

T.C.
İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK HİZMETİ KAPSAMINDA BİNA BİLGİ MODELLEME:
"G VİLLA" KONUT PROJESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fahriye Güzde ÇUHADAR

1409221004

Anabilim Dalı: Mimarlık

Programı: Mimarlık

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet Şener KÜÇÜKDOĞU

NİSAN 2017

T.C.
İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK HİZMETİ KAPSAMINDA BİNA BİLGİ MODELLEME:
"G VİLLA" KONUT PROJESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fahriye Gözde ÇUHADAR

1409221004

Anabilim Dalı: Mimarlık

Programı: Mimarlık

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Şener KÜÇÜKDOĞU

Jüri Üyeleri: Prof.Dr. Burçin Cem ARABACIOĞLU
Yrd.Doç.Dr. Serhat KUT

NİSAN 2017

ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince bana sağladığı bilimsel destek ve bu önemli konuya yönlendirmeleri için değerli danışmanım Sayın Prof.Dr. Mehmet Şener KÜÇÜKDOĞU'ya teşekkür ederim.

Tezim konusunda verdiği fikirler ve yaptığı katkıları için Yrd. Doç. Serhat KUT'a teşekkür ederim.

Bu süreçte yanımda olan ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen değerli aileme; sonsuz teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

Nisan 2017

Fahriye Güzde ÇUHADAR



İÇİNDEKİLER	SAYFA NO
ÖNSÖZ	i
KISALTMALAR	iii
TABLO LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. Çalışmanın Kapsamı	1
2. BIM NEDİR?	3
2.1. BIM'e Genel Bakış.....	3
2.2 BIM' in Tarihsel Gelişim Süreci.....	4
2.3.Ülkelerin BIM Yaklaşımı.....	7
2.4. Kamu ya da Özel Kuruluşların Gerçekleştirdiği BIM Düzenlemeleri.....	8
2.5. Eğitim Kurumlarının Gerçekleştirdiği BIM Düzenlemeleri.....	10
2.6.BIM'in Düzeyleri	10
2.8. BIM Tabanlı Tasarım Araçları.....	12
2.9. BIM Tabanlı Yazılımların Getirdiği Yenilikler.....	16
2.10. BIM'ın Yapım Projelerindeki Kullanım Alanları.....	22
2.11. BIM'ın Proje Ekibinin Görevleri	23
2.12. Yapım Projesi Sürecinde BIM.....	23
2.13. BIM'ın Bütünleşik proje sürecince rolü.....	25
2.14. BIM ile Bütünleşik Proje Örneği: Flint Global V6 Motor Fabrikası Ek Yapısı.....	27
2.15. BIM'ın Sağladığı Avantajlar	32
2.16. BIM'in Getirileri ve Zorlukları.....	34
2.17. Bölüm Sonucu.....	35
3.REVIT ARCHITECTURE İLE TÜRKİYEDEKİ MİMARLIK OFİSLERİN KULLANIM DENEYİMLERİ	37
3.15. Bölüm Sonucu.....	41
4. AUTODESK REVIT ARCHITECTURE İLE "G VİLLA" KONUT PROJESİ"	43
4.1. BIM ile Mimari Proje	43
4.2. BIM ile Statik Projesi	52
4.3. BIM ile Mekanik Tesisat Projesi.....	52
4.4. BIM İle Elektrik Tesisat Projesi	58
4.5. BIM ile Sıhhi Tesisat Projesi.....	58
4.6. Bölüm Sonucu.....	65
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	67
KAYNAKLAR	68
EKLER	72
ÖZGEÇMİŞ	79

KISALTMALAR

BIM	: Building Information Modelling
CAD	: Computer Aided Design, (Bilgisayar Destekli Tasarım)
2D	: İki Boyutlu
3D	: Üç Boyutlu
BDT	: Bilgisayar Destekli Tasarım
MTI	: Massachusetts Institute of Technology
ENIAC	: Electronic Numerical Integrator and Computer
DWG	: 2 veya 3 Boyutlu Dizayn Datası Saklayan Dosya Formatı
DXF	: 2 veya 3 Boyutlu Dizayn Datası Değişimine Yarayan Format
GLIDE	: Graphical Language for Interactive Design
AGC	: Associated General Contractors of America
NIBS	: National Institute for Building Sciences
GSA	: General Service Administration
BCA	: The Building Construction Authority
ASC	: Associate Schools Of Construction
IFC	: Industry Foundation Classes
ODBC	: Open Database Connectivity

TABLO LİSTESİ

Tablo2.1. Geleneksel Çizim Tekniği (CAD) İle BIM Karşılaştırması [57]	6
Tablo3.1. Firmaların BIM Sürecinde Çalışmaları[36].....	37



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2. 1. BIM' in Farklı Evrelerde Farklı Paydaşlar Tarafından Kullanılması [58].....	3
Şekil 2. 2. Ivan Surtherland'in Sketchpad Uygulaması [32]	4
Şekil 2. 3. Glide Tarafından Üretilen Üç Boyutlu Yapı Modeli [11]	5
Şekil 2. 4. Revit Araç Çubuğundaki Yapı Elemanları [32]	6
Şekil 2. 5. BIM ve 2D CAD ile Projelerin Gelişim Süreçlerinin Karşılaştırılmaları [42]	7
Şekil 2. 6. Bilgisayar Destekli Tasarım Araçlarının Performans- Gelişmişlik Düzeylerinin Grafikselsel Gösterimi [33]	7
Şekil 2. 7. Kuzey Amerika' da BIM'e Adaptasyon [59]	8
Şekil 2. 8. BIM Olgunluk Diyagramı [51].....	11
Şekil 2. 9. Düzey 3 teki BIM Modeli [50]	12
Şekil 2. 10. Revit Yazılımının Kullanıcı Arayüzü [52]	13
Şekil 2. 11. ArchiCAD Arayüzü [12]	14
Şekil 2. 12. Allplan Arayüz [53]	15
Şekil 2. 13. Revit Çalışmasıyla Yapılan GMW İstanbul Medine Hızlı Tren İstasyon Projesi Mimari, Mekanik ve Statik Projeler Arası Çakışma Tespiti	17
Şekil 2. 14. Koordine Edilmiş Tesisat Sistemi [38]	18
Şekil 2. 15. BIM'in Bilgi Akışı [41]	18
Şekil 2. 16. Yapı Modelinin Kesit, 3D ve Pozlama [54].....	19
Şekil 2. 17. Revit Bir Kapı Nesnesine Ait Nitelikleri [25]	20
Şekil 2. 18. Girilen Merdiven Rıht Değeri İçin Hata Mesajı [42].....	20
Şekil 2. 19. Pencere Nesnesi Üzerinde Parametrik Modelleme [42].....	21
Şekil 2. 20. Metraj Listesi [33]	21
Şekil 2. 21. BIM Süreçleri [55]	22
Şekil 2. 22. Tasarım Sürecinde Ekip Çalışması [1]	23
Şekil 2. 23. BIM Modelinin Otomatik Kiriş Hesabı [36]	24
Şekil 2. 24. Revit 2D ve 3D Çizim [57].....	25
Şekil 2. 25. BIM ile Bütünleşik Proje Süreci [24]	27
Şekil 2. 26. Flint Motor Fabrikası Ek Binası Proje Süreci	28
Şekil 2. 27. Flint Motor Fabrikası Ek Binası Proje Üretim Süreci	30
Şekil 2. 28. Flint Motor Fabrikası Ek Binası [43].....	32
Şekil 2. 29. BIM Uygulamasının Olumlu Sonuç Vermesinde Etkisi Olan Kuvvetler [57].....	33
Şekil 2. 30. BIM'in Pafta Düzeni [41]	34
Şekil 4. 1. "G Villa Konut Projesi" 3D	43
Şekil 4. 2. "G Villa Projesi" 1.Bodrum Kat Planı	45
Şekil 4. 3. "G Villa Projesi" Zemin Kat Planı	46
Şekil 4. 4. "G Villa Projesi" 1.Normal Kat Planı	47
Şekil 4. 5. "G Villa Projesi" 2.Normal Kat Planı	48
Şekil 4. 6. "G Villa Projesi" A-A Kesiti.....	49
Şekil 4. 7. "G Villa Projesi" B-B Kesiti.....	50
Şekil 4. 8. "G Villa Projesi" C-C Kesiti.....	51
Şekil 4. 9. "G Villa Projesi" İskelet Sistemi	52
Şekil 4. 10. "G Villa Projesi" 3D Mekanik Tesisatı.....	53
Şekil 4. 11. "G Villa Projesi" 1.Bodrum Kat Mekanik Projesi	54
Şekil 4. 12. "G Villa Projesi" Zemin Kat Mekanik Projesi	55
Şekil 4. 13. "G Villa Projesi" 1.Normal Kat Mekanik Projesi	56
Şekil 4. 14. "G Villa Projesi" 2.Normal Kat Mekanik Projesi	57
Şekil 4. 15. "G Villa Projesi" 1.Bodrum Kat Sıhhi Tesisat Planı	59
Şekil 4. 16. "G Villa Projesi" Zemin Kat Sıhhi Tesisat Planı.....	60
Şekil 4. 17. "G Villa Projesi" 1.Normal Kat Sıhhi Tesisat Planı.....	61
Şekil 4. 18. "G Villa Projesi" 2.Normal Kat Sıhhi Tesisat Planı.....	62
Şekil 4. 19. "G Villa Projesi" Sıhhi Tesisat 3D	63
Şekil 4. 20. "G Villa Projesi" Mutfak Sıhhi Tesisat 3D	64
Şekil 4. 21. "G Villa Projesi" Banyo-Wc Sıhhi Tesisat 3D	64
Şekil 4. 22. "G Villa Projesi" 3D Görünümü	66

Enstitü :Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı : Mimarlık
Programı : Mimari Mühendislik
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet Şener Küçükdoğu
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans Nisan 2017

ÖZET

MİMARLIK HİZMETİ KAPSAMINDA BİNA BİLGİ MODELLEME:

"G VİLLA" KONUT PROJESİ

FAHRİYE GÖZDE ÇUHADAR

Günümüzde projelerin yürütülmesi; tasarımların planlanan şekilde tamamlanmasının yanısıra katılımcıların meydana gelebilecek sorunları ne şekilde ve hangi hızda çözüme erdirtirebileceklerine bağlıdır. Farklı katılımcıların bir arada bulunduğu projelerde, tarafların ortak amacı projeyi belirlenen bütçe ve sürede, hedeflenen kaynaklarla bitirmektir. Yine de, yapım projelerinin karmaşık ve değişken yapısı farklı uyumsuzlukları beraberinde getirmektedir.

Geçmişte bilgisayarlar sadece genel problemlerin çözümünde kullanılırken günümüzde çok değişik ve karmaşık fonksiyonları gerçekleştirebilir, farklı veriler üretebilir durumdadırlar. Bilgisayarlar sayesinde; iletişim, veri yönetimi ve tasarım alanlarında yeni alışkanlıklar edinilmiştir. Böylece, bilgi üretim hızı yükselmiş ve bilgiye ulaşım kolaylaşmıştır.

Yapı sektörü de bilişim teknolojilerindeki yenilikler ve değişimler sayesinde gelişim göstermiştir. 20.yüzyılda yapıların kullanım amaçlarının çeşitlilik göstermesiyle farklı tasarım modelleri geliştirilmeye başlanmıştır. Tasarım modellerinin hayata geçirilmesi aşamasında kendine özgü tasarım ve yapım sürecine sahip olan projeler ortaya çıkmıştır.

İnşaat süreçleri boyunca farklı disiplinler arası iletişim ve koordinasyonu sağlayan bina bilgi sistemlerinin mimari proje aşamalarında kullanımının artması daha gelişmiş modellerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bina bilgi sistemleri; tasarım, proje, planlama, pazarlama, kaynak yönetimi, bilgi paylaşımı, işletme gibi konularda uyum içinde çalışma ihtiyacına karşılık verebilecek duruma gelmiştir.

Gelişen teknolojiyle beraber projelerde geleneksel el çiziminden bilgisayar destekli tasarım sistemine geçiş sağlanmıştır. Bilgisayar destekli tasarım (BDT) veya İngilizce olarak CAD (Computer Aided Design) diye bilinen sistemlerin temel yapısı, bilgisayar grafik (ICG- Interactive Computer Graphics) sistemi temeline dayanmaktadır. Günümüzde ise CAD sistemiyle çizilen karmaşık projelerin aksaklıklarının giderilmesi için Bina Bilgi Modellemesi adında yeni bir tasarım sistemi geliştirilmiştir.

Enformasyonun Modellenmesi olarak da bilinen Bina Bilgi Modellemenin İngilizce'deki karşılığı "Building Information Modelling" dir ve kısaca BIM olarak kullanılır (tez çalışması boyunca da İngilizce kısaltması kullanılacaktır). Aslında Bina Bilgi Modelleme ve Yönetimi tanımlaması sistemin içerisinde yönetim kısmının da olması nedeniyle daha doğru olabilir.

BIM; projedeki ürünlerin iki değil üç boyutlu olarak oluşturulduğu model analizleri sunan, proje katılımcıları arasındaki işbirliğini destekleyen, bilgi paylaşımını

sağlayan bir sistemdir. Etkin kullanılması durumunda sağladığı işbirliği sayesinde süreç içerisindeki hata oranını azaltan, zaman ve maliyet açısından kar sağlayan, proje boyunca (planlama, tasarım, yapım, operasyon, yıkım aşamalarında) varlığını sürdüren bir bilgi kaynağı olarak tanımlanmaktadır. BIM, gelişen teknolojinin de yardımıyla bu taleplerin ve gerekliliklerin gerçekleştirilebilmesi için geliştirilmiştir. Bu tez çalışmasının sonunda BIM özellikleri kullanılarak Revit programı aracılığıyla "G VİLLA" konut projesi tasarlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: BIM, Bina Bilgi Modellemesi, REVIT, Alt Yapı Sistemleri



Institute : **Institute of Science**
Department : **Architecture**
Literature Programme : **Architecture Engineering**
Literature Supervisor : **Prof. Dr. Mehmet Şener Küçükdoğu**
Degree Awarded and Date : **MA- April 2017**

ABSTRACT

BUILDING INFORMATION MODELING WITHIN THE SCOPE OF ARCHITECTURAL SERVICES "VILLA G" HOUSING PROJECT

FAHRİYE GÖZDE ÇUHADAR

In today's world, execution of architectural projects depends on participants' ways of finding solutions to problems that might occur and how fast they can solve those problems in addition to completion of designs as scheduled. In projects where different participants work together, the main purpose of the participants is to finalize the project in time with the resources and budget planned. Nevertheless, complex and variable structures of construction projects bring divergencies along.

In the past, computers were used only to find solutions to general problems whereas today, they can perform different and complex functions and are able to provide different data. Thanks to computers, new habitudes are gained in the fields of communication, data management and design. Thus, it has become easier to reach information and data production has accelerated.

Thanks to innovations and developments in the information technologies, building sector has also developed. In the 20th century, different design models have been devised due to the varieties of usage in intended purposes of constructions. Projects with original designs and construction process have emerged while design models have been being implemented

Building Information Systems (BIM) ensure coordination and communication between different disciplines. The increase in using building information systems at different stages of architectural projects resulted in emergence of more developed BIM models. BIS can meet the need of being in cohesion in issues like design, project, planning, marketing, resource management, information sharing and administration.

Together with the developing technology, there is a transition from traditional hand-drawn design to computer-aided design (CAD). The main structure of CAD relies on the basis of Interactive Computer Graphics (ICG) systems. Today, a new design system called Building Information Modeling has been developed in order to overcome the malfunctions in complex projects drawn by CAD system.

System Information Modelling is also known as Building Information Modelling and usually used with its abbreviation BIM (throughout the thesis BIM, its abbreviation will be used). In fact, "Building Information Modelling and Management" might be a better description for it as there is also management part in the system.

BIM provides model analysis where products are created three dimensional rather than two. It is a system which enables sharing of information and supports cooperation between project participants. It is described as an information source that subsists all through out a project (during stages of planning, design, construction and demolition). Thanks to the cooperation it provides when it is used

effectively, returning profit in terms of time and cost and decreasing error rate. BIM is developed in order to carry out those demands and requisites with the help of technology. At the end of this thesis, “G Villa” housing project is designed through Revit programme using BIM features.

Key Words: BIM, Building Information Modeling, REVIT, Infrastructure Systems



1. GİRİŞ

Geçmiş yıllarda, tasarım alanındaki zorluk ve kısıtlamalar ile yapılan işlemler, günümüzde BIM yazılımlarının gelişmesiyle değişikliklerin ve problemlerin azaltılması hedeflenmiştir. Böylece zaman, maliyet ve kalite açısından daha başarılı projelerin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Bilgisayar tasarım destekli araçları da, yapı endüstrisi tarafından tamamen benimsenmiş olup aynı zamanda proje ve proje süreçlerini doğrudan etkilemektedirler.

BIM bütün proje katılımcılarının beraber çalışmasını gerektirdiği ve desteklediği için projenin başarılı bir şekilde sonuçlanmasında büyük bir rol oynamaktadır. Temeline dayanan düşünce ise mimar ve mühendisler arasındaki doğru ve etkin bir iletişim oluşturacağını ve bu sayede dokümanlardaki hataların azaltılacağını göstermektedir (Aranda-Mera ve diğ., 2009). Hataların azaltılmasıyla mal sahibinin talep ettiği süreç içerisinde gerçekleştirilecek olan değişiklik miktarı da azalmaktadır. BIM'in uygulandığı projelerde, güvenilir finansal tahminlerin oluşturulması ve proje değişikliklerin azaltılmasından dolayı, mal sahipleri açısından daha düşük maliyet riski ortaya çıkmaktadır (Azhar ve diğ., 2012).

Şantiye süreci ise farklı aşamalarda verilerin toplanması ve bilgilerin geliştirilmesini içermektedir. Bu veri ve bilgiler, tasarımla ilgili karar alma, yüksek kaliteli inşaat belgelerinin üretimi, performans tahmini, maliyet tahmini, inşaat planlaması, yapının/binanın yönetilmesi ve işletilmesi için kullanılan maliyet, iş takvimi, yapım, bakım, enerji ve üç boyutlu modelleri içermektedir.

1.1. Çalışmanın Amacı

Çalışmanın amacı, geleneksel bilgisayar destekli programlardaki tasarım aşamasında görülen eksikliklerin tespit edilmesi, BIM'in sağladığı faydaların mimarlık uygulamasındaki yansımalarının değerlendirilmesidir.

Ayrıca BIM'in yapı sektörü üzerindeki etkilerini; temel tasarımın karar verilmesi, detayların oluşturulmasından, inşaat planlamasına kadar; alışlageldik süreçlerin incelenmesidir. Sunduğu imkanlar neticesinde tasarımcılara, mühendislere, mal sahiplerine çok çeşitli denetleme ve düzenleme araçlarıyla, kesin öngörüye sahip bir biçimde süreci işletme imkanının sunulduğunun gösterilmesidir.

Bu tez çalışmasının son bölümünde, BIM sürecinin etkin bir şekilde sürdürülebilmesi, katılımcıların taleplerinin gerçekleştirilmesi ve projenin öngörülen başarı ile sonuçlandırılabilmesi için BIM formatına uygun konut projesi hazırlayıp alt sistem entegrasyonunun gösterilmesi hedeflenmiştir.

1.2. Çalışmanın Kapsamı

Çalışmanın birinci bölümünde giriş, amaç ve kapsam anlatılmaktadır.

İkinci bölümde BIM'in tanımı, yapısı, unsurları, tarihsel gelişim sürecine değinilmiştir. Geleneksel yöntemlerden Bilgisayar destekli tasarım araçlarına geçiş aşamaları, kullanımlarına göre gruplandırılması, mesleki anlamda yarattığı etkiler ve ortaya çıkardığı yeni imkânlar, BIM'in yararları ve zorlukları anlatılmıştır. BIM'in sektör içerisindeki mevcut durumunun ne olduğu, ülkeler arasındaki BIM kullanım oranının ne düzeyde olduğu, kullanımı desteklemek için kamu ve özel kurumların hangi çalışmaları yürüttüğünün değerlendirilmesi yapılmıştır.

Üçüncü bölümde, Türkiye' deki inşaat firmalarının Prota şirketi aracılığıyla BIM ile yaptıkları çalışmalara değinilmiştir.

Dördüncü bölümde ise Autodesk Revit ana platform üzerinden örnek bir "G Villa" konut projesi hazırlanmıştır. Bu model de; altyapı, statik-mukavemet bilgileri, üstyapı, içyapı vb gibi tüm sistemlerin oluşturulması ön hazırlık çalışması niteliğindedir.



2. BIM NEDİR?

Yapı sektöründeki farklı disiplinlerle; ortak çalışma alanındaki iletişim zorlukları, küçük hataların büyük tehlikelere dönüşmesi ve maddi, manevi zararların meydana gelmesine sebep olur. Bu sorunlardan dolayı, sürekli gelişim, sistem kontrolü ve yönetim işleyişi üzerindeki düzenlemeler kaçınılmaz olmaktadır.

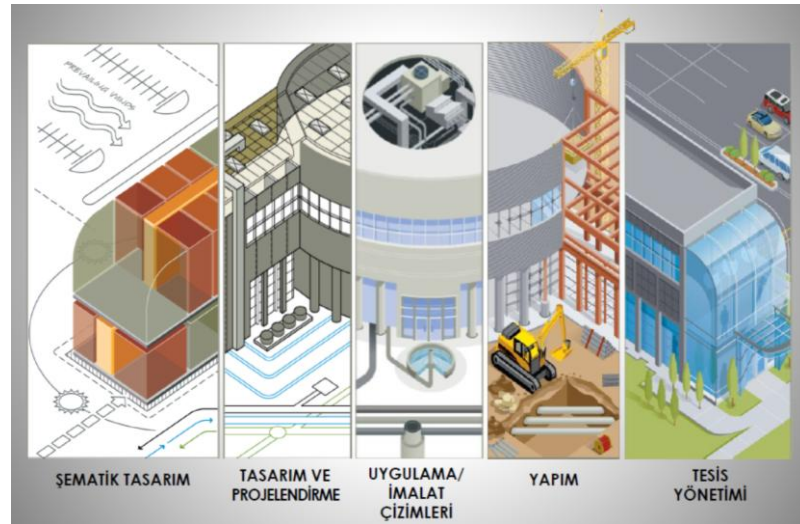
Çalışmanın bu bölümünde çözüme yönelik en yeni yöntemlerden biri olan, disiplinler arası çalışma koşullarına göre oluşturulmuş, meydana gelebilecek sorunları önceden görme yetisi veren ve bu anlamda çözüme katkıda bulunabilecek bir sistem olan BIM incelenmiştir.

2.1. BIM'e Genel Bakış

Geleneksel yöntemlerin ve bilgisayar destekli tasarım araçlarının eksikliklerinin giderilmesi günümüzde BIM kavramının öne çıkmasına neden olmuştur.

BIM, temel anlamda entegre tasarım ve proje teslim süreçlerini destekleyebilen ve mevcut bilgi teknolojileri ile karşılaştırıldığında belirgin avantajlar sunan bir teknoloji, metodoloji ve süreçler bütünü olarak algılanmaktadır (Kymmell 2008; Clayton vd. 2009).

BIM, bilgisayar destekli bir tasarım aracı değil, yeni ve kapsamlı bilgiye dayalı yapım sürecidir (Shourangiz ve diğ, 2011). Yalnızca bir veri saklayıcı olmanın ötesinde nesne tabanlı bir tasarım anlayışı sunmaktadır. Bu nesne tabanlı sistem, duvar, kolon, kapı, pencere gibi bina elemanlarının gerçek görev ve davranışları ile model üzerinde yer almasına olanak sağlamakta ve bunların birbirleri ile ilişkilendirilmelerini mümkün kılmaktadır (Babič ve diğ, 2010). Modelin tüm verileri ile oluşturulmasına olanak sağlaması nedeniyle, ihtiyaç duyulan metrajlar, maliyet analizleri veya gerekli diğer dokümanları oluşturarak tüm aşamalarda projenin kontrolünü kolaylaştırmaktadır.



Şekil 2. 1. BIM' in Farklı Evrelerde Farklı Paydaşlar Tarafından Kullanılması [58]

Şekilde görüldüğü üzere üç boyutlu model; planlama, tasarım, projelendirilme, yapım ve işletim gibi projenin tüm yaşam döngüsünü içeren süreçlerinde kullanılmaktadır. Alt yüklenicilerin aynı modeli kullanabilmesi temsilde tutarlılığı arttırmakta, revizyon kolaylığı sağlamaktadır. Ayrıca veri dönüştürme işlemlerini,

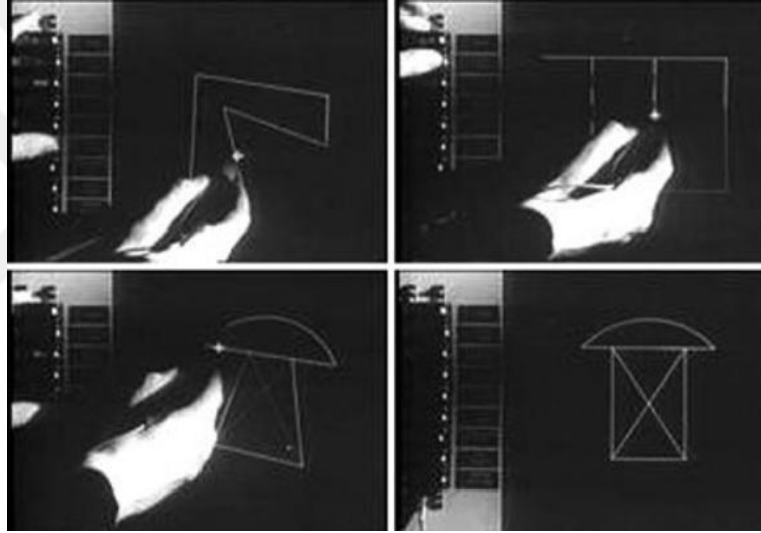
verinin tekrarlı üretimini ve koordinasyon ihtiyaçlarını önemli ölçüde azaltmaktadır (Ofluoğlu, S., “Yapı Bilgi Modelleme: Gereksinim ve Birlikte Çalışabilirlik”, Mimarist 2014).

2.2 BIM' in Tarihsel Gelişim Süreci

Tasarım ve üretim mühendisliğinde bilgisayar kullanımı, 1946'da ENIAC (Electronical Numerical Integrator and Computer) ortaya çıkmasına kadar dayanabilir.

1950'li yılların sonundan itibaren Bilgisayar Destekli Tasarım terimi kullanılmaya başlanmıştır.

Akademik düzeyde ilk CAD sistemi 1963 yılında Masachusetts Institute of Technology (MIT) üniversitesinde yapılan bir doktora tezi ile ortaya çıkmıştır (Aydoğan, 2006). Aynı dönemlerde ise Ivan Sutherland tarafından geliştirilen “Sketchpad” programı bugünkü sistemlerin de temeli olan fikirlerin ilk uygulamalarından sayılabilir. (Ferrante vd., 1991)



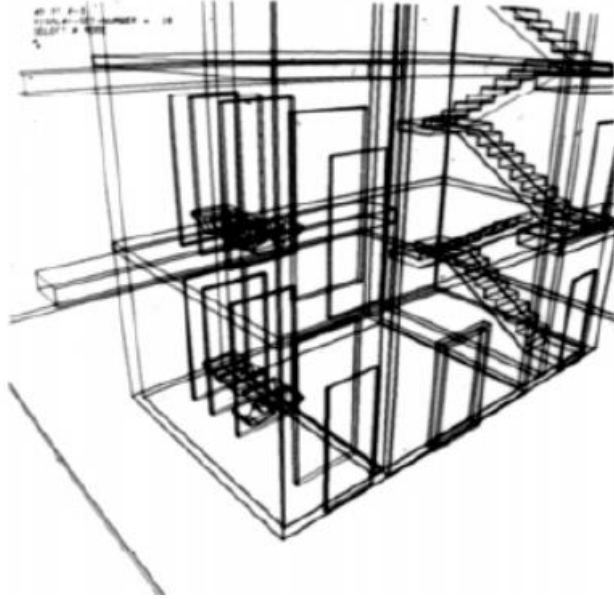
Şekil 2. 2. Ivan Surtherland'ın Sketchpad Uygulaması [32]

1970'li yıllarda elle çizim yapma tekniğinden ilham alan katman tabanlı bilgisayar çizim sistemleri ilk başlarda dirençle karşılaşmakla birlikte, sağladığı hız ve kesinlik gibi faydalardan dolayı mimarlar arasında büyük oranda kabul görmüştür. (Suermann 2009, Eastman ve diğ. 2011, Azhar ve diğ., 2012, Teicholz, 2013). AutoCAD® ve ArchiCAD® sistemler, nokta, çizgi ve üç boyutlu geometrilere dayanır. Bilgisayar çizim sistemleri yakın geçmişe kadar elle çizimin daha hızlı ve ekonomik bir alternatifi olarak görülmüştür. Büyüden bilgisayar destekli tasarımın tanımının içini tam olarak dolduramamıştır. Yapı tasarımı bilgisi sadece yapı geometrisini değil, kullanıcı ihtiyaçlarından çevresel koşullara, estetik kaygılardan maliyet hesaplarına uzanan çok geniş bir bilgiler bütünü içerir. Bu bilgiler yapı tasarımına katkıda bulunan mimar, inşaat mühendisi, makina mühendisi vb. profesyoneller arasında dağılmış olarak bulunmaktadır. Tasarım sürecinde birbiriyle son derece ilişkili olup, bilgilerin koordineli bir şekilde paylaşımıyla kendi içinde tutarlı ve işleyen tasarımlara dönüşmesi beklenmektedir.

İlk BIM modellerinden bazıları; İngiliz Ulusal Sağlık Örgütü "Her Majesty's Health Service" tarafından finanse edilen, Cambridge Uygulamalı Araştırmalar'ın OXSYS CAD'i, CEDAR ve HARNESS hastane tasarım sistemleridir.

ABD'deki ilk önemli çalışmalardan bazıları ise; Techcrete, ARCH-MODEL, BDS, GLIDE ve GLIDE-II'dir.

- Techcrete prekast beton yapı sistemi, Carl Koch ve çalışanları tarafından geliştirilen, tasarımı destekleyen bir bina modelidir.
- Michigan Üniversitesi tarafından geliştirilen ARCH-MODEL isimli çalışma, yıllar içerisinde sürekli geliştirilerek birçok sürümü çıkarılmış ve Macintosh uyumlu bir BDT sistemine dönüşmüştür. Bu çalışma, geometriye bağlı bir katı modelleme sistemi ve geometrik olmayan verileri saklayan ilişkisel bir veritabanına bağlı olarak çalışmaktaydı.
- Ayrıca üç önemli çalışma da Carnegie-Mellon Üniversitesi'nde geliştirilen BDS, GLIDE ve GLIDE-II modelleridir. Bu modellerden İskoç İskan Bakanlığı'nın Konut Sistemi, Cambridge Uygulamalı Araştırmalar'ın OXSYS CAD'i ve Carnegie-Mellon Üniversitesi ile Michigan Üniversitesi'nin ortak çalışması CAEADS, kendilerinden sonraki çalışmalara örnek teşkil etmiş olmaları açısından önemlidir çalışmalardır.



Şekil 2. 3.Glide Tarafından Üretilen Üç Boyutlu Yapı Modeli [11]

CAD teknolojisinin yaygınlaşması ve sektörde kabulü 80'li yılların ortalarına dayanmaktadır. (Mitchell, 1990). O dönemde farklı yazılımlar da pazara adım atmıştır. Günümüzde piyasadaki en yaygın kullanıma sahip yazılım AutoCAD, o dönemde büyük bir kabul görmüştür. Bu dönemdeki yazılımlar, kullanıcıların çizim ve teknik resim gibi 2 boyutta ihtiyaçlarını karşılamıştır. Bunun sonucu olarak özellikle mühendislik sektörlerinde ve mimarlık bürolarında CAD kullanımı başlamıştır. Bu süreç 2 boyutta başlayıp daha sonra 3 boyutlu modelleme ile gelişim göstermiştir. Tasarımların 3. boyutta yükselmeleri, mimarlık alanında büyük bir kullanım alanına sahip olmuştur. Tasarımı kütesel olarak görmenin ötesinde renkli

ve dokulu şekilde görme imkânı sağlamları kullanımlarının hızlıca artmasına neden olmuştur.

1990'ların başlarında grafiksel analizleri ve simülasyonları bütünleştirerek, farklı koşullar altında binanın uyumunu, geometrisini, malzeme özelliklerini ve sistemlerini de içerecek şekilde, binanın nasıl davranacağı hakkında bilgi sağlamak için yazılımlar geliştirilmiştir. (Barnes ve Davies, 2014) Bu yazılımların geliştirilmesiyle beraber BIM'in gelişmesinin önünde yer alan teknolojik engeller ortadan kalkmaya başlamıştır.

CAD	BIM
2D/ 3D	3D/ 4D/ 5D/ XD
Değişiklik yapmak zor	Değişiklik yapmak kolay
Baskı	Elektronik
Elle yapılan	Otomatik
Yavaş	Hızlı
Analog	Sayısal
Bağılantısız	Bütünleşik

Tablo2.1. Geleneksel Çizim Tekniği (CAD) İle BIM Karşılaştırması [57]

Aynı yıllarda nesneye-yönelik sistemlerin geliştirilmesi bu alanda bir çığır açmıştır. Nesnelere bir hiyerarşi içinde tanımlanabilir ve birbiriyle ilişkilendirilebilir. (Ross, 1999) Nesneye-yönelik sistemlerin getirdiği bir başka yenilik ise, tasarımın birbirinden bağımsız çizilen kesit, plan ve üç boyutlu çizimlerle değil, doğrudan üç boyutlu bir model olarak üretilmesi fikridir. Yapının çeşitli görünüşleri birbirinden bağımsız olarak üretildiğinde bu temsiller arasında tutarsızlıklar olabilmekte ve herhangi bir yapı elemanında bir değişiklik yapıldığında bunun diğer elemanlara etkisi göz ardı edilebilmektedir. Aslında yapı tasarımına katılan profesyonellerin tek bir üç boyutlu model üzerinden çalışmaları, bilgisayar destekli tasarım alanında uzun yıllar boyunca bir ihtiyaç olarak tartışılmış; bu yüzden de nesneye yönelik programların ortaya çıkışı büyük bir heyecanla karşılanmıştır. (Taşlı, 2001). Sonuç olarak, nesneye-yönelik sistemler bilgisayar grafiklerinin bilgi içeriğini arttırmış ve plan, kesit gibi geleneksel temsil biçimlerinin kolay ve hatasızca üç boyutlu modellerden üretilebilmelerini sağlamıştır. Ayrıca şekilde görüldüğü üzere bu sistemlerdeki kapı, duvar, pencere gibi nesnelere bu nesnelere geometrisiyle birlikte geometrik olmayan bilgileri de içerebilir.

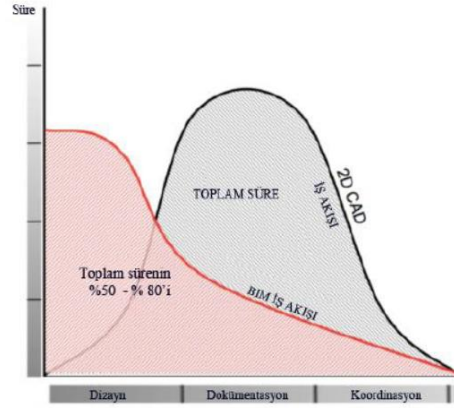


Şekil 2. 4. Revit Araç Çubuğundaki Yapı Elemanları [32]

Şekil 2.4.'de görüldüğü üzere 1990'lı yılların başlarında yaygınlaşmaya başlayan BIM, 2000'li yılların başlarından itibaren mimarlık, mühendislik ve inşaat sektöründe yenilikçi ve devrimsel bir sistem olmuştur. Bu yıllarda mimar ve mühendisler için yapı tasarımını desteklemek amacıyla pilot projeler tanıtılmıştır. (Volk ve diğ., 2013)

BIM ilk olarak 2002'de Jerry Laiserin tarafından tanıtılmıştır (Miettinen ve Paavola, 2014). Yazılımların geliştirilmesi, BIM'in büyümesine katkıda bulunmuş ve sonuç

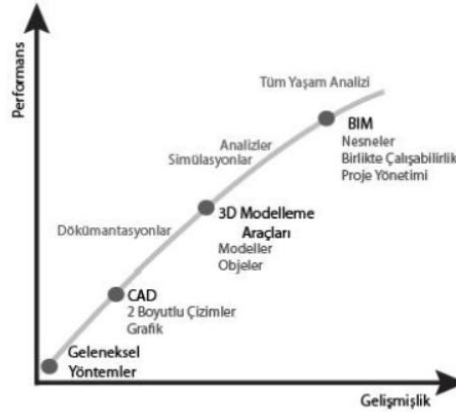
olarak, son birkaç yılda daha çok maliyet, enerji ve başka boyutları içeren modeller geliştirilmiştir (Barnes ve Davies, 2014).



Şekil 2. 5. BIM ve 2D CAD ile Projelerin Gelişim Süreçlerinin Karşılaştırılması [42]

Gelişen teknolojiyle beraber tasarımcıların tasarım bilgileri ve verilerini çeşitli şekilde yönetebilecekleri çağdaş CAD sistemleri, çizim masalarından sayısal karmaşık araçlara doğru evrim geçirmiştir. (Epstein, 2012)

Son olarak, BIM sistemleri, sağladığı avantajlar nedeniyle sektörde kabul edilebilir hale gelmiştir. Şekilde görüldüğü üzere bilgisayar destekli tasarım araçları için performans-gelişmişlik düzeyi ilişkisinin grafiksel gösterimi verilmiştir.



Şekil 2. 6. Bilgisayar Destekli Tasarım Araçlarının Performans- Gelişmişlik Düzeylerinin Grafiksel Gösterimi [33]

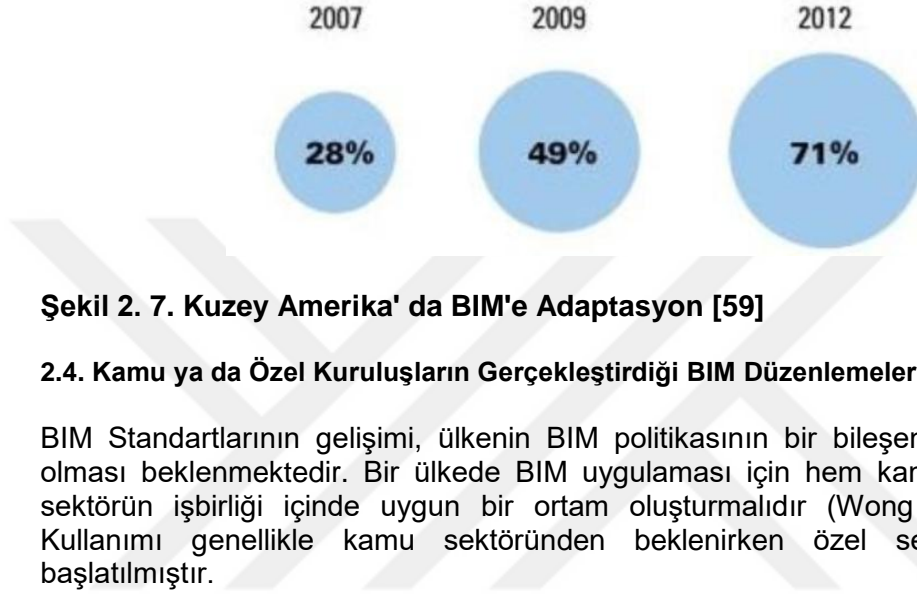
2.3. Ülkelerin BIM Yaklaşımı

Birçok ülkede konsept, tasarım, yapım ve işletme süreçlerinde BIM kullanım alanı genişlemektedir. BIM teknolojisinin erken uygulayıcıları Kuzey Amerika'nın haricinde Finlandiya, Norveç ve Danimarka olarak kabul edilmektedir. Asya kıtasında ise kamu sektöründe Singapur öncü uygulayıcılardan olurken Hong Kong'da hem özel hem de kamu sektöründe uygulanmaktadır (Wong ve diğ., 2010).

BIM'in bugün en yaygın kullanıldığı ülke ABD'dir. Maddi imkanları, teknolojik altyapısı ve endüstrisiyle BIM'in geliştirilmesinde önemli bir role sahiptir. Özellikle Kuzey Amerika ve Avrupa devletlerinin teşvikleriyle ve yazılım firmalarının destekleri

mimarlık ve inşaat sektörüne son derece hızlı bir şekilde benimsenmektedir. (Eastman, 2008)

BIM kullanımı mimarlık, mühendislik ve inşaat sektöründe gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde bu konuyla ilgili pazar araştırması henüz yapılmamıştır. Kuzey Amerika'da BIM'e geçiş 2007-2012 yılları arasında yapılmış olan pazar araştırması şekil 8'de geçen 5 sene zarfında %28 den %71 gibi ciddi bir artış göstermiştir. Artışın nedeni ise hükümetin hazırlamış olduğu protokol ve büyük ölçekli projelerin ülke genelinde BIM ile hazırlanması zorunluluk haline getirilmiştir. Bu yaklaşım Avrupa'da da kabul görmüş ve aynı zamanda ülkeler BIM protokolleri yayınlamaya başlamışlardır.



Şekil 2. 7. Kuzey Amerika' da BIM'e Adaptasyon [59]

2.4. Kamu ya da Özel Kuruluşların Gerçekleştirdiği BIM Düzenlemeleri

BIM Standartlarının gelişimi, ülkenin BIM politikasının bir bileşeni ya da sonucu olması beklenmektedir. Bir ülkede BIM uygulaması için hem kamu hem de özel sektörün işbirliği içinde uygun bir ortam oluşturmalıdır (Wong ve diğ, 2010). Kullanımı genellikle kamu sektöründen beklenirken özel sektör tarafından başlatılmıştır.

Amerika'da; Associated General Contractors (AGC), National Institute for Building Sciences (NIBS) ve General Service Administration (GSA) gibi önemli kamu kurumları Mimarlık, Mühendislik, Yapım ve Tesis Yönetimi sektörlerinin BIM adaptasyonu için çalışan özel grupları bulunmaktadır. Bu kamu kurumları BIM'in oluşturulması, kullanımı ve adaptasyonu için kılavuz dokümanlar geliştirmektedirler (Leite ve diğ, 2011). 2003 yılında GSA tarafından National 3D-4D BIM Programı oluşturulmuştur (Khemlani, 2012). Bu şirket rehber dokümanlar yayınlanmış ve 2007 ve sonrasında itibaren tasarım fonu alan bütün büyük projelerin BIM kullanımını öngörmüştür (Leite ve diğ, 2011). 2006 yılında AGC tarafından Contractor's Guide to BIM dokümanının ilk sürümü, 2009 yılında ise ikinci sürümü yayınlanmıştır. 2007 yılında ise NIBS tarafından ise birinci versiyonu, 2008 yılında ise ikinci versiyonu olan National Building Modelling Information Modelling Standarts dokümanı yayınlanmıştır. 2011 yılında US Army Corps of Engineers tarafından BIM yol haritası yayınlamıştır (Bolpagni, 2013). Amerika'da ise son birkaç yılda hızlı bir BIM adaptasyonu olmuştur ve gelecek yıllarda da artması beklenmektedir.

İngiltere'de 2011 Mayıs ayında Kabine İşleri tarafından Devlet Yapım Stratejisi yayınladı. İlk defa devlet tarafından 2016 itibariyle bütün merkezi devlet bölümlerinin projelerinde en azından ikinci seviye de BIM uygulanması zorunluluğu getirmiş ve birkaç BIM standardı yayınlamıştır (Bolpagni, 2013).

2002 yılında Danimarka hükümetinin ilan etmiş olduğu gelişim paketinin konularından biri Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin kullanımıyla inşaat sektörünün üretim ve rekabetçiliğinin artırılmasıydı. 1 Ocak 2007 itibariyle kamu projelerinin Bilgi ve İletişim Teknolojilerine ilişkin birkaç talebi yerine getirmesini zorunlu yeni

kılan hükümet zorunluluklarıyla dijital yapım ortaya çıkmıştır (Jensen ve Johannesson, 2013). 2011 yılının Haziran ayında Danimarka parlamentosu tarafından miktarın üzerinde maliyete sahip olan bütün yerel ve bölgesel projeler için BIM'in zorunlu olması kararı alınmıştır (Bolpagni, 2013). Ülkenin BIM gelişimini sağlayan kurumlar The Palace and Properties Agency, Property Agency and Defence Construction Service, Gentofte Municipality, KLP Ejendomme ve Danish Enterprise and Construction Authority olarak sıralanmaktadır (Wong ve diğ, 2010).

The Building Construction Authority (BCA) of Singapore Model tabanlı tasarım geliştiren ilk kamu kuruluşlarından biridir. 1990 yılında CORENET isimli proje üzerinde çalışmaktaydı. Projenin daha sonra gelişiminin sürdürülmemesine rağmen BCA, 2015 itibariyle yapım endüstrisini BIM adaptasyonuna sürüklemek için yol haritası oluşturmuştur. Ayrıca Singapur üniversitelerinin BIM dersleri, seminerleri ve atölye çalışmaları sunmalarını desteklemektedir (Khemlani, 2012). Singapur'da BIM gelişimini sağlayan kamu kurumları BCA ve Construction and Real Estate Network (CORENET) olurken özel sektör kurumları arasında ise Arup ve WSP yer almaktadır (Wong ve diğ, 2010).

Finlandiya'nın BIM tabanlı süreçlerle ilgili uzun bir tecrübesi bulunmaktadır. BIM gelişimine katkıda bulunan özel ve kamu kurumları Senate Properties, Skanska Oy, Tekes, Association of Finnish Contractors ve VTT'dir (Wong ve diğ, 2010).

Norveç resmi kuruluşu Statsbygg bütün yeni bina projelerinde BIM'i kullanmakta ve 2011 yılında Statsbygg Building Information Modelling Manual adındaki kılavuz dokümanının yeni sürümünü yayınlamıştır (Bolpagni, 2013). Norveç'teki Mimarlık, Mühendislik, Yapım ve Tesis Yönetimi şirketlerinin yaklaşık %22'sinin BIM ya da IFC uyumlu BIM uygulamaktadır. Bazı kamu ve özel sektör kurumları tarafından kullanımı desteklenmektedir Bu kurumlar Statsbygg, Norwegian Homebuilders Association, Selvaag-Bulethink, SINTEF ve Norwegian International Alliance for Interoperability (IAI) Forum'dur (Wong ve diğ, 2010).

Hollanda İçişleri Bakanlığı ve Kraliyet İlişkileri Rijksgebouwendienst tarafından 2012'de BIM adaptasyonunu zorunlu kılmış ve BIM Standardının birinci versiyonunu, 2013'de ise ikinci versiyonunu yayınlamıştır (Bolpagni, 2013).

Güney Kore de Kamu İhale Hizmeti tarafında 2016 itibariyle bütçesi belirli bir miktarın üzerinde olan bütün kamu projeleri için BIM zorunluluğu getirmiş ve 2010 yılında Mimari BIM rehber dokümanını yayınlamıştır (Bolpagni, 2013).

Hong Kong İmar İskân Müdürlüğü 2006 yılından itibaren pilot BIM projeleri gerçekleştirmiş ayrıca birçok BIM dokümanı geliştirmiştir. 2014 itibariyle bütün yeni projeler için talep etmektedir (Bolpagni, 2013). The Works Branch of the Development Bureau (DevB), The Housing Authority of the Government of the HKSAR ve The Hong Kong Institute of Building Information Modeling kuruluşları Hong Kong'daki BIM gelişimine katkıda bulunan kuruluşlardır (Wong ve diğ, 2010).

Avustralya'da 2009 yılında Cooperative Research Centre for Construction Innovation tarafından National BIM Guidelines ile ilişkili iki adet BIM dokümanı yayınlanmıştır. Savunma Bakanlığı tarafından BIM'in yararları tanınmış ve kendi bünyesindeki projelerde BIM ve IPD'yi kullanacakları belirtilmiştir.

Yeni Zelanda 2012 yılında, yapım sektöründeki temel şartname sistemi kuruluşu tarafından BIM gelişimini tanımlamak için Ulusal BIM Anketi yayınlanmıştır (Bolpagni, 2013).

İzlanda'da 2008 de Icelandic Construction Technology Platform tarafından BIM-Iceland projesi oluşturulmuştur fakat henüz Kamu Yapım Sözleşme Kurulu tarafından BIM zorunluluğu getirilmemiştir (Bolpagni, 2013).

Estonya, İsveç ve Almanya'da BIM ile ilgili bazı çalışmalar yapılmakta ve dokümanlar geliştirilmekteyken; Çin, İrlanda, Tayvan ve İtalya'da ise BIM ile ilgili hiçbir zorunluluk bulunmamaktadır (Bolpagni, 2013).

Türkiye'de ise durumun farklı olmadığı BIM kullanım zorunluluğu olmaması ve kamu kuruluşları tarafından yapılmış herhangi bir çalışma olmadığı görülmektedir.

2.5. Eğitim Kurumlarının Gerçekleştirdiği BIM Düzenlemeleri

Eğitim kurumlarının BIM'e gösterdiği ilginin ülke içerisindeki BIM gelişimine de katkıda bulunacağı söylenebilir. Bu yüzden tasarımcılar, akademik kurumlardan eğitim alırken BIM konseptini anlaması ve farkında olması çok önemlidir (Barison ve Santos, 2010b).

Amerika'da Georgia Teknoloji Enstitüsü 90'lı yıllardan itibaren BIM ile ilgili araştırma yaparken birçok okul 2003'den itibaren BIM'i tanıtmaya başlamıştır. 2004'de California State Üniversitesi, 2005'de Tongji Üniversitesi, Nevada Üniversitesi ve Montana State Üniversitesi 2006'da Penn State Üniversitesi ve Utah Üniversitesi BIM eğitimlerine başlamıştır (Barison ve Santos, 2010b).

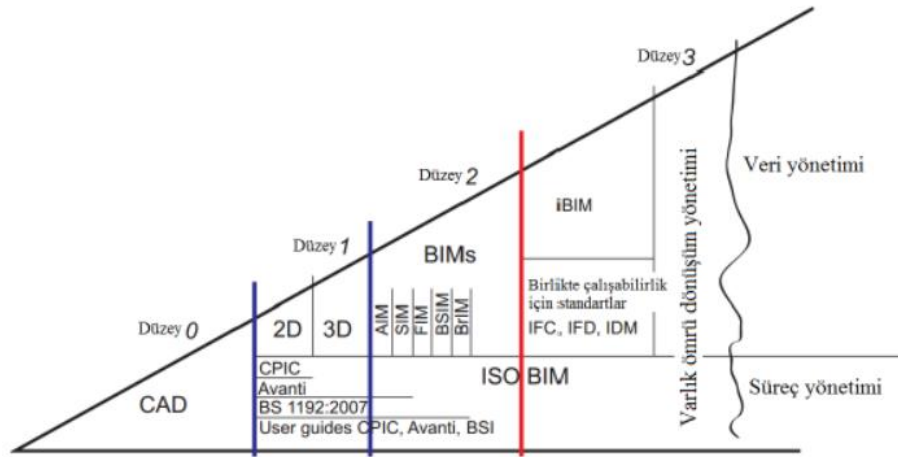
Danimarka'da BIM araştırma ve geliştirme alanında Aalborg University IFC Model sunucuları ve üç boyutlu modellemeye, Aarhus School of Architecture ürün biçimlendirmesi, tasarım amacı ve IFC model sunucularına ve Technical University of Denmark ise birlikte çalışabilirliğe odaklanmaktadır.

Finlandiya'da Helsinki University of Technology, Tampere University of Technology BIM hakkında araştırma ve geliştirme çalışmaları yürütmektedir (Wong ve diğ, 2010). 2009 yılında Associate Schools of Construction (ASC) üyesi kırkbeş adet eğitim kurumunda yapılan anket sonucunda yalnızca bir kurumun bağımsız BIM dersi verdiğini, diğer kurumlarda ise başka derslerin ders programlarının %9'unda yer aldığı sonucu elde edilmiştir. 2011 yılında yapılan başka bir araştırma sonucunda ise mühendislik programlarının %36'sının, yapım yönetimi programlarının ise %57'sinin hala BIM dersleri sunmadıklarını da ortaya koymuştur. (Lee ve diğerlerinde atıfta bulunduğu gibi, 2013).

İstanbul Teknik Üniversitesinde ise İnşaat Projeleri Yönetimi Tezsiz Yüksek Lisans Programı kapsamında BIM ve Mimari Tasarımda Bilişim Doktora Programı kapsamında Bina Bilgi Modelleme isimli dersleri yürütülmektedir. Bunun yanısıra İstanbul Teknik Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi tarafından Autodesk firması ile beraber, üç modülden oluşan BIM Uzmanlık sertifika programı başlatılmaktadır.

2.6. BIM'in Düzeyleri

2008 yılında Mervyn Richards ve Mark Bew tarafından hazırlanan BIM Olgunluk Diyagramı'nda, BIM'in düzeyleri gösterilmiştir (Richards, 2010; Sinclair, 2012; BSRIA Topic Guides, 2012). Şekil 2.8'de BIM olgunluk diyagramında BIM Düzeyleri 0, 1, 2, 3 olarak 4 aşamaya ayrılmıştır.



Şekil 2. 8. BIM Olgunluk Diyagramı [51]

Düzen 0

Yapım bilgisini içeren iki boyutlu CAD çizim dosyalarıdır. Bu süreçte tasarımın büyük çoğunluğunun yapıldığı alandır. Diyagramdan görülecek en önemli nokta CAD ile ilgili genel standartlar ve süreçlerin olmamasıdır (Richards, 2010).

Düzen 1

Bu düzeyde ise 2 boyutlu ve 3 boyutlu proje dosyalarını kapsamaktadır. Mimarlar bu süreçte 3 boyutlu tasarım programı projenin ilk aşamasından itibaren kullanılmaktadır. Tasarımda ve tasarım sonrası projenin görselleştirilmesinde Autodesk, Revit vb. programlardan faydalanılmaktadır. BIM proje taraflarından biri tarafından kullanılmakta, ortak çalışma olmamaktadır.

Düzen 2

Tüm proje ekip üyeleri bütünleşik olarak üç boyutlu modelin üretim aşamasında bulunmaktadır. Bu düzey birlikte çalışmanın olduğunu gösterir. Farklı süreç ve disiplinlerdeki tasarımcıların aynı model etrafında yer alması bile zaman içerisinde birbirleriyle bağlantılarının kurulmuş olması gerekmektedir.

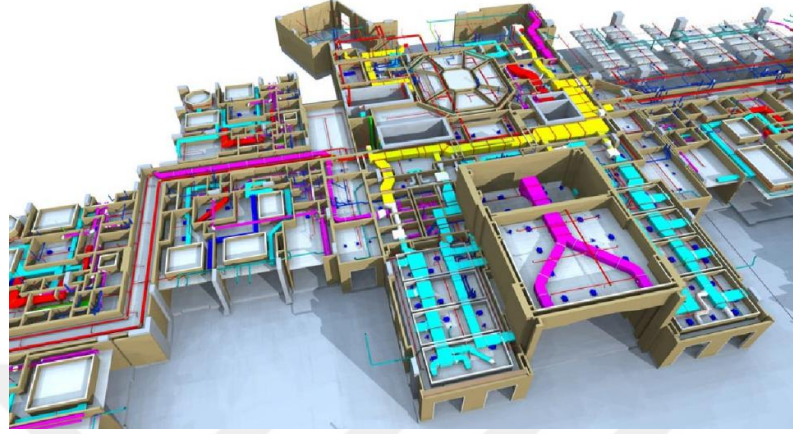
Düzen 3

Bu düzey en gelişmiş BIM düzeyidir. BIM düzeyleri arasında en belirgin aşama düzen 2 ile düzen 3 arasındadır. Aynı proje üzerinde tüm proje katılımcılarının koordineli bir şekilde çalışmasının gerekli olduğu düzeydir.

Düzen 3 Maddeler halinde sıralarsak, BIM modeli ile aşağıdaki işlemler yapılabilmektedir:

- Kavramsal tasarım öncesi ve sırasında ihtiyaç planlamaları,
- Kavramsal tasarımda özgün formlar araştırma imkânı,
- Sürdürülebilir tasarım desteği,
- Doğru ve detaylı tasarım ve projelendirme,
- Bina performansından strüktür analizlerine ve ısıtma soğutma hesaplamalarından akustik analizlere kadar birçok konuda analiz imkânı,
- Güncel, koordineli ve eksiksiz 2 boyutlu dokümantasyon,
- 3 boyutlu iç - dış görselleştirme ve animasyon,
- Yapı elemanları ve sistemleri için ön imalat (pre-fabrication) desteği,
- 3boyutlu koordinasyon,
- 4 boyutlu iş ve saha planlamaları,
- 5 boyutlu yapı maliyeti tahminleri,

- Saha lojistiği simülasyon ve planlamaları,
- Yapının işletilmesi ve yönetiminde kullanım,
- Bakım, onarım ve yenileme çalışmalarında kullanım,
- Veritabanının kurumsal kaynak planlaması, tedarik zinciri yönetimi, ve işletme ve bakım işleri ve yazılımları için kullanılabilmesi,
- Yıkım planlaması (Eastman ve diğ., 2011).



Şekil 2. 9. Düzey 3 teki BIM Modeli [50]

2.8. BIM Tabanlı Tasarım Araçları

Autodesk Revit, Bentley Microstation, DDS-CAD, Graphisoft Archicad, IDEA Architectural, Nemetschek Allplan, Tekla Structures, VectorWorks Architect yazılımlar, inşaat sektöründe çeşitli aşamalarda ve konularda tasarımcılar, mimarlar, inşaat mühendisleri, proje koordinatörleri, proje yöneticileri ve mal sahiplerinin daha doğru karar ve çözümler bulmasına yardımcı olmaktadır.

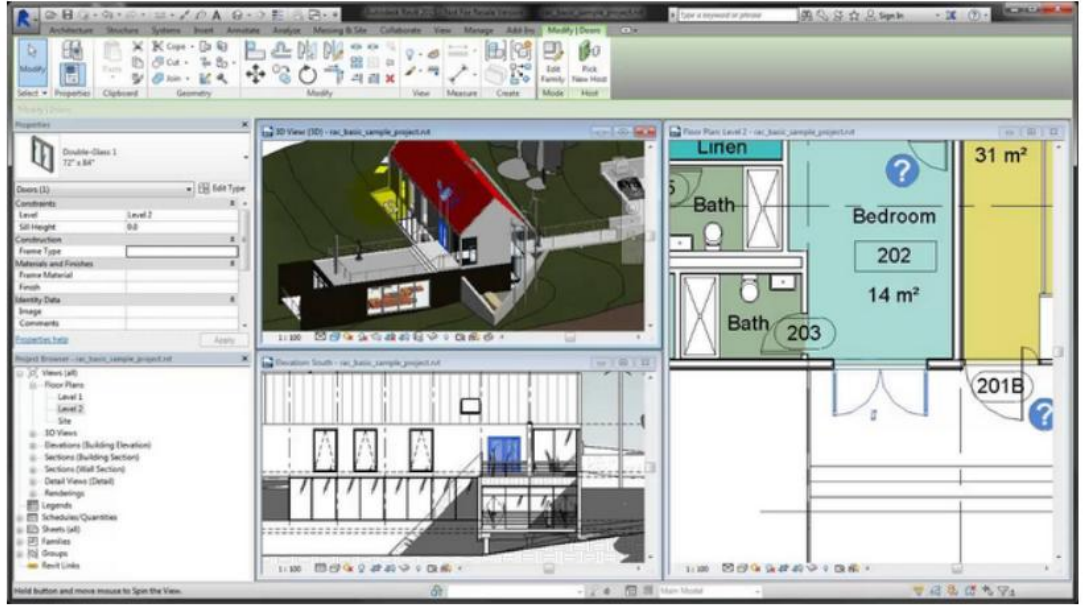
Mevcut BIM yazılımları arasından hangisinin kullanılacağı belirlenirken bazı kriterler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu kriterler sadelik, fonksiyonellik, karşılıklı çalışabilirlik/işbirliği, uzun ömürlü olması, eğitim desteği sunması ve çevresel faktörlerdir (Barnies ve Davies, 2014). Ayrıca başka bir yazılıma gereksinim olmadan yapım dokümanlarının üretilmesi, nesne kütüphanelerine sahip olması, çoklu takım üyelerinin aynı proje üzerinde çalışmasını, tüm disiplinlere hitap etmesi, çeşitli analizler ve proje yönetimi uygulamalarıyla bütünleşmesi kriterler arasında yer almaktadır (Azhar ve diğ, 2011).

Bu veriler temel alınarak, BIM süreci içerisinde yaygın olarak kullanılan model tasarım yazılımlarının Autodesk, Bentley ve Nemetschek firmalarına ait olduğunu söylenebilmektedir.

2.8.1. Autodesk Revit Architecture

1982 yılında ABD'de kurulan ve endüstriyel amaçlı yazılımlarıyla tanınan Autodesk firmasının yapı endüstrisi için kullanıcılara sunduğu BIM tabanlı bir yazılımdır.

Bu yazılım; serbest formlardan yapı modelleme ve kavramsal tasarım desteği ile hızlı ve kolay geometri yaratımını destekler. Karmaşık formların oluşturulması ve yapı modeline dönüştürülmesi için yerleşik araçlar barındırır. Sınırlama, parametre atayabilme fonksiyonları sayesinde yüksek kontrol imkânı sağlayabilmektedir. Gerek tasarım aşamasında, gerekse son ürünün analizi için çeşitli araçlara sahiptir.



Şekil 2. 10. Revit Yazılımının Kullanıcı Arayüzü [52]

Farklı uygulamalardan (AutoCAD, Autodesk Maya, Sketchup, AutoDesSys form Z, McNeel Rhinocero ve diğer ACIS veya NURBS tabanlı uygulamalar) nesnelere Revit'e taşınması ve bu ortamda geliştirilmesi de mümkündür.

Ayrıca yapı endüstrisinde de en yaygın kullanılan yazılım olan AutoCAD'le uyumlu olarak çalışır. Projenin ve paftaların iki yazılım arasındaki alışverişini destekler. Revit Architecture'de, her iki veya üç boyutlu görünüş, her metraj listesi aynı bina veri tabanının farklı yansımalarıdır.

Kullanıcı alışık olduğu görünüşlerde çalışırken, Revit Architecture, bina için gerekli olan tüm veriyi toplar, BIM içerisinde saklar ve projenin diğer tüm gösterimlerine yansıtır. Projenin herhangi bir bölümünde yapılan değişiklik anında tüm paftalara ve listelere yansıtılır.

Autodesk Revit Architecture'un bazı özellikleri:

- Yapıyı oluşturan nesnelere parametrik tabanlıdır.
- Kullanıcı tarafından özelleştirilebilirler.
- Kavramsal tasarım, kolay geometri yaratımı, sınırlama ilişkileri ve parametreler atayabilme gibi özellikler ile yüksek seviyede kontrol ve hassaslık sağlar.
- Yazılım geliştirme arayüzü ile ileri modelleme teknikleri ve araçları geliştirilebilir. Karmaşık formüllerle yaratılacak eğrilerin kullanıldığı formlar bu formüllerde yapılacak değişiklikler ile kontrol edilebilir ve geometriler yazılım desteği ile yaratılabilir.
- Sağladığı araçlar sayesinde üreticiler, kendi ürünlerini yaratıp mimarlar, mühendisler ve tasarımcıların kullanımına sunabilirler.
- Katı modelleme araçlarıyla kütle çalışması yapılabilir.
- Günışığı ve yapay ışık çalışmaları yapılabilir
- Ekip çalışmasını kolaylaştıracak araçlar sunar. Kullanıcılar projenin farklı bölümlerinde diğerlerinin yaptıklarını bozmadan çalışabilirler. Merkezi proje dosyasında saklanan veriler Revit tarafından koordine edilir.

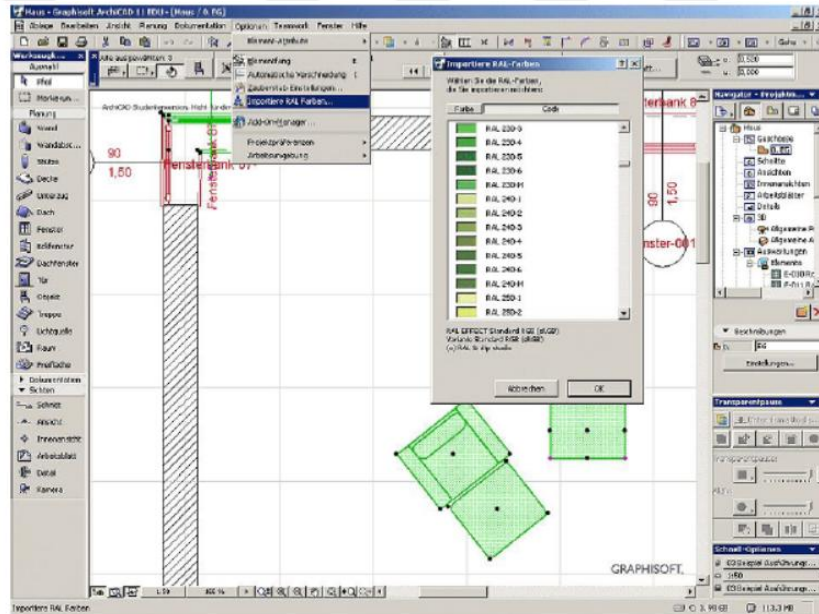
- Revit modelleri, DWG formatında aktarılıp ve görselleştirme çalışmaları Autodesk VIZ içerisinde yapılabilir.
- Revit Architecture'un BIM deki veriler, maliyet, planlama, vb. işler için ODBC (Open Database Connectivity) veritabanlarına aktarılabilir.

2.8.2. Graphisoft ArchiCAD

1980 yılında Macaristan'da kurulan Graphisoft firmasının BIM tabanlı yazılımıdır. 2007 yılında ise büyük bölümünü satın alan Nemetschek Grubu'nun bir parçası olarak faaliyetlerine devam etmektedir. Archicad, kullanıcıların boyut, açıklama ve 2 boyutlu çizim öğeleri eklenebilen bir belge oluşturmak için modelin 3 boyutlu bir görünümünün kullanmasına izin verir.

Diğer BIM yazılımları gibi ArchiCAD de bina hakkındaki bütün bilgileri merkezi bir veri tabanında depolar; bir görünüşte yapılan bütün değişiklikler kat planları, kesitler, cepheler, 3 boyutlu modeller ve malzeme listelerine kadar her şeye aktarılır.

Şekil 2.11'te ArchiCAD yazılımının kullanıcı arayüzü görülmektedir.



Şekil 2. 11. ArchiCAD Arayüzü [12]

ArchiCAD'in bazı özellikleri:

- Mekân içerisinde sanal gezi yapabilmek imkânı sunarak, gün içerisinde istenilen zamanlarda güneş ışığının odayı nasıl etkilediği görülebilir.
- Binayı oluşturan tüm elemanları takip eden bir 3 boyutlu dijital veritabanı kullanarak, yüzey alanı ve hacmini; ısıyla ilgili olasılıkları; oda tanımlarını; fiyatları; özel ürün bilgilerini; cam, kapı ve bitirme planlarını bilgiyi işlenebilir kılar.
- Uzman bilgisi gerektirmeden sunum araçlarından faydalanılabilir ve sanal gerçeklik sunumları ve animasyonları doğrudan ArchiCAD'de üretilebilir.
- İnşaat için gerekli belgeleri ve dosyaları otomatik olarak veri tabanından elde edilebilir.
- Etkileşimli eleman programları ve malzeme listesi üretilip ve bunlar her

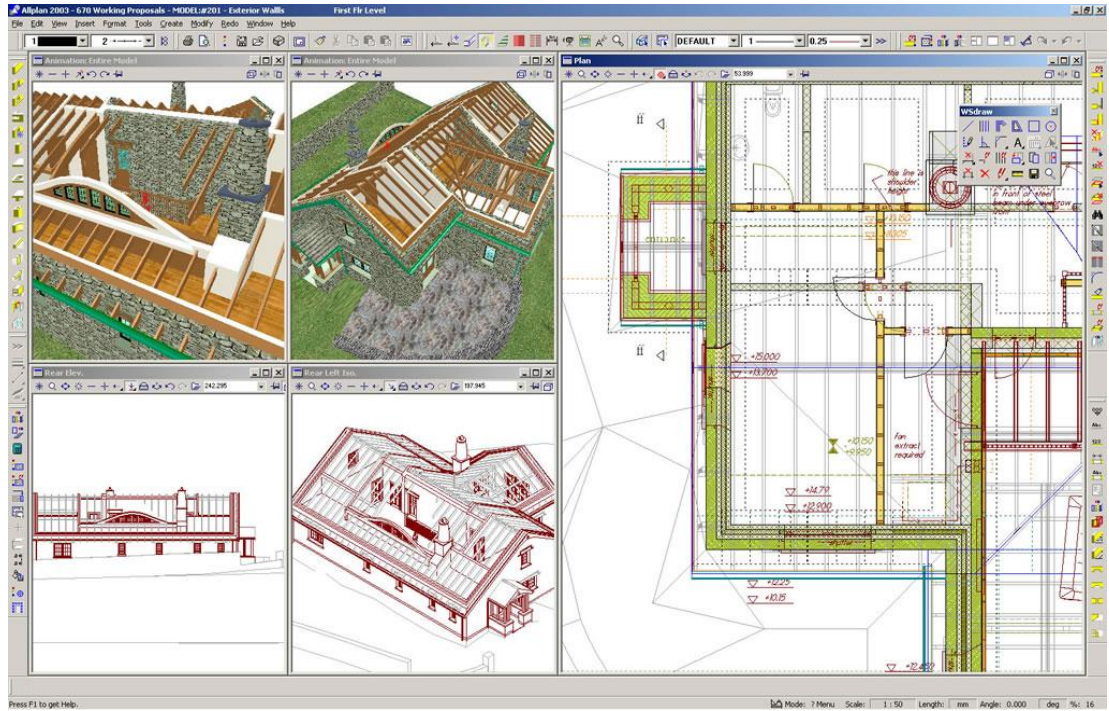
zaman bina modelinin mevcut durumunu yansıtılır. Ayrıca boyutlar hem otomatik hem de ilişkiseldir. Bunun yanısıra otomatik etiketleme ve geliştirilmiş detay araçları çizim işlerini kolaylaştırır.

- Veri tabanındaki tüm değişimler otomatik olarak sayfa düzeninde güncellediği için doğrudan bağlantı belge bütünlüğünü sağlar.
- Mimari uygulamalar ve MEP (Mechanical, Eletrical and Plumbing - Mekanik, Elektrik ve Tesisatı) Modelleyicisini 3 boyutlu MEP ağları (kanal sistemi, boru tesisatı ve kablo tavaları) yaratmak, düzenlemek, aktarmak için kullanılabilir ve koordine edebilirler.
- IFC veya doğal dosya formatı aracılığıyla sahip olunan iki yönlü giriş ve çıkış kapasitesiyle mimar ve yapı mühendislerinin aynı veri tabanı modelini kullanmasına imkan verir. Aynı modelde tasarlanmış bir yapı, gerçekleştirilmiş değişiklikleri otomatik olarak yansıttığı gibi gerilim analizlerinde de kullanılabilir.
- Artlantis Render/Studio, Google Sketchup, Cinema 4D ve AutoCAD ile dosya alışverişlerine sağlamaktadır.
- Tüm endüstride bilgi paylaşım taahhüdü IFC sayesinde başka yazılımları kullanan diğer uzmanlarda ArchiCAD'de çalışabilir.

2.8.3 Nemetschek Allplan

1980'lerde Macaristan'da kurulan Graphisoft firmasının BIM tabanlı yazılımıdır. Firma, 2007 yılında büyük bölümünü satın alan Nemetschek Grubu'nun bir parçası olarak faaliyetlerine devam etmektedir.

Bu program obje temelli bir parametrik sistem olup model oluşturarak çalışılır. Çizimin 2D ve 3D hallerini birlikte görebilme ve değiştirebilme, çalışma sırasında eş zamanlı geri besleme sağlayarak tasarım süreçlerine katkıda bulunur. Konsept tasarımından metraja kadar çeşitli olanaklar sunar. Allplan kullanıcı arayüzü Şekil 2.12'te görülmektedir.



Şekil 2. 12. Allplan Arayüz [53]

Allplan'ın bazı özellikleri:

- Çizim araçları akıllı yakalama modları, 2 boyutlu geometrik çizim ve düzenleme komutları ve 3 boyutluya dönüştürülmesi için yöntemler sunmaktadır. Ayrıca akıllı ölçülendirme ve taramaları, tasarımdaki değişikliklere otomatik olarak uyum sağlar.
- DWG, DXF, IFC ve PDF gibi dosya uzantılarıyla veri alışverişini destekler. 3 boyutlu PDF gönderip alma özelliğiyle yapının tamamının veya iç dekorasyonun başkaları tarafından incelenmesi için gönderilebilir. Bu özelliği ile gerçek zamanlı olarak projede gezilebilmesine olanak tanır.
- Friedrich + Lochner (donatı çizimi alınması için) ve ESA PT (SCIA uygulaması ile karşılıklı çalışabilme özelliği için) arayüz ortamlarını içerir.
- Sağladığı çizgi tipi, tarama tipi ve desenle projelerin farklı yazılımlara gerek kalmadan sunum haline getirilmesini destekler. Ayrıca pafta görünüşlerini düzenleyerek ve Word'de bulunan biçim özelliklerini kullanarak yazılar oluşturulabilir. Resim ve fotoğraf dosyaları üzerinde oynanmasına imkân vererek bu verilerin proje dâhilinde kullanılmasını sağlar.
- Akıllı uyarılama modülü kullanarak akıllı yerleşim elemanları tanımlamak ve yerleştirmek, akıllı uyarılama ile yerleştirilen bu elemanlarla ilgili metrajlar almak, yerleştirilme alanlarını yeniden tanımlamak ve alanlara yeni elemanlar eklemek gibi pek çok farklı amaç için kullanılabilir. Özellikle, zeminlere veya cephelere döşenen parkeler, seramikler, granitler gibi malzemelerle ilgili adet, alan, fiyat, kırılan parça boyutları gibi bilgilerin alınması için oldukça kullanışlı bir modüldür.
- Gölge modülüyle 3B modellerin sunumlarına yönelik olarak, ışık kaynağından gelen aydınlatmaların hesap edilmesi ile renkli sunumlar oluşturulmasına yönelik araçlar içerir. Enlem, boylam veya Türkiye'deki ilçe ismiyle zaman belirtilerek gün ışığı canlandırması da yapılarak gün ışığı etütlerine imkân tanır.
- Allplan ile mimari ailedeki modüller kullanılarak oluşturulan yapı modellerinin foto gerçekçi görüntülerini oluşturur.
- İlişkili Görünümler modülüyle planda, cephede, kesitte veya perspektifte yapılan herhangi bir model değişikliğinin, bütün bu görünümlere otomatik olarak yansıtılır.
- Raporların metraj bilgileri, maliyet tahminleri ve özellikleri içerecek şekilde oluşturulması sağlanır. Metrajlar ve grafik sunumlu tablolar otomatik olarak oluşturulur ve maliyet hesaplamaları için direkt Microsoft Excel'e gönderilebilir.

2.9. BIM Tabanlı Yazılımların Getirdiği Yenilikler

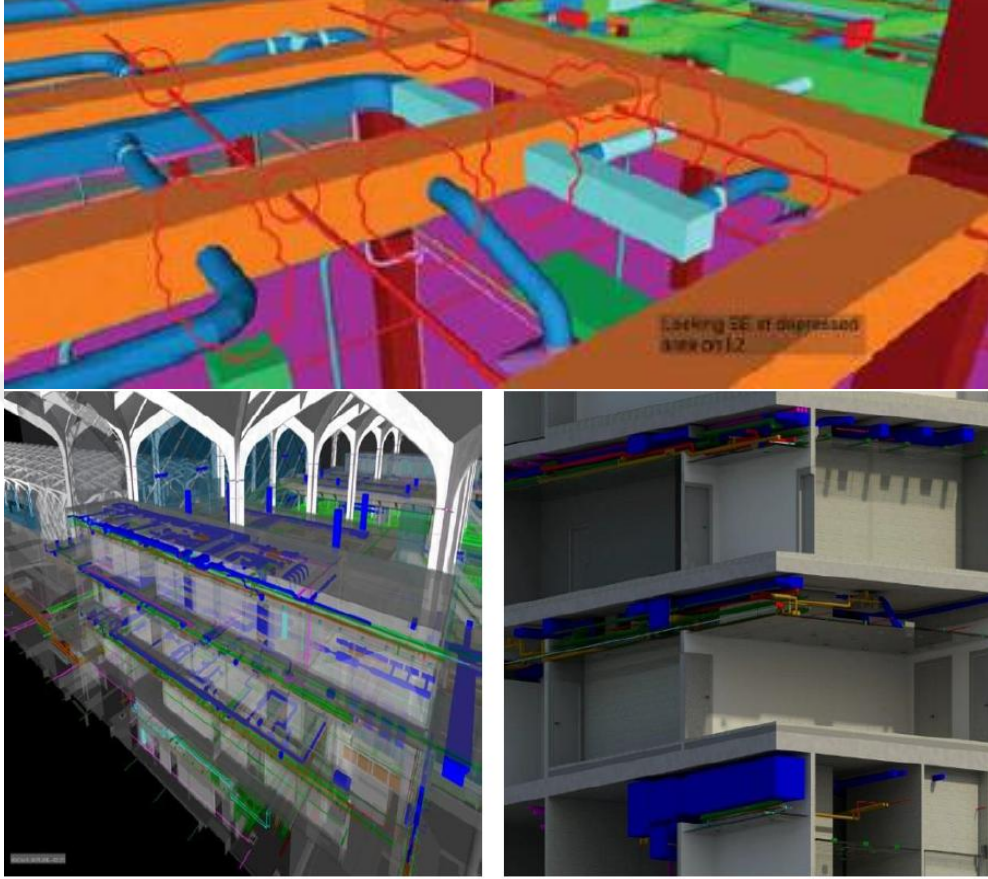
BIM tabanlı yazılımının getirdiği yeniliklerin başlıcaları bu bölümde ele alınmıştır.

2.9.1. Alt Yapı Sistemi Entegrasyon Tespiti

Çakışma tespiti; inşaat alanında imalatların yapım sırası gözetilmeden birbirini engellemesi olarak tanımlanabilir. CAD ile çizilmiş projelerde alt yapı sistem entegrasyonunun yapılması zor olduğundan BIM'in gelişmesinde en önemli etken olmuştur.

Elektrik, mekanik, statik ve mimari projelerinin yapım öncesinde entegre edilmesi, elemanların çakışma tespitlerinin önceden belirlenip, zaman, maliyet ve işçilik tasarrufunun sağlanabilmesi BIM'in tercih sebeplerinden biridir.

Şekil 2.13. deki resimde BIM yazılımıyla çizilen modelde havalandırma ile sıhhi tesisat tasarım hatasını görmekte olup, şantiye aşamasına geçilmeden düzeltilmektedir. Sonuç olarak şantiye sırasında hatasız montaj yapılır. Bu proje CAD ortamında tasarlandığında ise havalandırma ve sıhhi tesisat imalatı şantiye alanında boruların birbirleriyle çakışmasından ötürü yeniden bir işçilik ve ek masraf doğurabilir.

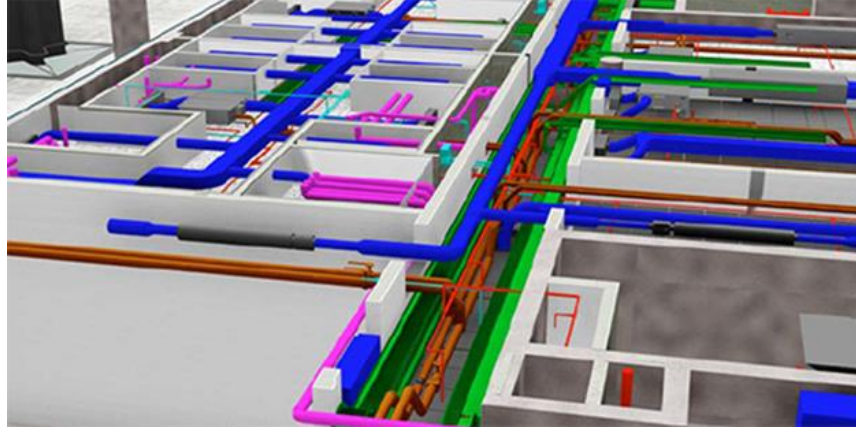


Şekil 2. 13. Revit Çalışmasıyla Yapılan GMW İstanbul Medine Hızlı Tren İstasyon Projesi Mimari, Mekanik ve Statik Projeler Arası Çakışma Tespiti [24]

2.9.2. Birlikte Çalışabilirlik

Tasarımın bir ekip işi olması ve seçilen yazılımın bütün disiplinlerin iletişimini sağlayan bir yapıda olması projeye büyük kolaylıklar sağlamıştır. Yazılımda tüm strüktürün en ince detayına kadar görülüp çözülebilmesi, onlarca dosyaya girip çıkmaktan kurtarmaktadır.

BIM'in en büyük katkılarından biri de mevcut proje dosyası üzerinde farklı disiplinlerde olan kişilerin aynı anda çalışabilmesidir. CAD' le yapılan projelerde bir dosya üzerinde aynı anda bir kullanıcı çalışabilmekte, diğer kullanıcılar "read-only"(salt okunur) çalışabilmekte veya dosyayı farklı kaydederek çalışabilmektedir.



Şekil 2. 14. Koordine Edilmiş Tesisat Sistemi [38]

2.9.3. Tasarım Sürecindeki Değişikliklerin Yönetimi

Tasarım sürecinde alınan kararlarda yapılan değişikliklerin başka hangi kararları ve yapı elemanlarını etkileyeceğini belirlemek son derece önemlidir. (Pektaş ve Pultar, 2006). BIM, yapı elemanlarının birbiriyle ilişkilerini de modelleyebildikleri için tasarım sürecindeki değişikliklerin yönetimi için umut vaatmektedir.

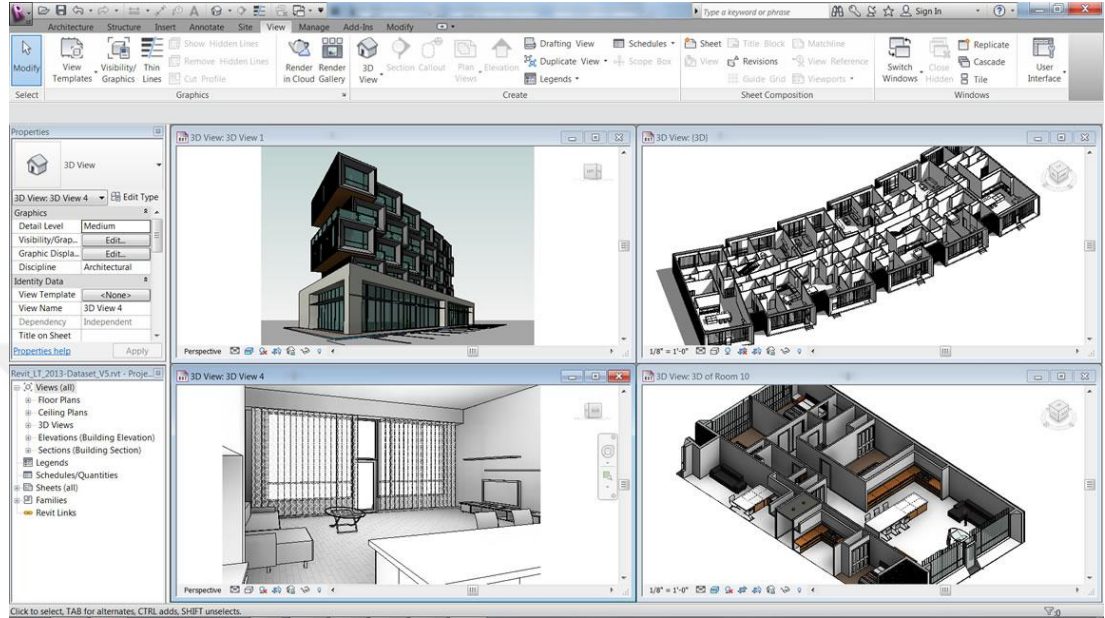
Şekil 2.15. görüldüğü üzere BIM de çok sayıda kullanıcı aynı anda çalışabilmektedir. Zaman ve emek kazancının ötesinde, binayı daha doğru kavrayabilmek ve çözebilmek için daha fazla öge aynı anda oluşturulmakta ve ortaya daha doğru bir ürün çıkmaktadır. Burada, projenin ölçeğine bağlı olarak, doğru işbölümünün yapılması ve farklı disiplinlerin aynı modelde sorunsuz çalışabileceği bir altyapının kurulabilmesi önemlidir. BDT sayesinde tasarım maliyetlerini düşürmek, tasarım sürecini hızlandırmak ve kaliteyi artırmak gibi pek çok faydaları olacaktır.



Şekil 2. 15. BIM'in Bilgi Akışı [41]

2.9.4. Projelendirme Kolaylıkları

BIM tabanlı yazılımların arayüzünün kolay kullanımı sayesinde ekranda 3D, kesit, görünüş, detay veya istenilen çizimlerin aynı anda görülüp, kontrol edilebilmesi için kullanılır. Ayrıca ölçek ayarlamalarını program otomatik olarak yaptığı için de ölçekleme zorlukları ortadan kaldırılmıştır. Etiketlemeler ve pozlamalarla ilgili kolaylıklar da mevcuttur. Pafta düzeni istenilen şekilde tasarlanabilmektedir.

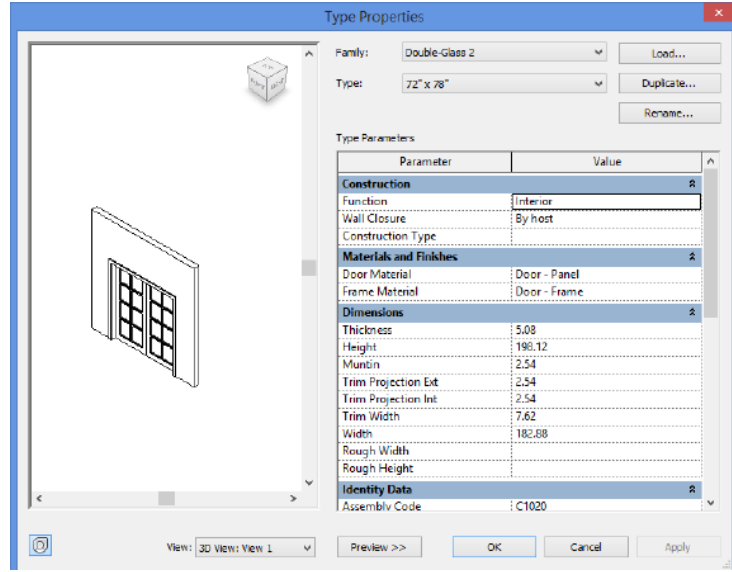


Şekil 2. 16. Yapı Modelinin Kesit, 3D ve Pozlama [54]

2.9.5. Akıllı Nesnelerin Varlığı

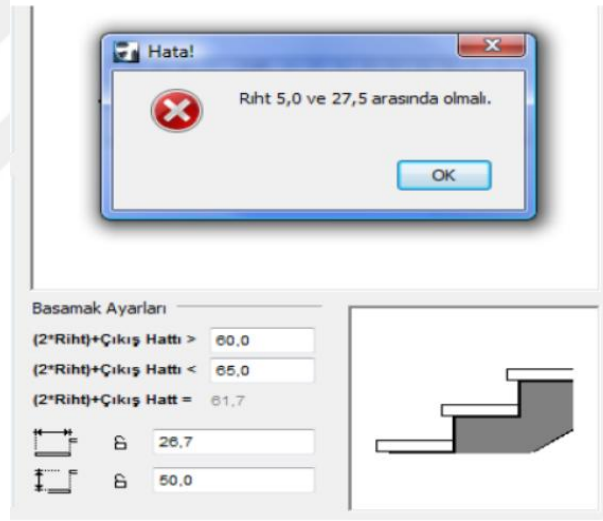
Objeler; tasarım, bina şartnamesi ve farklı koşullar çerçevesinde programlanabilir. Bu kurallar çerçevesinde, objeler akıllı ve kendilerinin ne olduğunu bilerek nasıl bir davranış içinde olacaklarını ve diğer objelerle nasıl bir ilişki içinde hareket edeceklerini bilmelerini sağlar.

Örneğin tasarımcı yükseklik, kalınlık ve malzeme özelliklerini tanımladığı bir duvar yaratabilir. Tasarlanan duvar tipine yapılan ilave ve değişiklikler, üzerinde yer alan objelerin yeni duruma karşılık vermelerine neden olur. Örneğin; tasarlanan duvar hareket ettirildiğinde pencere ve kapı da onunla birlikte hareket edecektir. Üzerindeki nesnelere tekrar taşımaya gerek olmayacaktır. Gerçek dünyadaki nesnelerin özelliklerini taşırlar.



Şekil 2. 17. Revit Bir Kapı Nesnesine Ait Nitelikleri [25]

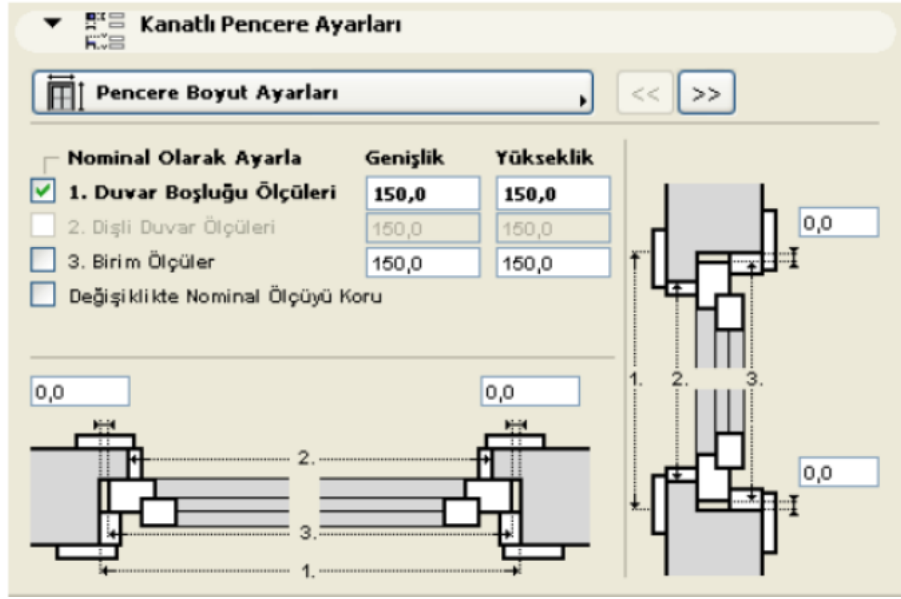
Akıllı nesnelerin bir diğer özelliği ise tasarımcının gözünden kaçabilecek durumlarda yardımcı olabilir. Örneğin; tasarımcı merdivenin riht yüksekliği ve basamak genişliği ergonomik olmayan bir aralığın dışına çıktığında program tarafından uyarı alıyor.



Şekil 2. 18. Girilen Merdiven Riht Değeri İçin Hata Mesajı [42]

2.9.6. Parametrik Nesneler

BIM objeleri parametrik olduğu için az sayıda obje ile sınırsız sayıda yapı elemanı tanımlanabilir. Tasarımcı parametrik objeler üzerinde oynayarak istediği düzenlemeleri yapabilir. Örneğin; objenin konumunu, büyüklüğünü değiştirmek veya köşesini yuvarlatmak için değer bildiren parametreler olabilir. Bu parametreler değerlendirilir ve şekil üzerine uygulanır. Bu sayede tasarım yeniden oluşturulmasına gerek olmaksızın zaman içinde yeniden şekillendirilebilir. Şekiller mevcut parametrelerini değiştirerek veya modele yeni işlemler eklenerek yeniden tanımlanabilir. Ancak şekli yaratmak için uygulanan işlemlere ilişkin, yeniden düzenleme gerekebilecek durumlar için, çoğu kez bir geçmiş tutulmaz.



Şekil 2. 19. Pencere Nesnesi Üzerinde Parametrik Modelleme [42]

2.9.7. Tasarım Bilgisinin Yeniden Kullanımı

Tasarım sürecinde CAD ile çizilen projelerde bilgilerin kaydı tutulmamakta ayrıca bu bilgiler bir sonraki benzer projede kişisel çabalar sayesinde yeniden kullanılabilir.

BIM ile üretilen bilgi, üretildiği anda saklanmayı ve diğer uygulamalarda tekrar kullanılmayı amaçlar. Tasarım bilgisinin çeşitliliği ve değişkenliği düşünüldüğünde bu bilginin saklanıp yeniden kullanılmasının önemi daha iyi anlaşılabilir.

Bu sağlanan dokümantasyon ile yapım için gereken veriler sağlanabilmiştir. Bu veriler yapımı üstlenecek olan firmaların kendi maliyet analizlerini çıkarmalarına da destek olarak teklif verme süreçlerinde daha az hata payı ile çalışmalarını mümkün kılmaktadır. Ayrıca, yapım sürecinin başlaması için gerekli olan çizim ve metraj dökümleri de sağlandığından bu sürecin başlaması için engel kalmamaktadır. Yapılan tüm bu çalışmaların ardından elde edilen yeni türev proje modelin sunduğu veri tabanına eklenerek daha sonra yapılacak benzer çalışmalara yine aynı avantajları sağlamak üzere kullanılmaya açılmıştır.

<Mahal Metraj>						
A	B	C	D	E	F	G
Number	Name	Level	Area	Wall Finish	Base Finish	Ceiling Finish
1	YAŞAM ALANI	Zemin	35 m ²	Sıva + Boya	Lamine parke	Sıva + Boya
2	MUTFAK	Zemin	11 m ²	Seramik	Sıva + Boya	Sıva + Boya
3	ANTRE	Zemin	19 m ²	Sıva + Boya	Lamine parke	Sıva + Boya
4	BANYO	Zemin	11 m ²	Seramik	Seramik	Sıva + Boya
5	YATAK ODASI	Zemin	14 m ²	Sıva + Boya	Lamine parke	Sıva + Boya
6	YATAK ODASI	Zemin	13 m ²	Sıva + Boya	Lamine parke	Sıva + Boya
7	MERDİVEN	Zemin	5 m ²	Sıva + Boya	Lamine parke	Sıva + Boya
8	E. BANYO	Kat 1	8 m ²	Seramik	Seramik	Sıva + Boya
9	BANYO	Kat 1	6 m ²	Seramik	Seramik	Sıva + Boya
10	E. YATAK ODASI	Kat 1	17 m ²	Sıva + Boya	Lamine parke	Sıva + Boya
11	YATAK ODASI	Kat 1	12 m ²	Sıva + Boya	Lamine parke	Sıva + Boya
12	HOL	Kat 1	6 m ²	Sıva + Boya	Lamine parke	Sıva + Boya

Şekil 2. 20. Metraj Listesi [33]

2.10. BIM'in Yapım Projelerindeki Kullanım Alanları

BIM'in getirdiği yenilikler sayesinde kullanım alanları da çeşitlilik göstermektedir (Forbes, 2010; Azhar, 2011.) Bunların başlıcaları ise;

Görselleştirme: Üç boyutlu görüntü alınabilme (3D render) özelliği sayesinde kolaylıkla istenilen görüntü elde edilebilmektedir.

Üretim Çizimleri: Yapı sistemleri için işyeri çizimlerini oluşturmak kolaydır. Örneğin, model tamamlandıktan sonra metal levha boru tesisatı çizimleri kolayca oluşturulabilir.

Otomatik Üretim: BIM dosyalarından elde edilen veriler sayısal kontrollü imalat malzemesine girdi olarak kullanılabilir.

Yönetmeliğe ilişkin değerlendirmeler: İtfaiye ve diğer yetkililer tasarlanan modelin kendileri ile ilgili kısımlarını gözden geçirmeleri için kullanabilirler.

Potansiyel analiz: Potansiyel hatalar, sızdırma ve tahliye kaçakları gibi hatalar kolaylıkla tespit edilebilir.

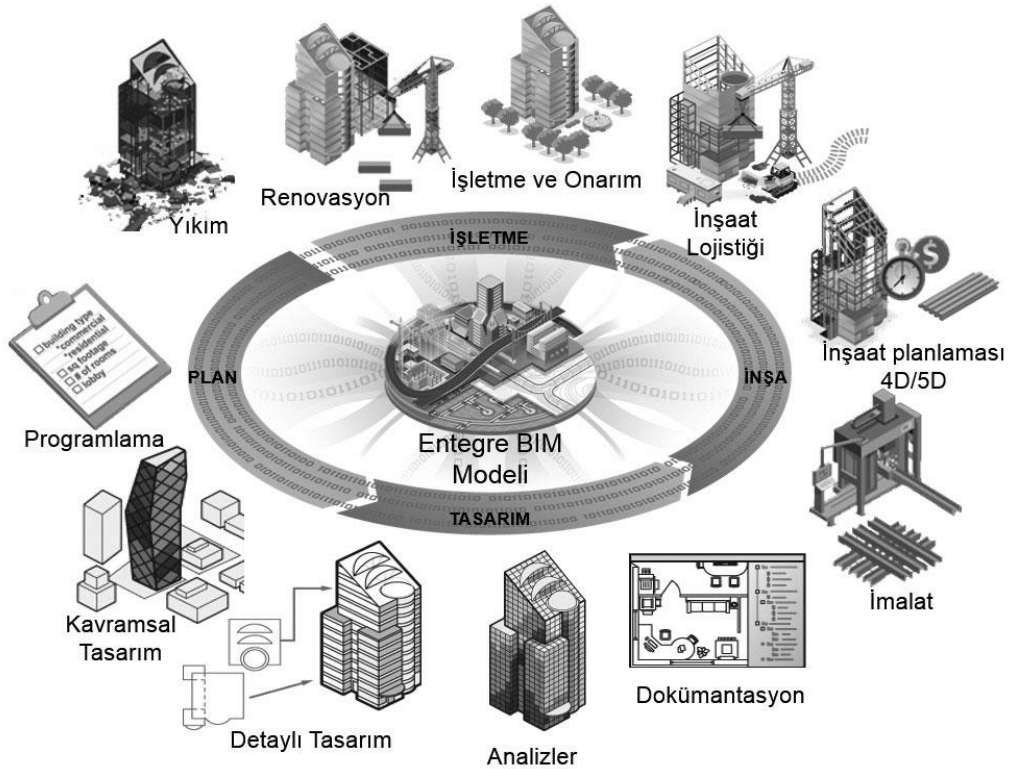
Tesis Yönetimi: Tadilat, mekan planlama ve bakım onarım işlemleri için kullanılabilir.

Maliyet Hesabı: BIM içerisinde maliyet tahmini analizi yapmaya yarayan bir yazılım mevcuttur. Kullanılan malzeme miktarına ve türüne göre model üzerinde maliyet tahmini yapılabilen, gerekli güncellemeler yapıp değişen maliyetler bulunabilmektedir.

Yapımı sıralama: BIM ile malzeme siparişleri, üretim, tüm yapı bileşenlerinin teslim programlaması gibi koordinasyon gerektiren işlemler yapılabilir.

Anlaşmazlık, müdahale, çatışma belirleme: BIM'de tasarlanan proje üç boyutlu olduğu için çakışma belirleme (clash detection) işlemi otomatik olarak yapılır. Bu sayede elektrik, mekanik, mimari projelerde görülen çakışmalar otomatik olarak kontrol edilmektedir. Çakışmaya karşı önlem alınmış olmaktadır.

Revizyon olanağı: yapım projelerindeki hatalı olan veya değiştirilmek istenen kısımların yeniden tasarlanması olanağı vardır.



Şekil 2. 21. BIM Süreçleri [55]

2.11. BIM'in Proje Ekibinin Görevleri

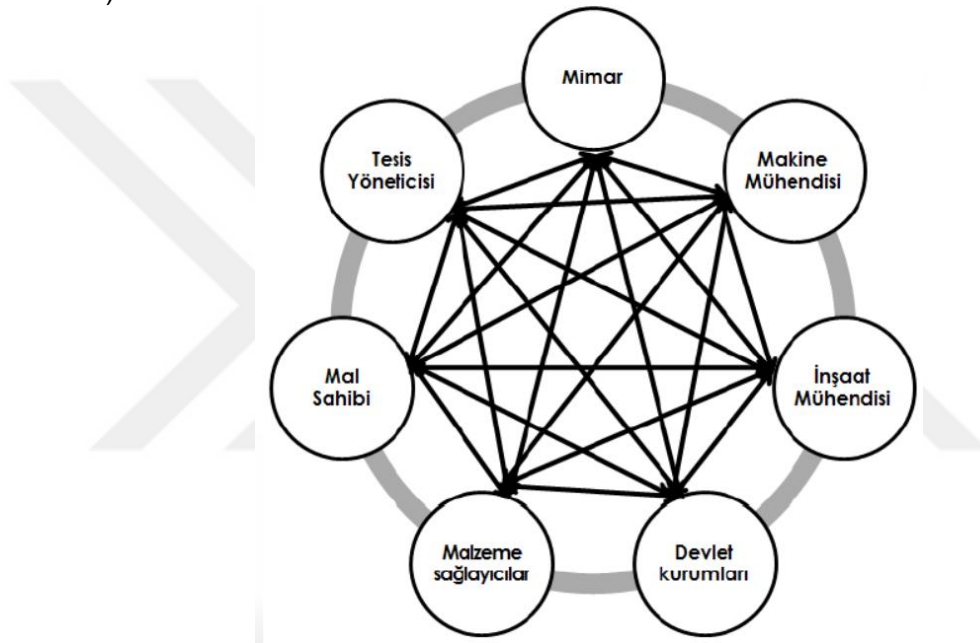
Proje ekip üyeleri:

Mimarlar; tasarımlarını daha efektif bir şekilde modellemek, gerekli dökümanları oluşturmak ve diğer ekip çalışanları için gerekli altyapıyı oluşturmada kullanırlar.

Tasarımcılar; render çizimlerini, animasyonlarını oluşturmak, görsellerini hızlıca alarak işveren ve diğer disiplinlerdeki proje çalışanları ile kullanırlar.

Mühendisler; statik mekanik, elektriksel ve çevresel tasarımlarını modelleyerek sistemin nasıl işleyeceğini değerlendirirler.

Danışmanlar, mühendisler ve mimarlar fiziksel olarak modellenen yapıyı BIM kullanarak oluşturur, bilgiyle donatır, analiz eder, planlar ve test ederler (Hardin, 2009).



Şekil 2. 22. Tasarım Sürecinde Ekip Çalışması [1]

2.12. Yapım Projesi Sürecinde BIM

Yapım projeleri; çok sayıda katılımcının katkısını gerektiren (yükleniciler, alt yükleniciler, işveren, tasarımcı, danışmanlar, malzeme tedarikçileri gibi) projenin niteliğine, büyüklüğüne, bütçesine ve proje teslim sistemine bağlı olarak farklı düzeylerde, karmaşık ve bir defaya mahsus özgün projelerdir. BIM ise yapının tasarımından yıkılmasına kadar tüm ömrü boyunca yararlanılacak bir enformasyon kaynağıdır. Bu bölümde yapım proje süreç aşamalarında BIM kullanımı ve bu kullanım sonucu yarattığı etkiler anlatılmaktadır.

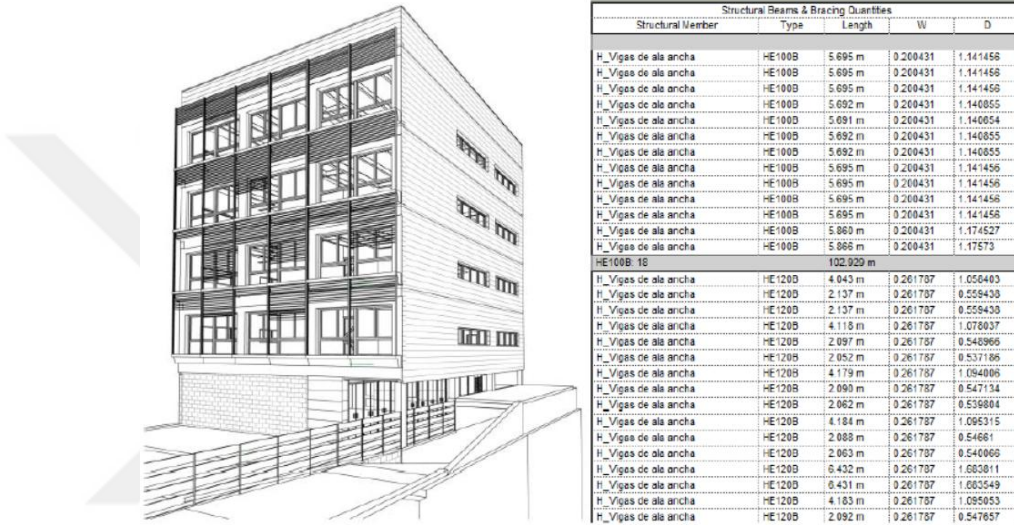
2.12.1. Tasarım Aşamasında BIM

BIM ile oluşturulan model ile tasarım kararları alınıp, karmaşık yapıların hızlı üretilmesine olanak verilmektedir. Benzer geometrilerden yeni tasarım modelleri daha hızlı üretilebilmekte, parametrik parçaların diğer alternatifler veya projelerde de kullanılabilir. Bu parametreler, formüllerle değiştirilebilir ve üretilebilir. (Eastman ve diğ. 2011).

Şekil 2.23 de oluşturulan tasarım, proje katılımcılarının da anlayabileceği şekilde üç boyutlu ve gerçeğin belli bir oranda küçültülmüşü olarak çıktı alınabilir. Alt yüklenicilere yapılacak iş daha hızlı ve kolay anlatılabilir ve iş takibi daha kolay hale getirilmiş olmaktadır.

Tasarım aşamasında hesaplama gibi işler için kolaylık sağlayarak işleri otomatik hale getirmektedir. Bu sayede katların net ve brüt alanları, hacimler, malzeme miktarları ve alan kullanımları hızlıca elde edilebilmektedir.

Sonuç olarak tüm yapı maliyeti kolayca hesaplanabilmekte, veriler analizler için kullanılabilir. Ayrıca yapısal analizler, enerji performansı, akustik analizler, aydınlatma analizleri, termal analizler, yangın, ısıtma soğutma analizleri gibi daha birçok analiz BIM modeli kullanılarak yapılabilmektedir (Reddy, 2011).



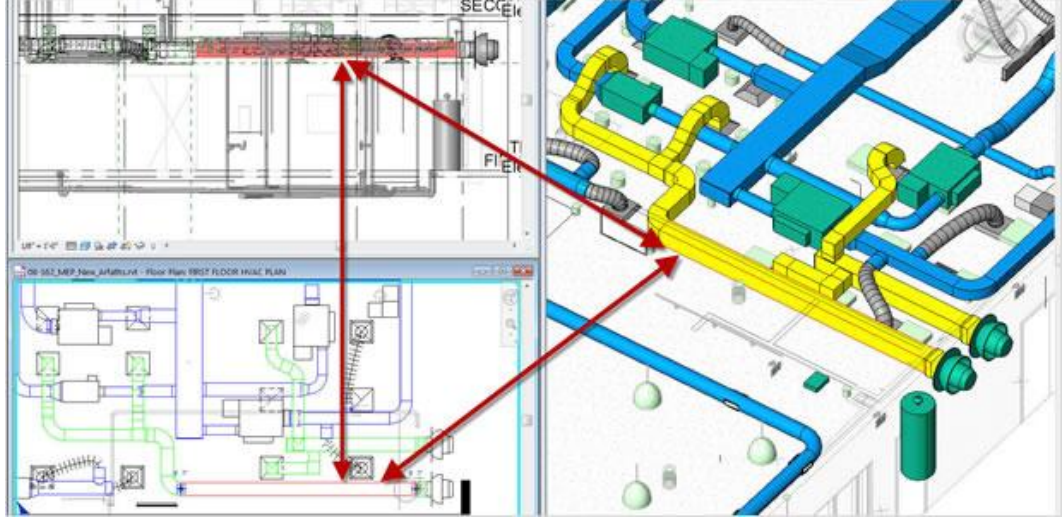
Şekil 2. 23. BIM Modelinin Otomatik Kiriş Hesabı [36]

2.12.2.Yapım Aşamasında BIM

BIM ile çizilen projelerde; daha az iş tekrarı, daha az iş değişikliği, daha az sipariş değişikliği, tasarım hatalarının inşaa öncesi tespiti ve daha az nitelikli işgücü ile sistem inşaa yeteneği sağlanmaktadır.

Yükleniciler ve diğer proje katılımcıları, tasarımın erken aşamasında inşaa ve imalat konuları ile ilgili bilgi alabilmekte ve tasarımın inşaa edilebilirliğinden emin olmaktadır. Kodlara uyum, fizibilite çalışmaları, doğru metraj, yapı kalitesi, inşaat teknikleri ve saha planlaması daha doğru bir şekilde yapılabilmektedir. Ayrıca BIM ile yapının inşaa süresinde hedeflenen zaman planına uygun bir şekilde ilerlemesi sağlanabilmektedir.

Şekil 2.24 deki BIM yazılımın karmaşık geometrik denklemleri çözme ve büyük miktarlarda veri işleme yeteneği ile yapı elemanları arasındaki uzaysal çakışma ve problemleri tespit edilebilmektedir. Böylece inşaat sahada başlamadan önce olası sorunlar, tasarım sırasında ilgili müellif tarafından çözümlenebilir.



Şekil 2. 24. Revit 2D ve 3D Çizim [57]

2.12.3. Yapının kullanımı ve işletilmesi aşamasında BIM

Kullanılan tasarım programı ile modelin, tüm geometri ve ilişkili olduğu bilgiler bir veri tabanında saklanır. Bu veri tabanına desteğe gereksinim duymadan kolayca erişilebilir. Yapının işletilmesi ve yönetimi ile ilgili yazılımlarla doğrudan da bağlantı kurulabilmektedir. BIM modeli yıllar sonra yapı ömrünü tamamladığında yıkım ve dönüşüm işlerinin planlanması ve yönetilmesinde de kullanılabilir. (Weygant, 2011, Deutsch, 2011)

2.13. BIM'in Bütünleşik proje sürecince rolü

Tasarım sürecince katılımcıların fazlalığı ve birbirleriyle olan yoğun ilişkileri bütünleşik proje sistemlerinin gelişmesine ve yaygınlaşmasına yol açmıştır.

Bütünleşik proje kişileri, sistemleri, iş yapım tekniklerini ve uygulamaları, tasarım, imalat ve yapım aşamalarındaki kayıpları azaltarak optimum verim elde etmek için, tüm katılımcıların yetenek ve sezilerini ortaklaşa kullanan bir süreç içerisinde birleştiren bir yaklaşımdır (AIA, 2007).

Ayrıca bütünleşik proje süreci ile anlatılmak istenen bir inşaat projesinin disiplinler arası tüm bölümlerinin (altyapı, üstyapı, elektrik, çevre vs.) hazırladığı projelerin bir arada birleştirilerek teslim edilmesidir. Ortak bir dil oluşturarak, tek bir proje halinde yapı projesinin detaylandırılmasıdır.

Örneğin toplu konut projesinde mimar, inşaat mühendisi, makine mühendisi, elektrik mühendisi, harita mühendis, mal sahibi, işletmeci hatta hukukçu, satıcı ve pazarlamacı projenin tasarım aşamasından tamamlanana kadar birlikte çalışmak, sorunlara makul ve ekonomik çözümler üretmek zorundadırlar.

Diğer örnek ise 29 Ekim 2013 tarihinde hizmete açılan İstanbul Boğazı altından geçen bir tüp tünel projesinde ise çeşitli meslek elemanların birlikte çalıştığı görülmektedir. Batırma tüp tekniği ile proje gerçekleştirilirken balıkların göç yollarının etkilenmemesi hedeflendiğinden projede su ürünleri uzmanları da görev almaktadırlar. Ayrıca bağlantı tünellerinin kazılarında sürekli tarihi eserlere rastlandığı için bu büyük çapta ki projeye arkeologlar, paleontologlar da dahil olmuştur. Aynı zamanda kamulaştırma sorunların çözümü için hukukçuların katkısı da yadsınamaz.

Bütünleşik proje sürecinin temel ilkeleri:

- Bireysel saygı ve güven

Projede işveren, tasarımcı, danışmanlar, yüklenici, altyükleniciler ve tedarikçiler birlikte çalışmanın değerini anlamış olup ve projenin en iyi şekilde sürmesi için uyumlu bir takım gibi çalışırlar.

- Bireysel fayda ve mükafat

Bütünleşik süreç, erken aşmada projeye dahil olmasını gerektirir. Proje için en iyi olanın ödüllendirildiği bir sistem vardır. Bu yüzden işbirliği ve verimliliği desteklemek için yenilikçi yaklaşımlar kullanır.

- Ortak çalışmaya dayalı yenilikler ve karar verme

Katılımcılar arasında düşünceler serbestçe değiştiğinden yenilikler tetiklenir. Bütünleşik projede ise en önemli kararları takım hep birlikte değerlendirir ve kararlar oybirliği ile alınır.

- Anahtar katılımcıların projeye erken katılımı

Projenin ilk aşamalarında katılımcıların bilgi ve deneyimleri en büyük güçtür. Karar verme tüm anahtar katılımcıların bilgi ve deneyimi ile yapılır. Bu sebepten ötürü projenin önemli aktörleri daha ilk andan itibaren projenin içerisindeyler.

- Proje hedef tanımlamalarının erken yapılması

Proje katılımcılarının katılımıyla erken aşamalarda projenin hedefleri belirlenir.

- Yoğun planlama süreci

Bu süreçte planlamaya ayrı bir önem verilmekte ve böylece daha verimli sonuçlar alınmaktadır.

- Açık iletişim

Proje katılımcıları arasında açık, doğrudan, dürüst iletişime dayalı ve takım çalışması odaklıdır. Kişilere sorumlulukları açıkça anlatılır.

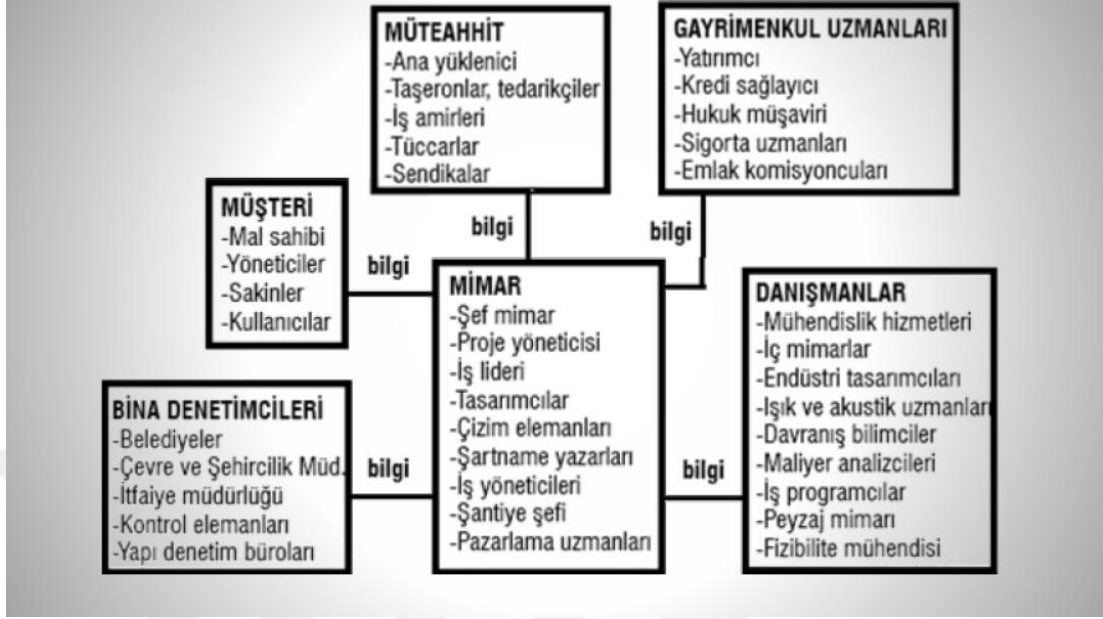
- Uygun teknoloji

Bütünleşik projeler çoğunlukla en son teknolojiyi kullanırlar. Teknoloji bir projenin işlevselliğini, genelliğini ve birlikte çalışabilirliğini maksimize eder. Disiplin ve şeffaf veri yapısına dayalı açık ve birlikte yapılan veri değişiklikleri proje süresince görülmektedir. Teknoloji de bu açıklık ve veri alışverişini destekleyici önemli bir unsurdur.

- Organizasyon ve yöneticilik (liderlik)

Proje takımı kendi doğrularını uygulayan bir organizasyondur ve tüm proje ekibi üyeleri projenin hedefleri değerleri için çalışır. Liderlik takım üyelerinden en etkin olanı tarafından yapılabilir. Genellikle tasarımcı veya yüklenici takım üyelerinin desteği ile takım içi liderlik görevini üstlenir (AIA, 2007).

Sektördeki Paydaşlar ve Birlikte Çalışabilirlik



Şekil 2. 25. BIM ile Bütünleşik Proje Süreci [24]

2.14. BIM ile Bütünleşik Proje Örneği: Flint Global V6 Motor Fabrikası Ek Yapısı (Eastman C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K., 2008)

Proje: Flint Global V6 Motor Fabrikası Ek Binası

Yer: Flint, ABD

Mal Sahibi: General Motors Corp.

Alan: 41,000 m²

Süre: 35 hafta

Mimari-Mühendislik: Ghafari Associates, LLC

Sözleşme Tipi: Tasarla-İnşa Et

Kullanılan Yazılımlar: RAM, RAM Advance, SDS/2, Bentley (TriForma suite ve Project Wise), AutoCAD, Design Series, Quick Pen, IntelliCAD, Navisworks

BIM Alanları: 3 boyutlu BIM işbirliği, karışıklık tespit, nihai belgeler, zamanında üretim, bileşen üretimi

Kaynak: BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors

Flint projesinin tamamlanması için projeyi yapacak firmanın otomotiv imalat fabrikalarının tasarımı konusundaki deneyimi ve BIM teknolojilerinin kullanımı göz önünde bulundurulmuştur. Kısıtlı zaman dilimi olmasından dolayı sonuca en kısa zamanda ulaşabilmek için "tasarla ve inşa et" yaklaşımını benimsenmiş olup proje süresinin azalması hedeflenmiştir. Ghafari Associates LLC; mimari ve mühendislik işlerinin sorumlusu olarak belirlenmiştir.

Bu yapım sürecinde BIM'den daha verimli olarak yararlanabilmek için şu görevler tanımlanmıştır:

- Proje de görev alan çalışanlar, BIM'in yararlarını optimize etmek üzere sayısal modellemeyi benimseyeceklerdir.

- Ortaklar ve kurumlar arası işlemlerdeki gelişmenin olumlu etkilerini tüm proje çalışanlarının BIM araçlarını kullanması sağlanacaktır.
- Alt Yükleniciler ise 3 boyutlu modellerini sürekli revize etmeli ve BIM döngüsüne bilgi olarak girmelidir.
- Asıl zorluk olarak, yapı modelinin paylaşılması ve nasıl yapılacağına ilişkin tüm proje katılımcılarına aktarılması olarak tespit edilmiştir.

Otomotiv endüstrisi, imalat sektöründe kendini kanıtlamasıyla yeni BIM teknolojilerinin kullanılmasına elverişli bir ortam içermesini sağlamıştır. Mekanik parçalar için geliştirilen parametrik modelleme daha ileri bir seviyede olduğu düşüncesinden yola çıkarak General Motors (GM) tüm iştiraklerini, BIM teknolojisiyle ilişkilendiren yeni bir proje teslim sistemini yürürlüğe koymuştur.

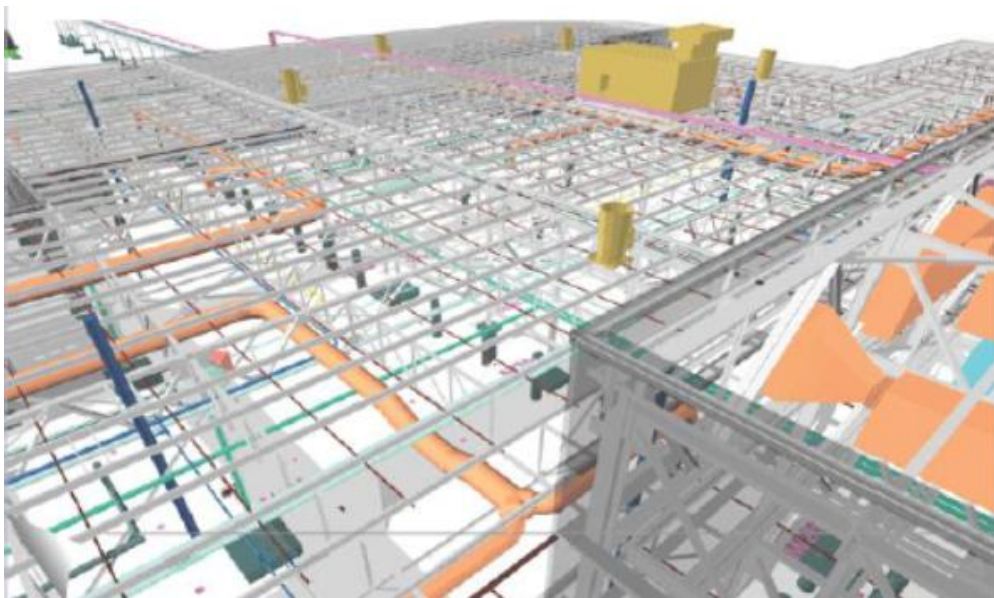
2.14.1. Proje ve Proje Grubu

2000 yılında yapılan 71 bin metrekarelik alana sahip olan Flint Güney Bölgesinde bulunan Motor Fabrikası'na 2005 yılında ek olarak yapılan 41 bin metrekarelik tesis 2006 yılında üretime geçmiştir.

Bu projede hedeflenen amaç, kalitenin korunarak, bütçeyi makul seviyede tutarak, ve inşaat süresinin en aza indirilmesi hedeflemiştir. Yeni ek tesisin tasarım ve inşaatı yaklaşık 35 haftada tamamlanarak %12,5 oranında zaman tasarrufu sağlanmıştır.

Bütün alt yükleniciler, BIM ilişkili teknolojiler kullanan ve başarılı olduğu uzmanlık alanlarından seçilmiştir. Çelik üreticileri, mekanik, tesisat ve endüstriyel sistemleri hâlihazırdaki iş akışlarına BIM'i adapte etmişlerdir.

Yazılım firmalarının eğitimleriyle beraber yürütülen tek bir proje sahasında çalışıldığından dolayı modelleme problemleri ve çıkan sıkıntılar hızlı bir şekilde uzmanlar tarafından çözülmüştür.



Şekil 2. 26. Flint Motor Fabrikası Ek Binası Proje Süreci

2.14.2. Tasarım Süreci

BIM sisteminin kullanılmasıyla, geleneksel iki boyutlu pafta sistemli iş akışını ortadan kaldırmak, birbirini takip eden üç boyutlu iş akışıyla paralel bir düzene geçilmesini sağlamışlardır.

Bununla birlikte yerleşim planlarının çizimleri, çıktı paftalarının alınması ve dağıtılması gibi ek süreler de ortadan kaldırılması ve BIM ile çalışma sürecinde, çakışma tespiti ve ön üretim gibi zaman tasarrufu sağlayan faydalar sağlanmışlardır.

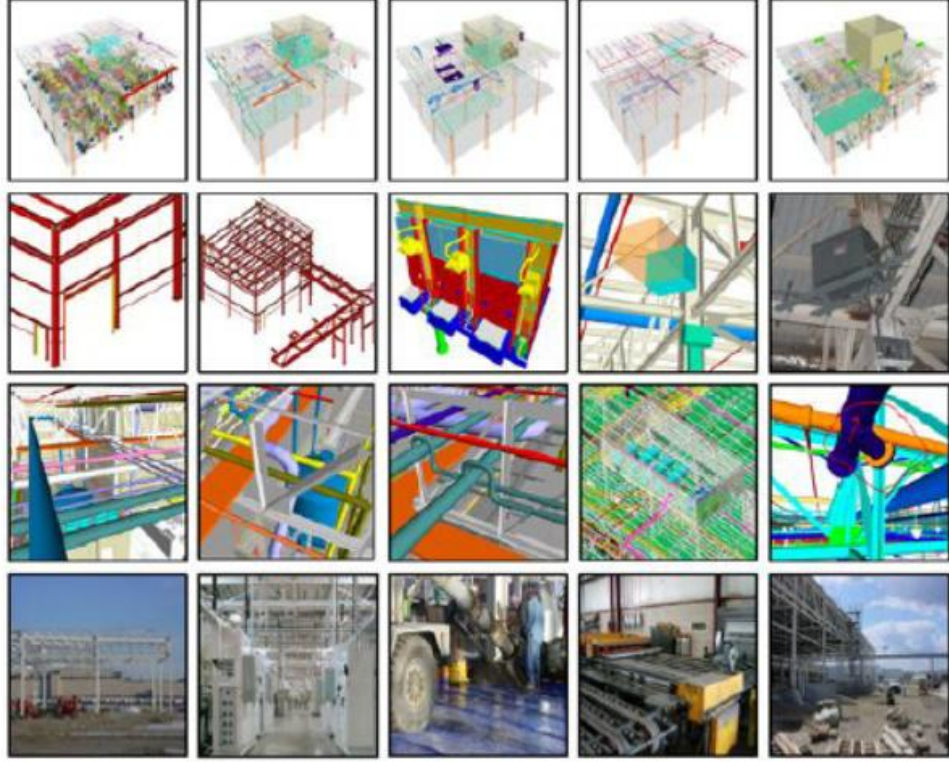
Tüm firma temsilcilerinin katılımıyla gerekli değişikliklerin tespiti ve doğru biçimde uygulanması için BIM modelinin kontrollerinin yapıldığı ve bağlantı ayarlarının düzenlendiği toplantılar düzenlenmiştir.

İlk uygulama projelerinin tamamlanmasıyla mimari-mekanik sistem ve çelik imalatçısı arasında bir süreç tanımlanmıştır. Bağımsız ekiplerin oluşturduğu 3B modeller çelik imalatçısına teslim edilmiş, buna göre imalatçı tarafından kullanılacak elemanların miktarı tespit edilerek imalat detayları modellenmiştir. Mimari ve mekanik uzmanları ise imalatçıdan aldıkları detayları çakışmalara karşı kontrol etmişlerdir. Bu çalışmayla, uygulama modeli üç haftalık sürede tamamlanmış, mekanik, elektrik-tesisat işleri aynı paralelde başlatılarak tasarım ve imalat safhaları bütünleştirilmiştir. Bu süreçte proje grubu, sadece imalat ve uygulama sürecinde çelik nihai paftalarını oluşturmakla kalmamış, aynı zamanda proje sonu nihai çizimlerin yapılması için harcanan zahmet de ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca çelik imalatçısıyla yaşanan bütünleşik üretim süreci ve tasarım çizimlerinin birçok kere yenilenmesi sayesinde yanlış siparişler en aza indirilmiştir.

Mimari bileşenler, taşıyıcı çelik, havalandırma, mekanik donanım, ışıklandırma, kablo rayları, kanallar ve endüstriyel atık ile ilgili tahmini olarak 3000 ila 4000 kadar karışıklık tanımlanmış sonunda çözüme kavuşturulmuştur.

Proje ekibi sanal modellerdeki çakışmaların tespiti için düzenli olarak bir araya gelmiş olup, problemler analiz edilmiş ve sorumlu gruplar tarafından gerekli değişiklikler yapılmış ve bu kararların kayıtları bütün ekiplere iletilmiştir. Birbiri içine geçen alt sistemlerin karmaşıklığı ekibin çözümleriyle engellenmiştir.

Tüm grup üyeleri güncel bilgilere her zaman ulaşabilmiş, projede doğru veri değişimi sağlanmış ve daha şeffaf bir süreç izlediğinden dolayı memnun kalmışlardır.



Şekil 2. 27. Flint Motor Fabrikası Ek Binası Proje Üretim Süreci

2.14.3. İnşaat Süreci ve Proje Yönetimi

Ghafari ve alt yüklenicilerin BIM uzmanlarının katılımıyla dört saatlik görüşme süresince takım güçlendirmesi, beyin fırtınası ve problem çözme gibi teknikler kullanılmıştır.

Bu görüşme esnasında işler tespit edilmiş, olası israfların yok edilerek iş akışını geliştirmesi tartışılmıştır. BIM çalışmasıyla, iki boyutlu çizimlerin gözden geçirilip teslim edilmesi ihtiyacının ortadan kalkmasıyla saha çizimlerinin teslimatını hızlandırmıştır.

İnşaat süresince BIM'in ana faydalarından olan yüksek seviyedeki ön üretim, ve iyi düzenlenmiş bir şantiye sahası olmuştur. İmalatçılar saha gerekliliklerini en aza indirilmiş ve inşaatın başlamasıyla birlikte koordinasyona dayanan bir üretim ortaya koymuşlardır.

BIM sistemiyle oluşturulan 3 boyutlu model ve saha dışı değişikliklere olan ihtiyaç ön üretim ve örgütlenmeyi mümkün kılarak zamanında teslimat kuralları çerçevesince daha belirgin bir ürün siparişi sürecine ve dolayısıyla zamandan kazanılmasına yol açmıştır.

Bu iyi planlanmış süreç sayesinde, çelik yapı inşa işlemi herhangi bir değişiklik yapılmaya gerek duyulmaksızın 35 gün de tamamlanmıştır. Ön üretim ve örgütlü yaklaşım sayesinde havalandırma, mekanik ve elektrik tesisat işleri, inşaat sahasında herhangi fazladan bir iş gerekmeden zamanında tamamlanabilmektedir.

Bu çalışma alanında değişiklikler sayesinde çalışan ve malzeme değişiklikleri en alt seviyede kaldığından saha güvenliği artış göstermiştir.

2.14.4. Deneyime Ait Sonuçlar

Projenin belirlenen zamandan daha erken tamamlanmasının başarısı, ekip içi iyi iletişimin sağlanmasıdır. Proje ekibi uyumlu bir şekilde çalışıp, oluşabilecek olumsuzlukları erkenden ortadan kaldırmıştır.

Proje ekibinin birlikte çalışabilecekleri ve önceki aşamalarda isabetli ve bütünleşmiş kararlar alabilecekleri bir ortam yaratılmıştır. İş akışını bozacak sorunların elenerek proje sıkıntı yaşanmadan tamamlanmıştır.

Tasarım sürecince elde edilen faydaların inşa sürecine sorunsuzca aktarılmıştır. İş akış şemasının yardımıyla sessiz ve düzenli çalışan inşaat alanı ve inşaat alanında herhangi bir malzemenin israf edilmemesi gibi BIM nin avantajları inşaat sırasında deneyimlenmiştir. Bunlarla birlikte az sayıda işçi çalıştırarak inşaat alanındaki güvenlik st seviyede tutulmuştur. BIM sayesinde inşaat süreci boyunca oluşturulan neredeyse hiçbir değişikliğe ihtiyaç duyulmamış, kesin miktar listelemesi sayesinde üretim süresince malzemeden tasarruf edilmiştir.

Proje de dikkatli planlama, stratejik zaman programlaması, st üste bindirilen tasarım süreçleriyle inşa süresinin 5 hafta önce bitmesi sağlanmıştır. Geleneksel proje yöntem süreçleri ile BIM karşılaştırıldığında, Flint projesinde toplam srenin %50 oranında azalabildiğini kanıtlamıştır.

Birinden diğerine net bilgiyi aktarmak, tasarım ve inşa işlemlerini bir noktada buluşturmak için yalın bir yaklaşım benimsenmiştir. Bilgi akışının kesinleşmesi için uygun mekanizmalar kurulmuştur. Özellikle, mühendislik detaylandırma faaliyetleri, inşaat faaliyetlerine göre programlandırılmıştır. Üç boyutlu BIM teknolojisi, basit üretim sistemi, tasarımı ve işlem akış kontrolünü destekleme açısından, iki boyutlu CAD kullanımında ihtiyaç duyulan gereksiz işlemleri elemeye oldukça iyi bir başarım ortaya koymuştur.

Üç boyutlu modelleme kullanarak, yerleşim ve bağlantı için saha içi işleri azaltmak, birçok sistem ve sistem grubunun önceden hazırlanıp dışarıda monte edilebilmesini sağlamıştır. Tesis dışındaki çalışmalar verimliliği arttırmakta, otomasyon çalışmalarına imkân vermekte, sıklık gibi durumlarla karşı karşıya kalınmasını engellemekte, geçici depo işlevi görerek, miktarı öngörülemeyen atık malzeme, hava durumu gibi konularda fazladan sorumluluk ve maliyet getirmesine engel olmuştur.



Şekil 2. 28. Flint Motor Fabrikası Ek Binası [43]

2.15. BIM'in Sağladığı Avantajlar

Tasarım, yapım ve yönetim aşamalarında BIM'in sağladığı kriterler:

- Tasarım aşamasında - tasarım, program ve bütçe bilgilerine
- Yapım aşamasında – kalite, program ve maliyet bilgilerine
- Yönetim aşamasında – performans, kullanılabilirlik ve finansal bilgilerine (Özcan, 2010).

Bu bilgiler, tasarım, karar alma aşamaları, üretim, kullanım ve daha sonra ortaya çıkabilecek problemlerin çözümünde veri olarak kullanılır; bu sayede maliyet, hız ve işgücünden önemli bir tasarruf sağlar.

Yapıyla ilgili verilerin sisteme dâhil olan dijital ortamda saklanıp anında güncellenebilmektedir. Kolaylıkla ulaşılabilmesi sayesinde mimarlar, mühendisler, inşaatçılar ve mal sahibine proje sürecine dair net bilgiler sunarak, hızlı ve doğru karar almada, düşük maliyetli ama daha kaliteli işlerin yapılmasına olanak sağlar.

Yapının güvenilir dijital temsiline dayanarak tasarım kararlarının alınmasında, inşaat planlanmasında da, yüksek kaliteli inşaat dokümanları hazırlanmasında, performans öngörülerini ve maliyet tahminleri yapılmaktadır.

Geleneksel yöntemlerde olduğunun aksine her bir pafta için ayrı ayrı çizim yapılmasını gerektirmez. Birbiriyle koordineli çalışma arayüzü sayesinde herhangi bir bölümde yapılan çalışmanın anında diğer bölümlere yansımalarını sağlayarak plan, kesit ve görünüşlerin eş zamanlı olarak ilerlemesini sağlar.

Çizimlerde ya da tablolarda yapılan değişiklikler yine koordineli bir şekilde bir diğerinde de güncellenerek tutarlılık sağlanır. Bu sayede proje çiziminde kaybedilen zamanı en aza indirerek proje sürecinde verimliliği artırır.

Sağladığı yüksek koordinasyon ve tutarlılık sayesinde projeye ait riskler ve sorunları en aza indirir. Mimarlar, mal sahibi, inşaat mühendisleri, yapı uzmanları, mekanik

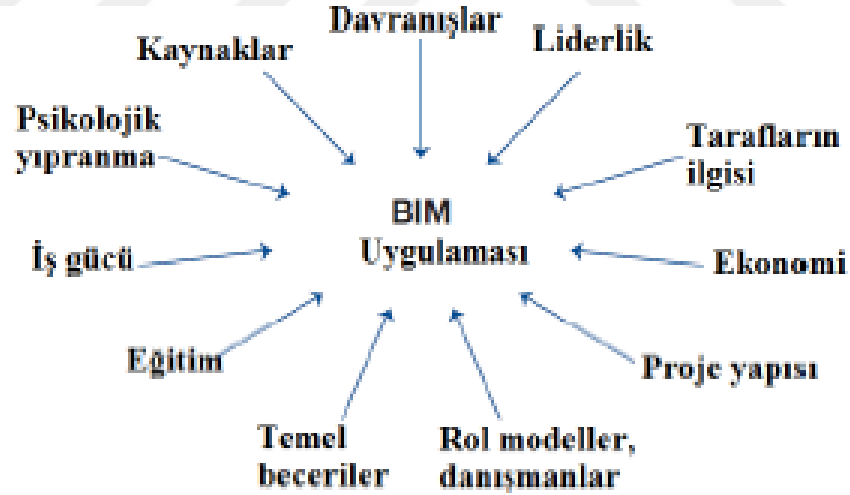
sistem mühendisleri, ve imalatçıların katkıda bulunabilmelerini ve sağlıklı bir bilgi alış verişinde bulunur.

BIM sayesinde müşteriye proje maliyetine, proje sürecine ve kalitesine yönelik daha kesin tahminler sunulabilir. Bilgi paylaşımını en üst düzeyde tutarak müşteri memnuniyetine katkıda bulunur.

Tüm kısımlarının geometrik olarak bütünleşik bir sistem içerisinde modellenbilmesidir. Duvar, zemin, tavan ve çatı bir yapının temel öğeleridir. Bu öğeler ile ön tasarım aşamasında yapının taslağı oluşturulur. Sonrasında yapının geri kalan kısımlarının tasarımına geçilir. BIM ile grafik görünüşlerinin yanında, bu bileşenlerin kendi oluşumları ve özellikleri, kullanım kısıtlamaları, performans durumları hakkında da bilgi elde edilir. BIM sayesinde daha ilk kazık çakılmadan yapının yapım ve test aşamaları yapılabilir (Weygant, 2011).

Günümüzde tasarım süreci tek tek çizgiler ile dikdörtgenler, daireler oluşturup sonra onların üzerine çeşitli semboller koyarak ne olduklarını göstermeden daha ileri bir aşamadır. Bir yapıdaki duvarı çizebilmek için onlarca çizgiyi tek tek çizip sonra onları birleştirerek duvarı oluşturmak yerine, tüm bileşenleri bütün olarak alan, görsel olarak kullanılacak malzeme, renk, kalınlık, boyut gibi özelliklerini tek bakışta görebilmeyi sağlayacak şekilde ve tek parça halinde almak daha üstün bir yöntemdir.

Bu avantajları Deutsch (2011), yapım projelerinde BIM kullanımından elde edilecek sonuçların aşağıdaki Şekil 2.29'de gösterilen faktörlere bağlı olduğunu belirtmiştir.



Şekil 2. 29. BIM Uygulamasının Olumlu Sonuç Vermesinde Etkisi Olan Kuvvetler [57]



Şekil 2. 30. BIM'in Pafta Düzeni [41]

2.16. BIM'in Getirileri ve Zorlukları

Teknolojinin gelişimiyle BIM sistemini duyulan ihtiyaca cevap vermeye başlamasına rağmen, sektörde yaygınlaşması beklendiğinden çok daha yavaş gerçekleşmektedir.

Sisteme yavaş geçişin teknik ve parasal bir konu olmanın ötesinde proje katılımcılarının bilgisayarda modelleme konusunda yeterli bilgiye sahip olmamasıdır. Proje katılımcıları BIM'in olumlu yönleri olduğunu düşünmelerine karşın kullanmayı tercih etmemektedir. Sebebi ise bilgisayar yazılım programları kullanımı konusunda yeterli bilgiye sahip olmamalarıdır. Bu tarz bireyler genellikle kariyerinin başında böyle bir yapı ile karşılaşmamış yaşça büyük kimselerdir. Oysaki BIM meydana gelen problemlerin çözümünde iki boyutlu geleneksel çizim programlarına göre daha hızlıdır. Fakat kullanımının öğrenilmesi için pratik yapılmasının gerekmesi nedeniyle kişiler bunu ekstra bir uğraş olarak görebilmektedirler [57]

Tercih edilmemesinin sebeplerinin başlıca nedenleri aşağıda verilmiştir:

2.16.1. Yapı Sektörünün Örgütlenmesindeki Dağınıklık

Yapı sektörü, proje bazında birbiriyle işbirliği yapan küçük şirketlerden oluşmaktadır. Sektördeki dağınık örgütlenme biçimi, yeni bir bilgi teknoloji uygulanmasına engel

oluşturmaktadır. Çünkü, bu küçük şirketler hem teknoloji değişikliklerinin maliyetlerini karşılayamamakta, hem de kendileri böyle sistemlere geçseler bile birlikte çalıştıkları gruplarla birlikte çalışabilirlik açısından problemler yaşayabilmektedirler.

Teknoloji alanında birkaç kuruluş sektörlerinin liderliğini yapmakta olup, diğerleri ise bu kuruluşların izinden giderek rekabetçi piyasa ortamına uyum sağlamaktadırlar. Yapı sektörünün dağılık örgütlenmesinden dolayı diğer şirketlere örnek olacak lider şirketlerin etkisi de daha az olmaktadır.

2.16.2. Yeni Tasarım Yöntemleri Gereksinimi

Yapı sektörünün içerisinde yeni tasarım yöntemleri geliştirmek bir sorun yaratmaktadır. Bu konudaki direnci kırmak için yapı profesyonellerinin geleneksel olarak kullandıkları yöntemlerin sınırlı oluşunu ve bu yeni yöntemin getirdiği avantajların farkında olmalarını sağlamaktır.

Yapı profesyonelleri bu araçları günlük pratiklerinde kullanmaya çok istekli olduğunda bile bu uygulamalar tasarım süreçlerini yeniden düzenlemek, bu konuda personeli eğitmek, mesleki sorumlulukları ve ücret politikalarını yeniden yapılandırmak gibi gereksinimler doğuracaktır. (Sullivan, 2005)

2.16.3. Yapı Tasarımı Bilgisinin Hesaplanabilirliği ve Mevcut Sistemlerin Sınırları

BIM sistemlerinin başarılı olabilmesi için önemli olan bir konu ise, bu sistemlerin vaadettiklerini ne kadar gerçekleştirebilecekleri, karmaşık bir bilgiler bütünü olan yapı tasarımı bilgisinin ne kadarının sayısal sistemlerde temsil edilebilir ya da hesaplanabilir olduğudur.

Bugünkü teknolojilerle tüm tasarım bilgilerinin tek bir model üzerinde sorunsuz bir şekilde temsili henüz bir hayal gibi görünüyor. Şu anda bu tür sistemler en çok teknik gereksinimleri yüksek fabrika yapıları gibi projelerde tüm verimliliğiyle kullanılmaktadır.

2.17. Bölüm Sonucu

Yapım projelerinin gerçekleştirilmesi sırasında yer alan katılımcılar, ortaya çıkan karar değişikliklerinin ve problemlerin azaltılmasıyla beraber, zaman ve maliyet açısından daha başarılı projelerin ortaya çıkmasını istemişlerdir. Bunun sağlanabilmesi için de ekipler arasında etkili bir işbirliğinin oluşturulması, kullanılacak olan bilgilerin doğru bir biçimde yönetilmesi gerekmektedir. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda gelişen teknolojinin de yardımı ile işbirliğini gerekli kılan ve süreç içerisindeki bütün verilerin yönetimini gerçekleştirmeyi amaçlayan, BIM süreci ortaya çıkmıştır.

BIM süreci içerisinde binanın dijital bir modeli oluşturulmakta, simülasyonlar, enerji analizleri yapılmakta, olası çakışmalar tespit edilmekte ve raporlanabilmektedir. Ayrıca tasarım, proje, planlama, pazarlama, kaynak yönetimi, bilgi paylaşımı, işletme gibi konularda uyum içinde çalışma ihtiyacına bina bilgi sistemleri karşılık verebilecek durumdadır.

Tasarımcıya hızlı ve hatasız tasarım yapma imkânı sunar, yükleniciye maliyet kontrollü devir yapabilme imkânı verir ve müşteriye de sahip olacağı taşınmazın içerisindeki malzeme bilgilerini görsel olarak sunar. Bu sistemin yapı sektöründe

kullanımının artırılması daha güvenilir bir ticaretin yanı sıra, daha şeffaf bir üretimin de oluşmasına katkıda bulunmuştur.

BIM'ın etkin bir şekilde uygulanması; daha kaliteli, yaşanabilir, ekonomik yapılar üretilebilmesinin yanı sıra önemli bir toplumsal fayda da sağlamaktadır. Proje süreci boyunca BIM, verilerin paylaşılmasına imkân sunması bu şekilde bilginin yayılması ve koordinasyonunu sağlamaktadır.





Yazılımların Mimarlık, Mühendislik ve Yapım sektöründeki kullanımı artmakta ve gelişmektedir. Bu kullanım ve gelişim oranının büyüklüğü ülkelerin BIM'e bakış açısı ve geliştirilmesi için sağladıkları katkılarla ve politikalarla büyük orandadır. Ancak Türkiye de ise BIM'in sağladığı faydalar çok çeşitli olsa da, henüz gelişimini tamamlamamıştır. Günümüzde BIM kullanımının arttığı gözlemlense de pratiğe bakıldığında beklenen efektif akışın tam olarak sağlanamadığı gözlemlenmektedir. Bu durumun temelinde kullanılan yazılımların yetersizliği yatmaktadır. Uzmanların kullandıkları birbirinden farklı birçok yazılımın hem ekip içi hem de ekipler arası entegrasyonu desteklememesi, ekipler arası iletişimin belirsiz yollarla yapılan geri beslemelerle sağlanması düşünülebilir. Genel iletişimin düzeninin oturtulmamış olması; yapılan tavsiyeler, çözüm önerileri ve geri bildirimlerin kayıpları, tüm ekiplere koordine şekilde ulaşmamasına, haberleşmenin yavaşlamasına ve ortaya çıkan veya çıkacak sorunların da geç algılanmalarına neden olabilmektedir.

3.REVIT ARCHITECTURE İLE TÜRKİYEDEKİ MİMARLIK OFİSLERİN KULLANIM DENEYİMLERİ

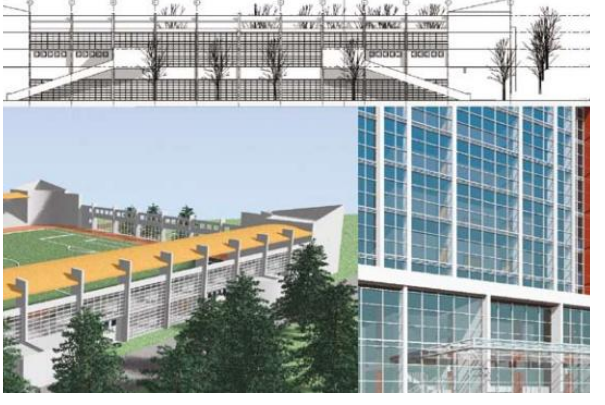


Türkiye'de bina servis projeleri (statik, mekanik ve elektrik tesisat projeleri) genellikle farklı ofis ortamlarında oluşturulmaktadır. Hazırlanan projelerin bir araya getirilip koordine edilmesi esnasında büyük sorunlar yaşanmakta olup, 2D koordine edilmiş olsalar dahi 3D sıkıntılar yaşanmaktadır. Tüm belirsizliklerin çözümleri genellikle şantiye ortamında arandığı için zaman ve para kayıplarına yol açmaktadır. Mimari ofisler; projelerin uyumsuzluğundan kaynaklanan, sorunların çözülebilmesi için bina servis projeleri aynı dili konuşabilen tasarım programlarını kullanmayı amaçlamışlardır. Bu amaca ulaşabilmeleri için Prota şirketinden Autodesk Revit programının eğitimini almışlardır.

Ofislerin eğitim sonrası düşüncelerini ve hangi evrelerde kullanım alanlarına (kavramsal tasarım aşaması, proje çizim aşaması, uygulama aşaması, sunum aşaması, teknik veri depolama ve arşivlenmesi, tesis yönetimi işletmesi) dair açıklamaları www.protabilgisayar.com da röportajda bulunmuşlardır. Bu röportajların açıklamalarını bir çizelgede gösterilmiştir.

Firma Adı	Proje	Resim
BB MİMARLIK Mimar Bahadır BAŞARAN	Kısıklı ve Bulgurlu Villa Bakırpark İş Merkezi- İstanbul Aurispark Alışveriş Merkezi-Şanlıurfa Kiptaş İçerenköy Konutları-İstanbul	 Akofis Park/ Ümraniye- İstanbul/ 2008-2009
YENER MİMARLIK Mimar Gülay BODUR	İlko İlaç Konya	 İlko İlaç / 3.Organize Sanayi Bölgesi- Konya/ 2011
SELCEN MİMARLIK Mimar Cengiz KIR	Romanya Konut Projesi	 Romanya Konut Projesi / Yeni Bükreş- Romanya/ 2008

<p>KORAY YAVUZER MİMARLIK Mimar Koray YAVUZER</p>	<p>250 m2 Kafe 200 m2 Kuaför 500 m2 Villa Projeleri İç dekorasyon</p>	 <p>Bloque 23/ Emirgan-İstanbul/ 2016</p>
<p>GÜZEN MİMARLIK Mimar Dilara KOÇAK</p>	<p>Total Oil Projesi Ankara Danıştay Hizmet Binası Yarışması</p>	 <p>Total Oil Genel Müdürlük/ Ümraniye-İstanbul/ 2007</p>
<p>ACE MİMARLIK Mimar Uğur FURTANA</p>	<p>Kadirli Belediyesi/ Adana/ 2009 Doğa İş Ortaklığı/ İstanbul/ 2009 Ankara Çelik Otomotiv Showroom/2008 İncek Villa/ Ankara/ 2010</p>	 <p>Kadirli Belediye Hizmet Binası ve Kültür Merkez Ulusal Mimari Osmaniye-Adana/ 2009</p>
<p>4E Mimarlık Mühendislik ve Müşavirlik İnşaat Taahhüt Sanayi Ltd. Şti. Mimar Esra KAYGUSUZ</p>	<p>Ordu Merkez TOKİ F tipi Konut Projesi TCDD Balıkesir Gökköy Lojistik Depo ve Vagon Atölye Binası İğdır Üniversitesi Misafirhane Binası</p>	 <p>İğdır Üniversitesi Misafirhanesi/ İğdır</p>

<p>YPU Mimar Güneş GÖKÇEK</p>	<p>Gaziantep Planetarium Binası</p>	 <p>Gaziantep Planetarium Binası/ Kütüphane ve Bilim Müzesi/ 2007</p>
<p>İstanbul Ulaşım A.Ş. Proje Ofisi Mimar Celil YILDIRIM</p>	<p>Şişhane- Mecidiyeköy 11 istasyonluk havaray projesi</p>	 <p>Şişhane – Mecdiyeköy Havaray Avan Projesi</p>
<p>VEN MİMARLIK Y.MİMAR GÜL GÜVEN</p>	<p>Rantaş Alacaatlı Projesi/ Ankara</p>	 <p>Rantaş Alaca Atlı Konut/ Ankara/ 2014</p>
<p>KÜTAHYA SERAMİK Dr.MİMAR PINAR ŞAHİN</p>	<p>Taş Yapı Mashattan Maslak İdea İnşaat Doğa Evleri/ Silivri Selin Evleri ve Soyak Islak Hacim</p>	 <p>İdea İnşaat, Doğa Evleri/ Silivri/ 2012-2014</p>

<p>ARKAD MİMARLIK MİMAR Murat AKPINAR</p>	<p>Bağcılar Stad Projesi/ Bağcılar Gençlik Merkezi Projesi/ Bağcılar Rota Tekstil Ofis Binası/ Güneşli</p>	 <p>Bağcılar Stad Projesi/ Bağcılar- İstanbul/ 2001</p>
<p>SETENART TASARIM MİMAR Bilge BABACAN</p>	<p>Demireller Turizm Tesisleri Zonguldak Karaelmas Üni. Müh. Fak. Binası Kazancı Holding Ankara Şube Binası Konya/ Ereğli Demireller Oteli</p>	 <p>Demireller Turizm Tesisleri/ Ereğli- Konya/ 2008</p>
<p>Era Şehircilik Mimarlık Müşavirlik Ltd. Şti MİMAR Ekim Orhan İSMİ</p>	<p>Garanti Teknoloji Kampüsü Projesi</p>	 <p>Tuzla İş Bankası Kesit Görünümü/ Tuzla- İstanbul/ 2010</p>

Tablo 3.1. Firmaların BIM Sürecinde Çalışmaları[36]

3.15. Bölüm Sonucu

Bu bölümde inşaat firmalarının BIM tabanlı Revit yazılımıyla yaptıkları projelerde elde ettikleri avantajlar belirtilmiştir. Kriterler aşağıda bir sıra dahilinde verilmektedir:

- Firma hakedişlerinin yapılabilmesi için, bütçe gelir gider değerlendirmesi
- İş emirlerinin hazırlanmasında, buna bağlı olarak personel hiyerarşisi, imalat ekibinin hazırlanması,
- İş programının belirlenmesi,
- Her yeni imalatın ve işin süre ve maliyetine etkisinin belirlenmesi,
- Proje yönetiminin tüm aşamalarında yapılan ve yapılacak olan işlemlerin tespit edilmesi,
- Keşif hazırlanması,
- Planlama,
- Stok ihtiyaç ve kontrollerin belirlenmesi,
- Üretilen ve tüketilen raporların hazırlanması,
- Satın alma, ödeme kararları alınması,
- İş programı akış tablosunun belirlenmesi,
- Metraj birim fiyat ve imalat analizlerinin yapılması
- Partnerle olan koordinasyonlarda ve sahada devam eden imalatların tasarımcılar tarafından kontrol edebilme durumunun kolaylaştırılması,
- Statik detaylarının proje üzerindeki ve imalat esnasındaki uyumsuzlukları elektrik, mimari, peyzaj ve mekanik projelerinin yapım öncesi ve yapım sonrası birlikte değerlendirilmeleri ve çakışma tespitlerinin önceden belirlenmesi,
- Zaman, maliyet, işçilik giderlerinin ve kayıplarının en aza indirgenmesi,
- Proje üstünde ve uygulama esnasında istenilen sayıda kesit alınarak en doğru tespite ulaşılması,
- Projelerinde programlama aşamasında işlerinin kolaylaşması ve zaman kazanımı sağlanması,
- Tasarıma üç boyutlu model üzerinden devam edilmesi,
- Tasarım sırasında plan, kesit, cephe görünüşlerin elde edilmesi,
- Kısa zamanda özgür proje yapılabilmesi,
- Menülerin kolay ve pratik kullanılması,
- Yapılan görselleştirmelerin gerçeğe yakın olması,
- Kütüphane yaratmak açısından ara yüzü pratik ve kullanışlı olması,
- Mekânların alanlarını ve hacimlerini hesaplayabilme ile mahal listelerini oluşturabilmesi,
- İnşaat safhalarına paralel çizgideki kullanımı, proje ve uygulama arasındaki birebir uygunluk sağlanması,
- Yapılan değişikliğin metraj listelerine kadar tüm paftalarda güncellenmesi, çok zaman kazandırması.

Sonuç olarak firmalar BIM'i; yapı tasarımı, inşasında israfı ve verimsizliği azaltmak iddiasıyla çıkmış bir modeldir. Birçok firma ve organizasyon yatırımlarının gelir olarak döneceğine dair kanıtların oluşması için "bekle ve gör" taktiğini izlemektedirler. Henüz BIM, proje üretiminde standart haline gelmiş değilse de önünün açık olduğu söylenebilir.



4. AUTODESK REVIT ARCHITECTURE İLE "G VİLLA" KONUT PROJESİ"

2016 yılının Mart ayında müşterinin istekleri ve ihtiyaçları doğrultusunda İstanbul Çatalca bölgesinde yer alan arsaya 3 kattan oluşan bir konut proje tasarlanmaya başlandı.

Modelinin geliştirilmesi sürecinde, Autodesk Revit platformu seçilmiştir. Bilgisayar modelinde, uygulama için gerekli olan plan, kesit, görünüşler gibi çizim dökümlerinin yanında istenilen metrajları ve görselleştirmeler için gereken 3D modeli de sunmaktadır. Yapım sürecinin başlaması için gerekli olan çizim ve metraj dökümleri de sağlanacağından dolayı bu sürecin başlaması için engel kalmamaktadır.

Dokümantasyonlar ile yapım için gereken veriler oluşturulmuştur. Bu veriler yapımı üstlenecek olan firmaların kendi maliyet analizlerini çıkarmalarına da destek olarak teklif verme süreçlerinde daha az hata payı ile çalışmalarını mümkün kılmaktadır.



Şekil 4. 1. "G Villa Konut Projesi" 3D

4.1. BIM ile Mimari Proje

Müşterinin istediği üzerine 1. bodrum kat ortak alan olarak bırakılmıştır. Eve ait bir tesisat odası bulunmaktadır. Bu tesisat odasına hem içeriden hem de dışarıdan kullanım sağlanmaktadır. Evin içerisinde merdiven evi oluşturulup, ayrıca 1.bodrum kattan zemin kata, zemin kattan da 1.normal kata tek kollu merdivenle erişim sağlanmaktadır.

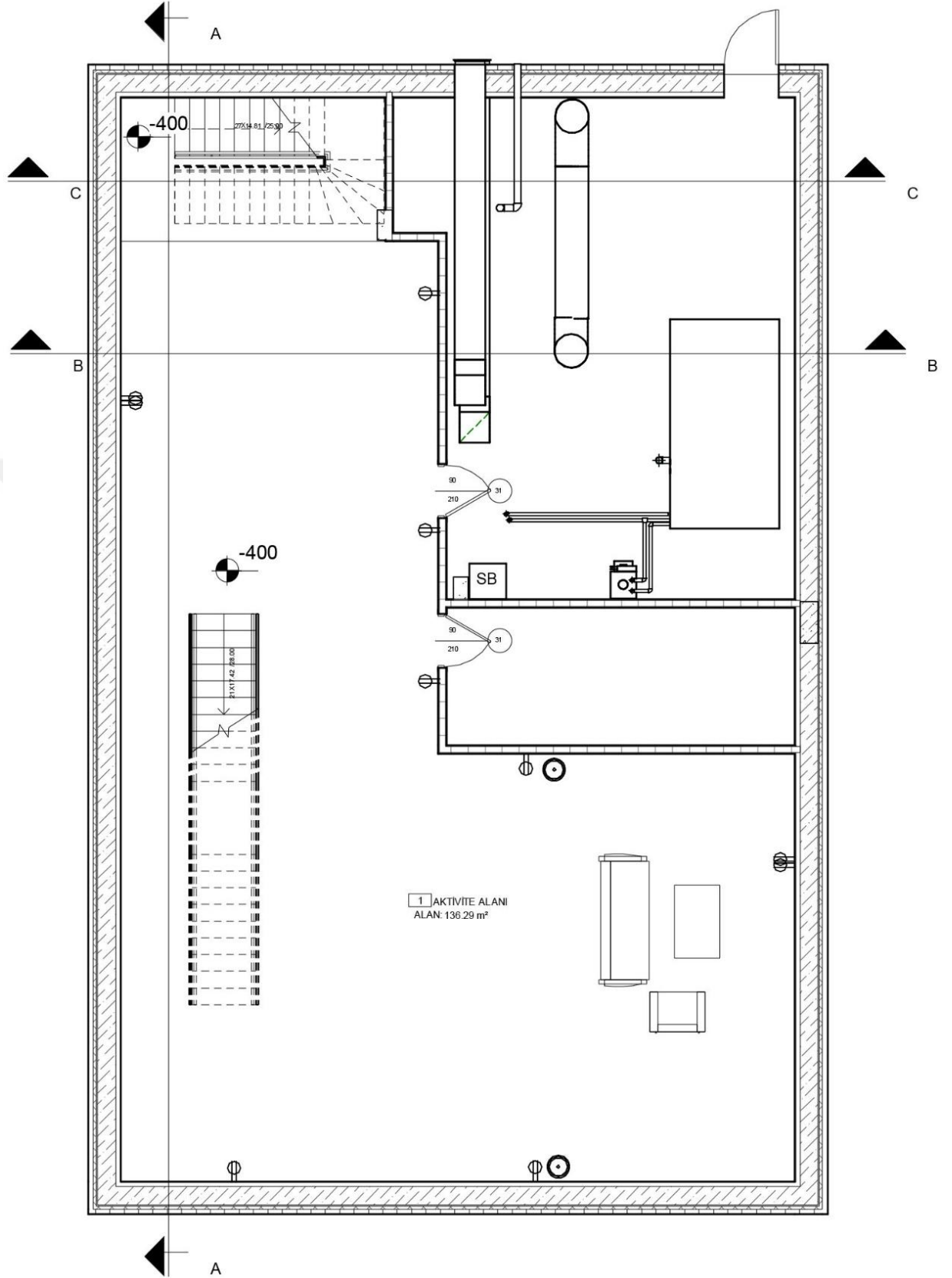
Eve zemin kattan girilmektedir. Bu alanda ders çalışma ve tv izlemek için oluşturulan oturma alanı, bir adet banyo-wc ayrıca açık tipte teras bulunmaktadır. Araba park alanı ve depo olarak kullanılması için de bir mekan bırakılmıştır.

1. Normal katta ise, kapalı mutfak, misafirleri ağırlamak için oturma odası ve yemek odası bulunmaktadır. Ayrıca dışarıya çıkmak için yemek odasından terasa açılmaktadır.

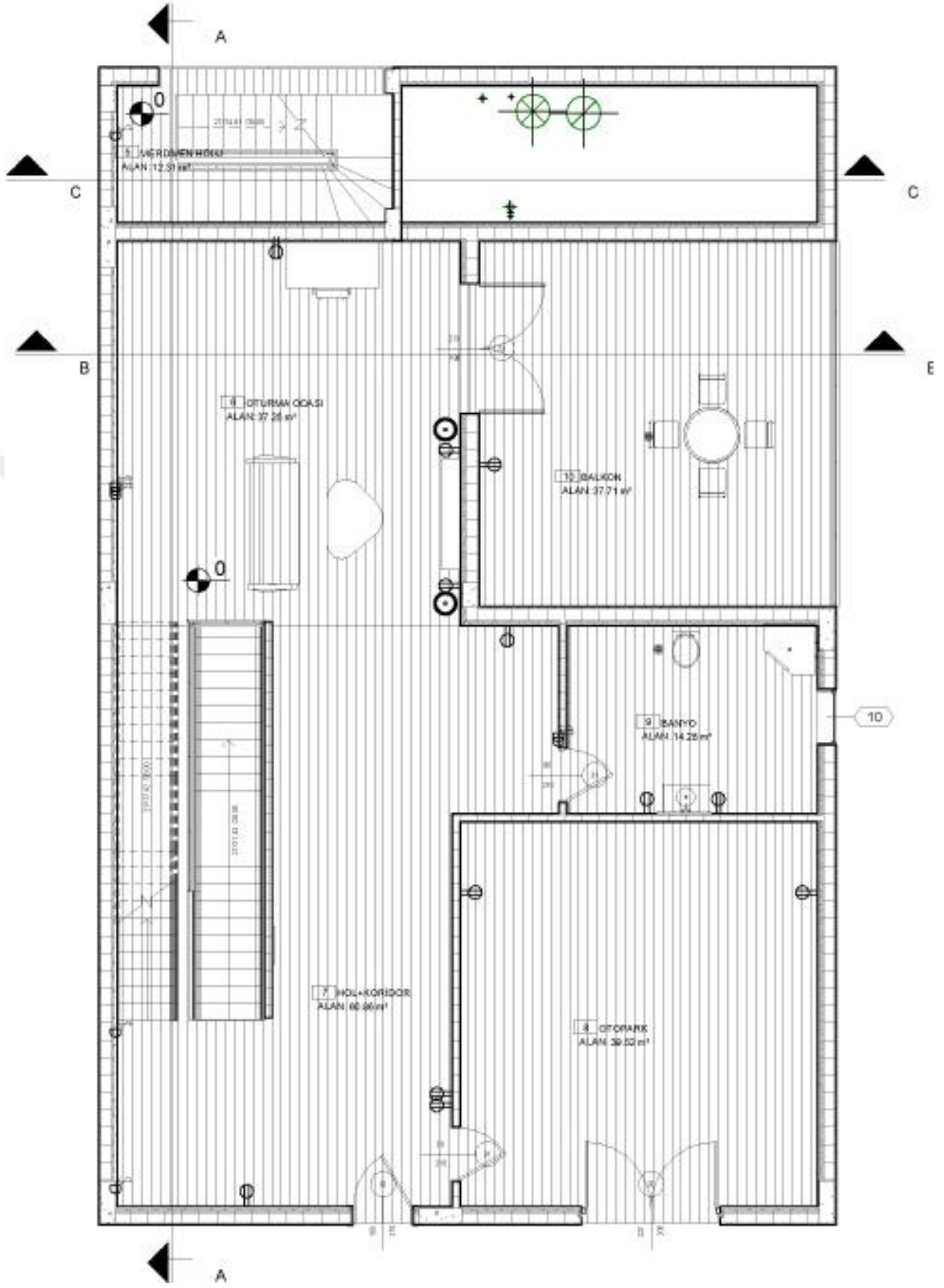
2.Normal kat ise 2 adet çocuk odası, bunlara ait olarak 1 adet banyo- wc ve ebeveyn odası içerisinde kendine ait bir banyo-wc ve balkon bulunmaktadır.

Güney cephesindeki gün ışığından yararlanılması için cam panellerle giydirilmiştir Kuzey cephesi rüzgardan etkilenmemesi için pencere konulmamıştır. Doğu cephesinde ise merdiven evinin doğal ışık alabilmesi için giydirme cephe panelleri kullanıldı.

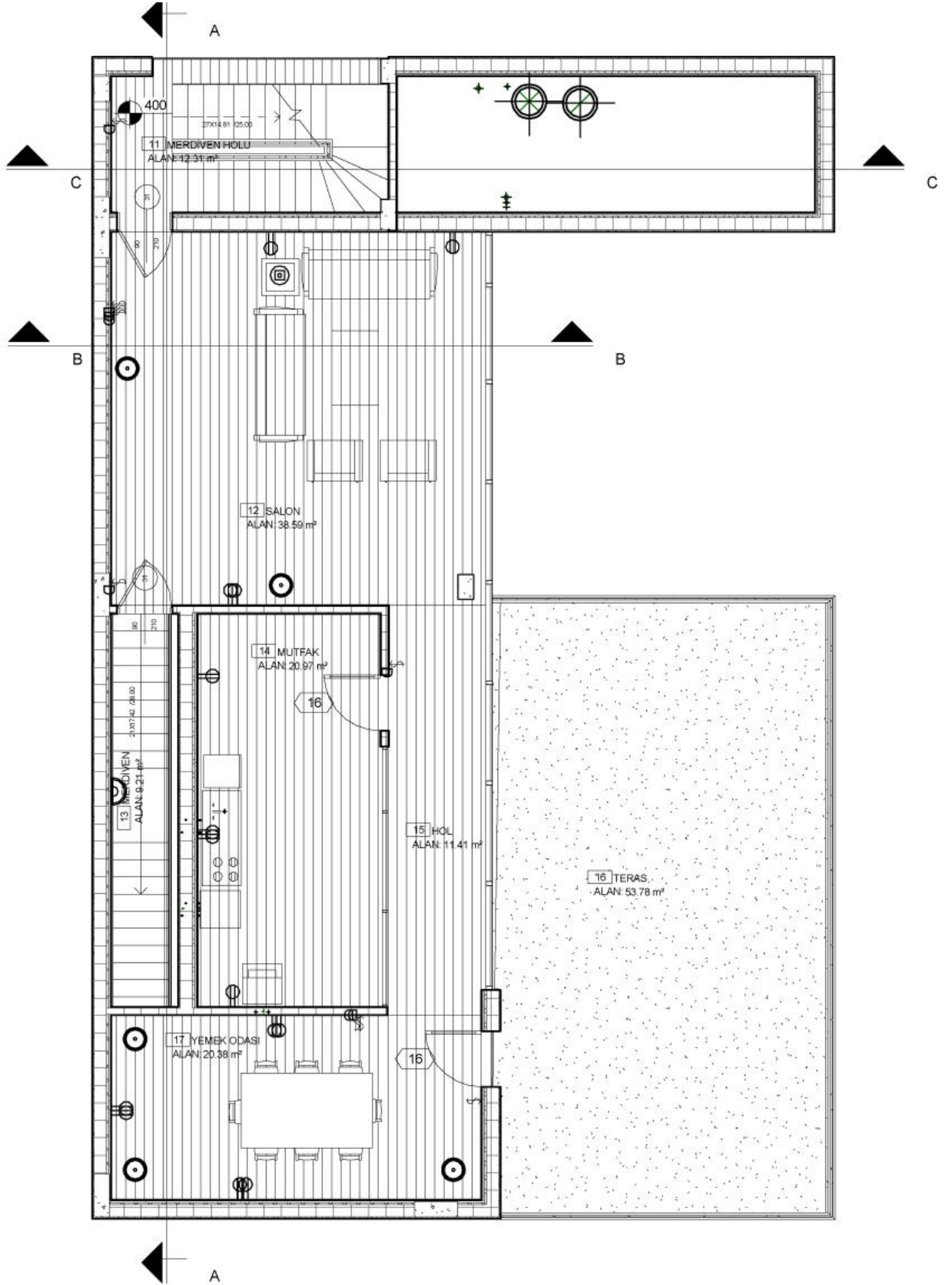




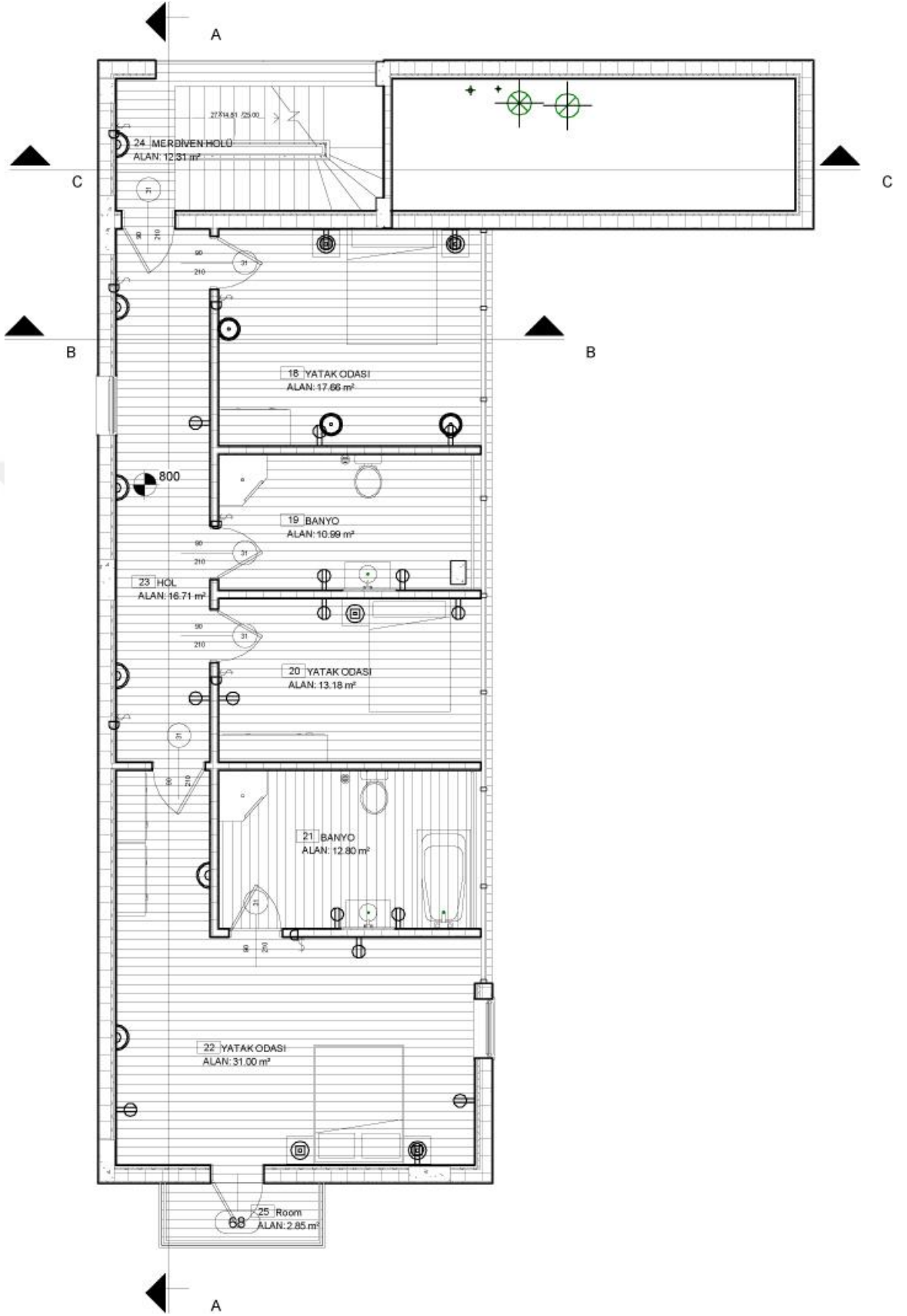
Şekil 4. 2. "G Villa Projesi" 1.Bodrum Kat Planı



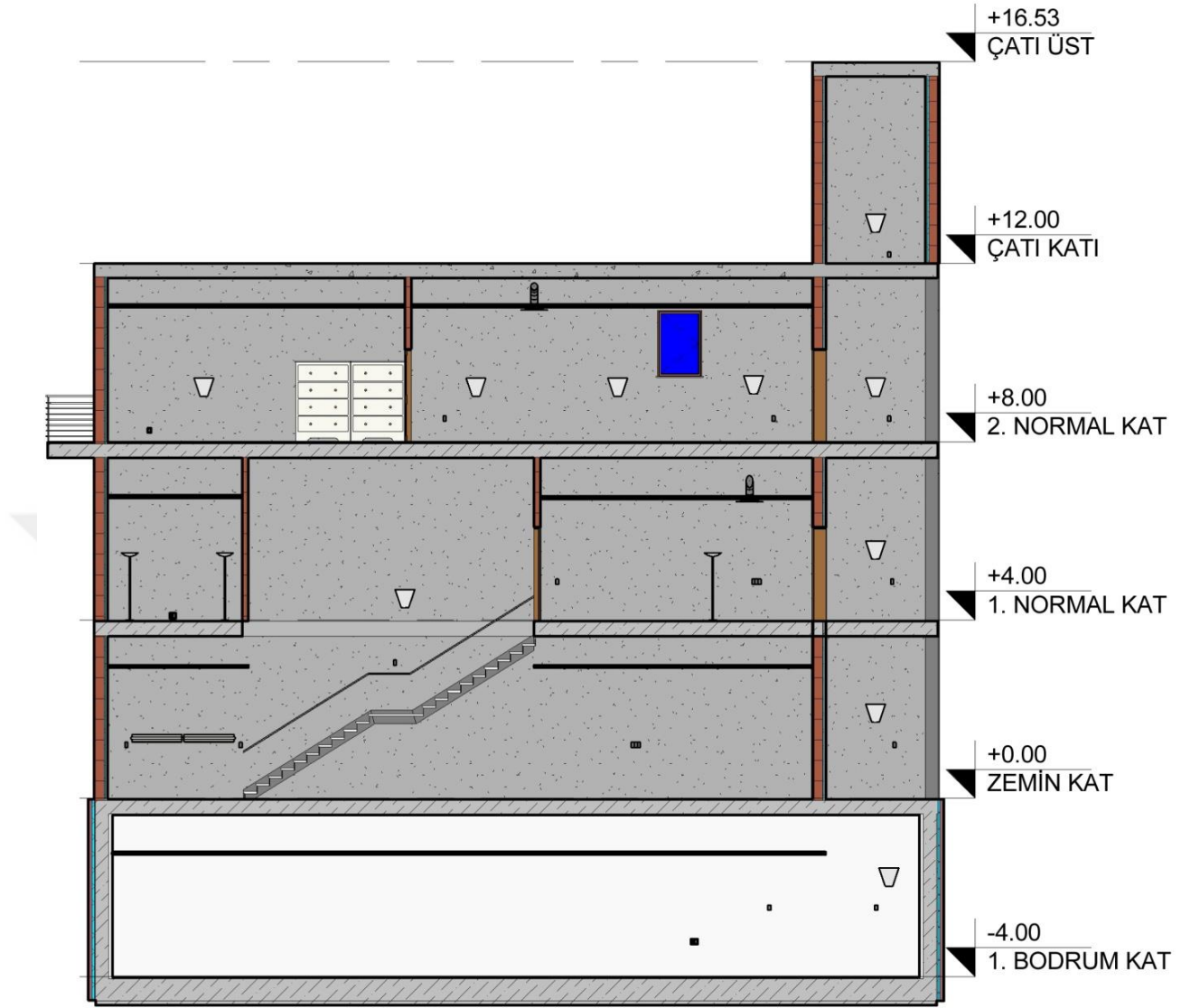
Şekil 4. 3. "G Villa Projesi" Zemin Kat Planı



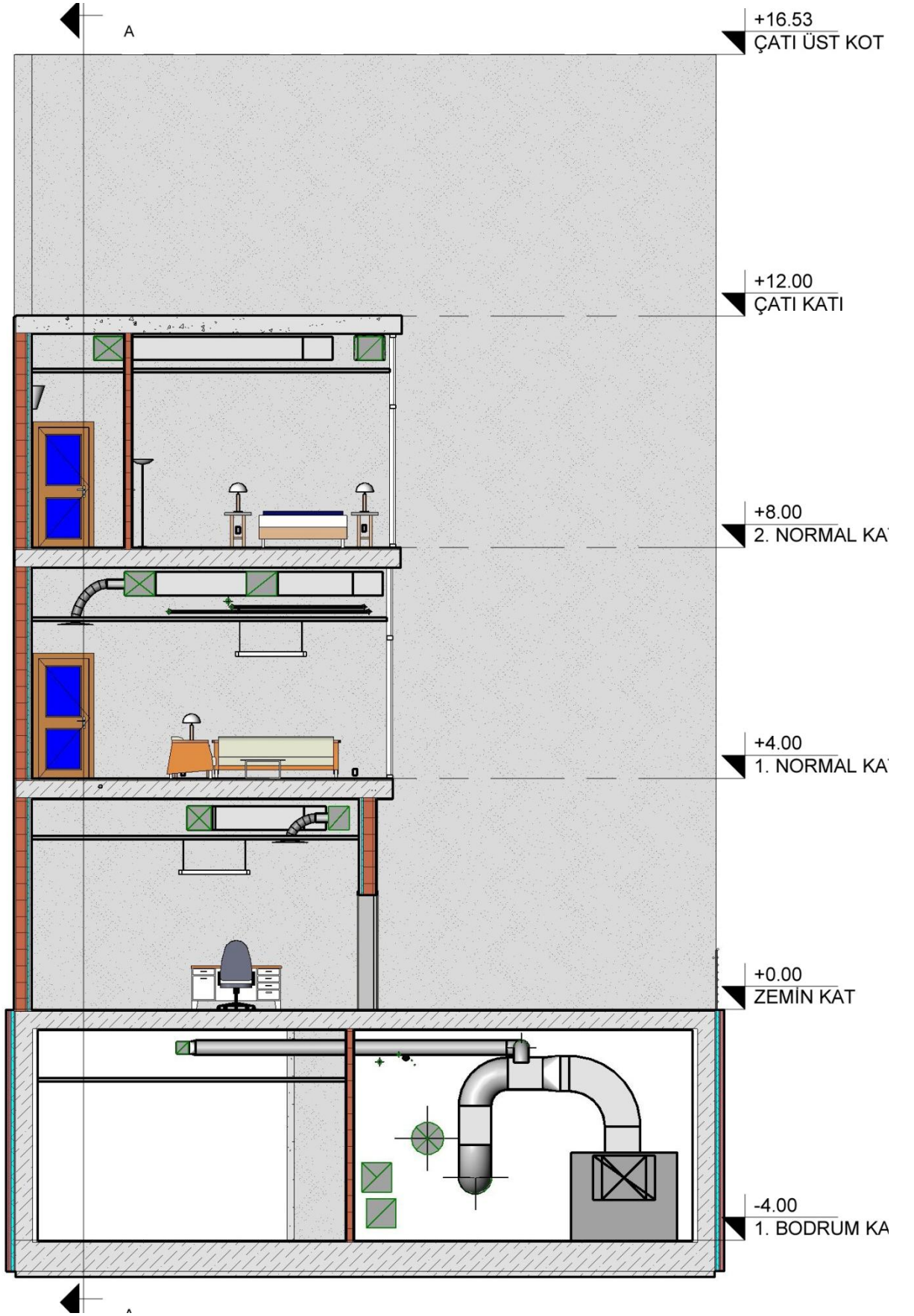
Şekil 4. 4. "G Villa Projesi" 1.Normal Kat Planı



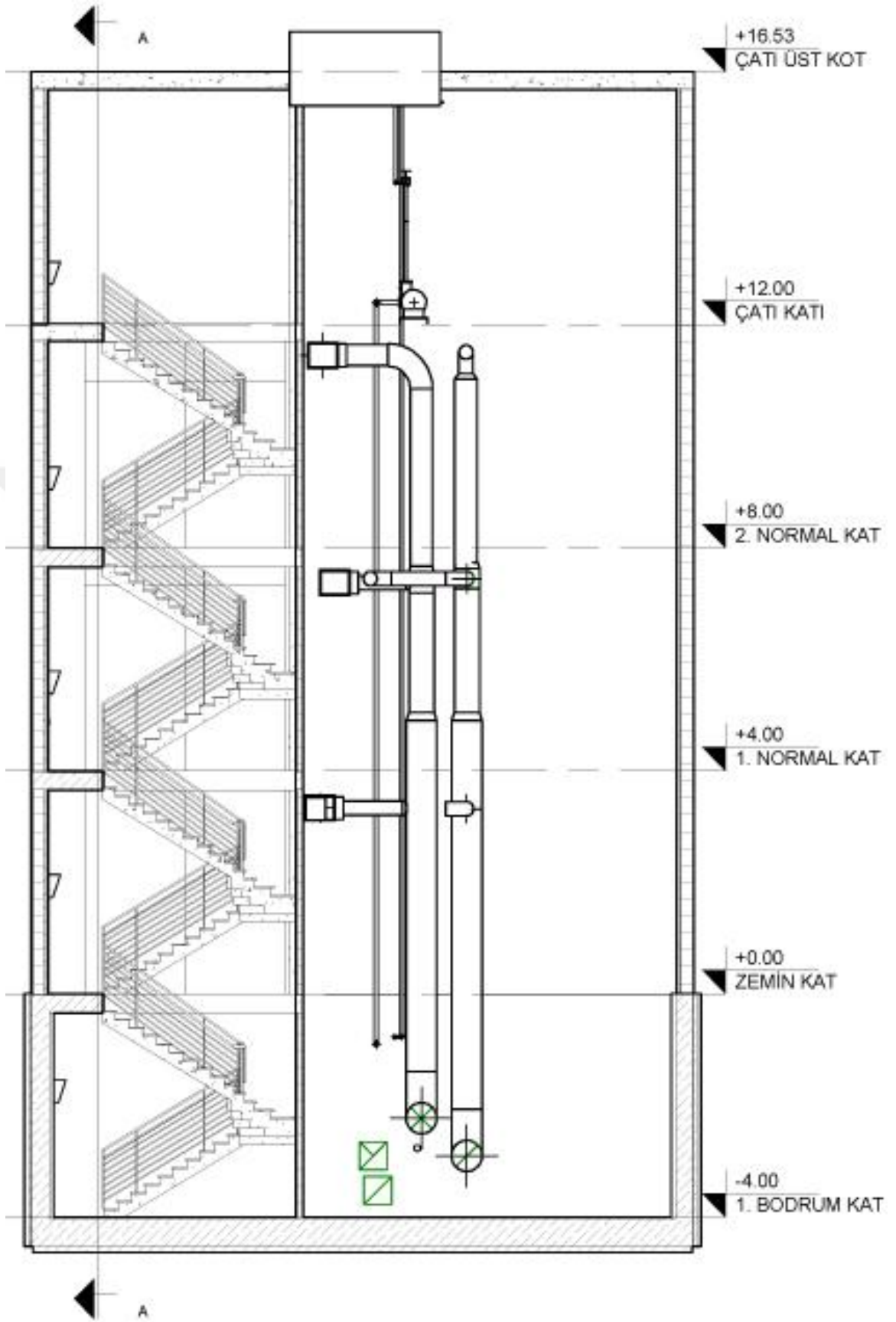
Şekil 4. 5. "G Villa Projesi" 2.Normal Kat Planı



Şekil 4. 6. "G Villa Projesi" A-A Kesiti



Şekil 4. 7. "G Villa Projesi" B-B Kesiti



Şekil 4. 8. "G Villa Projesi" C-C Kesiti

4.2. BIM ile Statik Projesi

Statik projesinde 1.bodrum katta betonarme perde duvarlarla çevrilmiştir. Zemin ve 1.normal katta ise 30x70 betonarme kolonlar yerleştirildi. Evin içindeki erişimi sağlayan merdivenler betonarme olarak yapıldı.Asmolen döşeme olarak tasarlandı.



Şekil 4. 9. "G Villa Projesi" İskelet Sistemi

4.3. BIM ile Mekanik Tesisat Projesi

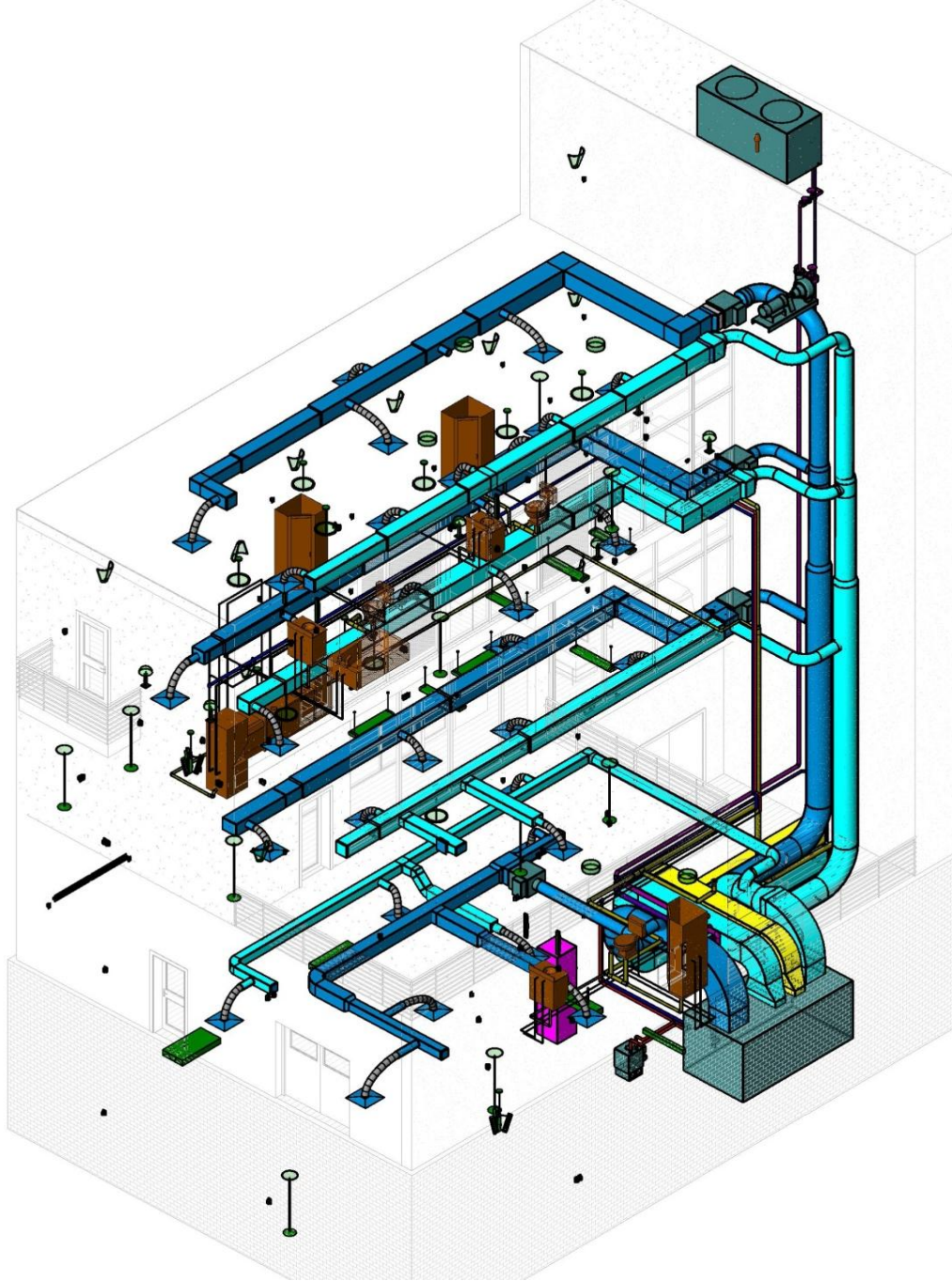
Mekanik projesi çizilirken yapının tüm projeleri (mimari, statik ve elektrik) de dikkatte alınmıştır.

Programın özelliklerinden birisi ise ısıtma ve soğutma yükleri hesabını yapabilecek alt yapıya sahip olduğu için tasarım aşamasında yararlanılmıştır.

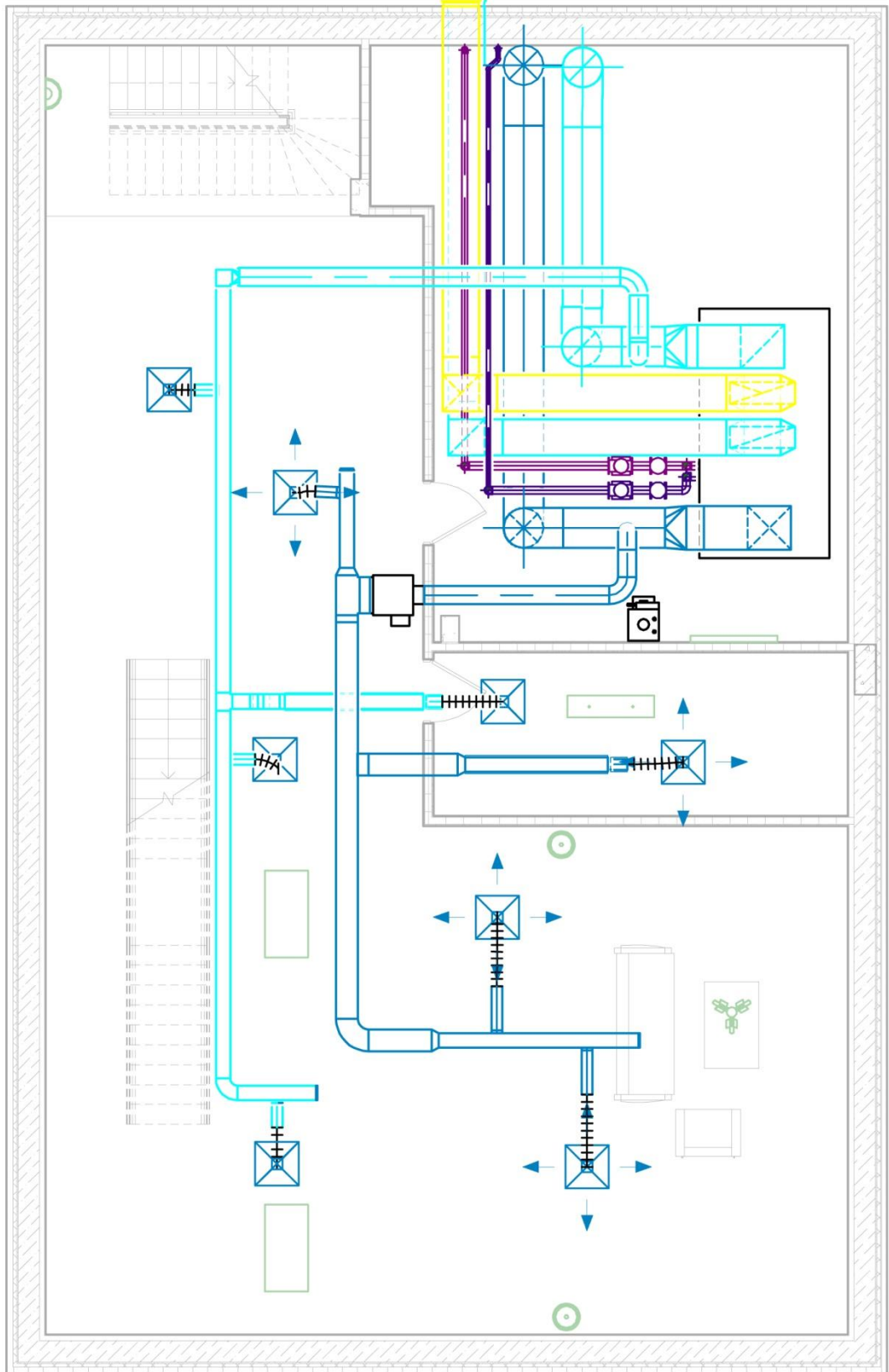
HVAC sisteminin fan ve pompa seçimleri yapılmıştır. Hatlardaki tüm debiler toplanabilmekte, hangi mahal için ne kadar taze hava verilmiş, ne kadar emiş yapılmış görülebilmektir. Verimli HVAC sistemi yalnızca mühendislik işi değil, aynı zamanda disiplinler arası çalışmayı (mimarlık, ekonomi, çevre vb. bilimler) gerektiren bir tasarım problemi olduğu koyulmuştur.

Tesisat shaftının tasarımı ise, dışarıdan kolaylıkla ulaşılabilecek bir yerde olması, tesisat elemanlarının montajı, işletmesi ve bakımı için kolaylıkla içine girilebilecek şekilde boyutlandırılması dikkate alınmıştır. Bu hacim yaşama, depolama ve geçiş hacimi olarak kullanılmaması ve kilitlenebilir olmalıdır. Kapıların genişlik ve yükseklikleri, parçaların taşınmasına müsaade edecek ölçüde olmalıdır. Ters hava akımlarını engellemek için kapılar hava geçirmez şekilde yapılmalıdır. Vantilatör işletmesinde kapılar, artı basınçlı odalarda içeri doğru açılmalı, eksi basınçlı odalarda dışarı doğru açılmalıdır. Sık olarak bakım ihtiyacı gösteren parçaların (örneğin filtreler) önünde, montaj ve demontaj için yeterli genişlikte bir müdahale kapısı bulunmalıdır. Aynı konu santrali oluşturan parçalar arasındaki boşluk için de geçerlidir. Tavana olan mesafede kanal bağlantı boğazının yüksekliğine dikkat edilmelidir. Makinelerin odayı çevreleyen duvarlara mesafesi minimum 0,5 metre olmalıdır. Duvarlar, tavan ve döşeme, temizliği kolaylaştırmak ve toz toplanmasını engellemek için düzgün olarak sıvanmalı, seramik kaplanmalıdır. Buralar yangına dayanıklı olmalı ve yanıcı malzemeler ile kaplanmamalıdır. Aynı konu cihaz gövdesi ve makine parçalarının çerçeveleri, özellikle hava filtreleri için de geçerlidir.

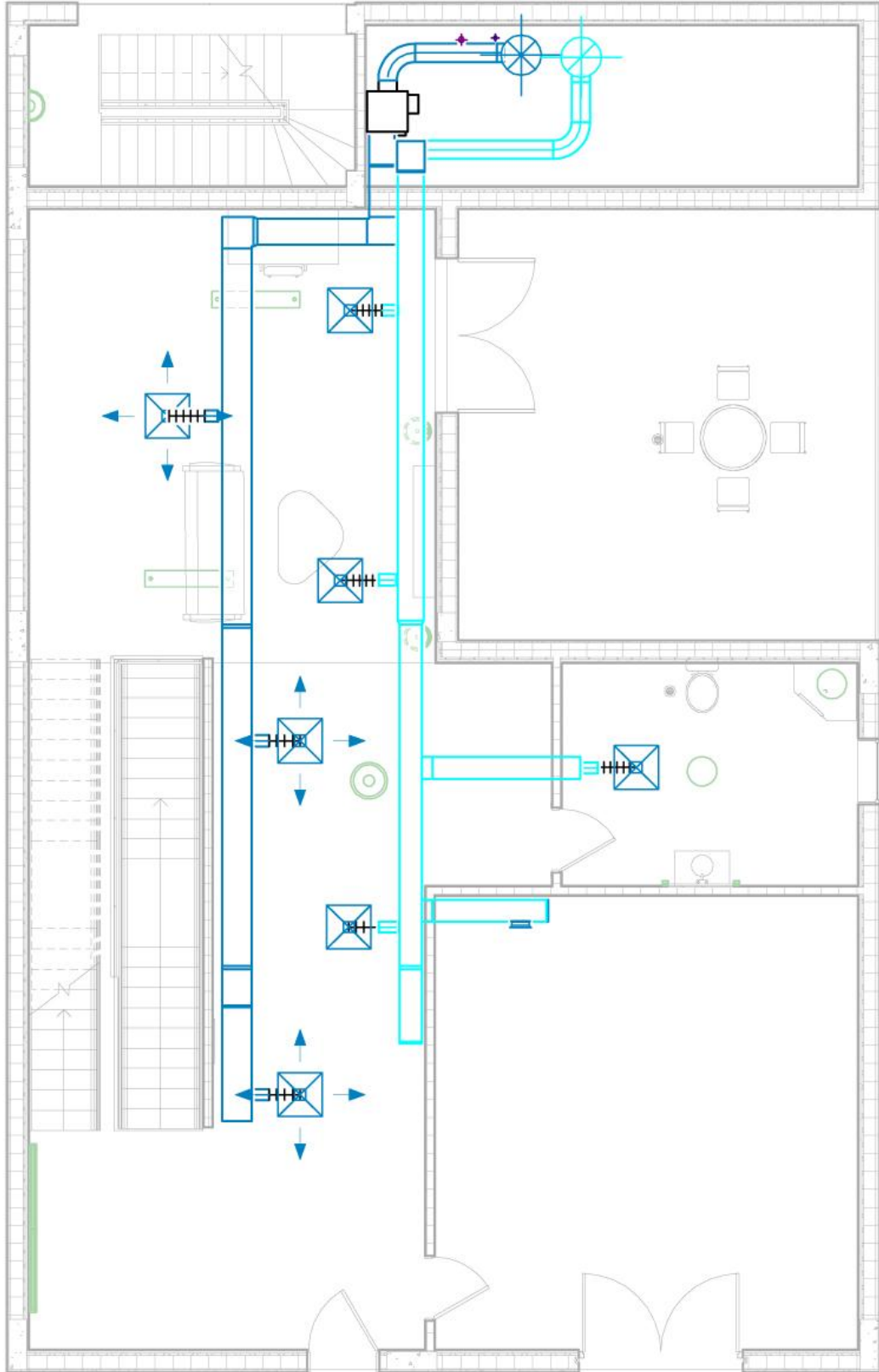
Katlardaki hacimleri zarar görmemesi için santralin bodruma konulmuştur. Böylece makinaların ve cihazların ağırlıklarını da bina konstrüksiyonu üzerinde çok az etkilemektedirler. Montaj ve ses izolasyonu da kolaylıkla halledilemiştir. Makinaların montajı ve değişimi için yeterli açıklıklarının bırakılması düşünülmüştür. Hava mümkün olduğunca toprak seviyesinin üzerinden alınması gerektiğinden kısa kanal kullanılmıştır. Kat yüksekliğini 400 metreye ayarlanmasının sebebi ise mekanik havalandırmanın asma katın içinden geçmesi için bırakılmıştır.



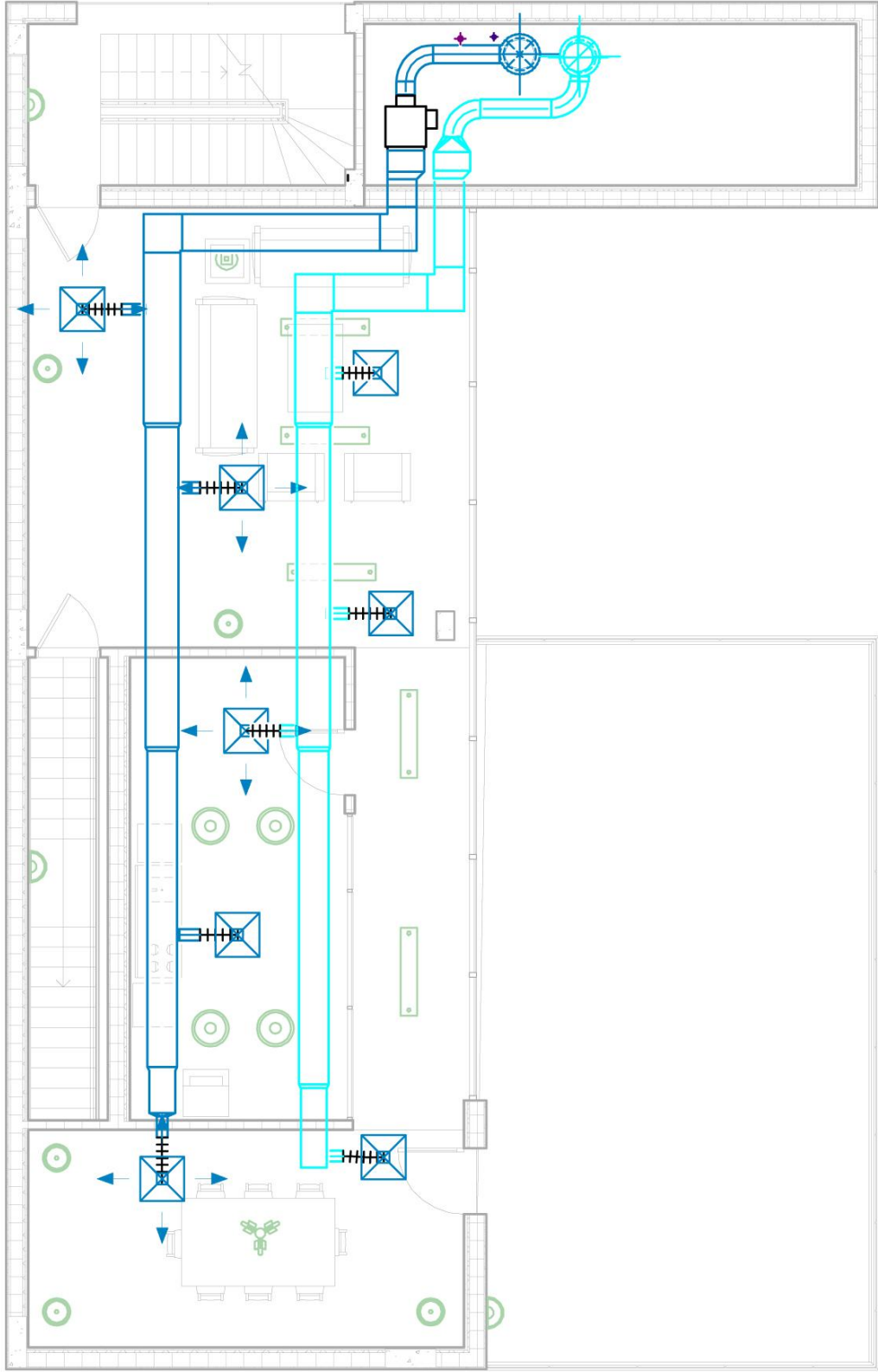
Şekil 4. 10. "G Villa Projesi" 3D Mekanik Tesisatı



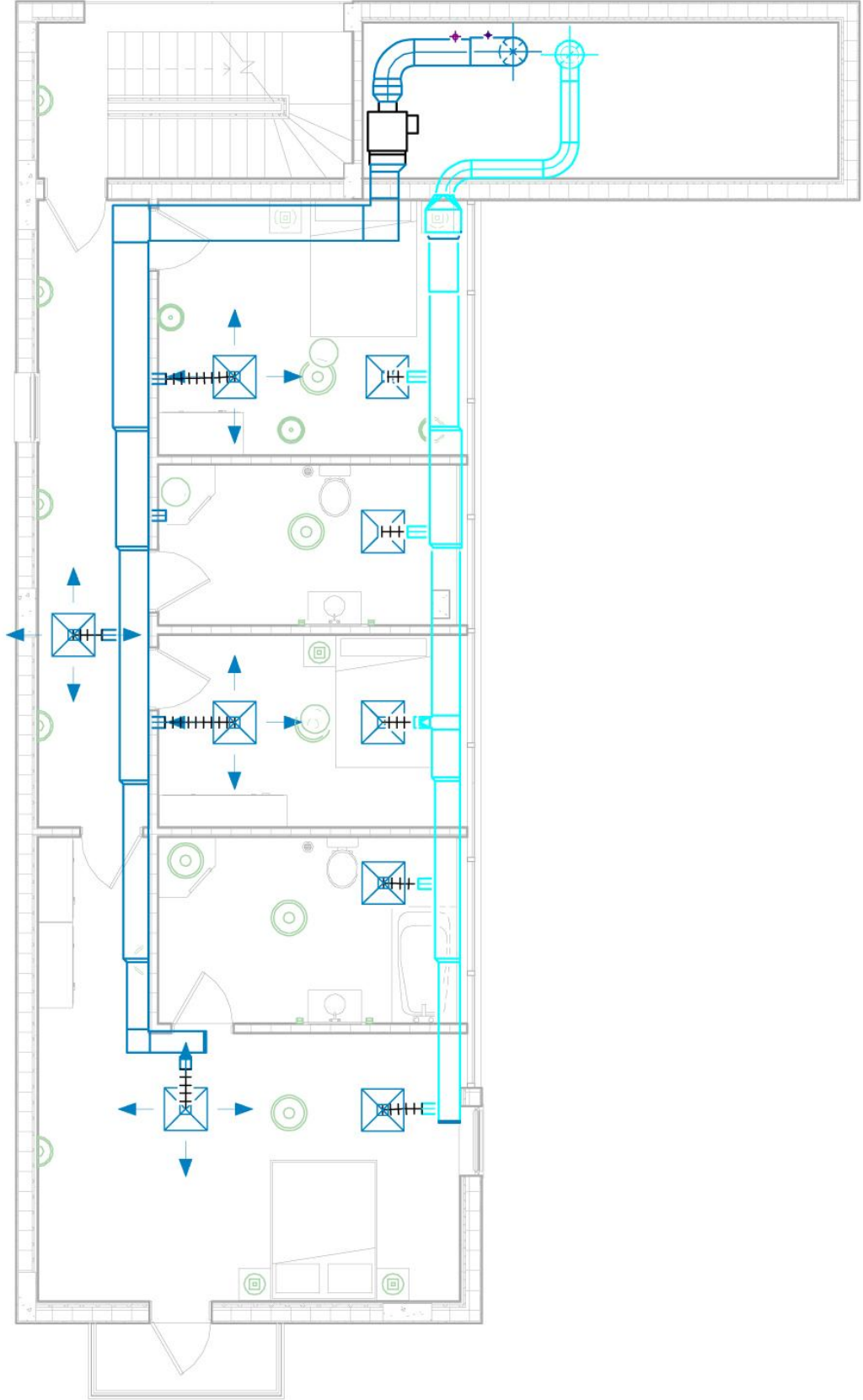
Şekil 4. 11. "G Villa Projesi" 1.Bodrum Kat Mekanik Projesi



Şekil 4. 12. "G Villa Projesi" Zemin Kat Mekanik Projesi



Şekil 4. 13. "G Villa Projesi" 1.Normal Kat Mekanik Projesi



Şekil 4. 14. "G Villa Projesi" 2.Normal Kat Mekanik Projesi

4.4. BIM İle Elektrik Tesisat Projesi

Elektrik iç tesisat projelerinde genellikle 2D bilgisayar destekli çizim programları kullanılır. Çizim kaynaktan (elektrik direği) ana panoya, ana panodan diğer panolara ve onlardan da elektrik malzemelerine (prizler, aydınlatma armatürleri, vs...) hat çekilmesi şeklinde olur.

Elektrik tesisatı ile uyumlu olarak yerleştirilen mekanik ekipmanlar daha sonra kanal ve borular aracılığıyla yine gerekli ön koordinasyonlar yapılarak cihazlara bağlanılır. Revit programıyla hangi mahalle kaç voltluk armatür kullanılacağını hesaplardan çıkarılmaktadır.

4.5. BIM ile Sıhhi Tesisat Projesi

Sıhhi tesisat projesi hazırlanırken 3 adet boru sistemi döşenmiştir. Bunlar; sıcak su, soğuk su ve pis su hatlarıdır. Bu boruların ana hattını herhangi bir sorunda rahat kontrol edilmesi için binaya ait ısınma tesisatının geçtiği şafttan geçirilmiştir.

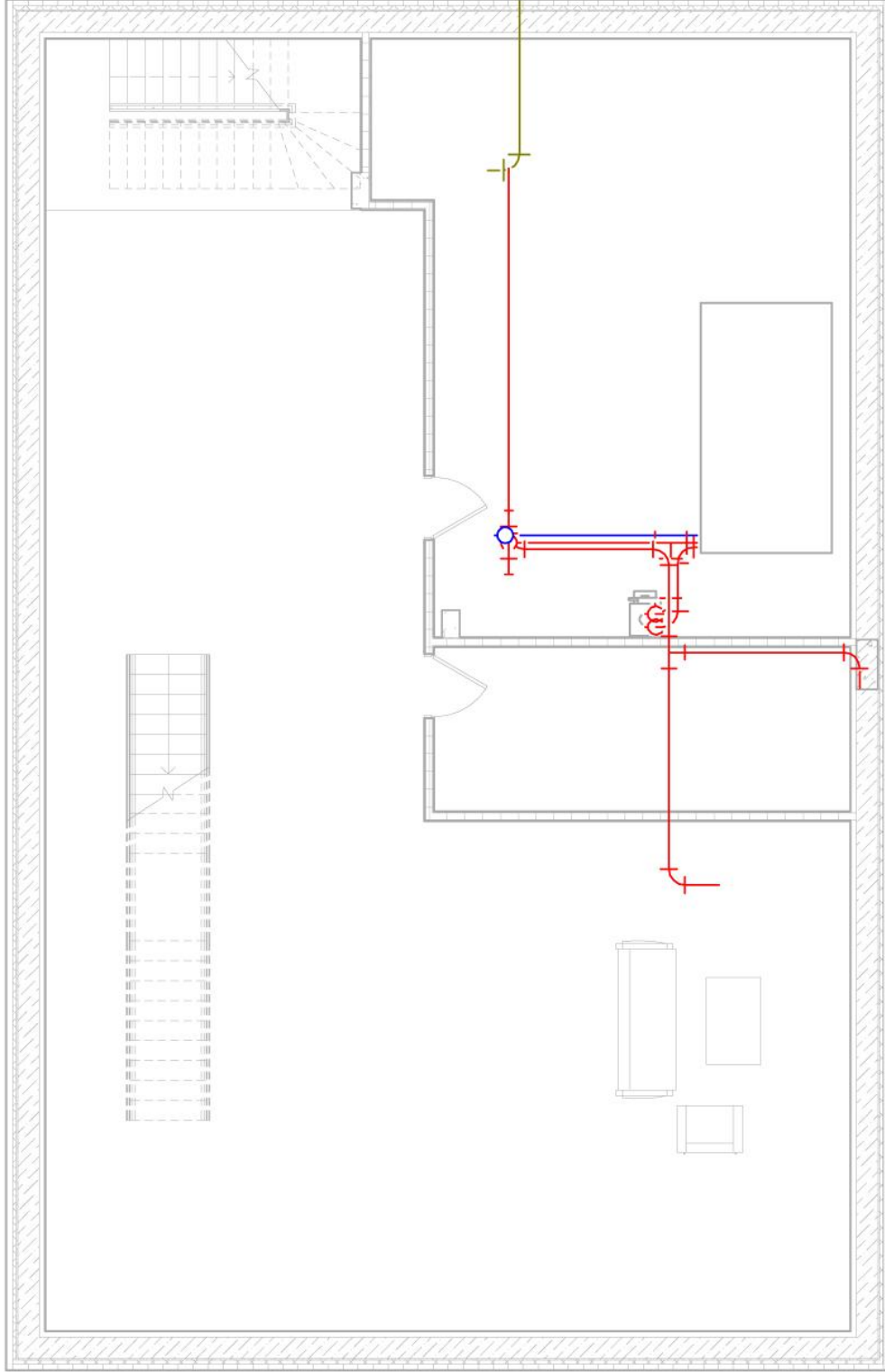
Revit programın özelliklerinden birisi de hatların toplam yük ve sarfiyat birimlerinin görülebilmesi, bu sayede de kontrollerin yapılması kolaylaşmaktadır.

Sıcak su tesisat odasında bulunan boylerden sağlanmaktadır. Banyolarda lavabo ve duşlara, mutfak da ise çamaşır makinası, bulaşık makinası ve lavaboya döşenmiştir.

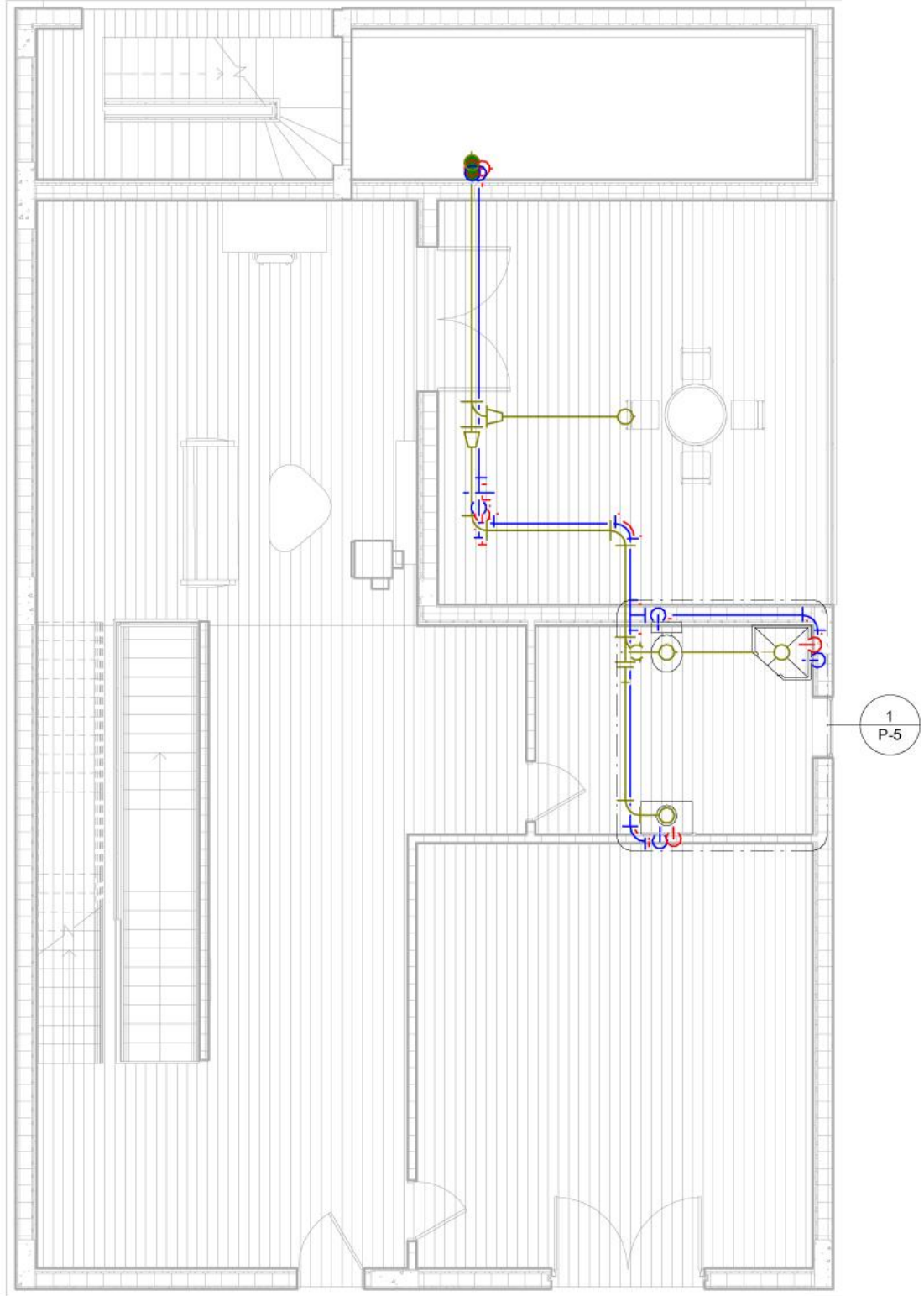
Soğuk su tesisatı çatıda bulunan chillerden elde edilmektedir. Bu sistem banyoda; lavabo, duş ve klozete, mutfak ise çamaşır makinası, bulaşık makinası ve lavaboya döşenmiştir.

Pis su tesisatında döşemenin altından ıslak hacim elemanlarından çıkan pis su boruları tek boruya bağlanarak teknik şafttan ana boru hattıyla kanalizasyona bağlanmıştır.

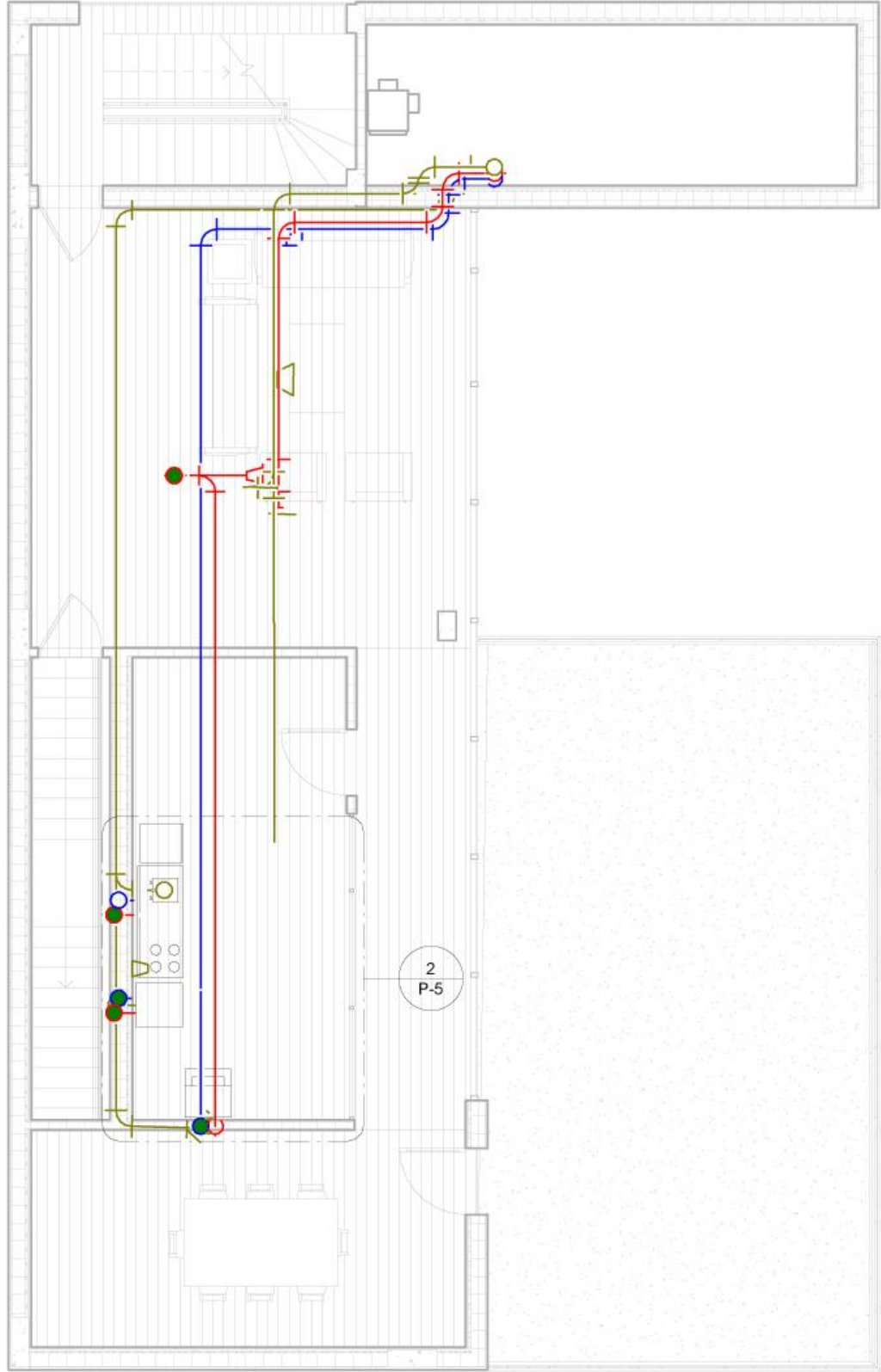
Ana su boru hatları mekanik tesisat için bırakılmış şafttan indirilmiştir. Böylece herhangi bir sorunda kolay erişim sağlanabilir.



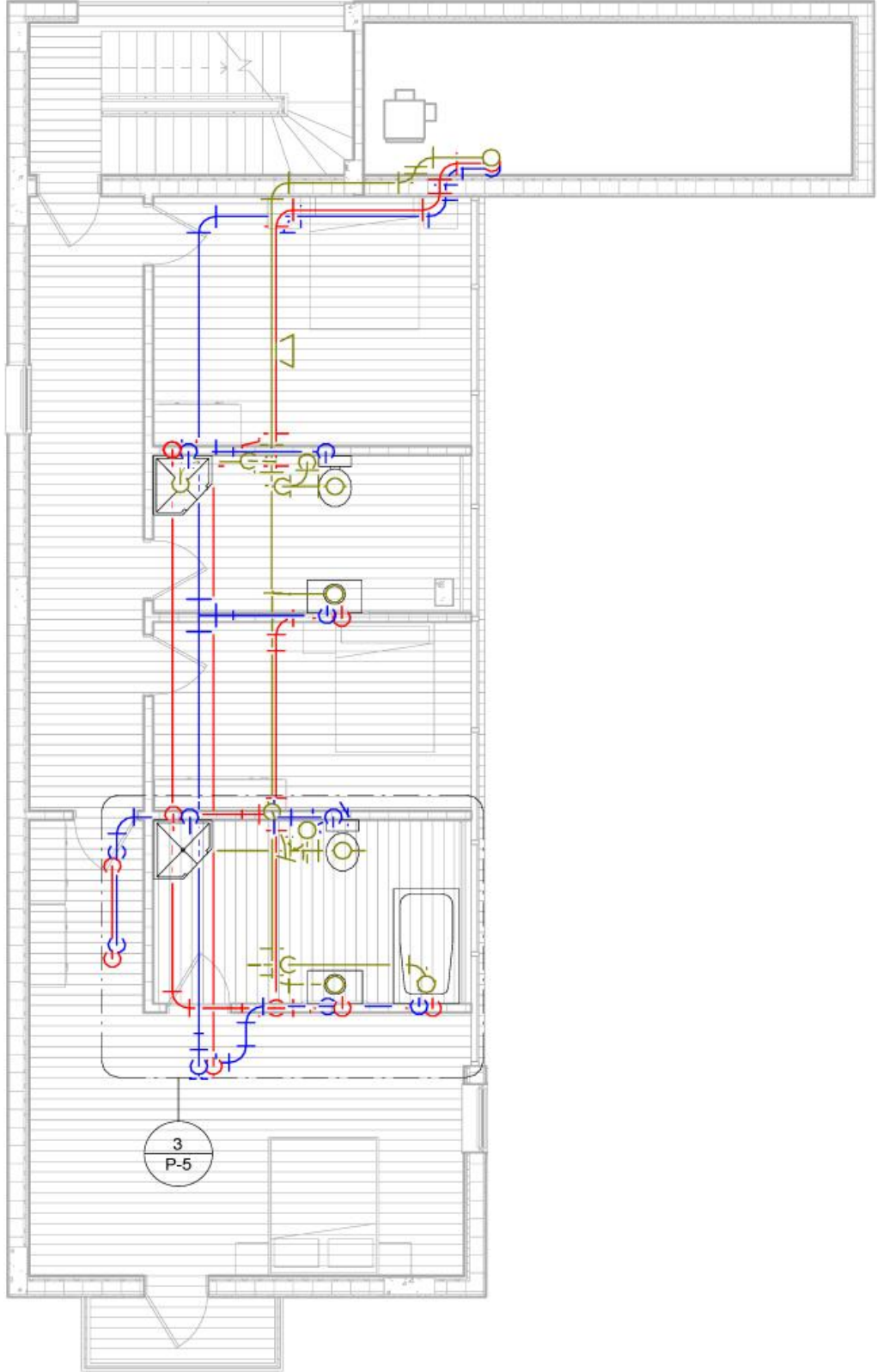
Şekil 4. 15. "G Villa Projesi" 1.Bodrum Kat Sıhhi Tesisat Planı



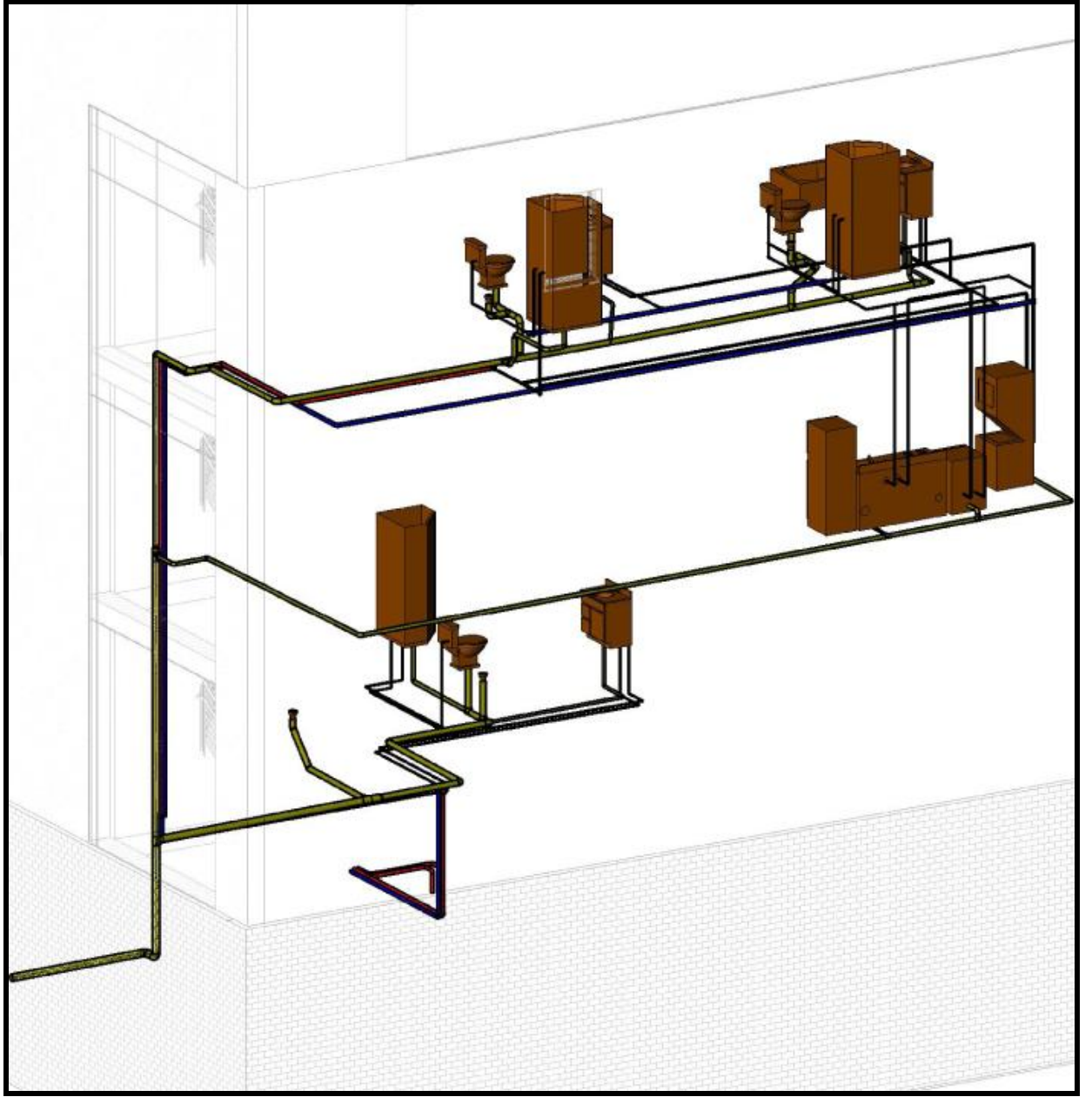
Şekil 4. 16. "G Villa Projesi" Zemin Kat Sıhhi Tesisat Planı



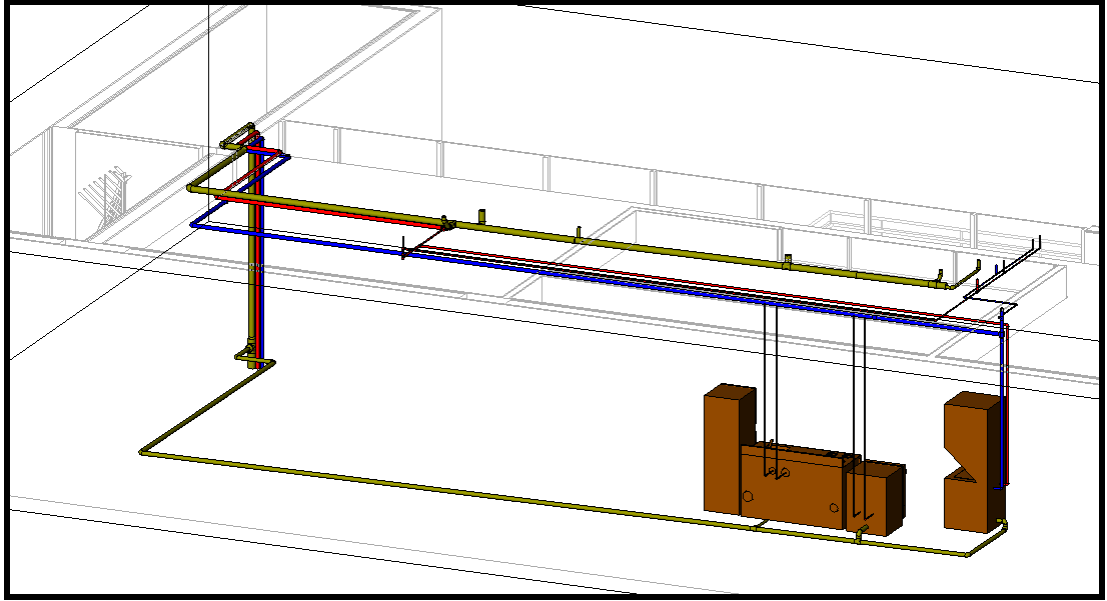
Şekil 4. 17. "G Villa Projesi" 1.Normal Kat Sıhhi Tesisat Planı



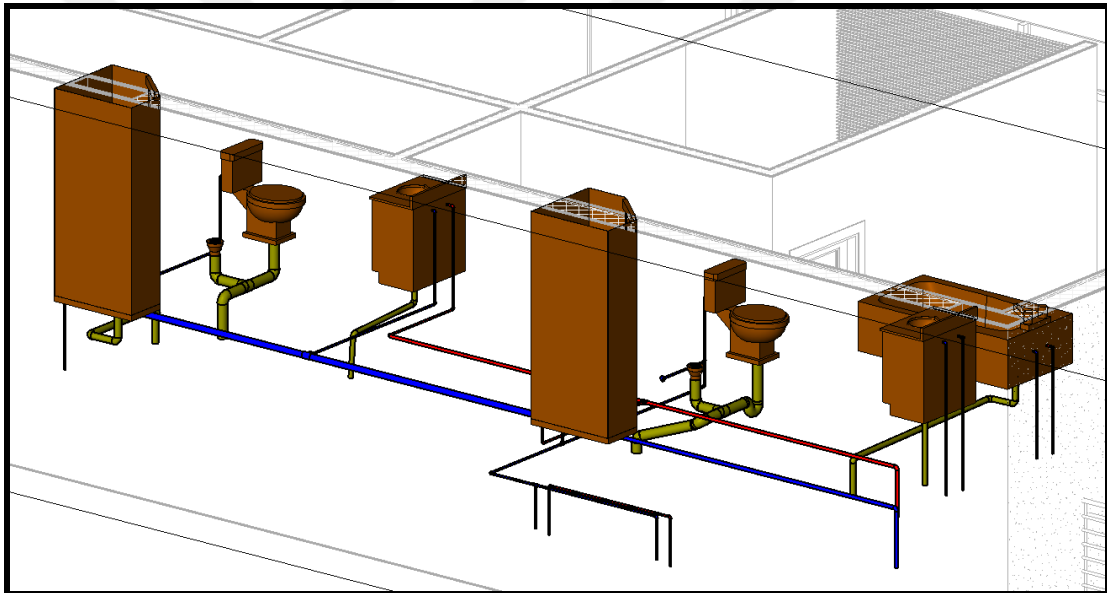
Şekil 4. 18. "G Villa Projesi" 2.Normal Kat Sıhhi Tesisat Planı



Şekil 4. 19. "G Villa Projesi" Sıhhi Tesisat 3D



Şekil 4. 20. "G Villa Projesi" Mutfak Sıhhi Tesisat 3D



Şekil 4. 21. "G Villa Projesi" Banyo-Wc Sıhhi Tesisat 3D

4.6. Bölüm Sonucu

Günümüzde yapı üretiminde farklı uzmanlık ve kabiliyetlerin maliyetli ve kolay bulunamıyor oluşu geleneksel süreçlerde büyük bir zorluk olarak göze çarpmaktadır. Bu modelle uzmanlık ve teknoloji kabiliyetinin dağılımın daha kolay şekilde yalnızca büyük şehirler veya özel projelere değil, tüm alanlarda kolayca erişilebilir olması da amaçlanmaktadır.

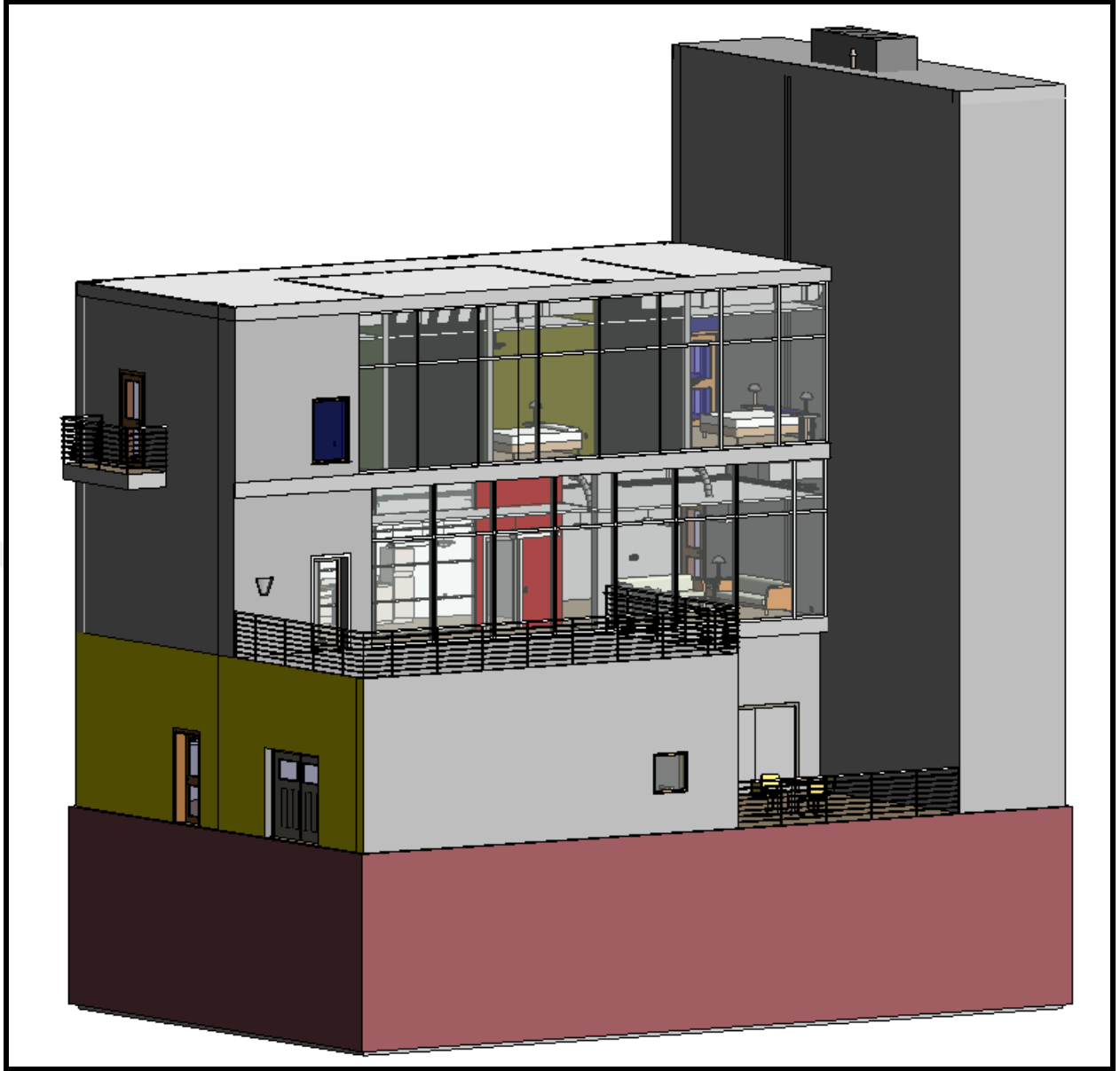
Önerilen model; tasarım, inşa, üretim ve bina yönetimi fazlarını içine alan ve entegre proje teslimi kavramı ile örtüşen bir yaklaşım ortaya koymaktadır.

Revit programıyla oluşturulan model sayesinde; projenin her aşamasında maliyet, analiz, alternatif geliştirme imkânı tanıyarak projenin tamamlanmasını en doğru tahminlerle sağlanmaktadır. Yüksek iletişim ve veri alışverişi sayesinde takım çalışmasını destekleyerek, tasarımcı, mal sahibi, yüklenici, mühendis ve diğer uzmanların bir arada çalışmalarını sağlayarak, karar alma mekanizmalarını destekleyerek para ve zaman tasarrufu sağlanmaktadır.

Programının 2B menüleri rahatlatıcı ve uygulaması kolaydır. Katman mantığı ile çalışan 2B görüntülerle, plan üzerinde yapı elemanlarını ayırt etmek çok kolaylaşmıştır, ister dolgu isterse tarama ile ilgili elemanların ayırt edilebilmesi sayesinde, karmaşık görüntülerde arındırılmış sade çizimler elde edilebilir. BIM sistemi, yazılımların da yardımıyla proje yönetimine de büyük katkı sağlamıştır. Gerekli olan malzemeler, hangi malzemeden nereye ne kadar kullanılacağı, modelleme aşamasında (daha sonra da değiştirilebilmektedir) belirlenen standartlar çevresinde tespit edilmiştir.

Klasik sistemler ile yapılan yanlışlıklardan dolayı oluşan gereksiz dokümantasyon ve hatta uygulamadaki hatalar bu sistem ile minimuma indirilmiştir. Projede olası detay değişiklikleri kolayca güncellenebilir, 3D modelde anında görüntülenebilir ve istenildiği anda detayların çıktıları çok kısa bir süre içerisinde alınabilir, bu sayede iş yükünün azaldığını söylenebilir.

BIM ile bütünleşik proje sürecinin birlikte kullanılması sonucu ortaya çıkan birliktelik, sadece verimliliği artırıp hataları azaltmakla kalmayıp alternatif yaklaşımlara yönelmeyi de sağlamıştır.



Şekil 4. 22. "G Villa Projesi" 3D Görünümü

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

BIM platformun, ülkemizde kullanımının yaygınlaşması açısından için modelleme, görselleme, dokümantasyon ve bina yaşam döngüsünün ötesinde gerçek anlamda entegre ve süreçlerin benimsenmesi ile mümkün olacaktır. Ancak modellerinin yaygınlaşması konusunda ülkemize özgü birçok farklı engel bulunmaktadır. Teknolojik kabiliyetler, yazılım maliyetleri, personel kalifikasyonu gibi konular bunlar arasında sayılabilir.

Bu yüksek lisans tez çalışması önerilen modelde, BIM'ı pratiğe dönüştürülebilme ve akademik anlamda öğrencilerin yüksek performanslı bina tasarımı konusundaki bilgilerini artırması için kullanılabilme potansiyelini taşımaktadır.

İnşaat firmalarının rekabetli ortamda hayatta kalabilmeleri etkin proje yönetimi yapmaları, kaynaklarını verimli kullanmaları gerektirmektedir. Bu durum ise gelişen teknolojiyi proje yönetimine adapte edilmesi ihtiyacını vurgulamaktadır.

Mimarlık, mühendislik ve yapım endüstrisindeki BIM kullanım düzeyi ülkeler arasında çeşitlilik göstermektedir. BIM'in önemini anlaşılmadığı, BIM farkındalığının olmadığı bir ortamda, etkin bir uygulama için geliştirilmesi gereken BIM protokollerinin de hiçbir anlamı ve önemi olmamaktadır. BIM farkındalığının artırılması için mimarlık, mühendislik ve yapım sektörünün gelişmesine katkıda bulunan bağımsız kuruluşlar ve üniversiteler gibi eğitim kurumları tarafından BIM'in önemini, sektöre ve sektörde yer alan aktörlere sağlayacağı katkılarını konu alan eğitim, seminer ve konferansları düzenlemesi gerekmektedir. Sektördeki BIM farkındalığının artırılmasının ardından ise BIM kullanımının artırılmasına yönelik adımların atılması gerekmektedir. BIM kullanımının artırılması için, en güncel örneğinin İngiltere'de görüldüğü gibi devletin BIM kullanımını teşvik eden hatta zorunlu kılan politikalar uygulaması gerekmektedir. Devlet kurumlarının yanı sıra, üniversiteler de BIM ile ilgili oluşturacakları araştırma ve geliştirme merkezleri sayesinde BIM kullanımının artırılmasına ve geliştirilmesine katkıda bulunmalıdırlar. Ayrıca üniversiteler, BIM'e ilişkin müfredatlarında değişiklikler yaparak öğrencilerin bu konuda yetiştirilmiş olarak sektöre katılmalarını sağlayabilirler.

Çalışma neticesinde geleneksel bilgisayar tabanlı tasarım sistemlerinden BIM' e geçişte tasarım aşamasında ortaya çıkan zorluklar tespit edilmiş ve çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Tespit edilen sorunların çözümlerinin yine BIM'e dahilinde bulunabileceği düşüncesinden yola çıkarak, gelecekteki süreçte de bu teknolojinin mimarlıkta ve inşaat endüstrisinin tamamında daha da yaygın olarak kullanılacağı söylenebilir. Bu kadar kolaylık ve güven verecek yazılımların sayısının artması ve kullanımının yaygınlaştırılması, proje yönetimine ve inşaat sektörüne şüphesiz katkı sağlayacaktır.

Bu noktada paylaşılabılır ve uyarlanabilir BIM modellerinin daha ulaşılabilir hale gelmesi tüm bu sorunlara yönelik bir çözüm yaklaşımını oluşturmaktadır. Ayrıca BIM temellerine dayanan model ile performans kaygısı bulunan yapı üretimi için gereken uzmanlık bilgisi, yalnızca büyük bütçeli projelerde yer almaktan çıkıp, dengeli bir şekilde dağılımına olanak sağlayabilme potansiyeline sahiptir. Bu durum özellikle sektörün oldukça büyük bir bölümünü oluşturan küçük ve orta ölçekli mimarlık ve inşaat firmaları için farklı avantajları ve olası iş modeli dönüşümlerini beraberinde getirmektedir.

KAYNAKLAR

[1] **Akkaya, D.**, "Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Kapsamında, Bilgi Sistemi Oluşturmaya Yönelik Modelleme Çalışması" Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul

[2] **Akkoyunlu, R.**, "Değişken Hava Debili Sistemlerde (VAV) Otomatik Kontrol ve Enerji Tasarrufu", Teskon 1999, 58-61, İzmir.

[3] **Aranda-Mera, G. Crawford, J. Chevez, A. Froese, T.** (2009). Building Information Modelling demystified: does it make business sense to adopt BIM?, International Journal of Managing Projects in Business Cilt 2, sayı. 3, Sf. 419-433

[4] **Aydoğdu Ü.**, 2006, "Bilgisayar destekli tasarım yazılımlarının stratejik kullanımının değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İ.T.Ü, İstanbul.

[5] **Baykal, G.**, 2013 "Autodesk Revit Arcitecture 2013" Pusula Yayıncılık no : 849, Ankara.

[6] **Barnes, P. Davies, N.** (2014). BIM in Principle and in Practice. London:ICE Publishing

[7] **Broquetas, M.**, 2010, "Using BIM as a Project Management Tool", HFT Stuttgart University Of Applied Sciences , Master Thesis Summary pg 4

[8] Business Value of BIM in North America 2007-2012 (MGH Smart Market Report 2013)

[9] **Çetiner, O.**, "Mimarlıkta Yapı Bilgi Modelleme ve Örnekler" Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, Muğla Üniversitesi, 10-12 Şubat 2010.

[10] **Eastman C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K.**, 2008 "BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors", John Wiley & Sons, New Jersey, s.29-35.

[11] **Eastman, C.**, 1999. Building Product Models: Computer Environments Supporting Design and Construction, CRC Press, Boca Raton, 47-70

[12] **Goldberg, E.H.**, 2005. Software Strategy: BIM Comparison: How Does BIM Software Stack Up with The 3D Model Concept?, CADalyst, http://findarticles.com/p/articles/mi_m0BLL/is_1_22/ai_n11836215/?tag=content;col1

[13] **Günaydın Y.E., Gezen A.F., Ceyhan Ü.B.**, "Bina Bilgi Modelleme Vaka Çalışmaları" Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

[14] **Güney, D.**, "İnşaat Mühendisliği Eğitiminde Disiplinlerarası Çalışma Eksikliğinin Giderilmesi", 1. İnşaat Mühendisliği Eğitimi Sempozyumu, Antalya

[15] **Hardin, B.** 2009, "BIM and Construction Management Proven Tools, Methods and Workflows, Wiley Publishing, Inc."

- [16] **Hardin,B.** (2009). BIM and Construction Management. İkinci Baskı. Indiana:John Wiley Publishing
- [16] **Isısan** " Mimarın Tesisat El Kitabı" Isısan Çalışmaları No : 370-1
- [17] **Isısan** " Mimarın Tesisat El Kitabı" Isısan Çalışmaları No : 370-2
- [18] **İlhan, B., Yaman, H.**, "BIM ve Sürdürülebilir Yapım Bütünleşme: IFC-Tabanlı Bir Model Öneri", Megaron 2015, 10(3):440-448
- [19] **IT FFB**, Mai 2009 "Maquette Numerique Batiment " BIM-IFC Com'unehistoire, Magamo.
- [20] **Kopuz, B.**, 2015, "İnşaat Projelerinde Etkin Bir BIM Uygulaması İçin Katılımcılar Arasındaki BIM Protokollerinin İncelenmesi ve Değerlendirmesi", Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İ.T.Ü, İstanbul.
- [21] **Kaplan, S., Kürekci, Alpay N.**, "Yapı Bilgi Sistemi (BIM) İLE Mekanik Tesisat Projeleri", Teskon 2015, Binalarda Enerji Performansı Sempozyumu
- [22] **Lisciandra, G., Güven, G. (VEN Mim.), Kemer, N. (CEM Mimarlık) ve Öncüoğlu, E. (Öncüoğlu Mimarlık)**, 2009 "Sürdürülebilir Yapı Tasarımında BIM'in Gücü, Firma Deneyimleri", YEM, İstanbul.
- [23] **Muratoğlu, H.**, 2015, "BIM Kullanımının Tasarım Aşamasından Kaynaklanan Uyuşmazlıkları Üzerine Etkileri", Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İ.T.Ü, İstanbul.
- [24] **Ofluoğlu S.**, 2009, Yapı bilgi modelleme: yeni nesil mimari yazılımlar, Alındığı tarih: 15.03.2014 adres: <http://www.sayisalmimar.com/yayin/ybm.pdf>
- [25] **Ofluoğlu S.**, 2014, "Yapı bilgi modelleme: gereksinim ve birlikte çalışılabilirlik" Mimar.ist, 2014/1 - 49, s 10-12.
- [26] **Özcan, H.**, 2010, "Yapı Bilgi Sistemleri ve Mimarlıktaki Yeri", Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İ.T.Ü, İstanbul.
- [27] **Özcan, H.**, 2008, " Günümüz Mimarisinde Kullanılan HVAC Sistemleri, Mimariyle Olan İlişkileri ve High Tech Yapılarda Uygulama Örnekleri", Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Haliç Üniversitesi, İstanbul.
- [28] **Öztürk, E.**, 1995, "HVAC Ve VAV Sistemleri Kontrolü" Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İ.T.Ü, 104s, İstanbul.
- [30] **Pektaş, T.Ş.**, 2008 "Mimarlıkta Yapı Bilgi Modellemesi Uygulamaları", Mimarlık Dergisi s.246 Bilkent Üniversitesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Ankara.
- [31] **Phiri, M.**, 1999. Information Technology in Construction Design, Thomas Telford Publishing, London, s.52-56
- [32] **Ray-Jones, A.**, 1968. Computer Development in West Sussex, Architects' Journal, 4, 55-57

[33] **Savaşkan,M.O.**, 2015, "Yüksek Enerji Performanslı Konut Yapıları İçin BIM Tabanlı Bir Açık Kaynak Bilgi Sistem Modeli", Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İ.T.Ü, İstanbul.

[34] **See, R.**, 2007 "Building Information Models and Model Views", Journal of Building Information Modeling, s. 20-25.

[35] **Yenice, M.**, 2010, "Terminal Binalarında Isıtma, Soğutma, Havalandırma Tesisatlarının Projelendirilmesi ve Uygulanması" Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 27-39, Kocaeli.

[36] [http://www.protabilgisayar.com.tr/uploads/files/Revit%20Architecture\(Temmuz2016\)](http://www.protabilgisayar.com.tr/uploads/files/Revit%20Architecture(Temmuz2016))

[37] <http://www.protabilgisayar.com.tr/urun/detay/45/?idx=54> (Temmuz 2016)

[38] <http://www.autodesk.com/revit> (Temmuz 2016)

[40] **Anon.**, 2008. Allplan BIM 2008, < <http://www.fga.com.tr/> > alındığı tarih 15.12.2009

[41] [www..archicad.pbworks.com](http://www.archicad.pbworks.com) (Temmuz 2016)

[42] www.graphisoft.com

[43] <http://www.idealcontracting.com/>

[44] www.sanita.com

[45] <https://www.tekla.com/products/tekla-structures>

[46] **Anon.**, 2009. Arkitera, <http://www.arkitera.com/commercial.php?action=displayCommercial&ID=295> > alındığı tarih 18.12.2009.

[47] www.teklabimsight.com/

[47] <http://www.vectorworks.net/trial/form>

[48] <https://www.nemetschek.com/en/brands/allplan/>

[49] <http://www.4msa.com/ideaENG.html>

[50] www.piclect.com

[51] Sinclair, 2012; BSRIA Topic Guides, 2012

[52] <http://revit-architecture.en.malavida.com/>

[53] <http://www.lakedistrict-architect.co.uk>

[54] <http://www.icmimarlikdergisi.com>

[55] <http://revitkitap.com/index.asp?PageID=31>

[56] www.revitmep.com

[57] Deutsch, R. (2011). "BIM and Integrated Design, Strategies for Architectural Practice", John Wiley and Sons, Inc.,Canada.

[58] <http://sayisalmimar.com>

[59] <http://damassets.autodesk.net>

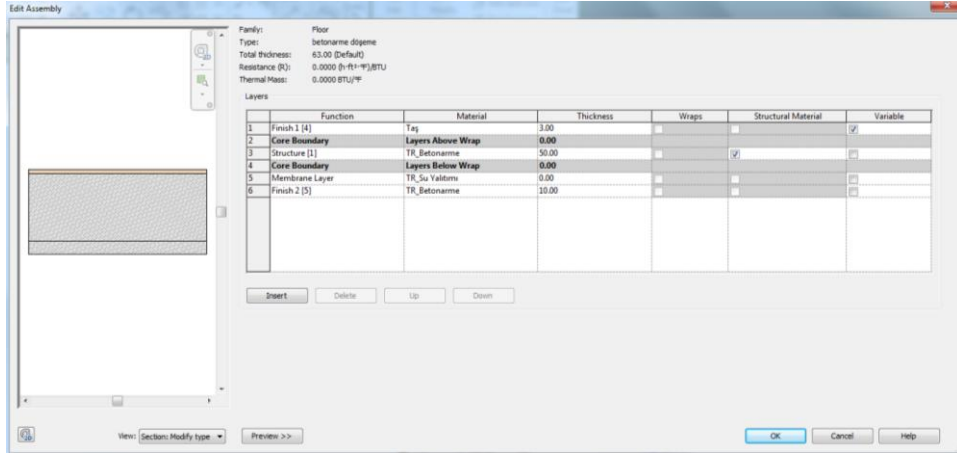


EKLER

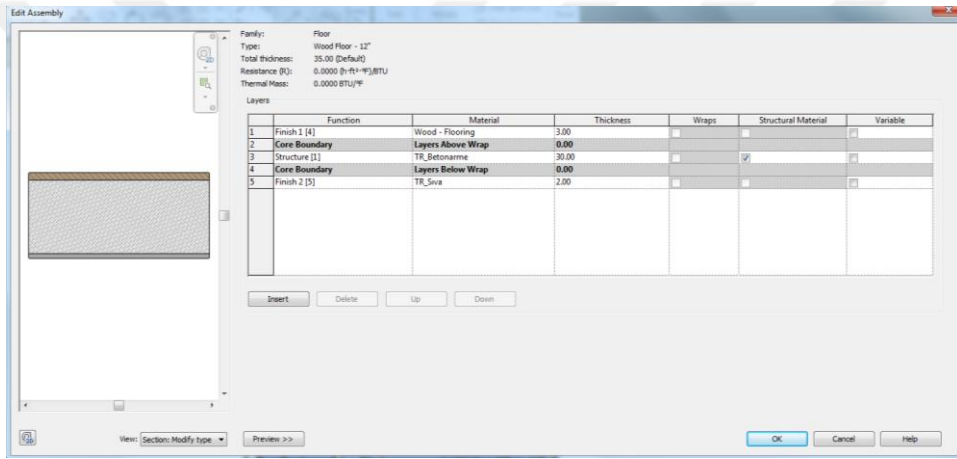
- EK-A: Döşeme Katmanları
- EK-B: Duvar Katmanları
- EK C: 3D Kat Planı
- EK D: Kesit
- EK E: Islak Hacim Kat Planı



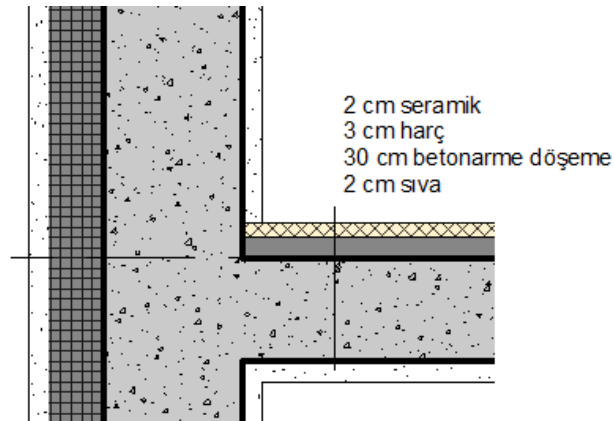
EK-A: Döşeme Katmanları



Şekil A. 1. "G Villa Projesi" Radyaltemel Katmanları

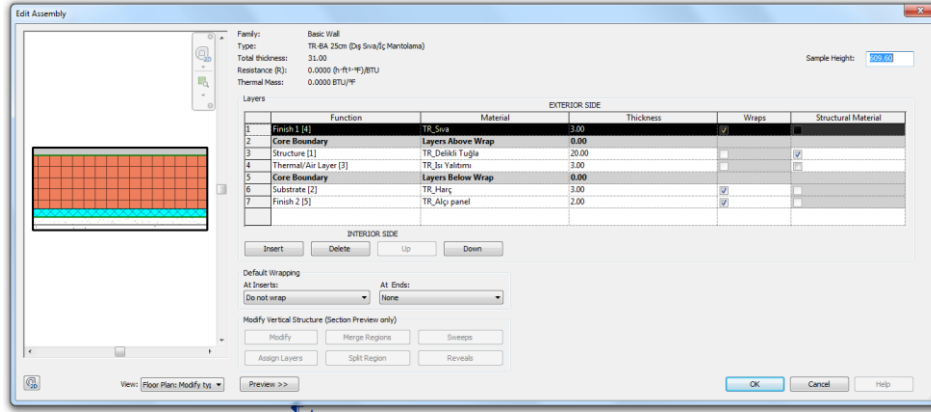


Şekil A. 2. "G Villa Projesi" Kat Döşeme Katmanları

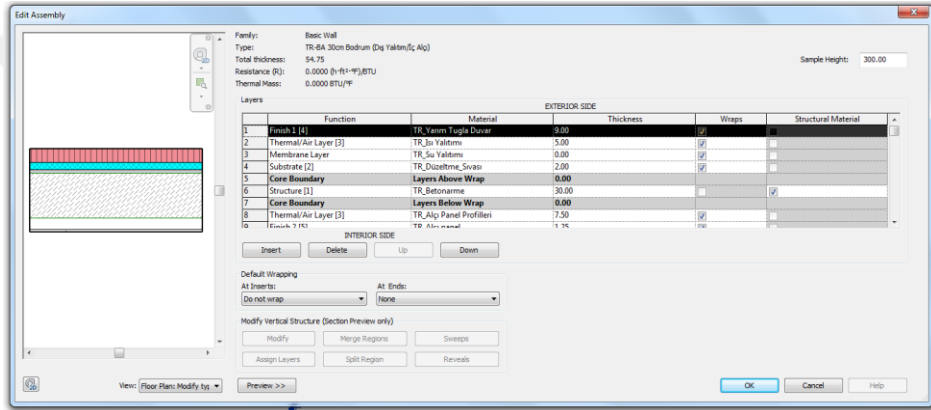


Şekil A. 3. "G Villa Projesi" Islak Döşeme Sistem Kesiti

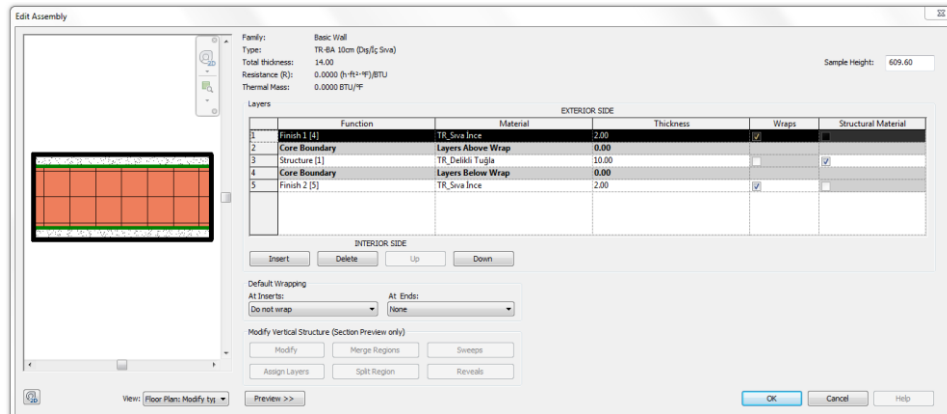
EK-B: Duvar Katmanları



Şekil B.1. "G Villa Projesi" Bodrum Kat Duvar Katmanları



Şekil B.2. "G Villa Projesi" Normal Kat Duvar Katmanları



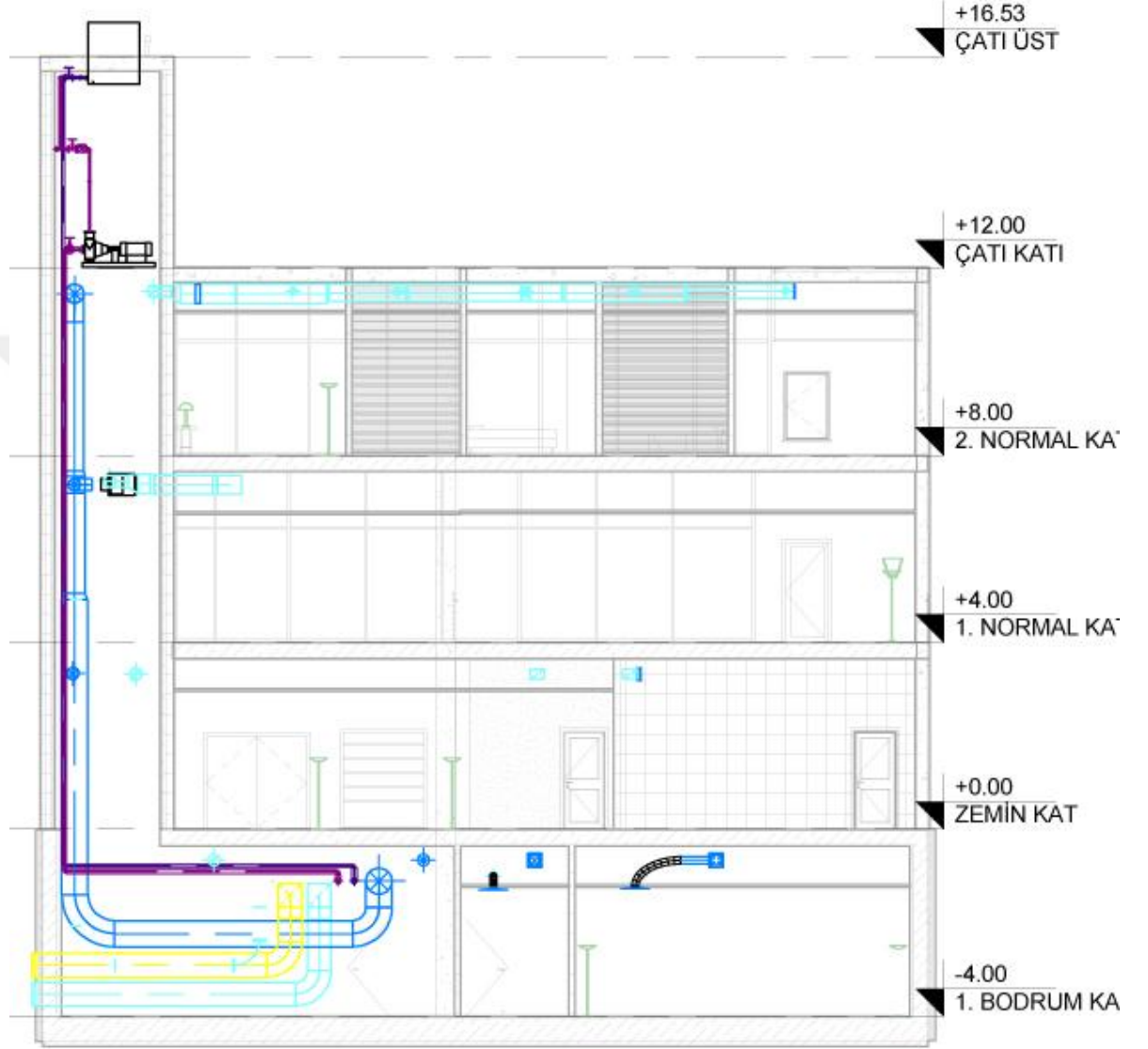
Şekil B.3. "G Villa Projesi" Normal Kat İç Duvar Katmanları

EK C: 3D Kat Planı



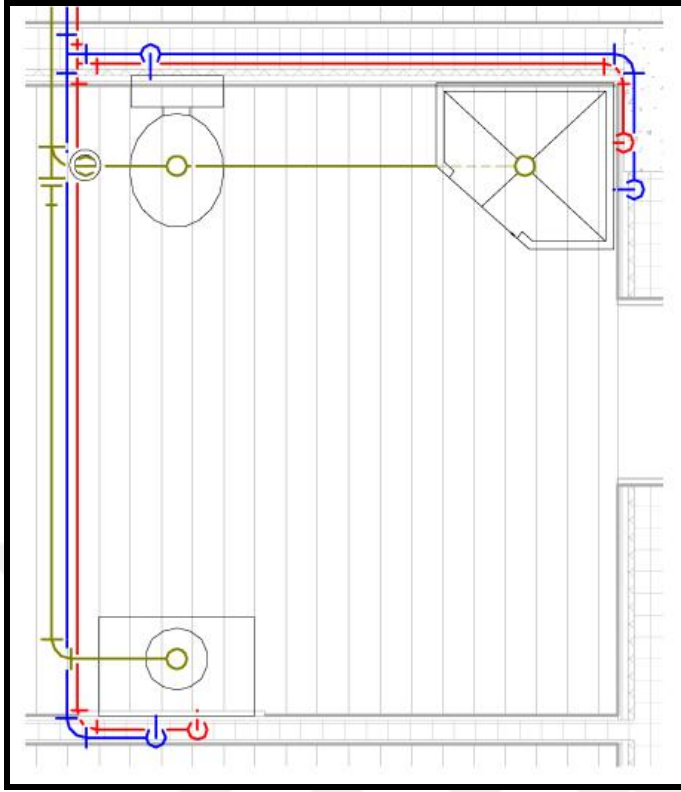
Şekil C. 1. "G Villa Projesi" 1.Normal Kat Planı 3D

EK D: Kesit

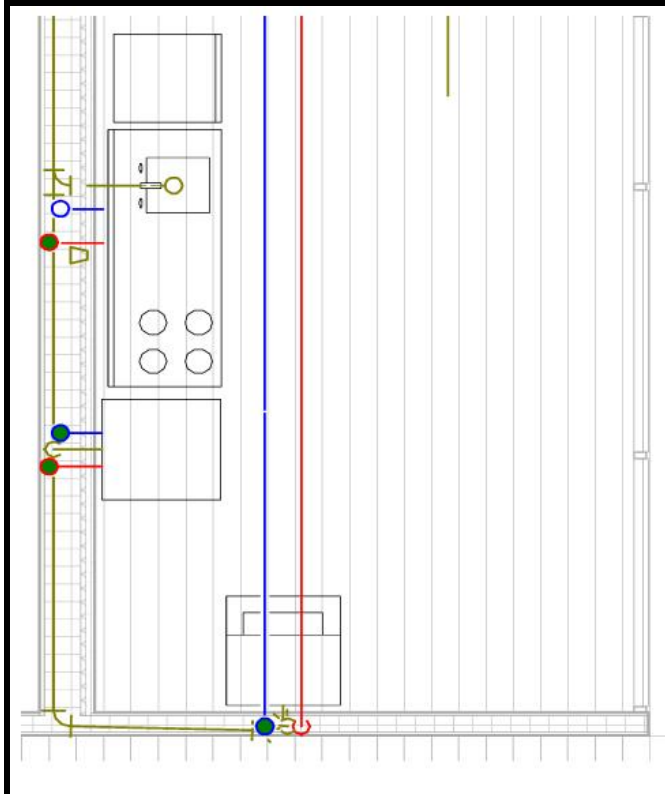


Şekil D.1. "G Villa Projesi" Mekanik Projesi Kesit

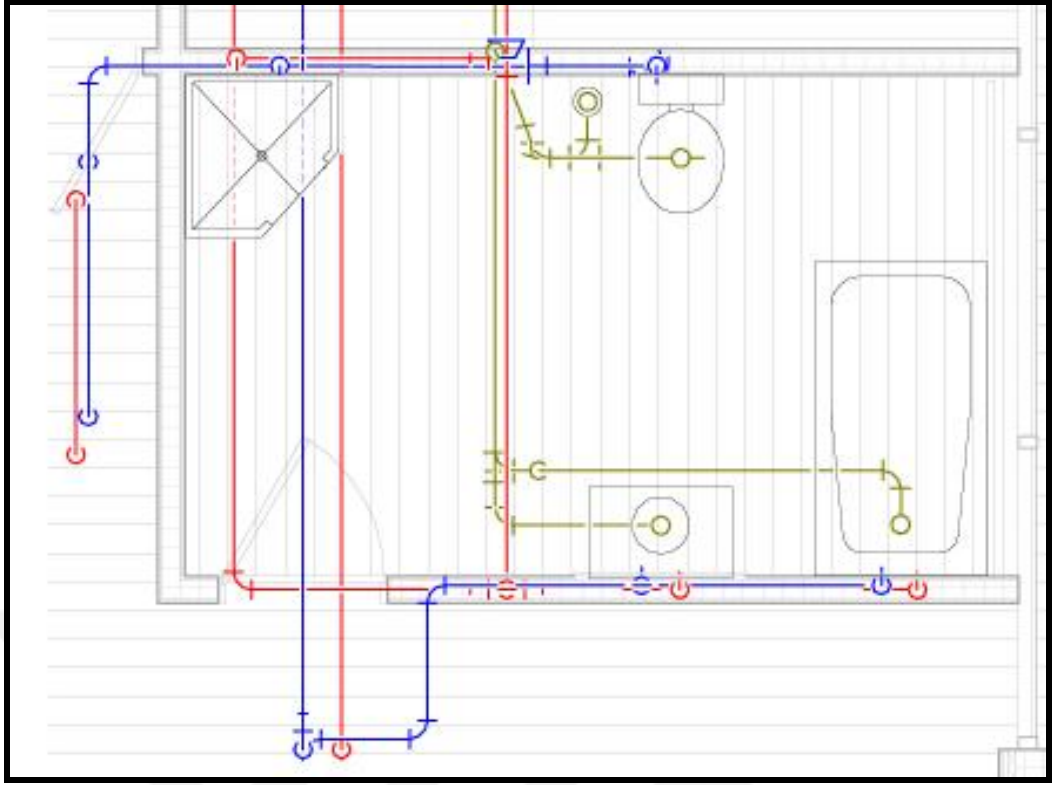
EK E: Islak Hacim Kat Planı



Şekil E. 1. "G Villa Projesi" 1/ P-5 Islak Hacim Detayı



Şekil E. 2. "G Villa Projesi" 2/ P-5 Mutfak Hacim Detayı



Şekil E. 3. "G Villa Projesi" 3/ P-5 Mutfak Hacim Detayı

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri : İstanbul
Doğum Tarihi : 07/02/1990
E-mail : cuhadargozde@gmail.com

Kariyer Hedefi

Eğitimini almakta olduğu mimarlık alanında bilgi ve tecrübelerini tasarım ve uygulama alanlarında arttırmak

Eğitim

2014-2016 : İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen Bilimleri, Mimarlık Bölümü, Mimari Mühendislik Yüksek Lisans

Tez Konusu : Mimarlık Hizmeti Kapsamında Bina Bilgi Modelleme Uygulamaları ve Autodesk Revit Platformunda Konut Projesi

2009-2013 : İstanbul Kültür Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimari Bölümü

2012 Erasmus: Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble

2004-2009 : Saint Benoit Fransız Lisesi

1997-2004 : F.M.V. Ayazağa Işık İlköğretim Okulu

Staj

Plan İmar İnşaat Proje (35 günlük büro stajı)

Okyanus grup-Nasakoma Mall Of İstanbul (25 günlük şantiye stajı)

Yabancı Dil

Fransızca: İyi Seviyede

İngilizce: Orta Seviyede

Rusça: Başlangıç Seviyede

Bilgisayar

Autocad ileri derece, Archicad orta düzeyde, Sketch Up orta düzeyde, Photoshop orta düzeyde, Microsoft Ofis 2013; Excel,Word, Powerpoint iyi düzeyde, İnternet