İÇİNDEKİLER

5 **Su Kaynaklı Isı Pompası Sisteminin Deneysel İncelenmesi**
Kadir BAKIRCI

10 **Sabit Isı Kaynaklı ve Sıcak Su Dolaşımı Isıtma Sistemlerinin Zaman Bağımlı Süreçler Üzerindeki Etkisinin Karşılaştırmalı Analizi**
Mehmet Emin ARICI

17 **Üç Evaporatörlü Bir Soğutma Sisteminin Deneysel Analizi**
Hikmet DOĞAN
Mustafa AKTAŞ
Şafak ATAŞ

25 **Buhar Sıkıştırmalı Ejektörlü Soğutma Sisteminde Yoğuşturucu ve Buharlaştırıcı Boyutlarının Belirlenmesi**
Şaban ÜNAL
Çağrı KUTLU
Mehmet Tahir ERDİNÇ

33 **İç Hava Kirleticileri ve İnsan Sağlığına Etkisi**
Sait C. SOFUOĞLU

45 **Farklı Basınçlar Altında Solvent Vakumlu Buharlı Kurutma Fırını Tasarımı ve Akış Analizi**
Serdar YURDUSEVEN
Ahmet AYDIN
Tahsin ENGİN

55 **Adyabatik Kılcal Boruda Soğutucu Akışkan Olarak İzobütan (R600a) Akışının Deneysel Olarak İncelenmesi**
Tolga APAYDIN
Hasan HEPERKAN

61 **Havalandırmada Enerji Geri Kazanımı: Araştırma ve Geliştirme**
Utku ŞENTÜRK
Sinan AKTAKKA
Macit TOKSOY

86 **Yapı Bilgi Sistemi (BIM) ile Mekanik Tesisat Projeleri**
Seyit KAPLAN
N. Alpay KÜREKCİ

97 **Sektörden**

tmmob makina mühendisleri odası TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ
ISSN 1300 - 3399

Yerel - Süreli - Teknik Yayın

Mayıs/Haziran 2016
Yıl: 24 Sayı: 153

MMO Adına Sahibi
Ali Ekber Çakar

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
İbrahim M. Tataroğlu

Editör
Galip Temir

Yayın Kurulu
Ahmet Arısoy
A. Metin Duruk
Abdurrahman Kılıç
Cafer Ünlü
Galip Temir
Hasan Heperkan
İ. Cem Parmaksızoğlu
Üzeyir Uludağ
Tevfik Peker
Turgut Bozkurt
Zeki Arslan

Yayın Koordinatörü
Sema Keban

Reklam
Nuray Erhan

Dizgi ve Mizanpaj
Günay Polat

Baskı
Şan Ofset
Hamidiye Mah. Anadolu Cad.
No: 50 Kağıthane / İSTANBUL
Tel.: 0212 289 24 24

Baskı Tarihi
30.06.2016

Yönetim Merkezi
Katip Mustafa Çelebi Mh. İpek Sk.
Tel.: 0212 252 95 00 - 01

Baskı Sayısı
6.000 adet

Tesisat Mühendisliği Dergisi'nde yayınlanan yazı ve çizimlerin her hakkı saklıdır. İzin alınmadan yayınlanamaz.

www.mmoistanbul.org

Hakemler Kurulu

AKARYILDIZ Eyüp, Doç. Dr.

ARIKOL Mahir, Prof. Dr.

ARISOY Ahmet, Prof. Dr.

BİLGE Mustafa, Dr. Mak. Müh.

CAN Ahmet, Prof. Dr.

DERBENTLİ Taner, Prof. Dr.

DURUK A. Metin, Mak. Y. Müh.

EKİNCİ Ekrem, Prof. Dr.

GİRAY Serper, Mak. Müh.

GÜNGÖR Ali, Prof. Dr.

HEPERKAN Hasan, Prof. Dr.

KARADOĞAN Haluk, Prof. Dr.

KILIÇ Abdurrahman, Prof. Dr.

KINCAY Olcay, Prof. Dr.

KORUN Tunç, Mak. Müh.

OSKAY Rüknettin, Prof. Dr.

ÖZGÜR Doğan, Prof. Dr.

ÖZTÜRK Recep, Prof. Dr.

SUNAÇ Baycan, Mak. Y. Müh.

TEMİR Galip, Prof. Dr.

TOKSOY Macit, Prof. Dr.

ULUDAĞ Üzeyir, Mak. Müh.

ÜNLÜ Cafer, Mak. Müh.

YAMANKARADENİZ Recep, Prof. Dr.

YILMAZ Tuncay, Prof. Dr.

Bu dergide belirtilen görüşler yazarların kendine ait olup, hiçbir şekilde MMO'nun aynı konudaki görüşlerini yansıtmaz.

Tesisat Mühendisliği Dergisi Makale Yazım Kuralları

GENEL KURALLAR

- Makaleler MMO Ağ Evi'nde Internet ortamında da yayınlanmaktadır.
- Makale metinleri ve özetleri üzerinde yer alan her türlü görüş ve düşünce ve yazım hatası açısından sorumluluk tamamen yazarlara aittir.
- Hakemler tarafından gerekli gördüğünde yazarlara iletilmek üzere metinler ve özetler üzerinde bazı düzeltme, öneri ve katkılar getirebilirler.
- Makalelerde, bölümler (giriş, tanımlamalar, incelemeler, araştırmalar, gelişmeler, sonuçlar, şekiller ve değerlendirmeler vb.) bir bütünlük içinde olmalıdır.
- Makale dili Türkçe'dir. Makalelerde kullanılan dilin anlaşılabilir bir Türkçe olmasına dikkat edilmeli, yabancı dillerdeki sözcükler ve tümceler mümkün olduğu kadarıyla kullanılmamalıdır.
- Makalelerde kullanılan bütün birimler SI birim sisteminde olmalıdır. Gerekli görüldüğü takdirde farklı birim sistemindeki değerleri parentez içinde verilmelidir.
- Makalenin üslubu, formatı ve dili etkinlik yapısına ve mühendislik etiğine uygun olmalıdır.
- Makalelerde belirli bir grup, sınıf veya toplumu oluşturan tabakalardan herhangi birinin, firma veya firma topluluklarının menfaati ön plana çıkartılmamalı, bu konuda reklam ve propaganda yapılmamalıdır. Makalelerde herhangi bir firmanın, ürünün (veya sistemin), cihazın veya markanın reklamı yapılmamalıdır. Şekil, resim ve tablolarda ticari bir kuruluşun adı, logosu yer almamalıdır.

ÖZETLER VE MAKALE YAZIM KURALLARI

- Makaleler, Microsoft Word belgesi şeklinde Windows ortamında kullanılacak şekilde hazırlanacaktır.
- Makaleler solda 3,5 cm, üstte, altta ve sağda 2,5 cm boşluk bırakılmak suretiyle yazılacaktır.
- Makale metinleri, kaynaklar ve şekiller dahil en fazla 10 sayfadan oluşmalıdır.
- Makale başlığı en fazla 15 sözcük veya iki satırı geçmeyecek şekilde oluşturulacaktır. Başlıklar 14 punto Times New Roman yazı tipi kullanılarak, soldan itibaren kelimeler büyük harfle başlayacak ve küçük harfle yazılacaktır.
- Başlığı takiben iki satır aradan sonra yazar isimleri, ad ve soyad şeklinde küçük harfle verilecek, yazarların çalıştığı kurumlar ve varsa e-posta adresleri yazar listesinin hemen altında açıklanacaktır.
- Yazar isimlerini takiben iki satır atlanarak Türkçe ve İngilizce özet verilecektir. Makale özetlerinde özet metni 9 punto italik Times New Roman yazı tipi ile yazılacaktır. Özet metni en fazla 200 sözcükten oluşacaktır.
- Makale özetini takiben bir satır boş bırakılacak ve 5 anahtar sözcük Türkçe ve İngilizce yazılacaktır.
- Makale metinlerinin tamamı 9 punto Times New Roman yazı tipi kullanılarak yazılacaktır ve iki sütunda verilecektir. Makale metinleri satır aralığı 1 olacaktır. Paragraflar başlatılırken sol taraftan herhangi bir girinti boşluğu bırakılmayacak, paragraflar arasında yarım satır boş atlanacaktır. Paragraflar iki yana hizalı (justified) biçimde yazılacaktır.
- Makalelerde yer alan tüm resimler, çizimler ve program ekran görüntüleri metin içinde gömülü olacaktır. Şekil, tablo, grafik, resim ve formüllerin yerleşimi metin akışına uygun olarak metin içinde olmalı ve refere edilmelidir.
- Tablo içermeyen bütün görüntüler (fotoğraf, çizim, diyagram, grafik, harita vs.) şekil olarak isimlendirilmelidir.
- Makalelerde ana konu başlıkları 1., 2., 2.1., 2.1.1. vb. şeklinde numaralanacak, örneğin 1. bölüm altında yer alan başlıklar 1.1., 1.2. vb. şekilde yapılacaktır.
- Kullanılan semboller ve indisler kaynaklardan önce yer alacak , 8 punto ve italik olacaktır.
- Makalede geçen kaynaklar veya alıntılar [1], [2] vb. parantezler arasında yapılacak, makale sonunda "Kaynaklar" başlığı altında 1., 2. şeklinde verilecektir. Makaleler: [1] yazar(lar) soyadı, adının baş harfi, makalenin açık adı, derginin açık adı, cilt numarası, sayfa aralığı, basım yılı. Kitap: [2] yazar (editör) soyadı, adının baş harfi., kitabın açık adı, basım evi, basım yeri, basım yılı. Tez: [3] yazar soyadı, adının baş harfi, tezin açık adı, tezin yapıldığı üniversite, tezin basıldığı yer/ülke, basım yılı düzeninde yazılacaktır.
- Makale metinlerinin elektronik kopyaları e-posta (http//omys.mmo.org.tr/tmdergi) ile veya CD ile (Katip Mustafa Çelebi Mahallesi, İpek sok, No: 9, 34433 Beyoğlu-İstanbul) gönderilmelidir.

ONLINE MAKALE YÖNETİM SİSTEMİ

Makina Mühendisleri Odası yayınları için makale gönderimleri bundan böyle Online Makale Yönetim Sistemi üzerinden yapılacaktır. Tesisat Mühendisliği Dergisi'nde ve Mühendis ve Makina Dergisi'nde yayınlanmak üzere gönderilecek makalelerin http://omys.mmo.org.tr/tesisat linkinden/adresinden gönderilmesi gerekmektedir. Kullanıcı adı ve şifresi ile yapılacak başvurulara yanıt yine online olarak verilecektir. İyi çalışmalar.

SUNUŞ

Merhaba Değerli Meslektaşlarımız,

Şube ve Oda Genel Kurulları'nın ardından 24 bağlı Odası ve yarım milyona yakın mimar, mühendis, şehir plancısı üyesi bulunan Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği-TMMOB 44. Olağan Genel Kurulu, 26-29 Mayıs 2016 tarihlerinde Ankara'da yapıldı.

Kocatepe Kültür Merkezi'nde üç gün süren Genel Kurul, 29 Mayıs Pazar günü TMMOB Teoman Öztürk Öğrenci Evi ve Sosyal Tesisi'nde yapılan seçimle sona erdi. Genel Kurulda, 10 Ekim Ankara katliamının burukluğunun ve mevcut siyasi ortama karşı direnç ve mücadele kararlılığının yansıdığı açılış konuşmalarında, ülkenin içinden geçtiği karanlık dönemde gerçekleştirilen TMMOB Genel Kurulu'nun daha da önemli hale geldiği ve TMMOB'ye daha fazla ihtiyaç duyulduğu ifade edildi. Genel Kurulda gerici-faşist yönetim anlayışına karşı toplumsal muhalefetin ortak mücadele-sinin önemine vurgu yapıldı ve ülkemiz, halkımız, mesleğimiz, örgütümüz için mücadelemizin kararlılıkla süreceği belirtildi.

Genel Kurul divanına verilen bir önergeyle delegasyon, üçüncü gün çalışmalarına başlanmadan önce, Madenci Anıtı önünde bir basın açıklaması yaptı ve başta Zonguldak'ta açlık grevindeki maden emekçilerinin haklı direnişi olmak üzere; iş, ekmek, özgürlük mücadelesi veren tüm emekçilerin yanında olunduğu, mücadelelerinin desteklendiği ifade edildi.

Yeni anayasa ve başkanlık sistemine hayır denileceği, TMMOB mevzuatının değiştirilmesi girişimine karşı direnile-ceğinin oybirliğiyle benimsendiği TMMOB 44. Olağan Genel Kurul Sonuç Bildirisi'ne Odamız ve TMMOB'nin web sitelerinden ulaşılabilmektedir.

Odamızı TMMOB'de altı dönem başarıyla temsil eden ve görev yaptığı dönemlerde hiçbir zaman "padişahım çok yaşa" demeyen, Birliğin mücadele bayrağını daha yükseklere çıkaran arkadaşımız Mehmet Soğan'cıya bu vesileyle tekrar teşekkür ediyor, yeni TMMOB Yönetim Kurulu'nun Başkanlığa seçtiği Emin Koramaz arkadaşımıza başarılar diliyoruz. Odamız yeni çalışma döneminde TMMOB çalışmalarına, İKK faaliyetlerine yine tam destek sunacak, Birliğimizin korunması ve gelişmesi için gereken her çabayı gösterecektir.

* * * *

TMMOB Makina Mühendisleri Odası, her ay iktisatçı-yazar Mustafa Sönmez'in katkısıyla hazırladığı sanayinin sorunları bülteninin on yedincisini "Sanayide Bölgesel Uçurum" sorununa ayırdı. TÜİK, Kalkınma Bakanlığı, Ekonomi Bakanlığı, SGK, Hazine verileri kullanılarak yapılan araştırmada, imalat sanayisinde bölgesel uçurumların teşviklere rağmen azalmadığına dikkat çekildi. Her Bülten Eki olarak yayımlanan sanayi analizleri raporlarına Odamızın web sitesinden ulaşılabilmektedir. .

* * * *

İşçi Sağlığı İş Güvenliği Oda Raporumuz, 28 Nisan Dünya İşçi Sağlığı ve Güvenliği Günü dolayısıyla kamuoyuna açıklandı. Dünyada durum, İSG kavramının gelişimi, mevzuat ve uygulama sorunları, iş kazaları ve meslek hastalıkları verileri, kaza ve hastalıkların nedenleri, iş güvenliği, iş sağlığı ve güven-

* *
*

liği kurulları, iş güvenliği mühendisliği, işyeri hekimliği, Odamızın çalışmaları ve çözüm önerilerinin yer aldığı raporun tamamına Oda web sitesinden ulaşılabilmektedir.

* * * *

Dergimizin bu sayısında; bir kaç sayıdır yer verdiğimiz iç hava kirleticileri konusunda yeni bir makalemiz var, "Su Kaynaklı Isı Pompası Sisteminin Deneysel İncelenmesi" konulu makale dışında diğer makalelerimizin ağırlığını soğutma konusu oluşturmakta. Ayrıca Sektörden bölümünde MTMD 9. Çalıştayı ve bu çalıştayın sonuç bildirgesi yer almaktadır.

* * * *

Tesisat Mühendisliği Dergisi elektronik ortamda, www.mmo.org.tr web sayfamızda yer alan "Yayınlar" bölümünden takip edilebilir.

Esenlik dileklerimizle.

TMMOB
Makina Mühendisleri Odası
Yönetim Kurulu
Haziran 2016

Yapı Bilgi Sistemi (BIM) ile Mekanik Tesisat Projeleri

Seyit KAPLAN
N. Alpay KÜREKCİ

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.

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].

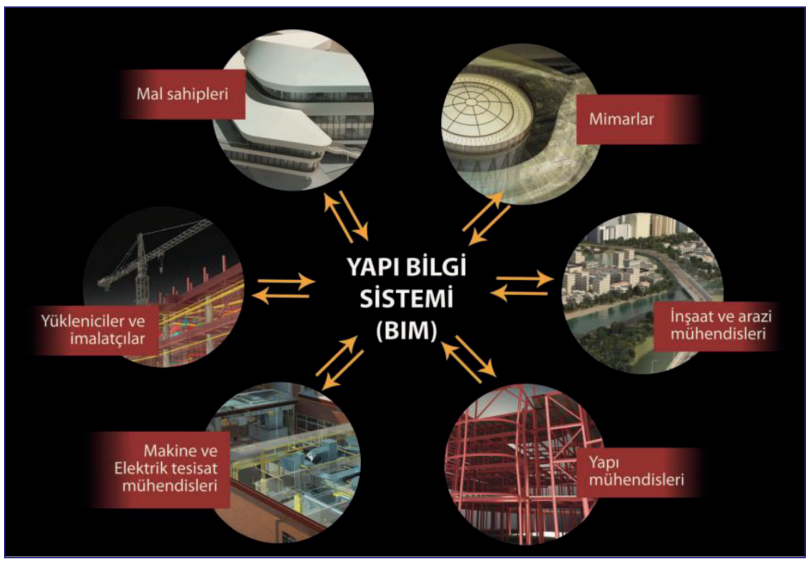
2 boyutlu CAD daha hızlı çizim yapmaya yarayan, kalem, cetvel ve silgi kullanımını ortadan kaldıran bir tasarım argümanı olmuştur. Sektörlerin ihtiyaçları ile birlikte 3 boyutlu tasarımlara olan ihtiyaç gündeme gelmiştir. Hatta günümüzde 3 boyutlu tasarımın yanı sıra 3 boyutlu modeller üzerinde analizler 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 yapmaları için imkân ve zaman tanıyan bir argümandır.

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

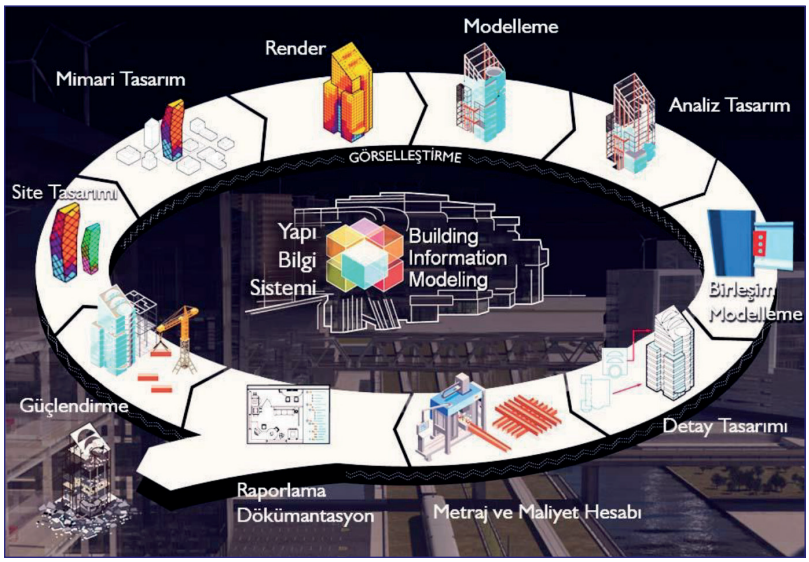
yutta çizilen her görünüşün birbirinden bağımsız olmasıdır. Plan, kesit ve dikey kesit gibi 2 boyutlu çizimlerin, herhangi birinde bir düzenleme yapıldıktan sonra, diğer tüm çizimlerin de kontrol edilmesi ve düzenlenmesi gerekmektedir, BIM ile bu düzenlemeler otomatik olarak yapılmakta ve model güncellenmektedir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

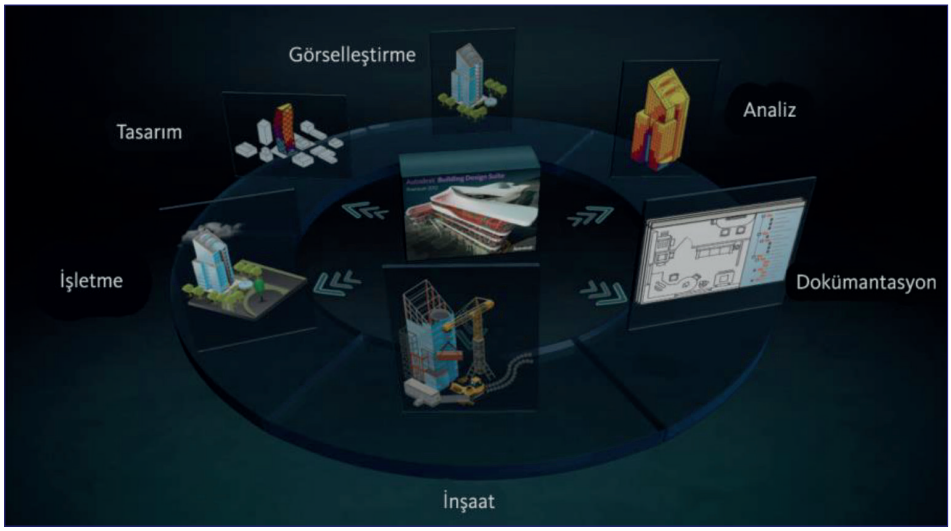
2.1. Görsellik

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

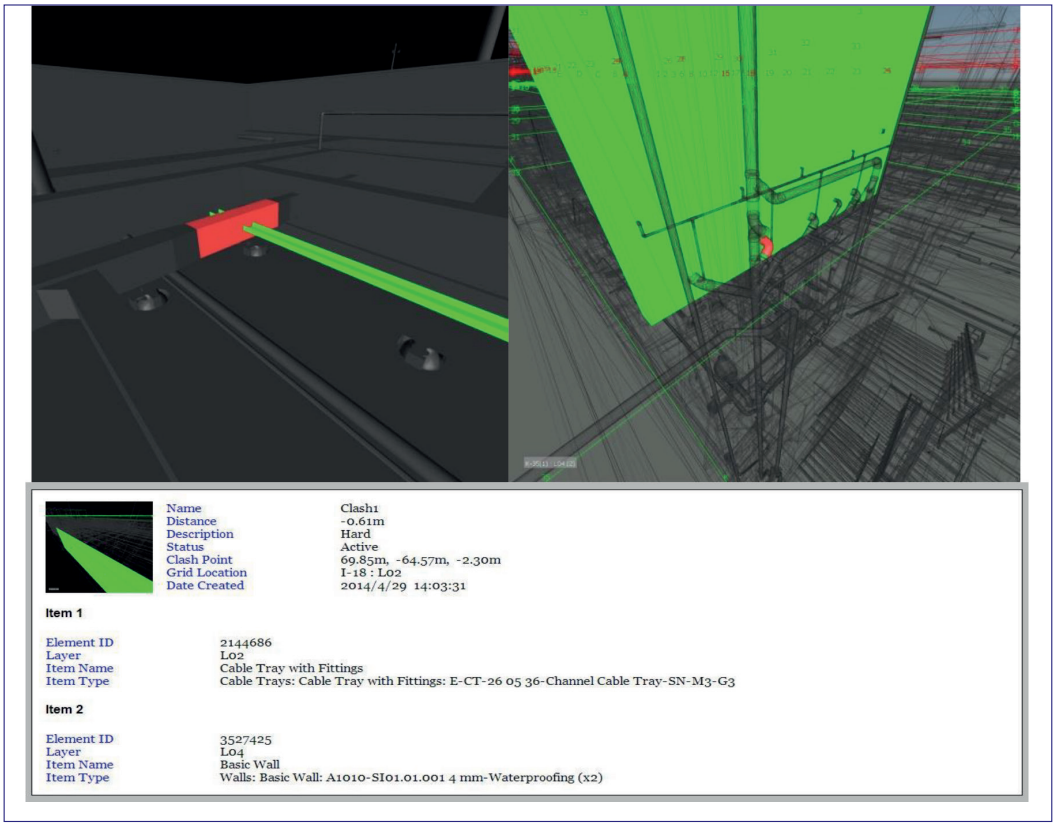
İnşaat ekibi ile mimarlar, mühendisler ve yüklenici projenin ilk aşamalarında işbirliği sağlamak ister. BIM anlayışı işbirliğini modelleme aşamasında oluşturur. Özellikle mekanik ve elektrik tesisatlarını projelendiren mühendisler aynı model üzerinde çalışırlarken meydana gelen koordinasyon sıkıntıları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



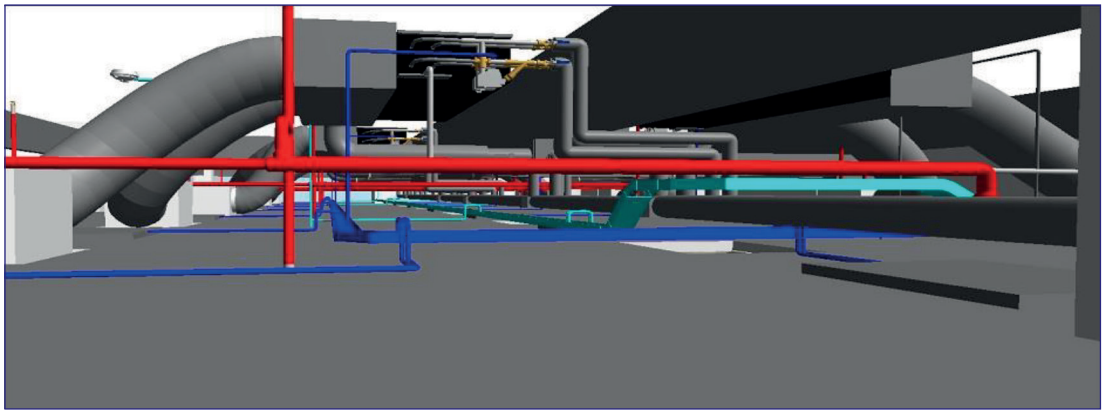
Şekil 3. BIM Kullanmanın Faydaları [1]



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 önlenebilir 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].

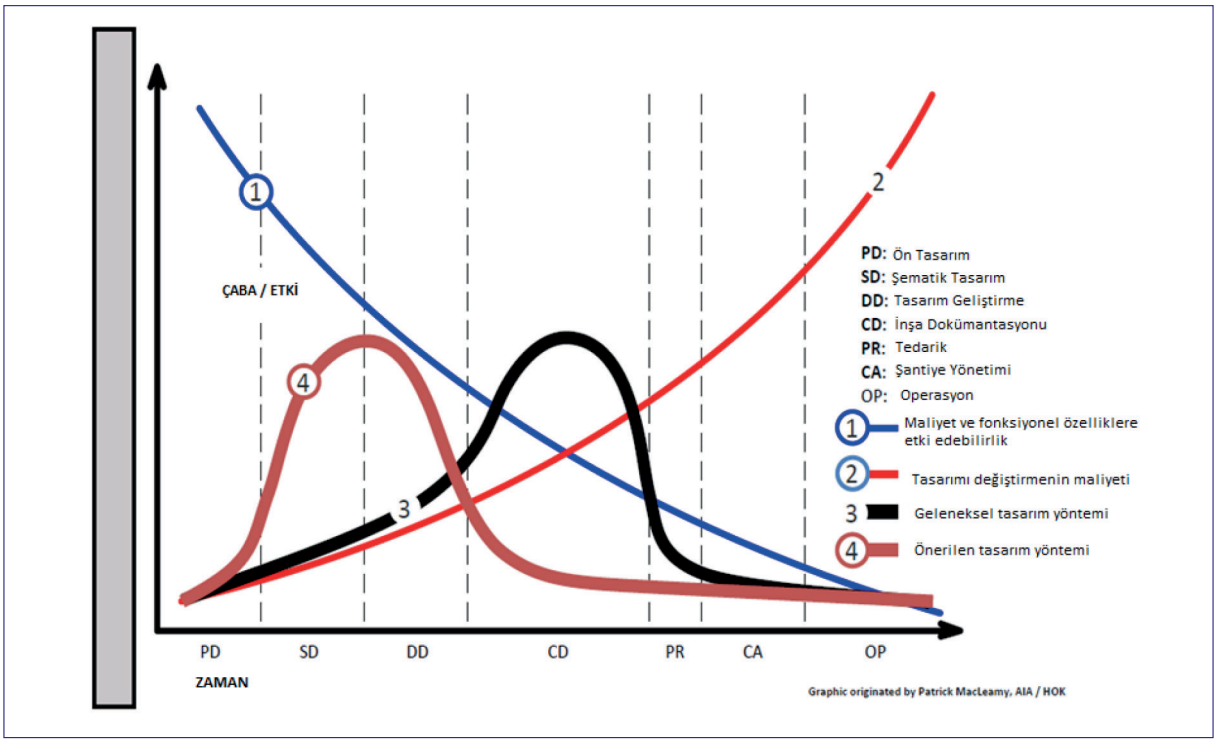
Şekil 7'de geleneksel tasarım süreci ve BIM ile tasarım süreci, maliyet ve harcanan çaba bakımından kıyaslanmıştır.

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 yaklaşımda ise tüm ciddi kararlar şematik tasarım aşamasında netleşmektedir, bu sayede ileride yapılması olası değişiklerden 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].



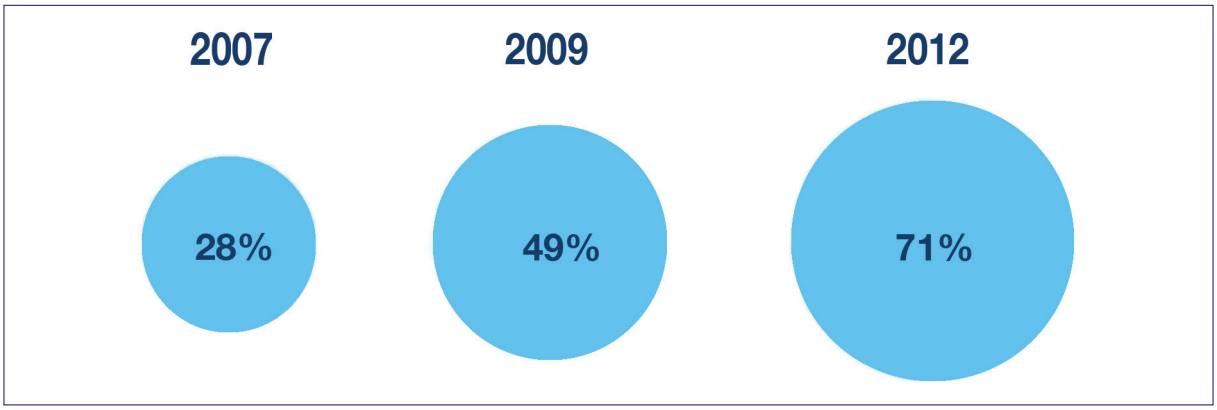
Şekil 7. MacLeamy Eğrisi [10]

3. YAPI BİLGİ SİSTEMİNİN FAYDALARI

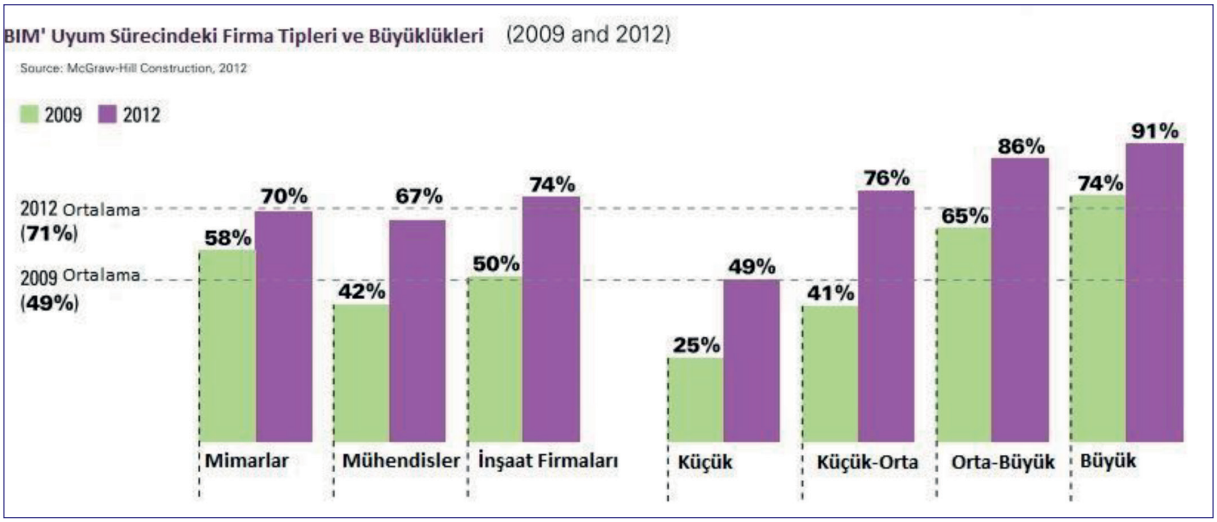
Yapı Bilgi Sisteminin sunduğu avantajlar, bu sistemin mimarlık, mühendislik ve inşaat sektöründe kullanımını gün geçtikçe arttırmaktadır. Ülkemizde bu konuyla ilgili pazar araştırması henüz yapılmamıştır, bu nedenle bu bölümde Kuzey Amerika'da 2007-2012 yılları arasında yapılmış olan pazar araştırması 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 inşaattır. 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 Gurupları 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 hazırlamış 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 edilmelidir.

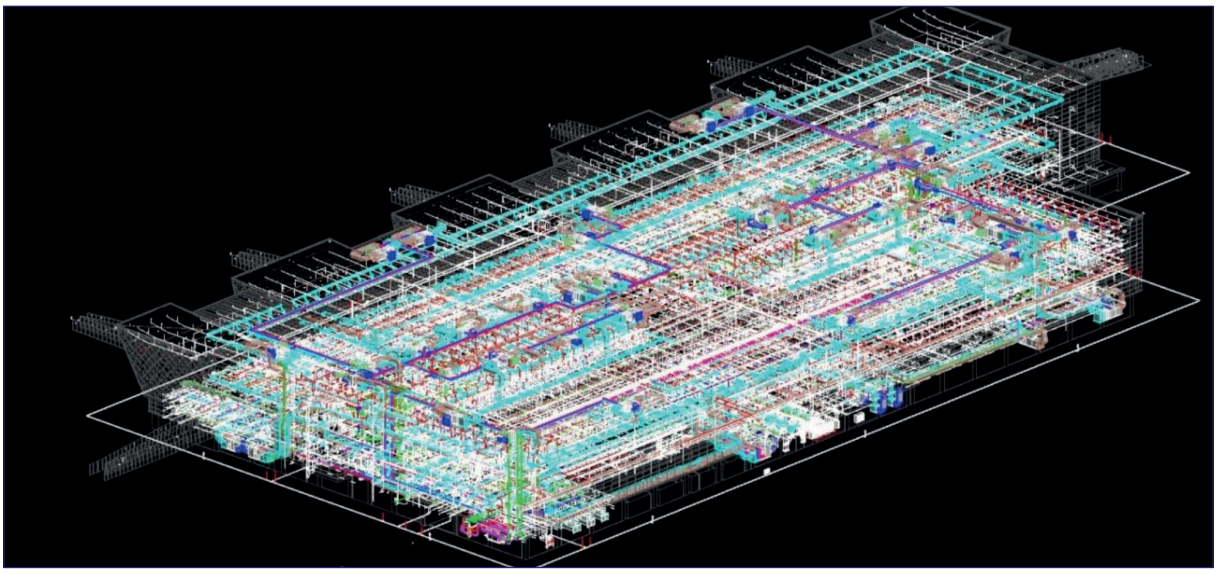
Dünya'da yaygın olarak kabul görmüş ve sık kullanılan Yapı Bilgi Sistemi ile uyumlu çalışan tasarım programları Autodesk ve Bentley firmalarının üretmiş olduğu yazılımlardır. Bu yazılımlar sayesinde binanın dijital bir modeli oluşturulmakta, simülasyonlar, enerji analizleri yapılmakta, olası çakışmalar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



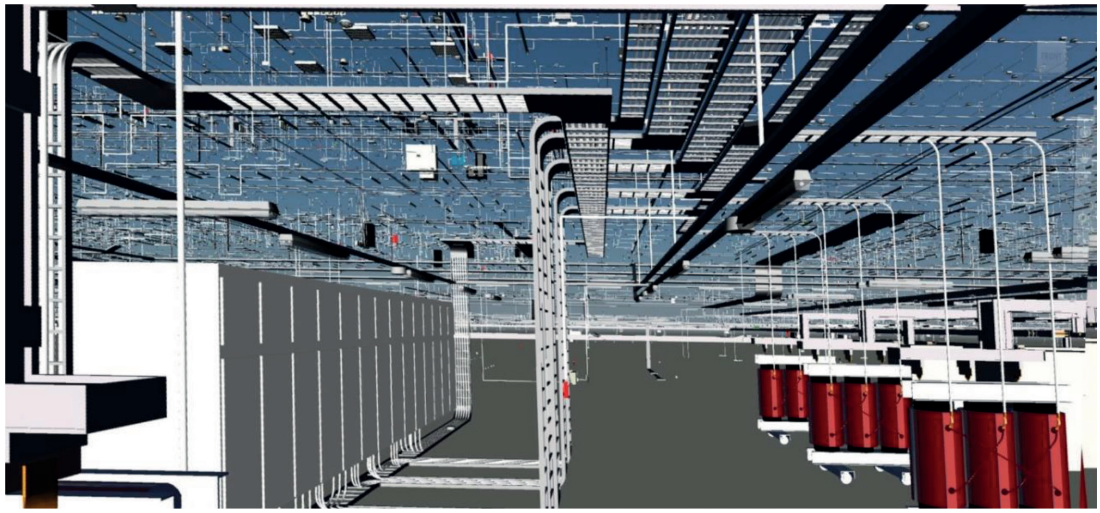
Şekil 10. Havalimanı Projesi MEP Koordinasyon Modeli

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.

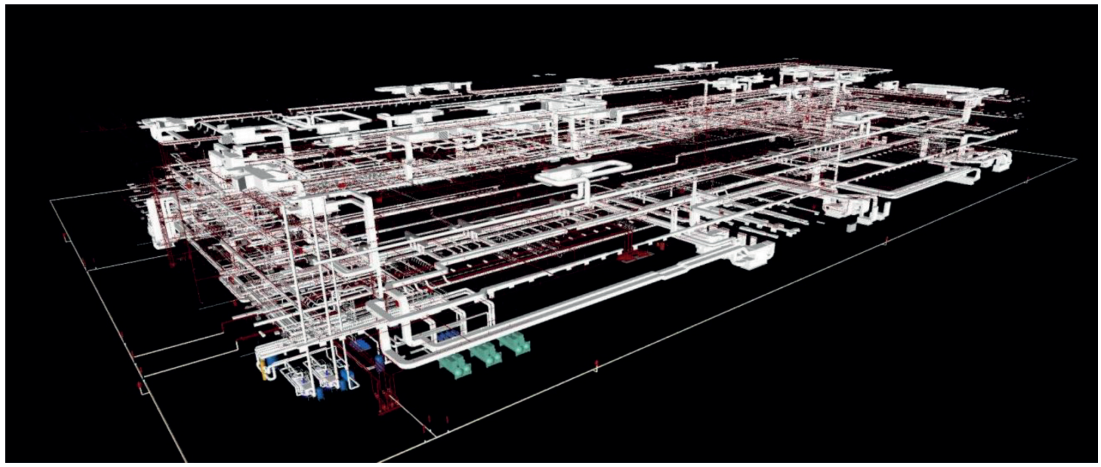
Hesaplamaların yapılmasının ardından cihaz ve ekipman seçimleri yapılıp yerleşimlere başlanmıştır. Yerleşimler yapılırken, mimari ve statik projelerin yanı sıra elektrik tesisat projelerine de dikkat edilmiştir. Elektrik tesisat projeleri mekanik tesisat elemanlarının koordinasyon için önemli rol oynayan armatür, dedektör, bus-bar ve kablo tavası gibi elamanları içermektedir.

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

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.



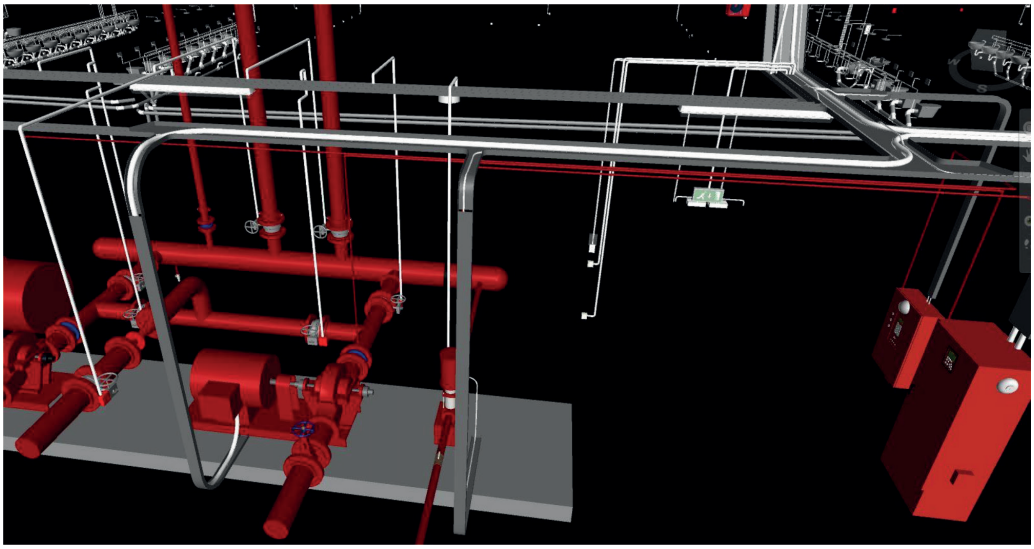
Şekil 11. Havalimanı Projesi Elektrik Tesisatı Modeli



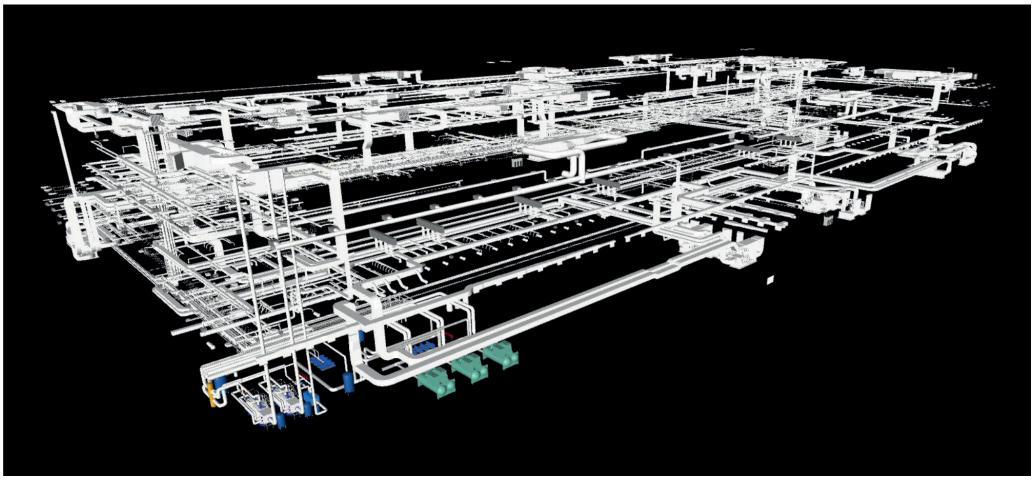
Şekil 12. Havalimanı Projesi Mekanik Tesisat Modeli

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

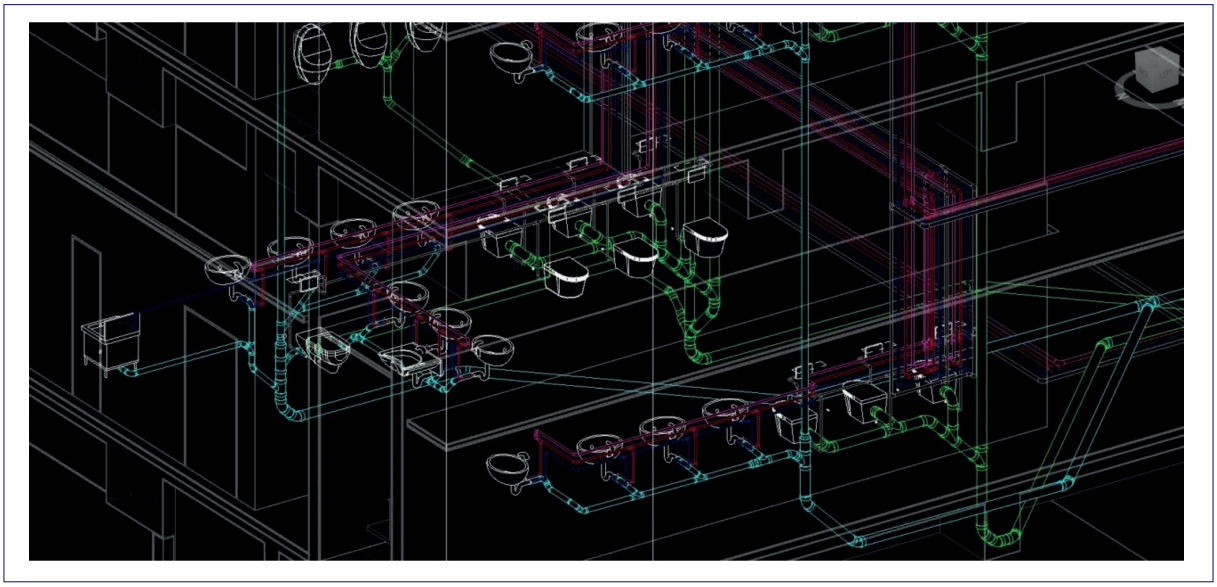
İklimlendirme tesisatı projeleri tasarlanırken, ekipman seçimi için gerekli olan basınç kaybı hesapları Revit programı aracılığıyla elde edilmiş, optimum fan ve pompa seçimleri yapılmıştır. Bu hesaplar yapılırken dirsek, pantolon ve redüksiyon sayılarının diğer disiplinlerle yapılan koordinasyon sonucu 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 görülebilmektir. 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



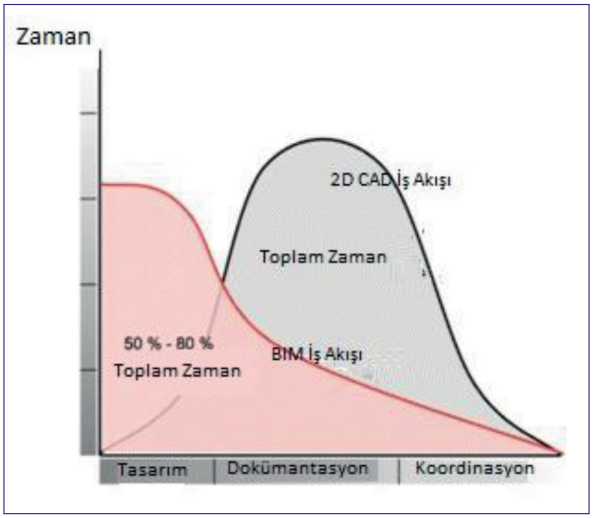
Şekil 15. Havalimanı Projesi Sıhhi Tesisat Modeli

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] Ofluoğlu, 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] Rodrıguez, 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., Damıan, 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://division4triclinium.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., Heın, 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/