimde aktarılması
- Proje için hazırlanan modelin reklam ve pazarlama aşamalarında kullanılması ve bu sayede maliyetlerin düşürülmesi
- Tesis işletme ve bakım-onarım hizmetleri yönetiminin optimize edilmesi ve yapım sonrası sürece ilişkin maliyetlerin yapı tamamlanmadan tespit edilmesi

Tasarımcı açısından BIM kullanımını teşvik eden faktörler şu şekilde sıralanabilir [8, 52, 53]:

- Verimli ve rasyonel bir tasarım süreci sunması
- Yapım aşamasında karşılaşılabilecek sorunların önceden tespit edilerek çözülmesi
- Projede ihtiyaç duyulabilecek revizyon oranlarının minimize edilmesi
- Tasarım süreci yönetiminin tek bir model üzerinden yürütülmesi
- İşveren ve yüklenici ile işleyen ve sağlıklı bir iletişim zemini hazırlanması
- Tasarımın erken safhalarında yapılan hataların otomatik olarak düzeltilmesi
- Çoklu tasarım disiplinleri arasında eşzamanlı ve işbirlikçi çalışma ortamı oluşturulması
- Konsept aşamasından uygulama safhasına kadar tutarlı tasarım sürecinin yürütülmesi
- Analiz araçları kullanılarak projede enerji verimliliğinin artırılması ve sürdürülebilirliğin sağlanması
- Sonuca yakın maliyet tahmini için tutarlı metraj çıkarılması
- Arazi- yapı uyumunun kontrol edilmesi

Yüklenici açısından BIM kullanımını teşvik eden faktörler şu şekilde sıralanabilir [53, 63]:

- Çakışma denetiminin hızlı, pratik ve sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesi
- İnşası planlanan yapının ve yapıya ait detayların dijital ortamda bire bir görselleştirilmesi
- Şantiyede karşılaşılabilecek muhtemel, yapım ile doğrudan ve dolaylı yoldan ilişkili problemlerin minimize edilmesi
- Birimler arası koordinasyonun sadeleştirilmesi sonucu iş programının optimum hale getirilmesi
- Prefabrikasyon imalat yöntemi kullanılabilecek yapı bileşenlerinin sağlıklı tespiti sayesinde düşük maliyetle yüksek kalitede ürün elde edilmesi
- Dijital ortamda imalatlar ile alakalı test modeller (mock-up) oluşturulması
- Şantiye koşulları göz önünde bulundurularak çoklu senaryo üretilmesi ve saha imalat ve işleyişine ilişkin en uygun programın belirlenmesi
- Teknik olmayan personele son ürünün, yapı tamamlanmadan dijital ortamda hazırlanan görsel sayesinde aktarılması
- Hatalı imalat oranının minimize edilmesi sonucu garanti maliyetlerinin düşürülmesi
- Yapım aşamasında ortaya çıkabilecek problemlerin kaynağını önceden tespit edebilmek için yapım sürecinin simule edilmesi
- Yapım aşamasından önce tasarım ve model kaynaklı hataların denetlenmesi
- Yalın inşaat tekniklerinin kolay uygulanabilir hale getirilmesi ile birlikte proje genelinde israfın minimize edilmesi

BIM kullanımını teşvik eden faktörler incelendiğinde, bu teknolojinin, hakediş gibi sistematik altyapıya ihtiyaç duyan bir uygulamada kullanılmasının taraflar arasındaki ödeme süreçlerine olumlu katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Proje sürecinde tarafların BIM kullanımını teşvik eden ve hakediş süreciyle doğrudan ilişkili olduğu düşünülen faktörler şu şekilde sıralanabilir:

- Tutarlı ve sonuca yakın maliyet tahminlerinin yapılması: Yapım süreci öncesinde hazırlanan gerçeğe yakın maliyet tahmini verileri, hakediş aşamasında -yapım sürecinde beklenenin dışında gelişmeler yaşanması

haricinde- karşılaşılan sapmaların tekrar sorgulanmasına olanak sağlayarak olası fazla ya da eksik ödemenin önlenmesi konusunda tarafları bilgilendirebilir.

- Yapım aşamasında karşılaşılabilecek sorunların önceden tespit edilerek çözülmesi: Hakediş süreçlerini çıkmaza soktuğu düşünülen öngörülemeyen gelişmeler, tasarım safhasında BIM modeli üzerinden tespit edilip çözülerek hakediş sürecine dolaylı yoldan katkıda bulunabilir.
- İşveren ve yüklenici ile işleyen ve sağlıklı bir iletişim zemini hazırlanması: Hakediş sürecinin katılımcıları olarak nitelendirilebilecek işveren ve yüklenici arasındaki iletişimin, hakediş sürecinin sağlıklı işleyebilmesinde rol oynayan en önemli aktör olduğu düşünülmektedir. Bu sebeple taraflar arasında anlaşmazlık ve çatışma durumlarında BIM modelinin etkili olacağı öngörülmektedir.
- Çoklu tasarım disiplinleri arasında eşzamanlı ve işbirlikçi çalışma ortamı oluşturulması: Yapım aşamasında birbirleriyle uyum içerisinde çalışma zorunlulukları bulunan yüklenicilerin, hakediş süreçlerini zamanında tamamlayarak ödemelerini alabilmeleri için, işlerini taahhüt ettikleri tarihte bitirmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda ilişkili imalatların ihtiyaç duyacağı koordinasyonun BIM modeli kullanılarak kurgulanabileceği düşünülmektedir.
- Sonuca yakın maliyet tahmini için tutarlı metraj çıkarılması: Maliyet tahmini için gerçeğe yakın metraj verileri hazırlayan BIM modelinden, hakediş aşamasında tamamlanan imalat miktarlarının tespiti için de faydalanılabileceği öngörülmektedir.

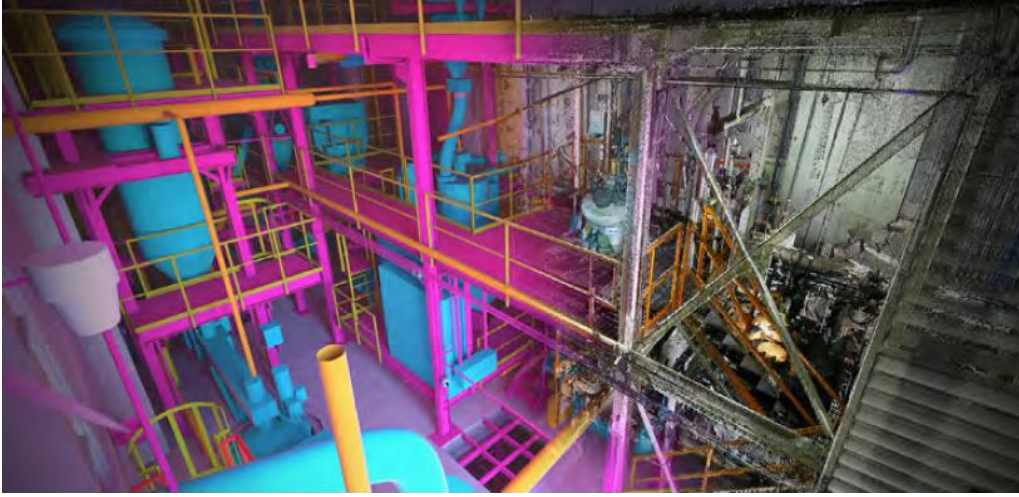
3.8 BIM Teknolojisinin Geleceği

BIM ile birlikte inşaat dünyasında gözle görülen değişim, teknolojik gelişmelerin yanı sıra, sektör paydaşlarının değişim kültürünü benimsemesi konusunda büyük öneme sahiptir. İnşaat sektöründe rol alan katılımcıların geniş bir vizyona sahip olması, BIM teknolojisine geleceği açısından çok önemlidir. Çünkü BIM’de bir sonraki adımın, inşaat sektörü katılımcılarının hayal dünyasında saklı olduğu öngörülmektedir. Geçmişte vektörel çizim programlarının asla elle çizimin yerini

alamayacağını düşünen gelenekçilerin, bugün BIM teknolojisinin vektörel çizim programlarının yerine geçemeyeceğini iddia eden bir anlayışla paralel düşünce yapısına sahip olduğu düşünülmektedir.

BIM, üç boyutlu model yazılımı olmanın ötesinde, proje yaşam döngüsü evrelerinin tamamını kapsayan bütünleşik ve disiplinler üstü bir araç olma hedefi taşımaktadır. Mevcut BIM teknolojisine geldiği nokta göz önünde bulundurularak, sistemle ilgili kısa ve orta vadede karşılaşılması olası gelişmeler şu şekilde sıralanabilir [52, 54]:

- BIM üzerinden oluşturulan model, taraflar arası sözleşme niteliği taşıyabilir. Sürece dair bütün verileri bünyesinde barındıran bir model, işveren ile yüklenici arasında yasal bir zemin oluşturabilir.
- Mimarlık-mühendislik fakültelerinin eğitim anlayışı BIM merkezli yeni bir sisteme evrilebilir.
- Yeni binaların yanı sıra, şehirde yer alan tüm yapıların BIM modelleri oluşturularak sanal dünyada 'BIM Şehirleri' kurulabilir. Bütün şehir düzeni tek bir model üzerinden kontrol edilebilir.
- İnşaat dünyasında kâğıt kullanımı BIM sayesinde sıfıra düşürülebilir.
- Malzeme tedarik firmaları, ürünlerinin özelliklerini BIM nesne kütüphanelerine işleyerek, projelerde kullanılmasını teşvik edebilir. Bu sayede modelde tercih edilen ürünün üreticisi, otomatik sipariş özelliği ile gereksinim duyulan miktarda ürünü stoklarında bulundurarak, günü geldiğinde doğrudan şantiyeye gönderebilir.
- Oluşturulan bütün BIM modellerinde sanal gezinti gerçekleştirilebilir. Kullanıcıların mekânları yapım öncesinde deneyimlemesi sağlanarak, geri bildirimler doğrultusunda projede revizyon yapılabilir.
- Projede tamamlanan imalatlar, Şekil 3.15'teki gibi BIM modeli ile uygun teknoloji kullanılarak karşılaştırılabilir [61]. Olası yanlış imalatlar model üzerinden pratik bir şekilde tespit edilerek gerekli revizyonlar yapılabilir.



Şekil 3.15 : Model ve lazer tarama katmanları [61].

3.9 BIM Teknolojisi ile Hakediş Uygulaması Yöntemleri

BIM teknolojisi, proje yaşam döngüsünü bütüncül olarak ele alabilme yetisine sahiptir ve bu özelliği ile yakın gelecekte bütün süreç ve disiplinleri kendi çatısı altında toplayacağı öngörülmektedir. Gelişme sürecinde olan BIM'in bir problem ile ilgili net bir çözümünün olmadığı durumlarda dahi, kullanıcı ve uzmanların sorun ile ilgili, BIM'in vizyonu ve temel çalışma prensipleri doğrultusunda çeşitli yorum ve senaryolar üreterek çözüme altlık hazırladıkları gözlemlenmiştir. Bu durum, çalışma kapsamında araştırılan hakediş-BIM bütünleşmesi üzerinden örneklendirilecek olursa; literatür araştırması kapsamında BIM teknolojisi kullanılarak hakediş hazırlama ile alakalı net bir bilgiye ulaşılamamıştır. Fakat maliyet tahmini ve maliyet kontrolü konu başlıkları üzerinden hakediş düzenlemesine geçiş yapılabileceği öngörülmüştür. Yani günümüzde BIM teknolojisi ile hakediş hazırlanması konusunda tamamlanmış bir çalışma bulunmamakla birlikte, ilişkili konular ile alakalı yapılan çalışmaların, kısa zaman içerisinde hakediş düzenleme sürecine de etki edeceği tahmin edilmektedir. BIM gelişim sürecinin, önce hayal etme, sonra soru sorma ve en son olarak da hayata geçirme iş akışı ile yürütüldüğü düşünülmektedir. Bu bağlamda, çalışma kapsamında hayal etme ve soru sorma evrelerinin tamamlanması beklenmektedir.

Mevcut durumda BIM model yazılımlarının tek başına hakediş dosyasını hazırlamasının pek mümkün olmadığı düşünülmektedir. Bu sebeple kullanıcıların BIM teknolojisi üzerinden hakediş sürecini yürütebilmeleri için uygun yöntemler geliştirmeleri gerekmektedir. Bu yöntemler; hakediş yazılımlarına veri sağlama, BIM

modeli ile hakediş yazılımları arasında doğrudan bağlantı kurma ve özel metraj araçları kullanma olarak üç başlık altında değerlendirilebilir [59]:

3.9.1 BIM modelinden hakediş yazılımlarına veri sağlama

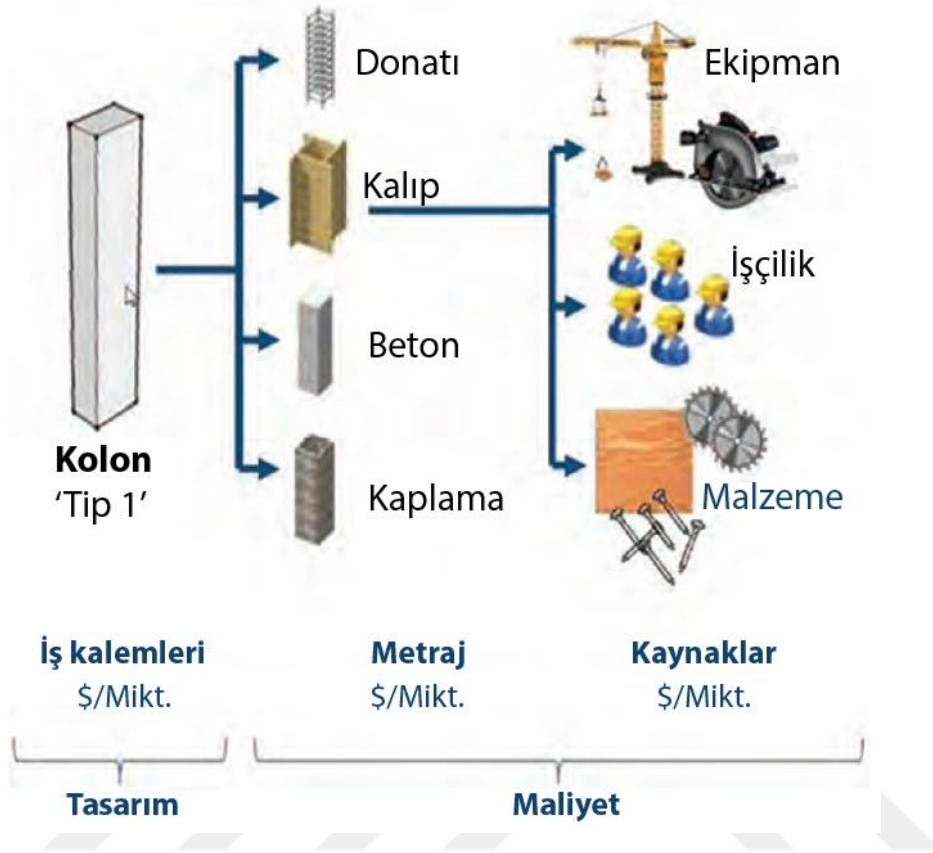
İlk seçenek, yazılım firmaları tarafından tasarlanan bazı BIM modelleme araçları, hakediş için gerekli verileri model üzerinden ölçümleyip çıkartabilir. Bu araçlar aynı zamanda imalat verilerini modelden farklı bir elektronik tablo ya da harici bir veritabanına aktarabilme özelliğine sahiptir. Amerika Birleşik Devletleri'nde BIM modellerinden elde edilen imalat verilerini işleyebilme özelliğine sahip yazılım üzerinde ticari yazılım olduğu bilinmektedir [59]. Buna rağmen, elektronik tablo yazılımlarının, maliyet kontrol yazılımlarına oranla hakediş sürecinde daha yoğun kullanıldığı tahmin edilmektedir. Hakediş sürecinde görev alan firma yetkilileri için metraj düzenlemeleri için elektronik tablo yazılımlarını yeterli bulduğu düşünülmektedir. Bu sebeple kullanıcılar için modelden metraj verilerinin alınması yeterli bulunmaktadır. Bu yaklaşımın, standardize edilmiş bir modelleme sürecinin kurulması ve ona adapte olunması ile mümkün olabileceği ve tablo yazılımlarına veri aktarma dışında BIM modelinden faydalanabilmek için bir sonraki aşama olan yazılımın modele direk bağlanması yöntemine ihtiyaç duyulmaktadır [59].

3.9.2 BIM modeli ile hakediş yazılımları arasında doğrudan bağlantı kurma

İkinci alternatif, bir eklenti ya da üçüncü parti yazılımlar aracılığı ile BIM modelini maliyet kontrol yazılımlarına doğrudan bağlamaktır. Innovaya®, U.S. Cost® ve Vico® Office bu bağlantıyı kurma özelliğine sahip kapsamlı programlardan bazıları olarak gösterilebilir [91]. Bu araçlar, hakediş için gerekli verileri BIM modelinde yer alan yapı bileşenlerinden doğrudan bağlantı yoluyla elde ederek, bünyelerinde barındırdıkları maliyet veritabanı yoluyla toplam tutarı hesaplayabilmektedir. Maliyet veritabanları, bir yapı bileşeninin uygulanması için gerekli süreç verilerine, ve bu veriler ışığında sürecin mali analizini yapabilme özelliğine sahiptir [59].

Maliyet kontrol yazılımları model bileşen üst verilerini kullanarak doğrudan imalat miktarı belirleyebildiği gibi, aynı zamanda manuel olarak veri girişine de olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte maliyet tahmin ve kontrol araçları, işçilik, ekipman ve malzeme gibi maliyeti doğrudan ilgilendiren veri kaynaklarını da içermektedir. Yalnızca metraj ve birim fiyat bilgileri, bir hakediş dosyası için yeterli olmamaktadır.

Şekil 3.16’da bir kolonun yükleniciye maliyetini belirleyen temel parametreler gösterilmektedir [61].



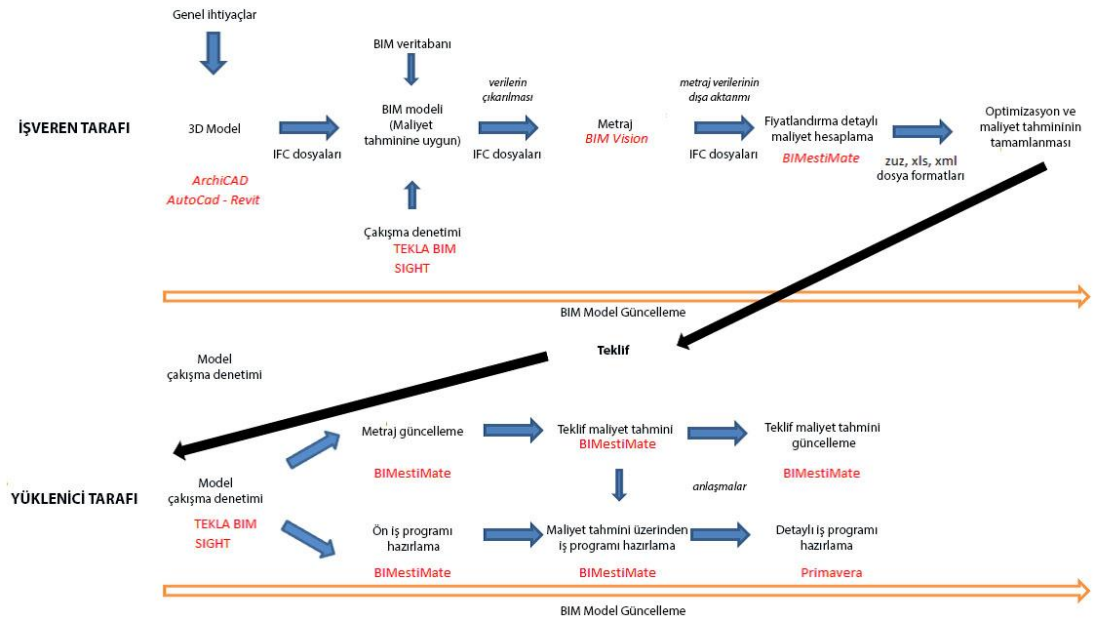
Şekil 3.16 : 5D veri akış diyagramı [61].

Model bağlantılı yazılımlar, maliyet verileri ile iş programını ilişkilendirerek bütçenin takip edilmesine de yardımcı olmaktadır. Bu sayede yazılımların, hangi hakedişte yaklaşık ne kadar ödeme alınabileceği ile alakalı yüklenici firmalar için bir öngörü sağlayabileceği tahmin edilmektedir. Aynı şekilde yüklenicilerin, BIM model üst verilerini hazırlarken, birlikte çalıştıkları alt yüklenici ve tedarikçilerden edindikleri ürün ve uygulama verilerinden faydalanarak, kendi hakediş süreçlerini de daha rasyonel ve pratik bir zemine oturtabilecekleri düşünülmektedir.

BIM modeli ile doğrudan bağlantılı hakediş yazılımlarında en önemli faktör, yüklenicinin kullandığı yazılımın, projenin modellendiği yazılım ile uyumlu olması olduğu düşünülmektedir. Tarafların ortak model diline sahip olmadığı ve model sahibinin erişim yetkisini sınırlandırdığı durumlarda, harici model üretimi söz konusu olabilmektedir ve bu da yüklenici için hem zaman hem de maliyet kaybına sebep olmaktadır [56]. Bu nedenle başlangıç aşamasında söz konusu yazılımların belirlenmesinin sürece pozitif etki edeceği öngörülmektedir.

3.9.3 Özel metraj araçları kullanma

Üçüncü alternatif, metraj verilerini farklı BIM model araçlarından alabilen özelleşmiş yazılımlar olarak gösterilebilir. Özel metraj yazılımları, kullanıcıya, sadece ihtiyaç duyduğu verileri modelden alabilme olanağı sağlamaktadır. Autodesk® QTO, Exactal CostX®, Vico® Takeoff Manager özel metraj yazılımlarına örnek olarak gösterilebilir [59]. Hakediş ile maliyet tahmini için model üzerinden metraj verisi elde etme sürecinin birbirine paralellik gösterdiği düşünülmektedir. Bu bağlamda, Şekil 3.17’de yer alan BIM modeli üzerinden metraj verisi elde etme ve maliyet tahmini sürecine ait konsept diyagramın, hakediş süreci için de kabul edilebileceği öngörülmektedir [93].



Şekil 3.17 : BIM maliyet tahmini süreci konsept diyagramı [93].

Bu araçlar genellikle modelde yer alan yapı bileşenlerine direk bağlanabilme, özel şartlar ekleyebilme ve görsel metraj diyagramları oluşturabilme özelliğine sahiptir. Özel metraj araçları manuel veya otomatik metraj özellikleri ile alakalı değişken destek düzeyleri sunar. Hakediş düzenleyicileri, geniş kapsamlı metraj verileri ve yapı bileşenlerine ait özel koşulları sağlıklı bir şekilde işleyebilmek için özel metraj yazılımlarının hem otomatik hem de manuel seçeneklerine ihtiyaç duymaktadır.

BIM modelinin imalata yakın detay seviyesinde üretilmesine bağlı olarak, modelde yapılan değişiklikler, metraj yazılımlarının direk bağlı olması sayesinde sağlıklı bir şekilde metraj verilerine yansıtılabilmektedir. Innovaya® yazılımı, BIM modelinden

elde edilen verileri görselleştirmektedir. Program, metraj verilerinin alındığı en son dönemden farklılık gösteren yapı bileşenlerini kendi arayüzünde oluşturduğu model üzerinde farklı renklerde vurgulayarak kullanıcıyı bilgilendirmektedir. Aynı zamanda metraj verilerine dahil edilmeyen yapı bileşenlerini de farklı renklerde işaretleme özelliğine sahiptir [92].

3.10 BIM Yaşam Döngüsü ve Hakediş Uygulaması İlişkisi

Projenin yaşam döngüsünde yer alan evreleri bütüncül olarak ele alabilme potansiyeline sahip olan BIM teknolojisi uygulamalarının desteğine, hakediş ilgilendiren konularda başvurulabileceği düşünülmektedir. Hakedişi doğrudan ya da dolaylı yoldan etkileyebileceği öngörülen yaşam döngüsü evreleri ile alakalı BIM yaklaşımı ve hakediş ilişkisi aşağıda yer alan başlıklar altında değerlendirilebilir:

3.10.1 Maliyet tahmini ve metraj

Yapım süreci öncesinde BIM modelinin desteğiyle hazırlanan maliyet tahmini ve metraj çalışmaları, yapım süreci esnasında hazırlanan hakediş dosyalarının kontrolü amaçlı kullanılabilir. Yapı bileşenlerinin uygulanan miktarları ile bütçe oluşturmak için hazırlanan maliyet tahmini çalışmalarında hesaplanan miktarlar arasındaki sapma kontrol edilerek, incelenmesi gereken farklılıklar tespit edilebilir. İşveren, yapım süreci öncesinde model üzerinden elde ettiği maliyet tahmini çalışması sayesinde, hakediş dönemlerinde karşılaşması muhtemel finansal senaryolara göre kendini hazırlayarak yapım esnasında yüklenicilerin ödemesini zamanında gerçekleştirebilir.

Maliyet tahmini uygulaması yapının bütünü ile ilgili bir çalışma olması sebebiyle, yapım öncesinde kesin hakedişin bir provası olarak değerlendirilebilir. Model üzerinden elde edilen maliyet tahmin çalışmasının hakediş uygulamasına bir altlık oluşturabileceği öngörülmektedir. BIM'in yapıyı dijital ortamda inşa etme özelliğine sahip olması, yapım öncesinde hazırlanan modelin, iki boyutlu çizimlerden daha güvenilir olabileceğini düşündürmektedir. Bu sebeple BIM modelinden elde edilen metraj verileri, yapım sürecinde karşılaşılabilecek imalat verilerinden –eğer öngörüler dışında bir gelişme yaşanmazsa- farklı olması beklenmemektedir. Dolayısıyla maliyet tahmini kavramındaki tahmin kelimesinin, hakediş uygulamasından beklenen kesinlik ilkesi ile çelişmediği düşünülmektedir.

3.10.2 Süre planlaması

BIM modeli ile doğrudan bağlantılı dört boyutlu iş programının maliyet verileri ile ilişkilendirilmesi sayesinde, hakediş döneminde tamamlanan imalatların model üzerinden kontrolü sağlanarak hakediş dosyasında yansıtılabilir. Aynı yöntemle yapım sürecinin belli evrelerinde model ilişkili iş programı sayesinde geciken imalatların da tespiti yapılarak hakediş dosyasında gecikme cezası olarak işlenebilir. BIM modelinde yer alan yapı bileşenlerinin üst verilerine, imalatın ne durumda olduğu ile ilgili bilgiler girilebilmektedir. Bu sayede her uygulamanın kontrolü hızlı bir şekilde model üzerinden sağlanabilmektedir.

BIM teknolojisinin dördüncü ve beşinci boyutları arasında kurulacak sağlıklı bir bağlantının hakediş sürecine pozitif katkısı olacağı düşünülmektedir. İş programı ve maliyet planlama konularının birbiriyle entegre olması, yapım sürecinin kontrollü bir şekilde yürütülmesine olanak sağlamaktadır. Aynı şekilde hakediş düzenlemenin de iş programı ve imalatlar ile doğrudan ilişkisi olduğu göz önüne alındığında, bu bütünleşmenin hakediş sürecine yansıtılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

BIM teknolojisinin dördüncü (zaman) ve beşinci (maliyet) boyutları konusundaki gelişmişliğinin, hakediş düzenleme uygulamasında da değerlendirilebileceği öngörülmektedir. İş programı, gecikme ve maliyet verilerinin ana model üzerinde takip edilebilmesi gibi, uygulamalara yönelik enformasyonun günü gününe işlendiği bir başka modelde de yapım sürecinin ilerlemesine göre metraj ve hakediş hesabı yapılabilir. Ana model ile birebir ilişki içerisinde gelişen bu ikinci hakediş modelinin de yapım süreci boyunca işveren ile yüklenici arasındaki veri alışverişini sağlayan üst kaynak olabilmesi için gerekli sözleşmesel önlemler alınabilir.

3.10.3 Yönetmeliklere uygunluk

Çeşitli yönetmeliklere uygunluk yazılımları kullanılarak, projenin yasal zeminde kontrolü sağlanabilir. Bu sayede yüklenici, yapım sürecinde beklenmedik cezalarla karşılaşma riskini yapım öncesinde minimize ederek, öngörülmeyen maliyetlerden kurtulabilir. Bu başlığın hakediş sürecini dolaylı yoldan etkilediği düşünülmektedir.

3.10.4 Şantiye mobilizasyonu

İnşaat sahasının koordinasyonunun yapım öncesinde planlanmasının, yüklenici maliyetleri ile doğrudan ilişkisi olduğu düşünülmektedir. Örneğin; bir vincin yanlış

yere kurulması sonucu işlevsiz kalması ve ikinci bir vince ihtiyaç duyulması, ya da işçi kamplarının yanlış bir lokasyona konumlanması ve kısa bir süre sonra yer değişikliğinin e ihtiyaç duyulması gibi durumlar, yapım süreci esnasında yüklenici ile işveren arasında çözülmesi zor problemlere yol açabilir. Yüklenicinin bu maliyetleri hakedişine öngörülemeyen maliyet olarak yansıtmak isterken, işverenin de sözleşme kapsamında bu durumu kabul etmeyeceği tahmin edilmektedir.

3.10.5 Üç boyutlu koordinasyon

Model üzerinden gerçekleştirilecek disiplinlerarası çakışma denetimi uygulaması ile, yanlış uygulamaların önüne geçilerek yüklenicinin bir uygulamayı tekrarlayarak hem para hem de zaman kaybetmesine engel olunabilir. BIM uygulamasının projenin tamamında kullanılmaya başlanması ile birlikte, çakışma, eksik imalat, hatalı uygulama gibi problemlerin işveren tarafından kabul edilmeyeceği, dolayısıyla yüklenicilerin model üzerinde kontrollerini titiz bir şekilde gerçekleştirerek öngörülemeyen maliyetlerini minimize edebilecekleri düşünülmektedir.

3.10.6 Yapım sistemi tasarımı

Yapı bileşenlerinin dijital prototiplerinin oluşturulması ile, yapım sürecinde verilen birim fiyatların gerekçeleri ortaya koyulabilir. Yüklenicinin tasarladığı ya da alt yüklenicilerden edindiği nokta detayların, hakediş uygulaması esnasında işvereni bilgilendirmek için gerekli olabileceği tahmin edilmektedir. Bu şekilde birim fiyatların analizleri yazılı olarak değil, dijital olarak hazırlanabilir.

3.10.7 Saha yönetimi takibi

Saha personeli ile model üzerinden iletişim kurmak, hakediş sürecinde imalatların takibi açısından büyük önem taşımaktadır. Çünkü imalatlar ile alakalı en sağlıklı bilgi ancak sahadan elde edilebilmektedir. Bu nedenle ilgili alanlarda saha personelinin sahip olduğu verilerin modele entegre edilebilmesinin hakediş uygulamasını olumlu etkileyeceği tahmin edilmektedir.

Uyarlanabilir siber-fiziksel sistem (aCPS) olarak adlandırılan sistemde, fiziksel çevrede yer alan veriler dijitalize edilerek model üzerinde görüntülenebilmektedir [94]. Saha ekibinin çeşitli teknolojik araçlarla (RFID, RTLS, GPS vb.) tamamlanan imalatlar ile ilgili veriyi modele aktarmasının, hakediş düzenleme sürecinde altlık oluşturacak gerekli bilgiyi yükleniciye sağlayacağı düşünülmektedir.

Bir diğer durum da, yapım süreci esnasında projede gerçekleşen revizyonlardan saha ekibinin anında haberdar olması sayesinde yanlış imalatların önüne geçilerek maliyet kaybının engellenmesidir. Saha yönetimi takibi özelliğinin hakediş uygulaması ile hem doğrudan hem de dolaylı yoldan ilişkisi bulunmaktadır.

3.10.8 Kayıt modelleme

BIM modeli üzerinde gerçekleştirilen her aktivite kayıt altında tutulmaktadır. İmalatlar ile ilgili geçmişe dönük bir veri ihtiyacını modelin sağlayabilmesi durumunun, hakediş düzenleme sürecinde gerekli olabileceği öngörülmektedir. Yapıya ait ihtiyaç duyulan herhangi bir bilginin (ölçü, revizyon, detay vb.) anında temin edilebilmesi sayesinde hakediş esnasında zaman kaybına engel olacağı ve sağlıklı bir dosya hazırlanmasına katkıda bulunabileceği tahmin edilmektedir.

Bu bölümde BIM teknolojisi ile ilgili literatür araştırması sonucu elde edilen veriler paylaşarak, BIM'in hakediş süreci ile ilişkili olabilecek özelliklerinin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Bölüm sonunda BIM teknolojisi ile hakediş düzenleme sürecine ilişkin yöntemleri ortaya koyularak, hakediş-BIM entegrasyonu için hedeflenen altlığın hakediş başlığı ile birlikte irdelenmesi hedeflenmiştir. İnşaat sektöründe aktif olarak faaliyet gösteren ve BIM teknolojisinden faydalanan yüklenici firma görüşmelerinin sonuçlarının paylaşılacağı bir sonraki bölümde, BIM kullanan ve hakediş hazırlayan yüklenicilerin, hakediş ve BIM'in ele alındığı başlıkta yer alan bilgiler ışığında sorgulanması amaçlanmıştır.



4. HAKEDİŞ SÜRECİNDE BIM KULLANIMI ALAN ARAŞTIRMASI

Tezin bu bölümünde, hakediş uygulamalarında BIM teknolojisi kullanımının düzeyi ve yapım sürecine etkilerinin saptanması hedeflenmiştir. Tezin önceki bölümlerinde, hakediş ve BIM kavramları ile ilgili detaylı literatür araştırmasından elde edilen bilgilere yer verilmiş, hakediş-BIM bütünleşmesinin gerçekleştirildiği ve/veya gerçekleştirilebileceği konu başlıkları hakkında bir altlık hazırlanması amaçlanmıştır.

Bu alan çalışması, inşaat sektöründe faaliyet gösteren yüklenici firmaların hakedişten sorumlu çalışanlarıyla gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilere dayanmaktadır. Görüşülen yüklenici firma çalışanlarının hemen hemen tümünün hakediş ile alakalı ortak sorunlardan bahsetmesi, sektörde bu anlamda bir çözüme ihtiyaç duyulduğunu ve inşaat dünyasındaki gelişmeler göz önünde bulundurulduğunda, aranan çözümün BIM teknolojisi olabileceği tezinin haklılığını vurgulamaktadır. Bu bağlamda, inşaat sektöründe faaliyet gösteren, proje ve yapım aşamalarında aktif biçimde BIM kullanmakta olan yüklenici firmalar ile görüşmeler yapılarak mevcut durum ortaya konulmuştur.

4.1 Araştırmanın Amacı

Çalışmanın amaçları şu şekilde sıralanabilir:

- Günümüzde inşaat sektöründe faaliyet gösteren ve aktif olarak BIM teknolojisini kullanan yüklenici firmaların hakediş süreçlerinde BIM kullanım düzeyleri hakkında bilgi sahibi olmak
- Hakediş sürecinde BIM kullanımının yüklenici firmalara sağladığı ve/veya sağlayabileceği avantajları belirlemek
- Hakediş sürecinde BIM kullanımında yüklenici firmaların karşılaştığı engelleri belirlemek
- Hakediş sürecinde BIM teknolojisinden faydalanan firmaların engeller karşısında verdikleri tepkiler hakkında bilgi sahibi olmak

- Hakediş sürecinde BIM teknolojisinden faydalanan firmaların karşılaştıkları ve aşamadıkları sorunların çözümü ile ilgili görüşlerini almak
- Hakediş sürecinde BIM kullanımının BIM olgunluk düzeylerindeki konumunu incelemek
- Yüklenici firmaların hakediş-BIM bütünleşmesini geliştirilmesi için üzerlerine düşen sorumluluklar ile ilgili düşünce ve önerilerini almak
- Yapım sırasında BIM teknolojisinden aktif şekilde faydalanan ama hakediş sürecinde BIM kullanmayan yüklenici firmaların gerekçeleri hakkında bilgi almak

4.2 Araştırmanın Kapsamı

Tez kapsamında yürütülen alan çalışmasında, inşaat sektöründe faaliyet gösteren ve yapım sürecinde aktif biçimde BIM teknolojisinden faydalanan yüklenici firmalar ile birim fiyat usulü sözleşme ile yürüttükleri projeler üzerinden yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılması kararlaştırılmıştır. Sonucun geniş kapsamlı olması amacıyla görüşme yapılan firmaların farklı ölçekte olması hedeflenmiştir. Fakat küçük ölçekte BIM kullanan yüklenici firma bulma konusunda yoğun mesai harcanmasına rağmen olumlu sonuç alınamamıştır. Bu sebeple çalışma kapsamında orta ve büyük ölçekli yüklenici firmalar tercih edilmiştir.

Yurt içinde aktif olarak BIM kullandığı tespit edilen beş yüklenici firma ile iletişim kurulmuştur. Bu firmalardan biri, yakın zamanda BIM departmanını dağıttığını ve yardımcı olamayacağını bildirmiştir. Bir diğer firmanın BIM departmanı sorumlusu görüşme taleplerine olumlu ya da olumsuz herhangi bir geri bildirimde bulunmamıştır. İrtibat kurulan firmalardan biri, yurt dışında yabancı ortakları ile birlikte yürüttükleri bir proje üzerinden görüşme yapmayı kabul etmiştir. Bir diğeri, yurt içinde yürüttüğü karma kullanım projesi üzerinden tecrübelerini paylaşmayı kabul etmiştir. İletişime geçilen en son firma da yurt dışında yürütmekte olduğu karma kullanım projesinin cephe uygulaması ile alakalı görüşme yapmayı kabul etmiştir.

Yurt dışında faaliyet gösteren yüklenici inşaat firmaları ile iletişim konusunda ciddi problemler yaşanmıştır. BIM kullandığı tespit edilen yurt dışı merkezli dört yüklenici firma ile hem e-posta hem de telefon yoluyla iletişim kurulmaya çalışılmış, bu

firmalardan biri müşterilerinin gizlilik politikaları sebebiyle görüşmeyi kabul etmemiş, bir diğeri de, olumlu ya da olumsuz herhangi bir geri dönüşte bulunmamıştır. İrtibat kurulan bir firma, internet sitesinde yer alan proje bilgilerinin kullanılabilmesine dair bir e-posta göndermiştir. Fakat internet sitesinde yer alan proje bilgilerinin çalışmanın kapsamına göre yetersiz olması ve görüşmenin interaktif olmasının hedeflenmesi sebebiyle bu firma da kapsam dışı bırakılmıştır. İrtibat kurulan firmalardan biri, proje ve uygulama departmanlarının birbirinden bağımsız iki şirket gibi faaliyet gösterdiğini ve BIM teknolojisinin yalnızca proje departmanı bünyesinde kullanıldığını, uygulama işlerinde BIM'den faydalanılmadığını bildirmiştir.

Bu sebeple birbirinden farklı çalışan sayısına sahip yüklenici firmalar ile görüşülerek ölçek konusundaki hedefin karşılanması amaçlanmıştır. Birim fiyat usulü sözleşmeli projelerin tercih edilmesinin temel sebebi, hakediş sürecinde BIM kullanımının en etkin biçimde gerçekleştirilebileceği sözleşme türü olmasından kaynaklanmaktadır. Hakediş başlığı altında yapılan literatür araştırması sonucunda elde edilen bilgilere göre, birim fiyat usulü sözleşme ile yürütülen yapım işlerinin hakediş süreçlerinde, her imalat kaleminin detaylı ve düzenli bir şekilde tespit ve izlenme zorunluluğu bulunmaktadır. Bu sebeple BIM teknolojisinin hassas ve sistematik yapısının birim fiyat usulü sözleşmeler ile yürütülen yapım işlerine, diğer sözleşme türlerine oranla daha uygun olduğu öngörülerek, alan çalışmasının bu tip sözleşmeler üzerinden yürütülmesi uygun bulunmuştur.

Çalışma, hakediş ve BIM başlıklarının kesişim noktası olduğu düşünülen yüklenici firmalar üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Hakediş düzenlemelerinin, yapım sürecinin bir parçası olmasından dolayı, BIM kullanan proje tasarım ofisleri tez kapsamının dışında bırakılmıştır.

Firmalar ile yapılan görüşmelerde hakediş ile BIM ilişkisinin doğrudan değerlendirilebileceği yapım süreci ele alınmıştır. Hakediş ana başlığının sağlıklı değerlendirilebilmesi açısından yapım öncesi ve yapım sonrası süreçler kapsam dışı bırakılmıştır. Yapım öncesi ve sonrası süreçte BIM kullanım alanlarının, çalışmayı hakediş başlığından uzaklaştırabilme ihtimali göz önünde bulundurularak görüşmelerde sadece yapım aşaması ele alınmıştır.

Tezin bu bölümünde katılımcılar ile yapılan görüşmeler, aşağıdaki konu başlıkları altında geliştirilmiştir:

- Yüklenici inşaat firmalarının hakediş süreçlerinde BIM kullanım seviyeleri
- Yapım sürecinde hakediş-BIM bütünleşmesinin sağladığı avantajlar
- Yapım sürecinde hakediş-BIM bütünleşmesinde karşılaşılan engeller
- Yapım sürecinde hakediş-BIM bütünleşmesinde karşılaşılan engelleri aşmak için izlenen yollar
- Hakediş-BIM bütünleşmesinin geliştirilmesi ile ilgili firma görüşlerinin alınması

4.3 Araştırmanın Yöntemi

Tezin bu bölümünde yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler, hem kuralcı hem de esnek yapısı sayesinde, anketlerin sınırlayıcı özelliğini ortadan kaldırarak söz konusu çalışma ile ilgili detaylı bilgi edinebilmesine yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte kalitatif çalışmalar, sonuçlardan daha çok süreç ile ilgilenmektedir. Dolayısıyla bu tür araştırmalarda düşünce ve gerçeklikler, analitik verilerden daha büyük bir öneme sahiptir. Yapılandırılmamış görüşmenin esnekliği ile yapılandırılmış görüşmenin katı yapısı arasında kararlı bir dengeye sahip olması sebebiyle tez kapsamında yarı yapılandırılmış görüşme tercih edilmiştir. Yapılan görüşmeler kapsamında inşaat sektöründe faaliyet gösteren ve hakediş uygulamalarında aktif biçimde BIM teknolojisinden faydalanan yüklenici firma bulunamamıştır. Yapım sürecinde BIM kullanan yüklenici inşaat firması sayısının azlığı da, görüşme yapılabilecek nitelikli firma bulmayı zorlaştırmıştır.

A ve B firması yetkilileri ile internet ortamında konferans görüşme yapılırken, C projesi yetkilisi ile yüz yüze görüşme gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler, katılımcıların izni ile kayıt altına alınmıştır.

Tez kapsamında görüşme yapılan kişiler, inşaat sektöründe yüklenici olarak faaliyet gösteren büyük ölçekli (100'den fazla çalışana sahip) firmaların, BIM konusunda yetkili çalışanları arasından seçilmiştir. Görüşme yapılan firmaların talebi

doğrultusunda, katılımcı firma, personel ve söz konusu projelerin isimleri saklı tutulacaktır.

Alan çalışması yönteminin yarı yapılandırılmış görüşme olarak seçilmesinin temel gerekçesi, görüşmelerin firma yetkililerinin paylaşımları ile geliştirilmesinin hedeflenmesidir. Bu bağlamda firma yetkililerine konu başlığı olarak nitelendirilebilecek, kapsamı geniş sorular yöneltilmiştir. Alan çalışmasında sorulan sorular aşağıda yer almaktadır:

- Firmanız ile alakalı genel bir bilgilendirme yapar mısınız?
- Firmadaki konumunuz nedir?
- Hakkında görüşmeyi kabul ettiğiniz projeniz ile alakalı bilgilendirme yapar mısınız?
- Çalışma kapsamında; firma ve proje isimlerinin gizliliği ile alakalı bir hassasiyetiniz var mı?
- Yapım süreci içerisinde hakediş düzenleme uygulamalarında BIM kullanım durumunuz nedir?
- Yapım sürecinde hakediş düzenleme uygulamalarında aktif olarak BIM teknolojisinden faydalanılmamasının temel sebepleri nelerdir?
- Hakediş sürecinde BIM kullanımı ile alakalı avantajlar nelerdir?
- Hakediş sürecinde BIM kullanımı ile alakalı karşılaşılan engeller nelerdir?
- Hakediş sürecinde BIM kullanımı ile alakalı karşılaşılan engellere yönelik çözüm önerileriniz nelerdir?
- Hakediş-BIM entegrasyonunun geliştirilmesine yönelik öngörüleriniz nelerdir?

4.4 Firma ve Katılımcı Bilgileri

Tez kapsamında farklı ölçekte ve farklı alanlarda uzmanlığı bulunan ve tamamladıkları nitelikli projeler ile sektörde yerini sağlamlaştırmış üç yüklenici firma ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Alan çalışmasında büyük ölçekli yüklenici inşaat firmalarının büyük ölçekli ve nitelikli projeleri üzerinden hakediş-BIM ilişkisi ile alakalı görüşmeler gerçekleştirilmesi

hedeflenmiştir. Yapım sürecinde BIM teknolojisinden faydalanan yüklenici inşaat firma sayısının kısıtlı olması sebebiyle görüşülen firmaların tamamının büyük ölçekli olması hedefi sağlanamamıştır. Görüşme yapmayı kabul eden firmaların, çalışmanın amacını en iyi şekilde yansıtabileceği projeleri üzerinden görüşülmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda firmalar, proje kapsamı ve ölçeği konusunda kısıtlanmamıştır. Firmaların birbirinden farklı ölçek ve işleve sahip proje tipleri üzerinden gerçekleştirdikleri paylaşımlar sonucunda elde edilen bilgilerin birbirinden bağımsız olmadığı, aksine büyük benzerlikler taşıdığı tespit edilmiştir. Yani hakediş-BIM entegrasyonu ile alakalı elde edilen verilerin, projenin niteliğinden ve ölçeğinden bağımsız olarak ortak bir akılda bulunduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca paylaşılan projelerin tamamının büyük ölçekli proje statüsünde olması da, yüklenici inşaat firmalarının BIM teknolojisini geniş kapsamlı uygulamalarda tercih ettiğini ortaya koymuştur.

Görüşme yapılan bazı firma yetkilileri, hakediş-BIM entegrasyonu ile ilgili mevcut uygulamalarını olabildiğince şeffaf bir şekilde olumlu-olumsuz bütün yönleriyle tarafımıza aktarmaları sebebiyle, şirket gizlilik politikaları gereği, firma ya da proje isimlerinin tez kapsamında kullanılmamasını talep etmişlerdir. Firmalar ile ilgili genel bilgiler aşağıda yer almaktadır:

- A firması: Birleşik Arap Emirlikleri'nde yapımına 2012 yılında başlanan Abu Dhabi Uluslararası Havalimanı Orta Saha Terminal projesi için kurulan TCA (TAV, Consolidated Contractors Company, Arabtec) ortak girişimidir. Eşit pay ile kurulan ortaklıkta taraflar, proje üzerinde alınan kararlarda eşit söz hakkına sahiptir. Görüşme yapılan katılımcı, havalimanı projesinin BIM departmanı statik bölümünde ortak firmalardan birinin merkez ofisinden yönlendirilen ve aynı zamanda kendi firmasının BIM departmanının kuruluş sürecinde aktif rol alan bir yüksek inşaat mühendisidir. Katılımcı, Abu Dhabi Uluslararası Havalimanı Orta Saha Terminal Projesi üzerinden görüşme yapmayı kabul etmiştir. Tezin bundan sonraki bölümünde bu ortak girişim A firması, değerlendirilecek proje de A projesi olarak adlandırılacaktır.

Proje kapsamında kurulan BIM departmanı, üç ortağın da eşit sayıda personel desteğiyle kurulmuştur. BIM departmanının yönetiminden sorumlu olan ortak, yazılım olarak Bentley® programını tercih etmiştir ve diğer ortaklar da

bu program üzerinden gerçekleştirilecek çalışmalara katkıda bulunmayı kabul etmiştir.

- B firması: 10.000'in üzerinde çalışana sahip, yurtiçi ve yurtdışında büyük ölçekli ulaşım, konut, ofis, alışveriş merkezi ve karma kullanım projelerinde deneyim sahibi bir firmasıdır. B firması, İstanbul'da yapımı devam eden rezidans, otel ve alışveriş merkezinden oluşan bir karma kullanım projesinin, kendi sorumluluğunda olan otel inşaatı üzerinden görüşme yapmayı kabul etmiştir. Görüşme yapılan kişiler, merkez ofis BIM departmanında mimari grup şefi ve yardımcıları konumundaki mimarlardır. Firma yetkililerinin - kurumsal gizlilik politikaları gereği- talepleri doğrultusunda çalışmada şirket ve proje adı yer almayacaktır. Tezin bundan sonraki bölümünde bu firma B firması, değerlendirilecek proje de B projesi olarak adlandırılacaktır.

Firmanın kendi bünyesinde BIM departmanı mevcuttur ve B projesi ile ilgili çalışmalar bu departman tarafından yürütülmektedir. Yabancı yatırımcının talebi üzerine proje ve uygulama aşamalarında BIM teknolojisinden faydalanılmıştır.

- C firması, 100'e yakın çalışanıyla yurtiçi ve yurtdışı birçok orta ve büyük ölçekli üst yapının paslanmaz çelik sistem projelendirme ve uygulamalarının taahhütünü üstlenmiş olan Justeel Paslanmaz Çelik Sistemler firmasıdır. Firma, Azerbaycan'da yapımı devam eden bir karma kullanım projesinin alışveriş merkezi bölümünde gerçekleştirdiği imalatlar üzerinden görüşme yapmayı kabul etmiştir. Projenin ismi, firmanın talebi sebebiyle gizli tutulacaktır. Görüşme yapılan kişi, firmanın genel koordinatörlüğü görevinde bulunan maden mühendisidir. Tezin bundan sonraki bölümünde bu firma C firması, değerlendirilecek proje de C projesi olarak adlandırılacaktır.

C firması, yapım öncesinde hazırlanan BIM modelinin, yapım esnasında sahayla koordinasyonu sağlamaya altlık sağlayacak şekilde titiz bir çalışma anlayışıyla hazırlandığını özellikle belirtmiştir.

4.5 Proje Bilgileri

Tez kapsamında yapılan firma görüşmelerinde ele alınan projeler ile genel bilgiler aşağıda yer almaktadır:

- A projesi, Birleşik Arap Emirlikleri'nde konumlanan, 702.000 m² inşaat alanına sahip bir havalimanı projesidir. Projenin, yıllık ortalama 27.000.000 yolcu kapasitesine sahip olması beklenmektedir. Karmaşık ve organik formu sebebiyle disiplinlerarası iletişimin üst seviyede olması beklenen projede Türk, Amerikan ve Arap kökenli üç farklı coğrafyadan tecrübeli firmaların deneyimlerinden faydalanılması hedeflenmektedir.
- B projesi, İstanbul Anadolu yakasında konumlanan, 790.000 m² inşaat alanına sahip, konut, alışveriş merkezi, otel ve ofisten oluşan bir karma kullanım projesidir. Proje, ölçeğin büyüklüğünden dolayı fazlara ayrılmıştır. B firması, projede 46 katlı, 180 odalı 5 yıldızlı otelin inşaatını üstlenmiştir. Projenin LEED sertifikasına sahip olması, yatırımcının temel hedeflerinden biridir.
- C projesi, Azerbaycan'da konumlanan, 100.000 m² inşaat alanına sahip, konut, ofis, otel ve alışveriş merkezinden oluşan bir karma kullanım projesidir. Proje, ölçeğin büyüklüğünden dolayı fazlara ayrılmıştır. C firması, projede bulunan alışveriş merkezinin, spider cephe, cam korkuluk, panoramik asansör giydirmeleri ve giriş kanopilerinin yapımını üstlenmiştir. C firması katılımcısı, projenin organik formuna dikkat çekerek, projelendirme, imalat ve uygulama aşamalarının birbirine bütünleşme zorunluluğunu kendi sistematiğiyle aştıklarını pratik bir şekilde belirtmiştir.

4.6 Hakediş Sürecinde BIM Kullanımı

Katılımcılar ile yapılan görüşmelerde, hakediş düzenleme süreçlerinde BIM teknolojilerinden aktif biçimde faydalanılmadığı tespit edilmiştir. İncelenen yapımların süreçlerinde, hakediş esnasında BIM kullanımından bahsedilebilecek en önemli konular şu şekilde sıralanabilir:

- A projesi katılımcısı, hakediş sürecinde BIM kullanımından bahsedilebilecek tek konu olarak; muhasebe departmanının, temel bölgesi su yalıtımı uygulamasını yapan alt yüklenici firma tarafından idareye bildirilen tamamlanmış yalıtım imalat miktarının BIM modeli üzerinden kontrol talebini paylaşmıştır. Bu talebin sonucunda A projesi BIM departmanı, ilgili metraj kontrolünü model üzerinden sağlamış ve ortaya çıkan miktar, sahada tamamlanan imalat metrajı ile uyumlu olması sebebiyle hakediş aşamasında

da kullanılmıştır. Katılımcı, sonraki aşamalarda elektrik, mekanik, tesisat ve yangın disiplinleri ile alakalı yapı bileşenlerinde, alt yükleniciden gelen metraj ile BIM departmanı tarafından modelden alınan metrajlar arasında %200'e varan farklılıklar tespit edilmesinin, yapım sürecinde BIM modelinden elde edilen metrajların güvenilirliğini sarstığını belirtmiştir. A projesi katılımcısı, söz konusu farklılığın, modelde kendini tekrar eden ama farkedilmeyen nesnelere ile kablo, havalandırma kanalı gibi imalatların, sahadaki uygulamayı yansıtmayacak şekilde sağlıklı modellenememesinden dolayı karşılaşılan sorunlardan kaynaklandığını belirtmiştir. Bu durumun, projenin hakedişlerini kontrol eden ve onaylayan ekibin, sürecin geri kalanında BIM modelinden sağlanan metraj verilerine başvurulmadığı bildirilmiştir.

- B projesi katılımcıları, yapım sırasında sahada bulunan bütün disiplinlerin BIM teknolojisi ile ilgili yeterli altyapıları olmaması sebebiyle, hazırlanan modellerin sadece kendi iç işleyişlerinde değerlendirildiğini belirtmişlerdir. Projede çakışma denetimi, sahada uygulaması tamamlanan bölgelerin lazer tarama sistemi ile modelde kontrolü ve imalat çizimleri gibi alanlarda BIM modelinden faydalandığını belirten yetkililer, sürecin tamamını kapsayan detaylı bir model çalışmasının olmadığını iletmişlerdir. B projesi katılımcıları, yapım sürecinde yer alan bütün alt yüklenicilerin sistemle bütünleşmesi sağlanmadıkça, yapılan modelin, potansiyelinin çok altında kullanılacağını, bu sebeple kendi gereksinimleri doğrultusunda modeller hazırladıklarını belirtmişlerdir.
- C projesi katılımcısı, yapımını üstlendikleri yapı elemanlarının projelendirme aşamasında imalata altlık sağlayacak bir model çalışması hazırladıklarını belirtmiştir. C projesinin karmaşık formu sebebiyle imalatların standardize edilmesinin mümkün olmadığını belirten yetkili, modelde her bir parçanın pozlandığını ve ayrıca sistemin her elemanına ayrıca barkod yerleştirildiğini iletmiştir. Bu sayede her bir yapı elemanına kimlik tanımlanarak imalatların kontrolünün sağlandığı ifade edilmiştir. C firması yetkilisi, şantiye şefinin sahadaki imalatı tamamlanan parçaların barkodunu radyo frekanslı tanımlama sistemi (RFID) ile okutarak uygulamanın tamamlanmış kısımlarını merkez ofise yönlendirdiğini, merkezde ilgili personelin de sahadan gelen veriyi

modele aktardığını belirtmiştir.. Fakat C projesinin ana yüklenicisi, BIM kullanımı konusunda herhangi bir çalışma yürütmediği için, C firması, hazırladığı modelde yer alan proje bilgilerinin formatını ana yüklenicinin formatına dönüştürmek zorunda kalmıştır. C firması yetkilisi, hakediş sürecinde ana yüklenicinin, hazırlanan model verilerine itibar etmemesini, kendilerini projenin karmaşık formundan daha çok zorladığını belirtmiştir. Yapılan pozlama ve model yerine iki boyutlu çizim üzerinden imalatı tamamlanan bölgelerin gösterilme talebini modelden bağımsız olarak hazırlamak zorunda kaldıklarını belirten yetkili, bu talebe gereksiz ve ciddi bir mesai harcadıklarını ifade etmiştir.

4.7 Hakediş-BIM Bütünleşmesinin Avantajlarına İlişkin Öngörüler

Görüşme yapılan projelerde aktif olarak hakediş BIM entegrasyonu sağlanamaması sebebi ile tezin bu başlığı, katılımcıların, hakediş ve BIM kavramları ile ilgili edindikleri tecrübeler doğrultusunda hazırlanmıştır.

- A firması yetkilisi, hakediş sürecinde BIM kullanımının, süreçte yer alan bütün katılımcıların iş yükünün büyük oranda azalmasını sağlayacağını öngörmüştür. A projesine ait BIM modelinde yer alan yapı elemanlarının üst verilerini (meta data) titiz bir şekilde hazırladıklarını ifade eden yetkili, her bir yapı elemanı için projenin sonuna kadar izlenebilecek bir kimlik oluşturmayı hedeflediklerini belirtmiştir. Yetkili, bu sayede şantiye ile ofis arasında sağlıklı ve verimli bir veri köprüsü kurulmasının da amaçlandığını ifade etmiştir.
- B firması yetkilileri, iş programı ile birlikte modele entegre edilen imalat izleme sisteminin hakediş sürecine olumlu anlamda katkıda bulunacağını belirtmişlerdir. Ana yüklenicinin, hakediş dönemi gelmeden maddi anlamda hazırlıklı olmasını sağlayacak söz konusu bütünleşmenin, aynı zamanda alt yüklenicilerin nakit akışını da sağlıklı bir şekilde programlamasına zemin hazırlayacağı öngörülmüştür. B firması yetkililerinin üzerinde durduğu bir önemli nokta da, ana yüklenicinin alt yüklenicileri BIM kullanımına teşvik etmesinin, sektörde genel anlamda hissedilen BIM'e geçiş direncinin kırılması ve firmaların BIM uyumunun artmasıdır. Yetkililer, BIM tam anlamıyla BIM'i benimseyen alt yükleniciler ile birlikte sadece hakediş

dönemlerinde değil, proje yaşam döngüsünün tamamında kazanımlar sağlamayı beklediklerini ifade etmişlerdir.

- C firması yetkilisi, hakediş sürecinde BIM kullanımının gözle görülen faydalarından daha çok marjinal faydalarına dikkat çekmenin önemli olacağını belirtmiştir. Hakediş döneminde harcanan enerjinin, imalatların düzgün uygulanmasına aktarılması halinde, firmaların potansiyelini tam anlamıyla ortaya çıkarabileceği ifade edilmiştir.

C firması yetkilisi, faaliyet gösterdikleri paslanmaz çelik sistemleri sektöründe nitelikli uygulama elemanı bulmanın zor olduğunu, bu sebeple personele düzenli ödeme yapmanın kendileri için kritik önem taşıdığını belirtmiştir. Hakediş-BIM bütünleşmesi sayesinde hakediş onay süreçlerinin kısalcacağını düşündüğünü ifade eden yetkili, bu durumun, uygulama sürecine birlikte başladığı personelin başka firmaya geçmesine de engel olacağını ifade etmiştir.

4.8 Hakediş-BIM Bütünleşmesinde Karşılaşılan Engellere İlişkin Yanıtlar

Tezin bu başlığında, görüşme yapılan firmaların, hakediş süreçlerinde BIM teknolojisinden faydalanmamaları ile ilgili olarak karşılaştıkları engeller paylaşılmıştır:

- Üç farklı firma ile yapılan görüşmelerde katılımcıların paylaştığı ortak engel, yapım sürecinde yer alan firmaların BIM teknolojisine karşı bütünüyle entegre olamaması ve olmamasıdır. A ve B firmaları, alt yüklenicilerin, C firması da ana yüklenicinin BIM'e geçiş konusunda gösterdiği direncin, kendilerini hakediş-BIM bütünleşmesi konusunda olumsuz anlamda etkilediğini belirtmişlerdir. A ve B firmaları, ana yüklenicinin BIM teknolojisine üst düzeyde hâkim olmasının tek başına bir anlam ifade etmediğini, sahada iş yürüten firmaların tamamının modele katkı sağlamadığı sürece hakediş-BIM bütünleşmesinin kurulmasının mümkün olmadığını ifade etmişlerdir. Hakediş sürecinin firmadan firmaya farklılık gösteremeyeceğini, iş kalemi sayısının fazlalığından dolayı farklı kollara ait imalatların mümkünse aynı, mümkün değilse benzer prosedürler üzerinden izlenmesinin

zorunlu olduğunu, bu sebeple herkesin hâkim olabileceği bir hakediş stratejisi geliştirmek zorunda olduklarını belirtmişlerdir.

- A firması yetkilisi, A projesi için özel kurulan BIM departmanının farklı firma çalışanlarından oluşması sebebiyle, sağlıklı bir işleyiş stratejisi belirlenme sürecinin, tek bir firma içinde yaşanan süreçten daha sancılı olduğunu belirtmiştir. Yetkili, farklı firma personelinin birbirine adaptasyonu tam anlamıyla sağlanana kadar, işleyişte sorunlar yaşandığını, bu durumun da ister istemez modele ve projeye yansındığını belirtmiştir. Personel ölçeğinde yaşanan sorunların, ortak girişimi oluşturan firmalar arasında da belirgin şekilde hissedildiğini belirten A firması yetkilisi, farklı coğrafyalardan gelen ve farklı iş yapma kültürlerine sahip inşaat şirketlerinin beraber çalışabilmeleri için gerekli olan uygun güven ortamı sağlanana kadar sancılı bir süreç geçirdiklerini ifade etmiştir.

A projesi yetkilisi, ortak girişimi oluşturan firmalardan birinin mahremiyet politikaları sebebiyle, saha ve hakediş departmanlarının BIM modeline ulaşamadığını ifade etmiştir. Modele erişim yetkisinin sadece BIM departmanında olduğunu belirten yetkili, sahanın modelden faydalandığı tek konunun, kalite kontrol ve imalat izleme raporlarında, modelde yapı elemanlarına verilen pozların kullanılması olduğu paylaşılmıştır.

Hakediş dönemlerinde kesin hesap departmanında görevli çalışma arkadaşlarının ve alt yüklenici sorumlularının sürekli fazla mesai yapmak zorunda kaldığını belirten yetkili, iki firma personelinin imalatlar ile ilgili ortak paydada buluşma konusunda büyük sıkıntılar çektiğini gözlemlemiştir.

A projesinde bazı detayları çözebilmek için model üzerinde deneysel çalışmak zorunda kaldıklarını anlatan yetkili, bunun bireysel anlamda personele katkıda bulunduğunu, fakat bununla birlikte uygulamanın ilk defa yapılması sebebiyle modelde bazı bölgelerde geometrik sıkıntılara yol açtığını ve bu durumun modelde bulunan yapı elemanlarının metrajına yansındığını belirtmiştir.

- C firması yetkilisi, imalat ve uygulama süreçlerinde BIM teknolojisinden faydalanmalarının tek başına yeterli olmadığını, ana yüklenicinin sisteme dahil olmamasının kendilerini çok yorduğunu söylemiştir. Kendi

sistematiklerini ana yüklenicinin belirlediği formata dönüştürmenin fazladan iş yükü anlamına geldiğini belirten yetkili, bunun da personelde motivasyon ve enerji kaybına sebep olduğunu belirtmiştir. Yetkili, hazırladıkları hakedişleri destekleyecek her türlü üç boyutlu sayısal dökümana sahip olmalarına karşın, ana yüklenici ile aralarında yaşanan anlaşmazlıklarda model üzerinden sundukları kanıtların kabul görmediğini, ana yüklenicinin, saha ekibinin tespitlerine başvurduğunu ve çıkan sonuçların modelleri ile uyuştuğunu belirtmiştir. Bu durumun da prosedürel anlamda getirdiği yükü karşılamak zorunda kaldıklarını ifade eden yetkili, C projesi yapım sürecinde nakit akışını ancak işin sonunda rayına oturtabildiklerini söylemiştir.

4.9 Hakediş-BIM Bütünleşmesinde Karşılaşılan Engellerin Aşılmasına Yönelik Çözüm Önerileri

Firma yetkililerinin, hakediş uygulaması ile BIM teknolojisi entegrasyonu konusunda karşılaşılan engeller ile alakalı çözüm önerileri aşağıda yer almaktadır:

- A firması yetkilisi, BIM modelini hazırlayacak personelin hem mesleki hem de yazılımsal yönden yetkin ve deneyimli olmasının süreci olumlu anlamda etkilediğini belirtmiştir. BIM'in halihazırda gelişen bir teknoloji olması sebebiyle, konuya tam anlamıyla hâkim personel bulmanın mevcut durumda zor olduğunu belirten yetkili, firmaların BIM eğitime gerekli alakayı göstermeleri ile birlikte, firma bünyesinde pilot proje uygulamaları ile BIM deneyiminin pekiştirilmesi gerektiğini ifade etmiştir.

A firması yetkilisi, hakediş sürecinde BIM kullanımının sistem olarak tam anlamıyla verimli hale gelebilmesi için, ana yüklenicilerin BIM konusunda sağlıklı ve gelişime açık bir yol haritası belirlemeleri gerektiğini belirtmiştir. Örneğin, alt yüklenicilerin kendi imalatları ile ilgili hazırladıkları modelleri ana yüklenici ile paylaşma prosedürlerinin açık ve net bir şekilde kurgulanması gerekmektedir. A firması yetkilisi, sağlıklı bir işleyiş kurgulandığı takdirde, hem ana yüklenici hem de alt yükleniciler açısından, mevcut duruma göre çok daha sağlıklı ve pratik bir hakediş süreci yaşanabileceğini belirten katılımcı, aynı zamanda ciddi emek harcanarak hazırlanan BIM modelinin de potansiyelinin değerlendirilmesi konusunda büyük bir adım atılacağını ifade etmiştir.

A firması yetkilisi, hazırlanan modelin, ilgili bütün disiplinlerin faydalanmasına olanak sağlayacak şekilde açık bir kaynak haline getirilmesinin çok önemli olduğunu belirtmiştir. BIM'in, yapının sayısal ortamda hayata geçirilmesi yönüne dikkat çeken yetkili, proje aşamasında gösterilen koordinasyon hassasiyetine gerçek hayatta da bağlı kalınması gerektiğini söylemiştir.

- B projesi yetkilileri, hakediş-BIM bütünleşmesinin tam anlamıyla kurulabilmesi için atılması gereken en önemli adımın, yapım sürecinde yer alan bütün katılımcıların BIM teknolojisini benimsemesi olduğunu belirtmişlerdir. Yapım sürecinin zincirleme bir aksiyon dizisi olduğuna dikkat çeken yetkililer, zincirin bir halkasında karşılaşılan uyumsuzluğun, sistemin bütününe etkileyeceğini ifade etmişlerdir.

Yabancı yatırımcılarla çalışan Türk inşaat firmalarının, genellikle işverenin talebi doğrultusunda BIM ile tanıştığını belirten B projesi yetkilileri, sektörde kendi isteğiyle BIM teknolojisine geçme konusunda ciddi bir direnç görüldüğünü belirtmişlerdir. Ağırlıklı olarak maddi kaygılardan kaynaklanan bu direncin kırılabilmesi için firmaların desteklenmesi gerekliliğine dikkat çeken yetkililer, örneğin bu konuyla ilgili, Avrupa Birliği'nin BIM kullanımına teşvik projesinin daha yüksek sesle duyurulması gerektiğini belirtmişlerdir.

- C projesi yetkilisi, hakediş döneminde BIM bütünleşmesinin sağlanabilmesi için yapım sürecinde görev alan bütün katılımcıların BIM teknolojisini kullanmasının yanında, disiplinler arasında bir ortak dil geliştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Modeli oluşturan yapı elemanlarının aynı sistematik ve detay düzeyinde hazırlanması gerektiğini anlatan yetkili, mümkünse herkesin aynı yazılım üzerinden çalışmalarını yürütmeleri gerektiğini belirtmiştir. BIM teknolojisinde farklı yazılımların desteklediği ortak dosya formatı konusunda hala sıkıntılar yaşandığını ve personelin bu sıkıntıları hızlı bir şekilde çözebilecek kadar teknolojiye hâkim olmadığını belirten C firması yetkilisi, aynı yazılım kullanılarak geçiş döneminde bu olası sorunların minimize edilebileceğini ifade etmiştir.

C projesi yetkilisi, modelin işveren tarafından döküman olarak kabul edilmesinin de hakediş sürecine büyük katkılar sağlayabileceğini öngördüğünü belirtmiştir. Tamamlanan imalatların modele işlendikten sonra hem hakediş ekibi tarafından, hem de saha ekibi tarafından mevcut sisteme göre çok daha hızlı kontrol edilebileceğini savunan yetkili, bu kararın projeye süre ve maliyet anlamında olumlu geri dönüşleri olacağını belirtmiştir. C projesinde hazırladıkları model üzerinde çok titiz çalıştıklarını, her detayı modele eklediklerini ve işveren tarafından hazırlanan teknik şartnamenin model kadar kapsamlı olmadığı bilgisini paylaşmıştır.

Tez kapsamında hakediş-BIM bütünleşmesi ile alakalı yüklenici firma yetkilileri ile yarı yapılandırılmış görüşme yöntemi kullanılarak yürütülen alan çalışmasında, tezin amaçları bölümünde belirtilen;

- Yüklenici inşaat firmalarının, hızla gelişmekte olan BIM teknolojisinin sağladığı olanak ve çözümlerden hakediş sürecinde faydalanma durumunun incelenmesi
- Hakediş-BIM bütünleşmesinin yapım sürecine sağlayabileceği avantajların tespit edilmesi
- Hakediş-BIM bütünleşmesinin projeye katabileceği düşünülen artı değerlerin belirlenmesi
- Yüklenici firmaların hakediş-BIM bütünleşmesinde karşılaşacağı güçlüklerin ve uygulama önündeki engellerin irdelenmesi
- Hakediş düzenleme sürecinde BIM kullanımından dolayı ortaya çıkabilecek olumsuzlukların belirlenmesi
- Söz konusu engel ve dezavantajlara karşı alınabilecek önlemlerin ortaya konulması
- BIM teknolojisi ile hakediş kavramlarının biraraya gelmesi sonucunda oluşturulabilecek sistemin sınırlarının çizilmesine yönelik önerilerde bulunulması

konulu başlıklar ele alınmıştır. Çalışma kapsamında, hakediş-BIM bütünleşmesi ile alakalı somut bir veriye ulaşılamamakla birlikte, firmaların aslında teoride bu konuya hakim ve aynı zamanda istekli olduğu gözlemlenmiştir. Mevcut bir entegrasyonun

varlığından bahsetmeyen yetkililerin, olası bir hakediş-BIM bütünleşmesi ile alakalı avantaj, dezavantaj, engel, çözüm önerileri ve sektör sorumlulukları konularında açıklayıcı ve detaylı tespit ve öngörülerini, alan araştırmasının amaçlarının bir kısmına ulaşmasını sağlamıştır.

Alan çalışması kapsamında firmaların mevcut BIM kullanım durumu, hakediş-BIM entegrasyonunun avantajlarına ilişkin öngörüler, hakediş-BIM entegrasyonunda karşılaşılan engeller ve bu engeller ile alakalı çözüm önerileri olmak üzere dört ana başlık üzerinden görüşmeler yürütülmüştür. Firma yetkililerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda, bu ana başlıkların tutarlı ve tezin amaçlarına uygun bir şekilde doldurulması sağlanmıştır. Alan çalışması sonunda elde edilen bulgular sonuç bölümünde paylaşılmıştır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yoğun rekabet ortamı sebebiyle teknolojik gelişmelere uyum sağlama konusunda diğer sektörlerden daha hızlı tepki veren inşaat dünyasında, günümüzde izlenmesi gereken en önemli konu başlıklarından biri, pek çok konuda sağladığı avantajlar ve uygulanmasındaki güçlüklerin bir an önce aşılmasının önemi düşünüldüğünde, BIM teknolojisidir. Proje yaşam döngüsüne olan katkısı her geçen gün daha çok idrak edilen bu teknolojinin en önemli özelliği, sınırlarının kullanıldıkça gelişmesidir. Üç boyutlu model oluşturma yazılımının ötesinde, fikirden yıkıma kadar bir yapının bütün ömrünü kapsayan bütüncül bir yaklaşımı ifade eden BIM teknolojisi, kullanıcıların gereksinimleri doğrultusunda kapsamını genişletmektedir.

Yakın gelecekte, yapım sürecinde görev alan bütün katılımcıların doğrudan ya da dolaylı olarak BIM teknolojisinden faydalanacağı öngörülmektedir. Vektörel çizim programlarının piyasaya çıktığı dönemde kısa süre içerisinde yaşanan direnç kırılmasının daha keskin halinin BIM dünyasında yaşanması beklenmektedir. BIM'in sadece tasarım ve projelendirme aşamalarında kullanılmasının, sisteme ait fayda-değer eğrisini beklentilerin çok altında bırakacağı düşünülmektedir.

İnşaat projelerinde imalatların, planlanan süre içinde ve beklenen kalitede tamamlanabilmesi için gerekli olan, yüklenici ile işveren arasındaki nakit akışı düzenini sağlayan hakediş uygulamaları sürecinde, BIM teknolojisinin sunduğu olanaklardan faydalanılabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda tez çalışmasında, hakediş ve BIM kavramlarının entegrasyonu ile alakalı mevcut durumun tespiti ve sonrasında ortaya çıkan tabloya göre alınması gereken aksiyonların ortaya koyulması amaçlanmıştır.

Tez kapsamında, yapım sürecinin devamlılığı açısından kritik öneme sahip hakediş uygulamaları ile BIM teknolojisi ilişkisi ve bütünleşme konusu incelenmiştir. Yapılması planlanan görüşmeler öncesinde, hakediş ve BIM başlıkları ile ilgili detaylı bir literatür araştırması yapılarak, hem hakediş düzenleme ve BIM teknolojisinin güncel durumu ortaya konmuş, hem de görüşmelere altlık sağlayacak

konu başlıkları belirlenmiştir. Literatür araştırması sonucu elde edilen veriler doğrultusunda, inşaat sektöründe faaliyet gösteren ve BIM teknolojisini aktif olarak kullanan yüklenici firmalar ile, yapımı devam eden ve birim fiyat usulü sözleşmeli inşaat projeleri üzerinden yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilerek hakediş-BIM bütünleşmesinin mevcut durumunun tespit edilmesi, hakediş-BIM bütünleşmesinin avantajları, dezavantajları, uygulama esnasında karşılaşılan engeller ve bu engeller ile alakalı çözüm önerilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Firma yetkililerinin paylaşımları doğrultusunda mevcut koşullarda hakediş düzenleme sürecinde BIM teknolojisinden faydalanılmadığı tespit edilerek, görüşmeler, firmaların tecrübeleri doğrultusunda, hakediş-BIM bütünleşmesi ile alakalı öngörülerini üzerinden yürütülmüştür. Firma yetkilileri ile yapılan görüşmeler şu şekilde değerlendirilebilir:

- Firma yetkilileri ile yapılan görüşmeler sonucunda, hakediş ve BIM süreçlerinin birbirinden bağımsız yürütüldüğü ve bu iki kavramın bütünleşmesi ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmadığı kaydedilmiştir. Bahsi geçen bütünleşmenin tam anlamıyla sağlanabilmesi için öncelikle, tüm proje katılımcılarının işleyen bir BIM teknolojisi sistematiğine sahip olması gerektiği bilgisi edinilmiştir. Çünkü farklı firma yetkilileri ile yapılan görüşmelerden edinilen bilgilere göre ortak düşünce, yapım sürecinde BIM kullanımının tam anlamıyla sağlanamamış olmasıdır. Farklı projelerde farklı sebepleri olsa da, sonuç olarak firmaların BIM kullanımı konusunda hala adaptasyon sürecinde oldukları söylenebilir.
- BIM kullanımlarının olgunluk düzeyi bir seviyesinde olduğu tespit edilen firmaların BIM'e geçiş sürecinin tam anlamıyla tamamlanmadığı, dolayısıyla projelendirme aşamasında hazırlanan BIM modellerinin, yapım sürecinde kısmi olarak kullanıldığı tespit edilmiştir. Ölçeği ve katılımcıları açısından değerlendirildiğinde üst düzey projeler olarak nitelendirilebilecek yapılar üzerinden yapılan görüşmelerde elde edilen veriler, bu geçiş durumunun sadece Türkiye'de değil, birkaç ülke dışında genel olarak dünya üzerinde olgunluk düzeyi bir seviyesinde olduğu söylenebilir.
- BIM ile ilgili yapılan literatür araştırması ve firma görüşmeleri ışığında, bütün disiplinlerin BIM kullanımını zorunlu hale getiren ikinci olgunluk

düzeyine, birkaç ülke dışında henüz tam anlamıyla geçilmediği gözlemlenmiştir. Hakediş uygulamalarında BIM kullanımından tam anlamıyla verim alınabilmesi için BIM modelinin bütün katılımcıların katkısı sonucu oluşması beklenmektedir. Dolayısıyla mevcut durumda bu entegrasyonun kurulmamış olması doğal karşılanabilir.

- Geleneksel yöntemlerle yürütülen hakediş süreçlerinde halihazırda varolan BIM teknolojisinin imkanlarından faydalanılmadığı için marjinal zaman, maliyet ve işgücü kaybı olduğu görülmüştür. BIM kullanan firmalar bu kayıpların farkında olmalarına karşın, genel olarak sektörün yeni teknolojilere karşı tutucu bakış açısı sebebiyle kendileri de çoğunluğa ayak uydurmak zorunda kalmışlardır. Hem diğer firmalarla uyum içinde yapım süreçlerini yürütmek, hem de BIM'e geçişi sağlıklı bir şekilde tamamlamaya çalıştıkları için, bu geçiş döneminde fazla efor sarfetmek zorunda kaldıkları görülmüştür.

Yapılan araştırmalar sonucunda, günümüz inşaat projelerinde hakediş-BIM bütünleşmesi ile karşılaşılmasından dolayı, firmalar ile gerçekleştirilen görüşmeler, söz konusu entegrasyonun kurulamama sebepleri ve nasıl kurulabileceği ile ilgili öngörüler üzerinde yoğunlaştırılmıştır. BIM teknolojisinin potansiyeline hâkim yetkililer, bu konuda firma bazında yapılabilecekler ile faydalı paylaşımlarda bulunmuşlardır. Görüşmeler sonucunda, hakediş-BIM teknolojisi bütünleşmesinin kurulabilmesi için alınması gereken aksiyonlar şu şekilde sıralanabilir:

- BIM teknolojisinin kullanılacağı projelerde, sistematik bir BIM uygulama planı hazırlanması gerekmektedir. Dosya formatı ve ismi, modele erişim ve modeli düzenleme yetki tanımları, proje onay prosedürleri, e-posta hiyerarşisi, model, saha koordinasyonu gibi konu başlıkları ile ilgili detaylı bir yol haritası hazırlanması gerekmektedir. Yapım süreci sırasında bu kararları almaya çalışmak, sürecin daha karmaşık hale gelmesinden başka bir sonuç doğurmayacaktır.
- Hakediş düzenleme süreci ile alakalı, hazırlanan BIM modeli üzerinden yürütülebilecek şekilde detaylı bir planlama yapılması gerekmektedir. Katılımcıların yapım sürecinde BIM kullanması bir tercih değil, bir zorunluluk haline getirilmelidir. İhaleye katılan alt yükleniciler, gereklilikler arasında BIM modelini tek bir satır olarak görmemeli, projenin hangi

evrelerinde hangi detay düzeylerinde BIM kullanmaları gerektiğinin bilincinde olmalıdır. Yapılan firma görüşmeleri sonucunda, hakediş-BIM bütünleşmesinin kurulabilmesi ve sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için, yapım süreci katılımcılarının tamamının sisteme uyum sağlaması zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

- Firmaların kendi istekleri doğrultusunda BIM teknolojisine uyum sağlamalarının uzun vadede gerçekleşebileceği öngörülmektedir. Bu nedenle BIM'in, özellikle büyük ölçekli projelerde işveren tarafından zorunlu tutulmasıyla, yüklenici firmaların BIM'e geçişte dirençlerini kırılması beklenmektedir. Sözleşme maddeleriyle teminat altına alınan BIM kullanımının, yapım sırasında en çok yüklenicilerin işine yarayacak bir sistem olduğu gerçeği firmalara sağlıklı bir şekilde anlatılmalıdır.
- Firmaların katılımı doğrultusunda detay düzeyi artacak BIM modeli, hakediş döneminde sayısal belge olarak kabul edilmelidir. Yükleniciler, uygulaması tamamlanan bölümleri dönemsel olarak model üzerine işleyip hakediş dönemlerinde karşılaşılabilecek anlaşmazlıkların önüne geçmelidir.
- İmalatlarının izlenmesini model üzerinden gerçekleştiren yükleniciler, ödeme dönemleri geldiğinde tekrar tekrar saha ekibinden onay almak yerine, model üzerinden tamamlanmış imalatların üst verilerinde (meta data) yer alan onayları kabul etmelidir. Bu sebeple saha kontrol ekibinin, BIM modelinde uygulamaları onaylayabileceği bir üst veri sekmesinin bulunması gerekmektedir.
- BIM modelinde karşılaşılan geometrik sıkıntıların anında çözümü sağlanmalı, model üzerindeki sorunların yol açacağı sorunlar göz ardı edilmemelidir. Bir imalatın modelde yer alan formunda ciddi görülmeyen bir bozukluk, o imalata ait metrajı etkileyebilir ve bu durum tarafların mağduriyetine sebep olabilir. Bu gibi durumlarda konunun uzmanından destek alınması daha sağlıklı olacaktır.
- Saha ekibi ile proje ofisi arasında revizyonlar ile ilgili kesintisiz bir iletişim ağının kurulması gerekmektedir. Hakediş dönemlerinde en çok karşılaşılan sıkıntılardan biri, kesin hesap ekibinin haberdar olmadığı revizyonların yüklenici tarafından ispat edilme zorluğudur. Hakediş döneminde gündeme

gelen revizyonlar ile ilgili ekipler arasında güncel bilgi alışverişi sağlanması durumunda bu tür sorunlar ortadan kalkacaktır.

- Sadece tamamlanan imalatların değil, aynı zamanda ihzarat malzemelerinin de sistemle bütünleştirilmesi hakediş döneminde büyük kolaylık sağlayacaktır. Hakediş ile ilgili yapılan literatür araştırmasında ihzarat konusunun süreç içerisindeki önemi tespit edilmiştir. Saha kontrol ekibinin, şantiyeye gelen malzemeler ile ilgili, malzemenin kullanılacağı yapı elemanının döküman bölümünde belirtmesi de, alt yüklenicinin hakediş döneminde yaşayabileceği olası mağduriyetleri ortadan kaldıracaktır.

Sonuç olarak, tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen literatür araştırmaları ve kısıtlı kapsamlı firma görüşmelerinden elde edilen bulgulara göre, hakediş düzenleme evresinde BIM teknolojisi kullanımı ile ilgili henüz bir altyapı çalışmasının olmadığı gözlenmiştir. Hakediş- BIM bütünleşmesinden beklenen verimin alınabilmesi için, BIM teknolojisinin, projenin sadece tasarım ve projelendirme aşamalarında değil, aynı zamanda yapım sürecinde de bütün katılımcılar tarafından aynı seviyede kullanılması gerekmektedir. Diğer yandan, hızla değişen ve gelişen inşaat sektöründe, uzun yıllar boyunca kabul gören hakediş düzenleme sistematığının BIM'e uyum sağlamasına da uygun ortamın hazırlanması gerekmektedir.

Geçmiş insanlıkla aynı yaşta olan inşaat sektörünün bugün geldiği noktada, bütün firmalardan alışkanlıklarını ve sistemlerini köktenci bir şekilde değiştirmelerini beklemek olanaksızdır. Böyle bir uygulama, hem sektörün dengesini bozacaktır, hem de başarıyla sonuçlanmayacaktır. Bu sebeple yumuşak ama kararlı bir dönüşümün organize edilmesi, inşaat sektörünün bu süreci en az sorunla aşmasını sağlayacaktır. BIM'in tüm yönleriyle açık bir şekilde anlatılması, BIM ile birlikte projenin yaşam döngüsünde yaşanacak değişimin örneklerle gösterilmesi ve firmalar bazında BIM kullanımının çeşitli teşviklerle artırılması gibi yapıcı çözümlerin hızlı bir şekilde hayata geçirilmesi gerekmektedir. Diğer yandan, yönetsel anlamda da BIM'in kabul görmesi için gerekli altyapı çalışmalarının da başlatılması gerekmektedir. Modellerin sayısal belge niteliği taşıması, imalat detaylarının teknik şartname olarak kabul görmesi, kısacası evrak ve bürokrasi kalabalığının BIM sayesinde ortadan kaldırılması gibi konularda da adımlar atılması sağlıklı olacaktır.

Özetle; tez kapsamında görüülen yüklenici inşaat firmalarında hakediş uygulamaları ile BIM teknolojisi arasında bir ilişki tespit edilememekle birlikte, bu entegrasyonun kurulmasını engelleyen faktörlerin BIM'e geçiş süreci ile birlikte ortadan kalkacağı, ve söz konusu bütünleşmeyle birlikte, yapım aşamasında tarafların mutabık kalmakta ciddi sorunlar yaşadığı hakediş evrelerinde yeni bir boyuta geçileceği görülmüştür.

Yüklenici firmalarda hakediş uygulamaları, BIM teknolojisi kullanımı ve bu iki ana başlığın entegrasyonu ile alakalı hazırlanan bu tez çalışmasında, sektörde faaliyet gösteren firmalar arasında yapılan kısıtlı bir örneklem üzerinden mevcut durum ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Bu çalışmanın, bundan sonraki aşamada, hakediş düzenlemeyi otomatize eden bir BIM iş planı hazırlanabilmesi konusunda altlık oluşturması beklenmektedir. Yapılan literatür araştırmasında, günümüz BIM teknolojisinin mevcut hakediş uygulamalarına altlık sağlayabilecek potansiyelde olduğu görülmüştür. Bu entegrasyonun sağlanamamasının temel sebeplerinin de irdelendiği firma görüşme notları da göz önünde bulundurularak, bu gerekçelerin ortadan kaldırılabilceği optimum hakediş-BIM entegrasyonunun kurgulanacağı bir model çalışılmasının, sektörde hakediş anlamda yaşanan sıkıntıların ortadan kaldırabilceği düşünölmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] **Pancarçı, A. ve Öcal, E.M.** (2009). *Yapı İşletmesi ve Maloluş Hesapları*. İstanbul, Birsen Yayınevi.
- [2] **Simonsen, P.W. ve Rains, J.** (2011). *The CSI Construction Contract Administration Practice Guide..* New Jersey, USA: Wiley.
- [3] **Tran, H ve Carmichael, D.G.** (2013). A contractor's classification of owner payment practices, *Engineering, Construction and Architectural Management*, vol.20/1, 29-45, Retrieved September 19, 2014 from <http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/09699981311288664>
- [4] **Carmichael, D.G. ve Balatbat, M.C.A.** (2010). A Contractor's analysis of the likelihood of payment of claims, *Journal of Financial Management of Property and Construction*, vol.15/2, 102-117, Retrieved August 11,2014 from www.emeraldinsight.com/1366-4387.htm
- [5] **Abdul Kadir, M.R., Lee, W.P., Jaafar, M.S., Sapuan, S.M. ve Ali, A.A.A.** (2005). Factors affecting construction labour productivity for Malaysian residential projects, *Structural Survey*, vol.23/1, 42-54, Retrieved August 11,2014 from www.emeraldinsight.com/0263-080X.htm
- [6] **Construction Contracts Bill.** (2010). *The Department of Public Expenditure and Reform*, 12 Mayıs 2010.
- [7] **Sharif, T.** (2010). CCC Uses Building Information Model (BIM) for the Dubai Mall Project, *Bulletin*, vol.94, 18-19, Retrieved August 11, 2014 from <https://thebimhub.com/2012/10/01/dubai-mall/#.Vq3wNfmLTDC>
- [8] **Bucknall, D.** (2011). *RICS 2011 Building Information Modeling Survey Report*, London:BCIS. Retrieved August11, 2014 from http://www.scan2bim.info/files/rics_2011_BIM_Survey_Report.pdf
- [9] **Thurairajah, N. Ve Goucher, D.** (2013). Advantages and Challenges of Using BIM: a Cost Consultant's Perspective, *49th ASC Annual International Conference Proceedings*, UK:Windsor, Associated School of Construction.
- [10] **Rowlinson, M.** (2011). *A Practical Guide to the NEC3 Engineering and Construction Contract*, Southern Gate, Chichester, West Sussex, UK; Wiley-Blackwell.
- [11] **Gilbreath, R.D.** (1992). *Managing Construction Contracts Operational Controls for Commercial Risks*, Canada, Construction Business and Management Library.

- [12] **Halpin, D.W. ve Senior, B.A.** (1998). *Construction Management 4th Edition*, USA:Wiley.
- [13] **Gordon, C.** (1994). Choosing Appropriate Construction Contracting Method, *Journal of Construction Engineering and Management*, 1994.120 , 196-210.
- [14] **Url-1** < <http://www.oska.com.tr/tr/237/articleCat/1/articleID/4/p/yapilan-isler-listesi-hakkinda-bir-inceleme>> erişim tarihi: 21.08.2014.
- [15] **MEGEP.** (2006). İnşaat Teknolojisi Hakedişler ve İş Teslimatı, Retrieved August 21, 2014 from http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Hak%20Edi%C5%9F%20Ve%20%C4%B0%C5%9F%20Teslimat%C4%B1.pdf
- [16] **Dokuz Eylül Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü** (2012). *İnşaat Sözleşmeleri ve Sözleşmelerin Uygulanması* [Powerpoint Slides]. Retrieved from <http://kisi.deu.edu.tr/huseyin.yigiter/YI%20%2306%20-%20INSAAT%20SOZLESMELELERI.pdf>
- [17] **Korkmaz, A.** (2014). *Sözleşmeyi Fiyatlandırma Alternatifleri*, Retrieved August 20, 2014 from <http://www.yapirehberi.net/inshukuku-sozfiyat.htm>
- [18] **Çötür, M.** (1976). İnşaat Sektöründe Program Uygulanması ve Yatırımların Hızlandırılması, *Türkiye Mühendislik haberleri*, Temmuz 1976, 12-14.
- [19] **Creech, D.W.** (2008). Owners-Make Your GMP Contract Work Effectively, *2008 AACE International Transactions*, Canada:Toronto.
- [20] **Chan, D.W.M., Chan, A.P.C., Liam, P.T.I ve Wong, J.M.W.** (2010). Empirical Study of the Risks and Difficulties in Implementing Guaranteed Maximum Price and Target Cost Contracts in Construction, *Journal of Construction Engineering and Management*, 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000153, 495-507.
- [21] **Davis, P.R. ve Stevenson, D.** (t.y.). Guaranteed Maximum Price Contracts in Western Australia, Retrieved October 12, 2014 from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.544.3008&rep=rep1&type=pdf>
- [23] **Griffis, F.H., Fellow, ASCE ve Butler, F.M.** (1988). Case for Cost-Plus Contracting, *Journal of Construction Engineering and Management*, 1988.114 , 83-94.
- [24] **Turut, Ş.** (1988). Maliyer Artı Kar Yöntemiyle Taahhüt Edilen İnşaat İşleri GVK'nun 42. Maddesi Kapsamında mıdır?, *Mali Çözüm Dergisi*, vol.100 , 79-88.
- [25] **Usher, A.B.** (1924). The Cost-Plus Basis For a Long Time Purchase Contract, *Harvard Business Review*, Vol. 2 Issue 3, p370-373. 4p
- [26] **Hofbauer, J. ve Sanders, G.** (2006). Defense Industrial Initiatives Current issues:Cost-Plus Contracts, Retrieved November 3, 2014 from http://csis.org/files/media/csis/pubs/081016_diig_cost_plus.pdf

- [27] **The Construction Specifications Institute.** (2005). *The Project Resource Manual CSI Manual of Practice 5th Edition*, New York, Chicago, San Francisco, Lisbon, London, Madrid, Mexico City, Milan, New Delhi, San Juan, Seoul, Singapore, Sydney, Toronto: Mcgraw-Hill .
- [28] **Bayındırlık İşleri Kontrol Yönetmeliği.** (1979). *T.C. Resmi Gazete*, 16745, 05 Mayıs 1979.
- [29] **4735 Sayılı Kamu İhale Sözleşmeleri Kanunu.** (2002). *T.C. Resmi Gazete*, 24648, 22 Ocak 2002.
- [30] **Akbıyıklı, R.** (2012). *İnşaat Yönetimi Metraj ve Maliyet Hesapları*, İstanbul, Birsen Yayınevi.
- [31] **Hendrickson C. ve Au T.** (2008). *Project Management for Construction: Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects and Builders*, Pittsburgh PA: Prentice Hall
- [32] **Forster, G.** (1986). *Building Organizations&Procedures 2nd Edition*, USA:New York, Routledge.
- [33] **Akçalı, Ü.** (2011). *Hakediş Düzenlemesi*, İstanbul, Seçkin Yayıncılık.
- [34] **Sona Mimarlık Hizmetleri Arşivi.** (2013).
- [35] **Yapım İşleri Genel Şartnamesi** (2002). *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı*, 5 Şubat 2002.
- [36] **Url-2** <<http://www.yesimmuhendislik.com/?pnun=7&pt=Hakedi%C5%9F>> erişim tarihi: 24.07.2015
- [37] **Birecikli, M.** (2011). *Yapı Metrajı ve Maliyeti*, İstanbul, Birsen Yayınevi.
- [38] **Cartlidge, D.** (2009). *Quantity Surveyor's Pocket Book 1st Edition*, Amsterdam, Boston, heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Tokyo, Butterworth-Heinemann: Elsevier.
- [39] **2014 Yılı Yapı İşleri İnşaat Birim Fiyat Tarifleri Eki Fiyat Listesi** (2014). *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı sayı:21.*
- [40] **T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı** (t.y). *Hakediş Düzenleme Esasları* [Powerpoint Slides]. Retrieved from <https://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/hakedis%20duzenleme%20esaslar.pdf>
- [41] **Kafadar, C.** (2009). Hakediş ve Kesin Hesap Hazırlanırken Dikkat Edilecek Hususlar, Retrieved July 24, 2015 from <http://cemkafadar.blogspot.com.tr/2009/01/hakedi-ve-kesin-hesap-hazirlanirken.htm>
- [42] **Url-3** <<http://www.biol.org/ihzarat-nedir.html>> erişim tarihi:24.07.2015
- [43] **Özdemir, İ.** (2003). *Yapı İşletmesi Ders Notları*, Eskişehir, T.C. osmangazi Üniversitesi-Eskişehir Teknoloji Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi:TA97-001-İÖ.

- [44] **Taşıma Genel Notları** (t.y.). Retrieved July 24, 2015 from http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/103d5d104f9c3c7_ek.pdf
- [45] **Ateş, Ş. Ve Adanur, S.** (2009). Nakliye Ders Notları, Retrieved July 24, 2015 from <http://www1.gantep.edu.tr/~aozbay/GMINT-252/Ders%20Notlari/3.Hafta.pdf>
- [46] **Altun, M.** (1999). Yapım İşlerinde Gecikme Cezasının Miktarı ve Kapsamı, *ISSN 1306-0767 Mevzuat Dergisi*, vol.2/13, Retrieved July 25, 2015 from <http://www.mevzuatdergisi.com/1999/01a/02.htm>
- [47] **Url-4** <<http://imidb.metu.edu.tr/hizmet-alimlari-muayene-kabul-ve-hakedis-tutanaklari>> erişim tarihi:24.07.2015
- [48] **Galipoğulları, N.** (2001). *Şantiye Yöneticileri İçin İnşaat Yönetimi*, İstanbul, Birsen Yayınevi.
- [49] *Conditions of Contract for Construction for Building and Engineering Works by the Employer.* (1999). Sweden:FIDIC.
- [50] *Guidelines for a Successful Construction Project.* (2003). Los Angeles, MP Group, Retrieved July 24, 2015 from <http://www.mpgroup.com/documents/guidelines.pdf>
- [51] **Istanbul Technical University Faculty of Architecture Division of Construction Management** (2002). *Construction Administration Measurement and Payment* [Powerpoint Slides]. Retrieved from <http://web.itu.edu.tr/~kanoglu/crs-cme-ss-ca3-measurementandpayment.pdf>
- [52] **Url-5** <<http://www.techradar.com/news/software/business-software/spreadsheet-software-top-five-on-the-market-1257738>> erişim tarihi:28.02.2016
- [53] **Url-6** <<http://www.oska.com.tr/e-hakedis-ozellikleri#sf>> erişim tarihi: 28.02.2016
- [54] **Url-7** <<http://www.ampyazilim.com.tr/tr/urunler/detay/amp-hakedis-ve-yaklasik-maliyet>> erişim tarihi:28.02.2016
- [55] **Bylund, C. ve Magnusson, A.** (2011). *Model Based Cost Estimations- An International Comparison*, Lund University Faculty of Engineering,LTH, Lund.
- [56] **Stanley, R. Ve Thurnell, D.** (2014). The Benefits of and Barriers to, Implementation of 5D BIM for Quantity Surveying of New Zealand, *Australian Journal of CONstruction Economics and Building*, 14(1), 105-117.
- [57] **Pucko, Z., Suman, N. ve Klasek, U.** (2014). Building Information Modeling Based Time and Cost Planning in Construction Projects, *Organization,Technology and Management in Construction An International Journal*, 14(1), 105-117.
- [58] **Url-8** <https://www.youtube.com/watch?v=qcepd_AJANo> erişim tarihi: 01.03.2016

- [59] **Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. Ve Liston, K.** (2011). *BIM Handbook 2nd Edition*, New Jersey, Wiley.
- [60] **Crotty, R.** (2012). *The Impact of Building Information Modelling*, London, New York, Spon Press.
- [61] **Hardin, B. Ve Mccool, D.** (2015). *BIM and Construction Management 2nd Edition*, Indiana, Wiley.
- [62] **Deutsch, R.** (2015). *BIM and Integrated Design*, USA:The American Institute of Architects, Wiley.
- [63] **Jernigan, F.E.** (2007). *Big BIM Little BIM*, Salisbury, Md.: 4site Press.
- [64] **Krygiel, E. Ve Nies, B.** (2008). *Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modelling*, Indiana polis, Wiley.
- [65] **Nawari, O.** (2012). BIM Standard in Off-Site Construction, *Journal of Architectural Engineering*, vol.2012/18, 107-113, Retrieved August 9, 2015 from
<http://0-eds.a.ebscohost.com.library.metu.edu.tr/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=026e1390-d153-4643-b317-753f1e0e971a%40sessionmgr4004&vid=7&hid=4210>
- [66] **Azhar, S.** (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks and Challenges for the AEC Industry, *Leadership and Management Engineering*, vol.2011/11, 241-252, Retrieved August 9, 2015 from
<http://0-eds.a.ebscohost.com.library.metu.edu.tr/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=026e1390-d153-4643-b317-753f1e0e971a%40sessionmgr4004&hid=4210>
- [67] **Azhar, S., Nadeem, A., Mok, J.Y.N. ve Leung, B.H.Y.** (2008). Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visual Interactive Modeling and Simulation for Construction Projects, *First International Conference on Construction in Developing Countries (ICCIDC-I)*, (s.435-446). Pakistan, Karachi, NED University of Engineering and Technology.
- [68] **Ganah, A.A. ve John, G.A.** (2014). Achieving Level 2 BIM by 2016 in the UK, *Computing in Civil and Building Engineering ASCE*, (s.143-150).USA, American Society of Civil Engineers.
- [69] **Yan, P., Xie, X. Ve Meng, Y.** (2014). Application of BIM Technique in Modern Project Management, *ICCREM 2014: Smart Construction and Management in the Context of New Technology*, (s.302-311).USA, American Society of Civil Engineers.
- [70] **AGC.** (t.y). *The Contractors' Guide to BIM*, USA, The Associated General Contractors of America.
- [71] **Building Information Modeling** (t.y.). Retrieved July 31, 2015 from www.autodesk.com/buildinginformation
- [72] **Miettinen, R. Ve Paavola, S.** (2014). Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling, *Automation in Construction*, vol.43, 84-91.

- [73] **Race, S.** (2013). *BIM Demystified (2nd ed)*, UK:London, RIBA.
- [74] **Sinclair, D. (ed)** (2012). *BIM Overlay to the RIBA Outline Plan of Work*, UK:London, RIBA.
- [75] **BIM Building Information Modeling** (2011). *A report for the Government Construction Client Group Building Information Modeling (BIM) Working Party Strategy Paper*, UK: BIM Building Information Modeling.
- [76] **Url-9** <<http://www.siba.com.au/CMSPages/GetFile.aspx?guid=8fd3efb7-16e0-46ce-bf70-4fb37b265623>> erişim tarihi:02.08.2015
- [77] **Chien, KF., Wu, ZH. Ve Huang, SC.** (2014). Identifying and assesing critical risk factors for BIM projects: Empirical study, *Automation in Construction*, vol.45, 1-15.
- [78] **National Building Specification** (2015). *NBS National BIM Report 2015*, UK:Newcastle, National Building Specification.
- [79] **McGraw-Hill Construction** (2011). *Smart Market Report: Prefabrication and Modularization: Increasing Productivity in the Construction Industry*, UK:Bedford, McGraw-Hill Construction.
- [80] **Infotron** (2012). *BIM-Building Information Modeling Teknolojilerine Bakış* [Powerpoint Slides]. Retrieved from <http://docplayer.biz.tr/3669483-Bim-building-information-modeling-teknolojilerine-bakis-tarcan-kiper-subat-2012.html>
- [81] **Monteiro, A. ve Martins, J.P.** (2013). A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design, *Automation in Construction*, vol.35, 238-253.
- [82] **Succar, B., Sher, W. Ve Williams, A.** (2013). An integrated approach to BIM competency assesment, acquisition and application, *Automation in Construction*, vol.35, 174-189.
- [83] **Succar, B.** (2008). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders, *Automation in Construction*, vol.18, 357-375.
- [84] **Succar, B.** (2010). Building Information Modeling Maturity Matrix. J. Underwood, Ü. Işıkdağ (eds), *Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies*, (s.65-115), USA, IGI Global.
- [85] **Url-10** <<https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained>> erişim tarihi: 26.08.2015
- [86] **Url-11** <<http://www.barbourproductsearch.info/bim-levels-explained-blog000206.html>> erişim tarihi: 27.08.2015
- [87] **The Pennsylvania State University** (2010). *BIM operate.construct.design.plan Project Execution Planning Guide*, USA:Pennsylvania, The Pennsylvania State University, The Computer Integrated Construction Research Group.

- [88] **Autodesk BIM Uygulama Planı: BIM Uygulaması İçin Pratik Bir Sistem** (t.y). Retrieved from http://www.sayisalgrafik.com.tr/images/yapibilgisistemi/BIM_Uygulama_Planı.doc
- [89] **Barista, D.** (2014). Total immersion has virtual reality's time finally come?, *Building Design+Construction*, vol.2014/9, 57-59.
- [90] **CRC Construction Innovation** (2009). *Final Report Collaboration Platform*, Australia, CRC Construction Innovation.
- [91] **BIM and Cost Estimating** (2007.). Retrieved March 5, 2016 from http://images.autodesk.com/apac_grtrchina_main/files/aec_customer_story_en_v9.pdf
- [92] **Url-12** <http://www.innovaya.com/prod_ve.htm> erişim tarihi: 06.03.2016
- [93] **Plebankiewicz, E., Zima, K. ve Skibniewski, M.** (2015). Construction Cost and Time Planning Using BIM-based Applications, *Creative Construction Conference*, Krakow, Poland.
- [94] **Olantunji, O.A. ve Akanmu, A.A.** (2015). An Adaptive Cyber-Physical System's Approach to Construction Progress Monitoring and Control. Issa. R.R.A. ve Olbina S. (ed) *Building Informaton Modelling: Applications and Practices*, (pp. 195-221). ASCE.



EKLER

EK A: Birim fiyat usulü sözleşmeye göre hakediş örneği





EK A

.....İŞİ

HAKEDİŞ RAPORU

No : 1
Tarih : 31/12/2004
Uygulama Yılı : 2004

Yapılacak İşin Yıllık Programdaki Sektörü ve
Etüt Proje No. su :
Müteahhidin Adı :
Birinci Keşif Bedeli :
İhale Tarihi :
İhale Tenzilatı : %8.....
İhale Bedeli :
Sözleşme Tarih ve Sayısı :
Sözleşmenin Sayıştay'ca Tescil Tarih ve Sayısı :
Tescilin Müteahhide Tebliğ Tarihi :
İşyeri Teslim Tarihi :
İşe Başlama Tarihi :
Sözleşmeye Göre İşin Süresi : Takvim günü
Sözleşmeye Göre İşin Bitim Tarihi :
Verilen Avanslar Toplamı : TL
Mahsubu Yapılan Avans Miktarı : TL
En Son İlave Keşif Onayının Tarih ve No. Su :

<u>İlave Keşif %'Si</u>	<u>İlave Keşif Tutarı</u>	<u>Toplam Keşif Bedeli</u>	<u>Toplam İhle Bedeli</u>
.....
.....

Süre Uzatım Kararlarının

<u>Tarih ve Sayısı</u>	<u>Verilen Süre</u>	<u>İşin Bitim Tarihi</u>
.....
.....

Belge 9.1: Hakediş Raporu Bilgi Yaprağı

DİZİ PUSULASI

Sıra No	Belgenin Cinsi	Adedi	Sayfa No.
1	Yapılan İşler İcmali (*)		
2	Yapılan İşler Listesi (*)		
3	Malzeme Fiyat Farkları İcmali (*)		
4	Malzeme Fiyat Farkları İcmali (*)		
5	Malzeme Miktarı Hesap Tablosu (*)		
6	Malzeme Miktarı Tesbit Tutanakları		
7	Miz. Fiyat Farkları Esas Olan Faturalar İçin Tanzim Ediln Liste		
8	Nakliye Motrafı (*)		
9	Nakliye Metrafı (*)		
10	Makina Kira Kesitisi Cetveli (*)		
11	Yıl Sonu Durum Tesbiti		
12	Gecikme Cezası Tutanağı		
13	Teknik Personel Bulundurmama Ceza Tutanağı		
14	Eksik Malzeme Ceza Tutanağı		
15	Kısmi Gecikme Cezası Tutanağı		
16	Özel Kesinti Tutanağı		
17	İdare Malı Malzeme Kesinti Tutanağı		
18	İşçi Alacağı Tutanağı		
19	Yeni Fiyat Tutanağı ve Analizi		
20	Öze. Fiyat Tutanağı ve Analizi		
21	Kesin Kabul Tutanağı		
22	Geçici Kabul Tutanağı		
23	İlave Keşif Onayı		
24	Musayeseli Keşif		
25	Süre Uzatımı - Revize Ödenek Kararı		
26	Mukayeseli keşif Cetveli		
27	Ek Teminat Belgesi		
28	İşe Başlama Tutanağı		
29	Yer Teslim Tutanağı		

AÇIKLAMA:

- 1 - Yukarıdaki belgelerden işin durumuna göre gerekli olanlar hakediş raporunu eklenir. Eklenmesi gerekli olmayan belgelerin karşısına (-) işaret konulur.
- 2 - (*) işaretli belgeler için ekli formlar kullanılacaktır.
- 3 - Dizi pusulasında yer almayan ancak hakediş raporuna eklenmesi gerekli görülenler boş satırlara ilave edilecektir.

Belge 9.2: Hakediş Raporu İçeriği

01 NOLU HAKEDİŞ KEŞİF ÖZETİ

Sıra No	B.Fiyat No.	Yapılan İşin Cinsi	Miktarı	Birim	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
N a k l e d i l e n T o p l a m						
A) İMALAT						
1	15.00/1A	Makinelı kazı	504,000	m ³	1,41	710.64
2	16.043/1	BS18 (B 225) Demirli beton	143,067	m ³	79,21	11.332.34
3	21.011	Beton ve betonarme kalıbı	475,48	m ²	10,71	5.092.39
4	23.001/1	İnşaat çeliği (Ø8-12)	4,735	ton	990,81	4.691.49
5	23.002	İnşaat çeliği (Ø14)	2,905	ton	904,87	2.628.65
Toplam						24.455.53
B) İHZARAT						
1	04.008	Çimento	10,000	ton	69,60	690,00
2	04.251	İnşaat çeliği (Ø8-12)	16,000	ton	493,00	7.888,00
Toplam						8.578,00
C) İMALAT NAKLİYESİ						
1		Kum - Çakıl	173,111	m ³	11,02	1907,68
2		Çimento	50,073	ton	3,16	158,23
3		İnşaat çeliği	8,261	ton	20,72	171,17
Toplam						2.237,00
D) İHZARAT NAKLİYESİ						
		Çimento	10,000	ton	3,16	31,60
		İnşaat çeliği	16,000	ton	20,72	331,52
						362,82
Kontrol			Yüklenici		Genel Toplam	
.....			.....		35.633,35	

Belge 9.3 : Hakediş keşif Özeti

İHZARAT TESBİT TUTANAĞI

Müteahhit taahhüdü altında yapının devam etmekte olan
..... TL. Keşif Bedeli Adana
..... inşaatında (.....) Nolu hakediş esas olmak üzere-
re inşaat mahallinde/...../ tarihinde tarafımızdan tesbit edilen malzeme miktar-
ları işin müteahhidine yedi emin olarak teslim edilmiştir.

İş bu tutanak tarafınızdan (5) Nüsha olarak düzenlenmiştir.

Müteahhit	Kontrol	Üye	Üye
.....

Takdik Olunur.

...../...../.....

İhzarat Malzemeleri Listesi :

<u>Malzeme Cinsi</u>	<u>Miktarı</u>
1) Çimento.....	10. Ton.....
2) Beton Çeliği (Ø8-12)	16. Ton.....
3)
4)
5)
6)
7)
8)
9)
10)

Belge 9.8: İhzarat Tesbit Tutanağı

Belge 9.10
NAKLİYE ANALİZLERİ

A) Çimento

Taşımaa mesafesi (Belge: 9.1 l'den)	:	13km.
Taşıma katsayısı -K- (2004 Yılı rayiç listesinden)	:	84,00 TL
Taşıma formülü $F = K (0,0007 \times M + 0.0 1)$ TL/Ton		
* $F=84 (0.0007 \times 13 +0.01)$	=	1,60
Genel gider ve kâr (%25)	=	0,40
		+
Toplam	=	2,00
** Yükleme, boşaltma istif bedeli (2,32/2)	=	1,16 TL/Ton
		+
1 ton Çimentonun 13 km'den taşınması ve boşaltılması bedeli	=	3,16 TL

A) Betonarme Demiri

Taşıma mesafesi (Belge: 9.1 l'den)	:	110 km
Taşıma katsayısı (K)	:	84,00 TL
Taşıma formülü, $F = K (0.0007 \times M + 0.0 1)$ TL/Ton		
$F = 84 (0.0007 \times 110 + 0.01)$	=	7,31
Genel gider ve kâr (%25)	=	1,83
		+
Toplam	=	9,14 TL
Yükleme, boşaltma istif bedeli	=	11,58 TL/Ton
		+
1 Ton beton çeliğinin taşıma bedeli		20,72 TL

C) Kum, Çakıl

Taşıma mesafesi (Belge: 9.11 l'den)	=	40 km.
Taşıma katsayısı (K)	=	84,00 TL
Taşıma formülü, $F = K(0.0007 \times M + 0.01)$		
* $F = 84 (0.0007 \times 40 + 0.01) \times 1.6$	=	5,11
Genel gider ve kâr (% 25)	=	+ 1,28
Toplam	=	6,39 TL
Yükleme, boşaltma istif bedeli	=	+ 4,63 TL-
1 m ³ kum - çakıl taşıma bedeli	=	11,02 TL

Belge 9.11
MESAFE TUTANAĞI

.....İşine aitnolu hakedişte nakliye bedeli verilecek malzemelerin taşıma mesafelerinin aşağıdaki gibi olduğunu belirtir iş bu tutanak tarafımızdan düzenlenmiştir.

Yüklenici **Kontrol** **Üye** **Üye**

Tasdik Olunur
...../...../2004

Taşınacak Malzemenin Cinsi	Taşıma Mesafesi (km)
Kum, çakıl	40
Çimento	13
Beton çeliği	110

* Taşıma formülü TL / Ton olarak düzenlenmiştir. Kum – çakıl'ın m³ taşıma bedeli bulunmak istendiğinden, formül çıktısı, kum – çakıl'ın birim hacim olarak kabul edilen (1.6) değeri ile çarpılmıştır.

Belge 9.12
MALZEME FİYAT FARKLARI

A) Çimento Fiyat Farkı

Miktar

- İşin başlama tarihi : 10.10. 2004
- Hakediş düzenlenme tarihi : 31.12.2004
- Hakediş süresi (10.10 - 31. 12. 2004) : 83 gün
- İmalatta kullanılan çimento mik. (Bel: 9.9) : 50.073 Ton
- Günlük kullanılan çimento miktarı: 50.073/83 = 0.603 Ton/gün
- 1. Zam tarihi : 26.10.2004
- 2. Zam tarihi : 02.12.2004
- Zamlı çimento kullanım süresi

1. (26. 10. 2003 - 01. 12. 2004)	= 37 gün
2. (02. 12. 2003 - 31. 12. 2004)	= 30 gün
• 1. Zam tarihindeki ihzarat miktarı (Belge: 9.13/)	= - - - -
• 2. Zam tarihindeki ihzarat miktarı (Belge:9.13/B)	= 5 Ton
• Hakediş tarihindeki ihzarat miktarı (Belge: 9.8)	= 10 Ton

Fiyat

Çimento baz fiyatı (2004 Yılı Rayiç Cetvelinden)	=	69,60	TL
Fiyat artışı			
(% 15) - 26. 10. 2004 (69,60 x 1.15)	=	80,04	
(% 10) - 2.12. 2004 (80,04 x 1.10)	=	88,04	

Fiyat Farkı

$(0.603 \times 87 + 5) \times (80,04 - 69,60)$	=	599,89
$(0.603 \times 30 + 10 - 5) \times (88,04 - 69,60)$	=	+ 425,78
Toplam	=	1.025,67 TL

b) İnşaat Çeliği Fiyat Farkı

Miktar

• Hakediş süresi (10. 10 - 31. 12. 2004)	: 83 gün
• İmalatta kullanılan İnş. Çeliği (Belge: 9.9)	: 8.261 Ton
• Günde Kullanılan İnşaat Çeliği Miktarı (8.261/83)	: 0.100 ton / gün
1. Zam tarihi	: 15.11.2004
2. Zam tarihi	: 2.12.2004
3. Zam tarihi	: 10.12.2004
• Zamlı beton çeliği kullanım süresi	
1. (15.11.2004 - 01.12.2004)	= 17 gün
2. (02.12.2004 - 09.12.2004)	= 8 gün
3. (10.12.2004 - 31.12.2004)	= 22 gün
• Zam tarihindeki ihzarat miktarı (Belge: 9.13 / A)	: 6 Ton
• 2. Zam tarihindeki ihzarat miktarı (Belge: 9.13)	: - - - - -
• 3. Zam tarihindeki ihzarat miktarı (Belge: 9.13 / C)	: 3 Ton
Hakediş tarihindeki ihzarat (Belge: 9.8)	: 16 Ton

Fiyat

• Beton çeliği baz fiyat (ortalama)	= 493,00 TL
• Fiyat artışı	
-15.11.2004 (% 15), (493,00 x 1.15)	= 566,95 TL

- 2.12.2004 (% 12), (566,95 x 1.12)	= 634,98 TL
- 10.12.2004 (% 5), (634,98 x 1.05)	= 666,73 TL
Fiyat Farkı	
(0.100 x 17) x (566,95 – 493,00)	= 125,72
(0.100 x 8 + 3) x (634,98 - 493,00)	= 539,52
(0.100 x 22 + 16 - 3) x (666,73 - 493,00)	= +4.968,68,
Toplam	= 5.633,92.TL

c) Akaryakıt Fiyat Farkı

İmalatta Kullanılan Akaryakıt Fiyat Farkı:

Miktar

Hakediş süresi (10.10 - 31.12.2004)	: 83 gün
Üretiminde motorin kullanılan beton miktarı (Belge: 9.9)	: 143.067 m ³

1 m³ beton üretiminde kullanılan motorin miktarı (B.F. Analizlerinden)
: 2.113 kg.

- Kullanılan toplam motorin miktarı
(143.067 x 2.113) : 302.300 kg
- Günde kullanılan motorin miktarı
(302.300 / 83) : 3.642 kg / gün
- 1. Zam tarihi (Tablo: 9.1) : 26.10.2004
- 2. Zam tarihi (Tablo: 9.1) : 10.12.2004
- Zamlı motorin kullanım süresi
- 1.(26.10.2004 - 09.12.2004) = 45 gün
- 2.(02.12.2004- 31.12.2004) = 22 gün

Fiyat

- Motorin baz fiyatı
(2004 yılı başındaki bayi fiyatı) : 1,59 TL/kg
- Motorin K.D.V.'siz baz fiyatı (1,59 /1.18) = 1,35 TL/kg
- Motorin birim hacim ağırlığı = 0.850, - kg /lt
- Fiyat artışı (Tablo: 9.1'den)
- 26.10.2004'de (% 10), (1.35 x 1.10) = 1,49 TL / kg
- 10.12.2004'de (% 15), (1.49 x 1.15) = 1,71TL /kg

Fiyat Farkı

(45 x 3.642 / 0.85) (1,49 – 1,35)	= 51,32 TL
(22 x 3.642 / 0.85) (1.71 – 1,35)	= + 33,93 TL
İmalatta Kullanılan Akaryakıt F. Farkı	= 85,25 TL

Nakliyeden Gelen Akaryakıt Fiyat Farkı

1 ton malzemenin 1 km mesafeye taşınması için gerekli motorin miktarı

$$= 0,0788 \text{ lt}$$

1) Taşınacak çimento miktarı

İmalata giren (Belge: 9.9)

$$= 50.073 \text{ ton}$$

İhzarat (Belge: 9.8)

$$= + 10.000 \text{ ton}$$

Toplam

$$= 60.073 \text{ ton}$$

2) Taşınacak kum - çakıl miktarı

İmalata giren (Belge: 9.9)

$$= 173.111 \text{ m}^3$$

İhzarat miktarı (Belge: 9.8)

$$= +$$

Toplam

$$= 173.111 \text{ m}^3$$

3) Taşınacak beton çeliği miktarı

İmalata giren (Belge: 9.9)

$$= 8.261 \text{ ton}$$

İhzarat miktarı (Belge: 9.8)

$$= + 16.000 \text{ ton}$$

Toplam

$$= 24.261$$

• Günlük taşınacak malzeme miktarları

Çimento (60.073 / 83)

$$= 0.724 \text{ ton / gün}$$

Kum - Çakıl (173.11 / 83)

$$= 2.086 \text{ m}^3 / \text{gün}$$

İnşaat Çeliği (24.261 / 83)

$$= 0.292 \text{ ton / gün}$$

• Kum - Çakılın birim hacim ağırlığı

$$= 1.600 \text{ ton / m}^3$$

• Taşıma mesafeleri (Belge: 9.11'den)

Çimento

$$: 13 \text{ km}$$

Kum - Çakıl

$$: 40 \text{ km}$$

Beton çeliği

$$: 110 \text{ km}$$

Fiyat Farkı

Çimento:

$$45 \times 0.724 \times 13 \times 0.0788 (1,49 - 1,35) : 4,67$$

$$22 \times 0.724 \times 13 \times 0.0788 (1,71 - 1,35) : 5,87$$

Kum - Çakıl:

$$45 \times 2.086 \times 40 \times 0.0788 \times 1.6 (1,49 - 1,35) : 66,28$$

$$22 \times 2.086 \times 40 \times 0.0788 \times 1.6 (1,71 - 1,35) : 83,32$$

İnşaat Çeliği

$$45 \times 0.292 \times 110 \times 0.0788 (1,49 - 1,35) : 15,95$$

$$22 \times 0.292 \times 10 \times 0.0788 (1,71 - 1,35) : 1,82$$

+

$$177,93 \text{ TL}$$

• Akaryakıt Fiyat Farkı Toplamı

İmalattan

$$: 85,25$$

Nakliyeden

$$: + 177,93$$

Toplam

$$= 263,18 \text{ TL}$$

d)Kereste Fiyat Farkı

Miktar	
İmalata esas kalıp miktarı (Belge: 9.6)	: 475.48 m ²
1m ² kalıp için kereste miktarı (B.Fiyat analizinin 21.011 nolu pozundan)	: 0.012 m ³
• Kullanılan toplam kereste miktarı (475.48 x 0.012)	: 5.706 m ³
• Hakediş süresi	: 83 gün
• Günde kullanılan kereste miktarı (5.706 / 83)	: 0.069 m ³ / gün
1. Zam tarihi (Tablo: 9.1)	: 15.11.2003
2. Zam tarihi (Tablo: 9.1)	: 10.12.2003
• Zamlı kereste kullanım süresi	
1.(15.11.2003 - 09.12.2004)	= 25 gün
2. (10.12.2003 - 31.12.2004)	= 22 gün
Zam tarihindeki ihzarat miktarı	: -----
Fiyat	
• Kereste baz fiyatı (2004 Yılı Rayiç Listesinden)	= 416,25
• Fiyat artışı (Tablo: 9.1'den)	
- 15.11.2004'de (% 20), (416,25 x 1.20)	= 499,20
-10.12.2004'de (% 30), (499,20 x 1.30)	= 648,96

Fiyat Farkı Formülü, $F = 1,5 (k_2 - k_1) \times m$

F= Fiyat farkı tutarı (TL)

1,5 = Sabit katsayı

k_1 =Kereste baz fiyatı. En yakın Orman bölge Müdürlüğünden yazışmayla edinilen, kalıplık kerestenin tomruk fiyatı (TL)

k_2 =Kerestenin zamlı fiyatı.

Orman Bölge Müdürlüğünden sorularak saptanmaktadır.

m = Kereste miktarı (m³)

Fiyat Farkı

25 x 0.069 x 1,5 (499,20 - 416,25)	: 214,63
25 x 0.069 x 1,5 (648,96 - 416,25)	: + 602,14

816,77. TL

Fiyat Farkları Toplamı (İcmali):

Çimento Fiyat Farkı	: 1.025,67
Betonarme Demiri Fiyat Farkı	: 5.633,92
Akaryakıt Fiyat Farkı	: 263,18
Kereste Fiyat Farkı	: + 816,77
Toplam	: 7.739,54 TL

Belge 9.13

FİYAT ARTIŞINA TABİ İHZARAT TESBİT TUTANAĞI (A)

Demir ve çelik mamullerinin fiyatının artırılmış olduğu 15/11/2004 tarihinde şantiyede 6 (Altı) Ton Ø 8 - 12 beton çeliği ihzaratının varolduğu tarafımızdan tespit edilmiştir.

Yüklenici **Kontrol** **Üye** **Üye**

Tasdik Olunur
16/11/2004

FİYAT ARTIŞINA TABİ İHZARAT TESBİT TUTANAĞI (B)

.....
.....
.....02/12/2004
5 (Beş) ton çimento ihzaratının
.....

Yüklenici **Kontrol** **Üye** **Üye**

Tasdik Olunur
03 / 12 / 2004

FİYAT ARTIŞINA TABİ İHZARAT TESBİT TUTANAĞI (C)

.....
.....
.....02/12/2004
3 (Üç) ton Ø8 – 12 beton çeliği
.....

Yüklenici **Kontrol** **Üye** **Üye**

Tasdik Olunur 03 / 12 / 2004

MALZEME FİYAT FARKI İCMALİ**A) Önceki Ödenek Dilimleri İçinde Ödenen Malzeme Fiyat Farkları**

- a) Yılı
b) Yılı
c) Yılı
d) Yılı
e) Yılı

+

Toplam TL

B) Uygulama Yılı İçinde Ödenen Malzeme Fiyat Farkları

<u>Malzemenin Cinsi</u>	<u>Zam Tarihi</u>	<u>Malzeme Fiyat Farkı</u>
1)
2)
3)

+

Toplam TL

C) Bu hakedişte Ödenen Malzeme Fiyat Farkları

<u>Malzemenin Cinsi</u>	<u>Zam Tarihi</u>	<u>Malzeme Fiyat Farkı</u>
Çimento	26.10.2004	599,89
	02.12.2004	425,78
B.A.Demiri	15.11.2004	125,72
	02.12.2004	539,52
	10.12.2004	4.968,68
Akaryakıt	26.10.2004	85,25
	10.12.2004	177,93
Kereste	15.11.2004	214,63
	10.12..2004	602,14

+

Toplam 7.739,54 TL

İhale tenzilatına tabi Olmayan Genel Toplam (A+B+C) 7.739,54 TL

Belge 9.14: Fiyat Farkı İcmali

31.12.2004 Tarihine Kadar yapılan İşler İcmali			
Sıra No	İşin Cinsi	Sözleşme Fiyatları İle Yapılan İşler Tutarı	Uygulama Yılı Fiyat Farkı
1	İmalat Tutarı (Belge:9.3'den)	24.455,53	
2	İhzarat Tutarı (Belge:9.3'den)	8.578,00	
3	İmalat Nakliyesi (Belge:9.3'den)	2.237,00	
4	İhzarat Nakliyesi (Belge:9.3'den)	362,82	
Toplam		35.633,35	.....
A) Sözleşme Yılı Fiyatlarıyla Yapılan İşler Tutarı İle Uygulama Yılı Fiyat Farkı Toplamı .			35.633,35
B) Önceki Ödenek Dilimi Fiyat Farkı			
(Not: Önceki ödenek dilimi fiyat farkına ihzarat fiyat farkı dahil edilmeyecektir)		a) Yılı	.....
		b) Yılı	.....
		c) Yılı	.....
		d) Yılı	.....
		e) Yılı	.....
		Toplam	.....
C) İhzarat Kesintisi			
		a) Yılı	.....
		b) Yılı	.....
		c) Yılı	.....
		d) Yılı	.....
		e) Yılı	.....
		Toplam	.....
D) Diğer Kesintiler			
		a) Bir evvelki hakedişte yapılan	.....
		b) Bir defa yapılan kesinti	.....
		Toplam	.....
E) Kesintiler Toplamı (C+D)			.....
F) İhale Tenzilatına Tabi ödemeler Tutarı (A+B-E)			35.633,35 TL

Belge 9.15: Yapılan İşlerin İcmali

..31/12/2004 .. TARİHİNE KADAR YAPILAN İŞLER																					
A) İhale Tenzilatına Tabi Ödemeler Tutarı (Belge:9.15'den)	35.633,35																				
B) İhale Tenzilatı (A x %8)	2.850,67																				
C) Tenzilatlı Tutar (A-B)	32.782,68																				
D) İhale Tenzilatına Tabi Olmayan Ödemeler Tutarı (Belge: 9.14'den)	7.739,54																				
E) Toplam Tutar (C+D)	39.522,22																				
10/10/2004 ile..31/12/2004 .. TARİHLERİ ARASINDA YAPILAN İŞLERİN TUTARI																					
F) Bir Önceki Hakedişin Toplam Tutarı (.... Nolu Hakediş)																				
G) Bu Hakedişin Tutarı	39.522,22																				
H) KDV (%18)	7.114,00																				
I) Tahakkuk Tutarı	46.636,22																				
KESİNTİLER VE MAHSUPLAR	Gelir Vergisi																			
	Damga Vergisi																			
	Savunma Sanayi Destekleme Fonu																			
	Sosyal Sigortalar Kurumu Kesintisi																			
	İdareye Ait Makinelerin Kiraları																			
	Gecikme Cezası																			
	Avans Mahsubu																			
	Teminat Bakiyesi																			
	J) Kesintiler Toplamı																			
K) Müteahhide Ödenecek Hakediş Tutarı (I – J)	46.636,22																				
<table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">MÜTEAHHİT</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">DÜZENLEYENLER</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">.....</td> <td style="text-align: center;">İnşaat</td> <td style="text-align: center;">Makine Tes.</td> <td style="text-align: center;">Elektrik Tes.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">.....</td> <td style="text-align: center;">Kontrolü</td> <td style="text-align: center;">Kontrolü</td> <td style="text-align: center;">Kontrolü</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">KANTROL ŞEFİ</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">.....</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		MÜTEAHHİT	DÜZENLEYENLER			İnşaat	Makine Tes.	Elektrik Tes.	Kontrolü	Kontrolü	Kontrolü	KANTROL ŞEFİ						
MÜTEAHHİT	DÜZENLEYENLER																				
.....	İnşaat	Makine Tes.	Elektrik Tes.																		
.....	Kontrolü	Kontrolü	Kontrolü																		
KANTROL ŞEFİ																					
.....																					
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">.....Nolu Hakediş Tutarı:TL</td> <td style="width: 20%;">Görölmüştür</td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td>Yalnız</td> <td>...../...../.....200...</td> <td>ONAYLAYAN</td> </tr> <tr> <td colspan="3">..... TL Olarak tasdik edilmiştir</td> </tr> </table>	Nolu Hakediş Tutarı:TL	Görölmüştür		Yalnız/...../.....200...	ONAYLAYAN TL Olarak tasdik edilmiştir													
.....Nolu Hakediş Tutarı:TL	Görölmüştür																				
Yalnız/...../.....200...	ONAYLAYAN																			
..... TL Olarak tasdik edilmiştir																					

Belge 9.16: Hakediş Bedelinin Hesabı

İŞİ

HAKEDİŞ RAPORU

No : 2
Tarih : 02/02/2005
Uygulama Yılı : 2005

Yapılacak İşin Yıllık Programdaki Sektörü ve
Etüt Proje No. su :
Müteahhidin Adı :
Birinci Keşif Bedeli :
İhale Tarihi :
İhale Tenzilatı : %8.....
İhale Bedeli :
Sözleşme Tarih ve Sayısı :
Sözleşmenin Sayıştay'ca Tescil Tarih ve Sayısı :
Tescilin Müteahhide Tebliğ Tarihi :
İşyeri Tensim Tarihi :
İşe Başlama Tarihi :
Sözleşmeye Göre İşin Süresi : Takvim günü
Sözleşmeye Göre İşin Bitim Tarihi :
Verilen Avanslar Toplamı : TL
Mahsubu Yapılan Avans Miktarı : TL
En Son İlave Keşif Onayının Tarih ve No. Su :

<u>İlave Keşif %'Si</u>	<u>İlave Keşif Tutarı</u>	<u>Toplam Keşif Bedeli</u>	<u>Toplam İhle Bedeli</u>
.....
.....

Süre Uzatım Kararları

<u>Tarih ve Sayı</u>	<u>Verilen Süre</u>	<u>İşin Bitim Tarihi</u>
.....
.....

Belge 9.17: Hakediş Raporu Bilgi Yaprağı

DİZİ PUSULASI

Sıra No	Belgenin Cinsi	Adedi	Sayfa No.
1	Yapılan İşler İcmali (*)		
2	Yapılan İşler Listesi (*)		
3	Malzeme Fiyat Farkları İcmali (*)		
4	Malzeme Fiyat Farkları İcmali (*)		
5	Malzeme Miktarı Hesap Tablosu (*)		
6	Malzeme Miktarı Tesbit Tutanaqları		
7	Miz. Fiyat Farkları Esas Olan Faturalar İçin Tanzim Edilm Liste		
8	Nakliye Motrafı (*)		
9	İhzarat Metrafı (*)		
10	Makina Kira Kesitisi Cetveli (*)		
11	Yıl Sonu Durum Tesbiti		
12	Gecikme Cezası Tutanağı		
13	Teknik Personel Bulundurmama Ceza Tutanağı		
14	Eksik Malzeme Ceza Tutanağı		
15	Kısmi Gecikme Cezası Tutanağı		
16	Özel Kesinti Tutanağı		
17	İdare Malı Malzeme Kesinti Tutanağı		
18	İşçi Alacağı Tutanağı		
19	Yeni Fiyat Tutanağı ve Analizi		
20	Öze. Fiyat Tutanağı ve Analizi		
21	Kesin Kabul Tutanağı		
22	Geçici Kabul Tutanağı		
23	İlave Keşif Onayı		
24	Mukaveseli Keşif Cetveli		
25	Süre Uzatımı - Revize Ödenek Kararı		
26	Sigorta Poliçesi / Zeyilname		
27	Ek Teminat Belgesi		
28	İşe Başlama Tutanağı		
29	Yer Teslim Tutanağı		

AÇIKLAMA:

- 1 - Yukarıdaki belgelerden işin durumuna göre gerekli olanlar hakediş raporunu eklenir. Eklenmesi gerekli olmayan belgelerin karşısına (-) işaret konulur.
- 2 - (*) işaretli belgeler için ekli formlar kullanılacaktır.
- 3 - Dizi pusulasında yer almayan ancak hakediş raporuna eklenmesi gerekli görülenler boş satırlara ilave edilecektir.

Belge 9.18: Hakediş Raporu İçeriği

YAPILAN İŞLER LİSTESİ
(İmalat – İhzarat)

Sıra No	Poz No	Yapılan İşlerin Cinsi	Toplam imalat ve ihzarat miktarı	Bir önceki ödenek dilimi içinde yapılan iş miktarı	Uygulama yılı fiyat farkına esas iş miktarı	Sözleşme (2004) yılı fiyatı	Uygulama (2005) yılı fiyatı	Birim miktar için ödenecek fiyat farkı	Sözleşme yılı fiyatlarıyla yapılan iş tutarı	Uygulama yılı fiyat farkı (TL)	Hakediş No: 2.....
											H = C x F
A				B	C = A - B	D	E	F = E - D	G = A x D	H = C x F	
İMALAT											
1	15.001/1A	Makinalı kazı	504,00	504,000	-	1,41	1,59	0,18	710,64		
2	16,043/1	Demirli B 225 betonu	189,177	143,067	46,110	79,21	86,35	7,14	14.984,71	329,2	
3	21,011	Beton ve B,A,Kalıbı	829,88	475,48	354,40	10,71	10,93	0,22	8.888,01	77,9	
4	23,001/1	İnşaat çeliği (Ø8-12)	8,165	4,735	3,430	990,81	1,170,06	179,25	8.089,96	614,8	
5	23,002	İnşaat çeliği (Ø14-50)	4,427	2,905	1,522	904,87	1,081,44	176,57	4.005,86	268,7	
									Toplam	36.679,18	1.290,7
NAKLİYE											
1	04,0032	Kum Çakıl	228,905	173,111	55,794	11,02	12,31	1,29	2.522,53	71,9	
2	04,008	Çimento	70,211	60,073	10,138	3,16	3,53	0,37	221,87	3,7	
3	04,251	İnşaat çeliği	13,606	8,261	5,345	20,72	23,31	2,59	281,92	13,8	
									Toplam	3.026,32	89,5
İHZARAT											
1	04,008	Çimento	4,000				75,00			300,00	
									Toplam	300,0	
İHZARAT KESİNTİSİ											
1	08,008	İhzarat - Çimento		10,000			69,60	5,40		54,0	
2	04,251	İhzarat - İnşaat çeliği		16,000			493,00	107,00		1.712,0	
3	04,008	İhz, Nakliyesi Çimento		10,000			3,16	0,37		3,7	
4	04,251	İhz, Nak, İnşaat çeliği		16,000			20,72	2,59		41,4	
									Toplam	1.811,1	

Belge 9.19: Hakediş Keşif Özeti Ve Fiyat Farkları

İHZARAT TESBİT TUTANAĞI

Müteahhit taahhüdü altında yapının devam etmekte olan
..... TL. Keşif Bedeli Adana
.....inşaatında (.....) Nolu hakediş esas olmak üzere-
re inşaat mahallinde/...../ tarihinde tarafımızdan tesbit edilen malzeme miktar-
ları işin müteahhidine yedi emin olarak teslim edilmiştir.

İş bu tutanak tarafınızdan (5) Nüsha olarak düzenlenmiştir.

Müteahhit	Kontrol	Üye	Üye
.....

Takdik Olunur.

..02.../...02.../2004

İhzarat Malzemeleri Listesi :

<u>Malzeme Cinsi</u>	<u>Miktarı</u>
1) Çimento.....	....4... Ton.....
2)
3)
4)
5)
6)
7)
8)
9)
10)

Belge 9.24: İhzarat Tespit Tutanağı

NAKLIYE ANALİZLERİ

A) Çimento

M = 13 km, K = 92,00 TL, A = 1

F = K (0.0007 x M + 0.01) x A x 1,25

= 92 (0.0007 x 13 + 0,01) x 1,25

= 2,20 TL/Ton

Yükleme, boşaltma istif bedeli (2,66/2)

= 1,33

+

Toplam

= **3,53 TL/Ton**

B) İnşaat çeliği

M = 110 km, K (2005 yılı için) = 92,00 TL, A = 1

F = K (0.0007 x M + 0.01) x A x 1,25

F = 92 (0.0007 x 110 + 0.01) x 1,25

= 10,00 TL/Ton

Yükleme boşaltma istif (13,31)

= 13,31

+

Toplam

= **23,31 TL/Ton**

C) Kum - Çakıl

M = 40 km, K = 92,00 TL, A = 1, *d = 1,6 ton / m³

F = K (0,0007 x M + 0,01) x A x d x 1,25

F = 92 (0,0007x40 + 0,01) + 1,25 x 1,6

= 6,99 TL/m³

Yükleme boşaltma istif

= + 5,33

Toplam

= **12,32 TL/m³**

* Kum – çakılın birim hacim ağırlığı

Belege 9.27

MESAFE TUTANAĞI

.....İşine ait2.....nolu hakedişte nakliye bedeli verilecek malzemelerin taşıma mesafelerinin aşağıdaki gibi olduğunu belirtir iş bu tutanak tarafımızdan düzenlenmiştir.

Yüklenici

Kontrol

Üye

Üye

Tasdik Olunur

02../02../2005

Taşınacak Malzemenin Cinsi

Taşıma Mesafesi (km)

Kum, çakıl

40

Çimento

13

Beton çeliği

110

Belge 9.28
MALZEME FİYAT FARKLARI

a) Çimento Fiyat Farkı
Miktar

- Baz fiyatlarının geçerli olacağı tarih : 01.01.2005
- Hakediş düzenleme tarihi : 02.02.2005
- Hakediş süresi (01.01 - 02.02.2005) : 32 gün
- Bu dönemde kullanılan çimento mik. (Bel: 9.25) : 66.211 Ton
- Günlük kullanılan çimento miktarı: $66.211 / 32$ = 2.069 Ton / gün
- Zam tarihi : 18.01.201
- Zamlı çimento kullanım süresi
(18.01- 02.02, 2005) = 16 gün
- Hakediş tarihindeki ihzarat miktarı = 4 ton
- Zam tarihindeki çimento miktarı = - - - - -

Fiyat

- Çimento baz fiyatı (2005 Rayiç cetvelinden) = 75,00 TL
- Fiyat artışı (% 5), $(75,00 \times 1.05)$ = 78,75

Fiyat Farkı

$$(2.069 \times 16 + 4) \times (78,75 - 75,00) = 139,14 \text{ TL}$$

b) Betonarme Demiri Fiyat Farkı
Miktar

- Hakediş süresi : 32 gün
- İmalatta kullanılan miktar (Belge: 9.25) : 12.592 ton
- Günlük kullanılan miktar $(12.592 / 32)$: 0.394 ton / gün
- Zam tarihi : 10. 01. 2005
- Zamlı demiri kullanma süresi
(10.02 - 02.02.2005) = 16 gün
- Zam tarihindeki ihzarat miktarı = 2 Ton
- Hakediş tarihindeki ihzarat miktarı = - - - - -

Fiyat

- B.A Demiri baz fiyatı
- (2005 Rayiç Cet, Ortalama) = 600,00 TL
- Fiyat artışı (% 15) , $(600,00 \times 1.15)$ = 690,00 TL

Fiyat Farkı

$$(0.394 \times 16 - 2) \times (690 - 600) = 387,36 \text{ TL}$$

Belge 9.29

FİYAT ARTIŞ TARİHİNDE İHZARAT TESBİT TUTANAĞI

Demir ve Çelik mamullerinin fiyatının artmış olduğu 18/01/2005 Tarihinde şantiyede sadece 2 (iki) ton muhtelif çapta B.A. Demiri ihzaratının bulunduğu tarafımızdan tespit edilmiştir.

Yüklenici

Kontrol

Üye

Üye

Tasdik Olunur

18 / 01 / 2005



MALZEME FİYAT FARKI İCMALİ		
A) Önceki Ödenek Dilimleri İçinde Ödenen Malzeme Fiyat Farkları		
a)	2004..... Yılı	7.739,54 TL
b) .....	..... Yılı	.....
c) .....	..... Yılı	.....
d) .....	..... Yılı	.....
e) .....	..... Yılı	.....
		+
	Toplam	7.739,54 TL
B) Uygulama Yılı İçinde Ödenen Malzeme Fiyat Farkları		
<u>Malzemenin Cinsi</u>	<u>Zam Tarihi</u>	<u>Malzeme Fiyat Farkı</u>
1) .....	.....	.....
2) .....	.....	.....
3) .....	.....	.....
		+
	Toplam	..... TL
C) Bu hakedişte Ödenen Malzeme Fiyat Farkları		
<u>Malzemenin Cinsi</u>	<u>Zam Tarihi</u>	<u>Malzeme Fiyat Farkı</u>
Çimento	18.01.2005	599,89
B.A.Demiri	18.01.2005	425,78
		+
	Toplam	1.025,67 TL
İhale tenzilatına tabi Olmayan Genel Toplam (A+B+C)		8.765,21 TL

Belge 9.30: Fiyat Farkları İcmali (Özeti)

.....İŞİ

Sayfa No :

Hakediş No :2.....

02.02.2005 Tarihine Kadar Yapılan İşler İcmali			
Sıra No	İşin Cinsi	Sözleşme Fiyatları İle Yapılan İşler Tutarı	Uygulama Yılı Fiyat Farkı
1	İmalat Tutarı (Belge:9.19'dan)	36.679,18	1.290,77
2	İhzarat Tutarı (Belge:9.19'dan)		300,00
3	Nakliye Tutarı (Belge:9.19'dan)	3,026,32	89,56
Toplam		39.705,50	1.670,33
A) Sözleşme Yılı Fiyatlarıyla Yapılan İşler Tutarı İle Uygulama Yılı Fiyat Farkı Toplamı .			40.375,83 TL
B) Önceki Ödenek Dilimi Fiyat Farkı			
(Not: Önceki ödenek dilimi fiyat farkına ihzarat fiyat farkı dahil edilmeyecektir)			
a) Yılı			.....
b) Yılı			.....
c) Yılı			.....
d) Yılı			.....
e) Yılı			.....
Toplam			.....
C) İhzarat Kesintisi			
a) .....2005.. Yılı			.....
b) Yılı			.....
c) Yılı			.....
d) Yılı			.....
e) Yılı			.....
Toplam			.....1.811,14... TL
D) Diğer Kesintiler			
a) Bir evvelki hakedişte yapılan kesinti			.....
b) Bir defa yapılan kesinti			.....
Toplam			.....
E) Kesintiler Toplamı (C+D)			.....
F) İhale Tenzilatına Tabi ödemeler Tutarı (A+B-E)			38.564,69 TL

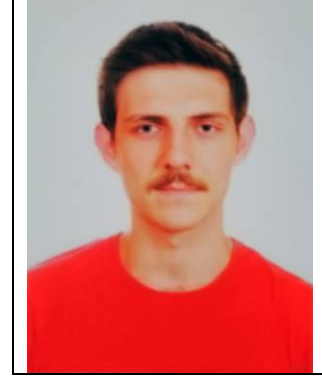
Belge 9.31: Yapılan İşlerin İcmali (Özeti)

..02/02/2005 .. TARİHİNE KADAR YAPILAN İŞLER		
A) İhale Tenzilatına Tabi Ödemeler Tutarı (Belge:9.15'den)		38.564,69
B) İhale Tenzilatı (A x %8)		3.092,36
C) Tenzilatlı Tutar (A-B)		35.472,23
D) İhale Tenzilatına Tabi Olmayan Ödemeler Tutarı (Belge:9.14'den)		8.765,21
E) Toplam Tutar (C+D)		44.237,44
10/10/2004 ile..02/02/2005 .. TARİHLERİ ARASINDA YAPILAN İŞLERİN TUTARI		
F) Bir Önceki Hakedişin Toplam Tutarı (1 Nolu Hakediş)		39.522,22
G) Bu Hakedişin Tutarı (E-F)		4.755,22
H) KDV (G x %18)		855,94
I) Tahakkuk Tutarı (G + H)		5.611,16
KESİNTİLER VE MAHSUPLAR	Gelir Vergisi	.....
	Damga Vergisi	.....
	Savunma Sanayi Destekleme Fonu	.....
	Sosyal Sigortalar Kurumu Kesintisi	.....
	İdareye Ait Makinelerin Kiraları	.....
	Gecikme Cezası	.....
	Avans Mahsubu	.....
	Teminat Bakiyesi	.....
J) Kesintiler Toplamı		.....
K) Müteahhide Ödenecek Hakediş Tutarı (I – J)		5.611,16
MÜTEAHHİT		DÜZENLEYENLER
.....	İnşaat Kontrolü	Makine Tesisat Kontrolü.
KANTROL ŞEFİ		Elektrik Tesisat Kontrolü
.....		
.....Nolu Hakediş Tutarı: TL	Görölmüştür	ONAYLAYAN
Yalnız .....	..../.../...200...	
..... TL Olarak tasdik edilmiştir		

Belge 9.32: Hakediş Bedelinin Hesabı



ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Atacan AKGÜN

Doğum Yeri ve Tarihi : 05-06-1987

E-Posta : akgunat@yahoo.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2010, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
- **Yüksek Lisans** : 2016, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Anabilim Dalı, Proje ve Yapım Yönetimi Programı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- **SE Mimarlık_Mimar** / Mart 2009 - Haziran 2009
- **DBA Mimarlık_Mimar** / Haziran 2009 - Haziran 2010
- **Fores Mimarlık_Mimar** / Temmuz 2010 – Şubat 2011
- **Bimeks Bilgi İşlem ve Dış Ticaret A.Ş._Mimar** / Mart 2011 - Şubat 2012
- **Manikofis Mimarlık Hizmetleri** / Şubat 2012 - Eylül 2013
- **Pimeks Alüminyum PVC ve Metal Sanayi Ticaret A.Ş._Mimar** / Ekim 2013 - Haziran 2014
- **DBA Mimarlık_Mimar** / Haziran 2014 - Haziran 2015
- **AB-PM Proje Yönetimi_Mimar** / Eylül 2015 - Ocak 2016
- **Erciyes Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü_Araştırma Görevlisi** / 2016 Ocak - Devam ediyor