

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

**ÜSTYAPI İNŞAAT İŞLERİNİN PROJE ÜRETİMİNİN VE SAHA
UYGULAMALARININ TAKİP EDİLMESİNDE YBM (YAPI BİLGİ
MODELLEMESİ – BUILDING INFORMATION MODELLING)
PROGRAMLARI KULLANILMASININ İLLER BANKASI ANONİM
ŞİRKETİNE SAĞLAYACAĞI YARARLARIN İNCELENMESİ**

Selahattin Alper BEŞER

UZMANLIK TEZİ

NİSAN 2017



İLBANK
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

**ÜSTYAPI İNŞAAT İŞLERİNİN PROJE ÜRETİMİNİN VE SAHA
UYGULAMALARININ TAKİP EDİLMESİNDE YBM (YAPI BİLGİ
MODELLEMESİ – BUILDING INFORMATION MODELLING)
PROGRAMLARI KULLANILMASININ İLLER BANKASI ANONİM
ŞİRKETİNE SAĞLAYACAĞI YARARLARIN İNCELENMESİ**

Selahattin Alper BEŞER

UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı (Kurum)
Kemal Karataş

Tez Danışmanı (Üniversite)
Doç. Dr. Mustafa Şahmaran

ETİK BEYAN

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ Uzmanlık Tezi Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Selahattin Alper BEŞER

04.04.2017

Üstyapı İnşaat İşlerinin Proje Üretiminin ve Saha Uygulamalarının Takip Edilmesinde YBM
(Yapı Bilgi Modellemesi – Building Information Modelling) Programları Kullanılmasının
İller Bankası Anonim Şirketine Sağlayacağı Yararların İncelenmesi

(Uzmanlık Tezi)

Selahattin Alper BEŞER

İLBANK A.Ş.

Nisan 2017

ÖZET

İnşaat sektörü ülkemiz için lokomotif sektör olma özelliğini korumaktadır. Diğer imalat sektörlerinde olduğu gibi inşaat sektöründe de teknoloji önemli bir yer tutmaktadır. Ancak mevcut 2 boyutlu (2B) tasarım yaklaşımına dayalı teknolojiler ile üretilen projeler, sektörde karşılaşılan sorunlara çözüm bulamamaktadır. Bu durum özellikle kamu kaynaklarının inşaat sektöründe verimli kullanılmasını engellemektedir. Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler bu sorunların çözümü için 3 boyutlu parametrik (3B) tasarım ilkelerinin benimsenmesini gerektiğini göstermiştir. Günümüzde Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) programları kullanılarak, kolaylıkla küçük veya büyük ölçekli, basit veya karmaşık tüm projelerde 3B’lu tasarımlar yapılabilmektedir. 3. boyuta zaman ve maliyetin eklenmesi ile 4 boyutlu (4B) ve 5 Boyutlu (5B) tasarımlar yapılabilmektedir. Ülkemizde BIM kavramı emekleme aşamasında bulunmasının yanı sıra İller Bankasında da BIM ile yapılmış ve/veya takip edilmiş bir proje bulunmamaktadır. BIM programlarının kullanılması İller Bankasında; proje üretimi, inşaat yönetimi ve sahada uygulamalarında maliyet ve zaman kayıplarının giderilmesini sağlayacaktır. Bu çalışmada BIM kavramı hakkında literatür araştırması yapılmış ve BIM uygulamaları hakkında bilgiler verilmiştir. Ayrıca daha önce inşa edilmiş bir banka binası BIM ortamında yeniden oluşturulmuş ve BIM ile yapılacak projelerin İller Bankasına sağlayacağı faydalar irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler : BIM, üstyapı, 3B’lu tasarım, parametrik model

Sayfa Adedi : 61

Tez Danışmanı : Kemal KARATAŞ
Doç. Dr. Mustafa ŞAHMARAN

Examination Of Benefits Of Using BIM Programs On Production of Projects And Tracking
Of Field Applications In İller Bankası A.Ş

(Expertise Thesis)

Selahattin Alper BEŞER

İLBANK A.Ş.

April 2017

ABSTRACT

The construction sector remains the locomotive sector for our country. Technology is also important in the construction sector as it is in other manufacturing sectors. However, the projects produced with the technologies based on the existing 2 dimensional (2D) design approach can not find solutions to the problems in the sector. This situation prevents especially efficient use of public resources in the construction sector. Advances in computer technology have shown that 3D parametric (3D) design principles must be adopted to solve these problems. Nowadays, by using the Building Information Modeling (BIM) programs, 3D designs can easily be made on all small or large scale, simple or complex projects. 4 dimensional (4B) and 5 dimensional (5B) designs can be made by adding time and cost to the 3rd dimension. In addition to being in the crawling stage of the BIM concept in our country, there is no project that has been done and / or followed up with BIM in İller Bank. The use of BIM programs will enable the İller Bank to eliminate cost and time losses in project production, construction management and field applications. In this study, literature research about BIM concept was made and information about BIM applications was given. In addition, a previously constructed bank building has been reconstructed in the BIM environment and the benefits to be provided to İller Bank by projects to be built by BIM have been examined.

Key Words : BIM, superstructure, 3D design, parametric model

Page Number : 61

Supervisor : Kemal KARATAŞ
Doç. Dr. Mustafa ŞAHMARAN

TEŞEKKÜR

Bu tezin yazılmasında yardımlarını esirgemeyen Yüksek Mimar Yağmur Beşer ile tez danışmanlarım Teknik Uzm. Kemal Karataş ve Doç. Dr. Mustafa Şahmaran’a teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	vi
RESİMLERİN LİSTESİ	vii
KISALTMALAR.....	ix
GİRİŞ	1
 1. BIM PROGRAMLARININ TARİHSEL SÜREÇTEKİ GELİŞİMİ.....	 3
1.1. Tarihsel Gelişim, Gerekliklik ve BIM'in Tanımı.....	3
1.2. Obje Tabanlı Parametrik Bina Modellemesi	7
1.3. BIM Terminolojisi.....	13
1.4. BIM Kullanılarak Entegre Bina Tasarımı Yapılması.....	15
1.5. Yapı Bilgi Modellemesi Programları	18
 2. BIM PROGRAMLARI KULLANILARAK ÜRETİLECEK PROJELERİNİN İLLER BANKASININ ÜSTYAPI PROJELERİNE SAĞLAYACAĞI YARARLARIN İNCELENMESİ	 19
2.1. İller Bankasının Kısa Tarihçesi	19
2.2. İller Bankasının Yapım İşlerindeki Klasik İş Akışı	19
2.3. BIM'in İller Bankası Üstyapı Proje Üretimine Sağlayacağı Faydalar	20
2.4. BIM ile Proje Üretmesinde BIM Uygulama Planının Önemi.....	22
2.5. Altyapı İnşaat İşlerinde BIM'in Kullanılması.....	25
2.6. BIM'in Küçük ve Orta Ölçekli Projelerde Kullanılması ve Yatırım Geri Dönüşü...	26
 3. BIM PROGRAMI KULLANILARAK ÖRNEK BİR MODEL ÜZERİNDEN KONUNUN İNCELENMESİ.....	 29
3.1. BIM Programının Kısaca Tanıtılması	29
3.2. Örnek Modelin BIM Programı ile Oluşturulması	29
3.3. 3B'lu Model Üzerinden Otomatik Metraj Alınması	38
3.4. Kaba ve İnce Yapı Yaklaşık Maliyetinin Belirlenmesi.....	44
3.5. İş Programı Oluşturulması	45
3.6. Örnek Hakediş Düzenlenmesi	48
3.7. İş Sonu Projelerinin Oluşturulması	54
 SONUÇ VE ÖNERİLER	 57
 KAYNAKLAR	 59
ÖZGEÇMİŞ	61

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Toplam sanayi endeksi ile inşaat endeksini karşılaştırılması	3
Çizelge 1.2. 2015 yılı kamu sektöründe düşük performans gösteren projeler.....	4
Çizelge 1.3. Tipik bir projede bilgi alışverişi miktarları.....	5
Çizelge 1.4. Büyük ölçekli projelerin başarı yüzdesi	5
Çizelge 1.5. Projelerin iptal edilme nedenleri.....	6
Çizelge 2.1. Örnek BIM uygulama planı	23
Çizelge 3.1. Kaba ve ince yapı yaklaşık maliyeti	44
Çizelge 3.2. Ödemeye esas porsantaj tablosu	50
Çizelge 3.3. Allpan-Sketchup metraj karşılaştırması.....	51
Çizelge 3.4. Hakediş raporu sayfası.....	53

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. BIM boyutları	7
Şekil 1.2. BIM giriş sınıfı	13
Şekil 1.3. BIM hiyerarşik proje yapılanması	14
Şekil 1.4. BIM’deki hiyerarşik bina, oda ve duvar yapılanması.....	14
Şekil 1.5. Proje paydaşları ve entegre bina tasarımı şeması	15
Şekil 1.6. BIM karşılıklı ve/veya tek taraflı veri alışverişi şeması	17

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1. 2B’lu duvar çizimi (a), 3B’lu parametrik duvar çizimi (b)	8
Resim 1.2. Cephe duvarı 3B’lu görünümü	9
Resim 1.3. Cephe duvarı plan görünümü.....	9
Resim 1.4. Cephe duvarı kesit görünümü	10
Resim 1.5. Cephe duvarı detay görünümü.....	10
Resim 1.6. Duvar objesinin tip ayarları	11
Resim 1.7. Yeni cephe duvarı 3B’lu görünümü	11
Resim 1.8. Yeni cephe duvarı plan görünümü.....	12
Resim 1.9. Yeni cephe duvarı kesit görünümü	12
Resim 1.10. Yeni cephe duvarı detay görünümü	12
Resim 2.1. BIM’in ilk sene yatırım geri dönüş oranı hesabı	27
Resim 2.2. BIM ilk yatırımının şirket üretkenliğine etkisi	28
Resim 3.1. Düzlem yönetimi ekranı	30
Resim 3.2. Bina strüktürü ve çizim dosyaları	31
Resim 3.3. Statik ve mimari objelerin çiziminde kullanılacak modül ve araçlar	32
Resim 3.4. Kolon aracı.....	33
Resim 3.5. 3B’lu bodrum kat çizimi	34
Resim 3.6. 3B’lu tüm kat çizimi	34
Resim 3.7. Çizimden geçirilen 1-1, 2-2, 3-3 kesitleri	35
Resim 3.8. 1-1 Kesiti 2B’lu görünüm	36
Resim 3.9. 1-1 Kesiti 3B’lu görünüm	36
Resim 3.10. 2-2 Kesiti 3B’lu görünüm	37
Resim 3.11. 3-3 Kesiti 3B’lu görünüm	37
Resim 3.12. Bodrum kat kaba yapı metrajı.....	38

Resim 3.13. Tüm bina kalıp metrajı.....	39
Resim 3.14. Tüm bina beton metrajı.....	39
Resim 3.15. Allplan oda aracı.....	40
Resim 3.16. Allplan oda kaplama malzemesi ayarlanması.....	42
Resim 3.17. Kaplama malzemesi koşul tanımlaması.....	42
Resim 3.18. Kaplama malzemesi öncesi boş oda	42
Resim 3.19. Kaplama malzemesi sonrası boş oda	43
Resim 3.20. Kaplama malzemeli kesit görünüşü.....	43
Resim 3.21. Mahal listesi ve ilgili metrajlar	43
Resim 3.22. Gantt şeması.....	46
Resim 3.23. Kritik görevler ve kritik yol.....	47
Resim 3.24. Proje zaman çizelgesi	48
Resim 3.25. Proje maliyet genel görünümü tablosu	48
Resim 3.26. 4. Kat statik elemanlar parçalanmış görünümü	52
Resim 3.27. 5-5 Kesiti plan görünüşü karşılaştırması	55
Resim 3.28. 5-5 Kesiti kesit görünüşü karşılaştırması.....	55
Resim 3.29. 5-5 Kesiti 3B’lu görünüşü karşılaştırması	56

KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
AB	Avrupa Birliği
AŞ	Anonim Şirket
BIM	Building Information Modelling
ID	Identity Document
IFC	Industry Foundation Classes
KMPG	Klynveld Main Peat Goerdeler
MEP	Mechanical Electrical and Plumbing
PPP	Public Private Partnership
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
TOKİ	Toplu Konut İdaresi
YBM	Yapı Bilgi Modellemesi
2B	2 Boyut
3B	3 Boyut
4B	4 Boyut
5B	5 Boyut
6B	6 Boyut
7B	7 Boyut
nB	n Boyut

GİRİŞ

Türkçeye “Yapı Bilgi Modellemesi” olarak çevrilen “Building Information Modelling” (BIM); en geniş tanımıyla, sanal olarak yapıların kusursuz bir şekilde oluşturulmasını ve oluşturulan bu sayısal verinin, yapının planlama aşamasından sahibine teslim edilip işletilmesi de dâhil her aşamasında kullanılmasını kapsamaktadır. Dolayısıyla oluşturulacak sanal 3 boyutlu verinin doğruluğu her aşamada önem taşımaktadır.

Bilgisayar destekli çizim programları 1980’lerden itibaren neredeyse her sene kendilerini biraz daha geliştirmiş ve mimar ve mühendislerin artık vazgeçilmez bir yardımcısı olmuşlardır. Ne var ki gelişen zamanda 2 boyutlu bilgisayar destekli çizim yazılımları artık ihtiyaçları karşılayamaz duruma gelmiştir. Çok sayıda paydaşın karşılıklı görüş alışverişi sağlaması gereken büyük ölçekli inşaat projelerinde 2 boyutlu yazılım paketleri zaman zaman ihtiyaca cevap verememekte, hızlı, doğru ve etkili proje değişiklikleri yapılmak istenildiğinde hantal kalmakta ve inşaat sektöründeki diğer mühendislik dallarıyla (mekanik ve elektrik) karşılıklı otomatik veri akışını ise sağlayamamaktadır.

2 boyutlu çizim programları kullanılan projeler çoğu zaman saha uygulamalarını geriden takip etmekte ve ileride telafisi mümkün olmayacak şekilde sektördeki tüm kullanıcılara zaman ve para kaybettirebilmektedir.

3 boyutlu çizim programlarının kullanılmasına ise ülkemizde yeni başlanılmıştır. BIM programlarının kullanılmasının ülkemiz için halen emekleme döneminde olduğunu görülmektedir. Oysaki örneğin İngiltere 2011 yılında, 2016 yılı itibarıyla özellikle kamu inşaatı yapımlarında, BIM programlarının kullanılmasını şart koşturmuştur [1]. Buradaki amaç kamu inşaat harcamalarında %20 oranında azalma sağlamaktır [2]. Hollanda, Danimarka, Finlandiya, İsveç ve Norveç de BIM programı kullanımını kamu sektörü alımlarında zorunlu hale getirmiştir [3][5]. Singapur Bina ve İnşaat Kurumu 2015 yılı itibarıyla BIM uygulamalarının kamu projelerinde büyük ölçüde kullanılması yönünde stratejiler geliştirmiştir [4]. Bu adımları atan ülkelerin bir amacı da BIM teknolojisine erken yatırım yaparak, emekleme dönemlerini hızlıca atlatıp, ileride BIM üzerine söz sahibi olan ülkeler konumuna kendilerini çıkarmak istemeleridir.

Kamu harcamalarında önemli ölçüde fazla harcamanın azalmasına neden olacak BIM'in ülkemizde yeterince kullanılmıyor oluşu araştırmaya değer bir konudur. Türk inşaat sektörünün öncü ve yapıcı gücü olan İller Bankası AŞ'de de henüz BIM sistemi kullanılarak yapılan ve/veya takip edilen proje hâlihazırda bulunmamaktadır. Bankamız kaynaklarının etkin kullanılması açısından, özellikle 4734 sayılı Kamu İhale Kanununda, belli bir yapının onaylanmış kesin projesine göre yapının her türlü ayrıntısının belirtildiği proje olarak açıklanan uygulama projelerin, BIM programları kullanılarak üretilmesi önem taşımaktadır. Keza kanunda belirtilen yapının her türlü ayrıntısının belirttiği proje ancak BIM programları kullanılarak tam olarak üretilebilir. 2 boyutlu çizim tekniğiyle yapıldığı için mevcut saha uygulamalarda sıkça karşılaşılan eksik, unutulmuş, tam olarak detaylandırılmamış veya yapıdaki diğer mühendislik disiplinleriyle uyumsuz gösteren projeler ve bu uyumsuzluklardan dolayı maliyetinin oldukça üzerinde tamamlanan inşaat projeleri, BIM ve buna bağlı saha uygulamaları ile ortadan kalkabilecektir.

Bu çalışmanın amacı; BIM teknolojisinin tarihsel gelişimini anlatarak gerekliliğine vurgu yapılması ve örnek bir kamu binası projesi tasarımı sürecini BIM üzerinden yaparak, BIM teknolojilerinin kullanılmasının İller Bankası AŞ'ne sağlayacağı yararların açıklanmasıdır. Bu çalışmada oluşturulan bina modeli sadece inşaat mühendisliği ve mimari açıdan incelenmiş olup, elektrik ve mekanik imalatlara ilişkin veriler 3B'lu modele aktarılamamıştır. Yaklaşık maliyet çalışmalarında ise tahmini mekanik ve elektrik bedelleri kullanılmıştır. Bu çalışmanın ileride elektrik ve mekanik imalatlar konusundaki profesyonellerin de katılımıyla tekrarlanması gerekmektedir

Bu bölümünde tezin amacı anlatılmış olup, 1. bölümünde öncelikle BIM'in dünyadaki ve ülkemizdeki tarihsel gelişimi hakkında bilgiler verilmiştir. 2. bölümde BIM programları kullanılarak hazırlanacak projelerin bankaya sağlayacağı yararlar hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonra 3. bölümde bir BIM programı olan Nemetscheck firmasına ait Allplan 2017 kullanılarak örnek bir Bölge Müdürlüğü binasının parametrik 3B'lu modeli oluşturulmuş, bu binadan yapının inşaatında kullanılan inşaat ve mimari kalemlere ait metrajlar alınmıştır. Alınan bu metrajlar ışığında Microsoft Excel programı kullanılarak yaklaşık maliyet belirleme çalışmaları tamamlanmış ve daha sonra da Microsoft Project programı ile BIM programından alınan metrajlar ışında iş programı oluşturulmuştur.

1. BIM PROGRAMLARININ TARİHSEL SÜREÇTEKİ GELİŞİMİ

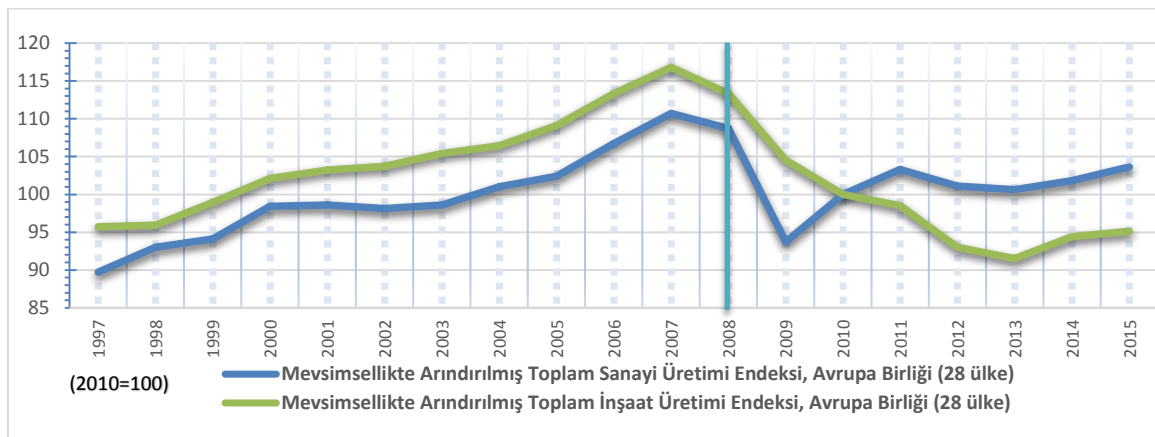
1.1. Tarihsel Gelişim, Gereklilik ve BIM'in Tanımı

Günümüz inşaat sektörünü önemli oranda etkileyen BIM programlarının temelleri 1970'li yıllarda atılmıştır. Basit üç boyutlu katı şekillerin kolayca oluşturması ve düzenlemesine yönelik programlar ayrı ayrı üç grupça (Cambridge Üniversitesinden Ian Braid, Standford Üniversitesinden Bruce Baumgart ve Rochester Üniversitesinden Ari Requicha ve Herb Voelcker) 1973 yılında geliştirilmiş olup, basit katı modelleme olarak bilinen bu çabalar ilk nesil pratik 3B'lu modelleme çizim programları olarak da adlandırılmaktadır [5].

Bu çalışmaların sonucunda ortaya çıkan programlar, ilk etapta oldukça maliyetli ve tasarım yönleri de nispeten zayıf olduğundan inşaat sektöründe fazla kabul görmemişlerdir. Fakat özellikle imalat ve uçak-uzay endüstrisi firmaları analizlerine, imalat hatalarının azaltılmasına ve otomasyon sistemlerine katabileceği yararlarından dolayı gelecek vaat eden bu teknoloji ile yakından ilgilenmişlerdir. İnşaat sektörü ise uzun bir süre 3B'lu teknolojileri kullanmak yerine klasik 2B'lu çizim teknikleri kullanmayı yeğlemiştir.

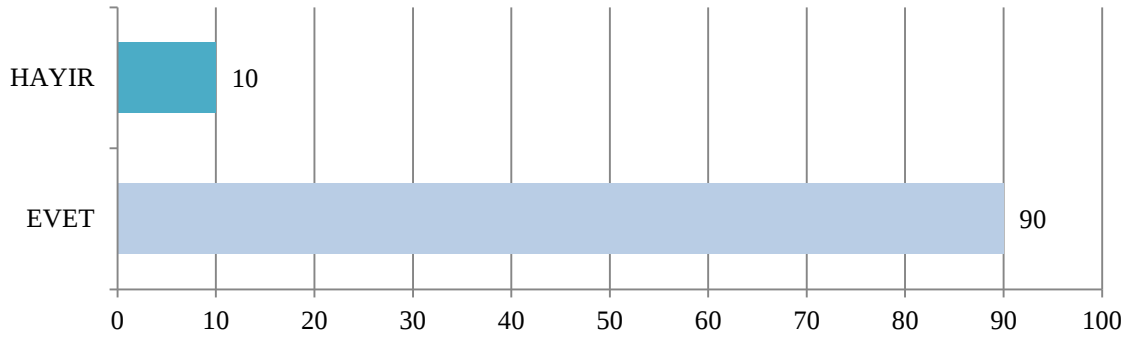
Bunun yanı sıra inşaat sektörü dünyada ülkelerin ekonomilerinde önemli yer tutmakta olup ekonomik krizlerden oldukça etkilenmektedir. Yapısı itibariyle parçalı ve proje bazlı olan inşaat sektörü, Çizelge 1.1.'de görüldüğü gibi dünya çapında yaşanan ekonomik krizlerin (özellikle 2008 senesi) etkisinde, diğer tüm endüstri sektörlerine göre, daha uzun süre kalarak, krizlerden daha düşük hızlarda kurtulmuştur.

Çizelge 1.1. AB toplam sanayi endeksi ile inşaat endeksini karşılaştırılması (OECD)



İnşaat sektörünün dijital teknolojilere olan ihtiyacı giderek artarken özellikle sektörün mevcut ileri teknoloji kullanımı düşük durumun bir yansıması olarak iş, zaman ve maliyet kayıpları ortaya çıkmaktadır. Çizelge 1.2.'de görüldüğü gibi KMPG şirketinin 2015 yılı küresel inşaat proje sahipleri anketine göre de kamu sektöründe yürütülen projelerin neredeyse tamamı düşük performans göstermiş olup bu durum etkili bir proje yönetiminin, geleneksel proje yönetim sistemleri ile sağlanamadığının da bir göstergesidir.

Çizelge 1.2. 2015 yılı kamu sektöründe düşük performans gösteren projeler yüzdesi (KMPG, 2015 Global Construction Project Owner's Survey, 2015, 17)



Burada diğer bir önemli bir noktada, özellikle orta-büyük ölçekli projelerde, proje üretimi aşaması ve saha uygulamalarının takibinde ortaya çıkan büyük boyutlu bilgi alışverişi miktarıdır. Çizelge 1.3.'de İngiltere'de bir ortak girişim tarafından üstlenilen, tipik bir karayolu genişletme projesindeki bilgi alışverişi gözükmemektedir.

Büyük miktarda bilgi alışverişinin doğru yapılması projelerin başarılı bir şekilde teslim edilmesinde öncelik arz etmektedir. Entegre çalışma sistemi olarak adlandırabilecek bu bilgi alışverişi tüm proje paydaşları arasında söz konusu projenin ilk tasarım aşamasından bitimine kadar etkili ve doğru bir proje yönetimi şeklinde olmalıdır.

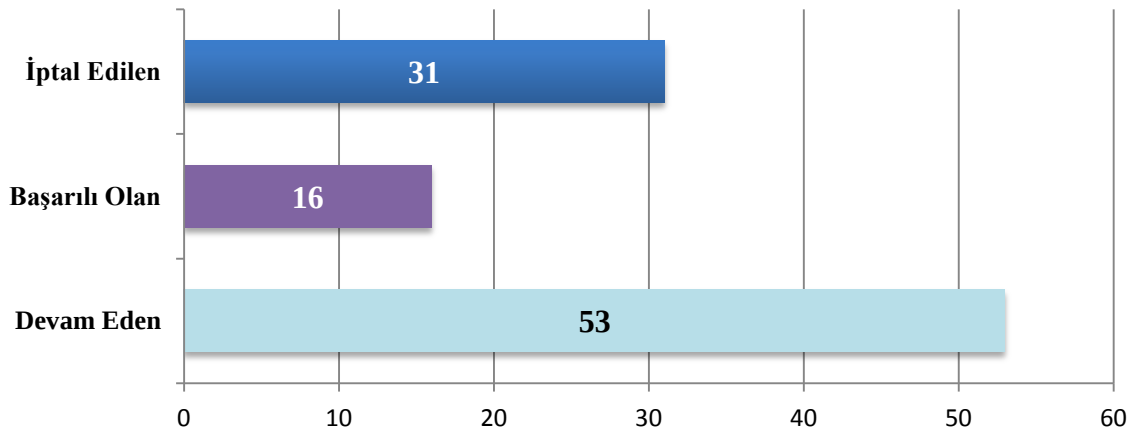
Hem altyapı hem de üstyapı projelerin dijital teknolojiler kullanılarak proje denetiminin yapılması, zaman ve maliyet kayıplarına neden vermemesi nedeniyle kamu yatırımları açısından önem arz etmektedir. Bu denetlemeler sırasında BIM teknolojileri kullanılmasının, özellikle işin denetçilerinin zamanında etkin kararlar almasında, proje iletişiminde ve işveren ile son kullanıcıların bir takım çekincelerine karşılık daha planlama aşamasında doğru ve net cevaplar verilmesinde önemli bir katkısı olacaktır.

Çizelge 1.3. Tipik bir projede bilgi alışverişi miktarları (Sommerville ve Craig, 2002, Aktaran, Bimal Kumar, A practical Guide to Adopting BIM in Construction Projects, 2015, 4)

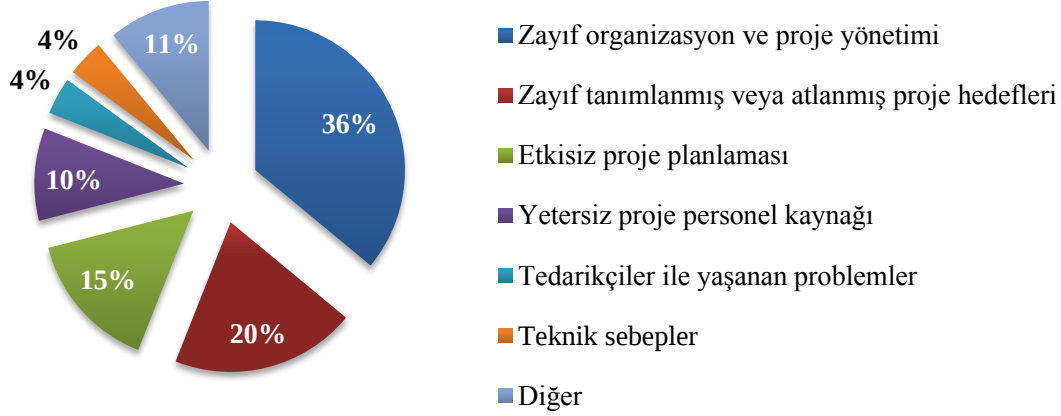
İletişim Tipi	Üretilen Evrak (Adet)	İletişim Tipi	Üretilen Evrak (Adet)
Telefon notları	78	Saha talimatları	7
Toplantı dakikaları	1.855	Nihai tasarım çizimleri	2.094
Elektronik kayıtlar	2.691	Teknik uygulama detayları	122
Mektuplar	7.157	Uygunsuzluk raporları	3.191
Gelen evraklar	18.329	Proje belgeleri	7.000
Faksılar	3.076	Kalite prosedürleri	111
İlerleme kabulleri	20	Kontrol talepleri	2.262
Sözlü onaylar	3	Saha fotoğrafları	408
Mühendis talimatları	1	Teknik incelemeler	1.670
Altyüklenici talimatları	1.276	Proje irtibatları	3.000
Proje bilgi talepleri	11		
Alt Toplam	34.497		19.865
Toplam	54.362		

Çizelge 1.4.'deki büyük ölçekli projelerin başarı yüzdeleri incelendiğinde önemli bir bölümünün (%31) iptal edildiği görülmektedir. Bu iptallerin nedenleri araştırıldığında ise Çizelge 1.5.'de görüldüğü üzere teknik nedenlerden ziyade, yukarıda da bahsedilen, proje yönetiminden kaynaklı eksikliklerin (%36) ve zayıf tanımlanmış veya atlanmış proje hedeflerinin (%20) öne çıktığı görülmektedir. Dolayısıyla BIM'in etkin şekilde kullanıldığı bir proje yönetiminin, proje iptallerini azaltacağı anlaşılmaktadır.

Çizelge 1.4. Büyük ölçekli projelerin başarı yüzdesi (Kennerson, 2013, aktaran, Bimal Kumar, A Practical Guide to Adopting BIM in Construction Projects, 2015, 7)



Çizelge 1.5. Projelerin iptal edilme nedenleri (Kennerson, 2013, aktaran, Bimal Kumar, A practical Guide to Adopting BIM in Construction Projects, 2015, 7)



Tüm bu tespitler inşaat sektörünün daha verimli ve etkin bir yapıya ulaşması gerektiğini göstermektedir. Geleneksel yöntemlerle daha verimli olamadığı anlaşılan sektörün gelişen teknolojiler ışığında yeni yöntemler bulması gerektiği açıktır. Sektördeki teknoloji açığını gidererek, inşaatları hem zaman hem de mali açıdan verimli kılacak ve tüm paydaşların ortak katılımını sağlayacak sistemin BIM olduğu görülmektedir. Burada akla BIM ile ifade edilmek istenenin ne olduğu gelmektedir. Esasen bu konuda birçok tanımlama mevcuttur;

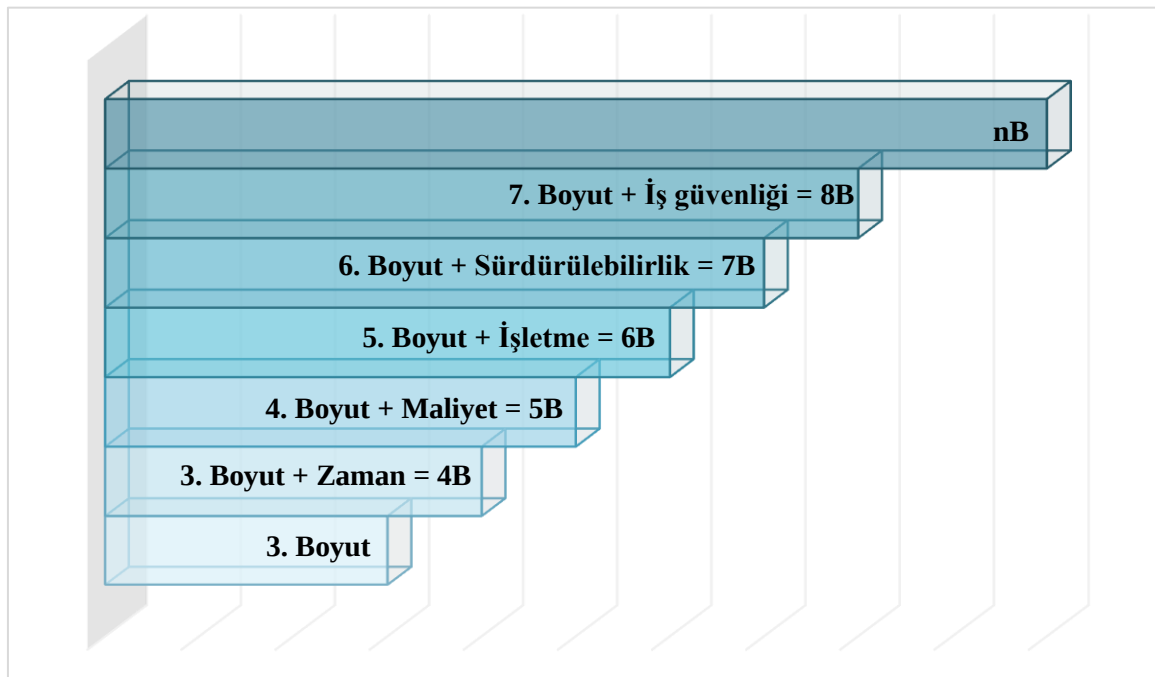
Amerikan BIM standartlarının 3'üncü sürümünde BIM aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

Tesisin; fiziksel ve fonksiyonel karakteristiklerinin sayısal olarak yeniden sunulması ilk konsept aşamasından yıkımına kadar, ömrü boyunca alınacak kararlara esas teşkil edecek ve ortak bilgi kaynağı olacak verilerdir. BIM; paydaşların rollerinin desteklenmesi ve kendilerini ifade etmelerinde, BIM'e bilgilerin eklenmesi, çıkarılması, güncellenmesi veya modifiye edilmesinde ve tesisin ömrü boyunca farklı paydaşların farklı aşamalarda işbirliği yapmasında temel dayanak noktasıdır [7].

Eastman ve arkadaşlarına göre ise;

BIM, bir modelleme teknolojisi olarak bina modellerinin üretimi, iletişimi ve analiziyle ilgili bir dizi süreçtir. Bina modelleri ise yapı elemanlarının, akıllı sayısal temsili objeler ile temsil edildiği, ne olduklarını bilen hesaplanabilir grafikler içeren, veri özellikleri ve parametrik kurallar ile ilişkilendirilebilen, gerekmesi halinde analizlerde ve iş süreçlerinde, örneğin metraj çıkarılması, spesifikasyon ve enerji analizinde nasıl davranacaklarını bilen veriler içeren, eleman verisinde yapılacak değişiklikleri tüm eleman görünüşlerine yansıtan, tutarlı, artıksız veriler içeren ve modelin tüm görünüşlerinin koordinatlı şekilde bulunduğu veriler olarak açıklanmaktadır [8].

Şekil 1.1.'de görüldüğü gibi BIM'in birçok kademesi bulunmaktadır. Bunlar kısaca kullanılan bileşen seviyelerine ve bu bileşenlerin üzerlerine diğer bileşenlerin eklenmesine göre derecelendirilmektedir; örneğin 3B'lu BIM sadece obje modellemesini, 4B'lu BIM ise 3B üzerine zaman kavramının eklenmesini ifade etmektedir. Benzer şekilde diğer boyutlar 5B (maliyet eklenmesi), 6B (işletmenin eklenmesi), 7B (sürdürülebilirliğin eklenmesi), 8B (iş güvenliğinin eklenmesi) ile tanımlanmakta iken "nB" kavramı ileride eklenebilecek diğer kavramlarla BIM'in kademelerinin de genişleyeceğini ifade etmektedir.



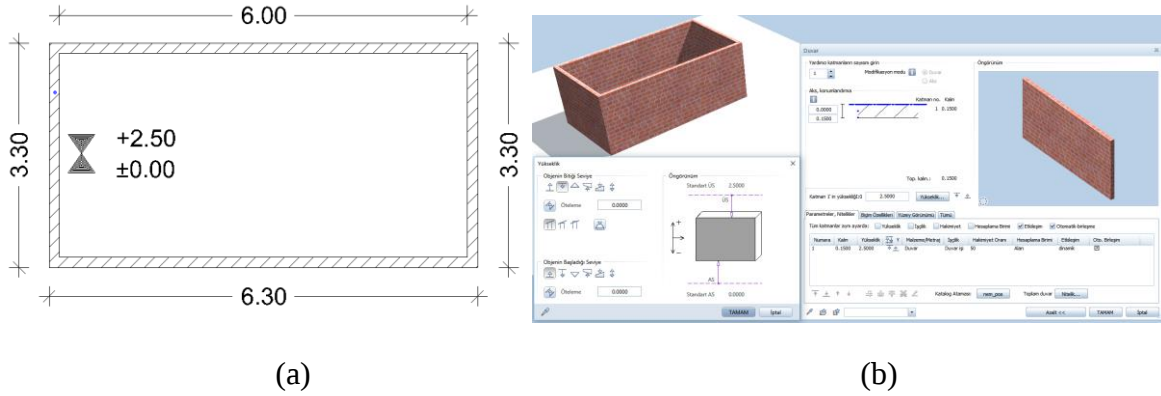
Şekil 1.1. BIM boyutları

1.2. Obje Tabanlı Parametrik Bina Modellemesi

Obje tabanlı parametrik modelleme ile kast edilen, şekillerin (tüm bina bileşenlerinin) durumlarının ve özelliklerinin tanımlanarak montaj, alt-montaj ve nesne düzeyindeki parametrelerinin hiyerarşilere bağlı olarak kontrol edilebilmesidir. Buradaki parametreler, kullanıcı tanımlı olabileceği gibi diğer şekillerle de ilişki içinde olabilirler.

Parametrik tasarım yapılırken; binalara ait duvar, kapı, pencere, döşeme vb. çizimler klasik 2B'lu çizim teknikleriyle yapılmak yerine, bu yapı bileşenleri, tasarımı yapan tarafından daha önce tanımlanmış ve hiyerarşik olarak sınıflandırılmış bir

parametrik yapılanmadan seçilerek modele aktarılmakta, böylece aktarılan bileşenler modeldeki diğer objelerle bir takım hiyerarşik kurallar çerçevesinde ilişkili kurmaktadır.



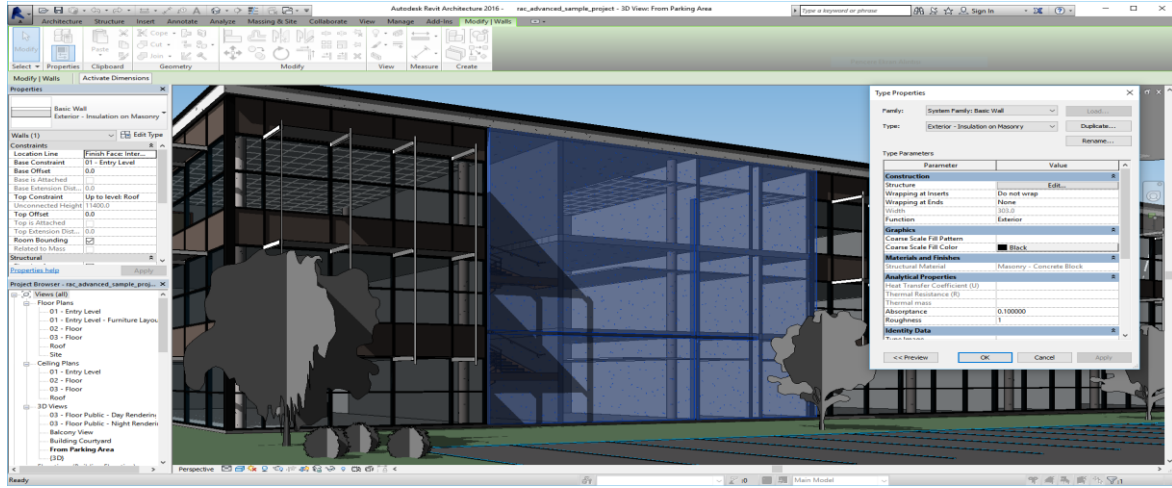
Resim 1.1. 2B'lu duvar çizimi (a), 3B'lu parametrik duvar çizimi (b)

Resim 1.1. (a)'da görüldüğü gibi standart 2B'lu çizim tekniğinde çizim sadece çizgi ve dolgular ile tanımlanırken, 3B'lu parametrik çizim (b)'de görüldüğü gibi yalnız çizimle değil çizim ile birlikte objenin parametrik nitelikleri ile de (3B'lu görünümü, duvar kalınlığı, yükseklik ilişkisi, kaplama malzemesi, işçilik tipi, diğer objelere olan hakimiyeti, hesaplama yöntemi, obje etkileşimi, düzlem ilişkisi vb.) tanımlanmaktadır.

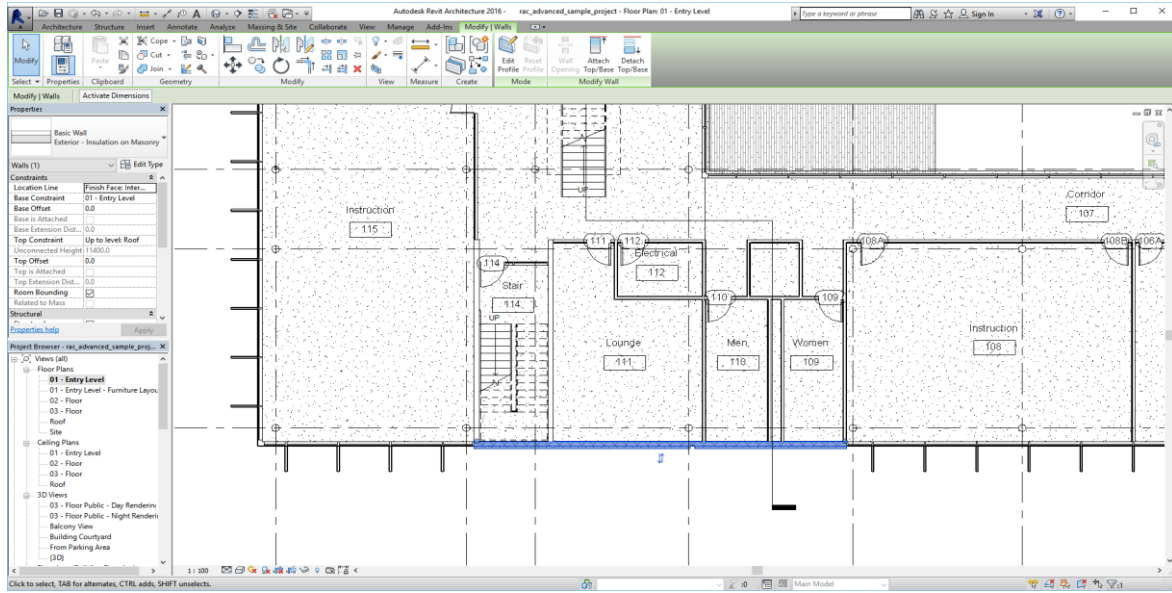
Örneğin, parametrik modellemede daha önce tanımlanmış bir kapı çizimi seçilerek yapıdaki bir duvarın içerisine yerleştirildiği ve planlarda bu bölgeden geçirilen kesitlerde de bu kapının görüldüğü bir çizimde, kapının tasarımı sırasında boyutlarında ve/veya konumunda yapılacak değişiklikler otomatik olarak duvar yüzeyine yansiyacak ayrıca bu bölgeden geçen kesit görünüşleri dâhil tüm planlara bu değişiklikler otomatik olarak yansiyacaktır. Benzer şekilde duvar boyutunda ve/veya kat yüksekliğinde yapılacak değişikliklerde, kapı modeli kendisini otomatik olarak modelde konumlandırarak, değişiklikler plan ve kesitlere otomatik olarak aktarılacaktır. Yukarıda anlatılan parametrik obje oluşturulması diğer disiplinlere ait bileşenlerle (statik, mimari, mekanik ve elektrik) etkileşimli olacağından, ülkemizde de proje üretimi aşamalarında sıkça görülen, disiplinler arası uyumsuz projeler, proje değişiklikleri nedeniyle değiştirilmesi unutulmuş planlar, kesitler ve detayların obje tabanlı parametrik modelleme ile önüne geçilebilecektir.

Bir örnekleme yapılmak istenirse; Resim 1.2.'de görüldüğü gibi örnek 3B'lu model üzerinden seçilmiş bir cephe duvarının yalnızca bir 2B'lu çizimlerdeki uzunluk ve genişlik bilgisinin yanı sıra parametrik obje tabanlı bir çok niteliği de barındırdığı görülecektir.

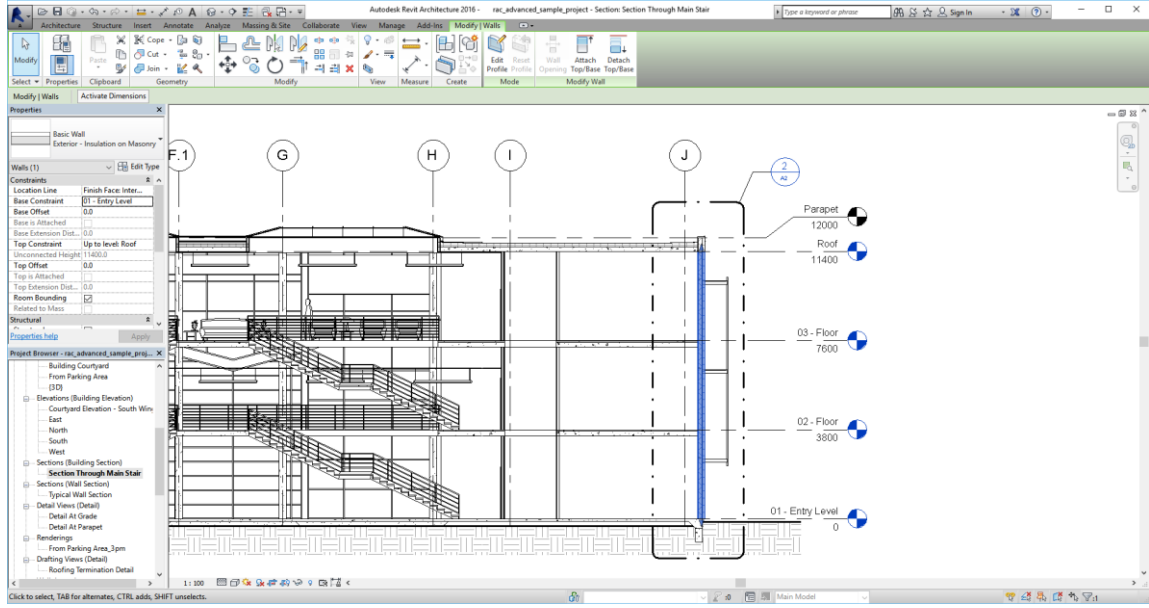
Buradaki dış duvar hiyerarşik özelliklerini kendi sınıf tanımlamasından almaktadır. Duvar özellikleri penceresine bakıldığında sınıfının “Basit Duvar” olduğu, duvar tipinin de “Dış – Tuğla Duvar Üzeri İzolasyon” olduğu görülecektir. Resim 1.3.’de görülen seçili duvarın plandaki görüntüsü, Resim 1.4.’de bu bölgeden geçen kesitteki seçili duvarın görüntüsü, Resim 1.5.’de ise dış duvar sistem detayı gözükmemektedir.



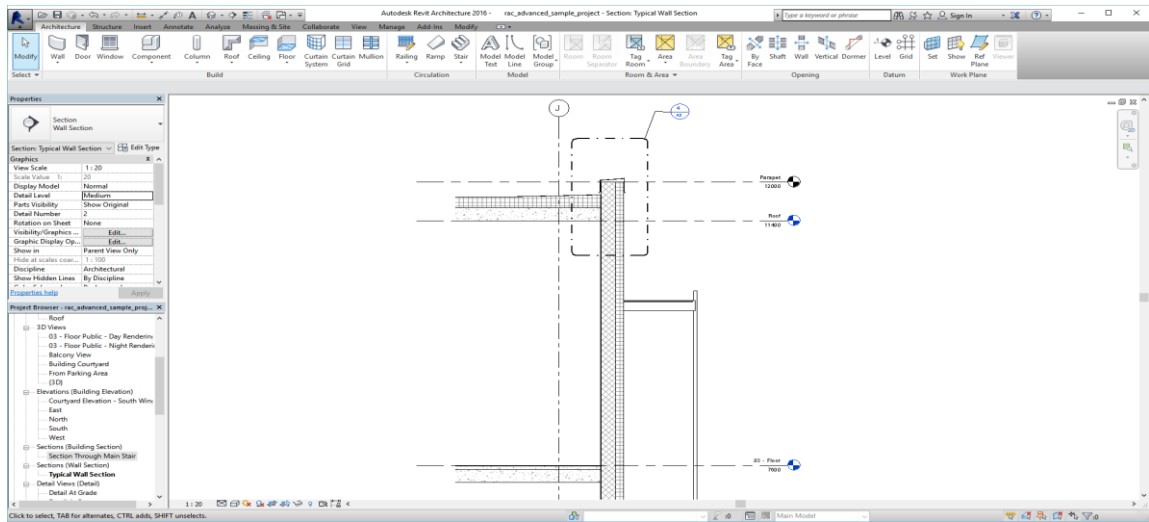
Resim 1.2. Cephe duvarı 3B’lu görünümü



Resim 1.3. Cephe duvarı plan görünümü

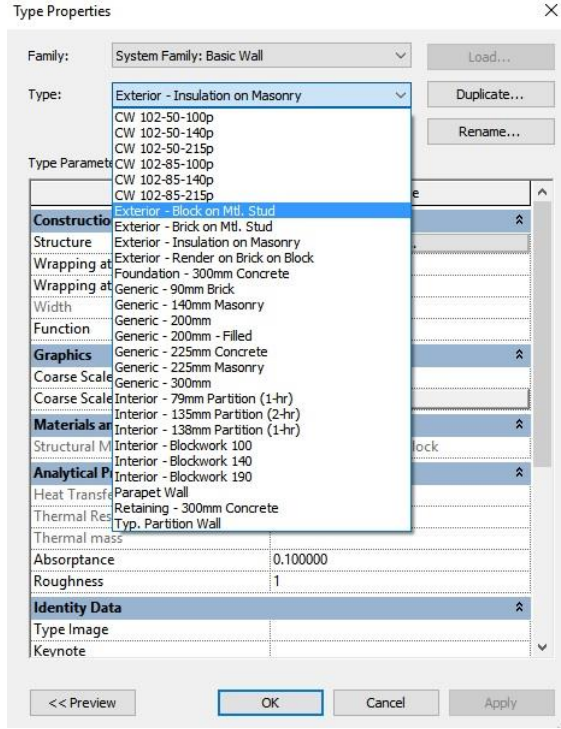


Resim 1.4. Cephe duvarı kesit görünümü

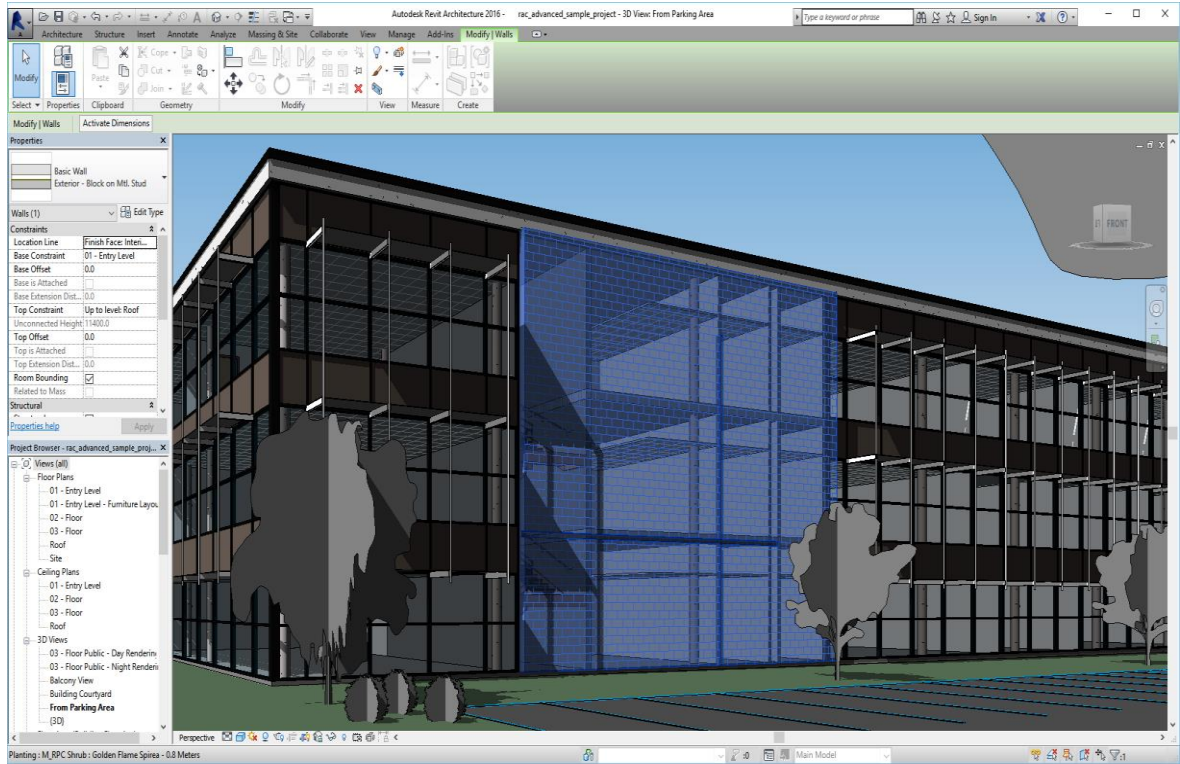


Resim 1.5. Cephe duvarı detay görünümü

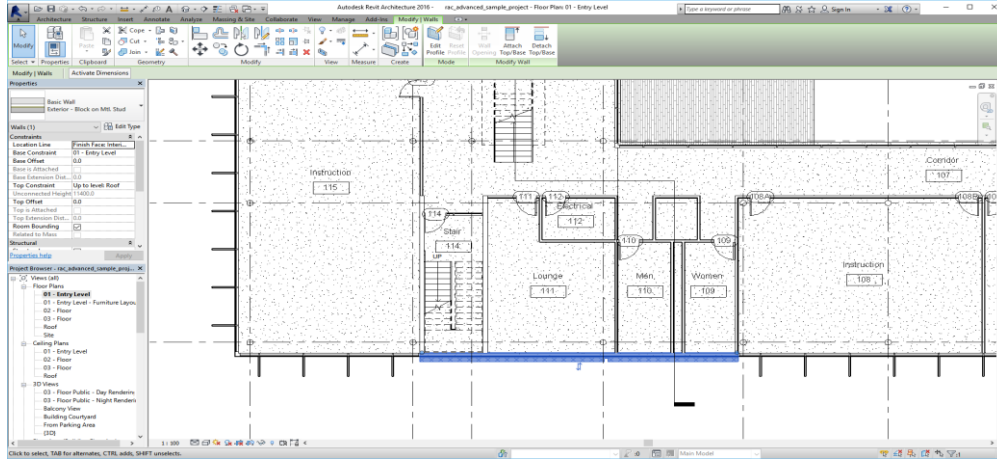
Yukarıda bahsedildiği şekilde parametrik objede yapılan değişiklikler otomatik olarak bu obje ile etkileşimli çizimlere aktarılmaktadır. Örneğin duvar objesinin tipi Resim 1.6.'daki gibi başka bir tip ile değiştirildiğinde duvar objesinin 3B'lu görseldeki görünümü Resim 1.7.'deki gibi, plan görünümü Resim 1.8.'deki gibi, kesit görünümü Resim 1.9.'daki gibi, duvar sistem detayı ise Resim 1.10.'daki gibi olmakta ve tüm değişimler otomatik olarak gerçekleşmektedir.



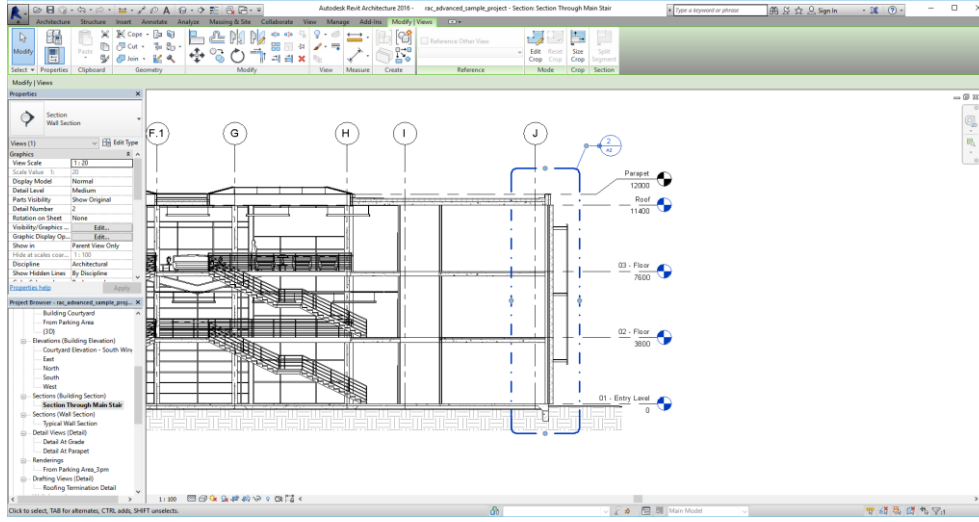
Resim 1.6. Duvar objesinin tip ayarları



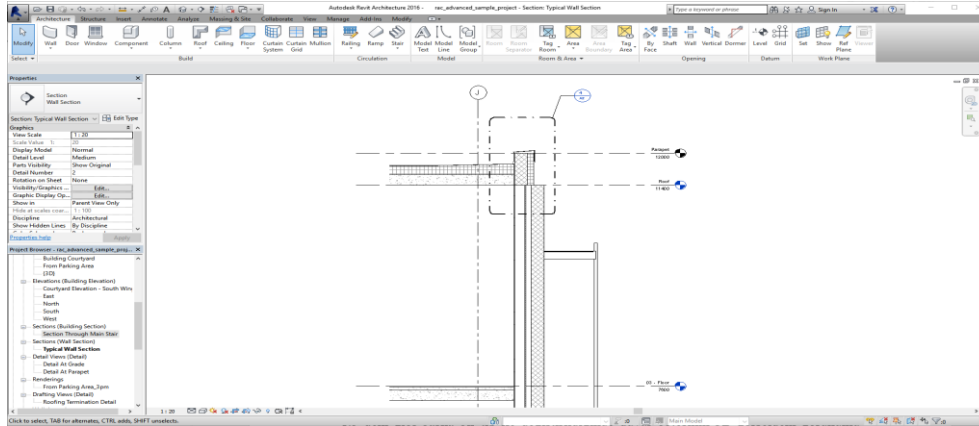
Resim 1.7. Yeni cephe duvarı 3B'lu görünümü



Resim 1.8. Yeni cephe duvarı plan görünümü



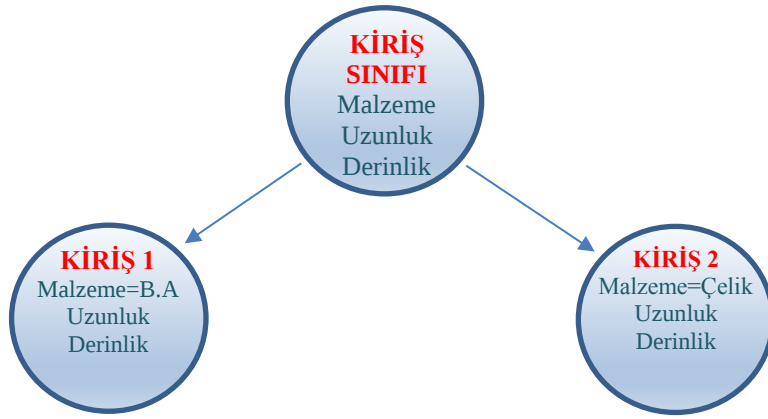
Resim 1.9. Yeni cephe duvarı kesit görünümü



Resim 1.10. Yeni cephe duvarı detay görünümü

1.3. BIM Terminolojisi

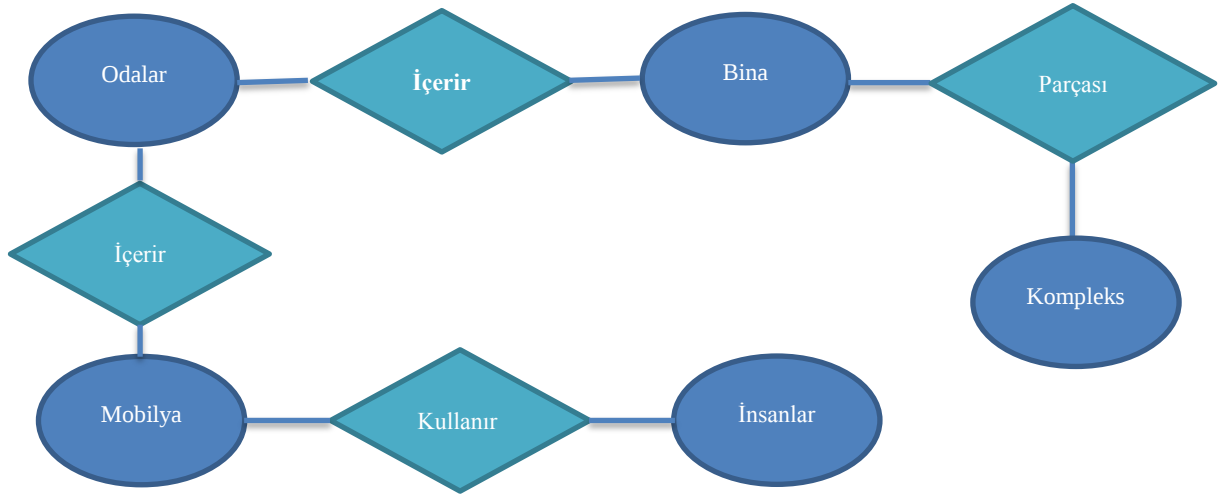
BIM sisteminde “sınıf” terimi “aile” terimi eş değer nitelikte olup basit bir BIM sistemindeki “duvar”, “kiriş”, “kolon”, “tavan” vb. ifade etmektedir. BIM sisteminde herhangi bir obje üretildiğinde ilgili olduğu sınıf ya da aileden ana parametrelerini veya özelliklerini almaktadır. Bu yaklaşımla, kullanıcı seçtiği objenin projedeki konumunu ve büyüklüğünü belirlemekte ancak objeler üretilirken her seferinde parametre ve özellikleri yeniden tanımlamamakta bunun yerine var olan bir yapılanmadan objeyi seçerek projeye aktarmaktadır. Üretilen objeler kendi sınıfının veya ailesin özelliklerini almakla birlikte kendi içinde daha fazla parametre, özelliğe ve kurala hatta kullanıcı tanımlı başka değerlere sahip olabilmektedir.



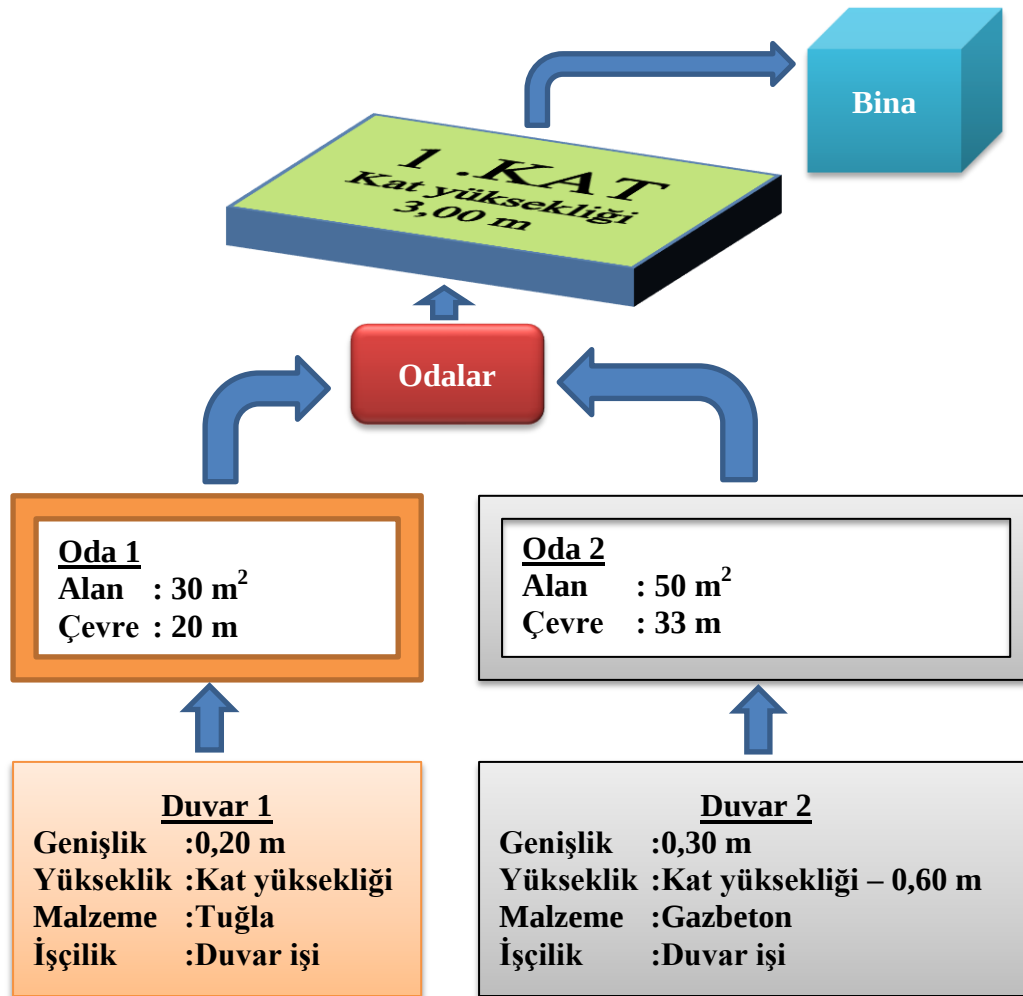
Şekil 1.2. BIM kiriş sınıfı (Bimal Kumar, A practical Guide to Adopting BIM in Construction Projects, 2015, 21)

Şekil 1.2.’de görülen “Kiriş Sınıfı” altında toplanmış iki adet kiriş tipidir. “Kiriş 1” malzeme olarak betonarme iken “Kiriş 2” malzeme olarak çeliktir. Her iki kirişin uzunluk ve derinlik değerleri farklı olmasına rağmen birlikte tek bir ana sınıf olan kiriş sınıfı altında toplanmaktadır.

Şekil 1.3., Şekil 1.4.’de ise BIM’deki tipik bir hiyerarşik bina, oda ve obje yapılanması anlatılmaktadır. Burada objelerin birbirleriyle olan ilişkileri tanımlanmakta ve bu sayede bir binayı oluşturan objelerin mantıksal bağlantıları yapılmaktadır. Bu mantıksal bağlantılar ileride yapılacak sorgulamalarda BIM sisteminden istenilen herhangi bir bilginin nereden alacağına açıklık getirmektedir.



Şekil 1.3. BIM hiyerarşik proje yapılanması (Bimal Kumar, A practical Guide to Adopting BIM in Construction Projects, 2015, 21)



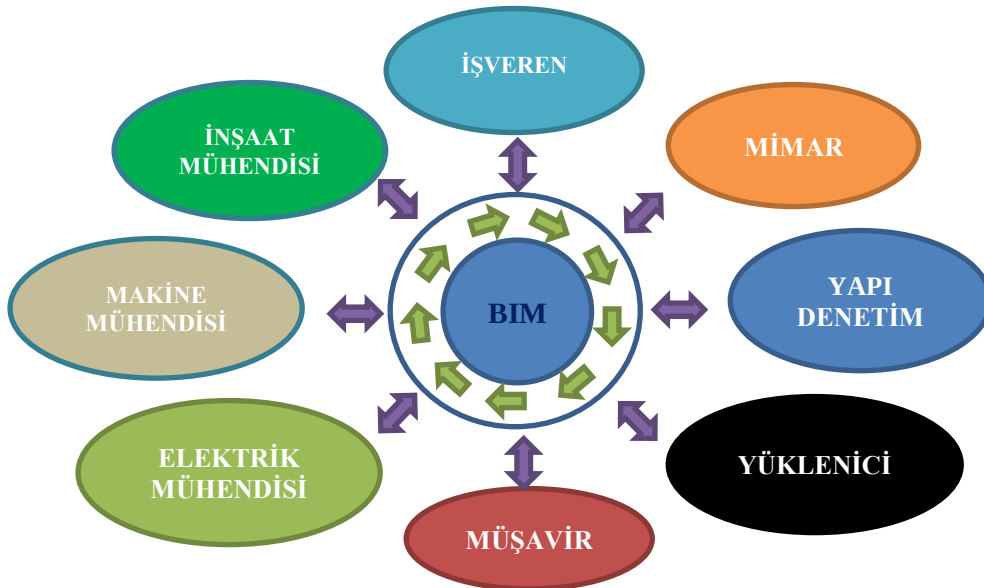
Şekil 1.4. BIM'deki hiyerarşik bina, oda ve duvar yapılanması

Bu hiyerarşik yapılanma sayesinde aşağıdaki gibi bazı soruların yanıtlarını BIM’den alınması sağlanabilmektedir:

- Bina kullanıcısı kim?
- Mobilyalar hangi odalarda bulunmaktadır?
- Bina neyin parçası olarak yapıldı?
- Binada hangi katta kaç tip oda var?
- Herhangi bir odanın veya tüm binanın duvar tipine göre toplam duvar alanı nedir?

1.4. BIM Kullanılarak Entegre Bina Tasarımı Yapılması

Projeler ilk tasarım aşamasından son teslimine kadar çeşitli mühendislik dallarından profesyonellerin katılımı ile ortaya çıkmaktadır. Entegre bina tasarımı yaklaşımında ise sadece mühendislik dalları profesyonelleri değil işveren ve son kullanıcı dâhil tüm paydaşlar tasarıma katkı sağlamakta ve böylece de proje riskleri paydaşlar arasında paylaşılmaktadır. Entegre proje yönetiminde bulunacak paydaşlar Şekil 1.5.’deki gibi olabileceği gibi farklı projelerde daha fazla paydaşın katılımı ile daha verimli entegre bina tasarımları da yapılabilmektedir.



Şekil 1.5. Proje paydaşları ve entegre bina tasarımı şeması

Bir başka deyişle entegre bina tasarımı herhangi bir projenin tasarım aşamasından son teslim aşamasına kadar geçen süreçte tüm mühendislik disiplinlerinin proje hakkında görüş alışverişi yaparak, projenin etkin ve verimli bir şekilde şekillenmesini sağlamalarıdır. Klasik 2B'lu proje geliştirme süreçlerinde proje paydaşlarının projenin gelişim süreçlerine katkısı zayıf kalmaktadır. Oysaki proje paydaşlarının, kendi sorumluluk alanlarına giren işleri yapmakla birlikte diğer mühendislik dallarının da proje gelişimine katkı sağlamalarını artırıcı hareketler yapmaları gerekmektedir. Ülkemizde de sıkça görülen, mimarın işini bitirdikten sonra inşaat mühendisine işi devretmesi, inşaat mühendisinin işini bitirdikten sonra elektrik ve makine mühendisine işini devretmesi ve tüm süreçlerde devir alanlarının devir öncesi proje hakkında çok kısıtlı bilgi sahibi olması, dolayısıyla da projenin sonuna doğru önüne geçilmesi mümkün olmayan proje hatalarının oluşması entegre bina tasarımı ile minimize edilebilmektedir.

Bunu yanı sıra, örneğin bir kamu binasının tasarımı aşamasında, sertifikalı enerji verimli bir bina yapılmak istenildiğinde, binanın güneşe göre konumu ile dış cephelerdeki cam bölmelerin konumu ve sayısının belirlenmesinde, binadaki ısıtma, soğutma ve aydınlatma sistemlerinin seçiminde ve tüm bu sistemlerin ve disiplinlerin birbirleriyle entegreli çalışmasını sağlamak noktasında, BIM'in kullanılmasının, tüm proje paydaşlarına önemli miktarda zaman tasarrufu, iş gücü verimi ve entegrasyon sağlayacağı açıktır.

Tipik bir entegre bina tasarımında yer alacak ana paydaşlar; mimarlar, inşaat mühendisleri, makine mühendisleri, elektrik mühendisleri, yapı denetim elemanları, maliyet analizcileri, yükleniciler, işverenler ve/veya işveren temsilcileri, proje bitiminde ortaya çıkacak yapıdan yararlanacak son kullanıcılarıdır. Bunun yanı sıra daha karmaşık ve/veya uluslararası projelerde uluslararası idareci ve denetim elemanlarının da katılımı ile proje paydaşları artabilmektedir. Projelerde oluşacak büyük ölçekteki verinin etkin bir şekilde paylaşımında BIM uygulamaları öne çıkmaktadır. Birçok ülkenin katılımı ile yönetilen uluslararası projelerde sayısal bulut sistemi ortamında güncel ve doğru projeler BIM sayesinde anında paylaşılabilen, ayrıca verilen proje değişiklik kararları zaman kaybedilmeden projeye ve iş programlarına aktarılabilir. Bu ölçekteki uluslararası proje entegrasyonu ancak BIM ile sağlanabilmektedir.

Günümüzde BIM programları özellikle disiplinler arası proje bilgi paylaşımında da kendilerini geliştirmektedirler. Birçok BIM programı, sadece mimari program içermenin yanı sıra diğer disiplinler ile program içi ve dışı veri alışverişi sağlayacak statik, mekanik ve elektrik program paketlerini içerisinde bulundurarak piyasaya çıkmaktadır. Ayrıca BIM sektöründe yazılım geliştiren yazılım firmaları açık bir platform olan Endüstri Temel Sınıfları [Industry Foundation Classes (IFC)] standartlarında BIM verisi oluşturmaktadırlar. Bazı Avrupa ülkeleri BIM ile oluşturulacak kamu projelerinde IFC standardının sağlanmasını zorunlu hale getirmişlerdir. Bu sayede oluşturulan veriler, tüm disiplinler arasında rahatlıkla paylaşılabilir gibi farklı yazılım firmalarının geliştirdiği programlar karşılıklı ve veri kaybı olmaksızın bilgi alışverişi de yapabilmektedirler. Örneğin sadece mimarisi 3B'lu olarak hazırlanmış bir proje statik tasarım ve kontrol için statik konusunda uzmanlaşmış başka bir yazılım programına gönderilmekte, elde edilen sonuçlar ışığında mimaride gerekli değişimler yapıldıktan sonra diğer disiplinlerin analizi için paket program içindeki mekanik veya elektrik modüllerine gönderilebilmektedir. Ayrıca kullanıcılar mekanik, elektrik, enerji verimliliği veya proje maliyeti konusunda çalışma yapmak üzere eldeki verileri diğer BIM yazılımlarına gönderebilmektedir. Günümüzde bir takım yazılım paketleri paket olarak BIM'i tek elden yapabilmekte olsa da genel olarak kullanıcılar verileri özellikle o konuda uzmanlaşmış programlarda analiz ettirme gereği duymaktadırlar.

Şekil 1.7.'de bir BIM programı yazılımcısının kendi yazılımlarının diğer sektör içi ve dışı yazılımlar ile karşılıklı ve/veya tek taraflı veri alışverişini sağladığını gösteren tanıtım şeması görülmektedir. Bu şemadan da anlaşılabileceği gibi BIM yazılım programları sektör içi ve dışı birçok yazılım ile karşılıklı veri alışverişine girebilmekte ve bu sayede de daha verimli olabilmektedirler.



Şekil 1.6. BIM karşılıklı ve/veya tek taraflı veri alışverişi şeması (Graphisoft , [9])

1.5. Yapı Bilgi Modellemesi Programları

Dünya genelinde hızla büyüyen bir sektör olan BIM yazılımı sektöründe, küçüklü, büyüklü, lisans zorunlu, lisans istemeyen birçok yazılım olmasına rağmen, burada sadece Türkiye’de yaygın olarak kullanılan bazı BIM programları ve kısaca özellikleri anlatılacaktır,

Revit:

Revit BIM programı Autodesk firması tarafından geliştirilmiş olup halen sektördeki en fazla tanınan ve en fazla kullanılan BIM programıdır. İlk kez 2002 yılında tanıtılmış olan program, şirketin diğer 2B’lu çizim yazılımı olan Autocad’ten tamamen farklı bir platformdur. Bir paket program ailesi olan Revit bünyesinde, Revit Architecture, Revit Structure ve Revit MEP gibi mimari, statik analiz ve mekanik-elektrik-tesisat işleri programlarını barındırmaktadır. Barındırdığı özellikler sayesinde enerji analizi de yapabilmektedir. IFC standardını sağlamaktadır.

Allplan:

Nemetschek firması tarafından ilk kez 1984 yılında geliştirilmeye başlanılan Allplan BIM programı özellikle mimari tasarım ve keşif-metraj-maliyet işlerindeki artırılarıyla diğer rakiplerine göre öne çıkmaktadır. Tümüleşik olarak 3B’lu görselleştirme de yapabilmekte olan program, özellikle ülkemizde kullanılan resmi birim fiyatların kolaylıkla 3B’lu modele aktarılabilmesi sayesinde kamu sektörüne hazırlanacak projelerde önem arz etmektedir. IFC standardını sağlamaktadır.

Sketchup:

Birçok disiplin dalı tarafından kullanılan program özellikle öğrenilmesinin çok kolay olması ve tamamen ücretsiz sürümünün bulunması ile öne çıkmaktadır. Temelleri 1999 yılında atılan Sketchup özellikle Google firmasının 2006 senesinde programı satın alması ile inşaat sektöründe önemli bir yere gelmiştir. 3B’lu model yapımın oldukça kolay olması sayesinde bilgisayar oyun sektöründen şehir planlamasına kadar çok geniş bir alanda kullanılmaktadır. IFC standardını sağlamaktadır.

2. BIM PROGRAMLARI KULLANILARAK ÜRETİLECEK PROJELERİN İLLER BANKASININ ÜSTYAPI PROJELERİNE SAĞLAYACAĞI YARARLARIN İNCELENMESİ

2.1. İller Bankasının Kısa Tarihçesi

İller Bankası, 11 Haziran 1933 tarihinde 2301 sayılı yasaya dayanarak 15 Milyon Türk Lirası sermaye ile " Belediyeler Bankası" adı altında kurulmuş olup, 1944 yılında bugünkü adı olan İller Bankasına dönüşmüştür. TBMM'nde 02.01.2011 tarihinde kabul edilen ve 08.02.2011 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "İller Bankası Anonim Şirketi Hakkında Kanun" ile kurum 9 000 000 000 TL sermayeli anonim şirket olarak yeniden yapılandırılmış daha sonra sermayesi 18 000 000 000 TL'ye çıkarılmıştır. İller Bankası, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ilgili kuruluşu olup, Genel Müdürlük hizmet birimleri ve 18 adet Bölge Müdürlüğü ile Türkiye çapında hizmet vermektedir. 2015 yılı sonu itibariyle 2640 personeli bulunmakta ve personelinin yaklaşık %39'u teknik personelden oluşmaktadır. Bankanın ana amacı, özellikle yerel yönetimlere, kentsel ihtiyaçlarının karşılanabilmesi amacıyla uluslararası standartlarda proje üretmek ve geliştirmek, kredi sağlamak, danışmanlık ve teknik destek vermek yoluyla sürdürülebilir bir şehirleşmeye katkıda bulunmaktır.

2.2. İller Bankasının Yapım İşlerindeki Klasik İş Akışı

İller Bankası Anonim Şirketinde; Bankaca proje ve yapım ihalesi yapılacak klasik bir altyapı veya üstyapı işinde, iş akış sırasına göre projeler Proje Dairesi Başkanlığınca üretilmekte, üretilen projelere göre işin ihalesi Yatırım Koordinasyon Dairesi Başkanlığınca yapılarak yükleniciler ile sözleşme imzalanmakta, imzalanan sözleşmeye göre ise işin yürütülmesi için iş Altyapı veya Üstyapı Daireleri Başkanlıklarına aktarılmakta, Altyapı veya Üstyapı Daireleri Başkanlıklarının görevlendirmesi halinde de projelerin yapı denetim hizmetleri Bölge Müdürlüklerince yerine getirilmektedir.

Denetim hizmetleri tam, müşterek veya izleme denetimi şeklinde yapılmaktadır. Müşterek denetim sayesinde Bankadan kaynak kullanan yerel idareler işin yapı denetimine katılabilmektedirler. Dolayısıyla proje üretiminden saha uygulamalarına kadar gelişen süreçte birçok idari iç ve dış birim işin bünyesinde rol almaktadır.

2.3. BIM'in İller Bankası Üstyapı Proje Üretimine Sağlayacağı Faydalar

Klasik iş akışında tüm süreç boyunca proje üretilirken Banka birimleri arası bilgi alışverişi kısıtlı bir miktarda olmaktadır. Tüm birimler asıl olarak kendisine söz konusu iş geldikten sonrası ile ilgilenmektedir. Dolayısıyla proje paydaşları işin başından itibaren tam olarak projeye entegre olamamakta ve projelerde oluşabilecek bazı hatalar ise son aşamaya gelinmeden anlaşılamamaktadır.

Ayrıca sonradan anlaşılan hatalar sebebiyle ortaya çıkabilecek proje değişiklikleri, yapım işi maliyetlerini arttırmakta ve yapım işleri sözleşmelerinde belirtilen zamanda tamamlanamayarak iş programının gerisinde kalabilmektedirler. Avrupa ve dünyadaki kamu alımlarında zorunlu hale gelmeye başlayan BIM uygulamalarında da temel amaç bu kayıpları mümkün olduğunca azaltmaktır. Böylelikle kamu alımlarında teknik birimler daha etkili ve verimli şekilde hareket edebilmektedirler.

Entegre proje üretiminde ve BIM uygulamalarında sıkça görülen yüklenicilerin işin tasarımı aşamasına katılması süreci, mevcut 4734 sayılı Kamu İhale Kanunumuz ışığında ülkemiz için uygun görülmemekle birlikte, yüklenici dışındaki tüm paydaşların proje üretimine entegre katılımının sağlanması İller Bankasına önemli ölçüde yarar sağlayacaktır.

BIM'in getireceği bir başka yarar da proje üretimi sırasında sıkça görülen mühendislik disiplinlerinin ayrı ayrı zamanlarda proje üretimi yapmaları ve sonucunda birbirine tam uyumlu olmayan projeler üretilmesi sorununun da ortadan kalkmasıdır. Çünkü BIM'de proje üretilirken, mühendislik disiplinleri aynı anda aynı katta hatta aynı mahalde çalışma yapabilmektedirler.

BIM'le üretilen projelerde projeler sahada uygulanırken oluşabilecek proje değişiklikleri zaman kaybedilmeden proje üzerine eklenerek onaya gönderilebilecektir. Ayrıca proje bitiminde sıkça unutilan veya yeteri kadar önem verilmeyen yapıldığı gibi (as-built) projeleri zamanında yapılacaktır. Dolayısıyla BIM'in boyutları ile açıklamak gerekirse, üstyapı projelerinde 3'üncü boyuttaki (3B) BIM ile disiplinler arası koordineli, paydaşların daha proje planlama aşamasında projeye katıldığı, proje hedeflerinin ve bu hedeflere ulaşma yollarının açıkça belirtildiği projeler yapılabilecektir.

4'üncü boyuttaki (4B) BIM ile 3B'lu projelere entegre olmuş iş programı elde edilecek dolayısıyla proje değişiklikleri iş programlarına doğrudan aktarılacaktır. İşlerin takip edilmesi ve planlanması kolaylaşacaktır.

5'üncü boyuttaki (5B) BIM ile 4'üncü boyutun üzerine maliyetin de eklenmesi ile projelerden doğrudan metraj alınacak, metraja göre proje birim fiyatları üzerinden veya metrajlar üzerinden bulunacak pirsantajlara göre geçici hakedişlerin düzenlenmesi sağlanacaktır. Güncel projelerin sürekli 3B'lu modele aktarılması sayesinde kesin hakedişlere esas olacak metrajlar da daha proje bitim aşamasında çıkarılmış olacak ve kesin kabul ardından kesin hakediş raporu hazırlanmasına kolaylık sağlanacaktır.

6'ncı boyuttaki (6B) BIM ile 5'inci boyuttaki projelere işletme aşaması eklenecek, bu sayede tesisin kullanılması sürecinde 3B'lu güncel model esas alınacaktır. İleride işletmeye yönelik alınacak değişiklik kararları 6B'lu BIM kullanılarak yapılacaktır. Unutulmamalıdır ki günümüzde yapıların ömrünü belirleyen önemli faktörlerden biri yapılan yapıların projede belirtilen performans kriterlerine uygun olarak işletilmesi ve projeden maksimum verimin ve konforun sağlanmasıdır. Üretilen projeler her ne kadar teknolojik olarak ileri olsalar da sonuçta ortaya çıkan yapının son kullanıcılar tarafından da iyi şekilde kullanılabilmesi gerekmektedir. İyi bir işletme de projenin sahada iyi uygulandığı, tüm değişikliklerin projeye doğru olarak aktarıldığı nihai proje üzerinden yapılabilmektedir. BIM'in derecelerinden biri olan 6. boyutun (5B'lu + İşletme) doğru şekilde çalışabilmesi sağlandığı bir ortamda tasarlanan yapının işletme yönetimi de son derece verimli olacaktır.

7'nci boyut (7B) ile projelere günümüzdeki başka bir önemli kavram olan sürdürülebilirlik eklenecek, daha enerji verimli ve çevre dostu projeler geliştirilecektir. Bu sayede İller Bankası'nın ürettiği projeler uluslararası standartlarda sertifikaları alabilecek seviyeye çıkacaktır.

8'inci boyut (8B) ile projelerde alınması gereken iş güvenliği önlemleri daha tasarım aşamasında belirlenerek olası problemlerin önüne geçilecektir.

BIM boyutları ucu açık bir seviyelendirme olduğundan ileride çıkabilecek tüm boyutlar bir önceki boyuta eklenerek devam edebilecektir.

Bu yapılanmanın doğrudan son boyuta kadar çıkması ilk etapta zor gözükmemektedir. Aşamalı bir yaklaşımla bazı örnek projeler üzerinde çalışma yapılarak BIM boyutlarındaki ilerleme derecelerine etaplar halinde ulaşılmalıdır.

2.4. BIM ile Proje Üretilmesinde BIM Uygulama Planının Önemi

BIM uygulamalarının daha verimli yapılabilmesi için bir plan dahilinde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Buna kısaca “BIM Uygulama Planı” denilebilir. Proje takibinin başında oluşturulacak bu plan ileride gerçekleştirilecek işlemlerde karmaşayı önleyecektir. Günümüzde BIM uygulamalarına başlanması kadar projelerin BIM ile bitirilmesi de önem kazanmaktadır. Ülkemizde birçok firmanın BIM’e uygulama planı yapmadan başladığı, hedeflerine net olarak ortaya koymadığı ve/veya hangi seviyede BIM kullanacağını bilmeden projelere başladığı görülmektedir. Sürece planlama olmadan başlanması, projenin ilerleyen safhalarında, BIM uygulamalarından çıkılıp eski 2B’li tasarım uygulamalarıyla çözüm aranmasına neden olmaktadır. Böylelikle de BIM’in doğru bir yaklaşım olmadığı ve/veya gereksiz olduğu kanaati oluşmakta, yatırım yapılan BIM yazılımları ileride kullanılmak üzere rafa kaldırılmaktadır.

Örnek bir “BIM Uygulama Planı” Çizelge 2.1.’de gösterilmiş olup, bu örnekte planlamada uygulanacak BIM’in uygulama çerçevesini oluşturacak A, B, C ve D alt kategorileri verilmiştir. Bu kategoriler projeden projeye değişiklik gösterebilmektedir. Ayrıca bu kategori listesi, bir kontrol listesi vazifesini de yerine getirerek doğru planlaması yapılmış bir BIM için temel altlık vazifesi görevini yerine getirecektir.

Çizelge 2.1. Örnek BIM uygulama planı

A - Proje Bilgilerinin Tanımlanması
A.1 Projenin Tanımı
A.2 Proje Kapsamı
A.3 Projeye Özel Dikkat Edilmesi Gereken Zorluklar
A.4 Anahtar Proje Paydaşları
A.5 Anahtar BIM Personeli

Çizelge 2.1. (devam) Örnek BIM uygulama planı

B - Proje Amaç ve Hedefleri Belirlenmesi
B.1 Projedeki BIM Amaçları
B.2 Proje Paydaşlarının BIM Amaçları
B.3 BIM İş Programının Yapılması
B.4 Ana Performans Göstergeleri
B.5 BIM Projesi Geliştirme Seviyesi Matrisi
C – Ortak Çalışma Hedeflerinin Belirlenmesi
C.1 Projede Uygulanacak BIM Standartları
C.2 Proje Sınırlamaları
C.3 Modelleme Standartları
C.4 Proje İletişimi ve Toplantıların Yapılma Şekli
C.5 Proje Verilerinin Karşılıklı Alış-Veriş Protokolleri
C.6 Modelleme Birimi Seçimi
C.7 Alt Modellerin Tanımlanması
C.8 BIM Tam Boy Maketinin Yapılması
C.9 Metraj Yöntemlerinin Belirlenmesi
D – Proje ve Bilgi İşlem Kaynakları Analizi
D.1 Paydaşların BIM Yazılımı Uzmanlık Seviyesi
D.2 Ortak Veri Paylaşım Alanı Seçimi
D.3 Tüm Paydaşların Donanım ve Teknoloji Altyapısının Uygunluğu
D.4 Tüm Paydaşlar İçin Ortak BIM Yazılımının Seçilmesi
D.5 Projeye Özel BIM İçeriğinin Belirlenmesi

Çizelge 2.1.’deki bazı önemli alt kategorileri açıklamak gerekirse örneğin, “A-1 Projenin Tanımı” kısmında proje sahibi, proje adı, proje tipi (Ofis, Konut, Alışveriş Merkezi vb.), projenin konumu gibi bilgiler, “A-2 Proje Kapsamı” kısmında proje aşamaları (planlama, maliyet çıkarma, ön, avan, kesin ve uygulama projeleri aşamaları vb.), yaklaşık proje alanı, yaklaşık kapalı alanlar toplamı, sözleşme tipi, sözleşme teminat süresi gibi bilgiler, “A-3 Projeye Özel Dikkat Edilmesi Gereken Zorluklar” kısmında proje özelinde proje sahası topografyası, projenin önemli diğer yerlere olan uzaklığı, saha

yollarının durumu, şantiye yerleşim planı gibi bilgiler, “A-4 Anahtar Proje Paydaşları” kısmında projenin tasarım aşamasından son kullanıcı tarafından teslim alınacağı aşamaya kadar proje kapsamına giren tüm anahtar paydaşların (işveren, yapı denetim heyeti, yüklenici, altyüklenici, şantiye şefi, sorumlu saha mühendisleri vb.) projedeki rolleri, bağlı oldukları idare/şirket bilgileri, iletişim bilgileri gibi bilgiler, “A-5 Anahtar BIM Personeli” kısmında projedeki tüm paydaşlarda BIM’i aktif olarak kullanacak anahtar BIM personelinin (İşveren BIM koordinatörü, Yapı Denetim Heyetindeki BIM kullanıcıları, Yüklenici BIM elemanı vb.) bağlı oldukları idare/şirket bilgileri, iletişim bilgileri gibi bilgiler gibi bilgiler bulunabilir.

“B-1 Projedeki BIM Amaçları” kısmında işverenin proje ile ilgili istedikleri, paydaşların proje ile ilgili istedikleri, son kullanıcı proje ile ilgili istedikleri, idarenin proje ile ilgili istedikleri gibi bilgiler, “B-2 Proje Paydaşlarının BIM Amaçları” kısmında projede yer alan paydaşların BIM’den tam olarak ne istediklerinin tanımlanması gibi bilgiler, “B-3 BIM İş Programının Yapılması” kısmında BIM ile üretilen projeden alınacak faydaların sıralanmasının sağlanmasına yönelik bilgiler, “B-4 Ana Performans Göstergeleri” kısmında proje ilerlemesine de ışık tutacak proje maliyet bilgileri, iş programına göre iş kalemlerinin ana teslim tarihleri, ana uyumsuzluk konuları ve varsa çözümleri, proje kaynaklarının durumu gibi bilgiler, “B-5 Proje Geliştirme Seviyesi Matrisi” kısmında bir matris oluşturularak BIM ile oluşturulacak projeden hangi detay aşamada ne kadar bir bilgi istenileceğine yönelik bilgiler bulunabilir.

“C-1 Projede Uygulanacak BIM Standartları” kısmında (henüz ülkemizin yerel BIM standardı olmasa bile başka ülkelerin standartlarına atıf yapılarak) BIM’le üretilen projede uyulacak standarda ait bilgiler, “C-2 Proje Sınırlamaları” kısmında projenin sahada uygulanacağı alandaki aplikasyon krokisine ait bilgiler, “C-3 İstenilen Modelleme Standartları” kısmında modellemede takip edilecek yöntemler, istenilen BIM boyutunun belirlenmesi (3B’lu, 4B’lu, 5B’lu vb.), kullanılacak malzemelere ait özelliklere ait bilgiler, “C-4 Proje İletişimi ve Toplantıların Yapılma Şekli” kısmında proje için çok önemli olan tüm paydaşlarla yapılacak iletişimin ve proje toplantılarının hangi sıklıkla, kimlerin katılımıyla yapılacağına ait bilgiler, “C-5 Proje Verilerinin Karşılıklı Alış-Veriş Protokolleri” kısmında paydaşlar arasında yapılacak veri transferlerinde, projede kayıp oluşmaması için, uyulacak protokollere ait bilgiler, “C-6 Modelleme Birimi Seçimi”

kısımında kullanılacak ölçü birimleri tariflerine ait bilgiler, “C-7 Alt Modellerin Tanımlanması” kısmında BIM içerisinde oluşturulması istenilen alt modellemelere ait bilgiler, “C-8 BIM Tam Boy Maketinin Yapılması” kısmında bir tam boy maket istenilip istenilmeyeceğine ait bilgiler, “C-9 Metraj Yöntemlerinin Belirlenmesi” kısmında projenin diğer safhalarına yön verecek metrajların hangi hesaplama yöntemiyle hangi malzemeler için yapılacağına ait bilgiler bulunabilir.

“D-1 Paydaşların BIM Yazılımı Uzmanlık Seviyesi” kısmında proje paydaşlarının BIM kullanma seviyelerin belirmesi, gerekmesi halinde dışarıdan alınacak BIM danışmanlığın belirlenmesi ait bilgiler, “D-2 Ortak Veri Paylaşım Alanı Seçimi” kısmında proje verilerinin tüm paydaşlar ile paylaşımın hangi teknolojiler kullanılarak (Ağ veya çevrimiçi bulut sistemler üzerinden) yapılacağına ait bilgiler, “D-3 Tüm Paydaşların Donanım ve Teknoloji Altyapısının Uygunluğu” kısmında paydaşların teknolojik altyapılarının BIM paylaşımına uygunluğunun araştırılmasına ait bilgiler, “D-4 Tüm Paydaşlar İçin Ortak BIM Yazılımının Seçilmesi” kısmında BIM projesinin hayata geçirilmesinde kullanılacak ana BIM yazılımı, bu yazılım dışındaki diğer ikincil yazılımlar ve bu yazılımların ana BIM yazılımı ile olan uyumuna ait bilgiler, “D-5 Projeye Özel BIM İçeriğinin Belirlenmesi” kısmında projede kullanılacak BIM programında bulunan veya sonradan BIM programına tanıtılacak malzeme sınıf ve/veya ailelerine ait bilgiler bulunabilir.

Tüm bu şema kontrollü bir BIM uygulaması yapılması için elzem nitelikte olup geliştirilebilir niteliktedir. BIM’in doğası gereği başarısı, karşılıklı görüş alışverişi ve bilgi transferi üzerine kurul olduğundan bu alış verişi ve transferlerde işlerin nasıl yapılacağına it protokollerin belirlenmesi gerekmektedir.

2.5. Altyapı İnşaat İşlerinde BIM’in Kullanılması

BIM sistemi yapısı gereği teknoloji yoğun bir yaklaşım olduğundan yalnızca üstyapı projelerinde kullanılmak yerine altyapı projelerinde de kullanılması uygundur. Bu bağlamda BIM’in planlama, tasarlama ve yönetim aşamalarına yaptığı katkıların altyapı projelerini daha verimli, kaliteli ve üretken bir yapıya getireceği düşünülmektedir.

Özellikle kamu özel ortaklığı projeleri olarak adlandırılan PPP projelerinde verimlilik ön planda olduğundan, BIM uygulamalarının paydaşların projeye adapte olmasında, tasarım hatalarının azaltılmasında ve karar alma mekanizmalarının klasik sistemlere göre daha hızlı oluşturulmasında kamu ve özel sektöre yarar sağlayacağı görülmektedir. Özellikle BIM'in 4'üncü (zamanlama) ve 5'inci (maliyet) boyutları saha uygulamalarına geçilmeden ortaya çıkarılabildiğinden, zamanlama ve maliyet planlaması açısından kamu ve özel sektöre önemli ölçüde yarar sağlamaktadır. Birçok paydaşın yer aldığı büyük kapsamlı altyapı projelerinde BIM'in etkin kullanıldığına dair örnekler Avrupa'da görülmektedir. Örneğin İngiltere'de kamu özel ortaklığı ile yürütülen tasarla - yap - finanse et - işlet kontrat tipini kullanan, 6,2 milyar Pound yatırım bedelli, Londra M25 otoyolunun büyütülmesi ve modernizasyonu projesinde BIM kullanılmıştır. Burada BIM özellikle, koordinasyonun ve iletişimin sağlanmasında proje paydaşları ve finansal kaynak sağlayıcılar arasında etkili bir şekilde kullanılmış ayrıca tüm proje ekibinin inşaat bütün safhasını anlık görebilmesi sağlanarak inşaat aşamalarının güncel takibi BIM üzerinden yapılmıştır.

2.6. BIM'in Küçük ve Orta Ölçekli Projelerde Kullanılması ve Yatırım Geri Dönüşü

BIM; koordinasyon sağlayan, verim arttırıcı bir proje üretimi yaklaşımı olarak ele alındığından, küçük ve orta ölçekli projelerde de kullanılabileceği açıktır. Dolayısıyla projelerin mali büyüklüğünün küçük veya orta ölçekli olması BIM'in uygulanamayacağı anlamı taşımamaktadır.

Benzer şekilde, proje firmalarının çalıştırdığı eleman sayısının fazlalığı veya azlığı da BIM için önem arz etmektedir. Zira projeler mali açıdan büyük veya küçük olsun, proje firmalarında çalışanlar kişi olarak fazla olsun az olsun eğer projenin BIM ile tasarlanması gerekiyorsa ve bu paydaşlarca isteniyorsa BIM her projede kullanabilmektedir.

Küçük ve orta ölçekli firmaların BIM'e adaptasyonunun sağlanmasında karşılaşılan ana problemler geleneksel çizim teknikleri ve iş akışı ile işlem yapmaya alışmış olan firma çalışanlarının BIM sistemine geçiş yapılırken karşılaştıkları sorunlardır. Bu sorunlardan bazıları; temel olarak alışa gelen 2B'lu tasarım programının işleyişine alışmış olan personelin ilk aşamada BIM'e ve BIM ile gelecek faydalara tam olarak inanmaması, bilgisayar programları bilgisi az olan personelin yeni bir program daha öğrenemeyeceği

kaygısına kapılması ve BIM programına geçilmesi ile faydalar alındıkça iş verimliliğin artması neticesinde daha az kişiyle daha çok iş yapılabileceği varsayımıyla firma çalışanlarından verimi düşük olanların iş akitlerinin sonlanabileceği düşüncesi olabileceği gibi başka nedenler de olabilir. Dolayısıyla BIM'e geçiş sürecinde firmaların önce şirket içi motivasyonu sağlamaları gerekmektedir.

Tabi ki BIM'in uygulanmasında bir takım zorluklar yukarıda belirtildiği gibi her zaman bulunmaktadır. BIM yazılımlarının ülkemiz için yaklaşık ilk yatırım maliyeti 18 000 TL civarında olduğundan BIM'e yatırım yapmadan önce özellikle küçük ölçekli firmaların doğru yazılıma yatırım konusunda dikkatli olmaları gerekmektedir. Zira yatırım yapılacak BIM programları maliyet olarak küçük ve orta ölçekli firmalar için önem arz etmekte ve gerekli verim sağlanamaması durumunda başka bir programa yatırım yapılması firma kaynaklarının verimli kullanılması açısından olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Bu noktada ilk başlangıç yaklaşımı olarak ilk aşamada deneme amaçlı program satın alınması verim alındıkça lisanslı ürün sayısının artırılması yöntemine başvurulabilmektedir. Ayrıca her durumda şirketlerin çalışanlarına geleneksel yöntemlerden BIM'e adapte olmaları noktasında sertifikalı program eğitmenlerinden eğitim aldirmaları gerekmektedir.

Bu konuda ülkemizdeki genel yaklaşım, BIM yazılım firmalarının yazılım ile birlikte yazılımı satın alan firma çalışanlarına, firmanın talebi üzerine, ücretsiz temel eğitim vermesi akabinde de ileri eğitim ve/veya teknik destek için ücret talep etmeleridir.

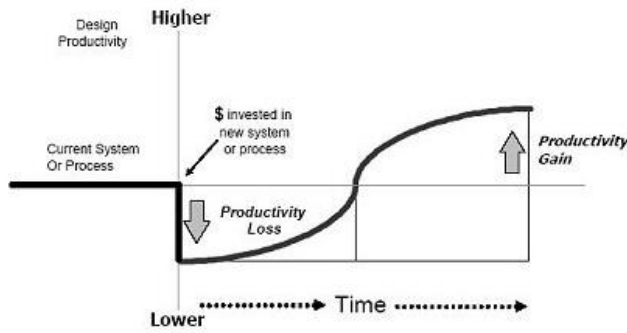
BIM'in yatırım geri dönüşü konusunda yapılmış bir hesaplama yöntemi ve grafiği aşağıda gösterilmiştir [10].

$$\frac{(B - (\frac{B}{1+E})) \times (12 - C)}{A + (B \times C \times D)} = \text{First Year ROI}$$

Resim 2.1. BIM'in ilk sene yatırım geri dönüş oranı hesabı

Resim 2.1.'de görülen formülde; A harfi yeni yazılım ve donanım maliyetini, B harfi aylık çalışan ücretlerini, C harfi temel eğitim için harcanacak zamanı, D harfi pursantaj olarak eğitim sırasında yaşanacak iş gücü kaybını, E harfi de pursantaj olarak eğitim sonrası kazanılacak yararı simgelemektedir. A maliyetinin yaklaşık 18 000 TL olduğu, B maliyetinin yaklaşık 12 000 TL olduğu, C temel eğitim süresinin yaklaşık 3 ay

kadar süreceği bu süre boyunca, ortalama olarak, yazılım satın alan firmanın yaklaşık olarak D ile belirtilen %50 iş gücü kaybı yaşaması, bunun yanında BIM yazılımının iş yerinde kullanılması ile de C ile tanımlanan yaklaşık %25'lik iş verimliliği artışı sağlaması varsayıldığında, BIM yazılımının yatırım geri dönüş karlılığının %60 seviyelerinde olması beklenmektedir. Bu oran yazılım yatırımlarında oldukça iyi bir değer olarak görülmektedir. Resim 2.2.'de ise, BIM'e yapılacak ilk yatırımının, şirketlere ilk etapta iş gücü kaybı ile birlikte üretkenlik kaybı getireceği daha sonra ise BIM uygulamalarının faydaları zamanla alındıkça şirket üretkenliğinde artış sağlanacağı grafiksel olarak anlatılmaktadır.



Resim 2.2. BIM ilk yatırımının şirket üretkenliğine etkisi

3. BIM PROGRAMI KULLANILARAK ÖRNEK BİR MODEL ÜZERİNDEN KONUNUN İNCELENMESİ

3.1. BIM Programının Kısaca Tanıtılması

Allplan, Münih Almanya merkezli Nemetschek firması tarafından 1980 yıllarında temelleri atılarak geliştirilmiş bir BIM programıdır. Allplan tüm disiplinlerde (mimari, mühendislik, maliyet yönetimi, tesis yönetimi) hizmet sunan bir yazılım grubudur. Parametrik olarak disiplinler arası üç boyutlu çizim metodunu kullanarak, program bünyesinde 3B'lu görselleştirme yapabilmektedir. Tüm bunların yanı sıra özellik yapı maliyeti hesaplarında kullanılan metrajları, 3B'lu modelden alınan detaylı raporlar halinde sunabilmektedir. Ayrıca mevcut çizimi 2B'lu olarak Autocad ortamında yapılmış çizimleri altlık olarak kullanarak 2B'lu çizimlerin rahatlıkla 3B'lu parametrik çizimlere dönüştürülmesini sağlamaktadır.

Allplan'ın kullanımı alışılmış 2B'lu çizim yazılımların aksine öğrenilmesi ilk başlarda karmaşık gelse de daha sonraları özellikle komutların ve kısa yolların anlaşılması ile programın kullanılmasının 2B'lu çizim programlarından daha kolay olduğu anlaşılmaktadır.

Program, son sürümlerinde özellikle ülkemizde kamu kurumlarınca sıkça kullanılan inşaat işlerine ait Çevre ve Şehircilik Bakanlığı birim fiyatların, program içine entegre edilmesi sayesinde ülkemizde satılan diğer BIM yazılımlarının önüne geçmiştir.

3.2. Örnek Modelin BIM Programı ile Oluşturulması

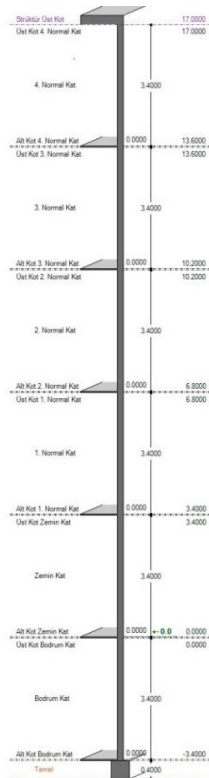
Bu tezde Allplan ile yeni bir kamu binası projesi yapılması yerine, daha önce projelendirilerek 2014 senesinde uygulaması yapılan İller Bankası Elazığ Bölge Müdürlüğü Hizmet Binası'nın statik ve mimari uygulama projeleri altlık olarak kullanılarak, önce statik model oluşturulmuş daha sonra diğer mimari objeler (kapı, pencere vb.) eklenerek binanın 3B'lu modeli BIM ortamında oluşturulmuştur.

Bu çalışmayı yapabilmek için öncelikle 2B'lu statik kalıp projeleri Allplan için gereksiz olacak çizim ve katmanlardan arındırılarak Allplan'ın içine aktarılmıştır. Buradaki amaç 3B'lu çizim yapılırken hem gereksiz veri yoğunluğu yapan katman ve çizgilerin

arındırılması hem de çizim esnasında daha hızlı hareket edebilmektir. Mevcut 2B'lu verilerden 3B'lu veri oluşturmak için öncelikle 2B'lu çizim kalitesinin iyi olması gerekmektedir. Kullanılan 2B'lu çizimlerdeki tutarsızlıkların 3B'lu modele aktarılmasının önüne geçebilmek için yapılan 3B'lu çizimler 2B'lu mevcut detay projeleri ve kesitlerle zaman zaman karşılaştırılarak kontrol edilmiştir.

Allplan programı çalıştırıldıktan sonra öncelikle çizim yapılacak proje dosyasının oluşturulması gerekmektedir. Bunun için program açıldığında öncelikle proje oluştur ikonu tıklanarak proje bilgileri girilmiştir. Ardından istenilen proje ek ayarları da girilerek proje oluşturulmuştur.

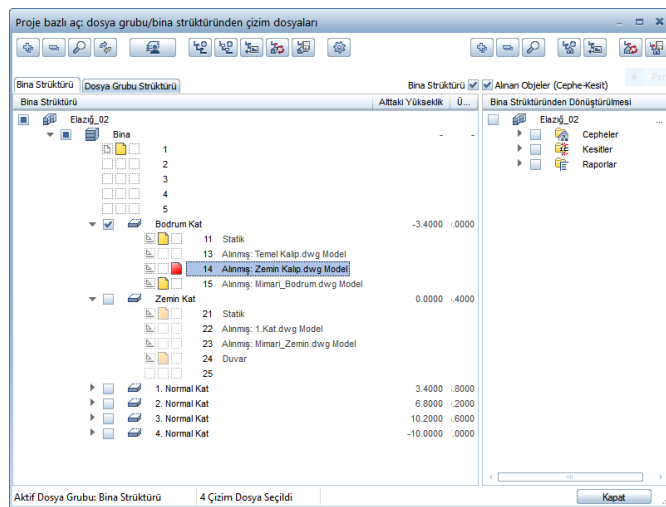
Allplan'ın çalışma prensibi düzlemler üzerine kurulu olduğundan öncelikle mevcut 2B'lu çizimdeki kat adeti ve kat yükseklikleri kullanılarak programa veri girişi yapılmıştır. Düzlem yöneticisi olarak tanımlanan bu alanda katların alt ve üst kotları girilerek her kat için ileride tanımlanacak mimari objelerin sınırlarını belirleyen sınır düzlem değerleri oluşturulmuştur. Resim 3.1.'de projeye ait düzlem yöneticisinde binanın katları ve kot bilgileri görülmektedir.



Resim 3.1. Düzlem yönetimi ekranı

Bu düzlem sistemi sayesinde ileride katların kotlarında yapılacak bir değişiklikte, örneğin duvar yükseklikleri, otomatik olarak kendilerini konumlandırarak kat düzlemlerini takip edeceklerdir. Yine bunun yanında duvar içerisine açılacak kapı veya pencere boşlukları konumlanmalarını duvar alt kotundan aldığı için duvarın yüksekliğinin artışından etkilenmeden konumlarını koruyacaklardır.

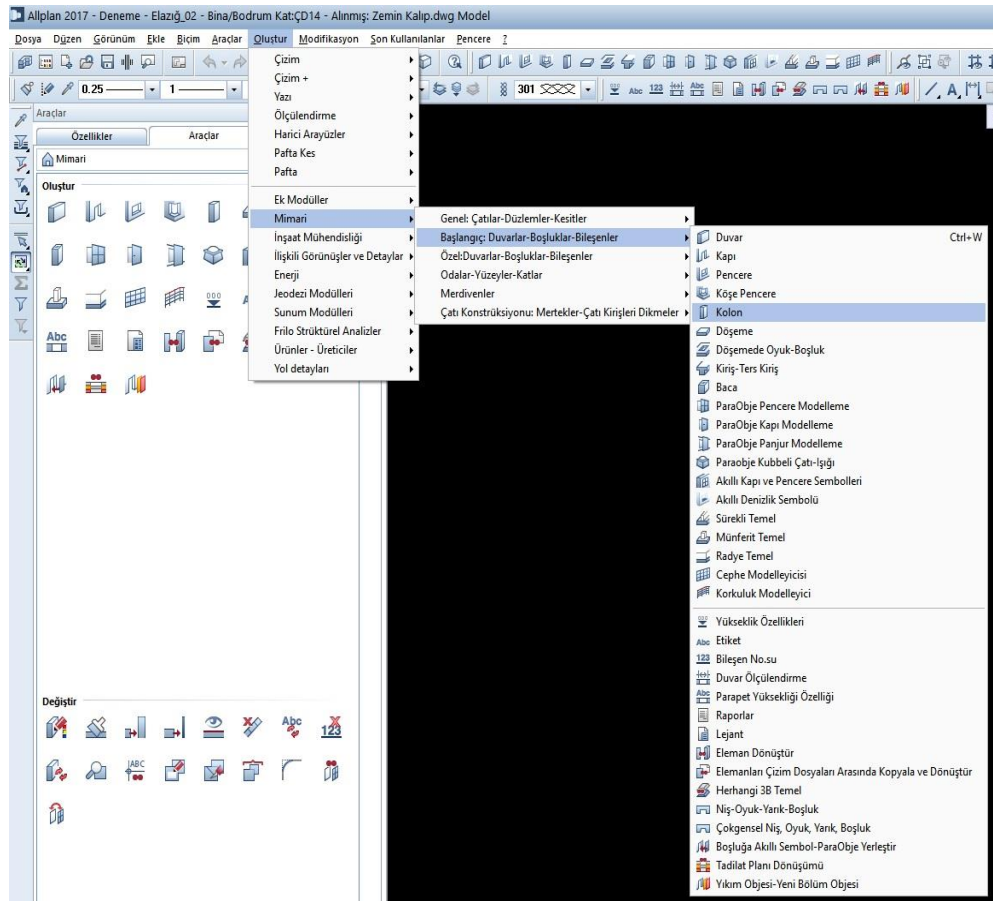
Bu işlemin ardından 2B'lu çizim dosyaların aktarılacağı bina strüktürüne geçilerek, kat düzlemlerinin içine, altlık olacak Autocad dosyaları çekilerek ayıklama işlemine başlanılmıştır. Daha öncede belirtildiği gibi Autocad dosyaları içerisinde parametrik objeler barındırmayan çok sayıda çizgi ve katman içermektedirler. Bu çizgi ve katmanlar akıllı bir yapılanma olmadığından elle tanımlanmış çizgi kalınlığı ve rengi gibi veriler içermektedirler. Allplanda olduğu gibi diğer BIM yazılımlarında ise objeler parametrik olarak belirlendiğinden çizgi katmanları objelerin niteliğine bağlı olarak tanımlanmış olarak gelmektedir. Dolayısıyla Autocad ortamında fazla çizilmiş çizgi ve katmanlar Allplan için bir nitelik taşımamaktadır. Bu ayıklamanın ardından Şekil 3.2.'de görüldüğü gibi Allplanda hangi kat düzleme Autocad verisini taşınması isteniyorsa o kattaki çizim dosyalarından boş olan biri seçilerek arındırılmış dosya içe aktarılmıştır. Bu aktarım sırasında programlar arasında veri kayıplarını önlemek için Allplan kullanıcıya tam olarak içe aktarılamayan çizgi, desen ve kalınlık gibi değerleri göstermekte kullanıcı da bu tanımlanamayan objeler için Allplan içinden seçeceği benzer değerleri atamaktadır. Böylelikle olası kayıpların önüne geçilmektedir.



Resim 3.2. Bina strüktürü ve çizim dosyaları

BIM'e Autocad ortamından alınmış bir çizimden etkin bir 3B'lu model oluşturmak için prensip olarak aynı normal bir inşaatta olduğu gibi öncelikle statik strüktürün yapılması önem arz etmektedir. Bu işlemin ardından mimari bileşenler statik projenin sınırları dâhilinde programa aktarıldığında ise binanın 3B'lu modeli ortaya çıkmış olacaktır.

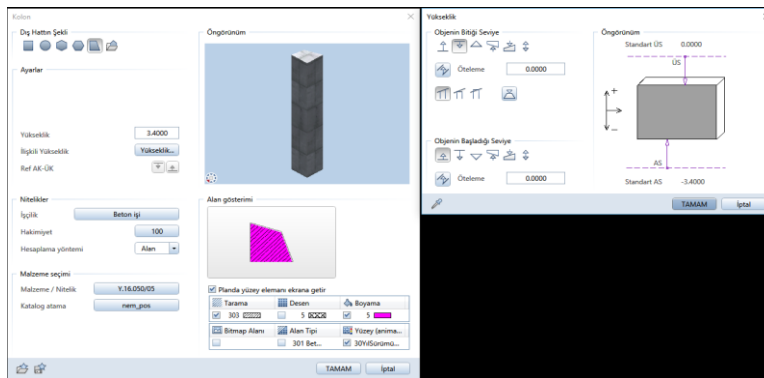
Bu bağlamda öncelikle temel kalıp planı programa alınarak temel projesi 3B'lu olarak oluşturulmuştur. Ardından binanın bodrum katındaki kolon, perde, kiriş ve döşeme elemanları oluşturulmuştur. Bunu için 2B'lu Autocad çizimleri altlık olarak kullanılmış statik projedeki obje niteliklerine uygun 3B'lu parametrik objeler oluşturulmuştur. Allplan Resim 3.3.'de görüldüğü üzere bu noktada kullanıcıya statik ve mimari objelerin çiziminde kullanılacak modül ve araçları pratik olarak sunmaktadır.



Resim 3.3. Statik ve mimari objelerin çiziminde kullanılacak modül ve araçlar

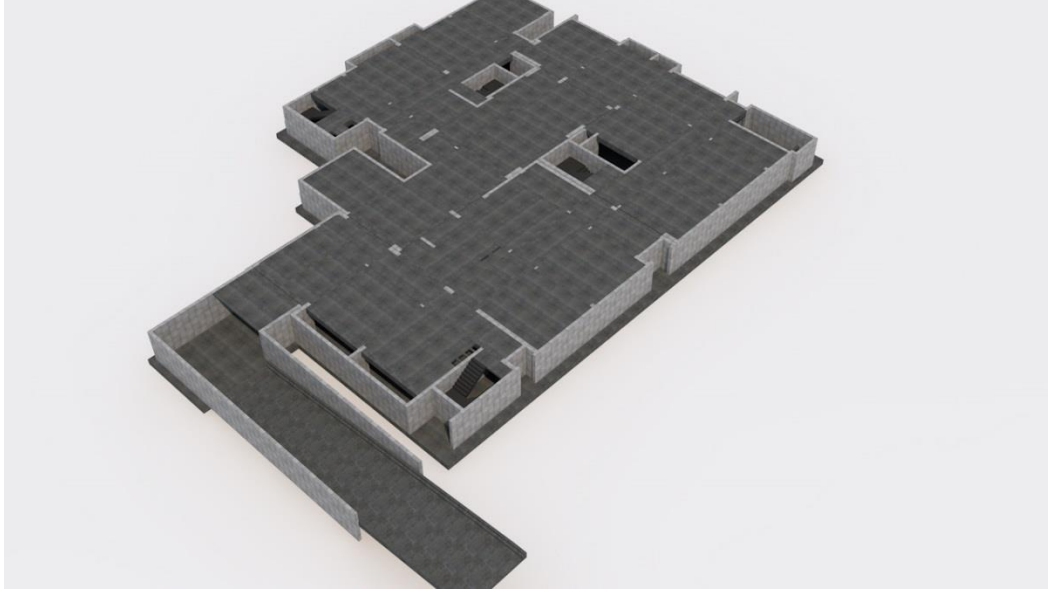
Sunulan bu araçlardan örneğin “Kolon” aracıyla bir kolon çizilmek istenildiğinde kolonun ilgili parametrik özelliklerini içeren bir tanımlama ekranı çıkmaktadır. Bu ekranda Resim 3.4.’de görülen kolonun dış hat, yükseklik, ilişkili yükseklik, işçilik, hakimiyet, hesaplama yönetimi, malzeme/nitelik özellikleri gibi özellikleri tanımlanmaktadır. Kolon objesini dış hattı kare, dairesel ve çokgen olabilmektedir. Kolon yüksekliğini ise kendi özelliğinin tanımlandığı kat düzlemlerinden almaktadır. Resim 3.4.’deki kolon yüksekliğini kendi çizildiği katın alt ve üst kotundan öteleme olmaksızın almaktadır. Objenin hâkimiyeti diğer diğer statik ve mimari bileşenler ile ilişkisini belirleyen önemli bir unsurdur. Allplan’da hâkimiyet kavramı objelerin birbirleri üzerindeki hâkimiyetlerini belirlemektedir. Dolayısıyla hâkimiyeti değeri diğer objelerden büyük olan objeler metraj çıkarılması sırasında diğer objelere hâkimiyet kurmaktadır. Örneğin 100 hâkimiyet değerindeki bir kolonun içerisinde geçiren 50 hâkimiyet değerindeki bir kiriş metraj hesaplaması sırasında kolon eksenine giren parçasına karşılık olarak herhangi metraj değeri alamamaktadır.

İşçilik değerinde program Allplan içerisinde önceden tanımlanan işçilik tanımlamalarını kullanmaktadır. Yine aynı şekilde hesaplama yöntemi ilgili mimari objenin metraj hesabındaki hesaplama yöntemini göstermektedir. Malzeme/nitelik kısmında ise Allplan’da tanımlanabilecek malzeme kataloglarına bağlı değerler görülmektedir. Kısaca birim fiyat kitabı olarak tanımlanabilecek kataloglar sayesinde ülkemizde özellikle kamuya ait projelerde sıkça kullanılan birim fiyat poz numaraları 3B’lu modeldeki objelere bir nitelik olarak aktarılarak, yapı yaklaşık maliyeti hesaplarında kullanılabilmektedir.

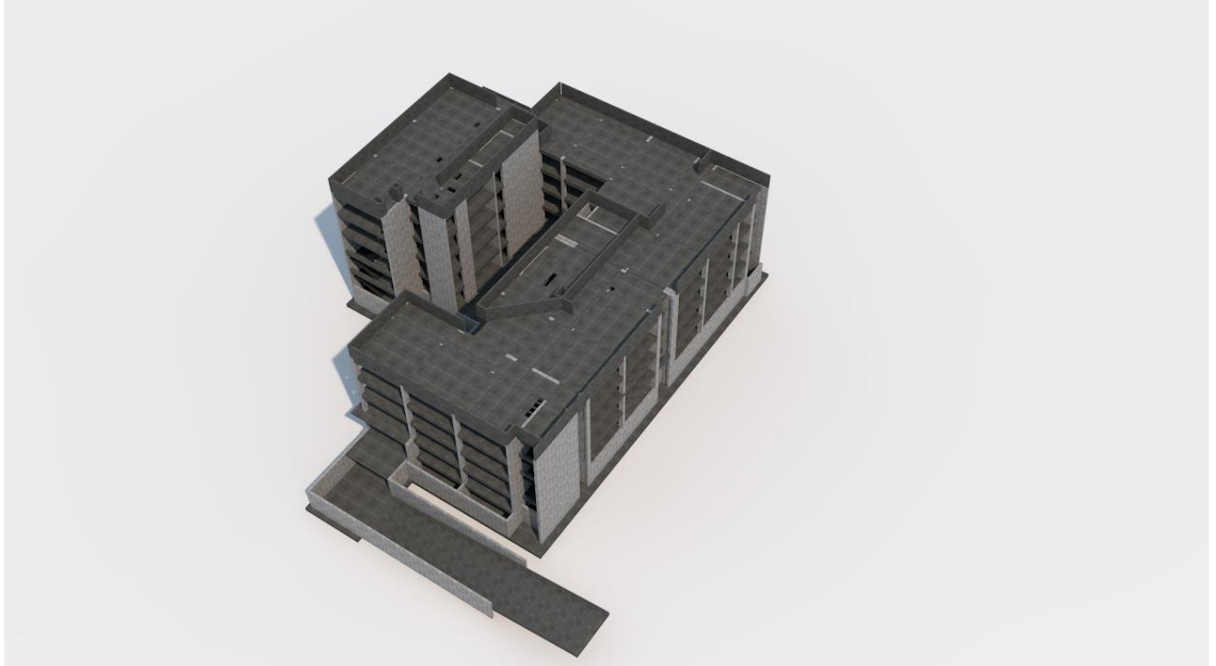


Resim 3.4. Kolon aracı

2B’lu çizim dosyasındaki diğer çizimler altlık olarak kullanılarak yukarıda açıklanan yaklaşım ile binanın statik yönden karkası ortaya çıkarılarak bodrum kat Resim 3.5.’deki gibi ortaya çıkarılmıştır. Daha sonra teker teker diğer katlara geçilerek bu katlarında da benzer şekilde kendi kat düzlemlerinde statik bina objeleri Resim 3.6.’da görüldüğü gibi oluşturularak binanın statik olarak modellenmesi tamamlanmıştır.

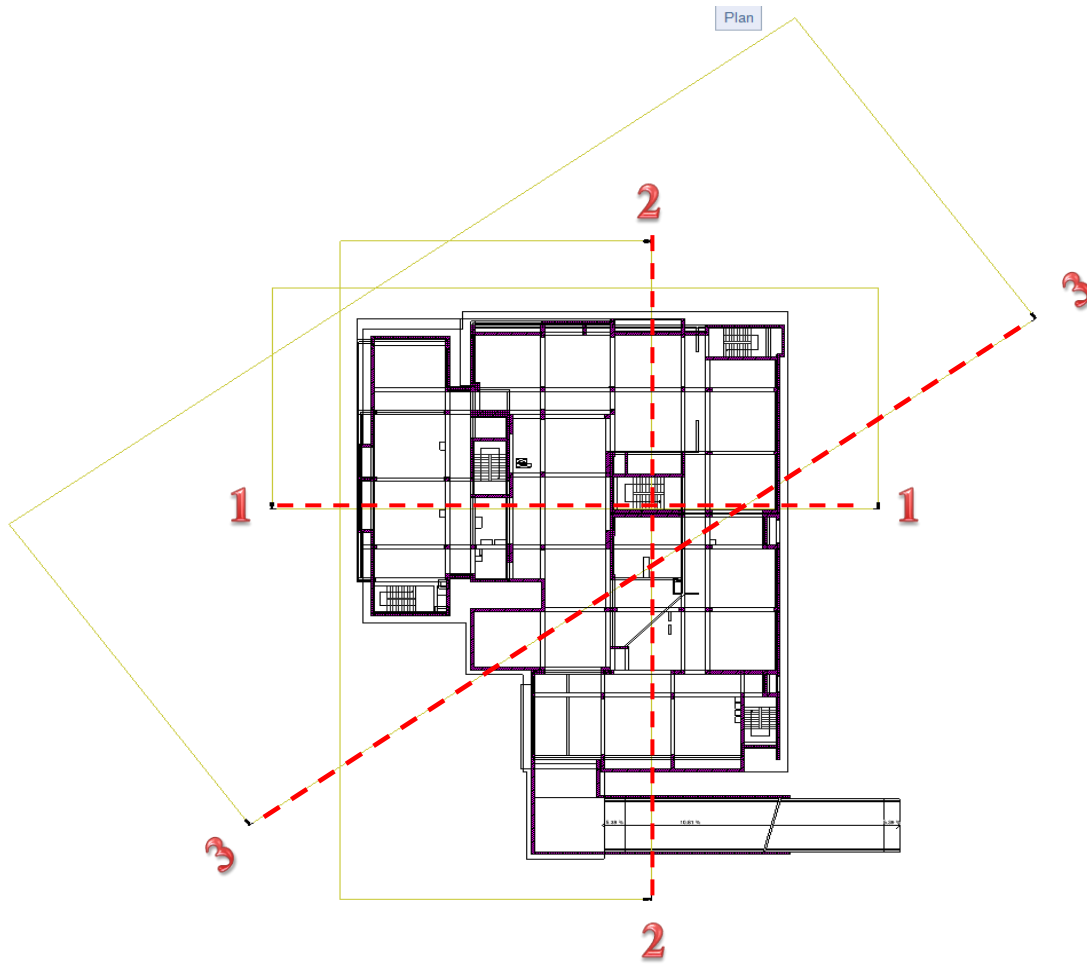


Resim 3.5. 3B’lu bodrum kat çizimi

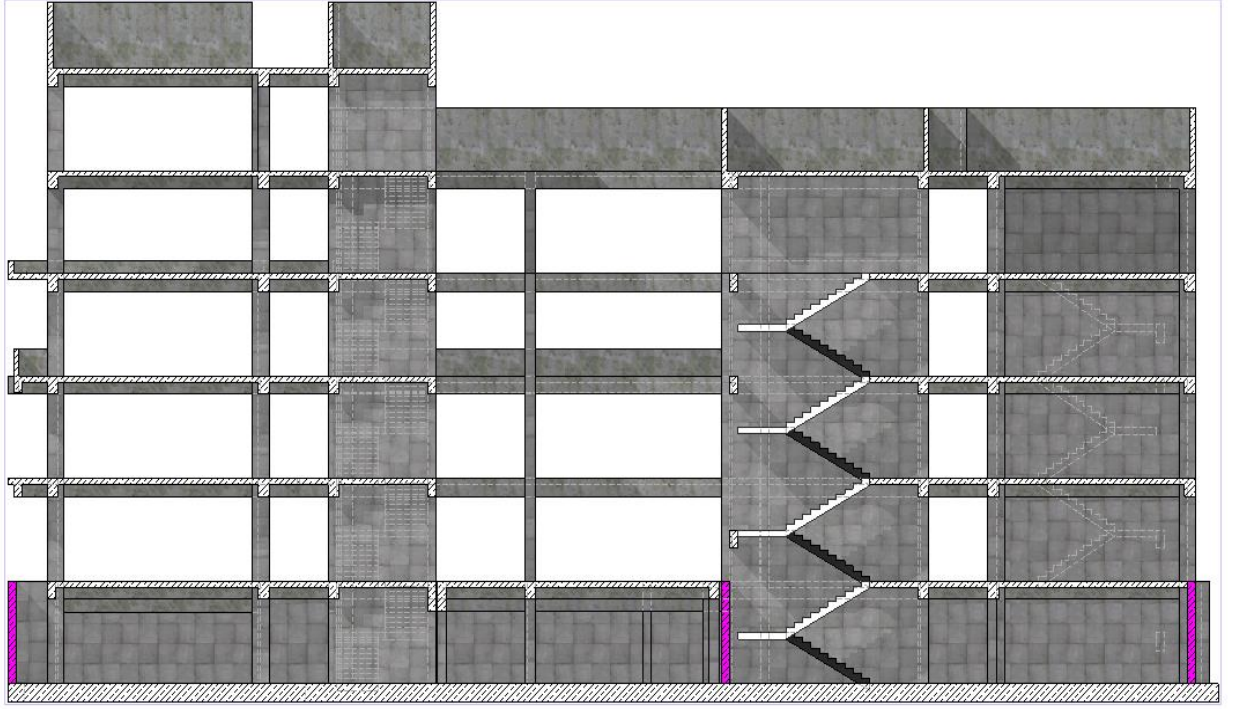


Resim 3.6. 3B’lu tüm kat çizimi

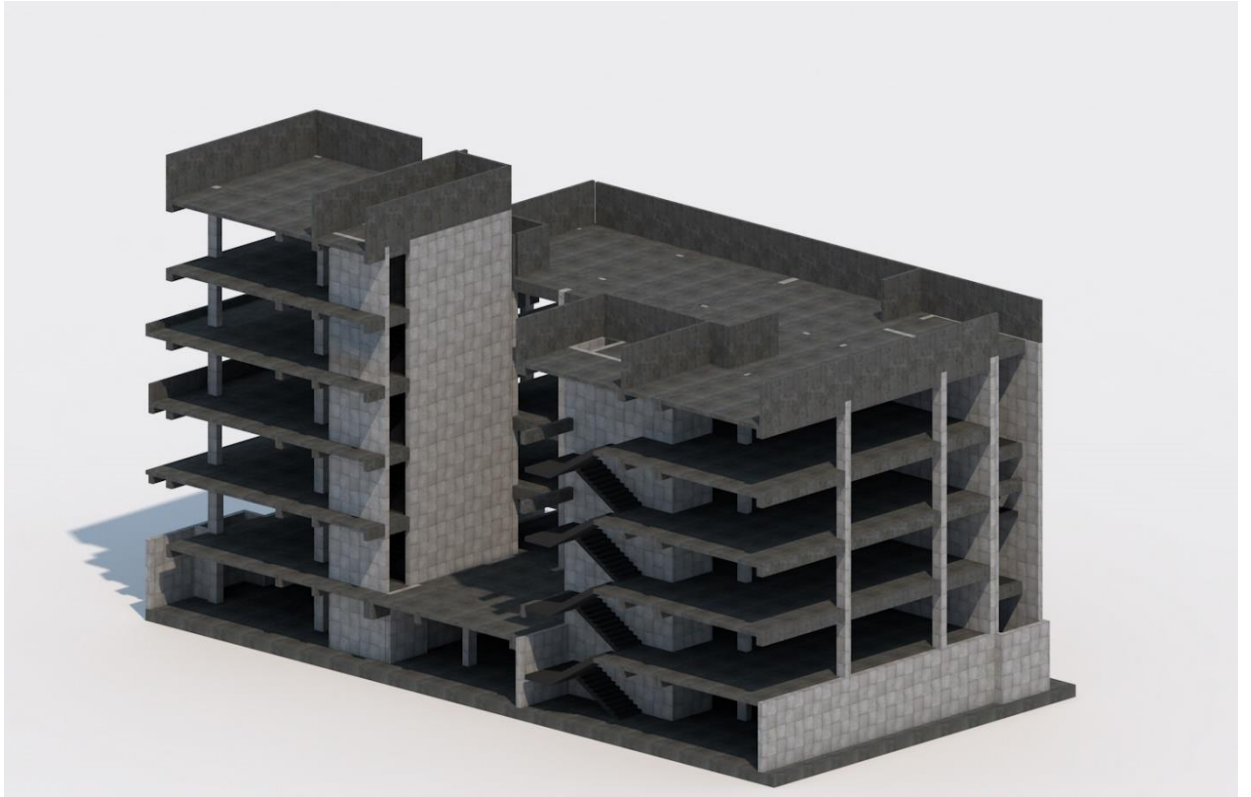
BIM ile düzenlenmiş bir çizim sadece 3B’lu görselleştirmeden öte son derece kesin ve hatasız kesitler alınmasını da sağlamaktadır. Ülkemizde üretilen projelerde en büyük eksikliğin kesit yetersizliği olduğu görülmektedir. Ayrıca birçok uygulama projesinde kesitler saha uygulamaların en çok zorlanacağı yapı bölgelerinden geçirilmeden bırakılmakta ve birçok detay sahada uygulayıcılar tarafından anlık olarak tahminler üzerinden yapılmaktadır. Geleneksel yaklaşımda, genellikle 2B’lu Autocad çizimlerinden geçirilen doğrusal bir veya iki kesitle yetinirken BIM’den neredeyse sonsuz adet ve sonsuz açıda kesit alınabilmektedir. Bu işlemler Allplan’da son derece kolay bir şekilde kesit aracıyla çizim üzerinden Resim 3.7.’de görüldüğü gibi yapılabilir. Ayrıca Bim’de olası her türlü proje değişiklikleri 3B’lu çizimde olduğu gibi kesitlere de anında aktarılmaktadır. Oluşturulan statik modelden geçirilen 1-1, 2-2, 3-3 kesitlerine ait 2B’lu ve 3B’lu görünüm Resim 3.8., Resim 3.9., Resim 3.10., Resim 3.11.’de gösterilmiştir.



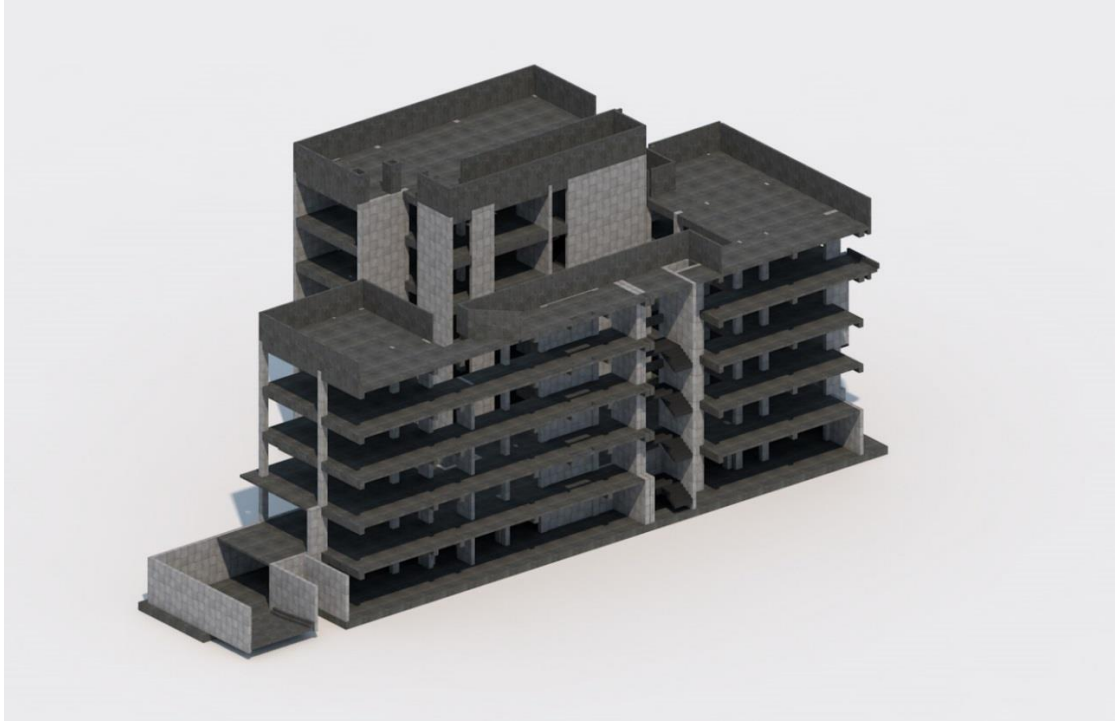
Resim 3.7. Çizimden geçirilen 1-1, 2-2, 3-3 kesitleri



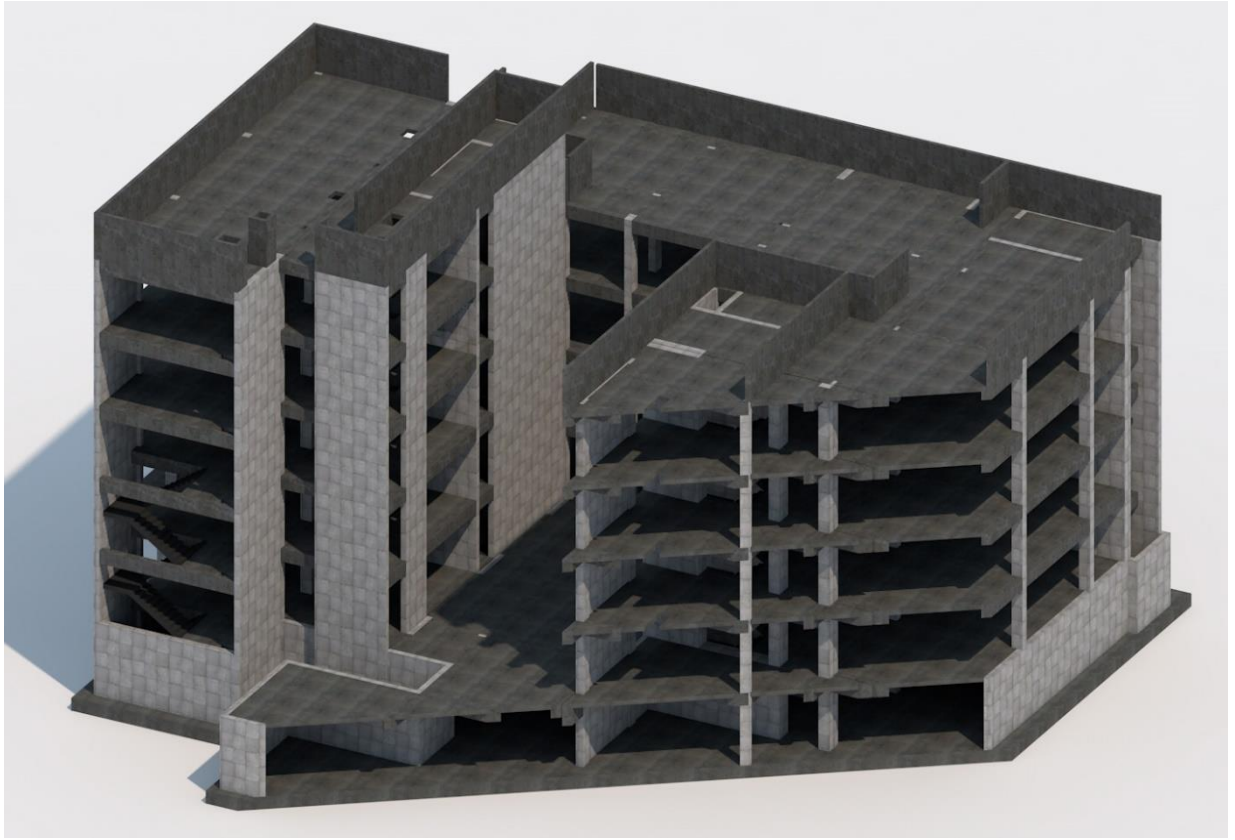
Resim 3.8. 1-1 Kesiti 2B'lu görünüm



Resim 3.9. 1-1 Kesiti 3B'lu görünüm



Resim 3.10. 2-2 Kesiti 3B’lu görünüm



Resim 3.11. 3-3 Kesiti 3B’lu görünüm

3.3. 3B’lu Model Üzerinden Otomatik Metraj Alınması

Oluşturulan bu 3B’lu model artık metraj alınabilecek hale gelmiş bulunmaktadır. 3B’lu modelden kaba yapı metrajı öncelikli olarak kat bazında daha sonra tüm model bazında alınmıştır. BIM’deki metraj hesaplama yöntemi binadaki tüm elemanların (kolon, perde, kiriş, döşeme vb.) metrajını hem obje bazında hem kat bazında hem de tüm modelde alınmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca her bir obje için ayrı ayrı metraj alındığında alınan bu metrajlardaki obje ID numaralarına tıklanılarak objenin plandaki konumuna gidilebilmektedir.

Allplan’ın içerisinde birçok tipte metraj alma aracı bulunmaktadır. Allplan’ın 2017 versiyonunda görüldüğü üzere artık ülkemizdeki kamu kuruluşlarının sıkça kullandığı metraj alma formatları da programın içerisine aktarılmıştır. Bu sayede kamu kurumları kendilerine ait geleneksel metraj sayfa formatlarına uygun olacak şekilde program üzerinden metraj alabilmektedirler. Resim 3.12.’de görülen bodrum kata ait kaba yapı metraj sayfası, program içerisine yüklü olarak gelen Toplu Konut İdaresine (TOKİ) ait metraj formatına uygun olarak alınmıştır. Tüm binaya ait kaba yapı kalıp ve beton metrajı ise Resim 3.13. ve Resim 3.14’de görüldüğü şekilde 3B’lu model üzerinden alınmıştır.

ALLPLAN

Metraj Cetveli - Kaba Yapı

Proje: Elazığ Bölge Müdürlüğü Hizmet Binası İnşaatı

Oluşturan: Alper BEŞER

Tarih / Saat:

Not:

POZ NO							BİRİMİ	m²
MALATIN ADI							SAYFA NO	
							METRAJ NO	
SIRA NO	PAFTA NO	AÇIKLAMA	ADET	ÖLÇÜLER			AZI	ÇOĞU
				En	Boy	Yükseklik		
NAKLİ YEKÜN								
		Bodrum Kat						
		Döşeme	1	280,0 cm	1,4 cm	20,0 cm	0,04 m²	
		Döşeme	1	670,0 cm	10,0 cm	20,0 cm	0,67 m²	
		Döşeme	1	100,0 cm	141,9 cm	20,0 cm	1,42 m²	
		Döşeme	1	148,1 cm	244,0 cm	20,0 cm	3,61 m²	
		Kiriş	1	40,0 cm	140,0 cm	60,0 cm	0,336 m³	
		Kiriş	1	30,0 cm	210,0 cm	60,0 cm	0,378 m³	
		Kiriş	1	30,0 cm	235,0 cm	60,0 cm	0,423 m³	
		Kiriş	1	25,0 cm	292,0 cm	60,0 cm	0,438 m³	
		Kiriş	1	30,0 cm	244,0 cm	60,0 cm	0,439 m³	
		Kolon	14	40,0 cm	60,0 cm	340,0 cm	3,36 m²	
		Kolon	11	60,0 cm	40,0 cm	340,0 cm	2,64 m²	
		Kolon	2	50,0 cm	60,0 cm	340,0 cm	0,60 m²	
		Kolon	1	40,0 cm	95,0 cm	340,0 cm	0,38 m²	
		Kolon	1	40,0 cm	130,0 cm	340,0 cm	0,52 m²	
		Kolon	1	30,0 cm	178,0 cm	340,0 cm	0,53 m²	
Ara Toplam:							2.782,65 m²	
Genel Toplam:							2.782,65 m²	

Resim 3.12. Bodrum kat kaba yapı metrajı

Kalıp Metrajı (Duvar - Perde D. - Döşeme - Kiriş - Kolon - Radye T. - Herhangi 3B T. - Ayrik T. - Sürekli T. - Lento)

Proje: ELAZIĞ BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ HİZMET BİNASI İNŞAATI
 Oluşturan: Alper BEŞER
 Tarih / Saat:
 Not:

Kat	Obje ismi	En	Boy	Yükseklik	Adet	Kenar Kalıp	Birim Kalıp	Toplam Kalıp
1. Normal Kat								
						Kattaki Toplam Kalıp:		2.871,26 m²
2. Normal Kat								
						Kattaki Toplam Kalıp:		2.864,89 m²
3. Normal Kat								
						Kattaki Toplam Kalıp:		2.474,09 m²
4. Normal Kat								
						Kattaki Toplam Kalıp:		1.080,72 m²
Bodrum Kat								
						Kattaki Toplam Kalıp:		4.992,12 m²
Zemin Kat								
						Kattaki Toplam Kalıp:		2.937,24 m²
						Genel Toplam:		17.220,32 m²

Resim 3.13. Tüm bina kalıp metrajı

Beton işi - Şantiyede

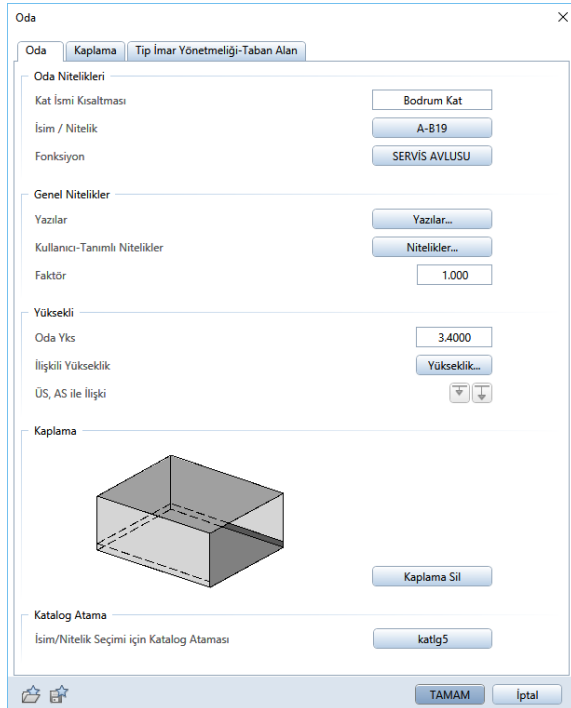
Proje: ELAZIĞ BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ HİZMET BİNASI İNŞAATI
 Oluşturan: Alper BEŞER
 Tarih / Saat:
 Not:

Malzeme	Ölçüler	[Yükseklik] [m]	Hacim [m³]	Toplam Hacim [m³]
Bodrum Kat				
Toplam Bodrum Kat				2.046,824
Zemin Kat				
Toplam Zemin Kat				515,566
1. Normal Kat				
Toplam 1. Normal Kat				504,288
2. Normal Kat				
Toplam 2. Normal Kat				514,816
3. Normal Kat				
Toplam 3. Normal Kat				567,652
4. Normal Kat				
Toplam 4. Normal Kat				157,457
			TOPLAM	4.306,603

Resim 3.14. Tüm bina beton metrajı

Allplan ince yapı metrajını ise mahal bazında almaktadır. Bu yüzden 3B'lu statik model oluşturulduktan sonra programda duvar, kapı ve pencerelerin oluşturulmasına geçilerek mimari mahaller ortaya çıkarılmıştır. Binanın mevcut mimari kat planları çizimlerini altlık olarak kullanarak öncelikle binanın iç ve dış duvarları oluşturulmuştur. Duvarlar prensip olarak çizildikleri kat düzleminden kotlarını almaktadırlar. Dolayısıyla kat düzlemlerindeki değişiklikler duvarlara otomatik olarak yansımaktadır. Kapı ve pencereler duvarların içerisine oluşturulan boşluklara yerleştirilmektedirler. Allplan'da birçok çeşitte kapı pencere tipi programa yüklü olarak bulunmaktadır. Kullanıcılar istedikleri boyutlarda kapı ve pencere oluşturabilmektedirler. Oluşturulan kapı ve pencereler kendilerini boşluklarının açıldığı duvarlar ile ilişkilendirmektedirler. Dolayısıyla bir duvar silindiğinde içerisindeki kapı ve/veya pencere de otomatik olarak silinerek, herhangi bir kesitte daha önce görünüyorsa yok olmakta ve yine metrajlardan da çıkarılmaktadır.

Mahal oluşturulması Allpanda “Oda” aracıyla yapılmaktadır. Bunun için oda oluşturulması düşünülen mahallin duvarları, kapı ve pencereleri oluşturulduktan sonra “Araçlar – Mimari” bölümünün altındaki “Oda” komutuna basılarak Resim 3.15.'de görülen kullanıcıya birçok seçenek sunan oda tanımlama aracına girilmiştir.



Resim 3.15. Allplan oda aracı

Burada yine mevcut yapının mahal bilgileri kullanılarak kat ismi, mahal ismi ve fonksiyonu değerleri girilmiştir. Odanın yüksekliği kat düzleminde otomatik olarak alınabileceği gibi kullanıcı tanımlı olarak istenilen yükseklikte değiştirilebilmektedir.

“Kaplama” kulakçığına basılması halinde oda içerisindeki yüzeylerin alacağı kaplama malzemeleri girilebilmektedir. Proje üzerinden alınan bilgiler ışığında binanın oda kaplama malzemeleri programa aktarılmıştır. Bu aktarma sırasında Resim 3.16. ve Resim 3.17.’de görüldüğü gibi kaplama malzemelerini belli bazı koşullar çerçevesinde formüller kullanılarak tanımlanmıştır. Örneğin sadece duvar ve beton olan yüzeylerde boya yapılması diğer yüzeylerde ise boş geçilmesi istenilmiş ve formüle sadece duvar işçiliği ve beton işçiliği olan yüzeylere uygula anlamındaki “İşçilik=Beton İşi veya İşçilik=Duvâr İşi” formülü girilmiştir. Ayrıca bazı kaplama malzemelerinin belli bir yüksekliğe kadar uygulanması ile belirli yükseklikler arasında uygulanması sağlanmıştır.

Oda uygulamasına örnek vermek gerekirse Şekil 3.18.’deki 3B’lu modelde yalnız duvar, kapı penceresi olan boş bir oda gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra kaplama (duvar, döşeme vb.) malzemeli olarak Şekil 3.19.’daki hale getirilmiştir. Burada program kullanıcıya kaplama malzemesi olarak istenildiği takdirde bir birim fiyat kitabından poz seçtirebilmekte ayrıca kullanıcılar isteğe bağlı özel kaplama malzemeleri de tanımlayabilmektedirler. Mimari görselleştirmeye katkı sağlamak için kaplama malzemelerine program içindeki hazır malzeme kataloglarından görseller eklenebileceği gibi kullanıcı tanımlı görsellerde programa aktarılabilir. Bu sayede BIM’de son kullanıcıya teslim edileceği hali ile binayı oluşturma imkânı ortaya çıkmış olmaktadır. Kaplanmış yüzeyler istenildiği takdirde Şekil 3.20’de görüldüğü gibi kesitlere de aktarılabilirler.

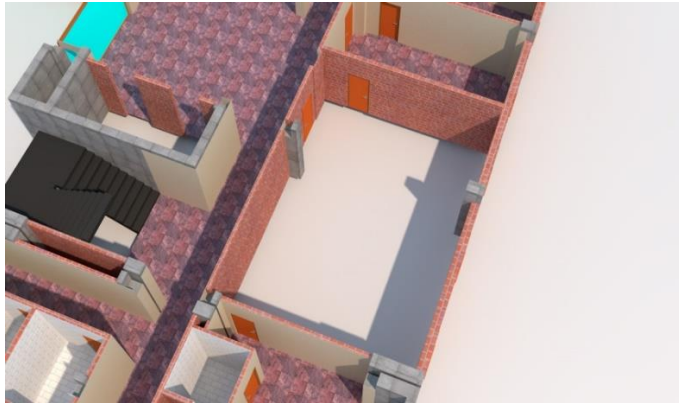
Tanımlanan malzemeler daha sonra otomatik olarak oluşturulacak mahal listelerine yine otomatik olarak ilgili olduğu mahallin adıyla gelmektedir. Dolayısıyla ülkemizde sıkça rastlanan uygulama projesi mahal listesi arasındaki uyumsuzluklar ve bu uyumsuzlukların uygulama safhasında yaratacağı anlaşmazlıklar ortadan kalmış olmaktadır. Çünkü mevcut ihale ve sözleşme mevzuatımıza uygun şekilde Allplan’da da görüldüğü üzere BIM sisteminde esas olan çizim yani 3B’lu uygulama projesidir. Tüm

raporlamalar 3B'lu çizimi kendilerine ancak referans almakta, eksik veya fazla bilgi içermemektedirler.

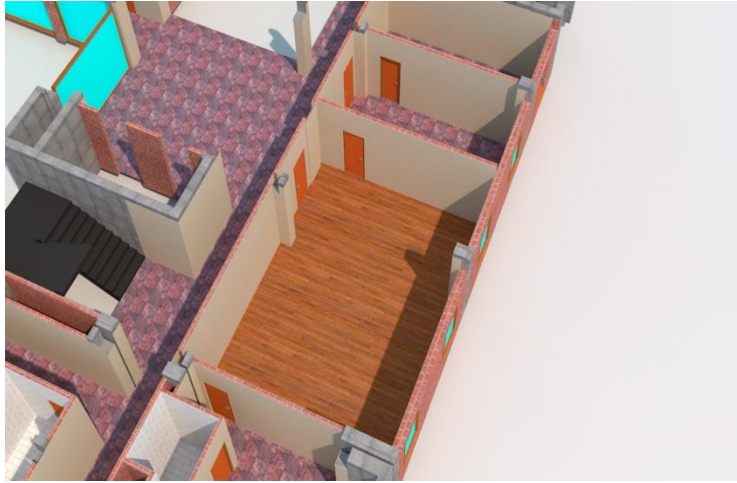
3B'lu modelde mimari kat planları ve mahaller oluşturulduktan sonra alınan mahal listesi ve ilgili metrajlar Şekil 3.21'de gösterilmektedir.

Resim 3.16. Alıplan oda kaplama malzemesi ayarlanması

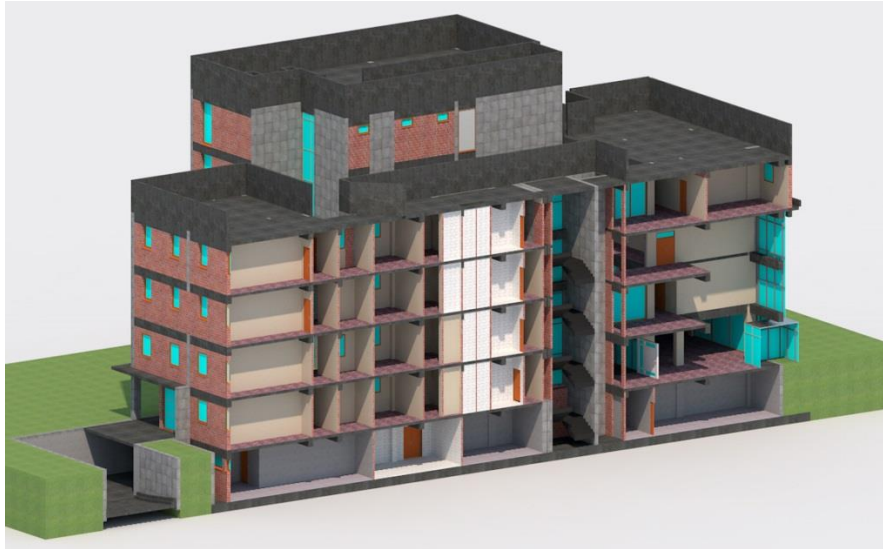
Resim 3.17. Kaplama malzemesi koşul tanımlaması



Resim 3.18. Kaplama malzemesi öncesi boş oda



Resim 3.19. Kaplama malzemesi sonrası boş oda



Resim 3.20. Kaplama malzemeli kesit görünüşü

Alplan İnce Mahal Metraj

Proje: K-02 KURULUŞ (KURULUŞ) İNŞAATİ

Yer: K-02

Yıl: 2023

ALPLAN

Bölge	Kat	Alan (m²)	Dış Kaplama					Dış Kaplama					Dış Kaplama				
			Dış Kaplama		Dış Kaplama		Dış Kaplama		Dış Kaplama		Dış Kaplama		Dış Kaplama		Dış Kaplama		
			Alan (m²)	Alan (m²)	Alan (m²)	Alan (m²)	Alan (m²)	Alan (m²)	Alan (m²)	Alan (m²)	Alan (m²)	Alan (m²)	Alan (m²)	Alan (m²)	Alan (m²)	Alan (m²)	Alan (m²)
1. Normal Kat	1.01	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	
	1.02	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	
	1.03	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	
	1.04	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	
2. Normal Kat	2.01	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	
	2.02	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	
	2.03	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	
	2.04	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	
3. Normal Kat	3.01	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	
	3.02	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	
	3.03	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	
	3.04	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	
4. Normal Kat	4.01	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	
	4.02	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	
	4.03	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	
	4.04	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	
Genel Toplam		444.00	444.00	444.00	444.00	444.00	444.00	444.00	444.00	444.00	444.00	444.00	444.00	444.00	444.00	444.00	

Resim 3.21. Mahal listesi ve ilgili metrajlar

3.4. Kaba ve İnce Yapı Yaklaşık Maliyetinin Belirlenmesi

Oda tanımlaması ışığında Allpan üzerinden mevcut Çevre ve Şehircilik Bakanlığı birim fiyatları kullanılarak oluşturulan kaba ve ince yapı yaklaşık maliyeti aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir. İnşaat kalemlerine tahmini olarak demir, mekanik ve elektrik maliyeti eklenmiştir.

Çizelge 3.1. Kaba ve ince yapı yaklaşık maliyeti

Poz Numarası	Tanımı	Birim Fiyatı	Metraj	Tutarı
Y.15.001/2B	Makine ile her derinlik ve her genişlikte yumuşak ve sert toprak kazılması (Derin kazı)	3,34 TL/m ³	10.715 m ³	35,788,10 TL
Y.16.050/06	Satın alınan ve beton pompasıyla basılan, basınç dayanım sınıfı c 30/37 (bs 30) olan hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	178,78 TL/m ³	4.890,384 m ³	874.302,85 TL
Y.21.001/03	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	36,99 TL/m ²	17.220,32 m ²	636.979,64 TL
Y.23.014	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması. (1 m ³ Betonda 120 kg demir kabulü ile)	1.807,64 TL/ton	239,74 ton	433.363,62 TL
Y.23.015	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması. (1 m ³ Betonda 120 kg demir kabulü ile)	1.751,08 TL/ton	293,01 ton	513.083,96 TL
Y.27.585	2.5 cm kalınlığında 500 kg çimento dozlu şap yapılması	17,79 TL/m ²	5.963,85 m ²	106.096,89 TL
Y.21.275/01	Lamine parke döşeme kaplaması yapılması (süpürgelik dahil)	122,85 TL/m ²	243,88 m ²	29.960,66 TL
Y.25.116/A08	Çimento esaslı kendiliğinden yerleşen (self leveling) harç ile ortalama 2 mm kalınlıkta zemin tesviyesi yapılması ve üzerine 2 mm kalınlıkta Pvc esaslı yer döşeme malzemeleri ile döşeme kaplaması yapılması (heterojen - Grup T - 04.443/A5B)	62,67 TL/m ²	111,59 m ²	6.993,35 TL
Y.26.008/308A	60 x 60 cm anma ebatlarında, rektifiyeli, her türlü renk, desen ve yüzey özelliğinde, I.kalite, mat, sırsız porselen karo ile 3 mm derz aralıklı döşeme kaplaması yapılması (karo yapıştırıcısı ile)	63,70 TL/m ²	3.906,87 m ²	248.867,62 TL
Y.26.005/302	(30 x 30 cm) veya (33 x 33 cm) anma ebatlarında, her türlü desen ve yüzey özelliğinde, I.kalite, beyaz seramik yer karoları ile 3 mm derz aralıklı döşeme kaplaması yapılması (karo yapıştırıcısı ile)	32,13 TL/m ²	376,67 m ²	12.102,41 TL
Y.26.005/403	40 x 40 cm anma ebatlarında, her türlü desen ve yüzey özelliğinde, I.kalite, renkli seramik yer karoları ile 3 mm derz aralıklı döşeme kaplaması yapılması (karo yapıştırıcısı ile)	37,03 TL/m ²	1.324,84 m ²	49.058,83 TL

Çizelge 3.1. (devam) kaba ve ince yapı kalıp yaklaşık maliyeti

Poz Numarası	Tanımı	Birim Fiyatı	Metraj	Tutarı
27.525/1A	Beton, tuğla duvar vb. yüzeylere perlitli sıva ve saten alçı kaplama yapılması	33,68 TL/m ²	2.662,72 m ²	89.680,41 TL
Y.25.003/28	Saten alçılı ve alçıpanel yüzeylere astar uygulanarak iki kat su bazlı yarım mat antibakteriyel boya yapılması (iç cephe)	13,00 TL/m ²	610,65 m ²	7.938,45 TL
Y.26.006/303	(20 x 25 cm) veya (20 x 30 cm) anma ebatlarında, her türlü desen ve yüzey özelliğinde, I.kalite, beyaz seramik duvar karoları ile 3 mm derz aralıklı duvar kaplaması yapılması (karo yapıştırıcısı ile)	37,53 TL/m ²	2.044,78 m ²	76.740,59 TL
Y.25.003/33	Yeni sıva yüzeylere astar uygulanarak iki kat su bazlı hybrid teknoloji boya yapılması (iç cephe)	16,80 TL/m ²	8.727,17 m ²	146.616,46 TL
Y.27.501/03	250/350 kg kireç/çimento karışımı kaba ve ince harçla sıva yapılması (tavan sıvası)	24,29 TL/m ²	1.480,33 m ²	35.957,22 TL
Y.25.003/15	Yeni sıva yüzeylere astar uygulanarak iki kat su bazlı mat boya yapılması (iç cephe)	15,61 TL/m ²	5.885,41 m ²	91.871,25 TL
Mek.01	Mekanik imalatları (İnşaat Kalemleri Maliyeti) x (%12)			407.448,28 TL
Elk.01	Elektrik imalatları (İnşaat Kalemleri Maliyeti) x (%33)			1.120.482,76 TL
			TOPLAM	4.923.333,35 TL

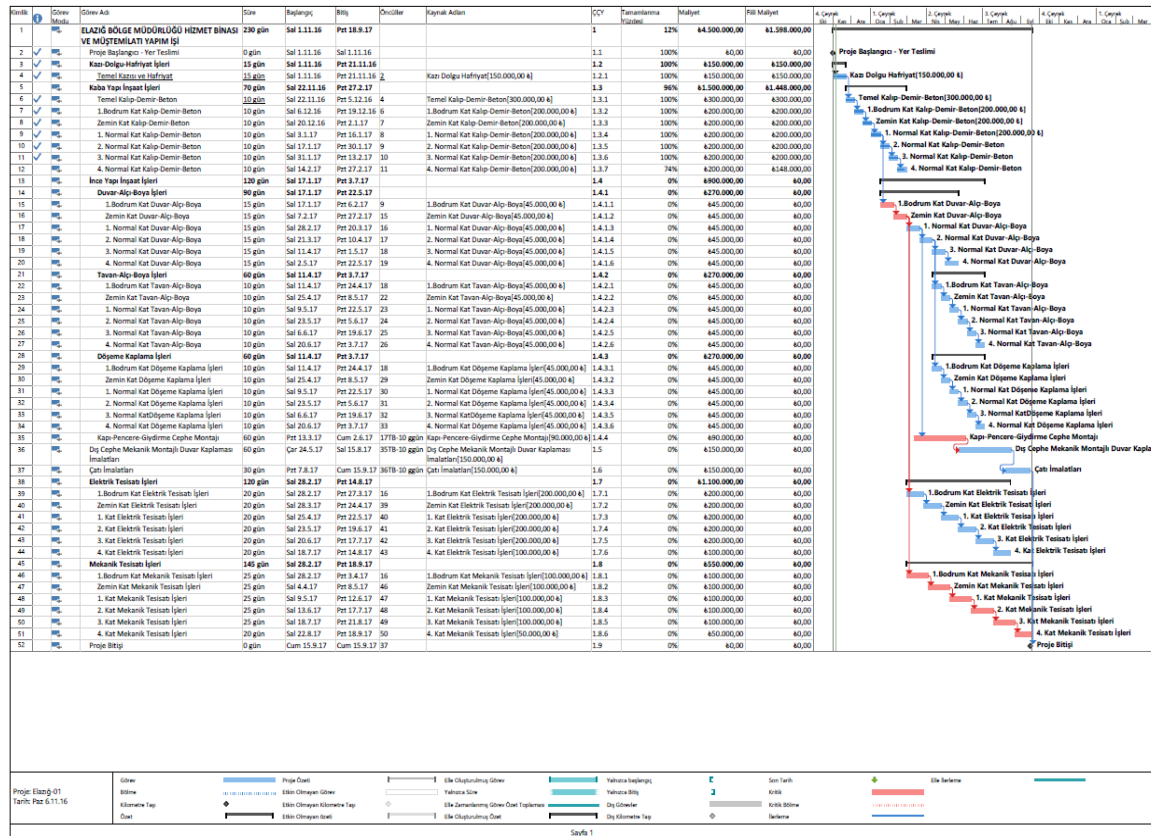
3.5. İş Programının Oluşturulması

Ülkemizde genellikle varsayımlar üzerinden hazırlanan iş programları gerçek metraj değerlerini yansıtmadığından istenilen etkinlikte olmamakta ve genellikle sadece Excel ortamında basit dolgular yapılmak suretiyle hazırlanarak idareye verilmektedir. Bahse konu yöntemle oluşturulan iş programları günümüz modern inşaat teknikleri açısından oldukça çağ dışı kalmasının yanı sıra özellikle veri olarak kullandığı tahmini değer ve sürelerle projelerin zamanında bitirilememesinde önemli bir sebep olmaktadır. BIM uygulamaların iş programlarına entegre edilmesiyle daha önce tanımlanan BIM'deki 4. boyuta geçilmiş olmaktadır.

Allpan'da oluşturulan 3B'lu Model üzerinden alınan metrajlar ışığında, işe ait iş programı Gantt şeması Microsoft Project programında Resim 3.22.'de görüldüğü gibi oluşturulmuştur. Microsoft Project programında tanımlanan görev adlarına öncüller tanımlanmış olup bu sayede görevler birbirleriyle öncül ardıl ilişki kurmuşlardır. Ayrıca

program sayesinde otomatik olarak projede tanımlanan görevlerin hiyerarşik yapısını gösteren “İş Kırılım Yapısı” oluşturulmuştur.

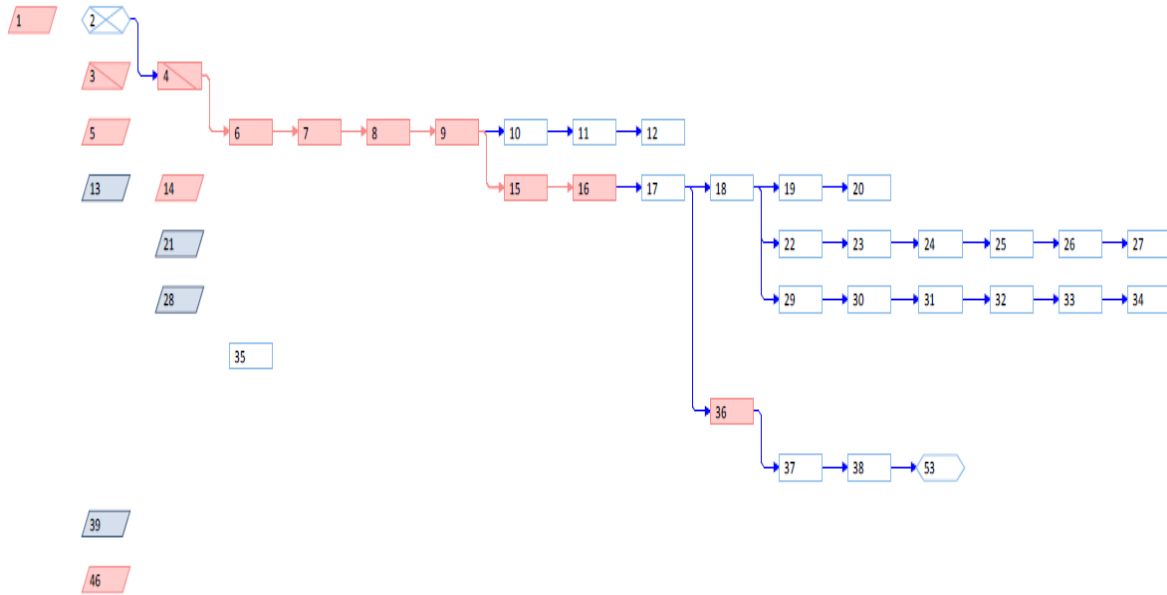
Tüm bu işlemler sırasında iş programına veri girilirken özellikle iş programı oluşturma mantığına uygun olacak şekilde, Allplan’dan alınmış kat bazında metrajlar kullanılmıştır. Ortalama adam/saat değerleri de dikkate alınarak 3B’lu model üzerinden alınmış metrajlar da kullanarak iş kalemlerin bitirilebileceği süreler hesaplanmıştır. Olası proje değişiklikleri sonucunda metrajlarda oluşacak değişiklikler ışığında iş programının da revize edilmesi gerekmektedir. Geleneksel yöntemlerle oldukça zahmetli bir süreç olan iş programlarının revize edilmesi Allplan BIM ve Microsoft Project programlarının beraber kullanılması sayesinde sadece 3B’lu model üzerinde yeniden metraj alınması ve alınan metrajları değerlendirilerek Microsoft Project programına yeni veri girilmesiyle oldukça kolay hale gelmektedir.



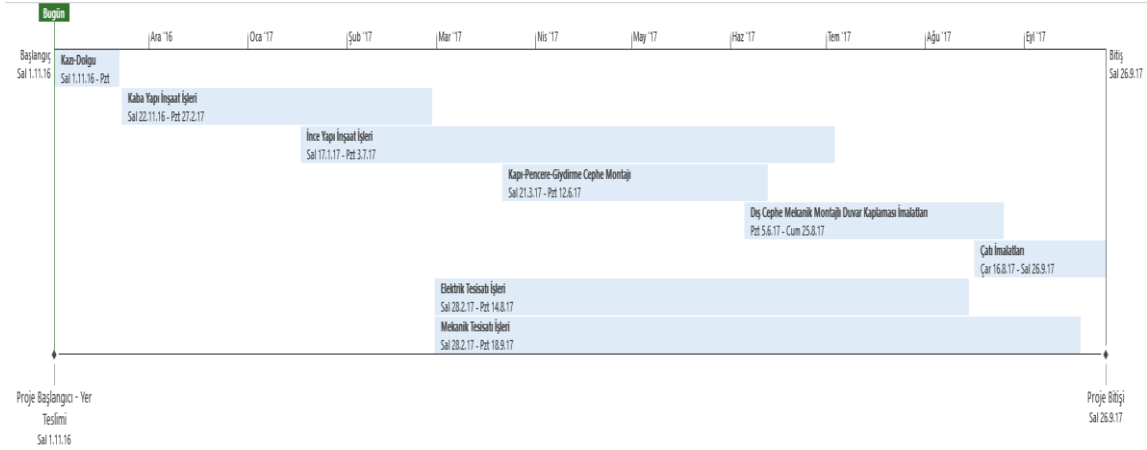
Resim 3.22. Gantt şeması

Microsoft Project programı kullanıcıya otomatik olarak kritik yolu da bularak göstermektedir. Bu sayede de bahse konu yapım işinde hangi görev tanımlarında yaşanabilecek olası gecikmelerin projenin bitim tarihini etkilediği ve hangi işlerde ise bolluk olduğu görülmüştür. Böylelikle özellikle kamuya yapılan işlerde bitim tarihinin daha projenin başlangıç aşamasında hangi görevlerden etkilendiği görülerek, ileride yaşanabilecek olası süre uzatımlarına ışık tutacak kritik verilere ulaşılmış olunmaktadır. Resim 3.23.'de projeye ait kritik görevler ve kritik yol kırmızı dolgulusu kutular ile gösterilmekte ayrıca proje ilerlemesi durumuna göre biten işler çarpı işaretiyle işaretlenmektedir.

Bahse konu işe ait “Zaman Çizelgesi” Şekil 3.24.'de gösterilmektedir. Bu sayede proje genel hatlarıyla başlangıç, bitiş tarihleri ve ana görevler bazında kullanıcıya gösterilmektedir. Yine benzer şekilde projenin mali açıdan durumu anlamak için daha önce kaynak maliyeti olarak bahse konu işin porsantaj yüzdeleri üzerinden dağıtılan tutarlar kullanılarak tamamlanma yüzdeleri ışığında “Proje Maliyet Genel Görünümü” ile hesaplanan “Proje Tamamlanma” yüzdesi Şekil 3.25.'de gösterilmiştir.



Resim 3.23. Kritik görevler ve kritik yol



Resim 3.24. Proje zaman çizelgesi

MALİYET GENEL GÖRÜNÜMÜ

SAL 1.11.16 - PZT 18.9.17

MALİYET

4.500.000,00 ₺

KALAN MALİYET

2.902.000,00 ₺

TAMAMLANMA YÜZDESİ

12%

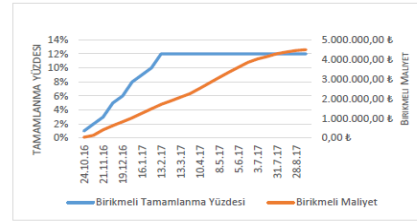
MALİYET DURUMU

Üst düzey görevlere ait maliyet durumu.

Ad	Filili Maliyet	Kalan Maliyet	Temel Maliyet	Maliyet	Maliyet Farkı
ELAZIĞ BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ HİZMET BİNASI VE MÜŞTEMLATİ YAPIM İŞİ	1.598.000,00 ₺	2.902.000,00 ₺	0,00 ₺	4.500.000,00 ₺	4.500.000,00 ₺

İLERLEME VE MALİYET

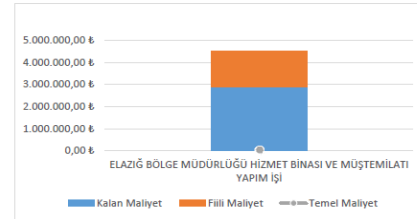
Zaman için gerçekleştirilen ilerleme ve maliyet. Tamamlanma yüzdesi birikmeli maliyet çizgisinin altında ise, projeniz bütçeyi aşmış olabilir.



MALİYET DURUMU

Tüm üst düzey görevlere ait maliyet durumu. Temel değer sıfır mı?

[Temel olarak ayarlamayı deneyin](#)



Resim 3.25. Proje maliyet genel görünümü tablosu

3.6. Örnek Hakediş Düzenlenmesi

BIM ile hazırlanan projenin “3. Boyut” için 3B’lu modelinin oluşturulmasının, yaklaşık maliyetinin belirlenmesinin ve alınan metrajlar ışığında “4. Boyut” olan iş programının düzenlenmesinin ardından daha önce bahis edilen BIM aşamalarından “5. Boyut” geçilerek örnek bir hakediş düzenlenmesi yapılmıştır.

Bunun için öncelikle yaklaşık maliyeti çıkartılan projenin bir ihale konusu edilerek anahtar teslim götürü bedel ihale edildiği varsayılmıştır. Sözleşme bedeli olarak 4 500 000 TL kabul edilmiştir. Bilindiği üzere ihale mevzuatımıza göre anahtar teslim götürü bedel

ihale edilen sözleşmelerde hakediş ödemeleri ödemeye esas pursantaj değerleri üzerinden yapılmaktadır.

Pursantaj değerleri yapılan işin karşılığı olmayıp, yüklenicilere alacakları ödemelerin işin hangi aşamalarında ne kadar olacağını belirten değerler olduğu için, esas itibariyle anahtar teslim götürü bedel olarak ihale edilen işlerin ilerleme durumlarını belirlemek için metraj çalışması yapılması gerektiği açıktır.

Ayrıca mevcut ihale kanunumuza göre yapım projelerin yürütülmesi iki ana safhada yürütülmekte olup, bu safhalar birbiriyle bağlantılı ama farklı iki kanun ile düzenlenmektedir. Bu kanunlar biri 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu diğeri ise 4735 sayılı Kamu İhale Sözleşmeleri Kanunudur. Mevcut ihale mevzuatımıza göre ihale öncesi yapılan metraj çalışmaları ile yaklaşık maliyet hesaplamaları esas teşkil eden hesaplamalar ihale sonrasındaki sözleşme aşamasında yani işin yürütülmesinde kullanılamamaktadır. Dolayısıyla da sözleşmeyi yöneten idarelerde bu evraklar bulunmadığı gibi bulunsalar bile bağlayıcı hükümde olmamaktadırlar. Sebepleri farklı olsa da anahtar teslim ihalelerde sözleşmeyi yürüten kurumda ihale evraklar arasında bulunan yaklaşık maliyet tabloları bulunmadığından esasen projeye başlanıldığında kalem kalem toplam imalat metrajları bilinmemektedir. Bu metraj çalışmalarının doğru bir şekilde projenin ilerleyişi ile orantılı olacak şekilde yapılması ise genellikle atlanan bir durumdur.

BIM ile üretilecek uygulama projelerinde ise bu sorun ortadan kalkmaktadır. Çünkü proje bir defada 3 boyutlu olarak oluşturulduğundan, proje üzerinden alınacak metrajlar kesin metrajlar olma hükmündedir. Dolayısıyla yapım işlerinde daha yer teslimi aşamasında projedeki toplam metrajlar kalem kalem bilinmekle birlikte ayrıca işin her aşamasındaki metraj değerleri de bilinmektedir. Böylelikle İdarelerin ve yüklenicilerin sıklıkla karşı karşıya gelmesine neden olan pursantaj değerlerinin ilerleme tespiti anlaşmazlıkları da BIM uygulaması ile ortadan kalkmaktadır.

Örnek yapım sözleşmesinin 4 5000 000 TL bedel üzerinden yapıldığı farz edilerek sözleşme eki pursantaj tablosunun oluşturulması Çizelge 3.2.'de gibi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.2. Ödemeye esas porsantaj tablosu

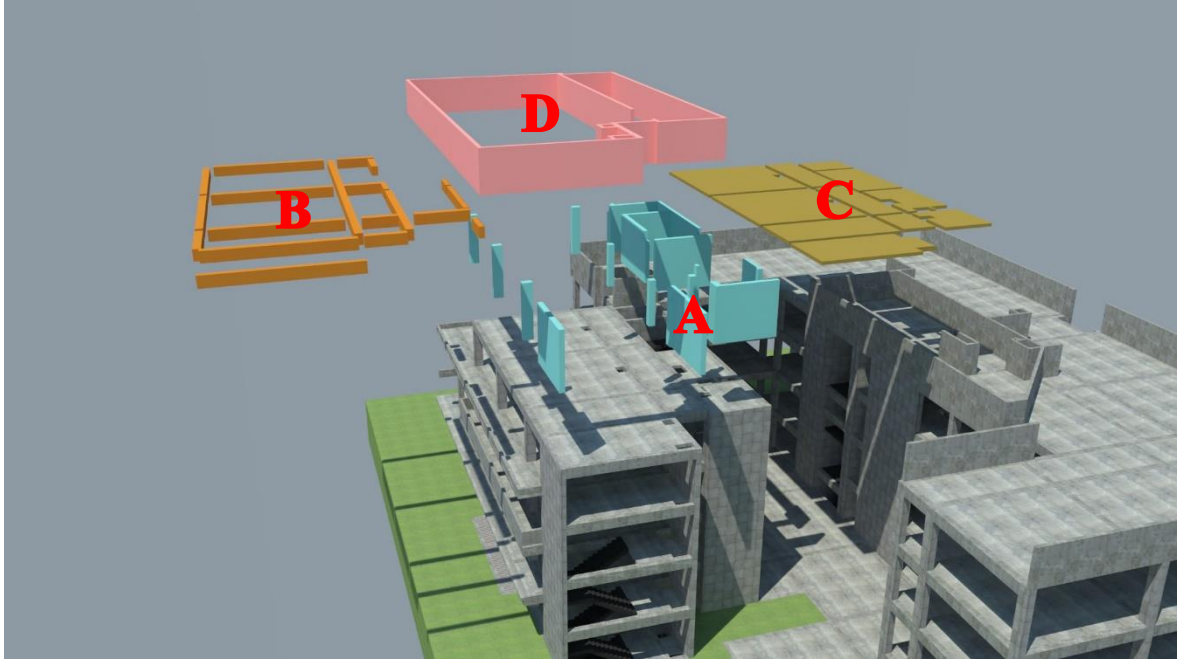
Ödemeye Esas Porsantaj Tablosu			
No	İmalatın Cinsi	Kısmı %	Grup %
A	Kazı-Dolgu-Hafriyat İşleri		
A.1	Kazı-Dolgu-Hafriyat İşleri	3,33%	3,33%
B	Kaba Yapı İnşaat İşleri		
B.1	Temel Kalıp-Demir-Beton	6,67%	33,33%
B.2	1.Bodrum Kat Kalıp-Demir-Beton	4,44%	
B.3	Zemin Kat Kalıp-Demir-Beton	4,44%	
B.4	1. Normal Kat Kalıp-Demir-Beton	4,44%	
B.5	2. Normal Kat Kalıp-Demir-Beton	4,44%	
B.6	3. Normal Kat Kalıp-Demir-Beton	4,44%	
B.7	4. Normal Kat Kalıp-Demir-Beton	4,44%	
C	İnce Yapı İnşaat İşleri		
C.1	1.Bodrum Kat Duvar-Alçı-Boya	1,00%	20,00%
C.2	Zemin Kat Duvar-Alçı-Boya	1,00%	
C.3	1. Normal Kat Duvar-Alçı-Boya	1,00%	
C.4	2. Normal Kat Duvar-Alçı-Boya	1,00%	
C.5	3. Normal Kat Duvar-Alçı-Boya	1,00%	
C.6	4. Normal Kat Duvar-Alçı-Boya	1,00%	
C.7	1.Bodrum Kat Tavan-Alçı-Boya	1,00%	
C.8	Zemin Kat Tavan-Alçı-Boya	1,00%	
C.9	1. Normal Kat Tavan-Alçı-Boya	1,00%	
C.10	2. Normal Kat Tavan-Alçı-Boya	1,00%	
C.11	3. Normal Kat Tavan-Alçı-Boya	1,00%	
C.12	4. Normal Kat Tavan-Alçı-Boya	1,00%	
C.13	1.Bodrum Kat Döşeme Kaplama İşleri	1,00%	
C.14	Zemin Kat Döşeme Kaplama İşleri	1,00%	
C.15	1. Normal Kat Döşeme Kaplama İşleri	1,00%	
C.16	2. Normal Kat Döşeme Kaplama İşleri	1,00%	
C.17	3. Normal Kat Döşeme Kaplama İşleri	1,00%	
C.18	4. Normal Kat Döşeme Kaplama İşleri	1,00%	
C.19	Kapı-Pencere-Giydirme Cephe Montajı	2,00%	
D	Dış Cephe Mekanik Montajlı Duvar Kaplaması İmalatları		
D.1	Dış Cephe Mekanik Montajlı Duvar Kaplaması İmalatları	3,33%	3,33%
E	Çatı İmalatları		
E.1	Çatı İmalatları	3,33%	3,33%
F	Elektrik Tesisatı İşleri		
F.1	1.Bodrum Kat Elektrik Tesisatı İşleri	4,44%	24,44%
F.2	Zemin Kat Elektrik Tesisatı İşleri	4,44%	
F.3	1. Kat Elektrik Tesisatı İşleri	4,44%	
F.4	2. Kat Elektrik Tesisatı İşleri	4,44%	
F.5	3. Kat Elektrik Tesisatı İşleri	4,44%	
F.6	4. Kat Elektrik Tesisatı İşleri	2,22%	
G	Mekanik Tesisatı İşleri		
G.1	1.Bodrum Kat Mekanik Tesisatı İşleri	2,22%	12,22%
G.2	Zemin Kat Mekanik Tesisatı İşleri	2,22%	
G.3	1. Kat Mekanik Tesisatı İşleri	2,22%	
G.4	2. Kat Mekanik Tesisatı İşleri	2,22%	
G.5	3. Kat Mekanik Tesisatı İşleri	2,22%	
G.6	4. Kat Mekanik Tesisatı İşleri	1,11%	
	TOPLAM	100,00%	100,00%

Oluşturulan bu ödemeye esas pirsantaj tablosu kullanılarak 1 numaralı geçici hakediş düzenlemesi yapılmıştır. 1 numaralı geçici hakedişte kullanılacak pirsantaj değerleri; “A.1 Kazı-Dolgu-Hafriyat İşleri”, “B.1 Temel Kalıp-Demir-Beton”, “B.2 1.Bodrum Kat Kalıp-Demir-Beton”, “B.3 Zemin Kat Kalıp-Demir-Beton”, “B.4 1. Normal Kat Kalıp-Demir-Beton”, “B.5 2. Normal Kat Kalıp-Demir-Beton”, “B.6 3. Normal Kat Kalıp-Demir-Beton” kısımlarının %100, “B.7 4. Normal Kat Kalıp-Demir-Beton” kısmı ise %74 seviyesinde hakedişe aktarılması planlanmıştır. Bu değerler ışığında hakediş düzenlenirken BIM uygulamasında kat bazında tamamlanan elemanlar projede bırakılmış kalan kısımlar ise gizlenerek metraj alınmıştır.

BIM yaklaşımındaki diğer programlar ile karşılıklı veri alışverişini sağlanabilmesini görebilmek açısından, 4. Katta bulunan statik elemanlara ait veriler daha önce Sketchup programına gönderilmiştir. Esasında BIM tabanlı olmasa da özellikle ücretsiz versiyonunun da olması ile öne çıkan Sketchup’ta statik elemanlar üzerinden tekrar metraj alınmıştır. Her iki program ile alınan metrajlar aşağıdaki Çizelge 3.3.’de gösterilmiştir. Şekil 3.26.’da ise Sketchup programı üzerinde düzenlenmiş 4. Kat statik elemanlarının parçalanmış görünümü görülmektedir. Şekilden de anlaşıldığı gibi Allplan ile Sketchup arasında 3B’lu parametrik objelerin transferi kolaylıkla yapılabilir.

Çizelge 3.3. Allplan-Sketchup metraj karşılaştırması

Kısım	Allplan	Değer
A	Kolon-Perde Beton Metrajı	45,012 m ³
B	Kiriş Beton Metrajı	23,594 m ³
C	Döşeme Beton Metrajı	46,923 m ³
D	Çatı Parapeti Beton Metrajı	41,476 m ³
E	4. Kat Toplam Beton Metrajı	157,005 m ³
F	F = D / E	% 26,417
Kısım	Sketchup	Değer
A	Kolon-Perde Beton Metrajı	45,023 m ³
B	Kiriş Beton Metrajı	23,323 m ³
C	Döşeme Beton Metrajı	46,922 m ³
D	Çatı Parapeti Beton Metrajı	41,446 m ³
E	4. Kat Toplam Beton Metrajı	156,713 m ³
F	F = D / E	% 26,447



Resim 3.26. 4. Kat statik elemanlar parçalanmış görünümü

Bahse konu yapım işinde yüklenicinin; 4. Katta A, B ve C kısım kaba yapı işlerini tamamladığı fakat D kısım kaba yapı işine başlamadığı, yaptığı kısımlar üzerinden de hakediş talep ettiği bir senaryoda, yükleniciye hakediş düzenlenebilmesi için öncelikle inşaatın ilerleme durumunun bulunması gerekmektedir. Bu senaryoda yüklenicinin ilerleme yüzdesi olarak 4. Katta %95 seviyesine kadar iş yaptığını idare bildirdiği varsayılmıştır. İdare ise elindeki BIM ile üretilmiş projeyi kullanarak ilerleme yüzdesinin tespit yöntemine gitmiştir. Bu noktada BIM kullanılarak istenilirse eleman bazında da yapılan imalatların yüzdesi hesaplanabileceği gibi Çizelge 3.3.'de hesaplanan değerler üzerinden gidildiği takdirde yüklenicinin 4. Katın %73,583'ünü tamamladığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla düzenlenecek birinci hakedişte, “A.1 Kazı-Dolgu-Hafriyat İşleri”, “B.1 Temel Kalıp-Demir-Beton”, “B.2 1.Bodrum Kat Kalıp-Demir-Beton”, “B.3 Zemin Kat Kalıp-Demir-Beton”, “B.4 1. Normal Kat Kalıp-Demir-Beton”, “B.5 2. Normal Kat Kalıp-Demir-Beton”, “B.6 3. Normal Kat Kalıp-Demir-Beton” kısımlarının %100, “B.7 4. Normal Kat Kalıp-Demir-Beton” kısmı ise %73,583 seviyesinde olduğu yüklenici ve idarece kabul edilmiş ve hakediş düzenlenmiştir.

Hesaplanan bu değer üzerinden gerçekleştirilen 1. Hakediş'e ait Merkezî Yönetim Harcama Belgeleri Yönetmeliğine uygun “Hakediş Raporu” sayfası aşağıda Çizelge 3.4.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Hakediş raporu sayfası

HAKEDİŞ RAPORU	
ELAZIĞ BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ HİZMET BİNASI İNŞAATI İŞİ	Hakediş No : 1

25/02/2017 TARİHİNE KADAR YAPILAN İŞİN

A	Sözleşme Fiyatları İle Yapılan İş		1.597.166,00 TL
B	Fiyat Farkı Tutarı		
C	Toplam Tutar (A + B)		1.597.166,00 TL
D	Bir Önceki Hakedişin Toplam tutarı		
E	Bu Hakedişin Tutarı (C - D)		1.597.166,00 TL
F	KDV (E x %18)		287.489,88 TL
G	Tahakkuk Tutarı		1.884.655,88 TL
	KESİNTİLER VE MAHSUPLAR	a) Gelir / Kurumlar Vergisi (E x % 3)	47.914,98 TL
		b) Damga Vergisi (E - g x % 0,948)	15.41,13 TL
		c) KDV Tevkifatı (F x 2/10)	57.497,98 TL
		d) Sosyal Sigortalar Kurumu Kesintisi	
		e) İdare Makinesi Kiraları	
		f) Gecikme Cezası	
		g) Avans Mahsubu	
		h) Bu Hakedişle Ödenen Fiyat Farkı Teminat Kesintisi	
H	Kesintiler ve Mahsuplar Toplamı		120.554,09 TL
	Yükleniciye Ödenecek Tutar (G - H)		1.764.101,79 TL

YÜKLENİCİ	YAPI DENETİM	İNCELEYEN	ONAY
-----------	--------------	-----------	------

3.7. İş Sonu Projelerinin Oluşturulması

İş sonu projeleri; Yapım İşleri Genel Şartnamesinin “Projeler” başlıklı üçüncü bölümündeki “Projelerin yükleniciye teslimi” başlıklı 11. maddesinin 7. fıkrasında “İşlerin geçici kabulü yapıldıktan sonra, uygulama projeleri ister idarece verilmiş, ister yüklenici tarafından hazırlanarak idarece onaylanmış olsun, uygulama sırasında yapılmış değişiklikleri de içeren ve işin bitmiş durumunu gösteren nihai projeler, yüklenici tarafından bedelsiz olarak hazırlanıp orjinalleri idareye teslim edilir.” şeklinde tanımlanmaktadır.

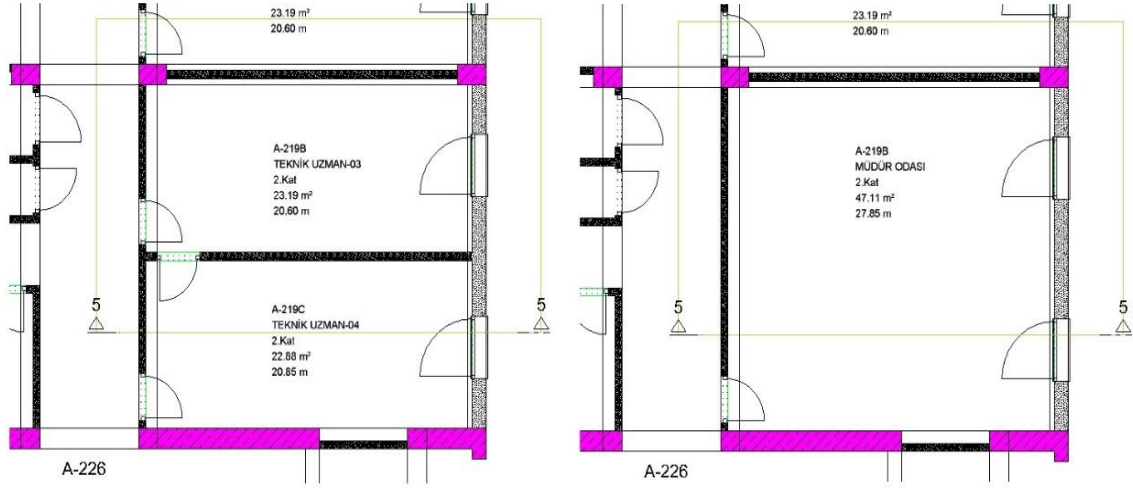
Dolayısıyla mevcut mevzuatımıza göre yapım işlerinde işin devamı sırasında yaşanan proje değişikliklerini de içeren nihai iş sonu projelerinin geçici kabulden sonra idareye teslim edilmesi gerekmektedir.

İdareler aldıkları bu nihai projeleri ileride tesisin işletilmesi aşamasında kullanacaklardır. Esasen bu nihai projeler BIM uygulamalarının 6. boyutu için bir altık oluşturmaktadır. Tesis için ileride oluşturulacak diğer uygulamalarda, örneğin büyük ölçekli bir tesiste ileride otomatik güvenlik önlemleri için yetki seviyesi bazında mahallere erişim yetkisi verilmesi planlandığında, bu uygulamanın doğru şekilde yapılabilmesi için öncelikle tesise ait yapım sonu nihai projelerin kullanılması gerekmektedir. Ayrıca idareler ileride tesiste yapacakları esaslı bakım, onarım, tadilat, oda ilavesi, oda birleştirilmesi gibi işlerinde de nihai iş sonu projelerini kullanacaklardır.

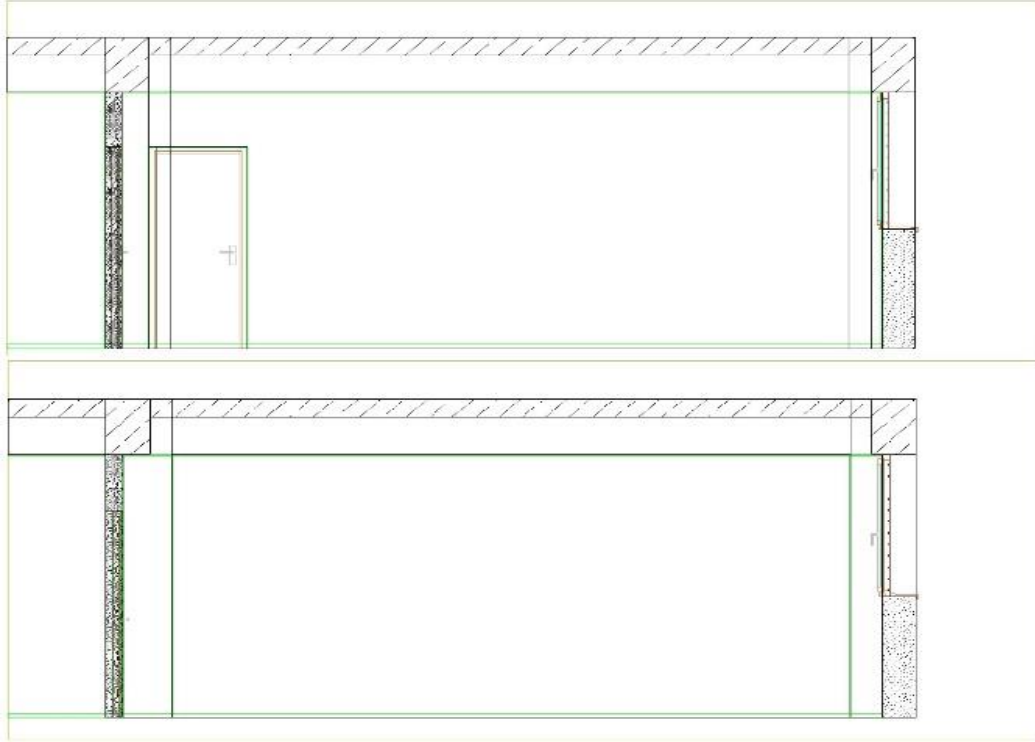
Bu nokta BIM uygulamaları ile oluşturulmuş projeler, geleneksel 2B’lu çizim teknikleri ile üretilen projelerden öne çıkmaktadır. Çünkü BIM ile yapılmış projelerde proje değişikliği yapmak çok kolay olmasının yanı sıra yapılan değişiklik projelere, kesitlere ve 3B’lu görsellere otomatik olarak aktarılmaktadır. Geleneksel 2B’lu yöntemlerde bu değişikliklerin nihai projelere aktarılması süreci son derece uzun bir süreç olmakta ve genellikle de atlanmaktadır. Dolayısıyla fiili durumu ile örtüşmeyen tesis projeleri oluşmaktadır. Böylelikle de tesislerin son kullanıcıya sağladığı verim düşmektedir.

BIM’de bu şekilde yapılacak bir proje değişikliği örneğini sunmak için örnek proje üzerinde proje değişikliği yapılarak önceden ayrı ayrı iki mahal olan A-219B ve A-219C

mahalleri birleştirilmiştir. Bu mahalleri birbirinden ayıran duvardaki kapı da duvar kaldırıldığı için ortadan kalkmıştır. Bu proje değişikliğini daha da iyi anlatabilmek için iki mahal arasından 5-5 kesiti geçirilerek bu kesitin proje değişikliği öncesi ve sonrasındaki plan, kesit ve 3B'lu görünümü Resim 3.27., 3.28. ve 3.29.'da karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.



Resim 3.27. 5-5 Kesiti plan görünüşü karşılaştırması



Resim 3.28. 5-5 Kesiti kesit görünüşü karşılaştırması



Resim 3.29. 5-5 Kesiti 3B’lu görünüşü karşılaştırması

SONUÇ VE ÖNERİLER

Etkili bir proje yönetiminin hem kamu kaynaklarının etkili kullanılmasını hem de tam zamanında projelerin bitirilmesini sağlayacağı açıktır. Günümüzde etkili proje yönetiminin sağlanabilmesinin ilk aşaması tüm inşaat uygulama projelerin doğru şekilde oluşturulmasıdır.

Bu tezde incelen Elazığ Bölge Müdürlüğü Hizmet Binası ve Müştemilatı projesinin 3B modelinin oluşturulması ile öncelikle parametrik 3B model oluşturulması, model üzerinden metraj alınması, gerçek metrajlara dayanan iş programı oluşturulması, yapılan işlerin metrajları üzerinden proje ilerleme seviyesinin belirlenmesi, örnek hakediş düzenlemesi yapılması ve iş sonu nihai projelerin oluşturulması hedeflenmiş ve bunlar gerçekleştirilmiştir. İller Bankası'nın Türkiye'nin yapıcı gücü olarak geçmişten gelen öncü yapısıyla özellikle üstyapı projelerinde ve saha uygulamalarında BIM uygulamalarını kullanabileceği gösterilmiştir.

Bu tezde bir BIM yazılımı olan Allplan ile projenin sadece mimari projeleri oluşturulmuştur. Bunun yanında birçok BIM programı, paket program halinde, statik analiz ve uygulama projesi oluşturulması ile elektrik ve mekanik tesisat uygulama projeleri oluşturulmasını rahatlıkla yapabilecek şekilde piyasaya sürülmektedir. Ayrıca istenildiği takdirde başka analiz ve modelleme programları yardımıyla yapılacak tasarımlar da BIM'in doğası gereği karşılıklı veri alış verişi ile 3B'lu projeye aktarılabilmektedir. Dolayısıyla diğer disiplin dallarından da uzmanlarının katılımı ile statik, elektrik ve mekanik tesisat uygulama projelerinin BIM ile üretilmesinin sağlanması gerekmektedir. Bu sayede üstyapı projelerinde BIM uygulamaların kullanılmasının tüm disiplinler açısından incelenmesi sağlanmış olacaktır.

BIM konusunda ülkemizde temsilciliği bulunan yazılım firmalarınca, İller Bankası teknik personeline gerekli tanıtım ve eğitim programlarının yapılarak konu hakkında farkındalık yaratılması sağlanmalıdır. BIM'in İller Bankası'ndaki ilk uygulanmasının ise, öncelikle küçük veya orta ölçekli bir üstyapı projesinde ve Genel Müdürlük Birimlerinin tam denetimi altında takip edilmesi, ardından BIM'in aşamalı olarak daha büyük ölçekli üstyapı projelerinde kullanılması ve akabinde de BIM'in Bölge Müdürlüklerince de kullanılmasına yönelik uygulama çalışmalarının yapılması önerilmektedir.

BIM uygulamaları yalnız ülkemizde değil tüm dünyada giderek artan şekilde inşaat sektörünün önemini çekmektedir. Bazı ülkelerde özellikle kamu alımlarında zorunlu hale getirilmiştir. Ülkemizdeki ilerleyişi de dünyadakine eş bir şekilde devam etmekle birlikte, BIM uygulamalarının özellikle kamu alımlarında zorunlu olarak kullanılması yönünde gerekli düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Bu sayede ülkemiz BIM konusunda emekleme dönemini atlatarak dünyada söz sahibi olan bir ülke olabilecektir.

KAYNAKLAR

- 1) Cabinet Office. 2011. *Government Construction Strategy* May 2011. UK: Cabinet Office, 13-14.
- 2) Ganah A., John G.A. (2015). An Overview of the Feasibility of Achieving Level 2 Building Information Modeling by 2016 in the UK. *Journal of Civil Engineering and Architecture* 9 (2015), 885-894
- 3) Pittard, S., Sell, P.,(2016). *BIM and Quantity Surveying* (First Edition). Oxon: Routledge, 11.
- 4) Smith P. (2014). *BIM & 5D Project Cost Manager*. Procedia - Social and Behavioral Sciences 119, 484
- 5) Lindblad H., Vass S., (2015). *Bim Implementation and Organisational Change: A Case Study of A Large Swedish Public Client*. Procedia - Economics and Finance 21, 179
- 6) Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K., (Eds.). (2008). *BIM Handbook A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors* (First Edition). New Jersey: John Wiley & Sons,Inc, 26.
- 7) National BIM Standard – United States Version 3, BIM Project Execution Planning Guide – Version 2.1, 2015, 3
- 8) Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K., (Eds.). (2008). *BIM Handbook A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors* (First Edition). New Jersey: John Wiley & Sons,Inc, 13.
- 9) İnternet: Graphisoft. ArchiCAD supports many File Formats. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fhelpcenter.graphisoft.com%2Fguides%2Farchicad-18%2Farchicad-18-collaboration-guide%2Finteroperability%2Ffile-formats%2F&date=2016-11-13>, Son Erişim Tarihi: 13.11.2016
- 10) İnternet: Rundell, Rick. Calculating BIM's Return on Investment. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.cadalyst.com%2Faec%2Fcalculating-bim039s-return-investment-2858&date=2016-11-13>, Son Erişim Tarihi: 13.11.2016

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı	BEŞER, Selahattin Alper
Uyruğu	T.C.
Doğum tarihi ve yeri	04.04.1984 TRABZON
Medeni hali	Evli
Telefon	0 (312) 303 32 96
Faks	0 (312) 321 20 17
e-mail	abeser@ilbank.gov.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Yıldız Teknik Üniversitesi – Yapı İşletmesi	2010
Lisans	Yıldız Teknik Üniversitesi – İnşaat Mühendisliği	2009
Lise	Trabzon Kanuni Anadolu Lisesi	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2014-devam ediyor	İller Bankası Üstyapı Uygulama Dai. Bşk.	Tek. Uzm. Yrd.
2012-2013	Obrascon Huarte Lain (OHL)	Hakediş Müh.
2011-2012	3.Ordu Komutanlığı	Yedek Subay
2010-2011	Avinal Ltd. Şti.	BİM Müh.
2009-2010	Görgülü İnşaat Ltd. Şti.	Saha Müh.

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Hobiler

Kitap okumak, Bilgisayar Programları



İLBANK
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ