

Seyit KAPLAN
N. Alpay KÜREKCI

Abstract:

Building Information Modelling (BIM) is a system that is becoming widespread used in the project phases of the construction sector in our country. All that is required for the entire project phases created such a parametric models with this system and is possible to be processed on the model created in the digital environment each construction element of the building.

In this article, Building Information Modelling (BIM) is examined with sample projects and discussed what kind of benefits to provide.

Key Words:

BIM, REVIT, Mechanical System.

Yapı Bilgi Sistemi (BIM) ile Mekanik Tesisat Projeleri

ÖZET

Yapı Bilgi Sistemi (BIM) ülkemizde inşaat sektöründe proje aşamasında kullanımı gittikçe yaygınlaşan bir sistemdir. Bu sistem ile parametrik modeller oluşturulup binanın inşaatı için gerekli olan tüm projeler elde edilmekte ve her bir yapı elemanın özellikleri binanın dijital ortamda oluşturulan modeli üzerine işlenebilmektedir.

Bu makalede Yapı Bilgi Sistemi (BIM) ile tasarlanmış örnek projeler ele alınmış ve sistemin ne tür avantajlar sunduğu irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: BIM, REVIT, Mekanik Tesisat.

1. GİRİŞ

90'ların ilk yarısında yaygınlaşmaya başlayan Yapı Bilgi Sistemi - Building Information Modelling (BIM), 2000'li yılların başlarından itibaren mimari, mühendislik ve inşaat (AEC) sektörlerinde yenilikçi bir kavram ve sistem olmuştur. Elle çizim yapılan 70'li yıllarda, kişisel bilgisayarların yaygınlaşması ile CAD sistemine bir geçiş başlamıştır. 70'li yıllarda başlayan, elle çizimden bilgisayara ya da Bilgisayar Destekli Tasarım/Çizim - Computer Aided Design/Drafting (CAD)'e geçiş, 80'li yıllarda hız kazanmıştır [1].

2 boyutlu CAD daha hızlı çizim yapmaya yarayan, kalem, cetvel ve silgi kullanımını ortadan kaldıran bir tasarım argümanı olmuştur. Sektörlerin ihtiyaçları ile birlikte 3 boyutlu tasarımlara olan ihtiyaç gündeme gelmiştir. Hatta günümüzde 3 boyutlu tasarımın yanı sıra 3 boyutlu modeller üzerinde analizler yapılarak, optimum tasarımlar elde edilmesi amacıyla yürütülen çalışmalar giderek yaygınlaşmaktadır. Gelişen teknolojik imkânlar ile son yıllarda AEC sektöründeki 2 boyutlu çizimden 3. boyuta geçiş hız kazanmıştır [8]. Yapı Bilgi Sistemi tüm bu ihtiyaçları karşılayan ve mühendislere sadece çizim yapmanın dışında, daha fazla mühendislik yapımları için imkân ve zaman tanıyan bir argümandır.

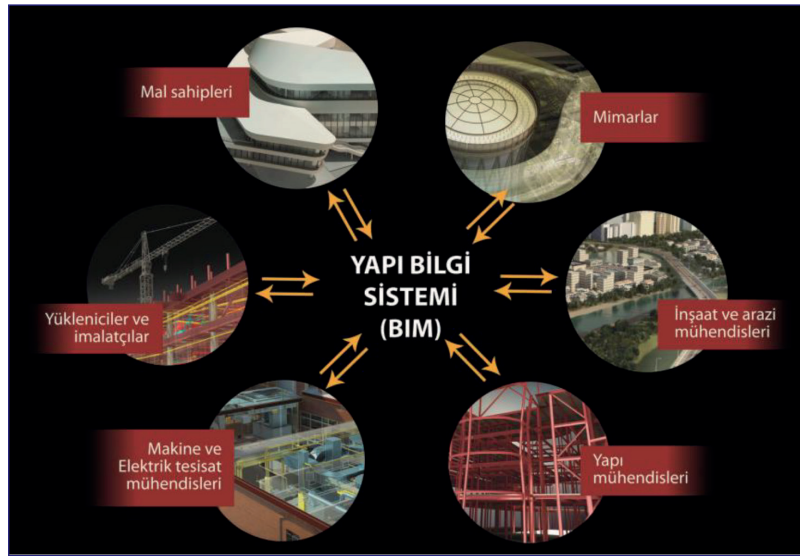
BIM ile 2 boyutlu çizim arasındaki en temel farklardan birisi, 2 bo-

yutta çizilen her görünüşün birbirinden bağımsız olmasıdır. Plan, kesit ve dikey kesit gibi 2 boyutlu çizimlerin, herhangi birinde bir düzenleme yapıldıktan sonra, diğer tüm çizimlerin de kontrol edilmesi ve düzenlenmesi gerekmektedir, BIM ile bu düzenlemeler otomatik olarak yapılmakta ve model güncellenmektedir [13].

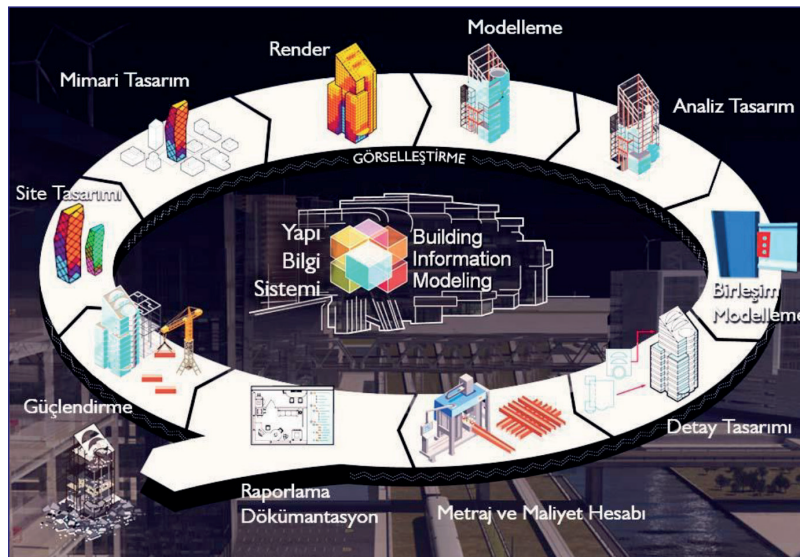
Yapı Bilgi Sistemi, bina ile ilgili grafik (geometri/biçim vb.) ve alfa sayısal (malzeme, maliyet, fiziksel çevre kontrolü vb.) veriden oluşan üç boyutlu bir model meydana getirerek, bu modelin yapı sektörü

paydaşları tarafından ortak kullanımını sağlayan bir çalışma yaklaşımıdır.

Bu üç boyutlu model, planlama, tasarım, projelendirme, yapım ve işletim gibi projenin tüm yaşam döngüsünü içeren süreçlerinde kullanılabilir. Farklı paydaşların aynı modeli kullanabilmesi temelde tutarlılığı arttırmakta, revizyon kolaylığı sağlamakta; veri dönüştürme işlemlerini, verinin tekrarlı üretimini (replikasyon) ve proje belgeleri arasında ilave ilişkilendirme veya koordinasyon ihtiyaçlarını önemli ölçüde azaltmaktadır [2].



Şekil 1. Yapı Bilgi Sistemi Şematik Gösterimi [1]



Şekil 2. Yapı Bilgi Sistemi [14]

2. YAPI BİLGİ SİSTEMİNİN FAYDALARI

BIM sadece ilerlemiş bir teknoloji değildir, BIM yaklaşımıyla proje tasarım süreci ve bina yapım süreci de değişiklik göstermektedir [8]. BIM anlayışı ile plan çizimleri, kesitler, detaylar, grafiksel gösterimler ve bilgi girişleri 2 boyutta olanın aksine çok gelişmiştir [9]. Bu şekilde yapı projelerinin oluşturulması mimarlara, mühendislere ve yüklenicilere birçok avantaj sağlamaktadır. Bu avantajların şematik gösterimi Şekil 3'te gösterilmiştir.

Bu avantajlar sayesinde binanın dijital modeli gerekli olan tüm bilgiler ile birlikte oluşturulup, şantiye sürecinin daha etkin bir şekilde ilerlemesi sağlanabilmektedir.

2.1. Görsellik

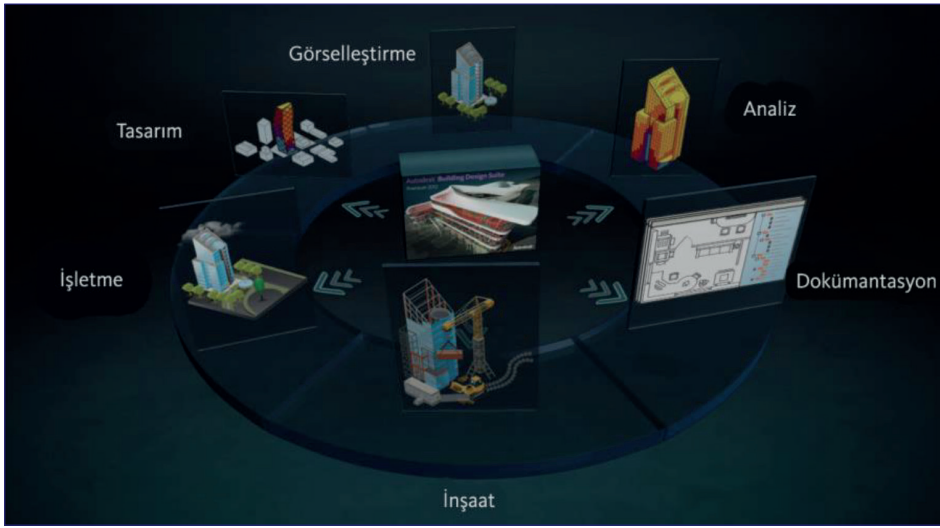
BIM, büyük bir görselleştirme aracı olarak kullanılabilir. Yapı Bilgi Sistemi ile yapının üç boyutlu sanal

bir temsili oluşturulabilir. İnşaat yöneticisi projenin ihale aşamasında görüntüsünü alabilir, sanal olarak yapıyı gezebilir ve modeli kısımlara ayırabilir [4].

Görselleştirme yapının son hali hakkında gerçeğe çok yakın bir tahmin oluşturur. Bu sayede söz konusu alanın efektif kullanımı ve estetik görünümü hakkında yorum yapılabilir [3].

2.2. Koordinasyon

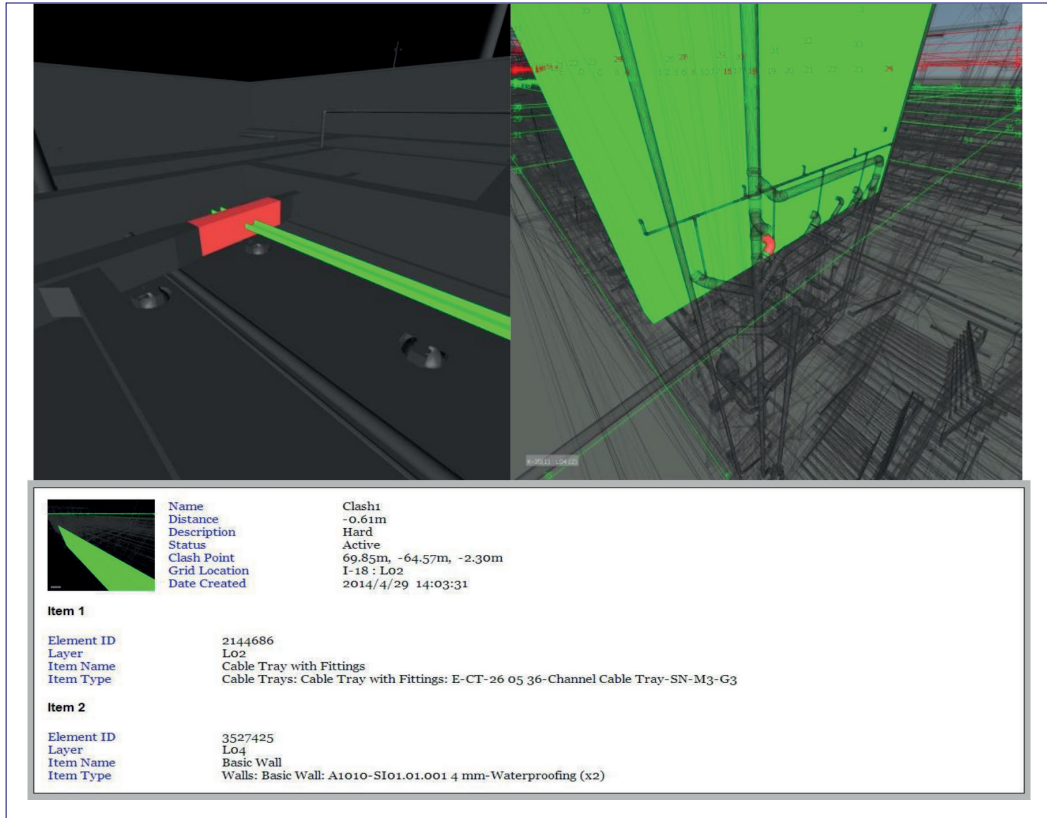
İnşaat ekibi ile mimarlar, mühendisler ve yüklenici projenin ilk aşamalarında işbirliği sağlamak ister. BIM anlayışı işbirliğini modelleme aşamasında oluşturur. Özellikle mekanik ve elektrik tesisatlarını projelendiren mühendisler aynı model üzerinde çalışırken meydana gelen koordinasyon sıkıntıları proje aşamasında fark edilip, giderilebilir [3].



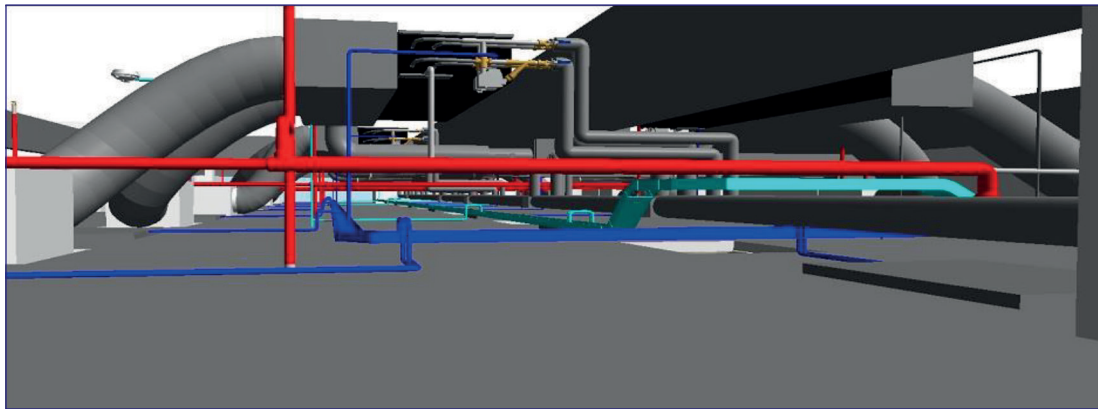
Şekil 3. BIM Kullanmanın Faydaları [1]



Şekil 4. Tasarım ve Gerçek Görüntü [12]



Şekil 5. Çakışma Kontrolleri ve Raporlanması



Şekil 6. Koordine Edilmiş Asma Tavan Görünüşü [7]

2.3. Prefabrikasyon

Prefabrikasyon sahadaki işgücünü ve şantiye süresini azaltırken kaliteli inşaat hassasiyetini artırır. Prefabrikasyon için saha görseli ve tasarım gerekir. BIM yapıdaki bileşenlerin özelliklerini, kısımlarını ve üç boyutlu görüntüsünü sağlayabildiği için bahsedilen düzeyde hassas saha ortamı sanal olarak oluşturulur. Ön imalatı yapılacak bileşenler doğru ve zamanında

sahadaki yerini alır, böylece zaman ve para tasarrufu sağlanmış olur [3].

2.4. Planlama

BIM yazılımında bulunan 4D Phasing özellikleri ile iş ve saha planlamaları yapılabilir. İş kalemleri arasındaki çakışmalar önlenir ve verimli şantiye akışı sağlanabilir. Yükleniciler BIM platformu

ile projenin sonunu beklemeden proje aşamasında iş planlamasına başlayabilirler [3].

2.5. Düşük Hata Oranı

BIM ile sanal tasarım, inşaat dokümanlarındaki eksikleri ve hataları azaltır. İnşaat sürecindeki olası hataların tasarım aşamasında giderilmesini sağlar. Birlikte çalışabilen tasarım ekibi model ve veri alışverişi ile bilgilerin doğru olduğundan emin olabilir [4].

Şekil 7'de geleneksel tasarım süreci ve BIM ile tasarım süreci, maliyet ve harcanan çaba bakımından kıyaslanmıştır.

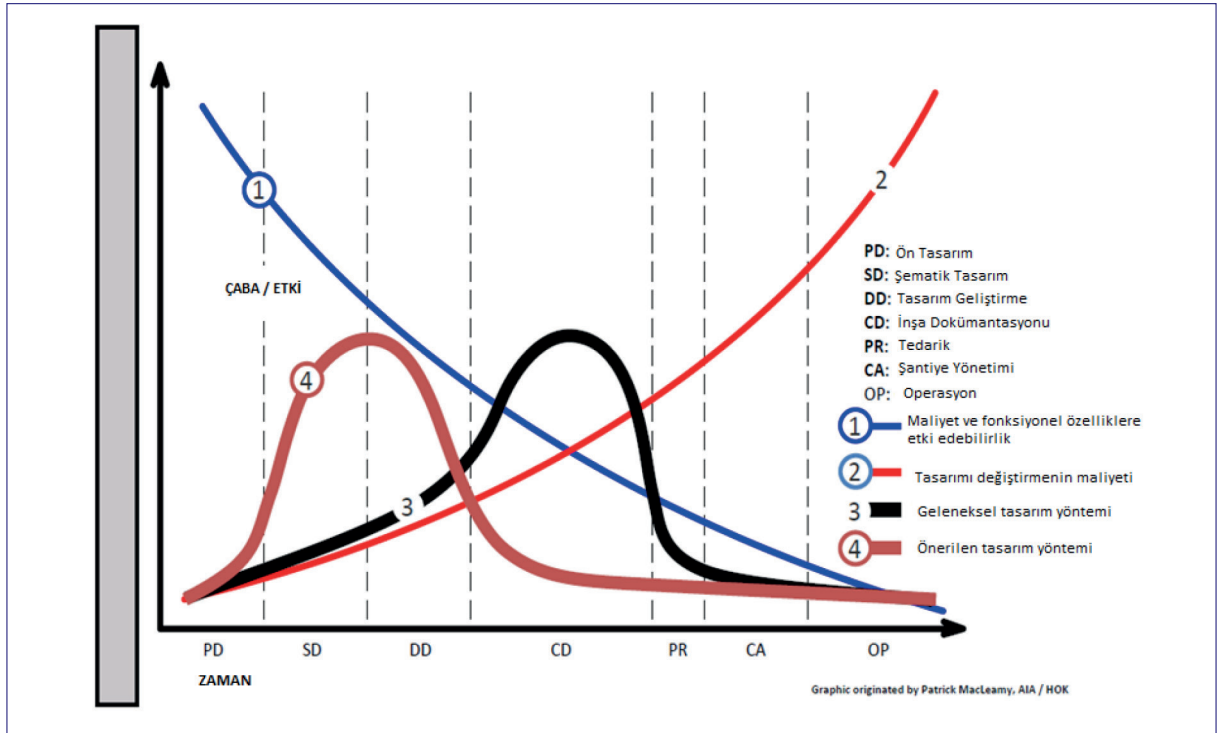
Bu grafikte siyah eğri geleneksel yöntemlerle dizayn aşamasından inşa aşamasına kadar gösterilen çabayı temsil etmektedir. Eğride görüldüğü gibi yoğun çaba ve mali artışlar inşa dokümantasyon (CD) aşamasında oluşmaktadır. Yapı Bilgi Sistemi temsil eden yani 4 numaralı eğride ise tasarım aşamasında (SD/DD) daha fazla çaba ve maliyet artışı olmaktadır. Mavi eğri bir tasarımda değişiklik yapabilme yeteneği ve

maliyetini göstermektedir. Erken safhalarda yapılacak değişiklikler daha kolay uygulanabilmekte ve bu sayede maliyet etkin bir şekilde düşürülmektedir. Kırmızı eğri ise projenin ilerleyen aşamalarında yapılan değişikliklerin mali artışını göstermektedir.

Geleneksel yaklaşım ile proje hazırlama esnasında inşa dokümantasyon esnasında yapılan karar değişikliklerinin, ciddi bir maliyet yükü ortaya çıkardığı görülmektedir, BIM yaklaşımında ise tüm ciddi kararlar şematik tasarım aşamasında netleşmektedir, bu sayede ileride yapılması olası değişikliklerden kaynaklanabilecek maliyet yükü en aza indirilmiş olmaktadır.

2.6. İşbirliği

Paylaşılabilir 3D model üzerinde çalışabilme imkânı projeye dâhil olan iş ortakları, tasarım ve mühendislik disiplinlerinin güncel bilgiye kolay bir şekilde ulaşabilmelerine olanak sağlar. Tasarlanan 3D yapı ile konuya daha hızlı adapte olmaları ve en iyi sonuca ulaşabilmeleri için gerekli altyapıyı oluşturur [5].



Şekil 7. MacLeamy Eğrisi [10]

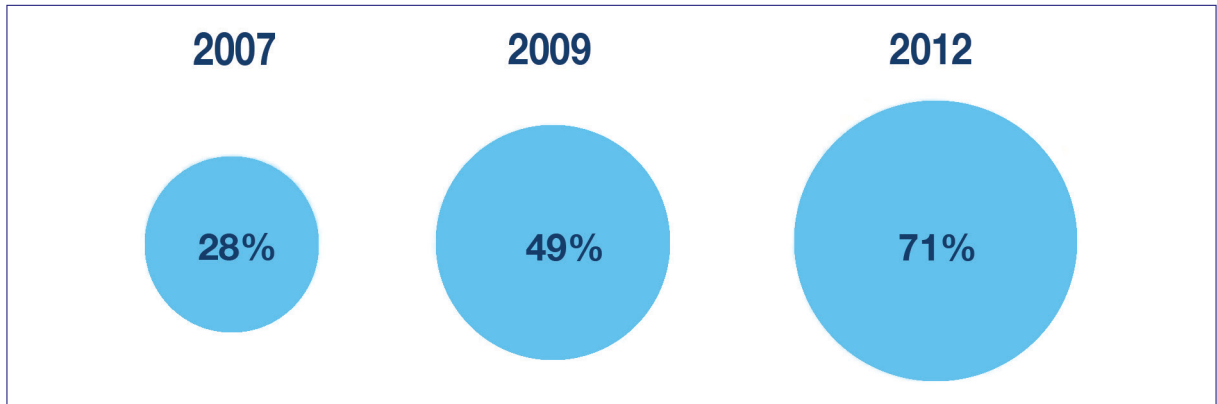
3. YAPI BİLGİ SİSTEMİNİN FAYDALARI

Yapı Bilgi Sisteminin sunduğu avantajlar, bu sistemin mimarlık, mühendislik ve inşaat sektöründe kullanımını gün geçtikçe arttırmaktadır. Ülkemizde bu konuyla ilgili pazar araştırması henüz yapılmamıştır, bu nedenle bu bölümde Kuzey Amerika'da 2007-2012 yılları arasında yapılmış olan pazar araştırması üzerinden açıklamalar yapılmıştır [11].

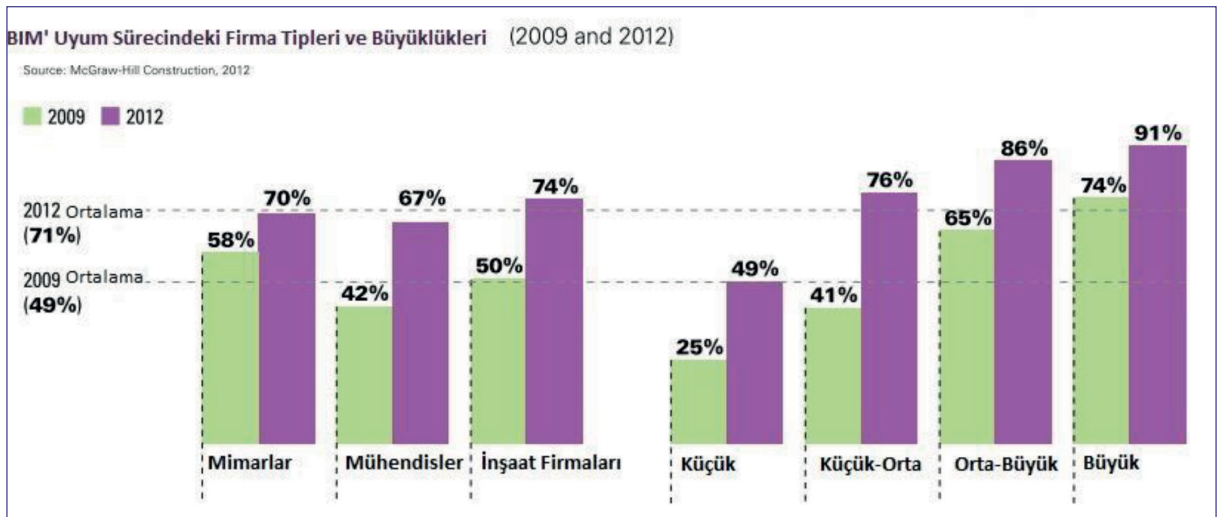
Kuzey Amerika'da yapı bilgi sistemine geçiş Şekil 8'den de görüldüğü üzere 2007-2012 yılları arasında geçen 5 sene zarfında; %28'den %71'e gibi ciddi bir artış göstermiştir. Bu artışın nedeni ise sadece bu yaklaşımın sağladığı avantajlar değildir. BIM'e geçiş sürecinde hükümetin hazırlamış olduğu protokol ile büyük ölçekli projelerin ülke genelinde Yapı Bilgi Sistemi ile hazırlanması zorunluluk haline gelmiştir.

Bu yaklaşım Avrupa'da da kabul görmüş ve ülkeler BIM protokolleri yayınlamaya başlamışlardır.

Bu geçiş sürecinde AEC sektöründeki mesleki grupların oranları ve firma büyüklüğü ile kıyaslamalar ise Şekil 9'da belirtildiği gibidir. Grafiklerden açıkça görüldüğü üzere geçiş oranı en yüksek olan meslek gurubu inşaatçıdır. Bunun nedeni; bu sektörde Yapı Bilgi Sistemi sayesinde hem maliyet hem de zaman tasarrufu açısından ciddi avantajlar elde edilmesi olarak yorumlanabilir. Büyük firmalarda BIM yaklaşımına geçişin 2012 yılında diğer firmalara kıyasla daha yüksek olduğu (%91) görülmektedir, bu oran ise bu firmaların yer aldığı projelerde BIM protokolünün getirmiş olduğu yasal zorunluluk ve bu yaklaşımın kullanılması ile elde edilecek olan kâr olarak yorumlanabilir.



Şekil 8. Kuzey Amerika'da BIM'e Adaptasyon [11]



Şekil 9. BIM'e Geçiş Sürecindeki Meslek Grupları ve Firma Büyüklükleri [11]

Ülkemizde ise Yapı Bilgi Sistemi ile ilgili yayınlanmış bir protokol bulunmamaktadır, fakat gün geçtikçe bu yaklaşımın önemi ülkemizdeki yapı sektörü çalışanları tarafından anlaşılmaktadır ve bazı prestijli projelerde BIM yaklaşımı kullanılmaya başlanmıştır.

4. YAPI BİLGİ SİSTEMİ İLE MEKANİK TESİSAT PROJELERİ

Ülkemizde bina servis projeleri genellikle farklı ofis ortamlarında mekanik ve elektrik tesisat projeleri olarak hazırlanmaktadır. Farklı ekiplerin hazırlanmış oldukları bu projelerin bir araya getirilip koordine edilmesi esnasında büyük sorunlar yaşanmakta, iki boyutta koordine edilebilseler dahi 3. boyutta sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu tür belirsizliklerin çözümleri genellikle şantiye ortamında aranmakta, ciddi zaman ve para kayıplarına yol açmaktadır.

Projelerin uyumsuzluğundan kaynaklanan bu sorunların çözülebilmesi için bina servis projeleri aynı dili konuşabilen tasarım programları ile hazırlanmalı ve bu programların elverdiği ölçüde koordine edilmedir.

Dünya’da yaygın olarak kabul görmüş ve sık kullanılan Yapı Bilgi Sistemi ile uyumlu çalışan tasarım programları Autodesk ve Bentley firmalarının üretmiş olduğu yazılımlardır. Bu yazılımlar sayesinde binanın dijital bir modeli oluşturulmakta, simülasyonlar,

enerji analizleri yapılmakta, olası çakışmalar tespit edilmekte ve raporlanabilmektedir. Bahsedilen bu özellikler sayesinde bina için gerekli olan optimum mühendislik çözümlerine ulaşılabilmekte ve şantiye süreci için daha gerçekçi çözümler elde edilebilmektedir.

Bina servis sistemlerindeki tüm tesisatlar bir araya geldiğinde ortaya çıkan tablo Şekil 10’da da görüleceği üzere oldukça karmaşık ve çözülmesi zordur.

Bina servis projelerinde Yapı Bilgi Sistemi’nin işleyişini anlatabilmek amacıyla, bölümün devamında örnek bir çalışma üzerinde işlem aşamalarından bahsedilecektir.

Örnek proje Autodesk Revit programı ile hazırlanmış olup, Navisworks programı ile koordinasyonu yapılmıştır.

Revit programı ısıtma ve soğutma yükleri hesabını yapabilecek alt yapıya sahiptir. Kürekci N. A. ve Kaplan S. [6], İstanbul ilinde bulunan örnek binanın ısıtma ve soğutma yüklerini, HAP (Hourly Analysis Program) ve Revit programlarıyla, hesaplamalarda sonuçlara etkisi olan iş programı, iç ve dış ortam şartlarını aynı alarak hesaplamışlardır. Hesaplamalar sonucunda ısıtma ve soğutma yüklerinin birbirlerine yakın çıktığı bulunmuştur.



Şekil 10. Havalimanı Projesi MEP Koordinasyon Modeli

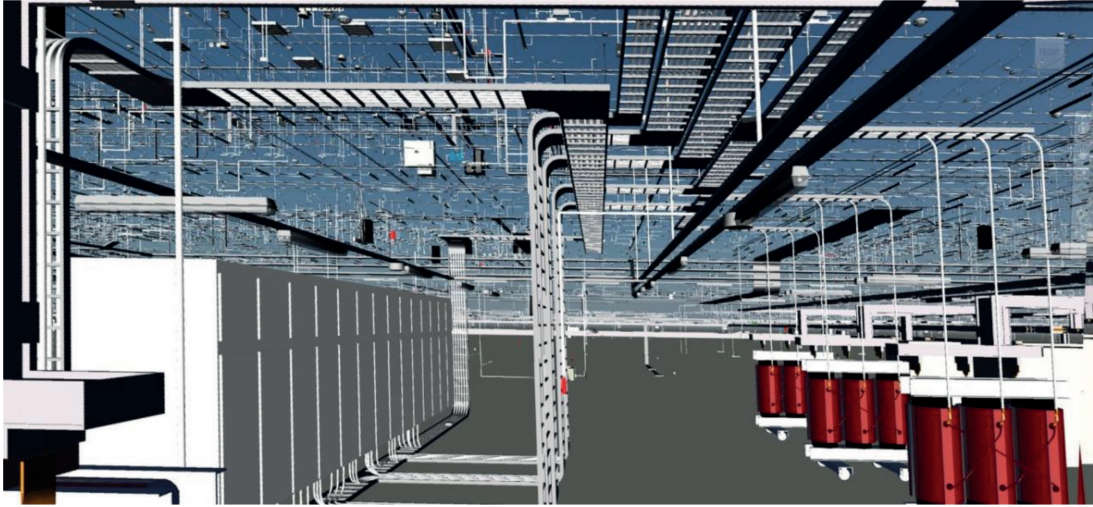
Bu projede ısıtma ve soğutma yüklerinin hesaplanması için ülkemizde yaygın olarak kullanılan HAP tercih edilmiştir. Bu programın hesaplamalarda tercih edilmesinin ana nedeni, hesap raporlarının idarece onayının gerekmesidir. Bu bağlamda düşünüldüğünde Revit programı ülkemizde yaygın kullanımı olmayan ve henüz otoriteler tarafından kabul görmemiş bir programdır.

Hesaplamaların yapılmasının ardından cihaz ve ekipman seçimleri yapıp yerleşimlere başlanmıştır. Yerleşimler yapılırken, mimari ve statik projelerin yanı sıra elektrik tesisat projelerine de dikkat edilmiştir. Elektrik tesisat projeleri mekanik tesisat elemanlarının koordinasyon için önemli rol oynayan armatür,

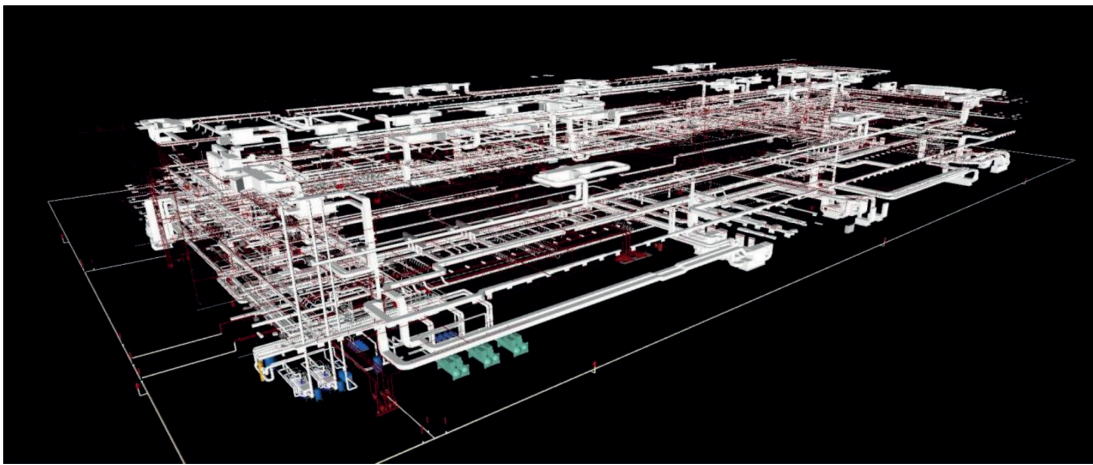
dedektör, bus-bar ve kablo tavası gibi elemanları içermektedir.

Elektrik tesisatı ile uyumlu olarak yerleştirilen mekanik ekipmanlar daha sonra kanal ve borular aracılığıyla yine gerekli ön koordinasyonlar yapılarak cihazlara bağlanmıştır.

Revit programı ile mekanik tesisat projeleri yapmanın avantajlarından bahsedilecek olursa, bunu disiplinler bazında yapmak daha uygun olacaktır. Projeler tasarlanırken mekanik tesisat projelerinin çizimleri yangından korunma tesisatı, iklimlendirme tesisatı kanal işleri, iklimlendirme tesisatı boru işleri ve sıhhi tesisat disiplinlerine ait 4 farklı dosyadan elde edilmiştir.



Şekil 11. Havalimanı Projesi Elektrik Tesisatı Modeli

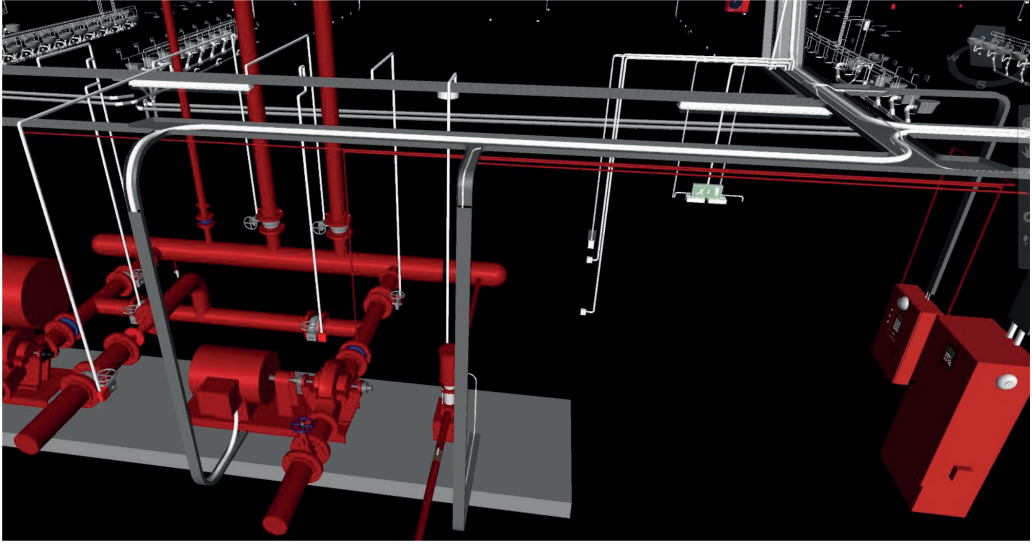


Şekil 12. Havalimanı Projesi Mekanik Tesisat Modeli

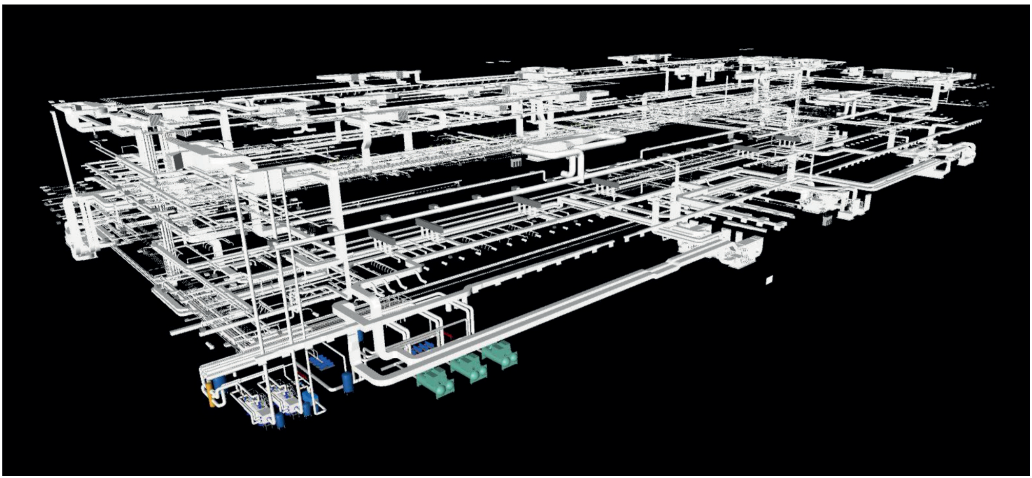
Yangından korunma tesisatı projeleri tasarlanırken, sprinkler yerleşimlerinin doğru yapılması adına Revit programı büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Program sayesinde sprinkler engel mesafeleri kolaylıkla görülebilmüş, ayrıca diğer disiplinlerle koordineli olarak belirlenen boru güzergâhları sayesinde pompa seçimleri için gerekli olan hidrolik hesap, gerçekçi bir şekilde yapılabilmektedir.

İklimlendirme tesisatı projeleri tasarlanırken, ekipman seçimi için gerekli olan basınç kaybı hesapları Revit programı aracılığıyla elde edilmiş, optimum fan ve pompa seçimleri yapılmıştır. Bu hesaplar

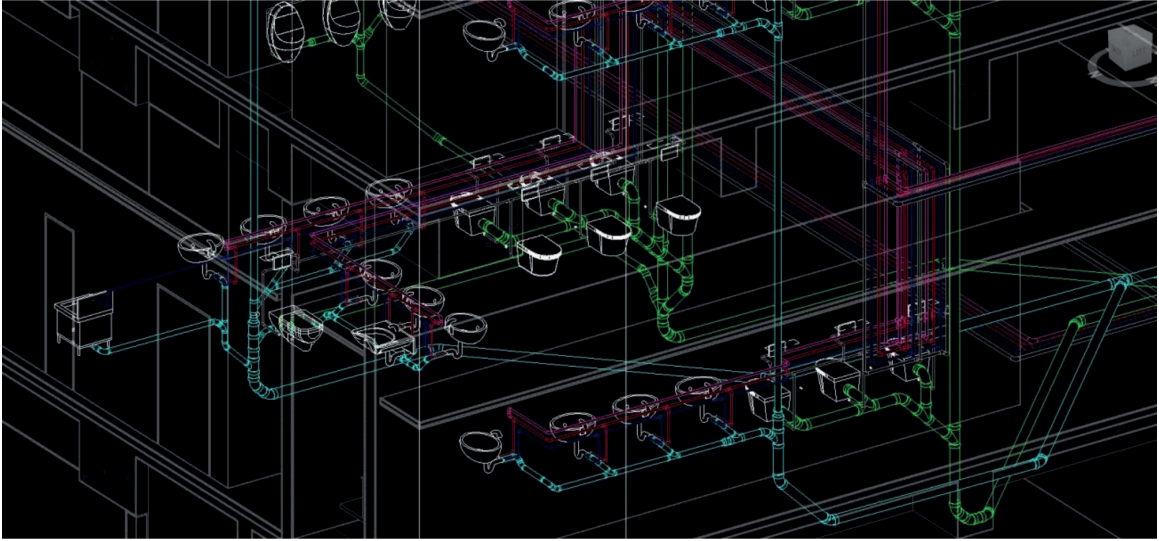
yapılırken dirsek, pantolon ve redüksiyon sayılarının diğer disiplinlerle yapılan koordinasyon sonucu gerçekçi olarak elde edilmesi büyük kolaylık sağlamıştır. Ayrıca, program aracılığı ile hatlardaki tüm debiler toplanabilmekte, hangi mahal için ne kadar taze hava verilmiş, ne kadar emiş yapılmış görülebilmektedir. Optimum mühendislik tasarımlarının elde edilmesi ve yapılan tasarımların kontrol edilmesi adına Revit programı tesisat mühendislerinin işlerini kolaylaştırmakta ve mühendislik hesaplamalarında daha hassas sonuçlar elde edebilmeleri için güçlü argümanlar ortaya koymaktadır.



Şekil 13. Havalimanı Projesi Yangın Pompa Odası Modeli



Şekil 14. Havalimanı Projesi İklimlendirme Tesisatı Modeli



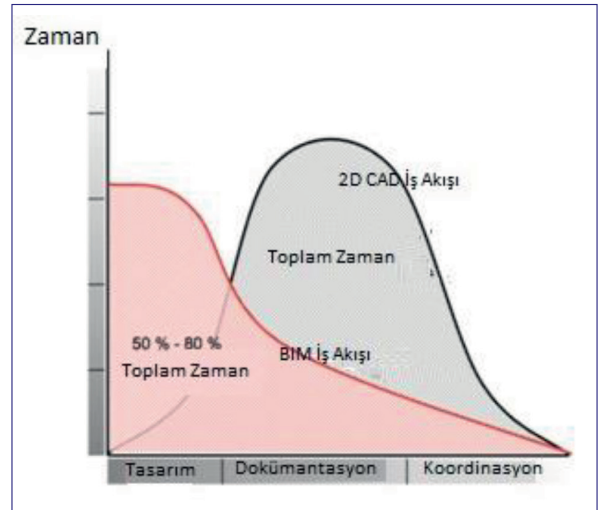
Şekil 15. Havalimanı Projesi Sıhhi Tesisat Modeli

Sıhhi tesisat projeleri hazırlanırken yine iklimlendirme tesisatı projelerinde olduğu gibi dirsek, te ve redüksiyon sayıları gerçekçi olarak elde edilmiş ve bu sayede basınç kayıp hesapları yapılarak, uygun pompalar seçilmiştir. Ayrıca hatların toplam yük ve sarfiyat birimleri görülebilmekte, bu sayede de kontrollerin yapılması kolaylaşmaktadır.

SONUÇ

BIM anlayışı verimlilik artışı sağlamanın yanı sıra, proje tasarımcıları ve yüklenicilerine tasarımın görselini ve simülasyonunu dijital olarak oluşturabilme imkânı verir. Bununla birlikte tasarımcılar, tasarımın temel fiziksel ve işlevsel özelliklerini analiz edebilir. Yapı inşa edilmeden önce elde edilebilen bu veriler sayesinde analizler, daha gerçekçi olarak yorumlanabilir.

Bu yaklaşım projenin yaşam döngüsü boyunca, projeye dâhil olan meslek gruplarına çeşitli yararlar sağlamaktadır. Mimarlar tasarımlarında daha az hata ile gerçeğe yakın modeller oluşturabilir, bina servis projelerini tasarlayan mühendisler koordinasyon sağlayarak karmaşık tesisat sistemlerini çözüme ulaştırabilir, inşaat ekipleri çalışma planı oluşturarak ön sipariş verebilir ve şantiye sürecini kısaltabilirler.



Şekil 16. BIM ve CAD İş Akışı Karşılaştırması

BIM anlayışının şantiye sürecindeki iş tekrarlarını azaltarak maliyeti düşürdüğü, bunun yanı sıra zamandan tasarruf sağladığı anlaşılmaktadır. Meslek grupları arasındaki koordinasyon sorununu tasarım aşamasında giderdiği görülmektedir.

Şekil 16' da görüldüğü gibi BIM anlayışı ile tasarım aşaması toplam sürenin yüzde 50'si ile 80'i arasındaki kısmını kapsamaktadır. Buradan anlaşılacağı üzere tasarımcıya düşen iş daha fazla olmaktadır.

Geleneksel yöntemde yaşanan koordinasyon ve dokümantasyon sorunlarının BIM ile büyük ölçüde giderildiği görülmektedir.

Ülkemizde mekanik tesisat projelerinde BIM yaklaşımının kullanımı henüz yaygınlaşmamıştır, fakat bu sistemin sağladığı avantajlar ve işveren talepleri göz önünde bulundurulursa BIM projelerinin kısa süre içerisinde yaygınlaşacağı kanısına varılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] <http://sayisalgrafik.com.tr/Basin-Odasi/yapi-bilgi-sistemi-bim-ve-autodesk-building-design-suite-72.aspx>
- [2] Ofloğlu, S., “Yapı Bilgi Modelleme: Gereksinim Ve Birlikte Çalışabilirlik”, Mimarist, 2014.
- [3] Hergunsel, M. F., “Benefits Of Building Information Modeling For Construction Managers And BIM Based Svheduling”, 2011.
- [4] Rodriguez, J., “Building Information Modeling (BIM) Benefits”.
- [5] Autodesk, The Power Of BIM For Structural Engineering, 2014.
- [6] Kürekçi, N. A., Kaplan, S., “Isıtma-Soğutma Yüklerinin Hap Ve Revit Programlarıyla Hesaplanması”, Tesisat Mühendisliği, Sayı 141, Mayıs-Haziran 2014.
- [7] <http://snmuhendislik.com/bim.html>
- [8] Yan, H., Damian, P., “Benefits And Barriers Of Building Information Modelling, Department Of Civil And Building Engineering”, Loughborough University, UK.
- [9] Walter, M. “Return On Interoperability: The New Rol. Uk: John Jageurs. Cad User”, March/April 2006.
- [10] <http://division4tricladium.blogspot.com.tr/2013/06/of-macleamy-curve-efficient-design-and.html>
- [11] Business Value Of BIM in North America 2007-2012 (Mgh Smart Market Report 2013).
- [12] Realizing The Benefits Of BIM, Autodesk, 2011
- [13] Azhar, S., Hen, M., And Sketo, B., “Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risk And Challenges, Mcwhorter School Of Building Science Auburn University”, Auburn, Alabama.
- [14] <http://idestatik.com/portfolio-type/idecad-mimari-ozet/>