

T.C.
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE’DE MİMARLIK ŞİRKETLERİ İÇİN
BİM UYGULAMA YOL HARİTASI

MİMARLIK
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TUĞÇE SARIÇİÇEK
ŞUBAT 2019

ŞUBAT 2019

Yüksek Lisans - Mimarlık

TUĞÇE SARIÇİÇEK

**Türkiye’de Mimarlık Şirketleri İçin
BIM Uygulama Yol Haritası**

Hasan Kalyoncu Üniversitesi

**Mimarlık
Yüksek Lisans**

Danışman

Prof. Dr. Yusuf ARAYICI

Tuğçe SARIÇİÇEK

Şubat 2019



© 2019 TUĞÇE SARIÇİÇEK



**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
YÜKSEK LİSANS KABUL VE ONAY FORMU**

Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Tuğçe SARIÇİÇEK tarafından hazırlanan TÜRKİYE'DE MİMARLIK ŞİRKETLERİ İÇİN BIM UYGULAMA YOL HARİTASI başlıklı tez, 28/01/2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucu **başarılı** bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Görevi

Unvanı, Adı ve Soyadı

İmzası:

Kurumu/Üniversitesi

Juri Başkanı

Prof. Dr. Yusuf ARAYICI

Hasan Kalyoncu Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi

Jüri Üyesi

Doc.Dr. M. Serhat YENİCE

Hasan Kalyoncu Üniversitesi

Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Hanifi ÇANAKÇI

Gaziantep Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi

Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Mehmet KARPUZCU
Enstitü Müdürü**

BEYAN

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

Tuğçe SARIÇİÇEK



ABSTRACT

BIM IMPLEMENTATION ROAD MAP FOR ARCHITECTURAL SMES IN TURKEY

SARIÇİÇEK, Tuğçe

M.Sc. in Architecture

Supervisor: Prof. Dr. Yusuf ARAYICI

February 2019

194 pages

BIM (Building Information Modeling) is a 3D model-based technology that includes everything related to the construction project in an integrated information management system throughout the project lifecycle. BIM; it is a radically different emerging approach to the traditional methods of design, construction and planning management. BIM has been extensively researched and accepted by many countries worldwide in the construction industry, with a key role in the field of project development, design, documentation, planning and scheduling in the areas of quality and efficiency. This new system promises to further facilitate all activities involved in building development and construction.

This research is located in Turkey and BIM'E Architecture firms wishing to submit a proposal to change the direction of how they can follow a strategy in this process and this was done with the aim to improve the transition process. In order to facilitate the transition to BIM implementation and to overcome the difficulties encountered in this process, the status of the existing BIM perception was investigated with the survey conducted for the professionals in the Turkish construction industry. By analyzing the results of the survey, the barriers to BIM applications and the facilitators supporting this process were determined. The results of BIM architectural firm located in Turkey'in the transition of the biggest obstacles in the way: lack of BIM education and training, lack of presentation, showed a lack of customer demand. The most important factors that facilitate the process of the transition of architectural companies to BIM are: to provide training to personnel on new process

and workflow, to initiate an information process to increase the awareness of the company on new software and technology, to create standards and guidelines for the Turkish construction sector, to provide support to learners to offer courses to students - to place them as electives in universities - to make the use of BIM in projects mandatory.

Studies have shown that firms also lack guidance on how architectural practices should implement BIM (ARK, 2012). This lack of guidance is one of the reasons why architectural companies cannot accept the transition to BIM. Further information is needed on how to implement BIM technology and processes. In addition, the need for guidance will decrease over time with the increase in the number of pilot projects that can be examined, designed with the BIM process.

In order to describe the problems that can be experienced with the implementation of the transition to BIM, the action research conducted in John McCall Architects, similar to the process in the UK, was examined and the outline of the suggestion roadmap was determined in accordance with the results. This included initiating, participating, and observing the process in architectural firms wishing to transition to BIM. Both internal and external benefits of the sample adaptation process have been considered. The information obtained with the findings of this BIM application research was recorded and reviewed. This process of transition to BIM process of reviewing and analyzing the architecture firm located in Turkey has become a roadmap and recommendations were documented.

The BIM implementation framework reviewed presents the main headings of the transition stages presented by this thesis, while the current situation and BIM knowledge analysis obtained by the survey conducted to the professors represent the primary contribution.

Key Words: Building Information Modeling, Turkey Construction Sector, BIM, Obstacles, Facilitators.

ÖZET

TÜRKİYE’DE MİMARLIK ŞİRKETLERİ İÇİN BIM UYGULAMA YOL HARİTASI

SARIÇİÇEK, Tuğçe

Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Yusuf ARAYICI

Şubat 2019

194 sayfa

BIM (Bina Bilgi Modellemesi), proje yaşam döngüsü boyunca entegre bir bilgi yönetimi sistemi içinde yer alan inşaat projesiyle ilgili her şeyi içeren 3D model tabanlı bir teknolojidir. BIM; tasarım, inşaat ve tesis yönetimine yönelik geleneksel yöntemlerden radikal olarak farklı yeni ortaya çıkan bir yaklaşımdır. BIM, inşaat sektöründe proje geliştirme, tasarım, dokümantasyon, planlama ve çizelgeleme konularında kalite, verimlilik gibi konulardaki ana rolü ile inşaat endüstrisinde dünya çapında birçok ülke tarafından geniş çapta araştırılmış ve kabul edilmiştir. Bu yeni sistem bina geliştirme, inşaat ve inşaat sektöründe yer alan tüm faaliyetleri daha fazla kolaylaştırmayı vaat etmektedir.

Bu araştırma, Türkiye’de yer alan ve BIM’e geçiş yapmak isteyen Mimarlık firmalarının bu süreçte nasıl bir strateji izleyebilecekleri yönünde bir öneri sunmak ve bu geçiş sürecini iyileştirmek amacı ile yapılmıştır. BIM uygulamasına geçişi kolaylaştırmak ve bu süreçte karşılaşılan zorlukların üstesinden gelebilmek amacıyla Türk inşaat endüstrisinde yer alan profesyonellere yönelik yapılan anket ile mevcut BIM algısının durumu araştırılmıştır. Anket sonuçları analiz edilerek, BIM uygulamalarının önündeki engeller ve bu süreci destekleyen kolaylaştırıcılar belirlenmiştir. Sonuçlar, Türkiye’de yer alan mimarlık şirketlerinin BIM’e geçişte önündeki en büyük engellerin: BIM eğitim ve öğretiminin eksikliği, tanıtım eksikliği, müşteri talebinin eksikliği olduğunu göstermiştir. Mimarlık şirketlerinin BIM’e geçişindeki süreci kolaylaştıran en önemli faktörler şunlardır: personele yeni süreç ve iş akışı konusunda eğitim vermek, şirketin yeni yazılım ve teknoloji konusunda

farkındalık oranını artırmaya yönelik bilgilendirme süreci başlatmak, Türk inşaat sektörüne yönelik standartlar ve kılavuzlar oluşturmak, Devlet'in BIM kullanımı konusunda desteğini (öğrenmek isteyenlere kurs imkanları sunması- üniversitelere seçmeli ders olarak yerleştirmesi -projelerde BIM kullanımını zorunlu hale getirmesi) artırmaktır.

Araştırmalar, firmaların mimari uygulamalar da BIM'i nasıl uygulamaları gerektiği konusunda rehberliğin eksikliği duyduğunu göstermiştir (ARK, 2012)Bu rehberlik eksikliği, Mimarlık şirketlerinin BIM'e geçişi kabullenememe sebeplerinden biridir. BIM teknolojisi ve süreçlerinin nasıl uygulanması gerektiği konusunda daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca bu rehberlik ihtiyacı BIM süreci ile tasarlanmış incelenabilir pilot projelerin sayısının artması ile zamanla azalacaktır.

BIM'e geçişin uygulanması ile yaşanılabilir sorunları tanımlamak için, sürecin benzeri, İngiltere örneğinde yer alan John McCall Architects'te yapılan eylem araştırması incelenerek sonuçlar doğrultusunda öneri yol haritasının ana hatları belirlenmiştir. Bu, BIM'e geçiş yapmak isteyen mimari firmalarda süreci başlatmayı, katılmayı ve gözlemlemeyi içermiştir. Örnek adaptasyon sürecinin hem iç hem de dış faydaları göz önünde bulundurulmuştur. Bu BIM uygulama araştırmasının bulguları ile elde edilen bilgiler kaydedildi ve gözden geçirildi. Bu gözden geçirme ve analiz sürecinden Türkiye'de yer alan mimarlık şirketlerinin BIM'e geçişindeki süreç bir öneri yol haritası haline getirilmiş ve belgelenmiştir.

Bu incelenen BIM uygulama çerçevesi, bu tez tarafından yapılan sunulan geçiş aşamalarının ana başlıklarını oluştururken, profesyonellere yapılan anket ile elde edilen mevcut durum ve BIM bilgi analizi birincil katkıyı temsil eder.

Anahtar Kelimeler: Yapı Bilgi Modellemesi, Türk İnşaat Sektörü, BIM, Engeller, Kolaylaştırıcılar.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, öncelikle tez alanım ve yazmakta ısrar ettiğim konuma olan inancı ile iki yıl boyunca değerli bilgilerini paylaşan, kullandığı her kelimenin hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım saygıdeğer danışman hocam; Prof. Dr. Yusuf ARAYICI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen, en mutlu ve zor zamanlarımda yanımda olan çocukları olmaktan gurur duyduğum rol modelim babam Mahmut SARIIEK'e ve değerli annem Adalet SARIIEK'e fedakarlıkları için, umudumu kaybetmemem konusunda beni hep destekleyen ve bu hayattaki diğer yarım olan biricik kardeşim Kübra SARIIEK'e varlığı için, kendimi yenilemem ve geliştirmem konusunda cesaret veren nişanlım Gazi YILDIZ'a desteği, sabrı ve sevgisi için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gaziantep, 2019

Tuğçe SARIIEK

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖZET	i
ABSTRACT	i
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLOLAR LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1. Problem.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	3
1.3. Araştırmanın Önemi	3
1.4. Varsayımlar.....	3
1.5. Araştırmanın Kapsamı	3
1.6. Tanımlar.....	4
1.7. Yöntem	5
1.7.1. Anket Araştırması.....	5
1.7.2. Veri Toplama.....	7
1.7.3. Veri Analiz Yöntemleri	7
BÖLÜM 2	
KURUMSAL ARKA PLAN	9
2.1. Türkiye’de Geleneksel Tasarım Süreci ve Sorunları.....	9
2.2. BIM.....	12
2.2.1. BIM Nedir?.....	12
2.2.2. Tarihsel Süreç ve Kullanımın Yaygınlaşması Hakkında Analiz.....	13
2.2.3. Mimarlık, Mimari Tasarım ve Mimarlık’da BIM nedir?	14
2.2.4. CAD Programlarına Geçiş Süreci ile BIM Programlarına Geçiş Süreci Arasındaki Zamansal Fark.....	16
2.2.5. Geleneksel Yöntemden Farklı Olarak BIM’in Sağladıkları;.....	17
2.2.5.1. Proje Entegrasyonu, Çakışma tespiti ve Tekrardan Kaçınma	19
2.2.5.2. Daha İyi Binaların Tasarlanması	20
2.2.5.3. Daha İyi Maliyet Kontrolü	22
2.2.5.4. Daha İyi Veri ve Bilgi Transferi	22
2.2.5.5. Daha İyi Yaşam Döngüsü Yönetimi	23
2.1.6. Mimari Ofislerin BIM’e Adapte Olma Süreci ve Gereksinimleri.....	23
2.1.7. Teknoloji Açısından BIM ve CAD.....	28

2.3. BIM'in Kullanım Amaçları	36
2.4. BIM'in Hedefleri	37
2.5. BIM'in Eksik Yönleri	38
2.6. DÜNYA'da BIM Kullanım Örnekleri	39

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD.....47

3.1. Giriş	47
3.2. Anket Araştırması	47
3.3. Veri Toplama	49
3.4. Veri Analiz Yöntemleri	49

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI.....50

4.1. İngiltere Örneği.....	50
4.1.1. John McCall Mimarlık'da BIM'e Geçişte Kullanılan Yöntemin Açıklaması.....	50
4.1.1.1. Giriş	50
4.1.1.2. İş Durumunun Geliştirilmesi	51
4.1.1.3. BIM Uygulaması-Proje Yapısı ve Yetkilendirmesi	59
4.1.1.4. Proje Başlangıç Mobilizasyonu	60
4.1.1.5. BIM uygulamasında Proje Parametrelerinin tanımlanması	63
4.1.1.6. İş hedeflerinin analizi ve iş modeli üretimi	64
4.1.1.7. Mevcut süreçlerin analizi	67
4.1.1.8. Veri İşlemenin Analizi	77
4.1.1.9. Mevcut En İyi Uygulama ve Fayda Analizini Belirlemek	89
4.1.1.9.1. En İyi Uygulama ve Fayda Analizini Belirlemek İçin Yapılan Literatür Taraması	89
4.1.1.9.2. Proje İncelemesi	90
4.1.1.9.3. Kalite Hedefleri Daha İyi Nasıl Gerçekleştirilebilir?	95
4.1.1.9.4. Bilgi Modelinin Geliştirilmesi, Bilgi Yapılandırması ve Uygunluk.....	96
4.1.1.9.5. SWOT ve PESTLE Analizi	97
4.1.1.9.6. En İyi Uygulama Organizasyonlarının İzlenmesi	98
4.1.1.9.7. En İyi Uygulamayı Görmek İçin Şirketlerin Ziyareti	99
4.1.1.9.8. Paydaş Değerlendirmesi	100
4.1.1.10. BIM Aracı İnceleme	103
4.1.1.10.1. Giriş	103
4.1.1.10.2. Gereksinimler	105
4.1.1.10.3. Örnek Çalışma Şirketinde Gerçekleştirilen Faaliyetler	105

4.1.1.10.4. BIM Araçları için Literatür Taraması	112
4.1.1.10.5. BIM Araçlarının Test Edilmesi	114
4.1.1.10.6. Uzman Kullanıcılar Tarafından Yapılan Testler	115
4.1.1.10.7. BIM Araçlarının SWOT analizi	120
4.1.1.10.8. Diğer BIM Yazılımlarının Gözden Geçirilmesi	122
4.1.1.10.9. BIM Takım Seçiminde Donanımla İlgili Hususlar	123
4.1.1.10.10. BIM Yazılım Analizinden Elde Esilen Sonuç	123
4.1.1.11. Bölüm 4'ün Özeti	124
4.2. Anket Analizi	125
4.3. Türkiye İçin Yol Haritasının Oluşturulması	151
4.3.1. BIM Uygulama Çerçevesi	151
4.3.1.1. Giriş	151
4.3.1.1.1. Sektörel Düzeyde BIM'e Geçiş	153
4.3.1.1.2. Organizasyonel (Şirket) Düzeyinde BIM'e Geçiş	157
BÖLÜM 5 SONUÇ DEĞERLENDİRME	172
5.1. Giriş	172
5.2. Sonuç	172
5.3. Gelecekteki İyileştirmeler için Tavsiyeler	176
KAYNAKÇA	179
EKLER	184
Ek 1: Geleneksel Tasarım Yöntemlerinden BIM'e Geçiş Anketi	184

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa No.
Tablo 1.1. Anket puan sistemi açıklaması.....	8
Tablo 2.1. İnşaat sektörü sorunları ve BIM çözümleri.....	11
Tablo 2.2. BIM faydaları (FMA / CMAA 2007).....	18
Tablo 2.3. BIM Lott + Barber'un zamandan tasarruf sağlamasına göre verimliliğin artırılmasına yardımcı oluyor (Autodesk 2007).....	26
Tablo 4.1. BIM ve akıllı BIM eserler arasındaki farkları göstermektedir.....	94
Tablo 4.2. ohn McCall Mimarlık'da BIM'e geçiş ile daha iyi kalite hedeflerinin nasıl elde edilebileceğini belirten soru cevaplar yer almaktadır.....	95
Tablo 4.3. BIM'e geçiş süreci ve devamlılığı için gerekli faaliyetler.....	158

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 1.1. Anket puanlama sistemi örneği	8
Şekil 2.1. Bina Bilgisi modellemesinin temel faydaları	15
Şekil 2.2. BIM'in benimsemesinden etkilenen yetenekler	16
Şekil 2.3. NBS Ara yüzünün ekran görüntüsü	19
Şekil 2.4. Nelerin eklendiğini ve neyin değiştiğini gösteren BIM modelinin ara yüzleri	20
Şekil 2.5. Bina tasarımların otomatik kontrol sistemi (Eastman C., 2009)	21
Şekil 2.6. BIM kontrol sisteminin yapısı (Nawari, 2012)	22
Şekil 2.7. Bir geri bildirim analiz panosu (Coates, 2010)	23
Şekil 2.8. BIM terim aramalarını gösteren trendler (2012'de haberin referans hacmine dikkat edin) (Google Trends 30/6/2012) BIM programlarının kullanımı yıllara göre analizi.....	35
Şekil 2.9. BIM teknolojisinin farklı prensipler tarafından benimsenmesinin süreci (Ikerd, 2008)	36
Şekil 2.10. BIM'e geçiş ile oluşabilecek değişiklik	38
Şekil 2.11. BIM'in kabulüne etki edecek alanlar	40
Şekil 4.1. BIM'in faydaları nasıl ölçülür (Barlish 2011'den uyarlanmıştır)	51
Şekil 4.2. Süreç değerlendirme toplantısında izlenecek süreç	52
Şekil 4.3. Farklı bakış açıları ile süreci değerlendirme	53
Şekil 4.4. BIM'in benimsenmesinin faydaları.....	53
Şekil 4.5. BIM'in benimsenmesinin başarısını değerlendirmek	54
Şekil 4.6. NBIMS CMM grafiği (McCuen 2008)	56
Şekil 4.7. Bir A3 yönteminin akış tablosu.....	58
Şekil 4.8. BIM'e geçiş yapmak üzere iş durumunu tanımlamak için A3 yöntemini kullanan bir sayfa	58
Şekil 4.9. John Mc Call Mimarlık'daki BIM uygulama projesi için BIM konusunda deneyimli kişiyi seçmek için yayınlanan reklam	60

Şekil 4.10. John McCall Mimarlık’da geçiş sürecinde yer alacak BIM uzmanını seçmek için kullanılan seçim kriterleri.....	61
Şekil 4.11. BIM yetkinlik Setleri (Succar, 2010)	62
Şekil 4.12. BIM bilgisi BIM uzmanı tarafından eğitilen ekip tarafından yayım şeması	63
Şekil 4.13. Tamamlanmamış bir iş modeli tuvalinin örneği (Alexander Osterwalder, 2010)	64
Şekil 4.14. John McCall mimarlık müşteri portföyü	65
Şekil 4.15. Çoğu mimari uygulamanın değer önerisi	66
Şekil 4.16. John McCall Mimarlık’ta gerçekleştirilen eylem araştırmasının ardından oluşturulan iş modeli tuvali	67
Şekil 4.17. Mevcut bilginin aktarılması için CAD’den BIM’e geçiş	68
Şekil 4.18. Microstation’da kullanılan katmanların incelenmesi ve ArchiCAD kullanılırken uygulanması gerekenlerin dikkate alınması gerekenlerin listesi.....	69
Şekil 4.19. Mevcut sürecin analizi için benimsenen yöntemler	70
Şekil 4.20. John McCall Mimarlık’da süreçleri belgelemek ve anlamak için kullanılan Gemba tekniği	70
Şekil 4.21. John McCall Mimarlık sürecinin analizi sırasında oluşturulan bir zihin haritasının bir örneği	71
Şekil 4.22. Yeni RIBA çalışma planı taslağı (Overlay, 2012)	72
Şekil 4.23. Değer akışı eşlemesi sonucunun bir örneği.....	73
Şekil 4.24. John McCall Mimarlık ve Müşteriler arasındaki bilgi etkileşimlerini gösteren süreç haritası.	75
Şekil 4.25. Mevcut çizim sürecinin incelenmesi	76
Şekil 4.26. BIM kullanmanın yararlarını tanımlamak için mevcut mimari süreç haritası üzerinde daha fazla analiz yapılmıştır.....	77
Şekil 4.27. Skanska BIM modeli (Yoders, 2012).....	78
Şekil 4.28. Çoğaltılan veriler John McCall Mimarlık’da birden fazla dosya türünde saklanıyor	79
Şekil 4.29. Farklı dosya türleri ve içerdikleri yinelenen verileri gösteriliyor	80
Şekil 4.30. 3D BIM grafiksel veri modeli ve BIM proje destek modeli	80
Şekil 4.31. Elektronik belge yönetimi için kullanılan sistem: A3 analizi	81

Şekil 4.32. Proje veri tabanının geliştirilmesinin gerekliliğini gösteren A3 sayfası.....	83
Şekil 4.33. Kalite bilgisini korumak için kullanılan bir veri tabanı işleyiş örneği.....	85
Şekil 4.34. John McCall Mimarlık’da gerçekleştirilen veri işleme analizi sonucunda geliştirilen proje veri tabanı	86
Şekil 4.35. John McCall Mimarlık’ta geliştirilen veri tabanından girdilerin ve çoklu çıktılarının bir diyagramı	87
Şekil 4.36. John McCall Mimarlık’daki tüm verilerden tek bir veri tabanı ortamı oluşturulması.....	88
Şekil 4.37. En iyi uygulamayı belirlemek için benimsenen yöntemler	89
Şekil 4.38. Edith Street Projesinin proje incelemesi kayıtları	91
Şekil 4.39. Farklı taraflara farklı model çıktıları sağlayan mimar figürü.....	91
Şekil 4.40. Mimari proje sürecinde ortaya çıkan ürünler	92
Şekil 4.41. John McCall Mimarlık tarafından CAD kullanılarak üretilen tipik bir planlama seti	93
Şekil 4.42. SWOT analizinin alanları.....	97
Şekil 4.43. PESTLE analizinde ele alınan konuların bir diyagramı.....	98
Şekil 4.44. BIM’in benimsenmesi hakkında verilen en iyi uygulama etkinlikleri için ilanlar	99
Şekil 4.45. Helsinki Müzik Merkezi yapım aşamasındadır.....	100
Şekil 4.46. Mimari uygulama için dış paydaş diyagramı	101
Şekil 4.47. Müşteri beklentilerini belirlemek için John McCall Mimarlık’ın bazı müşteri web sitelerini incelemesi	102
Şekil 4.48. Paydaş gereksinimlerini karşılama.....	102
Şekil 4.49. BIM aracını seçerken dikkat edilmesi gereken başlıca alanlar	104
Şekil 4.50. BIM aracı incelemesinin iç ve dış bileşenleri	105
Şekil 4.51. CAD ve BIM yazılımının karşılaştırmalı kullanımı (NBS 2013)	106
Şekil 4.52. Georgia Tech BIM Wiki’deki BIM tasarım aracı listesinin ekran görüntüsü (Galiano-Garrigos, Mahdjoubi & Brebbia, 2012).	107
Şekil 4.53. Mimari bir uygulama için bir BIM aracını analiz ederken sorulması gereken sorular.....	109

Şekil 4.54. Farklı BIM geliştirme araçlarının ve İngiltere’de BIM ve Revit yazılımına olan ilgi artışının bir örneği (Google trendlerinden bilgileri 1/12/2012).....	111
Şekil 4.55. Web seminerleri, BIM yazılımı hakkında daha fazla bilgi sahibi olmayı sağladı	112
Şekil 4.56. Farklı BIM programlarını analiz eden bir PowerPoint sunumunun parçası.....	113
Şekil 4.57. İncelenen BIM yazılımının farklı arayüzlerini inceleyen bir PowerPoint sunumunun bir kısmı	113
Şekil 4.58. Farklı BIM yazılımları tarafından ihtiyaç duyulan donanım ve işletim sistemlerinin gözden geçirilmesi	114
Şekil 4.59. Geçen zaman yükleme ve oluşturma (Review, 2012).....	115
Şekil 4.60. John McCall Mimarlık’da kullanılan BIM geliştirme aracı test süreci	116
Şekil 4.61. BIM Sistemini seçmek için yapılan test.....	116
Şekil 4.62. ArchiCad yazılımının kullanıldığı 3 saatlik testin sonuçları	118
Şekil 4.63. Revit yazılımı kullanılarak üretilen test modeli	119
Şekil 4.64. Allplan yazılımı kullanılarak üretilen test modelleri.....	119
Şekil 4.65. BIM için John McCall Mimarlık’da gerçekleştirilen BIM SWOT analizi	121
Şekil 4.66. AutodeskRevit LT 2013 ve AutodeskRevit 2013’in (World, 2011) karşılaştırması.....	123
Şekil 4.67. BIM’e geçiş ile iş yükü atışı.....	124
Şekil 4.68. Boşluk analizi	125
Şekil 4.69. Şirket tanıma ile ilgili cevap oranları	126
Şekil 4.70. Şirket tanıma ile ilgili cevap oranları	127
Şekil 4.71. Mevcut bilgileri değerlendirme soruları.....	128
Şekil 4.72. BIM hakkında neler biliniyor?	129
Şekil 4.73. BIM hakkında neler biliniyor	130
Şekil 4.74. BIM uygulaması sonucu sunulan hizmetler	131
Şekil 4.75. BIM uygulaması sonucu sunulan hizmetler	131
Şekil 4.76. BIM uygulaması sonucu sunulan hizmetler	132
Şekil 4.77. BIM uygulaması sonucu sunulan hizmetler	132
Şekil 4.78. BIM uygulaması sonucu sunulan hizmetler	132

Şekil 4.79. BIM kullanımı sonucu sorunların çözümüne yönelik değerlendirmeler.....	134
Şekil 4.80. BIM kullanımı sonucu sorunların çözümüne yönelik değerlendirmeler.....	134
Şekil 4.81. BIM kullanımı sonucu sorunların çözümüne yönelik değerlendirmeler.....	134
Şekil 4.82. BIM kabulüne karşı personel engelleri	136
Şekil 4.83. BIM kabulüne karşı personel engelleri	136
Şekil 4.84. BIM kabulüne karşı teknik engeller	137
Şekil 4.85. BIM kabulüne karşı teknik engeller	137
Şekil 4.86. BIM kabulüne karşı iş engelleri	138
Şekil 4.87. BIM kabulüne karşı iş engelleri	139
Şekil 4.88. BIM kabulüne karşı iş engelleri	139
Şekil 4.89. BIM kabulüne karşı Pazar engelleri	140
Şekil 4.90. BIM kabulüne karşı organizasyon engelleri.....	141
Şekil 4.91. BIM kabulüne karşı organizasyon engelleri.....	141
Şekil 4.92. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar	142
Şekil 4.93. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar	143
Şekil 4.94. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar	143
Şekil 4.95. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar	144
Şekil 4.96. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar	145
Şekil 4.97. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar	145
Şekil 4.98. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar	146
Şekil 4.99. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar	146
Şekil 4.100. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar	147
Şekil 4.101. BIM uygulaması için vizyon ve gelecek tahminleri.....	148
Şekil 4.102. Türkiye'deki mimarlık firmalarının BIM'e geçişte kullanacakları yol haritası	151
Şekil 4.103. Türkiye'de mimarlık sektörünün sektörel düzeyde BIM'e adaptasyon sürecinin kavramsal haritası	154
Şekil 4.104. Bir Mimarlık firmasının BIM uygulamasına geçişte kullanacağı yol haritası önerisi	170
Şekil 5.1. BIM'e geçişi zorlaştıran ilk 5 faktör	175

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Problem

Her sektörü etkileyen teknolojik gelişmeler elbette ki inşaat sektörünü de yakından etkilemektedir. Teknolojiyle beraber geleneksel el çiziminden CAD sistemine geçilmiş, CAD sisteminin eski sistem ile yapılamayan birçok yeniliği, imkânı ve kolaylığı beraberinde getiriyor olması ile Rapido veya Isograf kalemler ile çizim yapıldığı süreçten CAD sistemlerine geçiş çok hızlı olmuştur. Projelerde revizyon yapılması, projelerin çoğaltılması, aynı proje üzerinde birden fazla disiplinin çalışması ve eski sistem ile yapılamayan birçok yenilik bu geçişin kolay olmasını sağlamıştır. Zaman içinde bu yenilikler ve kolaylıklar alışkanlık haline dönüşmeye başlamıştır. Bu alışkanlıklar aynı zamanda yeni bir sisteme geçiş için en büyük engeli oluşturmaktadır. Teknolojinin yeni olanaklarıyla beraber, CAD sisteminden sonra da Yapı Bilgi Modellemesi ismiyle yeni bir süreç başlamıştır (Tez Çalışması boyunca Yapı Bilgi Modellemesinden İngilizce kısaltmasıyla yani BIM (“Building Information Modeling” olarak bahsedilecektir.) (Kopuz (Kopuz, 2222), 2015).

Üretim sektöründe başarılı bir sonuç ürün, birçok farklı uzmanlık alanına ait çalışmaların bir araya gelmesiyle ortaya çıkmaktadır. Proje ürününde, her üretim alanında olduğu gibi süre, maliyet, kalite gibi işin başarısını belirleyen kavramlar ön plandadır. Bir inşaat projesinin yaşam döngüsü incelendiğinde, genellikle projenin operasyon ve işletme maliyetinin tasarım ve inşaat maliyetlerinden çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sebeple, doğru kurgulanmış projelerde teknolojinin yardımıyla birlikte operasyon ve işletme maliyetlerini düşürebilecek ve kaliteyi artırabilecek çözümler aranmakta ve geliştirilmektedir (Çetinkaya, 2017).

Yükleniciler ve Mal Sahipleri mevcut süreci incelemeye başlamış, yazılımlar ve ekipler arasındaki iş birliğinin daha yüksek olmasını, süreç içerisindeki değişikliklerin ve problemlerin azalmasını talep etmişlerdir. Ayrıca, katılımcılar arasında nasıl daha iyi projeler ortaya çıkarılabilir sorusu oluşmuş ve buna en uygun cevap ise BIM olmuştur (Hardin, 2009).

BIM çeşitli yazılım ve donanımların beraber kullanılmasıyla, proje ürünlerinin üç boyutlu olarak oluşturulduğu, proje katılımcıları arasındaki iş birliğini destekleyen, bilgi paylaşımını sağlayan, etkin kullanılması durumunda sağladığı iş birliği sayesinde süreç içerisindeki hata oranını azaltan, zaman ve maliyet açısından kar sağlayan, yapının fikir aşamasından yıkım aşamasına kadar bütün süreç boyunca varlığını sürdüren bir süreç olarak tanımlanabilmektedir (Kopuz, 2015).

BIM sistemi ile ürün odaklı tasarım olan CAD'den, performans odaklı binalar anlayışına geçiş yapılmıştır. BIM sadece bir çizim programı olmamak ile beraber, başlangıç noktasında hazırlanacak bir tasarım olmasından dolayı doğal olarak CAD sistemleri ile karşılaştırılmaktadır. Bu noktada geçişi zorlaştıran ana neden BIM sisteminin tamamen yeni, CAD sistemi ile hiç yapılamayan olanaklar getirmemesidir. CAD ile birçok firma 3D çizim yapabilir, çeşitli makrolar veya add-in kullanarak metraj çıkarabilir çakışmalarını kontrol edebilir ve iş programı ile belli seviyede bilgi alışverişi yapabilir. BIM sistemi ile bu yapılan veya yapıldığı iddia edilen birçok işlem elektronik ortamda ve hataya izin vermeyecek şekilde belli bir dosyalama sistemi ile yapılmaktadır. Aynı zamanda disiplinlerin arasında haberleşme çok daha ileri seviyede sağlanmaktadır. BIM sisteminin sadece 3D modelleme olmadığı, 3D çizim yapılmasının sadece sistemin başlangıç noktası olduğu görülmüştür. BIM yalnızca dizayn ofisle ilişkili bir sistem olmayıp, proje sürecindeki bütün departmanlar ile ve özellik ile teknik ofis ve planlama departmanları ile beraber çalışan, saha ile sürekli temasta olan bir sistem olduğu anlaşıldığında ve faydaları görüldüğünde bir çok ülke BIM sistemine geçmiş ya da geçiş için hazırlıklara başlamıştır.

Sürece dahil olmak isteyen birçok mimarlık ofisi projelerinde BIM kullanmak istemektedir. Bu firmalar bu geçişi nasıl yapacakları konusunda yeterli bilgiye erişemedikleri için, geçiş sürecinde nasıl bir yol izlemesi gerektiğini ön görememekte ve belirli bir yol izlemeden geçişi başlatan şirketlerde ise bu süreç zaman ve para kaybına sebep olduğu görülmektedir. BIM'e geçmeye karar veren firmalara "Nasıl bir yol izlemesi gerektiği" sorusuna yanıt aranmaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada Türkiye’de yer alan mimarlık sektörü firmalarının geleneksel yöntem tasarım sürecinin, etkin- verimli modelleme ve dokümantasyona sahip BIM sistemine optimize edilmesi için sistematik bir yaklaşım sunmak amaçlanmıştır.

Bu amaca ulaşmak için aşağıdaki hedefler belirlenmiştir.

1. Mimarlık şirketlerine yönelik BIM uygulama ve deneyimlerine yönelik literatür taraması yapılarak BIM konusunda en son deneyim ve tecrübelerin belirlenmesi
2. İngiltere özelinde bir BIM uygulama vaka çalışmasının irdelenmesi
3. Türkiye yerelinde anket çalışması ile mimarlık şirketlerinde BIM uygulanabilmesi için fırsatlar, tehditler, zayıf ve güçlü yanlar analiz edilmesi
4. Şirket tabanlı BIM uygulamasına yönelik yerel bir projenin irdelenmesi
5. Elde edilen veriler ışığında Türkiye’de mimarlık şirketlerinde BIM uygulanmasına yönelik sistematik bir yol haritasının belirlenmesi

1.3. Araştırmanın Önemi

Mimarlık firmaları için oluşturulacak yol haritası sayesinde BIM sistemine geçişte karşılaşılabilecek engeller önceden görülebilir hale gelecektir. Böylece, firmalar süreçte hangi seviyede katılacaklarını ve ne düzeyde yarar sağlayabileceklerini belirleyebileceklerdir. Bu öngörü ile her firma sisteme geçiş karar verdiği andan itibaren nasıl hazırlık yapacağını belirleyebilecek ve firma için oluşacak kazanç ve kaybı ölçebileceklerdir.

1.4. Varsayımlar

Dünyadaki diğer mimarlık ofislerinin BIM sistemine geçerken yaşanan süreç bilinmektedir, ancak bu geçiş sistem haline getirilmemiştir. Türkiye’deki sürece dahil olmak isteyen mimarlık ofislerinin geçişi en verimli şekilde yaşaması için bir yol haritası oluşturulması gerekmektedir.

1.5. Araştırmanın Kapsamı

Çalışma;

- İngiltere örneğinde BIM’e geçiş
- Türkiye Yapı Firmaları

- Mimarlık Ofisleri

Zaman ve maddi kayıp yaşamadan yüksek oranda verim alarak BIM sistemine geçişte nasıl bir yol izlemeleri gerektiğini gösteren yol haritası oluşturma ile sınırlandırılmıştır.

1.6. Tanımlar

BIM: BIM çeşitli yazılım ve donanımların beraber kullanılmasıyla, proje ürünlerinin iki değil üç boyutlu olarak oluşturulduğu, proje katılımcıları arasındaki iş birliğini destekleyen, bilgi paylaşımını sağlayan, etkin kullanılması durumunda sağladığı iş birliği sayesinde süreç içerisindeki hata oranını azaltan, zaman ve maliyet açısından kar sağlayan, yapının fikir aşamasından yıkım aşamasına kadar bütün süreç boyunca varlığını sürdüren bir süreç olarak tanımlanabilmektedir.

BIM, mekanların fiziksel ve işlevsel özelliklerinin dijital gösterimlerinin üretilmesi ve yönetilmesini içeren bir süreçtir. Bu modelde projelerdeki bütün disiplinlerin (mimari, statik, mekanik) birlikte çalışma imkânı sağlanmaktadır.

CAD: CAD veya bilgisayar destekli tasarım ve taslak çizimi (CADD), tasarım ve tasarım dokümantasyonu için bilgisayar teknolojisinin kullanılmasıdır. CAD yazılımı, elle taslak hazırlamanın yerini otomatik işleme değiştirir (AUTODESK, tarih yok).

ENDÜSTRİ 4.0: Endüstri 4.0, Alman Hükümetinin imalat gibi geleneksel sanayiye bilgisayarlaşma yönünde teşvik etme ve yüksek teknolojiyle donatması projesidir. Bu yeni endüstrideki amaç; uyum, kaynak verimliliği ve ergonominin hem müşteriler hem de iş-değer sürecinde iş ortaklarının entegrasyonunu karakterize etmektir (elektrik port, 2014).

3D: Bir resmin ya da görüntünün; derinliğinin, genişliğinin ve yüksekliğinin olması halidir.

META VERİ: Üst veri olarak da tanımlanan Meta data ile bir veri hakkında daha öncelikli veriler elde edilebilmektedir.

- AEC Architecture, Engineering, Construction
- BIM Building Information Modelling

- CAD Computer Aided Design
- ICT Information and Communication Technology
- IFC Industry Foundation Classes
- PPP Public Private Partnership
- ROI Return on Investment
- 2D Two Dimensions: x, y
- 3D Three Dimensions: x, y, z

1.7. Yöntem

Bu bölümün amacı, veri toplama tekniği ve analiz için kullanılan yöntemleri içeren araştırma metodolojisini sağlamaktır.

Bu çalışmada toplanan veriler, BIM uygulamasının mevcut durumunu ve Türk inşaat sektöründe BIM uygulamasının kolaylaştırıcılarını ve engellerini araştırmak için dünya çapında literatür araştırmalarından elde edilen BIM uygulamasıyla ilgili faktörlere dayalı olarak tasarlanan anket çalışması yoluyla toplanmıştır. Anket araştırması tekniği, ihtiyaç duyulan bilgilerin açık bir şekilde tanınmaması veya dokümanlardan çıkarılamaması durumunda faydalı bir yöntemdir. Ayrıca Yurt dışında BIM sisteminin daha yaygın olarak kullanıldığı ülkelerdeki geçiş sürecindeki kazanımlar ve kayıplar analiz edilecektir. Türkiye'nin mevcut sistemi incelenecek dönüşüm sürecinin nasıl gerçekleşeceğine dair bir öneri oluşturulacaktır. Bu bulgular doğrultusunda sürece dahil olmak isteyen firmaların izleyebilecekleri yol haritası oluşturulacaktır.

1.7.1. Anket Araştırması

Google Formlar kullanılarak tasarlanan ve ülkedeki inşaat sektörlerine gönderilen e-postalarla dağıtılan ve ayrıca yerlere teslim edilen anket çalışmasıdır. Ankette, BIM tanımının kısa bir tanıtımı ve uzmanların anketin amacını anlamalarına yardımcı olma faydaları yer almıştır. Anket; mühendisler, mimarlar, akademisyenler, yükleniciler, mal sahipleri ve danışmanlar da dahil olmak üzere Türk inşaat sektörünün profesyonellerine yönlendirilmiştir. Anket aşağıdaki gibi yedi bölüme ayrılmıştır:

Bölüm A: Yanıt verenlerin profili

Bölüm B: BIM uygulamasının mevcut durumu

Bölüm C: BIM uygulamasının hakkındaki bilgi seviyesi ölçümü

Bölüm D: BIM uygulamasının önündeki engeller

Bölüm E: BIM'in benimsenmesi için kolaylaştırıcılar

Bölüm F: Gelecek tahminleri ve BIM'in benimsenmesi vizyonu

Bölüm G: Deneyim sınırı ve sözleşmeleri

Bölüm A, katılımcıların kişisel ve kurumsal bilgileriyle ilgili soruları içeren yanıt verenlerin profili hakkındadır. Bu bölümde katılımcılara sekiz (8) adet çoktan seçmeli soru sorulmuştur. Kişisel sorular iş pozisyonu, eğitim seviyesi ve yılların deneyimi ile ilgilidir. Örgütsel sorular; firmanın sektörü, firmanın çalışanların sayısı, firma tanıtımı hakkındaydı.

B Bölümü, BIM uygulamasının mevcut durumu ile ilgilidir. Bu bölüm, iki (2) adet çoktan seçmeli soru ve iki (2) çoklu seçimli soruları içermektedir. Bu bölüm, Türkiye'deki BIM uygulamasının mevcut kullanımını araştırmak için oluşturulmuştur. Sorular hali hazırda kullanılan programlar ve dosya formatları, BIM'i kullanım durumu hakkındaydı.

C Bölümü, BIM uygulamasının hakkındaki bilgi seviyesi ölçümü ile ilgilidir. Bu bölüm, iki (2) adet çoktan seçmeli soru ve altı (6) çoktan seçmeli soru ve iki (2) adet çoklu seçimli soru içermektedir. Bu bölüm, Türkiye'deki BIM uygulamasının kullanım seviyesi hakkında mevcut durumunu araştırmak için oluşturulmuştur. Sorular BIM'in tanımı, BIM kullanma becerisi, BIM'in olumlu ve olumsuz yanlarının farkındalık seviyesi, BIM'in kullanım yüzdesi ve süresi, BIM'in kullanım amacı, BIM'in sunduğu hizmetler ve BIM'in çözdüğü sorunlar hakkında farkındalık düzeyi hakkındaydı.

Bölüm D, BIM uygulamasının engelleri ile ilgilidir. Bölümdeki sorular BIM'in kabul edilmesinde potansiyel engeller olarak görülen faktörlerle ilgilidir. Engeller, kişisel engeller, teknik engeller, iş engelleri, pazar engelleri ve kurumsal engeller olarak sınıflandırılır. Bölüm E, Türk inşaat sektöründe BIM'in benimsenmesi için

kolaylaştırıcılarla ilgilidir. C ve D bölümlerindeki soru tipi, soruları kabul eder / katılmaz. Bu tür soruların cevapları bir (1) ila beş (5) arasında değişmektedir. Burada 1 güçlü bir şekilde aynı fikirde olduğunu ve 5'in güçlü bir şekilde anlaşmış olduğunu göstermektedir.

Bölüm F, gelecek tahminler ve BIM'in benimsenmesi vizyonuyla ilgilidir. Bu bölümde katılımcılara, Türkiye'deki inşaat firmaları tarafından BIM'in benimsenmesinin geleceği konusunda beklentileri soruldu. Bölüm dört (5) çoktan seçmeli soru içermektedir.

Bölüm G, deneyim sınırı ve sözleşmeler ile ilgilidir. Bölümdeki sorular hali hazırda BIM kullanan bir şirketin, BIM'i ne ölçüde ve hangi yeterlilikte kullandığını, bu kullanımı nasıl bir profesyonellikte gerçekleştirdiğini ölçerken, aynı zamanda prensipler arası dosya paylaşımları ya da ortak çalışılan şirketler arasındaki protokolü nasıl yürüttüğü ile ilgilidir. Bölüm 14 (on dört) açık uçlu soru ve 1 (bir) seviye ölçüm sorusundan oluşmaktadır.

Anketteki toplam soru sayısı kırk sekiz (48) soru. Soruların örnekleri Ek A'da gösterilmiştir.

1.7.2. Veri Toplama

İki yüz (200) anketin üzerinde, hem Google Formlar tarafından çevrimiçi dağıtıldı ve hem de ofislere teslim edildi. Katılımcıların toplam sayısı iki yüz elli (206), el ile alınan kırk altı (46) kopya ve Google Formlar kullanılarak alınan yüz atmış (160) kopyadır. Amaç en az yüz (100) tamamlanmış anketi elde etmeyi başarmaktır. Veri toplamanın tamamlanması için toplam süre 90 gündü.

1.7.3. Veri Analiz Yöntemleri

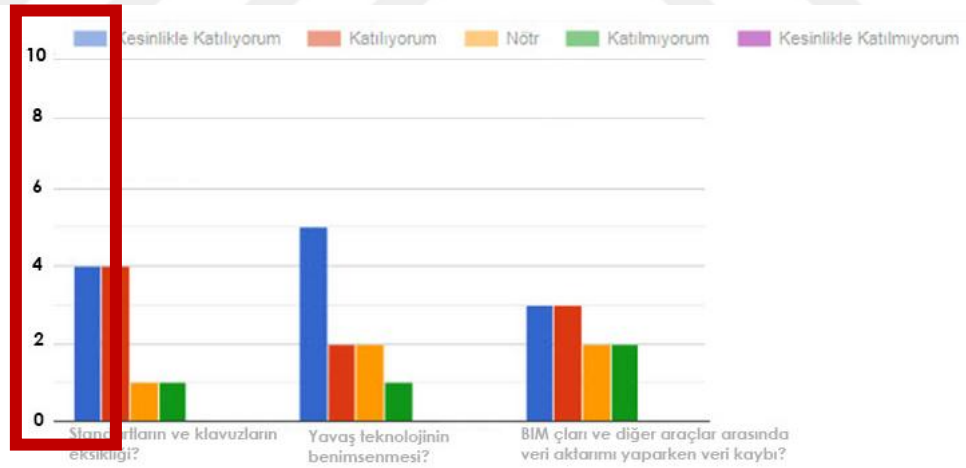
Bölümlerde, çoktan seçmeli soruların cevaplarını, sonuçlarını net bir şekilde görmek ve değerlendirilmesinin daha basit olabilmesi için pasta grafikler, çubuk grafikler ve tablolar kullanılarak analiz yapılmıştır. Çoktan seçmeli sorular için ortalama skor oluşturulmuş ve cevaplar analiz edilmiştir. Kabul eder/ katılmaz içerikli 1-5 arası puan türüne sahip soru tipleri için ise; hangi cevabın ne kadar yoğunluk endeksine sahip olduğunun hesabı ile ortaya çıkan yüzdeler hesaplanarak değerlendirilmiştir.

Ortalama ve standart sapma analizi ile ise cevapların veri kümesinin ortalaması alınarak değer dağılımı yapılmıştır.

Anket sorularının değerlendirilmesinde onlu skala kullanılmıştır. Dereceler yüzdeler olarak katılımcı cevaplarını temsil etmektedir.

Tablo 1.1. Anket puan sistemi açıklaması

Anket Puan Sistemi (Katılımcı Cevap Sayısı)	Yüzdeler Temsili (Katılımcı Cevap Sayısı)
0	%0
2	%20
4	%40
6	%60
8	%80
10	%100



Şekil 1.1. Anket puanlama sistemi örneği

BÖLÜM 2

KURUMSAL ARKA PLAN

2.1. Türkiye’de Geleneksel Tasarım Süreci ve Sorunları

Türkiye’de geleneksel tasarım süreci proje anlatımı kâğıt kalem ve görselleştirme için maket yardımı ile yapılmaktadır. Bunlara ek olarak dijital tasarımlar destekleyici olarak kullanılmaktadır. Bu karma tasarım sistem; Proje yapım süresi, proje gereksinimleri ve kalitesi, Realistik görseller, Yenileme suhuleti, Üretilen proje seçeneği, Belgeleme suhuleti başlıkları içermektedir. Proje tasarım süreci zihinde başlayan tasarımın, kağıt kalem aracılığı ile oluşturulan imgelere aktarımı ile başlar. Devamında ifade biçimi iki boyuttan üç boyuta geçer ve bunun için maketler, modellemeler devreye girer. İki boyut, projenin anlatım biçimi iken; üç boyut projenin algı sürecindeki yorumlama ve karar alma gücünü artıran bir oluşumdur.

Geleneksel tasarım süreci; Projenin fikir aşamasında yeterli yol almasının ardından, iki boyutlu eskizler ve teknik çizimler ile desteklenir. Çünkü tasarlanan her proje mimari tasarım kurallara uygun çizimler; plan, kesit ve görünüş olarak gerçekleşmelidir. El ile 3D görselleme, perspektif çizimleri, ile algılama süreci desteklenirken 3D prototip olarak yapılan maket ve modeller ve animasyonlar ile de karar alma aşaması desteklenmiş olur. Bir yapının çevre ilişkisi mekansal iletişimi ve boyutlarındaki algı bu yöntem ile sağlanır. Renderlar gerçekçilik payının yüksek olması, projelerde algılanması zor olan bir çok bilgiyi sunabilir. Ancak üretilen üç boyutların sadece görsel öğelere; malzeme dokusu, boyutu, rengi yönelik olması projenin uygulama esnasındaki karşılaşılabilecek sorunlara yönelik bir çözüm sunamaz. Çizimi yapılan projeler uygulama sırasında son ürün olarak sadece mimari teknik anlamında yetkinliğe sahiptir. Tasarlanan nesne akıllı obje niteliğine sahip olup proje akabinde istenilen çoğu bilgiyi içerecek çıktılarını içinde barındırıyor.

Proje işbirlikçileri arasındaki koordinasyon geleneksel tasarım sürecinde ancak her birimin çizimi bitirmesi sonrası projelerin bir araya gelmesi ile başlayabiliyor. Ancak bu durum projelerin birbirinden bağımsız olarak çizimi sonrası yapılan çakışma testlerinde karşılaşılan aksilikler ile revizyon süreçleri oldukça uzamaktadır. Bu

durumun aksine BIM süreci ile yapılan projelerde çakışma tespiti ilk aşamadan itibaren gerçekleştirilebilir ve tüm işbirlikçiler eş zamanlı proje üzerinde müdahale ve kontrol olanağına sahiptir.

Proje çizimi akabinde uygulama aşamasından önce maliyet hesapları ve tahminleri gerçekleştirilmektedir. Proje içerisinde yer alan tüm malzemelerin keşif listeleri hazırlanmaktadır. Keşifler doğrultusunda yapım sürecinin mali yönü için finansman oluşturulmaktadır. Geleneksel yöntemlerde bu süreç proje çizimi sonrası ayrı bir birimin tüm girdileri tekrar hesaplayıp yaklaşık maliyet hesabı yapması ile gerçekleşmektedir ve en ufak bir revizyonda tüm liste tekrarlanmak zorunda kalmaktadır. Ancak BIM ile yapılan projelerde kullanılan akıllı objeler sayesinde maliyet hesabı projenin her evresinde elde edilebilir hatta daha spesifik listeler de oluşturulabilir.

Geleneksel yöntemler ile tasarlanan proje sonrası uygulamaya geçişten önce; yapılması gereken maliyet hesapları, proje uygulama süreci, diğer prensiplerden gelecek projeler ile uyum gibi bir çok konuda yetisiz kalır. Proje arşivlemenin de uzun ömürlü olamaması ve mekansal sıkıntılar açısından problem yaratmaktadır. Projelerdeki hata paylarının sifıra indirmemesi, revizyonların ciddi maliyet ve zaman kaybına sebep olması da bu geçişin tasarım ofislerine olumlu olarak yansıtacağını göstermektedir. Projeleri arşivlemede de kolaylık sağlarken donanımsal olarak geleneksel yöntemlere göre daha fazla ihtiyaç gerektirmektedir.

BIM geliştirme araçları, tüm bina yaşam döngüsü süreci boyunca veri sağlamak için tasarlanmıştır (WIX, 2013). Üretim / mekanik endüstrileri için orijinal olarak tasarlanan AutoCAD ve Microstation gibi CAD araçları vardır. Bu yüzden BIM kullanarak tasarlanan projeler, mimari uygulama aşamasına geleneksel yöntemlere kıyasla daha uyumludur. Yapı endüstrisinde kazanılan avantajlar, kullanıcının iş modeline bağlı olarak değişebilir. Ancak kilit avantajlar; Çoklu modelleme ve analiz uygulamalarında kullanılacak tutarlı-aktarılabılır bilgi bakımından zengin bilgilerdir. Bu faydaların belirli mimari uygulamadaki nispi önemini belirlemek BIM'in benimseme sürecinin önemli bir parçasıdır (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. İnşaat sektörü sorunları ve BIM çözümleri

İnşaat Sektörü Problemleri	BIM problemi nasıl çözer?
Tasarımdaki Sorunlar	
Karmaşık problemlerle başa çıkabilmemiz gerekir (Cutler, 2009) (Değişen gereksinimler ile eksik, çelişkili ve tanımlanması ve çözülmesi zor problemler oluşabilir)	BIM, Engelbart'ın (1962) çalışması doğrultusunda insan aklının desteklenip güçlendirilmesi için bir yöntem olarak düşünülebilir.
Bilgi Tekrarı	Bilgi koordinasyonu sayesinde modelin kontrolü için gereken süreyi kısaltmaktadır.
Hızlı prototipleşmeyi engelleyen tasarımları değiştirme zorluğu	BIM parametrik nesnelere kullandığı için hızlı prototipleme kolaylaştırılmıştır
Koordinasyondaki Sorunlar	
Sorunların anlaşılması	BIM, 3 boyutlu objeleri kullandığı için, bina ile ilgili sorunları görseller ile destekleyerek kullanıcıların modeli algılamasını kolaylaştırır.
İlgili bilgileri bağlayamama	BIM'de, bilgi / verilerin nesnelere eklenmesi beklenir. Bu şekilde model, dış veri kaynaklarına da bağlanabilen bir bilgi deposu haline gelir.
Senkronize bilgi eksikliği	Bilgisayar destekli tasarımdan (CAD) ve ilişkili belgelerin BIM'e taşınmasında temel değişiklik, BIM sahnesindeki bilgilerin merkezi modelle uyumlu olması gerektiğidir.
Doğrulamada Sorunlar	
Otomatik kontrolün eksikliği	Kullanıcı gereksinimleri, bina kodları, yapım kuralları ve yönetmelikler bina tasarımında kısıtlamalar anlamına gelir. Ek kısıtlamalar ise farklı disiplinlerin ortak alan planlarındaki tasarımlarını kontrol etmesi gerektiğidir ki BIM, dijital bina modellerini kontrol etmek, tasarım hatalarını ve çakışmaları erken bir aşamada tespit etmeyi sağlar.
Otomatik çakışma tespitinin eksikliği	BIM nesnelere oluşturulduğunda çalışma alanları tanımlanabilir. BIM yazılım araçlarındaki görünürlük ayarı kullanılarak, nesnelere görünür veya gizlenebilir hale getirilebilir. Bu alanlar görünür hale getirildiğinde, belirli nesnelere yeterli alanın ayrıldığını kontrol etmek kolaydır.
Farklı senaryoları test etme becerisi eksikliği	BIM nesnelere oluşturulduktan sonra eklenen bilgiler BIM analitik motorlarına yüklenebilir. Bu araçları kullanarak binanın çeşitli yönleri incelenebilir.
Çizimin her detayını ayrı ayrı inceleme fırsatı vermemesi	BIM'in sağladığı şey, nesnelere kullanımından (çizimler, şartname belgeleri vb.) verilere geçiştir. BIM'in bu görüşü "Atomik BIM" olarak tanımlanmıştır (Tobin, 2008).

Tablo 2.1 (devam)

İnşaat Sektörü Problemleri	BIM problemi nasıl çözer?
Bilgilerin paylaşılmasında karşılaşılan sorunlar	
Üretilen verilerin çok işlevli olmaması	BIM, bina yaşam döngüsü boyunca farklı analizler ve değerlendirmeler için bina bilgisine paralel modelleme yapar. Modelleme içeriğindeki 2d'den 6d'ye kadar olan referanslar aşağıda listelenmiştir: (bu liste birçok farklı içerik eklenerek genişletilebilir) 2D- 2 boyutlu çizim (genişlik ve uzunluk) 3D- 3 boyutlu (genişlik, uzunluk ve yükseklik) 4D- Bir projeye Zaman faktörünün eklenmesi (aşamalı / sıralı) 5D- Bir projeye Maliyet yönünün eklenmesi (maliyet tahmini) 6D- Yaşam Döngüsü Yönetimi (FM) yönü
	Paylaşılan tek bir proje modeli olduğu için iletişim sürecini basitleştirir. IFC disiplinler ve yazılım araçları arasında bir değişim aracı olarak kullanır.
Kullanılan nesnelerin gerçekçilik eksikliği	Bir BIM nesnesi, bir şirket veya marka tarafından tasarlanan ve üretilen bir bina ürünü hakkındaki tüm kritik bilgileri tutan bir bilgi kabıdır (depo).
Bilgiden Yararlanma Problemi	
İşlevsel bilgilerin belgelenememesi	BIM nesneleri ayrıca çalışma bölgeleri ve fonksiyonel elemanları tanımlayabilir. Akıllı nesneleri aracılığıyla farklı işlevler sunabilir.
Malzemede Atık	Yerinde malzeme kullanımı genellikle malzeme israfına neden olan boyutlardan kaçınmayı sağlar. Malzemelerin nasıl kesildiğini ve kullanıldığını ön görmek, atıkları azaltabilir.
Bilgide Atık	Her proje bilgisi tüm projelere uygulanmaz veya kullanılmaz. BIM nesnelerini yeniden kullanmak, bilginin boşa harcanmaması anlamına gelir
Karbon Atık	BIM, daha doğru bir sürdürülebilirlik analizi yapılmasına izin verir
Maliyetlerin Kontrolü	BIM hedef- değer tasarım ilkesi sayesinde sürekli değer optimizasyonu geliştirme fırsatı sunar.

2.2. BIM

2.2.1. BIM Nedir?

Mimarlık, mühendislik ve inşaat sektöründe son yılların önde gelişmelerinden olan BIM (Yapı Bilgi Modellemesi) geleneksel bilgisayar destekli tasarımı yapıyı tanımlayan tüm verilerin tutulduğu bir sayısal proje veri tabanı ile birleştirerek; tasarım, yapım ve yapım sonrası işletme süreci boyunca üretilen tüm veriler yönetilmektedir. BIM tüm bu verilerin içinde yer aldığı üç boyutlu gösterim de

sağlamaktadır. Farklı araçları ve süreçleri tasarıma dâhil ederek proje verilerinin sayısal ortamda yönetilmesine olanak sağlayan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Eş zamanlı çalışma eksikliğinden kaynaklanan süre ve maliyet kaybının en aza inmesini sağlarken yapısına entegre edilecek çeşitli enerji simülasyonları sayesinde, çevre dostu binalara da olanak sağlamaktadır.

BIM, bir projenin yaşam döngüsü boyunca bir inşaat hakkında bütün bilgileri oluşturmak ve yönetmek için gerçekleştirilen bir süreçtir. Bu sürecin başlıca önemli kısmı olan Yapı Bilgisi Modeli, inşa edilen varlığın her yönünün dijital tanımıdır. Bu model, bir projenin temel aşamalarındaki iş birliği ile içinde toplanan ve güncellenen bilgilere dayanmaktadır. Tasarım süreçlerinde önemli gelişmeler sağlayacağı ve iş-birliğini kolaylaştıracağı yaygın olarak kabul edilmektedir (Bjork & Kiviniemi, 2007). (Tez Çalışması boyunca Yapı Bilgi Modellemesinden İngilizce kısaltmasıyla yani BIM (“Building Information Modeling” olarak bahsedilecektir.)

2.2.2. Tarihsel Süreç ve Kullanımın Yaygınlaşması Hakkında Analiz

Bina bilgi modelleme (BIM), bilgisayar ve internet öncüsü ve bilgisayar faresinin mucidi olan Douglas C. Engelbart’ın 1962 tarihli “Auging Human Intellect: A Conceptual Framework” adlı makalesinde bir terim olarak tanıtıldı.1970’li yıllarda ortaya çıkan BIM kavramı akademisyenler tarafından çeşitli çalışmalarda ele alınmıştır.

Yapım sektöründe ve yapım ile ilgili akademik çalışmalarda tasarım ve yapım bütünleşmesinin önemi 2000’li yılların başından itibaren fark edilmekte ve BIM teknolojisinin değeri anlaşılmaktadır. Autodesk, Bentley ve Graphisoft gibi bilgisayar-destekli tasarım (CAD) uygulama sağlayıcıları tarafından da desteklenerek çeşitli BIM yazılımları geliştirilmektedir. Building SMART, (2008) BIM, yapıyı tanımlayan tüm verilerin tutulduğu bir sayısal proje veri tabanı üstünden çalışmakta; tasarım, yapım ve yapım sonrası işletme süreci boyunca üretilen tüm veriler bütünleşik bir proje veri tabanında saklayarak yönetilmektedir. Tasarım ve görselleştirmenin yanında, performans analizine, planlamaya, programlamaya, yapım ile ilgili belgelerin hazırlanmasına, süre ve maliyete ilişkin verilerin sağlanması konusundaki gereksinimlerden dolayı BIM, yapı üretim sürecinin temelinde yer almaya başlamıştır (Yaman ve İlhan, 2010).

Yapı Bilgi Modellemesi, inşaat sektöründe disiplinler arası verimsizliği gidermek için önerilmiştir. İnşaat sektörünün bir parçası olan mimarlık ofislerinin bu durumu kabullenmesi birçok faydaya sahiptir. Ancak mevcut inşaat sektöründeki bireysel disiplinlerin çalışmaları göz önünde bulundurularak, BIM bu sürece nasıl entegre edilecek sorusu ortaya çıkmaktadır. Buradaki süreç bir mimari proje organizasyonundaki gelişimi ifade etmektedir. BIM uygulama yönetimi ve proje yönetimi açısından inşaat sürecine uygun bir araçtır. BIM gibi yeni bir teknoloji uyarlanırken bu teknolojinin temel faaliyetleri anlamak çok önemlidir. Bu faaliyetlerin ana başlıkları şu şekilde sıralana bilir;

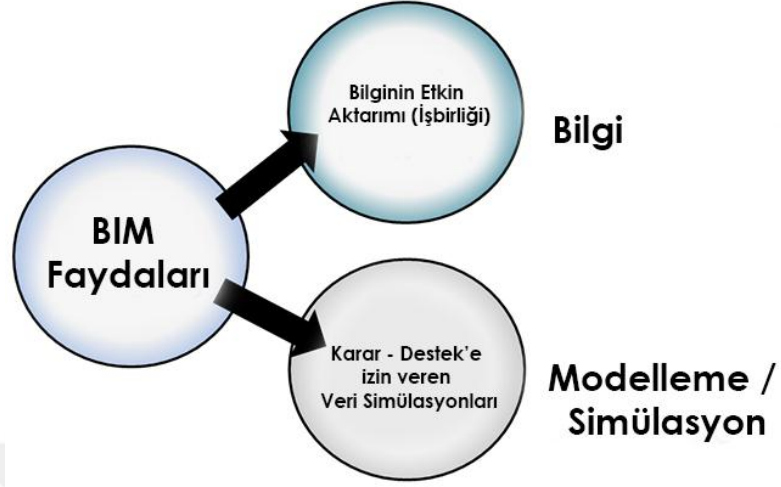
- 3D modelleme ve görselleştirme
- Koordinasyon
- Çakışma Analizi
- Planlama
- Maliyet Tahmini
- Sürdürülebilirlik
- Analizler
- İşletme Yönetimi

2.2.3. Mimarlık, Mimari Tasarım ve Mimarlık’da BIM nedir?

Mimarlığın amacı, nesnelere tarafından tanımlanan alanlar yaratmaktır ve mekanların etkinliği ergonomi ve antropometri ile belirlenir. Proje gelişimi sırasında proje karmaşıklığını yönetmek için teknoloji, süreçleri doğru kullanma ihtiyacına yönelik kısmen gelişmiştir. Kullanılacak yazılımlar mimarların kullanımına uyacak şekilde biçimlendirilebilir olmalıdır. Bazı mimarlar bilgisayarların kısıtlılıklarına ayak uydurmak zorunda kaldığından başlangıç fikirlerinin değişime uğradığını savunuyor. Bu sebeple doğru yazılım görünmez olmayı becerebilen araç olarak nitelendirilebilir.

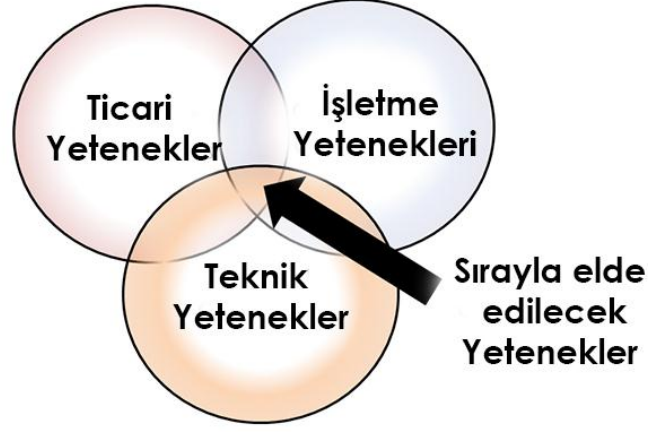
Mimari bir projedeki tasarım süreci; veri toplama, çizim, düzenleme gibi aktivitelerden oluşmaktadır. Bu aktiviteler, proje gelişiminde uygulanarak tasarım prensibini ortaya çıkarmıştır. Tasarım süreci bireysel olarak (mimari proje) veya işbirlikçi (statik, mekanik, elektrik projeleri vb) bir süreç olarak gerçekleşebilir. Uygun olmayan ürünün tanımlanması ve düzeltilmesi önemlidir. Ancak burada

düzeltilme, ürünün hata düzeltilme ile ilgili olduğu gibi, evrimsel tasarım geliştirme hakkındadır.



Şekil 2.1. Bina Bilgisi modellemesinin temel faydaları

BIM sistemi ile ürün odaklı tasarım olan CAD'den, performans odaklı binalar anlayışına geçiş yapılmıştır. BIM sadece bir çizim programı olmamak ile beraber, başlangıç noktasında hazırlanacak bir tasarım olmasından dolayı doğal olarak CAD sistemleri ile karşılaştırılmaktadır. Bu noktada geçişi zorlaştıran ana neden BIM sisteminin tamamen yeni, CAD sistemi ile hiç yapılamayan olanaklar getirmemesidir. CAD ile birçok firma 3D çizim yapabilir, çeşitli makrolar veya add-in kullanarak metraj çıkarabilir çakışmalarını kontrol edebilir ve iş programı ile belli seviyede bilgi alışverişi yapabilir. BIM sistemi ile bu yapılan veya yapıldığı iddia edilen birçok işlem elektronik ortamda ve hataya izin vermeyecek şekilde belli bir dosyalama sistemi ile yapılmaktadır. Aynı zamanda disiplinlerin arasında haberleşme çok daha ileri seviyede sağlanmaktadır.



Şekil 2.2. BIM'in benimsemesinden etkilenen yetenekler

BIM'i kullanarak elde edilen sonuçlar, teknik yetenekler, operasyonel yetenekler ve işletme yetenekleri açısından değerlendirilebilir. BIM sisteminin sadece 3D modelleme olmadığı, 3D çizim yapılmasının sadece sistemin başlangıç noktası olduğu görülmüştür. BIM yalnızca dizayn ofisle ilişkili bir sistem olmayıp, proje sürecindeki bütün departmanlar ile ve özellik ile de teknik ofis ve planlama departmanları ile beraber çalışan, saha ile sürekli temasta olan bir sistem olduğu anlaşıldığında ve faydaları görüldüğünde birçok ülke BIM sistemine geçmiş ya da geçiş için hazırlıklara başlamıştır.

Sürece dahil olmak isteyen birçok mimarlık ofisi projelerinde BIM kullanmak istemektedir. Bu firmalar bu geçişi nasıl yapacakları konusunda yeterli bilgiye erişemedikleri için, geçiş sürecinde nasıl bir yol izlemesi gerektiğini ön görememekte ve belirli bir yol izlemeden geçişi başlatan şirketlerde ise bu süreç zaman ve para kaybına sebep olduğu görülmektedir. BIM'e geçmeye karar veren firmalara "Nasıl bir yol izlemesi gerektiği" sorusuna yanıt aranmaktadır.

2.2.4. CAD Programlarına Geçiş Süreci ile BIM Programlarına Geçiş Süreci Arasındaki Zamansal Fark

Her sektörü etkileyen teknolojik gelişmeler elbette ki inşaat sektörünü de yakından etkilemektedir. Teknolojiyle beraber geleneksel tasarım süreci yerini CAD sistemine bırakmıştır. Kalemlerle yapılan geleneksel yöntemler ile yapılamayan yenilikleri sunan CAD sistemine geçiş kolayca gerçekleşmiştir. Bu yeni sistem; tüm disiplinlerin revizyonları, kopyalarının oluşumunun kolaylığı, aynı anda bütün proje müelliflerinin çalışabilmesine imkan sağlaması ve geleneksel sistem ile

gerçekleştirilemeyen çokça kolaylığı eski sisteme kıyasla sağlamasıdır. Geçiş süreci boyunca elde edilen tüm yenilikler alışkanlıklara dönüşmüştür bu alışkanlıklar ise BIM sistemine geçişin önündeki ana sorundur.

Teknolojinin gelişimi ile birçok yenilik de beraberinde ortaya çıkmakta ve CAD sistemi tamamı ile olmasa da Bina Bilgi Modelleme sistemine geçiş başlamıştır. Görşelliği ve bütünselliği ile CAD sisteminden çok daha iyidir, ayrıca BIM bir projedeki tüm elemanları bütünlük olarak modellemektedir (İlhan ve Yaman, 2012).

Özünde, BIM, 3D CAD modellerine dayanır, ancak dosyalara standart bir şekilde meta veri ekler. Meta verilerin sağladığı ek bilgiler, planlama ve bütçeleme ile proje iş akışına yardımcı olabilir. Bina Bilgi Modelleme (BIM), geleneksel bilgisayar destekli tasarımı (CAD) 3D modelleme ile birleştiren tasarım mühendisliğine bir yaklaşımdır. BIM yazılımı, tüm proje katılımcılarına projenin ve tüm bileşenlerinin bütünlük görünümünü sağlamak için tüm görsel bilgileri; teknik özellik tanımları, kullanılan materyaller, işlevsellik oranları ve bakımı hakkındaki tüm verilerle birleştirir (Rouse, 2017).

Mimari bir projedeki düşünme süreci; veri toplama, çizim, düzenleme gibi aktivitelerden oluşmaktadır. Bu aktiviteler, proje gelişiminde uygulanarak tasarım prensibini ortaya çıkarmıştır. Tasarım süreci bireysel olarak (mimari proje) veya işbirlikçi (statik, mekanik, elektrik projeleri) vb. bir süreç olarak gerçekleşebilir.

2.2.5. Geleneksel Yöntemden Farklı Olarak BIM'in Sağladıkları;

BIM bilgi sisteminin sağladığı en büyük fayda geleneksel yöntemlerden farklı olarak uygulanabilir tasarımlar elde edilmesidir. Bu, büyük tasarrufların yapılabileceği ve yeni yaklaşımların geliştirildiği projeleri uygulamadan önce sanal bir formda test etme yeteneğidir.

Bina yaşam döngüsü sürecinin bir parçası olarak daha verimli ve etkili bir bilgi akışının başlatılması ve geliştirilmesi için önemli bir role sahip olan BIM'in faydaları 2007 yılında FMA / CMAA tarafından belgelendirilmiştir (bkz. Tablo 2).

Tablo 2.2. BIM faydaları (FMA / CMAA 2007)

	Tüm cevaplar		BIM Kullanmayanlar		BIM Kullanıcıları	
	Puan	Derece	Puan	Derece	Puan	Derece
Proje Katılımcılar Arasında Geliştirilmiş İletişim ve İşbirliği	4.22	1	4.02	1	4.42	1
Yüksek Kaliteli Proje Yürütme ve Karar Verme	4.09	2	3.97	2	4.19	2
Proje Arşivinin Güven Seviyesi	3.98	3	3.87	3	4.08	4
Daha Kapsamlı Planlama ve Çizelgeleme	3.97	4	3.83	4	4.09	3
Yüksek Kaliteli İnşaat Sonuçları	3.90	5	3.79	5	4.00	6
Süreç Standardizasyon ulaşmak için daha kolay	3.89	6	3.71	6	4.06	5
Şartname ve yönetmeliklere uyum	3.73	7	3.60	8	3.85	7
Daha Fazla Verimlilik	3.71	8	3.62	7	3.79	10
Proje bütçelerine karşı daha tutarlı performans	3.68	9	3.62	10	3.84	9
Önemli ölçüde azaltılmış değişiklik talepleri	3.64	10	3.56	9	3.71	11
Daha geniş stratejik ve yenilikçi bakış açısı	3.63	11	3.38	13	3.85	8
İşgücü Maliyetlerini Düşürmek	3.52	12	3.41	12	3.62	12
Risk'in Azalma Oranı	3.49	13	3.44	11	3.52	13
Geliştirilmiş Güvenlik Performansı	3.27	14	3.22	14	3.32	14
İşe Alma ve Personel Kurmada Rekabet Avantajı	3.21	15	3.13	15	3.27	15

Kesinlikle Katılmıyorum =1 Kesinlikle Katılıyorum= 5

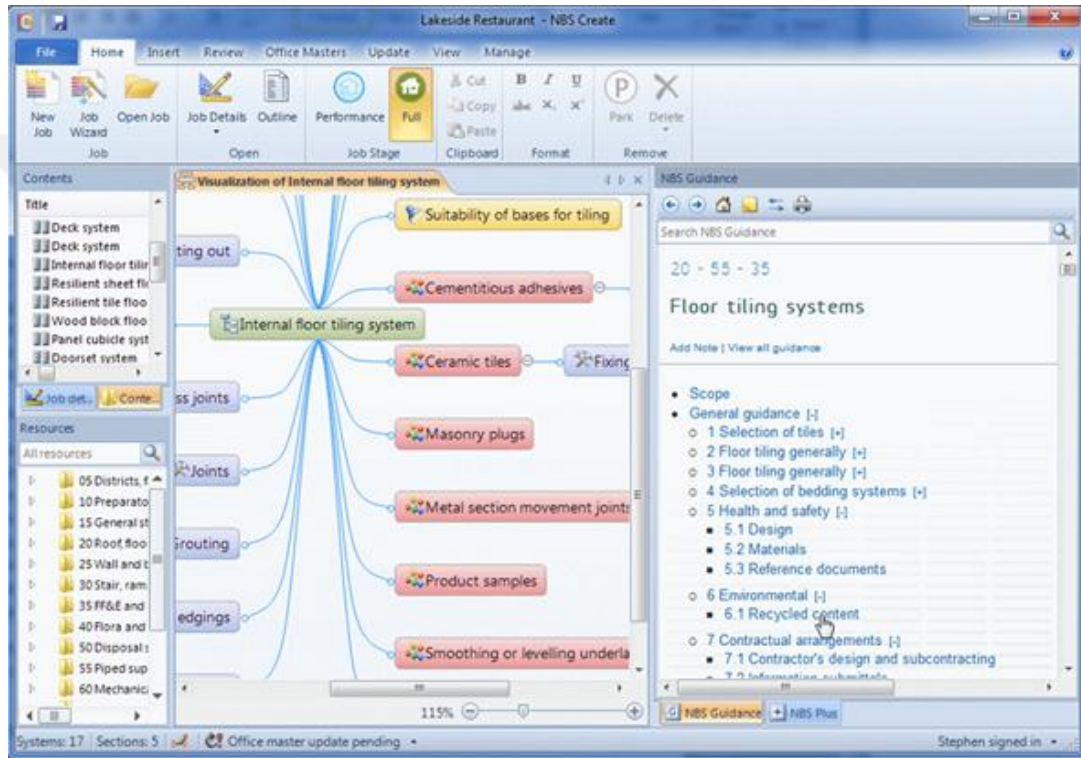
İnşaat sektörüne ve BIM'i benimseyen uygulamalara yönelik temel faydalar;

1. Etkili ve hızlı gelişim değerlendirmesi
2. Entegre tasarım ve planlama uygulamalarına yönelik Multidisipliner çalışma ortamı sağlaması
3. Etkili ve sürdürülebilir ürün seçimi
4. İnşaat öncesi FM ile öngörü ve yaklaşım sağlama
5. Otomatik enerji değerlendirmeleri
6. Verimin artışı le beraber maliyetin düşmesi, yaklaşık maliyette en düşük yanılma payı

7. Sanal ön imalat
8. Hızlı revizyon kontrolü, konsept tasarımlarda hızlı değişimlere imkân sağlama, karar süresinde azalma

2.2.5.1. Proje Entegrasyonu, Çakışma tespiti ve Tekrardan Kaçınma

BIM sistemi, yazılı ve grafiksel belgeler arasındaki entegrasyon ile gelişmekte ve oluşan sorunlara bir miktar çözüm sunabilmektedir (Chapman, 2011). NBS sorunları çözmeye yönelik bir araçtır (bkz. Şekil 2.3).



Şekil 2.3. NBS Ara yüzünün ekran görüntüsü

BIM modelleri kullanılarak gerçekleştirilen çakışma tespitinin, sahada yeniden yapılanmayı önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir (Adam Mactavish, 2013). BIM modeli sayesinde planlar, bölümler arasındaki tutarlılık daha kolay elde edilir ve bu sayede sahada daha az hata meydana gelir. Farklı disiplinlerin ürettiği modellerin çakışma testlerinin yapılması, 3D koordinasyon daha da kolaylaşabilir. BIM model dosyaları, nelerin değiştiğini ve tasarım ilerledikçe neyin eklendiğini göstermek için kullanılabilir (bkz. Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Nelerin eklendiğini ve neyin değiştiğini gösteren BIM modelinin ara yüzleri

2.2.5.2. Daha İyi Binaların Tasarlanması

BIM, bilişsel yükün bir kısmını tasarımcıdan uzaklaştırarak, sorunlara odaklanmasına yardımcı olur. Böylece tasarımcı süreç içerisinde ne olabileceği ön görülebilir. BIM tabanlı tasarımlara hazır prototiplerin entegre edilmesi için çalışmalar yapılmıştır (Bavafa, 2012). Potansiyel olarak bu, hızlı prototipleşme karar sürecinin bir parçası olarak tasarıma yardımcı olabilir.

Yapısal analiz yazılımı ile entegre BIM modellerini kullanarak, birden fazla durumda ve olaylarda bina performansını tahmin etmek mümkündür. Örneğin; BIM simülasyon araçlarının kullanılması ile hem yangının sebepleri hem de kullanıcının tahliyesinin etkililiği test edebilir.

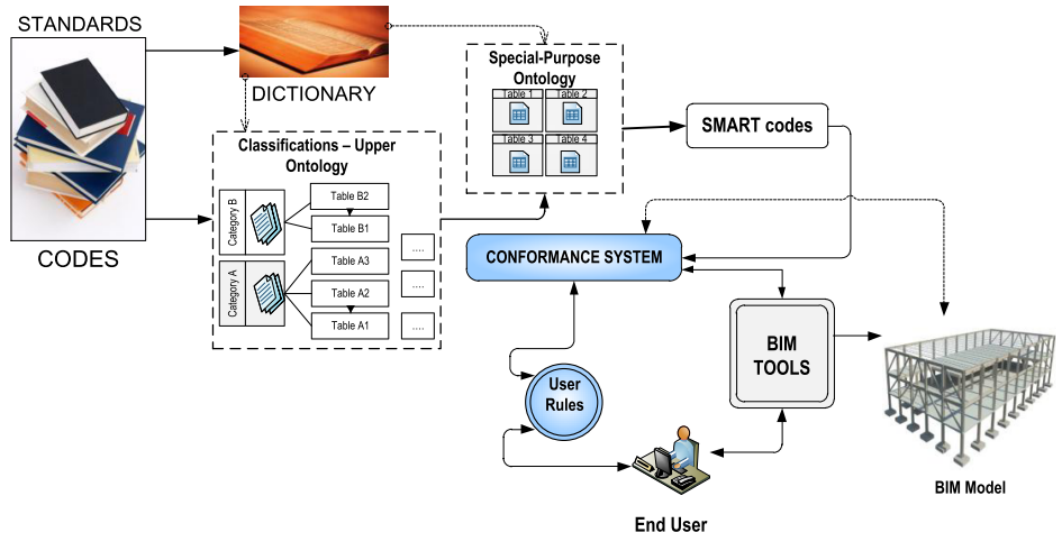
Mevcut malzemenin maksimum kullanımını sağlamak için bilgisayarlı rutinler ve CNC (bilgisayar sayısal kontrolü) de kullanılabilir. Gelecekte, mimarın dijital tasarımının dijital üretime bağlanması ve böylece daha verimli, daha az savurgan bir süreç oluşacağı öngörülmektedir.

BIM modellerinin kural tabanlı kontrolü, kod uyumluluğunu kontrol etmenin hızlı bir yolunu sağlayabilir. Singapur'da İnşaat ve Emlak Ağı (CORENET) e-teslim sistemi kullanımı ile BIM adaptasyonu kolaylaşmıştır. Son zamanlarda BIM4Regs grubu, İngiltere hükümetinde yer alan BIM Görev Grubu'na bu alanlarda tavsiyelerde bulunmak üzere kuruldu. Şekil 2.6.; uluslararası olarak kullanılan BIM tabanlı kontrol sistemlerinin bazılarını göstermektedir.

Development agency, project	Singapore, CORENET	Norway, Statsbygg	Australia, CRC for CI	USA, ICC	USA, GSA	
Target rules	Buildingcode	Accessibility	Accessibility	Building code	Circulationandsecurity	
Rule checking platform	FORNAX	SMC	EDM	DA's SMARTcodes for SMC, Xabio	SMC	
A. Rule interpretation: Translates a written rule-base into a computer implementable one						
A.1. Method of translation of written rules to computer code	A.1.1. <i>By programmer</i> A.1.2. <i>Employs predicate logic or similar derivation process</i>	Yes Yes	Yes	Yes Object-oriented interpretation of code; Graph application; Express Rule Schema Yes. Covers AS1428. 1, Design for Access and mobility, and BCA D3 Rule-based language: Express Rule Schema, Express-X	Yes Yes	
A.2. Has developed an ontology of names and properties			Space name based ontology	Yes	Space name based ontology	
A.3. Rules coded in:	A.3.1. Directly in computer code A.3.2. Parametric tables A.3.3. Rule-based language	Computer code	Parametric tables	SMARTcode builder	Parametric tables	
B. Building model preparation: extracts and derives model view for checking						
B.1. Supports <i>model view</i> approach to processing rules	B.1.1. Derive new properties Using enhanced objects B.1.2. Derive new models B.1.3. Performance model view and integrated analysis	Yes-called FORNAX	SMC library Adds geometry for additional checking ^a	Internal model schema to define objects and additional properties Sub-model schema to derive domain-specific view Performance model view using intermediate and results model schema Uses IFC model properties and relations and the internal model for defining access	DA's SMARTcodes for SMC and Xabio SMC supports derived circulation graph Dictionary in SMARTcodes	SMC provides limited API for deriving properties SMC supports derived circulation graph
B.2. Uses <i>dictionary</i> of standard properties and relations for defining access		Implemented in FORNAX	Space names		Only for space names	
B.3. <i>Visibility of layout rule parameters</i>						
C. Rule execution: rule processing and checking						
C1. Building <i>model validation</i> to verify minimum, model requirements for checking.			Yes	Runs the chosen rule set against the model to identify areas with insufficient information	Yes Implemented in SMC	
C2. <i>Manages view submissions</i> for completeness	C2.1. Checks consistency of view submissions					
D. Rule check reporting						
D.1. Rule instance graphical reporting		Yes	Yes	Graphic display of the check results; 3D visualization not linked Yes	Yes Yes	
D.2. Textual reference to source rule text		Yes	No		DA's SMARTcodes for SMC, XABIO Reference to section, paragraph, line	

Şekil 2.5. Bina tasarımların otomatik kontrol sistemi (Eastman C., 2009)

Yakın zamanda ikonik mimariyi sağlayan karmaşık formların artması ile yeni parametrik bilgisayarlı araçlar üretilmiştir. Optimal bileşen boyutları standart nesne kitaplıklarının tanıtımıyla BIM sistemine entegre edilebilir. BIM modellerini kullanarak yapılan incelemeler, daha iyi inşaat stratejileri geliştirmeye yardımcı olabilir, böylece işçilik ve harcanan oldukça azalmış olur.



Şekil 2.6. BIM kontrol sisteminin yapısı (Nawari, 2012)

2.2.5.3. Daha İyi Maliyet Kontrolü

BIM'in doğru miktardaki ürün tedarikini sağlama kabiliyeti sayesinde, gerçekçi proje maliyet farkındalığı artmıştır. BIM'in kullanılması ile, yüklenicilerin sözleşme yapmak için gerekli ücretleri tahmin etmelerini kolaylaşacaktır. Bu yöntemleri kullanarak farklı tasarım seçenekleri, yaklaşık maliyetler açısından hızlı bir şekilde değerlendirilebilir. Gelecekte, BIM'e dayanarak yeni ve daha etkili maliyetlendirme mekanizmalarının geliştirilmesi muhtemeldir.

SMM7 (standart ölçüm metodu) ve nicel etütler tarafından yaygın olarak kullanılan yeni ölçüm kuralları, BIM modellerinin çıktısına uygun değildir. BIM maliyetlendirme sürecini kullanımı yaygın olan sistemlere yönelik olarak optimize etmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

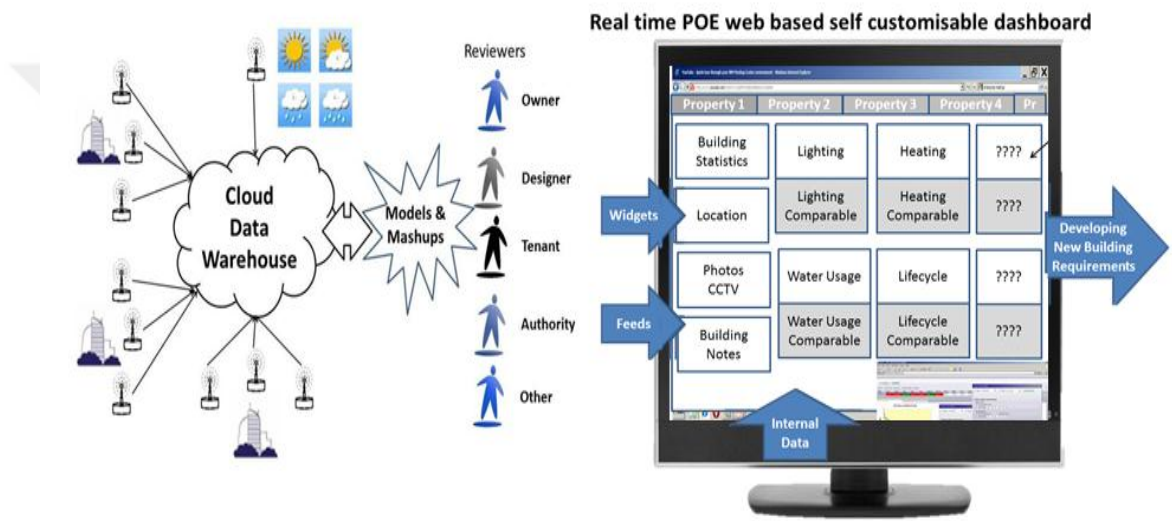
2.2.5.4. Daha İyi Veri ve Bilgi Transferi

Bilgi aktarımı problemlerinin üstesinden gelmek mimari uygulama için kritik bir unsurdur. BIM tarafından sağlanan birlikte çalışabilirliğin ele alınması, bu zorluğun giderilmesini sağlamaktadır. BIM tüm basılı kopyaların yerini alamaz ancak BIM tamamen elektronik sistem olarak çalışabilir. BIM, verileri gereksiz işleme veya çaba harcamadan depolamayı, korumayı ve paylaşmayı mümkün kılan veri yapılandırabilme özelliğine sahiptir.

2.2.5.5. Daha İyi Yaşam Döngüsü Yönetimi

BIM ile ilgili verileri kullanarak hem yeni hem de mevcut binaların yaşam döngüsünü yönetmek ve en üst düzeye çıkarmak mümkündür. Mevcut binalar, lazer taraması yardımıyla BIM modellerine dönüştürülebilir. Daha sonra BIM bilgisi ve BIM sürecinin bir parçasını oluşturabilir.

Bu problemi çözmek ve binaların tahmini ve gerçek geri bildirimlerini sağlamak için, bir BIM panosunun geliştirilmesi, statik ve canlı kaynaklardan gelen verileri toplanarak programa girilmesi gerekmektedir.



Şekil 2.7. Bir geri bildirim analiz panosu (Coates, 2010)

2.1.6. Mimari Ofislerin BIM'e Adapte Olma Süreci ve Gereksinimleri

Dijital Yapı Bilgi Modeli oluşturmak, bina ile etkileşimde bulunanların, faaliyetlerini optimize etmek ve yapı için daha büyük bir yaşam değeri sağlamasına olanak tanır (NBS, 2016). BIM görselleştirmeleri, bir projenin ilerlemesinin resmini sunarak, tüm değişikliklerin orijinal tasarımla uyumlu olmasını sağlar.

BIM ile tek bir model üzerinde;

- Eskizler ile ön bilgilendirme aşamasında 3D canlandırma.
- Yapılabilir bina tasarımı.
- Çakışma testlerinin yapılması.
- Koordinasyon sağlanması

- Kolay metraj tablolarının oluşumu
- Tasarımın iş programı ile entegre edilmesi.
- Maliyet bilgi tablolarının oluşumu
- Sahaya uygulama çizimi üretilmesi

gibi işlemler gerçekleştirilebilir. Bu entegre çalışma sistemi sayesinde proje tasarım aşamasında ciddi zaman kazanımı ve hata oranını en alt seviyeye indirme olanağı sunulması, ofislerin BIM'e adapte olma gereksinimlerini oluşturmaktadır.

BIM geliştirme araçları, tüm bina yaşam döngüsü süreci boyunca veri sağlamak için tasarlanmıştır (WIX, 2013). Proje üretim endüstrileri için tasarlanan AutoCAD ve Microstation gibi CAD araçları vardır. BIM ile kazanılan avantajlar, her kullanıcının iş modeline bağlı olarak değişebilir. Ancak bazı kilit avantajlar; çoklu modelleme ve bu sayede yapılabilir analiz sayesinde uygulamalarda kullanılacak tutarlı ve aktarılabilir bilgi bakımından zengin modeller elde edilebilecektir. Bu faydaların belirli mimari uygulamalara nispi önemini belirlemek BIM'e geçiş sürecinin önemli bir parçasıdır.

İnşaat projeleri endüstrisinin işbirlikçi yapısı nedeniyle tüm ilgili aktörler arasında iyi bir iş birliği ve bilgi alışverişi gerektirir. Geleneksel olarak bu etkileşim, şekil ve belge biçiminde yapıyordu. BIM'i kullanmaya devam ederken, etkin bilgi alışverişini sağlamak için yeni gereksinimler getirilmiştir. BIM, projenin tasarım aşamasında sadece bir araç değil, projedeki farklı aktörler ve aşamalar arasında bilgi alışverişi için bir ara yüzdür. Şu anda farklı aktörler, farklı satıcılardan aldıkları işlerine yönelik farklı araçlar kullanıyorlar. BIM araçlarındaki bu farklılık, farklı birimler arasındaki bilgi alışverişi için yetersizlik veya birlikte çalışamama eksikliği nedeniyle zorluklar doğurmaktadır (Ark, 2012).

AEC endüstrisi birlikte çalışabilirliğinin parçalı ve işbirlikçi yapısı nedeniyle önemli bir konudur. BIM'in CAD'e göre birçok avantajı vardır, ancak akıllı bina bilgisini paylaşma yeteneği kritik öneme sahiptir (Batcheler, 2005). BIM'in birçok faydasını en üst düzeye çıkarmak için üretkenlik ve tasarım kalitesine ilişkin olarak birlikte çalışabilirlik ile ilgili zorlukların ele alınması gerekmektedir (Ark, 2012).

BIM araçlarının gelişimi, farklı mesleklere yönelik çözüm arayışları ile ilerlemiştir. "Building SMART yapılanması" tarafından tanımlanan IFC, BIM modelleri için

kabul edilen standarttır. IFC, model tabanlı birlikte çalışabilirliği elde etmek için iddialı bir girişimdir. Nesnelerin geometrisi ile sınırlandırılmadan geniş bir modelleme bilgisini kapsamaktadır, aynı zamanda binanın diğer yönleriyle ilgili meta veriler de içermektedir. IFC’de birlikte çalışabilirlik düzeyini analiz ederken, (Ark, 2012) bunu dört farklı düzeyde ele alır.

- Dosya seviyesi- Bu, farklı araçlardan gelen dosyaları başarı ile değiştirir.
- Sözdizimi seviyesi- Bu, farklı araçlardan gelen dosyaları hata yapmadan ayrıştırır.
- Görselleştirme seviyesi- Değişen modeli doğru ve gerçeğe en yakın şekilde görselleştirir.
- Şematik düzey- Bir modelin tanımlanmasını ve aynı prensiplere bağlı olarak çalışmasını sağlar.

IFC’nin şu ana kadar dosya ve görselleştirme düzeylerinde birlikte çalışabilirliği sağlama konusunda göreceli başarı elde ettiği sonucuna varılmıştır. IFC tabanına aktarılan proje farklı prensiplerin kullandığı programların birbirine uyumlu alt içeriklerine tam anlamı ile sahip olmadığı için veri kaybı gerçekleşmektedir. Kullanımı daha fazla alt etki alanı içerecek şekilde genişletildiğinde sorunun azalacağı öngörülmektedir.

İnşaat endüstrisinde birlikte çalışabilirlik sorunu, proje alanının çok çeşitli olmasından da kaynaklanmaktadır. Projeler basit bir aile evinden, büyük havaalanlarına kadar her prensip için farklı olabilir. Bu genişlik IFC ve birlikte çalışabilirlik açısından sorun olmuştur çünkü hiçbir araç kendi dilini kullanmamaktadır (Lindblad, 2013).

BIM’in Farklılıkları ve Kullanıcı Beklentileri

BIM’in ne olduğu ve kullanıcının onu nasıl kullanmak istediği hakkında algı BIM’e geçişte önemli bir faktördür. Genellikle, büyük projelere ile BIM’e dahil olacak firmalar, proje ortamlarını değiştirecek küçük firmaların BIM’e geçişinden, daha esnek yapıya sahiptir.

AEC endüstrisindeki yer alan mimarlık firmaları genellikle CAD ve son 10 yıl içinde yer etmiş teknolojilerin tüm olanaklarını birleştirmek için BIM’i tercih ederler. Bir

başka deyişle BIM'in eski sistemin eksik özelliklerini tamamlarken yeni olanaklar sunmasıdır (Khemlani, 2011).

BIM ile ilgili beklentiler kullanıcının mesleğine bağlı olarak değişmektedir. Tasarım firmaları projelerde BIM'i CAD'de bir uzantı olarak görüyorlar; Yüklenici firmalar BIM'i daha akıllı bir belge olarak görüyor. Akıllı belge sayesinde veri ayrışımı yapmak ve analiz etmek kolaylıkla sağlanabiliyor. BIM geliştiricileri her iki fonksiyonun da yer aldığı BIM uygulamalarını önermektedir (Gu, 2008). İkisinden birini gerçekleştiren bir sistemin BIM'in varoluşuna zıt olduğunu belirtmektedirler. Bu bütünsel anlayış benimsenmediğinden dolayı proje tasarım boyutunda BIM'de gerçekleşen ilerleme geride kalmıştır (Eastman, 2011). BIM kullanıcı merkezli bir sistemdir, gelişimin başarılı olabilmesi için tüm prensiplerin BIM'i benimsemesi gerekmektedir (Lindblad, 2013).

Mimarlar tarafından algılanan başlıca faydalar, daha iyi üretkenlik ve daha iyi süreç sonuçları ve çok taraflı iletişimidir. Mimari pratikte çalışmalar sıklıkla tekrarlanır. BIM'de standart şablonlar ve nesne kitaplıklarının kullanılması, potansiyel çabaların azalmasına yardımcı olabilir. BIM kullanarak kazanılacak zaman tasarrufu örneği aşağıda gösterilmiştir (bkz. Tablo 2.3).

Tablo 2.3. BIM Lott + Barber'un zamandan tasarruf sağlamasına göre verimliliğin artırılmasına yardımcı oluyor (Autodesk 2007)

Görev	CAD (h)	BIM (h)	Kayıt Süresi	Zaman Kazanımı
Eskiz	190	90	100	53%
Tasarım Gelişimi	436	220	216	50%
Yapı Dokümantasyonu	1023	815	208	20%
Koordinasyon ve Kontrol	175	15	159	91%
Toplam	1824	1141	683	

Kullanıcı İhtiyaçları Doğrultusunda Belirlenen Ana Eksiklikler

Tasarım firmalarındaki BIM kullanıcılarının büyük bir kısmının BIM'deki kütüphanenin eksikliğini öne sürüyor. Bu eksiklik sebebi ile tasarım esnasında ihtiyaç karşılanmadığı için kullanımının kolay olmadığını söylemektedirler. Karşılaşılan bu problemler büyük ölçüde serbest form nesnelere

kaynaklanmaktadır. Özellikle bu durum karmaşık ve büyük çaplı projelerde BIM'in benimsenmesi oldukça büyük bir engeldir.

BIM ile akıllı nesnelere özelleştirmek ve serbest formlar oluşturmak mümkündür. Eğitim ve şirketlerin kendi özel model kütüphanesini oluşturmasına bağlı bir süreçten ibarettir.

Sistemin yeterince hızlı olmayışı, kullanılacak teknolojik donanımların performansı en yüksek kullanıma göre seçilmek zorunda kalınması, klasik CAD araçları ile dosya boyut uyumsuzluğu da şikâyet noktasından bir diğeridir (Lindblad, 2013).

Proje İşleyişindeki Süreç Değişimi

BIM'in bir şirketçe benimsenmesi için geleneksel çalışma biçimlerinde önemli değişiklikler yapması gerekir (Arayıcı, 2009). Tek bir modelin temel BIM konseptine entegrasyonu için tüm proje yaşam döngüsü içerisindeki paydaşlarında entegre olması gerekir.

Verimli BIM uygulaması olabilmesi için Multidisipliner proje grupları tarafından desteklenen müşterilerin, mimarların ve yüklenicilerin aynı anda rol almalarını gerektirir. Ayrıca bu geçiş ile disiplinler arası ilişkiler yeni sözleşmelerle düzenlenmeli ve iş bölümü yeniden yapılmalıdır. BIM ile hayata geçen projeler yeni bir döngü ve daha entegre bir işbirliği yaklaşımı gerektirir. Bu iş birliğini tam anlamıyla sağlamak için projede sürdürülebilirlik, son kullanıcılar, tesis yöneticileri, yükleniciler ve müteahhitlerin tüm planlama ve tasarım aşamalarında bulunmalarına ihtiyaç vardır.

BIM'in başarılı olması için, projenin farklı aşamalarında tüm farklı paydaşlardan işbirliği ile oluşturulacak BIM modelindeki bilgileri eklemek, çıkarmak, güncellemek veya değiştirmek gereklidir. Bu sayede oluşturulacak en uygun model, tasarım ekibinden yükleniciye ve müşteriye tüm farklı paydaşların rollerini yansıtan teslim edilebilecek tesisin sanal temsili olabilir. Proje ilerledikçe önerilen tasarım çözümleri veya değişiklikler, müşteri tarafından talep edilen tüm gereksinimler doğrultusunda gerçekleştirilebilir.

BIM'in benimsenmesi, geleneksel iş süreçleri üzerinde büyük etkiye sahip olacaktır. Bu benimseme paydaşlar için kolay olmayacaktır bu sebeple değişimden rahatsızlık

duyulacaktır. Yapılması beklenen ana değişimler; iş akışının nasıl yeniden tasarlanacağı, personel sorumluluğu ve çalışma ekiplerinin nasıl oluşturulacağıdır (Arayıcı, 2009).

Tek Bir Modelin Kullanılmasıyla Oluşan Riskler ve Zorluklar

BIM ile ilişkili projelerde gerçekleşecek önemli değişiklikler, oluşabilecek birçok risk taşır. Bütün farklı paydaşlar eklediğinde BIM modelindeki bilgileri güncellemek veya değiştirmekte bazı sorunlar ortaya çıkacaktır. Verinin düzenlenmesinden kimin sorumlu olacağını konusunda gelişmiş standartların olmaması da bu sorunlardan birisidir.

Modelin kullanımı sırasında oluşan risklerde vardır. Örneğin beton siparişi verilirken ilgili bilgi modele eklenmiş ise ve daha sonra yapılması karar verilen bir perde duvarın tedarik edilmesi için planlamanın dışına çıkılması ile tedarik konusunda sıkıntı yaşanabilir. Bu sorunu çözmek için modeller ile verilen bilgiler “yalnızca referans amaçlı” olarak anlaşmalara eklenir çünkü tasarımcılar süreci belirleyen modelin tüm riskini almaya istekli değillerdir.

Elektronik bir tasarım ile oluşacak değişim hem fırsatlara hem de risklere yol açmaktadır. Yüklenicilere teklif vermek için tasarım tamamlandıktan sonraki görüşmelerde, yapılacak tasarım değişiklikleri ile ortaya çıkacak bilgi değişiminin tekliflere yansımaları eşit hızda olması bu ortamın sağladığı fırsatlar arasında yer almaktadır.

2.1.7. Teknoloji Açısından BIM ve CAD

Şirketler için önemli adımlardan birisi de BIM araçlarının araştırılması, görevlerin öncelik sırasının belirlenmesidir. Revit, Bentley Architecture, Allplan ve ArchiCAD gibi potansiyel BIM araçlarının değerlendirilip ilgili en uygun BIM yazılım aracının seçilmesi ile akabinde bu seçime dayalı verimlilik ve kazanım göstergeleri belirlenmiştir. Örneğin, BIM'in benimsenmesi ile üretim sürecindeki zaman tasarrufu ve ürünün tutarlılığını en önemli kazanım olarak gören şirketlerdeki verimlilik kazanımlarının belirlenmesi için; bu BIM araçlarının, literatür taraması, satıcı gösterileri, senaryo temelli testler ve bu alandaki deneysel kazanımlar aracılığıyla bu verimlilik artışlarına nasıl ulaşabileceğine ilişkin tartışmalar ve deneyler ile

ölçülmektedir. Ayrıca, bu ölçümler şirketlerin kendi iş süreçlerindeki özel gerekliliklerine uygun şekilde gerçekleştirilmiştir.

BIM aracı değerlendirilmesinde dikkat edilmesi gereken bir diğer unsur aracın BIM gereksinimlerinin tümüne sahip olmasıdır. Çünkü çeşitli BIM yazılım araçları, kullanıcılara geleneksel CAD araçlarının modifiyeli olarak sunulduğundan, bu BIM sistemini gerçek kullanımını yansıtmayacaktır. Buna ek olarak, CAD satın alımlarının sürekliliğini yansıtan anlaşmalar sebebi ile kullanıcı tercihleri çeşitli mimari BIM araçları için de önyargılıdır. Bu araçlar, uygulama felsefesi (Boshyk & Dilworth, 2009) ile nitel ve nicel yöntemler kullanılarak test edilmiş ve her şirket için yeni bir BIM aracı seçilmiştir.

BIM yazılım aracının şirketlere optimizasyonu önemlidir çünkü;

1. Kullanılacak yazılım tasarım sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır,
2. Tasarım ve üretim süreci sorunsuzluğu doğrudan ürün kalitesini etkiler,
3. Programdaki Multidisipliner yazılım, kullanıcılar arasında bilgi paylaşımında kolaylık sağlar
4. Proje uygulamada revizyonlar ve büyümeler esnasında yapılacak değişikliklerin tutarlı bir şekilde değerlendirebilmesini sağlar.

2D CAD aracıyla mevcut uygulama yapan şirkette;

- Zaman çizelgelerindeki revizyon zorluğu,
- Tekrarlamalar,
- Uzun teslim süreleri,
- Tedarik zincirinde süreklilik eksikliği,
- Yeniden işleme,
- Gereksiz üretim,
- Dikkat dağıtıcı paralel görevler/ek süre kaybı
- Güvenilirlik eksikliği/uygulanabilir çizim yapılamayışı
- Veri ve plan öngörü eksikliği,
- Sıfır hata tasarım sürecinin eksikliği,
- Etkili tasarım yönetimi ve iletişim eksikliği, gibi bazı verimsizlikleri beraberinde getirmektedir.

Yukarıda sayılan eksiklikleri gidermek için üretim sürecinde diğer disiplinlerle daha fazla entegrasyon ve iş birliği, daha etkili bir iş süreci sağlamak için teknoloji değişikliği benimsemeli, etkili akıllı gerçek zamanlı yanıt alınabilmesi için şirket kapasitesi artırmalıdır. Eğitimin optimizasyon sürecini tamamlamada rolü oldukça fazladır. Öyle ki şablon dosya oluşumunun, nesne kitaplıklarının, kullanım kılavuzunun ve BIM geliştirme aracının doğrudan eğitim ile ilişkisi olduğu görülmüştür.

Bir mimarlık firmasının Yapı Bilgi Modellemesine geçişinde yaşanılacak katkı ve sınırlılıkları ölçmek için tasarım sürecini etkileyen; kültür, insan (kullanıcı ve üretici), eğitim, sektör gibi dört temel mimari alanla karşılaştırma yapılacaktır.

Kültür

BIM, bir tasarım ortamı olan bir araçtan veya yazılım uygulamasından potansiyel olarak daha büyük bir konsepttir (Levy, 2012). Çoğu mimari organizasyonda bilgisayarlar bir zorunluluk olarak görülmektedir.

Yapı bilgi modellemesinin ilk ortaya çıkışı olarak nitelendirilen tanımda; “Aranılan kavramsal çerçeve için: Karmaşık durumları kavramak bunun yanı sıra modern teknolojiyi kullanarak önemli faktörleri listelemeli ve gerçek olasılıkla yaşanılacak her türlü problemi ön görme niteliği taşımalıdır.” Bu yönelimi anlamak için, bireylerin şu andaki etkinlik düzeylerine nasıl ulaştıklarını incelenir.

Bir bireyin dünya üzerindeki tüm etkisi, sınırlı motor kanalları aracılığıyla dünyaya iletebileceği şeylerden oluşmaktadır. Buda, dış dünyadan sınırlı duyuşal kanallardan alınan bilgilere dayanmaktadır; onun içinde oluşturulan bilgi, ihtiyaçlar hakkında bu bilgilerin işlenmesini sağlamaktadır. Örneğin, temel duyuşal-zihinsel-motor yeteneklerimizin tümüne sahip olan, ancak dolaylı bilgi ve prosedürün arka planına sahip olmayan bir Aborjin, bir aracı trafikte sürmek için gerekli olan doğrudan doğru eylemleri organize edemez; kütüphaneden bir kitap istemek, telefonla birilerini aramak veya daktiloda bir mektup yazmak gibi.

Araç-Gereçler: İnsan konforunu sağlamak, nesnelere veya malzemelerin yapımı için tasarlanmış fiziksel nesnelere.

Dil: Dünya'nın kendi dünyasının resmini, aklının o dünyayı modellemek için kullandığı kavramlara ve bilinçli olarak kavramları manipüle ederek kullandığı sembollere ("düşünme") bağladığı sembollere ayırma biçimi.

Metodoloji: Bir bireyin hedef odaklı (problem çözme) aktivitesini organize ettiği yöntemler, prosedürler, stratejiler vb.

Eğitim: İnsanın, 1, 2 ve 3 numaralı araçları kullanma becerilerini operasyonel olarak etkili olduğu noktaya getirmesi için ihtiyaç duyulan şartlandırma.

Düşüneceğimiz bu açık yeni sistemde yapay bilgisayarlar, bilgisayar kontrollü bilgi depolama, bilgi işleme ve bilgi görüntüleme cihazları olarak yer alacaktır. Burada tartışılan kavramsal çerçevenin özellikleri, öncelikle, insanın bu tür bir ekipmanı olan entegre bir sistemde önemli ölçüde kullanma becerisine ilişkin olmasıdır.

Eğitimsiz bir Aborjin, bir arabayı trafikten çekemese de, onun kültürel geçmişi ile otomobil ve trafik içeren dünya arasındaki boşluğu atlayamayacağı için; onu gerçekleştirecek organize bir eğitim programında adım adım ilerlemesi ile mümkün olacaktır. Başka bir deyişle, insan aklı büyük sıçramalarla hareket etmez, ama her biri önceki adımlara bağlı olacak şekilde organize veya yapılandırılmış adımlar ile hareket eder.

Her düşünce veya eylem süreci alt süreçlerden oluşur. Kalem darbesi yapmak, alfabenin bir harfini yazmak veya bir plan yapmak gibi örnekleri inceleyelim. Oldukça farklı bir kas hareketi, bir kalem vuruşunun yapılmasıyla organize edilir; benzer şekilde, belirli kalem vuruşlarını yapmak ve bir harf için bir plan yapmak, kendi içinde alfabetik bir karakterin tümüyle yazılmasına alt süreçler haline gelen karmaşık süreçlerdir.

Her durumda, belirli süreç hiyerarşilerini tartışırken alttan başlamak gerekli değildir. Hiç kimse, yeni bir şeyle uğraştığı her defasında tamamen benzersiz olan bir süreci kullanmaz. Bunun yerine, temel duyuşal-zihinsel-motor süreç yeteneklerinden oluşan bir gruptan yola çıkarak, eserlerinin bu belirli süreç yeteneklerini ekler.

Not yazma işlemi, aşağıdaki planlama, konu geliştirme, metin oluşturma, basılı kopya üretme ve dağıtma gibi bir dizi işlem kabiliyeti (karışık veya tekrarlı formda) kullanılarak yürütülebilir. Sistem metodolojisinin bir parçasını temsil eden bu alt

süreçlerin düzenlenmesinin kesin bir yolu vardır. Bu alt süreçlerin her biri, insanın bir şeyleri yapma biçimine etkili bir şekilde organize edilecekse, sistem dilinin bir parçası olması gereken işlevsel bir kavramı temsil eder ve her bir kavramın sembolik tasviri, insanın çalışabileceği şekilde olmalıdır.

Eğitim

Günümüzde bilgisayar destekli tasarım teknolojideki ilerlemeye paralel olarak geleneksel tasarım sistemlerinin yerini almıştır. Bu durum mimari proje tasarım sürecine ve okullardaki eğitime de yansımıştır. Tasarım sunumlarında farklı seçenekler oluşturulabilir programlar, projelerin ihtiyacına göre değişebilir.

Mimarlık eğitim, tasarım yapabilme yetisi için gerekli hayal gücü ve teknik bilgi ve donanımlara sahip birey yetiştirmek için gerekmektedir. Eğitim esnasında yer alan süreç teknik tasarım dersleri ile başlar, bu dersler bilgisayarlı ortam ya da kalem-kağıt ikilisi ile de öğrenciye öğretilir böylece 2D algısı tamamı ile gelişmiş olur. 3D görselleme eğitimleri yine her iki tasarım yöntemi ile de devam eder.

Mevcut eğitim sisteminde CAD (Computer Aided Design) ve VR (Virtual Reality) programları ile tasarımların oluşturulmasında temel araçlar olmuştur. Ancak bu tür programlar bir modelin tasarım sürecini farklı aşamalara böler, oluşturulan her çizim ancak kendi içerisinde bütünlük sağlar. BIM sisteminde ise bir proje müşteriden tasarımcıya geçtiği ilk andan tasarımın müşteriye teslimi, tüm inşaat süreci ve kullanımından sonra yıllar içerisinde gerçekleşecek bakım süreçlerinin tamamını kapsayan bir bütündür. Tüm sistem içerisinde yer alan aşamalar birbirleri ile entegredir.

BIM ile tasarlanan bir model; tasarım aşamasının başı olarak nitelendirilen eskiz yani ilk fikir aşamasından modelin oluşturulup tüm inşaat süreci yansıtan bir ön görüş niteliğindeki simülasyonu oluşturmaya kadar tüm bilgiyi kapsar. Oluşturulacak modeli klasik tasarım süreci ile tasarlanan projeden ayıran en önemli özelliğin uygulanabilirliğidir. BIM ile oluşturulan projeler uygulanabilir nitelik taşımaktadır bu yüzden program uygulamaya el vermeyen hiçbir modelin oluşumuna izin vermez.

BIM'in eğitim sürecine dahil olması ile derslerin oluşumu, programın getirdiği birlikte çalışabilirlik gibi alanlar için yansıyacak yeniliğe ihtiyaç vardır. Klasik

yöntemde kâğıt ve kalem ile başlayan eskiz aşamasının yerini almaya hazırlanan programlar ile iki boyut ve üç boyut programları birbirine entegre olabilir. Bunun için ara yüz öğrenimleri ve uygulamalar arasında geçişi sağlayabilecek aşamalara yönelik dersler geleneksel yöntemler ile birlikte yer almalıdır. Okullar programlarına tasarım sürecinin hepsinde yer alan çizim aşamalarını yansıtan BIM ile de uygulamalı eğitim dersleri eklemesi gerekir.

BIM ile ortaya çıkacak üç boyutlu model geleneksel tasarımda yer alan görselleştirmeden farklıdır çünkü modeli oluşturan objeler sayesinde mimari ve inşaat aşamalarda gerek duyabileceğimiz tüm bilgilerin yer aldığı akıllı objeler ile bir tasarım yapılabilir. Ancak her tasarım büyüklüğü ya da içeriği açısından özgün birçok nitelik taşıyacaktır bu da her tasarım için gerekli olabilecek objelerin yer aldığı geniş bir kütüphane gerekliliğini ortaya çıkarır. Eğitim sürecinde öğrencinin özgün tasarımlar yapabilmesi ve bu aşamada kütüphane eksikliği yüzünden kısıtlamalar oluşmaması adına akıllı nesne modellemeleri öğretilerek okulların ortak bir kütüphane havuzu oluşturması sağlanmalıdır.

Ülkedeki BIM sürecine dahil olmak isteyen mimarlık ofisleri için de eğitim önemli bir etkidir. Hali hazırda bulunan ofislerin çoğunda yer alan teknik elamanlar ya da program kullanıcıları geleneksel tasarım yönteminde yer alan program bilgisine sahiptir. BIM ülkemizde henüz yaygın olmadığı için programları bilen kalifiye insan sayısı da azdır. Bu sayıyı artırmak için ofisler kendi içlerinde eğitimler alınmalı, ya da ülke genelinde devlet destekli eğitimler, seminerler düzenlenmelidir. Eğitim içerikleri BIM sisteminin çalışma prensibini ve mevcut sisteme nasıl entegre olabileceğine yönelik olmak üzere iki aşamada gerçekleşmelidir. Bu eğitim içeriklerini oluştururken ülke standartları ile geçişi daha önce ülkesinde uyarlamış bir rol model olarak alınabilir ülkenin eğitim içeriğinden yararlanılabilir.

Türkiye'nin sürece dahil olması için yetiştirilecek kalifiye elemanlar ve program kullanıcıları için gereken eğitim süreci zaman alacaktır. BIM'e geçmek isteyen mimarlık ofislerinin ise bu süreci zaman kaybı olarak görmesi sebebi ile eğitim süreci sisteme geçiş için bariyer olarak nitelendirilebilir.

İnsan

Tasarım süreci içerisinde yer alan tüm aşamalarda kalifiye eleman aranan bir niteliktir. Geleneksel yöntemler ile yapılan tasarımlarda kullanılan programlar uzun bir süredir kullanıldığı için yetişmiş elemanlar oldukça fazladır. Üstelik tasarım aşamaları birbirinden kopuk da ilerleyebildiği için tasarımı yapan kişi ile tasarımı programa yansıtan kişinin aynı kişi olmasına gerek yoktur. Program kullanıcılarının ise projenin teknik niteliklerinden anlaması gerekmez ve bu gereklilik olmadığı için kalifiye elemanlar sadece program eğitimi almış kimseler olabilir. Ancak BIM süreci ile tasarlanan projelerde kişilerin tüm projeye hâkim olması gerekmektedir. Çünkü BIM sadece çizim programı değildir, bilgilerin tümünün çizime yansımalarıdır.

BIM ile tasarım yapan mimarlık şirketlerinde program kullanıcıları tasarımın kararlarının çoğunu oluşum aşamasında yani başlangıçta verir. Bu da program için yetiştirilecek elemanların hem program ara yüz bilgisine hem de teknik bilgiye sahip olması gerektiğini gösterir. Türkiye'deki mimarlık ofislerinin sisteme dahil olması için gereken yeterli insan sayısını elde edebilmek sürecin zamana yayılmasını sağlayacaktır. Üstelik geleneksel tasarım yöntemlerini kullanan ofis çalışanlarının alışkanlıklarını değiştirmesi CAD'e geçiş sürecinden daha zor olacaktır. Bunun sebebi ise BIM'in program olarak algılanması üzerine CAD ve üç boyut programları ile hiç yapılamayacak kökten bir yenilik getirmediğine inanılmasıdır. Bu algı kalifiye insan yetiştirmek için harcanacak zamanın maddi kayıp olarak görülmesine sebep olan bir bariyer olarak nitelendirilebilir.

Sektör

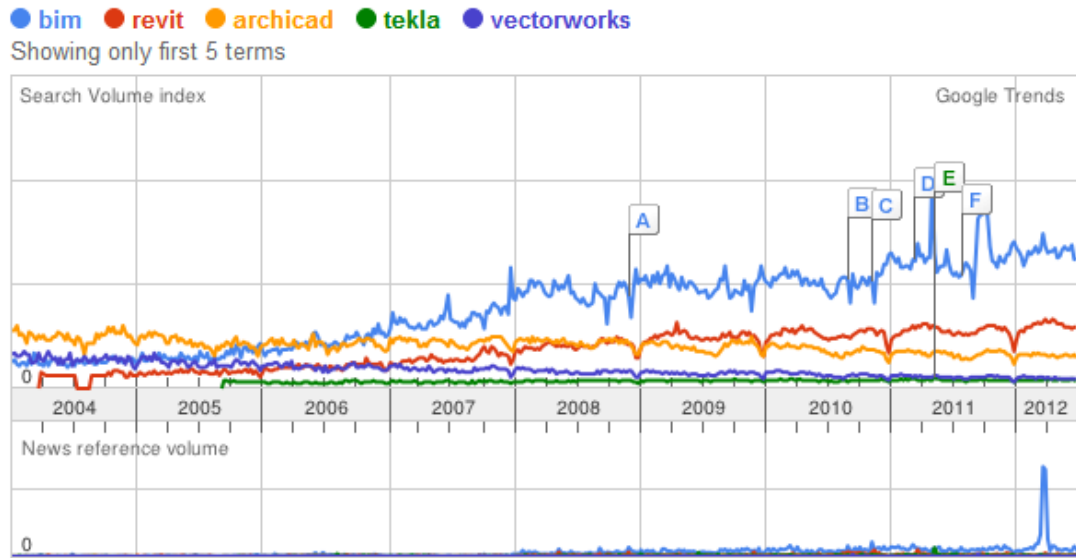
Bilgisayar programları tasarım sürecine dahil olduğu andan itibaren program üreticileri arasında ciddi bir rekabet süreci başlamıştır. Dünyada CAD program üretiminde öncü olan firmalar BIM'in de çeşitli ülkelerde zorunlu hale gelmesi ile BIM üzerine de program üretmeye başladılar.

Günümüzde sisteme geçen ülke ve kullanıcı sayısının azlığından dolayı BIM program üreticisi firmalar CAD program üreticileri kadar fazla değildir. Dolayısı ile program lisans ücretleri CAD programlarındaki rekabet ile azaltılmış ücretlerden çok daha yüksektir. BIM program yapısı itibari ile CAD'den çok daha kapsamlı bir yapıya sahiptir. BIM'in yaygınlaşması ile program üreticilerinin sayıları artacaktır,

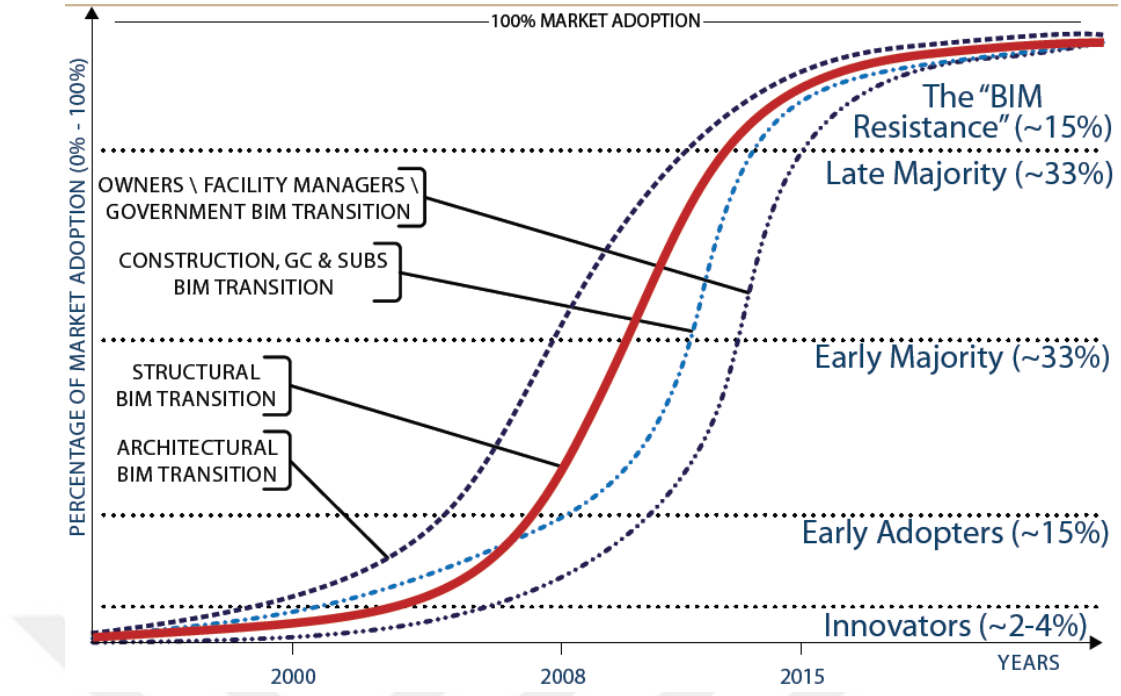
bu artış dolayısı ile ücretlerin düşmesinin yanı sıra daha sorunsuz ve eksikleri giderilmiş programlar üretilmesine de yol açacaktır.

BIM araçları etkili bir şekilde çalışmak için daha yüksek performanslı donanım ve işletim sistemi platformları talep etmektedir. Mevcut donanım ve yazılım platformları BIM'in ekonomik olarak uygulanabilir olabilmesi için bir alt yapı oluşturmaktadır yalnız performansların yeterli gelmemesi sebebi ile de tam geçiş sağlanmadan donanımların yükseltilmesi gerekmektedir. Bu durum maliyet kaybı olarak algılandığı için BIM'e geçişi engelleyen unsurlardan birisi olarak ortaya çıkmaktadır.

BIM ürünleri ve hizmetleri için küresel pazarın 2020'de yaklaşık 6,5 milyar dolar olacağı düşünülüyor .Rakamlar hem BIM yazılım gelirini hem de eğitim, destek ve proje yönetimi gibi ilgili hizmetlerden gelen satışları temsil etmektedir (bkz. Şekil 2.8 ve Şekil 2.9).



Şekil 2.8. BIM terim aramalarını gösteren trendler (2012'de haberin referans hacmine dikkat edin) (Google Trends 30/6/2012) BIM programlarının kullanımı yıllara göre analizi



Şekil 2.9. BIM teknolojisinin farklı prensipler tarafından benimsenmesinin süreci (Ikerd, 2008)

2.3. BIM'in Kullanım Amaçları

BIM, mimari bir projenin inşaat sürecinde karşılaşılabilecek sorunların en aza indirilmesi, koordinasyon ve çakışma problemi ile yaşanabilecek süre sorununu minimize etmek ve sürdürülebilirliği yüksek projelerin yapılmasını sağlamak için tasarlanmıştır (Yaman ve İlhan, 2010).

BIM'in geçiş amaçları;

- Bütünleşmiş bir uygulamaya geçiş ile verilerin tekrar tekrar manuel olarak girilmesinden kaçınmak
- Projenin okunabilir verileri ile bina sürecinin otomasyonunu arttırmak
- Sanal analiz yoluyla tasarım deneyi ve farkındalığını sağlamak
- Bina yaşam döngüsü boyunca her türlü bina temsilinde veri tutarlılığı yaratmak
- Özellikle görselleştirme yoluyla daha iyi bir anlayış sağlamak
- Daha etkili bir işbirliği ortamı yaratmak
- Bilgi odaklı nesne yönelimli süreç yaratmak
- Etkin ve hızlı gelişim değerlendirmesi
- Entegre tasarım ve planlama uygulamaları
- Etkin ve sürdürülebilir ürün seçimi

- Otomatik enerji değerlendirmeleri
- İnşaattan önce FM Bilgilerinden yararlanma
- Proaktif bakım
- Doğru yaklaşık maliyet hesabı
- İnşaat öncesi sanal projelendirme
- Hızlı revizyon kontrolü sağlamak

gibi geleneksel yöntemler ile yapılamayacak birçok yeniliğe sahiptir.

2.4. BIM'in Hedefleri

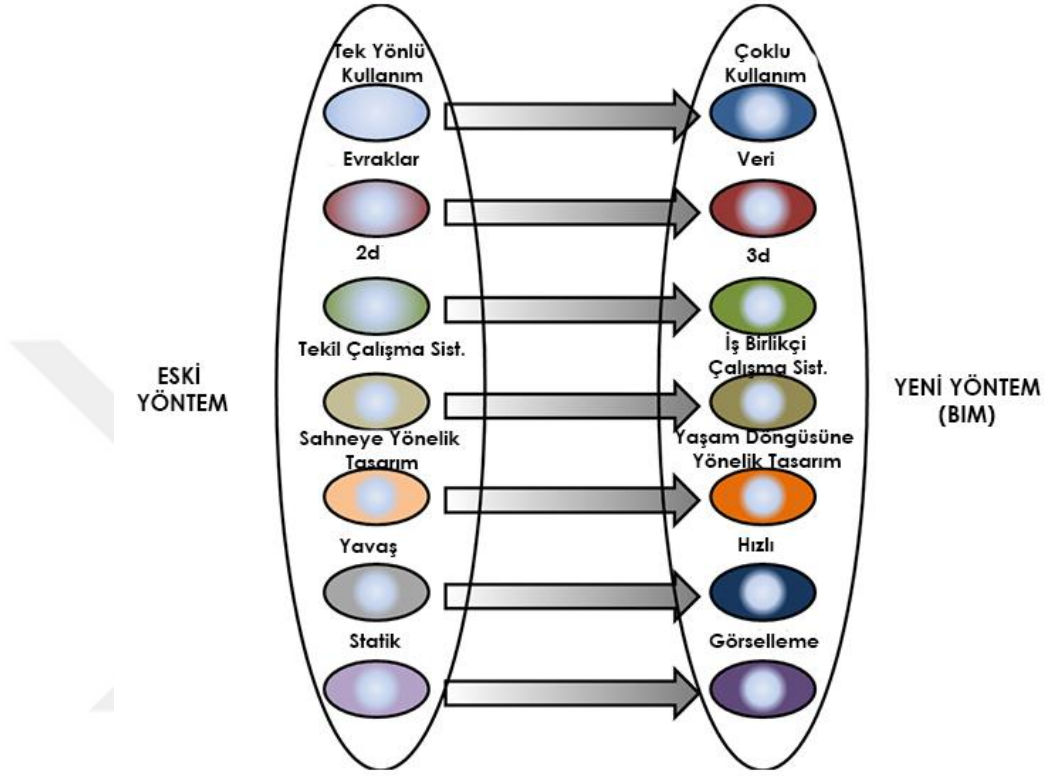
Smart Market raporlarına göre, Bina Bilgi Modellemesi şu anda ABD'de Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat (AEC) endüstrisine egemen oluyor. BIM'in %71 oranında benimsediği "Kuzey Amerika'daki BIM Değeri" adlı 2012 raporunda Kuzey Amerika'da mimarlar, mühendisler, yükleniciler ve mal sahipleri; Aynı bağlamda İngiltere, BIM teknolojisini inşaat sektörünün resmi motoru haline getirmek için uygulama planlarını oluşturmuştur.

Bina Bilgi Modellemesi (BIM), mimari tasarım sürecinde, zamandan ve paradan tasarruf ederek büyük faydalar sağlamıştır. Bu sistem yapının tasarım aşamasından başlayarak yıkımına kadar binanın yaşam döngüsü üzerinde sürecinin hepsini önümüze sererek olumlu etkiler sergiliyor. BIM'in olumlu yanları Tizani (2007) tarafından belirlenmiştir:

- Projenin okunabilir verileri ile bina sürecinin otomasyonunu arttırmak
- Sanal analiz yoluyla tasarım deneyi ile farkındalık oluşturmak
- Daha iyi bir metodoloji oluşumunu sağlamak
- Bina yaşam döngüsü boyunca her türlü bina ürününde veri tutarlılığı yaratmak
- Özellikle görselleştirme yoluyla daha iyi bir anlaşıla bilirlilik sağlamak
- Daha etkili bir işbirliği ortamı yaratmak
- Bilgi odaklı nesne yönelimli süreç yaratmak

Smart Market 2012 araştırmasında, BIM'in 2009-2012 döneminde önemli ölçüde sağladığı 10 faydası sıralandı. En uzun vadede fark edilen faydalardan birisi daimî müşteri güvenini oluşturmasıdır. Rapor, aynı müşteri ile çalışmayı tekrar etme şansının, 2009'dan 2012'ye %13'lük artış gösterdiğini ve bu da BIM'in dahil olduğu

projelerin nasıl başarılı olduğunu gösteriyor. Raporda BIM teknolojisinin diğer uzun vadeli faydalarından da bahsedilmektedir; Proje süresinde azalma, karlarda artış, inşaat maliyetlerinde düşüş gibi İnşaat sektöründe BIM teknolojisi ile tasarlanabilir mimari uygulamalara yönelik temel faydalar gösterilmiştir (bkz. şekil 2.10).



Şekil 2.10. BIM'e geçiş ile oluşabilecek değişiklik

2.5. BIM'in Eksik Yönleri

BIM program üreticilerinin sağladığı standart akıllı obje kütüphaneleri dışında her tasarım ofisi kendine ait özel projelerde kullanılacak kütüphaneler oluşturması gerekmektedir. Mevcutta kullanılan ve program paketi ile gelen nesnelere özellikli projelerin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik değildir. Proje tasarım sürecinde kullanılacak olan nesnelere ülkede kullanılan standartlara göre oluşturulacak ortak bir kütüphanede toplanması gerekmektedir. BIM yapısında sağladığı parametrik tasarım sistemi sayesinde kütüphane oluşumu geleneksel tasarım yönteminden daha kolay olacaktır. Ayrıca toplu olarak geliştirilecek akıllı nesne kütüphanesi haricinde her şirketin özel ve sık kullandığı özel kütüphanesini oluşturması da proje üretim sürecini oldukça kısaltacaktır. Örneğin; geleneksel tasarım sürecinde CAD programları için oluşturulan tefriş kütüphanelerinde de bu yöntem izlenmiştir.

BIM programları ile üretilen projeler uygulamaya yönelik tasarımlar sağlamaktadır. Geleneksel tasarım yöntemlerinde kullanılan üç boyut görselleme programlarında organik form oluşturma oldukça kolay kullanılan yaygın bir yöntemdir. Ancak uygulama esnasında ortaya çıkan birleşme problemlerine sahada çözüm getirilmek zorunda kalınmaktadır. BIM programları sayesinde sorunlar önceden fark edilmektedir, Program çizim yapılırken uygulama esnasında sorun çıkaracak ya da çözülemeyecek kısımları engellemektedir. Ancak çoğu tasarımcı programın yarattığı bu problem sebebi ile programın kısmen yönlendirme yaptığını ve projenin özgünlüğünü yitirdiğinden bahsetmektedirler.

IFC BIM sisteminde ortak paylaşım platformu olarak kullanılmak için oluşturulmuş bir ağ olmasına rağmen tüm proje prensipleri tarafından kullanılan BIM tasarım programlarının farklılığı sebebi erişimde ve kullanımda bazı kısıtlamalar yaşanmaktadır. Ayrıca BIM programları arasında bilgi alışverişi esnasında veri kayıpları yaşanmaktadır. IFC vepaylaşım ağlarının yeterliliği üzerinde çalışılması ve geliştirilmesi gereken bir konu olarak BIM geçiş sürecinde göz önüne alınmalıdır.

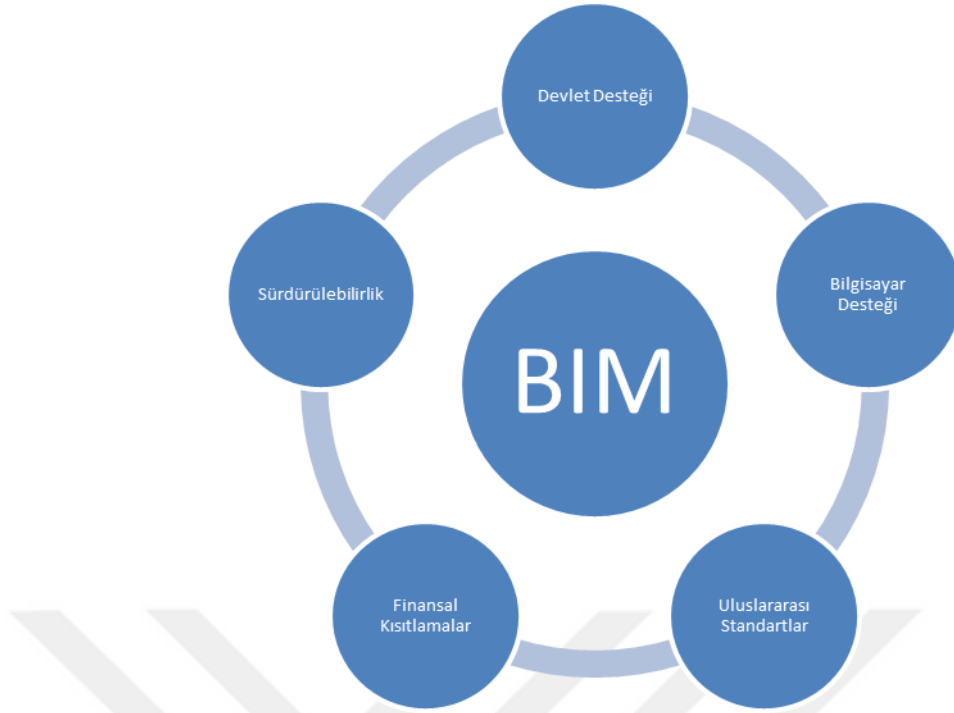
BIM'in benimsemesinde çeşitli zorluklara rastlanmıştır. Bunlardan en öne çıkanlar; firmaların değişime karşı gösterdikleri direnç ve BIM uygulamasından elde edilen potansiyel kazanımlar hakkında anlayış veya farkındalık eksikliğidir.

2.6. DÜNYA'da BIM Kullanım Örnekleri

Aşağıda Stanford Üniversitesi Entegre Tesisler Mühendisliği (CIFE) Merkezi'nde yapılan bir analiz tarafından bulunan faydalar listelenmiştir. Rakamlar BIM (Azhar, Nadeem, Mok & Leung, 2008) kullanan 32 büyük projeye dayanmaktadır:

- Bütçelenmemiş değişikliğin %40'a kadar ortadan kaldırılması.
- %3 dâhilinde maliyet tahmini doğruluğu.
- Bir maliyet tahmini oluşturmak için zaman içinde %80'e varan azalma.
- Çakışma tespitleri yoluyla sözleşme değerinin %10'una kadar tasarruf.
- Proje süresinde %7'ye varan azalma

İngiltere'de yapı bilgi modellemesinin (BIM) ilerleyişi, NBS anketinde (2013) belirtildiği gibi artmaktadır. BIM'e geçiş mimarlık uygulamasına getirdiği değişim ve BIM potansiyelinde göz ardı edilmemelidir.



Şekil 2.11. BIM'in kabulüne etki edecek alanlar

BIM'e geçmek isteyen şirketlerde daha çok pazarda rekabet avantajı, daha iyi konum elde etmek ve gelecekte sürdürülebilir yeşil tasarım çözümleri sağlamak gibi düşüncelere sahip olduğu bilinmektedir. Ancak bu süreçte BIM'in benimsemesinde çeşitli zorluklara rastlanmıştır. Bunlardan en öne çıkanlar; firmaların değişime karşı gösterdikleri direnç ve BIM uygulamasından elde edilen potansiyel kazanımlar hakkında anlayış veya farkındalık eksikliğidir.

BIM'in benimsenmesini etkileyen iç ve dış faktörler;

Dış faktörler:

- Hükümet İhtiyaçları
- Müşteri Talepleri
- Daha İyi Yaşam Döngüsü Yönetimi

İç faktörler şunlardır:

- Daha İyi Çalışma
- Daha Hızlı Teslimat

Bu ana faktörler dışında her şirketin kendine özgü projeleri ve tasarımlarının oluşturduğu spesifik faktörlerinde önemi vardır. İngiltere'nin sisteme dahil olmak istemesinin bir diğer sebebi de yeşil bina sektörü için kolaylık sağlayacağı yönünde ön görüleri. Bazı şirketler bu geçiş sürecinde, BIM uygulama stratejisi oluşturmak için şirket personeline keşif, karşılaştırma ve deneme gibi niteliksel ve niceliksel araştırmalara yönelik “yaparak öğrenme” ilkesi ile hareket etmişlerdir.

Proje sürecindeki ilk fikir, tasarım ve düzenleme işlerinde birimler arası bağlantıyı gösteren bir süreci tanımlamaktadır. Bir Proje hem bir BIM modelini hem de diğer destekleyici etkenleri içerir. Bu destekleyici etkenler anlaşmalar, mailler, raporlar, fotoğraflar, CAD veya basılı çizimleri içermektedir.

Tasarım, veri toplama, proje çizimi, düzenleme ve diğer birimler ile bağlantı gibi alanlar her proje tipinde talebe göre basit veya karmaşık olabilmektedir, yani bu uygulama her projeye özeldir. Bir mimari süreci etkin bir şekilde yürütmek için bu beş alanın yönetilmesi ve kolaylaştırılması gerekmektedir. Mimari stüdyo, bireysel ve kolektif mimari düşünceyi kolaylaştırmak için geleneksel olarak tercih edilen bir ortam olmuştur. Bu tür stüdyolar tamamen mimari projeye yönelik veya çok disiplinli olabilir. Artık teknoloji kullanımı ile fiziksel stüdyoların yanı sıra sanal stüdyolar oluşturuldu. Teknoloji ile bu stüdyoları içeren BIM entegre sunucular sistemlerinin bir parçası olarak işbirlikçi etkileşime izin verecek şekilde gelişti ve gelişiyor.

BIM'in ergonomi ve antropometri ikilisini içeren akıllı obje kütüphanesi henüz Türkiye için çok zayıftır. Gelecekte BIM sistemlerinin görevi, mimarlara ve tasarımcılara etkileyenlere daha geniş tasarım çeşitliliğini sağlamaktır. Başarılı bir proje geliştirmek için BIM tüm tasarım süreçlerine doğrudan destek vermelidir. Düşünmenin pek çok farklı yöntemi vardır: boyutsal düşünme, sentezleme, analize etme, gözlemlenme, görüntülenme, soyutlama ve desen oluşturma gibi, BIM sistemi bu düşünce tiplerine izin vermeli, geliştirmeli ve bir karar destek sistemi olarak hareket etmelidir.

Verileri proje haline getirmek için birçok temsili başlangıç modeli vardır. BIM, kullanıcıya daha geniş bir model ve görselleştirme olanakları sağlayarak (Şekil 2),

mimarın düşünme süreçlerine destek ve yardımcı olması gerekir. Ayrıca BIM sürecini kolaylıkla öngörmek bilgisayarın işlem gücü ile doğrudan ilişkilidir.

BIM uygulamasının temel ilkeleri (Koskela, 1999):

- Bilgi kirliliğini ortadan kaldırmak,
- Geri bildirimini artırmak,
- Kararlarda hızlılık,
- Hızlı teslimat,
- Ekibi güçlendirmek

Günümüzde mimari sürece etki eden teknoloji ve etkileri giderek artmaktadır. Mimaride projeler hakkında gerekli bilgi dikkate alınmadan BIM'in etkinliği ölçülemez. Bu bilgiler binayı tasarlarken gerekli olan bilgiler ve binanın yaşam döngüsü için gerekli bilgiler olmak üzere 2 bölümden oluşur. BIM modelinin bir parçası olarak kabul edilen bu iki kategori; TeklaTM web sitesinde yer alan tanımlara istinaden BIM kısaltması hem bina bilgi modeli hem de bina bilgi yönetimi tanımından yola çıkarak oluşturulmuştur. Mimari tasarım süreci içerisinde yer alan projenin yaşam döngüsü için her iki kategorinin birlikte kullanımına ihtiyaç vardır.

Bilgi toplama ve proje oluşum sürecinin doğru zamanda uygulanması son derece önemlidir. Koskela (2004) yaptığı açıklamada, yetersiz bilgi ile ilerlemek, yapım aşamasında ve inşaat sürecinde önemli bir süre kaybı yarattığı bilgisini vermektedir. Her mimari proje genellikle benzersiz bilgi birikimi gerektirir. Ancak proje çalışanlarının becerileri teknoloji ile değişiyor ve mimarlar tarafından bir projede kullanılacak bilgi sistemi geleneksel ve yeni pek çok yöntemi kapsıyor. Bilgi pek çok biçimde sağlanabilir: geçmişte yapılan projeler, senaryolar, içerik envanterleri, analizler, kullanıcı anketleri, kavram haritaları, süreç akışları, stil kılavuzları ve tasarım kalıpları gibi.

- Mimari Basın Kaynakları ve tartışmalar
- Mimari Veritabanları
- Mimari yayınlar
- Uzmanlardan bilgi aktarımı
- Arama motorları

- Gerçekçiliği yakalama teknolojileri gibi teknolojik kaynaklar veri toplama sürecinde çeşitli şekillerde yardımcı olabilir. Ayrıca toplanan bilgileri depolamak için bir çerçeve sağlayabilir. İnternet kullanımı ile birlikte bilgi toplanmasını kolaylaştırabilir.

BIM, önceden tanımlanmış tasarımları belgeleme sürecini kolaylaştırır ve Treligence Affinity® gibi toplanan verilerin organizasyonuna yardımcı olan araçlar vardır. Ancak BIM araçlarının bilgi toplama sürecinin ihtiyaçlarını ele almak için daha fazla geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Mimari tasarım ofisleri bu eksikliği gidermek için kendi BIM altlığını geliştirirken ortak paylaşım alanına da katkıda bulunabilir.

Bir mimarın çalışması kavramları varlığa dönüştürmektir. C.K. Teori tasarımın gelişiminde yinelemeli tasarımın kuvvetli olmasını önermektedir. Bu bir projeyi test etme süreci olarak tanımlanabilir. Yani kontroller sonrası projede BIM geri bildirim sağlar, böylelikle sorunlu kısım değiştirilir ve geliştirilir. BIM araçları bu yinelemeli döngüyü kolaylaştırmaktadır.

Yapı tasarımları oluşturulurken fonksiyonel, sürdürülebilir, pratik ve maliyeti düşük olmasına dikkat edilir. Mimarlar projeyi sadece bina çizimi olarak değil aynı zamanda kullanıcı odaklı da yönetir. Bu nedenle, mimari tasarım için bilgi sistemleri ideal olarak hem bina hem de kullanıcı verileri ile ele alınabilmelidir. Mimari tasarımın amacı, müşterinin, son kullanıcının ve toplumun gereksinimlerini karşılamak için binaları tasarlamaktır. Bu nedenle etkili tasarım, kullanıcı gereksinimlerinin etkili bir şekilde toplanmasına ve kullanılmasına bağlıdır.

Proje tasarım sürecinde fiziksel modellerin ve eskizlerin yer almaya devam etmesi muhtemel görünüyor. Fiziksel modeller bilgisayar modellerinin yapamadıkları dokunsal bir kaliteye de sahiptirler. Diğer yandan eskiz, kavramları keşfetmenin etkili bir yöntemidir. Bazı tasarımlar yüzlerce konsept eskizinin nihai sonucudurlar. Eskiz işleminin akışkanlığı tasarımcının düşünce sürecini kısıtlamamaktadır. Aslında bazı tasarımcılar düşünce sürecini kolaylaştırmak için eskizlerini çizmelidir. Modelleme gibi eskizler, bu yüklerin bazılarının zihnini hafifleterek hafıza ve bilgi işlemeyi güçlendiren bilişsel bir araç olarak görülebilir (Tversky, 2002). BIM, kalem ve kağıdın insan beyninin de birden fazla seçeneği bir kerede analizine olanak tanıyan karmaşık sistemi tam olarak gerçekleştiriyor.

BIM, yapı nesnelere odaklanarak tasarımı son kullanıcıların ihtiyaçlarına göre şekillendirmektedir. Ülkemizde sürece dahil olmak isteyen mimarlar, mimari süreç boyunca gelişen bir düşünce ve kavram akışı yaratmak istediğimizde de tasarım, üretim ve uygulama yönetimi arasındaki düşünce süreçlerinin tümünü sağlayabileceğini benimsemeye başlamaktadır. Böylelikle önceleri BIM ile tasarımın son şeklini temsil etme araçlarını sağlamaya yönelik olduğu yargısı kırılmış olur

Birçok BIM aracına yerleştirilen otomasyon özellikleri sayesinde, belirli tarihsel sorunların oluşması daha az olasıdır. Birincisi, eğer proje tek bir BIM modelinden üretilirse, planlar, boyutlandırmalar ve zaman çizelgeleri arasında tutarlılık olması muhtemeldir. 3D geometrik hataların ; 3D yapıların geleneksel yöntemdeki form elde etme amacından çıkarak 3D modelleme olarak algılanması ile oluşması daha az olasıdır. BIM çakışma tespiti disiplinler arası koordinasyon konularında geleneksel yöntem ile karşılanamayacak bir yenilik sunar ve belirli hataları ve eksiklikleri aydınlatmak için potansiyele sahiptir.

BIM sistemleri, CAD sistemlerinden daha zengin veri aktarma potansiyeline sahiptir. Bağlantı işleminin iki yönü vardır. Öncelikle mimari süreçten gelen bilgilerin doğru bir şekilde aktarılması gerekmektedir. IFC'nin bilgi aktarımı için değişen başarı düzeylerini aktarma yöntemi olarak kullanılmaktadır. Bu tür transferler, alıcı tarafından anlaşılabilir ve kullanılabilir hale getirmek için sonraki düzenleme ihtiyaç duyabilir. Bağlanmanın ikinci yüzü, alıcıların gereksinimleri doğrultusunda amaç için uygun bilgi sağlamasıdır. İngiltere'de şu anda az sayıda alıcı BIM modelleri olarak teslim edilebilir çünkü aktarımın doğru çalışması için tüm prensiplerin BIM tabanlı çalışması gerekmektedir. Bu durumun BIM'in yaygınlaşması ile zaman içinde değişmesi muhtemel olduğu ön görülmektedir.

Planlamacılar, bina kontrol memurları, son kullanıcılar, müşteriler ve yükleniciler gibi diğer disiplinlerle mimari kavramların iletişimi gereklidir (Şekil 4). Bu tarafların her birinin gerektirdiği kesin biçim ve içerik farklıdır. Ayrıca, tarafların her birinin anlayış düzeyi de değişir.

Geleneksel yöntemde 2D çizimleri, 3D modeller için kullanırken bile bilgi aktarımı yöntemi eksik olarak kalırken, bilgi sorunlarının tutarsızlığı da devam etmektedir. BIM'i kullanmanın en büyük avantajı, fiziksel modellerin akıllı objeler sayesinde 3D

baskısının, animasyonlar ve sanal ortamların yaratılması gibi bir seçenek haline gelmesidir.

BIM'in Diğer Teknolojiler ve İş Sistemleri ile Entegrasyonu

IFC tabanlı BIM, gelecekte mevcut olan bir dizi dijital tasarım aracı ve felsefesiyle entegre olma potansiyeline sahip dijital makine tarafından okunabilir dokümantasyonları bünyesinde barındırmaktadır. Böylelikle BIM, etkili teknolojiler içeren bir yaklaşma ile daha etkili hale gelebilir. Farklı ihtiyaçlardan kaynaklanan birçok sistem mimari şirketlerdeki yapım yönetim, maliyet, iş planlama gibi sistemlerin doğası gereği dijital olduğu durumlarda, BIM bu sistemlerle bütünleşme fırsatına sahiptir. Bu sistemleri ayrı ayrı görmek yanlışır ve belge ile yürütülen bir süreçten, veri alışverişi ile bağlantılı entegre veri / bilgi / bilgi odaklı sürece geçişin düşünülmesi daha uygundur. Bu entegre sistemin sorunsuz çalışabilmesi için otomatik veri bağlama yolu ile tüm işin tek sistemde yürütülmesi gerekir ki BIM buna olanak sağlamaktadır. Halen mimari pratikte kullanılan büyük miktarda bilgi ve sistem IFC uyumlu değildir.

Mimarlık Ofislerinde BIM'in Geleceği

BIM şu anda inşaat sektöründeki geleneksel perspektiften çok daha etkili bir araç olsa da, hiçbir zaman tek araç değildir ve zamanla diğer yeni ve daha etkili araçların ortaya çıkmasına olanak sağlayacak yapıdadır (Basalla, 2013) . BIM tamamlanmış bir sistem değildir. Yazıda da belirtildiği gibi birçok konu ve sorun ele alınmaya devam etmektedir.

BIM'i Geliştirme alanları şunlardır:

- a) Mimari tasarım süreçleriyle daha iyi uyum
- b) Geliştirilmiş ön tasarım aşaması, sistemi kullanmanın zihinsel yükünü azaltır.
- c) Bilgi toplama, değerlendirme, yapılandırma ve paylaşma yöntemlerinden biri
- d) Geri bildirim ile teknolojiye daha etkin bir şekilde bağlanan BIM'in daha da geliştirilmesi
- e) Yaratıcı sürece yardımcı olacak daha fazla model ve soyutlama sağlamak
- f) Yapılandırılmış bir öğrenme ve hata düzeltme sistemi

- g) Kullanıcının gereksinimlerini ve yeteneklerini karşılamak için verilen bilgilerin uyarlanması için daha iyi bir sistem
- h) İş verilerini birleştirerek ve görselleştirerek diğer uygulama iş sistemlerine daha iyi entegrasyon
- i) İçeriksel bilgi ve CBS sistemleri ile daha iyi entegrasyon



BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

3.1. Giriş

Bölümün amacı, veri toplama tekniği ve analiz için kullanılan yöntemleri içeren araştırma metodolojisini sağlamaktır.

Bu çalışmada toplanan veriler, BIM uygulamasının mevcut durumunu ve Türk inşaat sektöründe BIM uygulamasının kolaylaştırıcılarını ve engellerini araştırmak için dünya çapında literatür araştırmalarından elde edilen BIM uygulamasıyla ilgili faktörlere dayalı olarak tasarlanan anket çalışması yoluyla toplanmıştır. Anket araştırması tekniği, ihtiyaç duyulan bilgilerin açık bir şekilde tanınmaması veya dokümanlardan çıkarılamaması durumunda faydalı bir yöntemdir.

3.2. Anket Araştırması

Google Formlar kullanılarak tasarlanan ve ülkedeki inşaat sektörlerine gönderilen e-postalarla dağıtılan ve ayrıca yerlere teslim edilen anket çalışmasıdır. Ankette, BIM tanımının kısa bir tanıtımı ve uzmanların anketin amacını anlamalarına yardımcı olma faydaları yer almıştır. Anket; mühendisler, mimarlar, akademisyenler, yükleniciler, mal sahipleri ve danışmanlar da dahil olmak üzere Türk inşaat sektörünün profesyonellerine yönlendirilmiştir. Anket aşağıdaki gibi yedi bölüme ayrılmıştır:

Bölüm A: Yanıt verenlerin profili

Bölüm B: BIM uygulamasının mevcut durumu

Bölüm C: BIM uygulamasının hakkındaki bilgi seviyesi ölçümü

Bölüm D: BIM uygulamasının önündeki engeller

Bölüm E: BIM'in benimsenmesi için kolaylaştırıcılar

Bölüm F: Gelecek tahminleri ve BIM'in benimsenmesi vizyonu

Bölüm G: Deneyim sınırı ve sözleşmeleri

Bölüm A, katılımcıların kişisel ve kurumsal bilgileriyle ilgili soruları içeren yanıt verenlerin profili hakkındadır. Bu bölümde katılımcılara sekiz (8) adet çoktan seçmeli soru sorulmuştur. Kişisel sorular iş pozisyonu, eğitim seviyesi ve yılların deneyimi ile ilgilidir. Örgütsel sorular; firmanın sektörü, firmanın çalışanların sayısı, firma tanıtımı hakkındaydı.

B Bölümü, BIM uygulamasının mevcut durumu ile ilgilidir. Bu bölüm, iki (2) adet çoktan seçmeli soru ve iki (2) çoklu seçimli soruları içermektedir. Bu bölüm, Türkiye'deki BIM uygulamasının mevcut kullanımını araştırmak için oluşturulmuştur. Sorular hali hazırda kullanılan programlar ve dosya formatları, BIM'i kullanım durumu hakkındaydı.

C Bölümü, BIM uygulamasının hakkındaki bilgi seviyesi ölçümü ile ilgilidir. Bu bölüm, iki (2) adet çoktan seçmeli soru ve altı (6) çoktan seçmeli soru ve iki (2) adet çoklu seçimli soru içermektedir. Bu bölüm, Türkiye'deki BIM uygulamasının kullanım seviyesi hakkında mevcut durumunu araştırmak için oluşturulmuştur. Sorular BIM'in tanımı, BIM kullanma becerisi, BIM'in olumlu ve olumsuz yanlarının farkındalık seviyesi, BIM'in kullanım yüzdesi ve süresi, BIM'in kullanım amacı, BIM'in sunduğu hizmetler ve BIM'in çözdüğü sorunlar hakkında farkındalık düzeyi hakkındaydı.

Bölüm D, BIM uygulamasının engelleri ile ilgilidir. Bölümdeki sorular BIM'in kabul edilmesinde potansiyel engeller olarak görülen faktörlerle ilgilidir. Engeller, kişisel engeller, teknik engeller, iş engelleri, pazar engelleri ve kurumsal engeller olarak sınıflandırılır. Bölüm E, Türk inşaat sektöründe BIM'in benimsenmesi için kolaylaştırıcılarla ilgilidir. C ve D bölümlerindeki soru tipi, soruları kabul eder / katılmaz. Bu tür soruların cevapları bir (1) ila beş (5) arasında değişmektedir. Burada 1 güçlü bir şekilde aynı fikirde olduğunu ve 5'in güçlü bir şekilde anlaştığını göstermektedir.

Bölüm F, gelecek tahminler ve BIM'in benimsenmesi vizyonuyla ilgilidir. Bu bölümde katılımcılara, Türkiye'deki inşaat firmaları tarafından BIM'in benimsenmesinin geleceği konusunda beklentileri soruldu. Bölüm dört (5) çoktan seçmeli soru içermektedir.

Bölüm G, deneyim sınırı ve sözleşmeler ile ilgilidir. Bölümdeki sorular hali hazırda BIM kullanan bir şirketin, BIM'i ne ölçüde ve hangi yeterlilikte kullandığını, bu kullanımı nasıl bir profesyonellikte gerçekleştirdiğini ölçerken, aynı zamanda prensipler arası dosya paylaşımları ya da ortak çalışılan şirketler arasındaki protokolü nasıl yürüttüğü ile ilgilidir. Bölüm 14 (on dört) açık uçlu soru ve 1 (bir) seviye ölçüm sorusundan oluşmaktadır.

Anketteki toplam soru sayısı kırk sekiz (48) soru. Soruların örnekleri Ek A'da gösterilmiştir.

3.3. Veri Toplama

İki yüz (200) anketin üzerinde, hem Google Formlar tarafından çevrimiçi dağıtıldı ve hem de ofislere teslim edildi. Katılımcıların toplam sayısı iki yüz elli (206), el ile alınan kırk altı (46) kopya ve Google Formlar kullanılarak alınan yüz atmış (160) kopyadır. Amaç en az yüz (100) tamamlanmış anketi elde etmeyi başarmaktı. Veri toplamanın tamamlanması için toplam süre 90 gündü.

3.4. Veri Analiz Yöntemleri

Bölümlerde, çoktan seçmeli soruların cevaplarını, sonuçlarını net bir şekilde görmek ve değerlendirilmesinin daha basit olabilmesi için pasta grafikler, çubuk grafikler ve tablolar kullanılarak analiz yapılmıştır. Çoktan seçmeli sorular için ortalama skor oluşturulmuş ve cevaplar analiz edilmiştir. Kabul eder/ katılmaz içerikli 1-5 arası puan türüne sahip soru tipleri için ise; hangi cevabın ne kadar yoğunluk endeksine sahip olduğunun hesabı ile ortaya çıkan yüzdeler hesaplanarak değerlendirilmiştir. Ortalama ve standart sapma analizi ile ise cevapların veri kümesinin ortalaması alınarak değer dağılımı yapılmıştır.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. İngiltere Örneği

Bu bölüm, BIM uygulamasına geçiş yapan İngiltere’de bulunan John McCall Mimarlık tarafından gerçekleştirilen uygulamanın yöntem ve analizlerini içermektedir. Bölümün içerisinde yer alan kısımlar uygulamanın tamamlanmasından sonra BIM’in benimsenmesi ile nelerin yapıldığı ve nelerin gerçekleşmesi gerektiğini anlatmaktadır.

Dr. Arayıcı danışmanlığında Dr. Coates tarafından yapılan doktora çalışmasıdır. Vaka çalışmasına göre John McCall Mimarlık’ta gerçekleştirilen BIM uygulaması ve burada önerilen çıkarımlara göre mimari aktivitelerin nasıl daha iyi olabileceğine dair tavsiyelerle ilgili derleme yapılmıştır. Burada gözlemlenen en önemli konu BIM’in benimsenme stratejilerinde sağlanabilecek verim ve kapasitenin geliştirilmesidir.

4.1.1. John McCall Mimarlık’da BIM’e Geçişte Kullanılan Yöntemin Açıklaması

4.1.1.1. Giriş

Mimari uygulama esnasında oluşan sorunların teşhisi, BIM’in benimsenmesinin bir parçası olarak daha sonraki eylemler ve iyileştirmeler için temel oluşturur. Tanı düzeyi, gerçekleştirilen faaliyetlerin kapsamı ve teşhisi belirleyenlerin beceri ve yetenekleri ile ilgilidir.

Bu bölümde, John McCall Mimarlık’daki (vaka çalışması şirketi) teşhis aşamasında gerçekleştirilen faaliyetleri ele alacağız. Daha sonra, aktivitelerin nasıl daha iyi bir şekilde geliştirilebileceğine dair tavsiyelere yer vereceğiz. Buradaki en önemli konu, BIM’in benimsenmesi ve devamında elde edilebilecek verimliliklerdir.

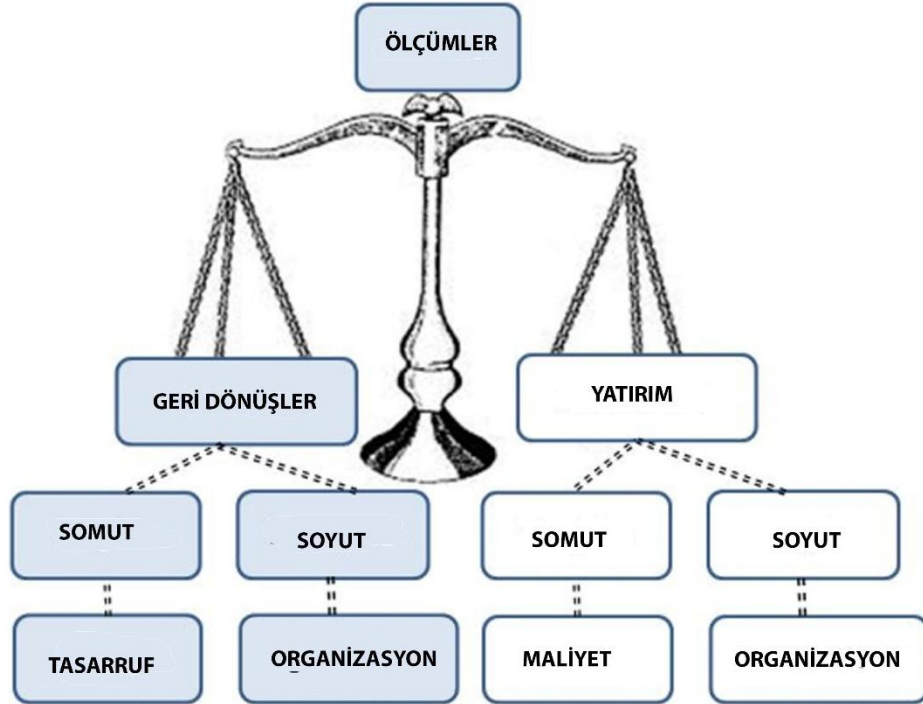
Bu teşhis aşamasında tespit edilen ve uygulanan eylemler:

- Bir iş vakasının gelişimi

- Proje yapısının oluşturulması
- İlk Proje yapılandırılması
- Proje Parametrelerinin Tanımlanması
- İş hedefinin analizi
- Mevcut sürecin analizi
- Veri İşleme Analizi
- Mevcut En İyi Uygulamanın Belirlenmesi
- BIM Aracı İnceleme

4.1.1.2. İş Durumunun Geliştirilmesi

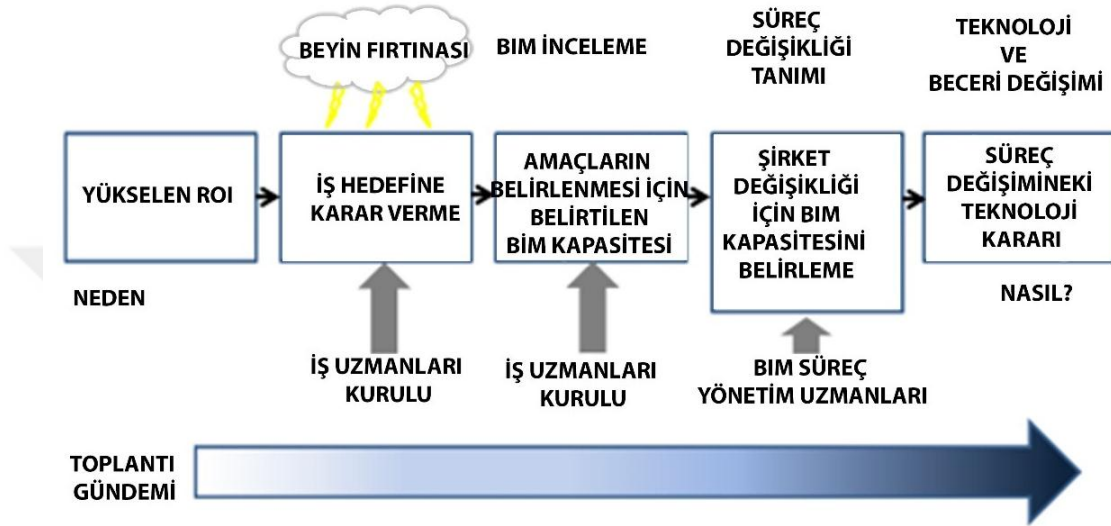
John McCall Mimarlık'ta BIM uygulama projesinin çalışılmaya başlanması için olası faydaları veya ihtiyaçları gösteren bir iş durumu analizi geliştirilmiştir. Değişim başlamadan önce (aslında, ilk yatırım analizinin bir parçası olarak), temel hizmet seviyeleri ve maliyetlerinin net bir şekilde anlaşılması sağlanmıştır (bkz. Şekil 4.1). Hem maddi hem de maddi olmayan maliyetler değerlendirilip, sistem değişimi ile meydana gelen değişikliklerin getirebileceği yararların bir göstergesi olmuştur. Ancak aynı zamanda hangi hedeflerin belirlenebileceği ve iyileştirmenin ne derecede katkı sağladığına ilişkin bir ölçüt sağlanmıştır.



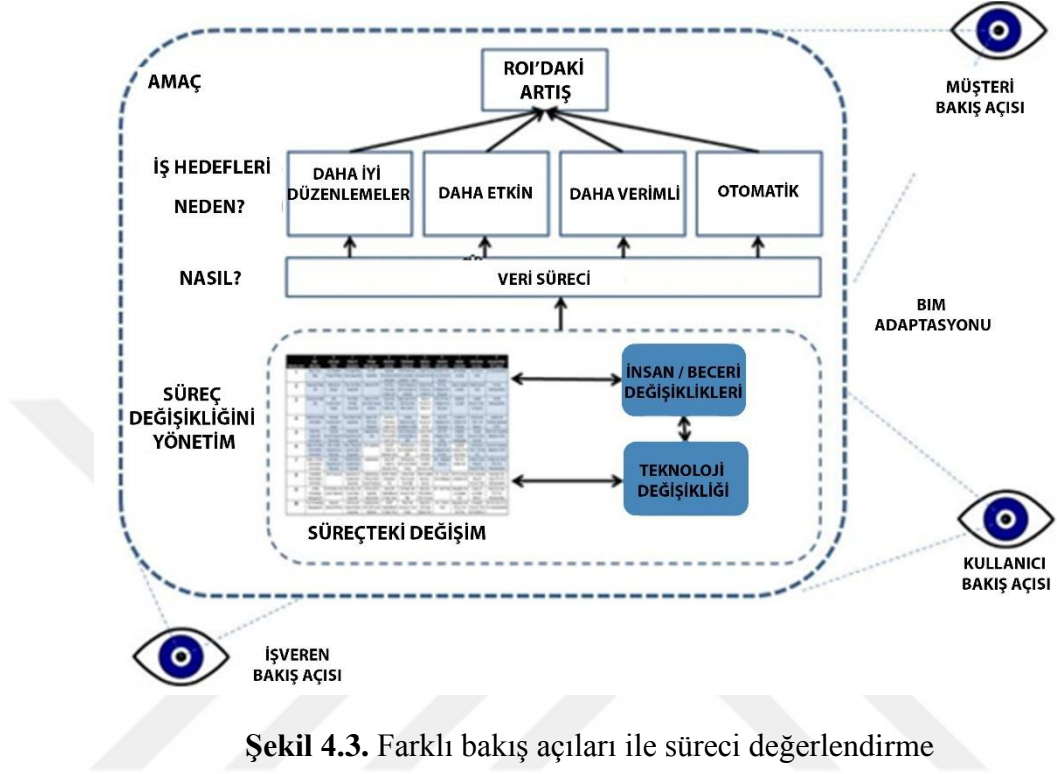
Şekil 4.1. BIM'in faydaları nasıl ölçülür (Barlish 2011'den uyarlanmıştır)

Gerekli yatırım, projelere uygulandığında ortaya çıkan sonuç, geleneksel süreçteki sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

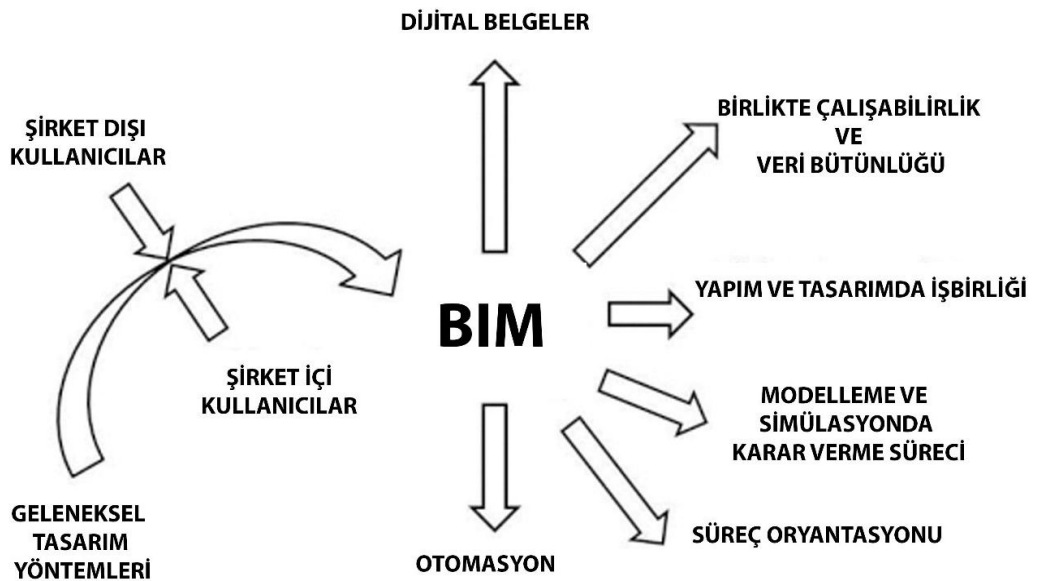
İş durumunun geliştirilmesi için önerilen yöntem, bu işleyişin sürecini değerlendiren bir toplantı ile belirlenmiştir. Böyle bir toplantının yöntemi için önerilen format gösterilmektedir (bkz. Şekil 4.2).



İşletmenin değerlendirilmesinde kullanılacak üç bakış açısından biri işveren bakış açısı, diğeri kullanıcı bakış açısı, üçüncü ise müşteri bakış açısıdır. Tüm bu bakış açıları, sürecin hepsinde göz önünde bulundurulmuştur (bkz. Şekil 4.3).



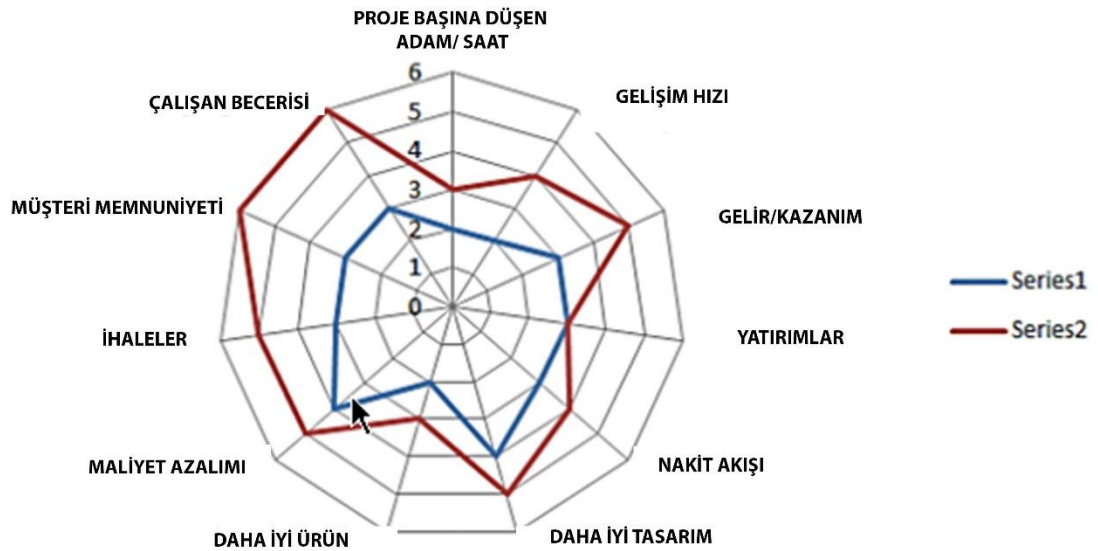
BIM'e geçiş ile elde edilecek yararların, araştırmacı tarafından yapılan bir beyin fırtınası sonucu belirlenmiştir (bkz. Şekil 4.4).



BIM kullanıcısı olmak için gereken mevcut tahmini maliyet 10.000 £'dur. Bu maliyet donanım, yazılım ve eğitimi içerir. Belirlenen tahmini miktar, donanım yazılımına ve benimsenen eğitim yöntemlerine bağlı olarak değişecektir. Kullanıcı düzeyinde sadece BIM maliyetleri düşünüldüğünde belki de uygun bir sistem olarak benimsenmemektedir ancak asıl amaçlanan şey organizasyon yetenekler ve prensipler ve proje kapsamındaki verimliliklerdir. Belirlenecek uygulama ile iş yükü ve geri dönüşleri sonucunda uygun bir iş durumunun geliştirildiğinden emin olmak için süreç içerisinde değerlendirilmelidir.

BIM'i benimseyen mimarlık ofislerinin mimari uygulamalara yönelik personele eğitim yatırımı yapması gerekmektedir. Bunun yanı sıra hali hazırda programlar üzerinde eğitim almış personelleri de çalıştırmak daha karlı bir alternatif olabilir.

John McCall Mimarlık'ta BIM'in geçiş yapıp yapılmayacağına karar vermek, bir fayda analizine dayandırılmıştır. Fayda analizi, BIM'in sağlam bir yatırım kararı olup olmadığını belirler ve proje yatırımı karşılaştırmak için bir temel sağlar. Tanımlanan faydalar, Bir şirketin BIM'i uygulamak için harcayacağı maliyet, zaman ve kaynaklar gibi değerlendirme kriterlerine göre oluşturulmalıdır. BIM'in benimsenmesini değerlendirmek için olası ölçümleri göstermek için metrik bir tablo oluşturulabilir (bkz. Şekil 4.5).



Şekil 4.5. BIM'in benimsenmesinin başarısını değerlendirmek

Bu tür tablolar, bir projenin tamamında yer alan aşamalar veya bir projenin bireysel aşamaları için üretilebilir. Benzer bir tablo ise BIM'in benimseme ve BIM olgunluğunu göstermek için NBIMS tarafından geliştirilmiştir (bkz. Şekil 4.6) (McCuen, 2008) COBIT, CMM, CSCMM, I CMM, LESAT, P3M3, C MM, (PM) “, SPICE, BPO, Indiana Üniversitesi BIM yeterlik matrisi ve bilgi tutma olgunluk seviyeleri, (Succar, Building Information Modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders, 2009) tarafından tanımlanan BIM ile ilgili tüm bilgilerin yer aldığı bir tablodur.



Maturity Level	A Data Richness	B Life-cycle Views	C Roles Or Disciplines	G Change Management	D Business process	F Timeliness/ Response	E Delivery Method	H Graphical Information	I Spatial Capability	J Information Accuracy	K Interoperability/ IFC Support
1	Basic Core Data	No Complete Project Phase	No Single Role Fully Supported	No CM Capability	Separate Processes Not Integrated	Most Response Info manually re-collected - Slow	Single Point Access No IA	Primarily Text - No Technical Graphics	Not Spatially Located	No Ground Truth	No Interoperability
2	Expanded Data Set	Planning & Design	Only One Role Supported	Aware of CM	Few Bus Processes Collect Info	Most Response Info manually re-collected	Single Point Access w/ Limited IA	2D Non-Intelligent As Designed	Basic Spatial Location	Initial Ground Truth	Forced Interoperability
3	Enhanced Data Set	Add Construction/ Supply	Two Roles Partially Supported	Aware of CM and Root Cause Analysis	Some Bus Process Collect Info	Data Calls Not In BIM But Most Other Data Is	Network Access w/ Basic IA	NCS 2D Non-Intelligent As Designed	Spatially Located	Limited Ground Truth - Int Spaces	Limited Interoperability
4	Data Plus Some Information	Includes Construction/ Supply	Two Roles Fully Supported	Aware CM, RCA and Feedback	Most Bus Processes Collect Info	Limited Response Info Available In BIM	Network Access w/ Full IA	NCS 2D Intelligent As Designed	Located w/ Limited Info Sharing	Full Ground Truth - Int Spaces	Limited Info Transfers Between COTS
5	Data Plus Expanded Information	Includes Constr/Supply & Fabrication	Partial Plan, Design&Constr Supported	Implementing CM	All Business Process(BP) Collect Info	Most Response Info Available In BIM	Limited Web Enabled Services	NCS 2D Intelligent As-Builts	Spatially located w/Metadata	Limited Ground Truth - Int & Ext	Most Info Transfers Between COTS
6	Data w/Limited Authoritative Information	Add Limited Operations & Warranty	Plan, Design & Construction Supported	CM Capability	Few BP Collect & Maintain Info	All Response Info Available In BIM	Full Web Enabled Services	NCS 2D Intelligent And Current	Spatially located w/Full Info Share	Full Ground Truth - Int And Ext	Full Info Transfers Between COTS
7	Data w/ Mostly Authoritative Information	Includes Operations & Warranty	Partial Ops & Sustainment Supported	Implemented	Some BP Collect & Maintain Info	All Response Info From BIM & Timely	Full Web Enabled Services w/IA	3D - Intelligent Graphics	Part of a limited GIS	Limited Comp Areas & Ground Truth	Limited Info Uses IFC's For Interoperability
8	Completely Authoritative Information	Add Financial	Operations & Sustainment Supported	Implementing CM and Root Cause Analysis	All BP Collect & Maintain Info	Limited Real Time Access From BIM	Web Enabled Services - Secure	3D - Current And Intelligent	Part of a more complete GIS	Full Computed Areas & Ground Truth	Expanded Info Uses IFC's For Interoperability
9	Limited Knowledge Management	Full Facility Life-cycle Collection	All Facility Life-cycle Roles Supported	CM and RCA capability implemented	Some BP Collect&Maint In Real Time	Full Real Time Access From BIM	Netcentric SOA Based CAC Access	4D - Add Time	Integrated into a complete GIS	Comp GT w/Limited Metrics	Most Info Uses IFC's For Interoperability
10	Full Knowledge Management	Supports External Efforts	Internal and External Roles Supported	Implementing CM & RCA and feedback	All BP Collect&Maint In Real Time	Real Time Access w/ Live Feeds	Netcentric SOA Role Based CAC	nD - Time & Cost	Integrated into GIS w/ Full Info Flow	Computed Ground Truth w/Full Metrics	All Info Uses IFC's For Interoperability

© NBS 2007

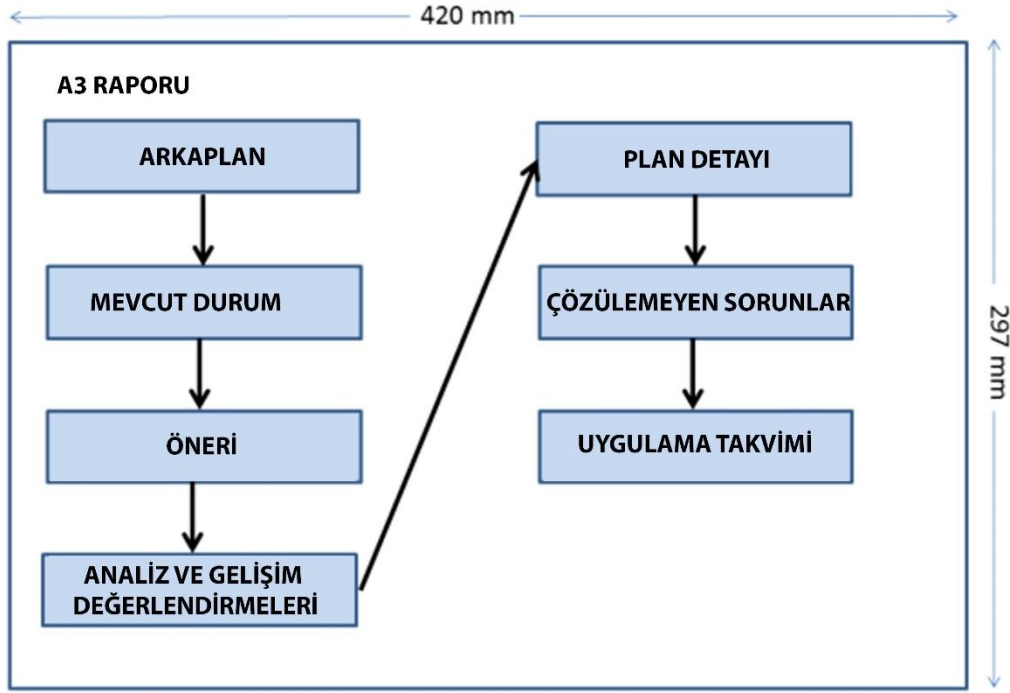
Şekil 4.6. NBIMS CMM grafiği (McCuen 2008)

John McCall Mimarlık'da yapılan BIM'e geçiş süreci, standart KTP (bilgi transferi ortaklığı) başlatma onay sürecinin bir parçası olarak belirtilmiştir. Bu sürecin bir parçası olarak, BIM'i benimseyen paydaşlar için öngörülen ek ücretlerin değeri belirlenmiştir. Sürecin içerisinde karar verilmesi gereken önemli unsurlar vardı:

- Amaç veya hedefler açıkça belirtilmelidir.
- Şirketin BIM'i benimsemesinin neden önemli olduğu anlaşılmalıdır.
- Şirket zerindeki potansiyel etki de açıkça anlaşılmalıdır.
- Proje kapsamı çerçevesinde, BIM'in benimsenmesi ile oluşacak toleranslar ve zorluklar tanımlanmalıdır.
- BIM'in benimsenmesi sonrası istenen sonuçlar tanımlanmalıdır.
- Varsa sınırlamalar belirlenmelidir.
- BIM'in benimsenmesiyle ilişkili bilinen riskler tanımlanmalıdır.

Bu unsurlar belirlendikten sonra, resmi bir raporda onay ve proje izni için ilişkilendirilmiş, yayımlanmıştır. Bu oluşturulan rapor, proje geliştikçe daha sonra atıfta bulunulabilecek bir kayıt olarak tutulmuştur.

John McCall Mimarlık'da geçiş süreci A3 yöntemi kullanılarak tekrarlanmıştır (Durward & Sobek II, 2008). A3, Toyota planlama sisteminin bir parçası olarak geliştirilen birçok yalın tekniklerden biridir (bkz. Şekil 4.7). A3 tasarımınnın normal akışı Şekil olarak gösterilmiştir (bkz. Şekil 4.8) (A3 yönteminin kullanılması, BIM'in benimsenmesi gibi karmaşık bir sre için basit bir yoldur ancak basit düzeyde kavramların oluşumu için kullanılabilir.)



Şekil 4.7. Bir A3 yönteminin akış tablosu

A3 Analysis – Proposal for Model generated Production Information

Background
JMA uses Microstation, VBA and Powerdraft to produce their production information to enable the contractor and other to understand the design requirements. This method of production has been used since the inception of the practice almost 20 years ago.

Current Situation
Edish Street Setup Analysis
Elevations/Sections projected manually from plans using construction lines
Schedules Produced Manually.

Analysis
The problem is that the plans, sections and elevations generated on a project are not dynamically linked and therefore inconsistencies between the representations can arise. These can lead to costly mistakes if they are constructed on site.
The process of creating the plans, section and elevations separately is also time consuming.
Using the current method the 3d form may not be correctly represented within the 2d representations.
A considerable amount of time is spent checking drawings to ensure inconsistencies do not occur.
Using separate representations revision control becomes more of a problem.
Drawings are divided up by levels but these need to be applied and managed manually.

Goals
To ensure that all representations are consistent and remain so when any representations are altered.
To remove the task of level management.
To automatically schedule from a model.
To achieve shapes that work in 3 dimensions.
To speed up the production process.

Knowledge Transfer Partnerships

Future State
How I stop making mistakes!!!!
How do I get more time for design????
How do I reduce checking time????
How do I explain the design better?
This project will:
- Improve Safety
- Improve Morale
- Improve Cost
- Improve Quality
- Improve Delivery
- Reduce waste
Maybc
Yes
Yes
Yes
Yes
Yes

Action Plan
1) EXPLORE THE PRODUCTION PLAN
2) CHECKING PLANS & TOLERANCE
3) TITLE BLOCK APPLICATIONS
4) PRODUCE DRAWINGS FOR THE PROJECT
5) CHECK WITH THE CLIENT
6) PRODUCE DOCUMENT PRODUCTION

Follow up Review against KPI's
1) Man hours spent per project
2) Bids won
3) Buy In by fellow consultants
4) Is the design output more consistent
5) Acceptance by Staff
6) Reduction in RFI's and site management issues
7) Reduced checking time
8) Ability of Staff to use the BIM system
9) Change of terminology and acceptance of use
10) Look at areas where BIM is not traditionally the tool
11) Is the client more satisfied
12) Is BIM a marketable commodity

By Paul Coates October 2009.

Şekil 4.8. BIM'e geçiş yapmak üzere iş durumunu tanımlamak için A3 yöntemini kullanan bir sayfa

Bir müşterinin bir şirketi seçmek için incelediği BIM ölçümleri Race tarafından belirlenmiştir (Race, 2012). Bunlar:

BIM'i önceden kullanıp başarı sağlamış örnek şirketler:

- Poliçe
- Deneyim
- Teknoloji Entegrasyonu
- Uygulanan Bilgi Standartları
- Esneklik (Herhangi bir proje durumuna uyum sağlama yeteneği)
- Takım çalışması
- Yenilik
- Açıklık
- Proje Vizyonu gibi tüm özelliklere sahiptir.

Bu yüzden müşteriler bir şirketin BIM konusunda yeterliliğini ölçmek için bu başlıkları kullanarak değerlendirme yapabilir. BIM'e geçişin en önemli özelliği üretkenliği arttırmak olsa da mimari proje uygulamalarına yeni işlevlerin gelmesini sağlamak da önemlidir. Bu nedenle, BIM'in uygulanması yoluyla müşterilerin yeni iş fırsatlarını elde etmesini sağlamak için söz konusu BIM metrikleri oluşturulmalıdır. BIM kullanarak projeleri gerçekleştirme yeteneği, John McCall Mimarlık'ın bu sürecine sonradan dahil edilen bir kazanım olmuştur.

4.1.1.3. BIM Uygulaması-Proje Yapısı ve Yetkilendirmesi

John McCall Mimarlık'da proje yapısını kurma aktivitesi; proje iletişim yöntemleri, standart belgeler, değişim kontrolü ve risk planlama yöntemleri, KTP yaklaşımının bir parçası olarak sağlanmış. John McCall Mimarlık için geliştirilen akış şeması sayesinde proje yapısının nasıl tamamlanabileceği anlaşılmıştır.

Firmanın proje yapısı geliştirilmenin bir parçası olan BIM uygulama ekibine proje yönetimi için farklı araçlar sunulmuştur. Bu araçlar; proje programlama yazılımı, süreç görselleştirme yazılımı, zihin haritası yazılımı, kelime işlem yazılımı, internet erişimi ve sunum yazılımı içermektedir. Proje aşaması boyunca, her aşamadan öğrenilenleri dikkate alarak, her bir aşama sonunda yeniden değerlendirilmiştir. John McCall

Mimarlık'da BIM'in benimsenmesi için gereken ilerleme ve kaynak ihtiyaçların gidişatını izlemek için aylık toplantılar düzenlenmiştir.

4.1.1.4. Proje Başlangıç Mobilizasyonu

BIM takımı başarılı bir BIM'e geçiş sürecinin önemli unsurudur. John McCall Mimarlık'da geçiş sürecinin önemli bir adımı BIM konusunda deneyimli olan çalışanların işe alınmasıdır. Deneyimli çalışan bir aday için uygun bir iş tanımı ve istihdam şartlarını tanımlamışlar, daha sonra çeşitli mimari dergilerde ve çeşitli internet sitelerinde ilan yayınlamışlardır (bkz. Şekil 4.9). O sırada, bu pozisyon için 50'den fazla başvuru yapılmış ve görüşülen beş kişi seçilmiştir. Görüşmeler, mimarlık şirketinin yöneticileri tarafından akademik destek ile gerçekleştirilmiştir.



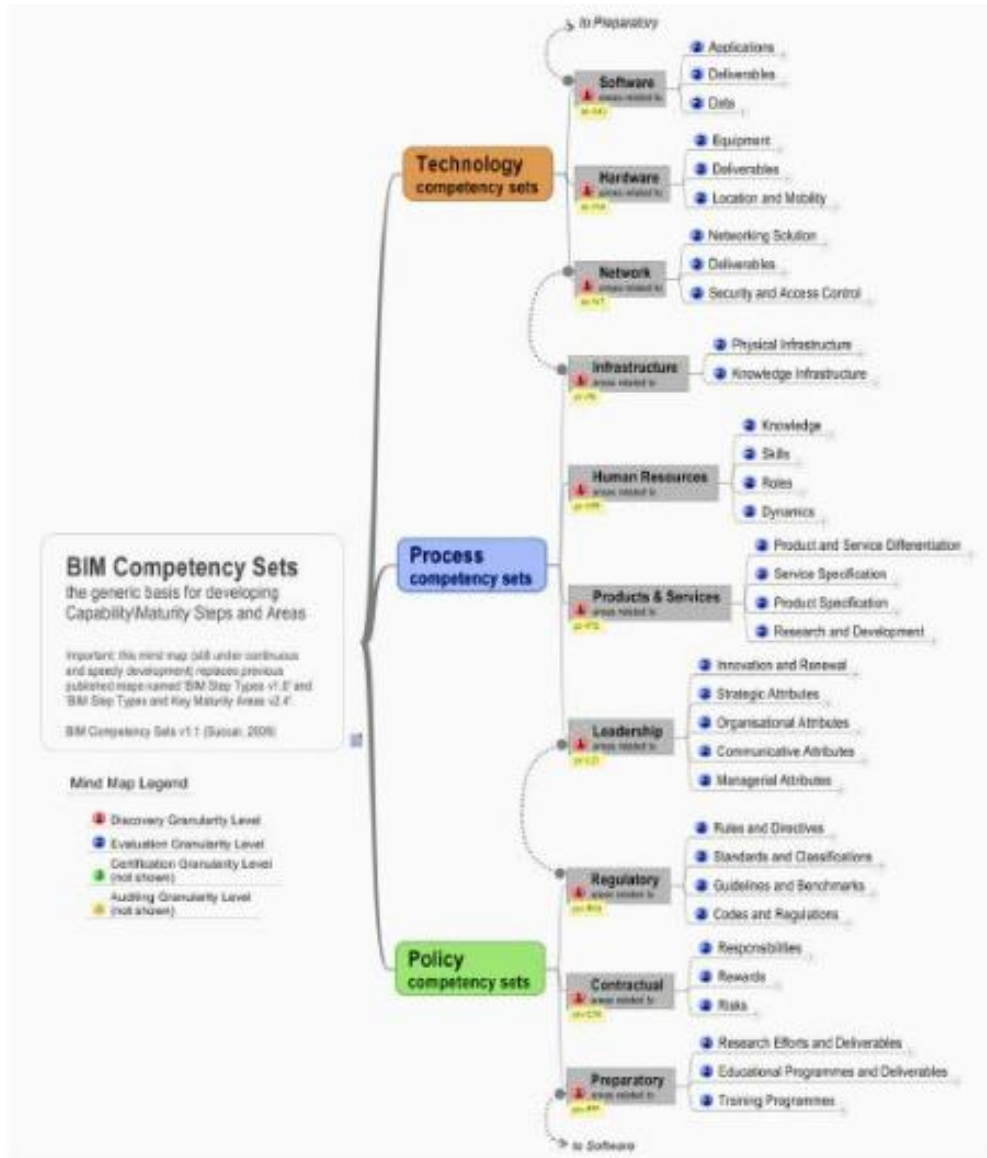
Şekil 4.9. John Mc Call Mimarlık'daki BIM uygulama projesi için BIM konusunda deneyimli kişiyi seçmek için yayınlanan reklam

John McCall Mimarlık'daki BIM uygulama projesi için BIM konusunda deneyimli kişiyi seçmek için kullanılan kriterler gösterilmiştir (bkz. Şekil 4.10). Gereksinim duyulan beceri ve kabiliyetleri sağlayacak, değişimin kolaylaştırılması için kurum içinde yer alacak bir dış uzman ile çalışılmıştır.

Person Specification		
Qualifications		
The successful candidate should:	Essential/ Desirable	Tested by*
A good honours degree (1 st or 2:1) or higher degree in Architecture, Architectural Technology or some CAD/IT related discipline	E	A
Background & Experience		
The successful candidate should have:		
Commercial experience	D	A/I
Experience of process mapping techniques	D	A/I
Experience of lean thinking implementation	D	A/I
Knowledge		
The successful candidate should have demonstrable knowledge of:		
CAD/IT applications	E	A/I
Network/Server based communication Technologies	E	A/I
Skills & Competencies		
The successful candidate should demonstrate:		
Excellent IT/IS Skills	E	A/I
An effective communicator both orally and in writing with excellent interpersonal and analytical skills	E	A/I
Empathetic approach – enjoy meeting people; The ability to motivate and inspire a wide range of people from different backgrounds; lead staff at all levels through a programme of change	E	A/I
Ability to undertake multiple tasks, work under own initiative and/or as part of a team, and lead a team.	E	A/I
Confidence and assertiveness to drive and manage projects and prioritise Tasks	E	A/I
Professional attitude	E	A/I

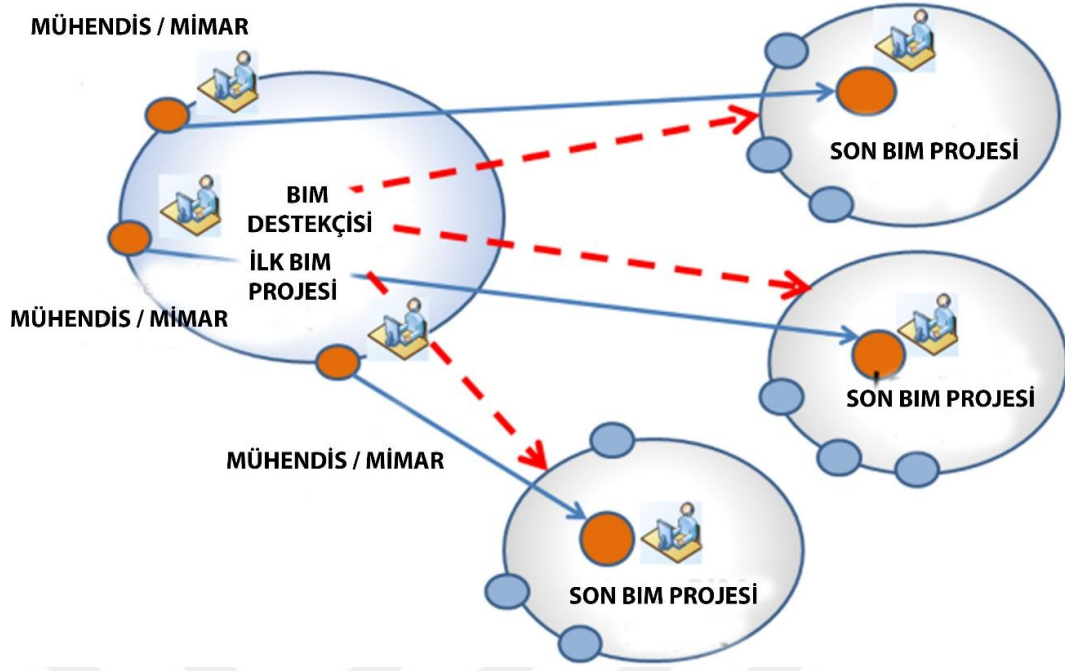
Şekil 4.10. John McCall Mimarlık’da geçiş sürecinde yer alacak BIM uzmanını seçmek için kullanılan seçim kriterleri

BIM yeterlilik setleri (Succar, The Five Components of BIM Performance Measurement, 2010) tarafından belgelenmiştir. Bunlar ayrıca potansiyel BIM uzmanının bilgisini gözden geçirmek için kullanılabilir (bkz. Şekil 4.11).



Şekil 4.11. BIM yetkinlik Setleri (Succar, 2010)

BIM aracı seçiminden sonra BIM uzmanının seçimi yapılırsa, kullanılacak olan araçlar ilgili kişinin deneyimi doğrultusunda seçilebilir. BIM uzmanı zaten kullanılacak BIM aracının gerekli bilgisine sahipse, bu büyük bir tasarruf demektir. Aracın seçiminden sonra, BIM bilgisinin yayılması planlanmalıdır. Bir projedeki ilk ekip, BIM uzmanın öğrettiği bilgileri daha sonraki projelerde de uygulamalı ve böylece öğrenilen dersleri yaymalıdır (bkz. Şekil 4.12).



Şekil 4.12. BIM bilgisi BIM uzmanı tarafından eğitilen ekip tarafından yayım şeması

BIM becerilerine sahip bireylerden bir BIM takımı geliştirilebilir. Daha sonra bu BIM eğitilmiş bireyler yeni takımlara yerleştirilir böylece bilgi yayılır ve şirket BIM'i etkinleştirebilir. Öğrenciler öğretmen olduklarında, aynı zamanda kullandıkları ve öğrettikleri yazılım araçları hakkındaki bilgilerini ve anlayışlarını güçlendirirler. John McCall Mimarlık'da da program kullanımının yaygınlaşması bu sistemle yapılmıştır.

BIM uygulaması ile ilgili araştırma desteği Salford Üniversitesi'ndeki akademik personeller tarafından üstlenilmiş, bu türden bir destek birçok durumda bulunmayabilir, ancak yerel akademik kurumlardan ya da profesyonel kurumların sağlayabileceği katkılar mutlaka değerlendirilmelidir.

4.1.1.5. BIM uygulamasında Proje Parametrelerinin tanımlanması

Bu aşamada, John McCall Mimarlık'ın BIM'i benimsenmesinin etkilerini ve faydalarını tam olarak anlamak mümkün olmamış, çünkü ekip üyeleri henüz yeni BIM'in kabulü ile kullanım sürecinden geçmiştir. Teşhis aşamasından sonra faydaların daha iyi anlaşılmasıdır. Tip proje parametreleri; zaman çizelgeleri, bütçeler, uygulama alanı, kapsam ve yetkileri içermelidir. Bunlar bir rapor haline getirilmeli ve tüm paydaşlar tarafından kabul edilmelidir.

4.1.1.6. İş hedeflerinin analizi ve iş modeli üretimi

Mevcut bir işi ve süreç hedeflerini göz önüne alırsak, birkaç şeyin belirlenmesi önemlidir:

- Organizasyon amaçlarının belirlenmesi
- Kritik başarı faktörlerinin belirlenmesi
- Rekabet boyutlarının belirlenmesi

John McCall Mimarlık'ın belgelenmiş bir iş planı veya gelecekteki hedeflerinin yol haritası yoktu. Bu, Mimarlık ofislerinin %60'ının tipik bir örneğidir. Planlama, pek çok mimari uygulama için, dış faktörlere bağlı olduğu için zordur. Bu öngörülemezlik piyasaya bağımlı olmanın sonucudur.

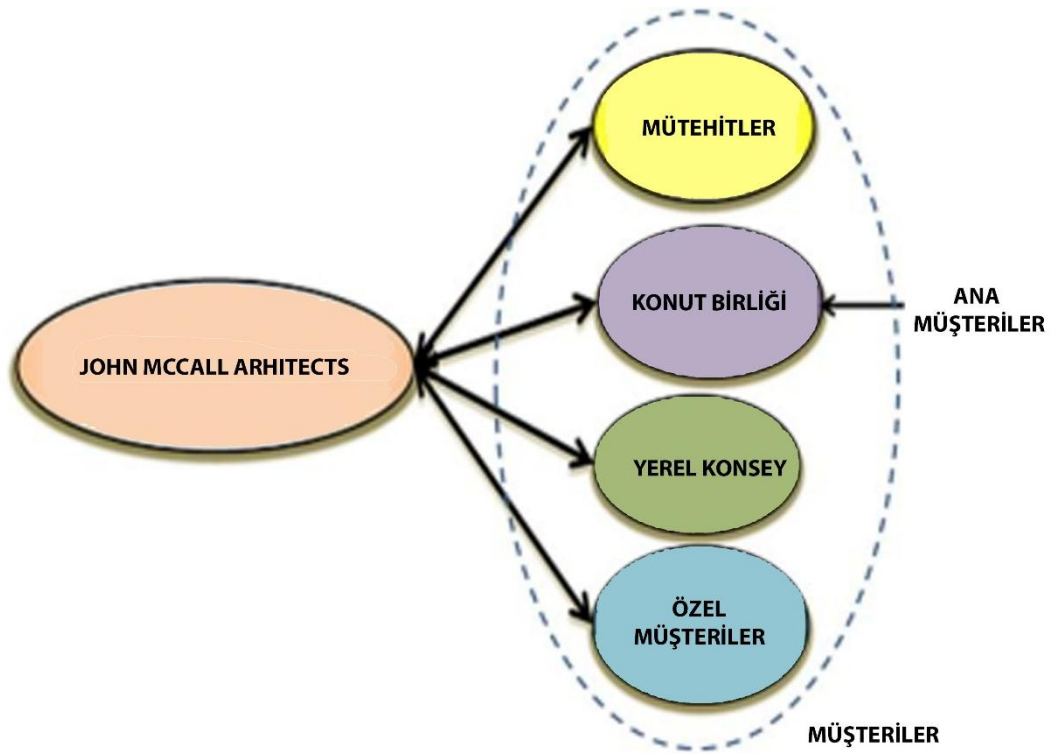
John McCall Mimarlık'da şirketin yapısını anlamak için iş model tuvali (Alexander Osterwalder, 2010) oluşturulmuştur. Bu tablo ofisin amacının anlaşılmasını sağlayacak uygun bir yaklaşım olmuştur. İş model tavalinde dokuz yapı taşı bulunur (bkz. Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Tamamlanmamış bir iş modeli tuvalinin örneği (Alexander Osterwalder, 2010)

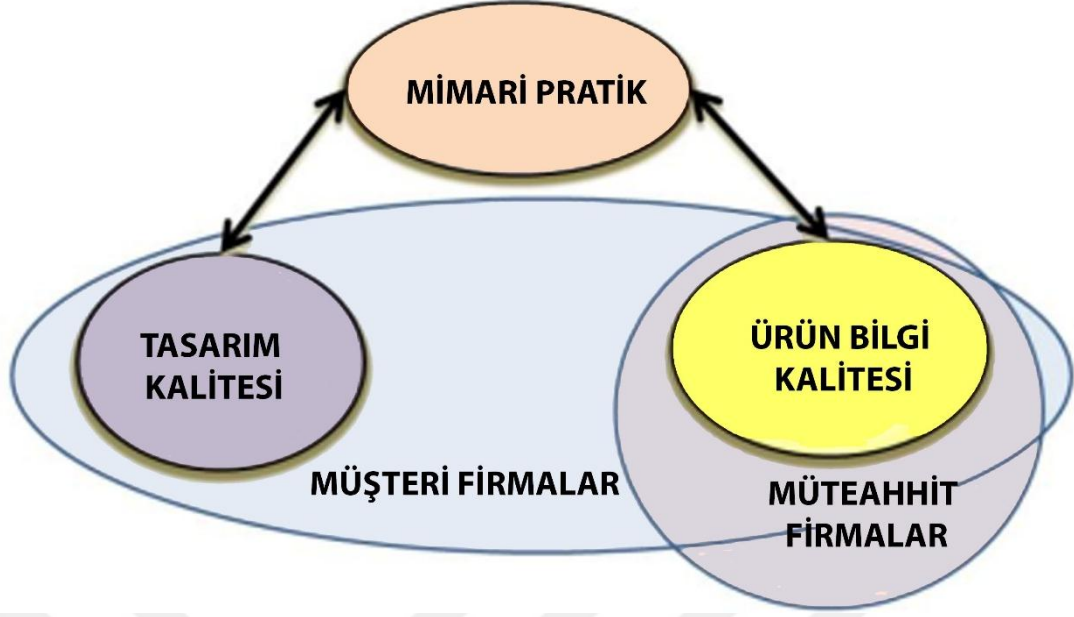
Bu tabloda yer alan her başlık vaka çalışması şirketi John McCall Mimarlık ile ilgili bilgiler ile doldurulmuştur.

Müşteri segmentleri, bir şirketin veya uygulamanın ulaşmayı ve sunmayı amaçladığı farklı kişi veya kurum gruplarını tanımlar. John McCall Mimarlık'da, konut sektörü üzerine baskın bir müşteri portföyüne sahiptir (bkz. Şekil 4.14). John McCall Mimarlık'da üst düzey yöneticiler arasında müşterilerinin sorunlarını değerlendirmeye yönelik kabul görmüş bir uygulama kullanılmıştır. Bu uygulama iş yükünün büyük bir kısmını temsil eden “tekrarlanan iş” kısmı için büyük önem taşımıştır.



Şekil 4.14. John McCall mimarlık müşteri portföyü

Değer önerisi, belirli bir müşteri segmenti için değer yaratan ürün ve hizmet paketini içerir. John McCall Mimarlık müşterilerine yüksek düzeyde profesyonel bir hizmet sunmak için BIM'e geçiş yapmayı doğru bir yol olarak ön görmüştür. Bu seçtikleri alanda gelişmek için uzmanlardan yardım almışlardır. Değer önerisinin iki unsuru vardır; müşteri için kaliteli bir tasarım sağlamak ve bu tasarımları bitmiş bir binaya çevirmek (bkz. Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Çoğu mimari uygulamanın değer önerisi

Bir şirketin değer önerisi; projeyi sunmak için müşterilerle nasıl iletişim kurduğunu ve müşterilere nasıl ulaştığını açıklar. John McCall Mimarlık, web sitelerini ve sunumlarını müşterilerine değer önerisi uygulamada kullanmıştır. Ayrıca, John McCall Mimarlık'ın ofisi, Liverpool Town merkezine yakın olması sebebi ile, müşterilere ve diğer danışanlara kolayca ulaşabilmiştir. Bu, bina geliştirmenin bir parçası olarak gerekli olan iş birliğine yardımcı olan önemli bir faktördür. John McCall Mimarlık, müşterilere özel kişisel yardım ve hizmetler sunmanın müşterileri şirkete bağladığını savunmuştur.

Temel kaynaklar, bir iş modeli çalışması yapmak için gerekli en önemli varlıkları tanımlar. Gerekli bilgi kaynaklarına sahip olmak ve bunlara harcama yapmak, uygulama yönetiminin önemli bir parçasıdır.

Anahtar faaliyetler, bir şirketin iş modeli içeriğinde yapması gereken en önemli faaliyetleri açıklar. John McCall Mimarlık'ın en önemli faaliyetleri bilgi toplamak, problem çözmek, bütünsel çözümler oluşturmak, inşaat bilgilerinin üretimi ve iletimini sağlamaktır.

Ortaklıklar, tedarikçiler ve işe ortak olan şirketleri açıklar. Her ne kadar John McCall Mimarlık'ın, geçiş sürecinde herhangi bir resmi ortaklıkta bulunmamış olsa da, geçmişte başarılı bir şekilde çalıştıkları bir dizi tercihlili destek şirketi varmış. Bir yazılım tedarikçisi tarafından BIM'in sağlanması da önemli bir ortaklık olarak düşünülebilir.

Maliyet yapısı, bir iş modelini işletmek için ortaya çıkan tüm maliyetleri açıklar. John McCall Mimarlık'ın ofis giderleri gibi sabit maliyetler varkeni, personel sayısı iş yüküyle değiştirilebildiğinden değişken bir maliyet unsuru olmuştur.

Yukarıda sayılan bilgiler kullanılarak John McCall Mimarlık'da bir iş modeli tuvali geliştirilmiştir (bkz. Şekil 4.16).

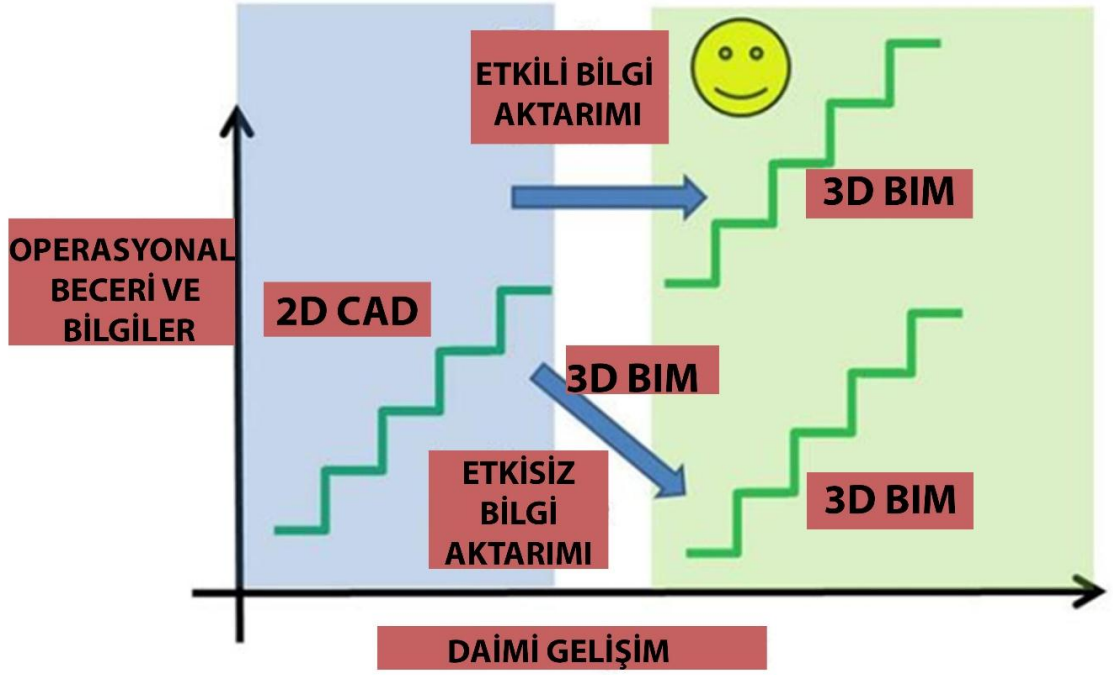


Şekil 4.16. John McCall Mimarlık'ta gerçekleştirilen eylem araştırmasının ardından oluşturulan iş modeli tuvali

Bir iş modeli tuvalinin ideal kullanımı, mimari uygulamada eksiklikleri gidermekir. Farklı personel üyeleri, bu dokuz faktörün ne olduğu ve gelecekte ne olması gerektiği konusunda farklı görüşlere sahip olabilirler. Bunun amacı mevcut ve gelecekteki iş modellerine yönelik uygulamalar hakkında bilgi sahibi olmaktır.

4.1.1.7. Mevcut süreçlerin analizi

Bu analizin amacı, özellikle eski teknolojilerden ve iş akışlarından gelen süreçleri ortaya çıkarmaktır (Koskela, 1999). Çoğu şirkette, operasyonel beceri ve verimlilik yöntemleri geliştirilmiştir. BIM gibi yeni bir yaklaşıma geçilirken, bu kurumsal yetenekleri benimsenen yeni teknolojilere aktarmak önemlidir (bkz. Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Mevcut bilginin aktarılması için CAD'den BIM'e geçiş

Geliştirilen bu görüntü, John McCall Mimarlık'daki personelin BIM'e geçiş sırasında var olan süreci anlamak için kullanılmıştır. Eski sistemde yer alan bir çok yaklaşımın yeni BIM sürecine uygulandığı birçok örnek vardır. Mevcut Microstation ve CAD yazılımında kullanılan katmanların incelenmesi ve yeni BIM sisteminde nasıl kullanıldıklarının değerlendirilmesi, eski bilgilerin gözden geçirilmesi ve yeni durumda (BIM) uygulanmasının bir örneğidir (bkz. Şekil 4.17).

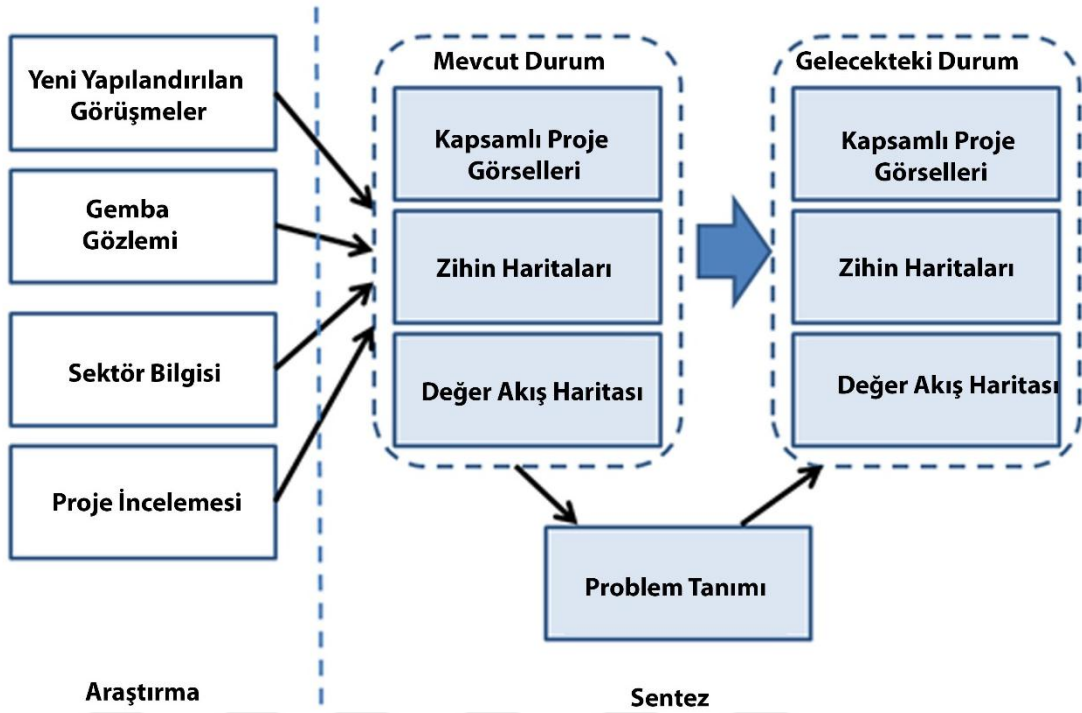
Name	Description	Count	Name	Description	Count
A324-doorDetail	Door-Detail	99	Lifetime Homes 1	Lifetime Homes-Dimensions	
A322-Door	Door	35	A255-insulation	Insulation	
A251-internalWall	Wall-Internal	2	A241-Roof	Roof	
A231-Stair	Stairs	51	A935-lineWeight5	Line Weight 5	
A231-stairDetail	Stairs-Detail	115	A261-structureSteel	Material-Steel	
A258-intStudWall	Material-Studwork	26	A931-lineWeight1	Line Weight 1	
A254-Cavity	Wall-Cavity	64	A242-roofDetail	Roof-Detail	
Lifetime Homes 2	Lifetime Homes-Symbols	144	A261-structureSteelDetail	Material-Steel Detail	
A431-kitchenBaseUnits	Kitchen-Base Units	4	A262-structureTimber	Material-Timber	
A422-furnDetail	Furniture-Detail	160	A992-PresentationColour3	Presentation-Colour 03	
A101-FloorAreaBound	Drafting-Areas	95	A442-sanitaryDetail	Sanitary Fittings-Detail	
A253-Blockwork	Material-Blockwork	64	A581-foulDrainage	Drainage-Soil & Vent Pipes	
A441-sanitaryFittings	Sanitary Fittings	21	A934-lineWeight4	Line Weight 4	
A972-DarkGrayDetail	Grey-Dark Detail	160	A521-Heating	Supply-Heating	
A251-externalWall	Wall-External	1	A990-PresentationColour1	Presentation-Colour 01	
A719-CentreLine	Drafting-Construction Lines	30	A980-Borders	Drafting-Borders	
A930-lineWeight0	Line Weight 0	15	A531-ElectricPower	Supply-Electric	
A327-Glass	Material-Glass	23	A501-WaterSupply	Supply-Water	
A323-winDetail	Window-Detail	99	A511-GasSupply	Supply-Gas	
A321-Window	Window	35	A541-Lighting	Supply-Lighting	
A328-winFineDetail	Window-Fine Detail	160	A542-cableRun	Supply-Cable Run	
A131-BuildingExisting	Building-Existing	0	A572-Protection-Fire	Protection-Fire	
A252-Brickwork	Material-Brickwork	0	A591-Ventilation	Supply-Ventilation	
A434-kitchenWhiteGoods	Kitchen-White Goods	52	A913-Text 1-50	Text-1/50	
A435-kitchenDetail	Kitchen-Detail	148	A461-storageFittings	Storage Fittings	
A433-kitchenWorkTop	Kitchen-Work Top	100	Default	Default	
A974-DarkGrayA3	Grey-Dark A3	176	A551-Comms-PhoneTV	Communications-Phone,TV	
A430-kitchenTxdData	Kitchen-Notes	88	Code for sustainable homes 2	Code for Sustainable Homes-S...	
A432-kitchenWallUnits	Kitchen-Wall Units	4	A582-surfaceDrainage	Drainage-Gutters & Rainwater ...	
A922-Dimensions 1-50	Dimensions-1/50	88	A258-intStudWallDetail	Material-Studwork Detail	
A334-intWallFin-Plaster	Wall Internal Plastered	56	A332-Ceiling	Ceiling	
A232-Handrail	Handrail	67			
A601-DemolishPh1	Demolition-Phase 1	4			
A271-surfFinish	Material-Surface Finishes	80			
A272-plasterBoard	Material-Plaster Board	80			
A259-Mortar	Material-Mortar	80			
Lifetime Homes 3	Lifetime Homes-Text	144			
A921-Dimensions 1-10	Dimensions-1/10	88			

Suggested layers we should using in Archicad

Şekil 4.18. Microstation'da kullanılan katmanların incelenmesi ve ArchiCAD kullanılırken uygulanması gerekenlerin dikkate alınması gerekenlerin listesi

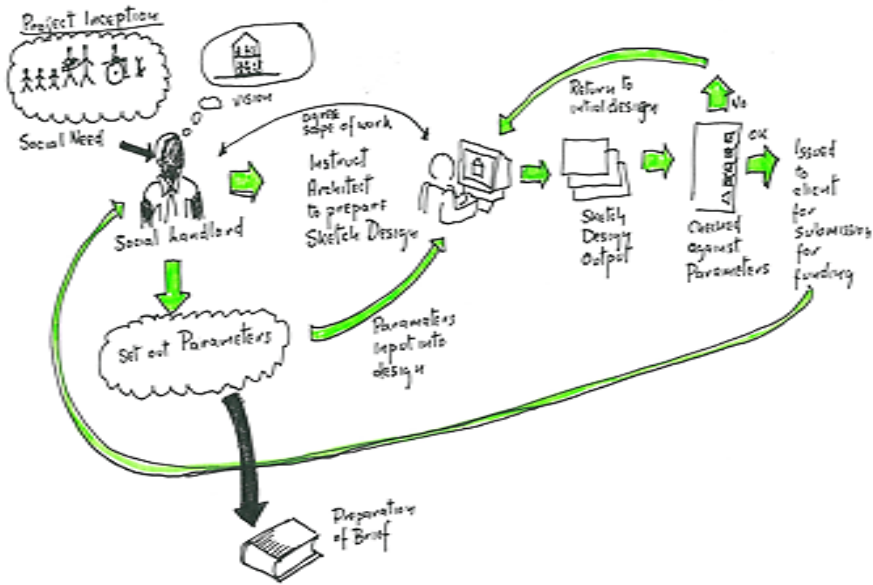
Benzer sistemler ve yaklaşımların neler olduğu belirlenirse, personel için CAD ve BIM arasında geçiş kolaylaşır. ArchiCAD, Revit gibi programlar birer BIM aracıdır. Katmanların yanı sıra nesnelerin kullanımı, kullanılabilir başka bir model filtreleme seviyesi sunar. Diğer çoğu BIM programlarında model filtreleme, nesne tipine göre yapılır.

John McCall Mimarlık'da mevcut süreci analiz etmek için değer akış haritası ve zihin haritalarını içeren çeşitli yöntemler oluşturulmuştur (bkz. Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Mevcut sürecin analizi için benimsenen yöntemler

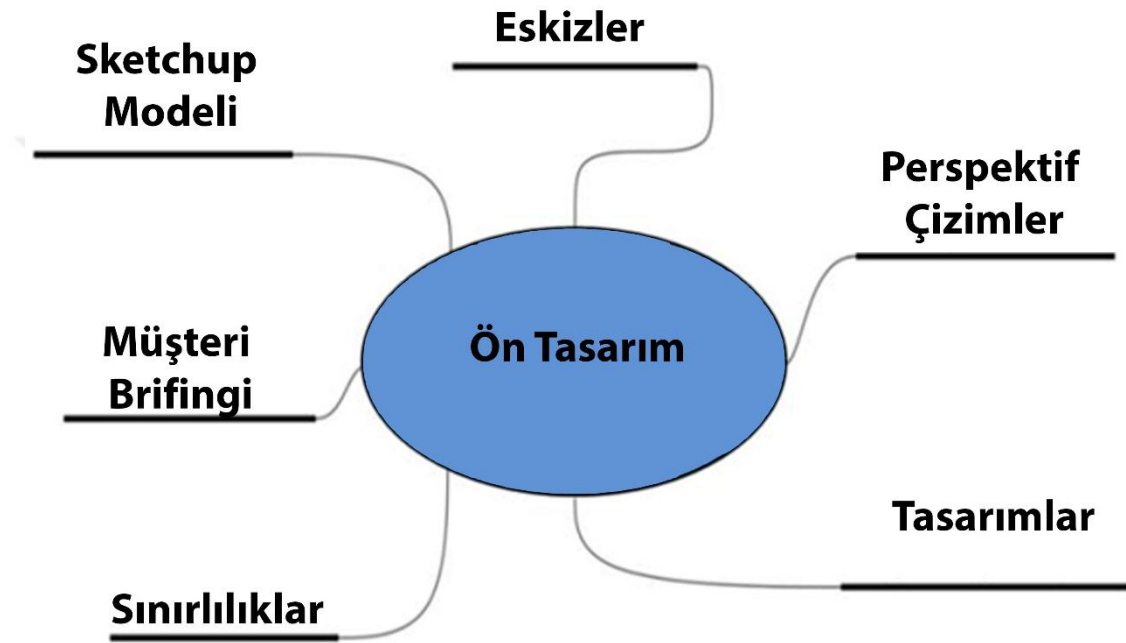
Çalışma uygulamalarına bir bakış açısı kazandırmak için “gemba” tekniği kullanılmıştır. Gemba tekniği, tipik bir işyeri senaryosunda gerçekleşecek ihtimalleri gösterir, John McCall Mimarlık’da da gerçekleştirilen süreçleri ve faaliyetleri araştırmak ve anlamak için Gemba yöntemi kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.20).



Şekil 4.20. John McCall Mimarlık’da süreçleri belgelemek ve anlamak için kullanılan Gemba tekniği

Çizimlerde karmaşık veya kötü tanımlanmış problemleri temsil eden figürler yer alır (Avison, 1992). Çizimlerin avantajı, işin tamamını bir resimde tek seferde algılayabilmeye yardımcı olmasıdır, oysa metinsel açıklamalarda olaylar sıra ile değerlendirilebilir.

John McCall Mimarlık'ta gerçekleşen tüm alt aktiviteler için oluşturulan zihin haritaları bu çizimler ile ele alınmıştır, böylece daha ayrıntılı olarak incelenebilmiştir (bkz. Şekil 4.21).



Şekil 4.21. John McCall Mimarlık sürecinin analizi sırasında oluşturulan bir zihin haritasının bir örneği

Gelişimi ilk olarak 1963'te başladığından beri, RIBA İş Planı, inşaat tasarımı, inşaat süreci için İngiltere'nin nihai modeli olmuştur ve ayrıca uluslararası alanda da önemli bir etki yaratmıştır. John McCall Mimarlık'ın geçiş süreci boyunca BIM'e göre yapılandırılacak şekilde yeniden tasarlanan RIBA planı oluşturulmuştur (bkz. Şekil 4.22).

The Plan of Work organises the progress of designing, constructing, maintaining and operating building projects into a number of key Work Stages. The sequence or content of Work Stages may vary or they may overlap to suit the procurement method, the project programme and the clients risk profile.

RIBA Work Stages							
	1	2	3	4	5	6	7
	Preparation	Concept Design	Developed Design	Technical Design	Specialist Design	Construction	Use & Aftercare
Description of Key Tasks	<ul style="list-style-type: none"> - Identify Project Objectives, the client's Business Case, Sustainability Aspirations and other parameters or constraints and develop the Initial Project Brief. - Examine Site Information and make recommendations for further information, including surveys, required. - Preparation of Feasibility Studies and assessment of options to enable the client to decide how to proceed. - Determine client's Risk Profile and agree the Project Programme and preliminary Procurement Strategy. - Assemble Project Team, agree Scope of Service, Contract Relationship and Design Responsibilities for each participant. Develop BIM and Soft Landings Strategies, Information Exchanges and conclude Appointment Documents. 	<ul style="list-style-type: none"> - Preparation of Concept Design including outline proposals for structural design, services systems, site landscape, outline specifications and preliminary cost plan along with environmental, energy, ecology, access or other Project Strategies. - Agree developments to Initial Project Brief and issue Final Project Brief. - Review Procurement Strategy, finalise Design Responsibility including extent of Performance Specified Design and take action where required. - Prepare Project Manual including agreement of Software Strategy, BIM Execution Plan and extent of Performance Specified Work. - Prepare Construction Strategy including review of off-site fabrication, site logistics and H&S aspects. 	<ul style="list-style-type: none"> - Preparation of Developed Design including co-ordinated and updated proposals for structural design, services systems, site landscape, outline specifications, cost plan and Project Strategies. - Prepare and Submit Planning Application - Implement Change Control Procedures, undertake Sustainability Assessment and take actions determined by Procurement Strategy. - Review Construction Strategy including H&S aspects. 	<ul style="list-style-type: none"> - Preparation of Technical Design information to include all architectural, structural and mechanical services information and specifications including the Lead Designer's review and sign-off of all information. - Performance Specified Work to be developed in sufficient detail to allow development and integration by Specialist Subcontractors during Completed Design stage. - Take actions determined by Procurement Strategy including issuing in packages where appropriate. - Prepare and submit Building Regulations Submission - Review Construction Strategy including sequencing, programme and H&S aspects. 	<ul style="list-style-type: none"> - Progression of Specialist Design by Specialist Subcontractors including the integration, review and sign-off of Performance Specified Work by the Lead Designer and other designers as set out in Design Responsibility document - Review Construction Strategy including sequencing and critical path. - Undertake actions from Procurement Strategy or administration of Building Contract as required. 	<ul style="list-style-type: none"> - Offsite manufacturing and onsite construction in accordance with the Construction Programme - Regular review of progress against programme and any Quality Objectives including site inspections. - Administration of Building Contract. - Resolution of Design Queries from site as they arise - Implementation of Soft Landing Strategy including agreement of information required for commissioning, training, handover, asset management, future monitoring and maintenance and ongoing completion of "as-constructed" information. 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementation of Soft Landings Strategy including Post Occupancy Evaluation. - Conclude administration of Building Contract - Review of Project Performance in use and analysis of Project Information for use on future projects. - Updating of Project Information, as required, in response to Asset Management and Facilities Management feedback and modifications.
Procurement	The stage 1, 2, 3 and 4 outputs may be used for tendering and contract purposes depending on the Procurement Strategy as influenced by the clients Risk Profile, time, cost and quality aspirations and how Early Contractor Involvement and Specialist Subcontractor input is to be undertaken.						
Programme				Stage 4, 5 and 6 activities may occur concurrently depending on the Procurement Strategy. Work may also be undertaken in packages to facilitate its development by Specialist Sub-contractors. Early package procurement may also occur during stage 3 depending on the procurement route. The Project Programme should set out the timescales for these overlapping design and, where appropriate, construction stages.			
Planning			Planning Applications typically be made using the stage 3 (Developed Design) output, however, certain clients may wish this task to be undertaken earlier. The project or practice specific Plan of Work identifies when the Planning Application is to be made. Certain aspects of the Technical Design may also be required as part of the application or in response to planning conditions.				
Key Information Exchanges (at stage Completion)	The Initial Project Brief	The Concept Design including Outline Structural and Mechanical Services Design, associated Design Strategies, Preliminary Cost Information and Final Project Brief.	The Developed Design including the Co-ordinated Architectural, Structural and Mechanical Services Design and Developed Cost Information.	The Technical Design of consultant aspects in sufficient detail to enable construction or Performance Specified Work to commence.	The Specialist Design including the integration of Performance Specified Work.	"As Constructed" Information.	"As constructed" Information updated in response to on-going client feedback, Asset Management updates and Facilities Management information.
Government Gateway	Information Exchange 1	Information Exchange 2	Information Exchange 3			Information Exchange 6	As Required

Şekil 4.22. Yeni RIBA çalışma planı taslağı (Overlay, 2012)

Yinelemeli tasarım süreci, standart bir süreç haritası içerisinde yer almaktadır. Süreç analizi, yöneticilerin iş faaliyetlerinin performansını iyileştirmelerine yardımcı olan bir yaklaşımdır. Süreci kontrolde en çok ihtiyaç duyulan analizdir (Trischler, 1996). Süreç analizi, her bir fazda gerçekleşen girdileri, çıktıları ve işlemleri iletme için kullanılan süreçlerin aşamalarının adım adım programlanmasıdır. Sürecin nasıl işlediğini anlamak ve verimliliğin artırılması yoluyla süreç iyileştirme işlemi için potansiyel hedeflerin belirlenmesinde kullanılabilir.

Değer akışı haritalama teknikleri, uygulama görevlilerinin süreçlerinin bilgisini çıkarmak için kullanılabilir. Değer akışı haritalaması, bir ürün veya hizmeti tüketiciye ulaştırmak için gerekli olan material, bilgi akışını analiz etmek ve tasarlamak için kullanılan yalın bir üretim tekniğidir. Süreç, görevlerin tanımlanmasını ve söz konusu görevleri üstlenecek en iyi düzenin belirlenmesini içerir. Değer akışı haritası egzersizi örneği gösterilmiştir (bkz. Şekil 4.23). Bunlar, süreçleri en verimli şekilde yeniden düzenlemek için esnek bir yöntem sağlar. Bu daha sonra resmi bir süreç haritası olarak geliştirilebilir.



Şekil 4.23. Değer akışı eşleme sonucunun bir örneği

Değer akışı haritalama sürecinin bir parçası olarak, aşağıdakileri gerçekleştirilmesi gerekir:

- Mimarlık ve diğer disiplinlerin paylaşabileceği yeni bina bilgisi türü belirlenmelidir
- Mimari tasarım ve geliştirme süreci boyunca bilginin nasıl aktığını daha iyi açıklamalı
- Faydalı olabilecek herhangi bir bilgisayar programı sunmalı
- Çakışmaları veya fazlalıkları ortadan kaldırmak için fırsatlar sunmalı

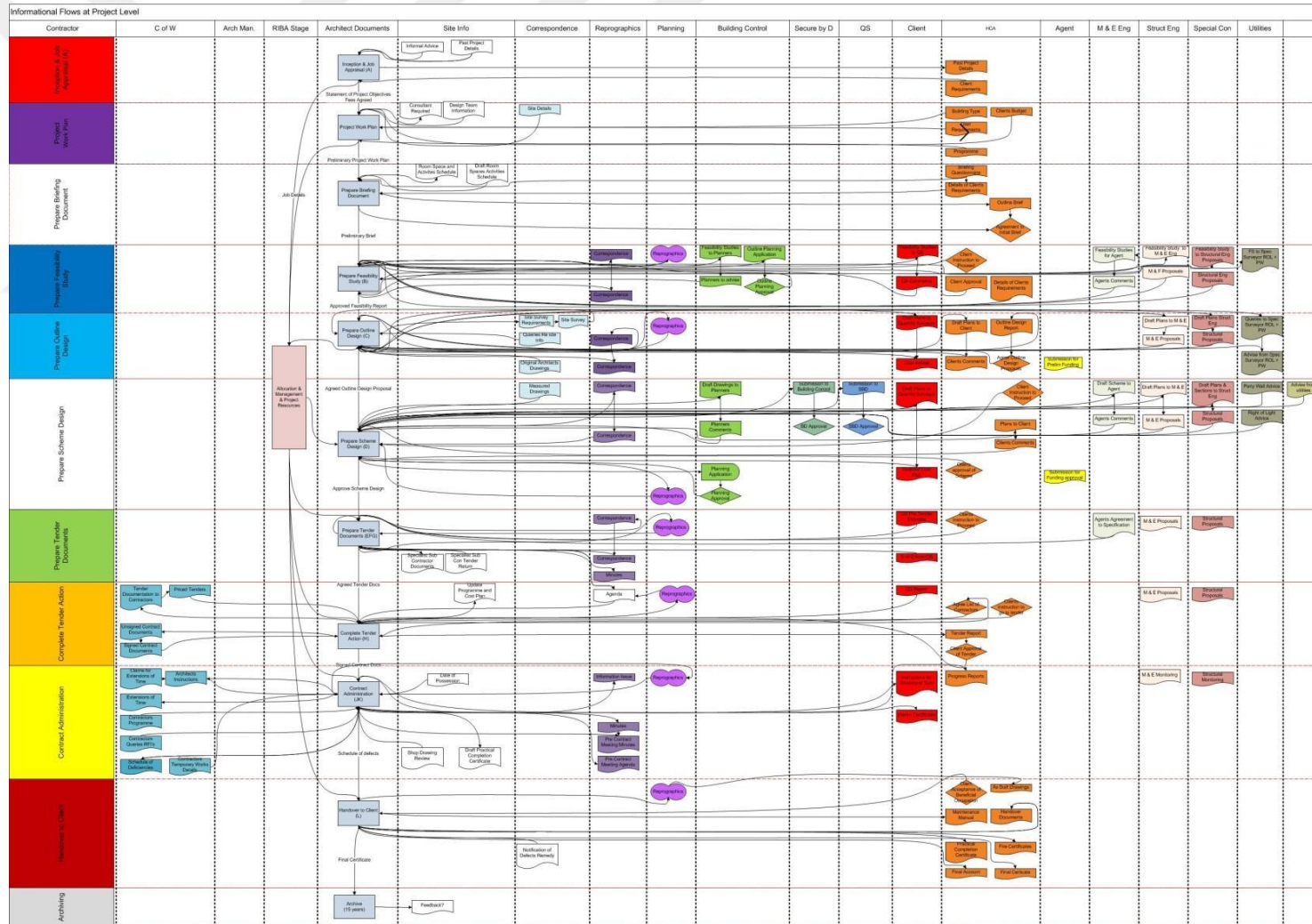
- Yinelemeli iş akışı döngülerini hızlandırabilecek herhangi bir bilgi alışverişi tanımlanmalıdır.

Değer akışı haritalama çalışması, John McCall Mimarlık'da gerçekleştirilmiş ancak yöneticiler ve personeller egzersize yeterince katılım sağlayamamışlardır (Personel zamanı, tüm BIM uygulaması boyunca en sıkıntılı konudur).

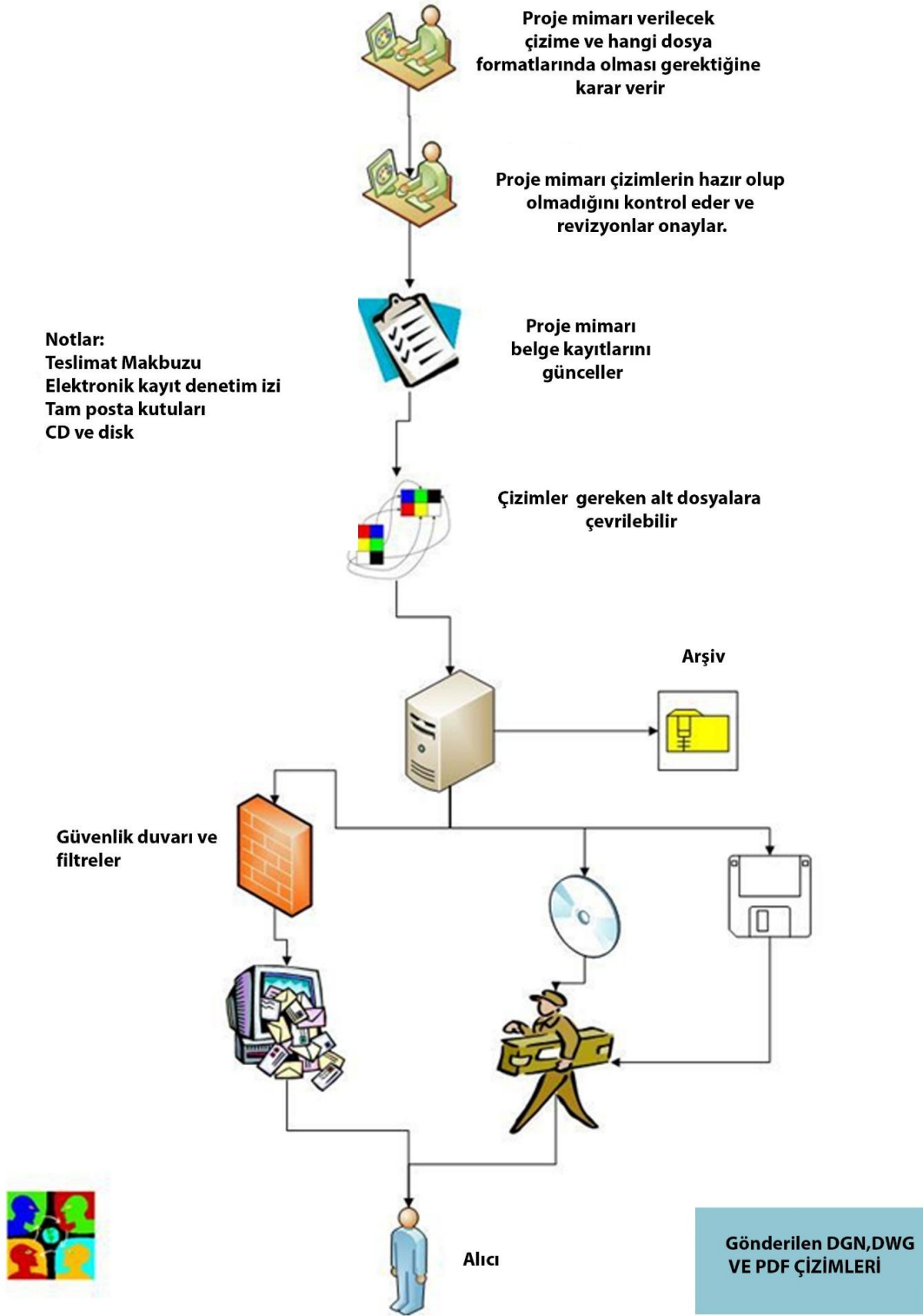
John McCall Mimarlık'da gerçekleştirilen faaliyetleri anlamak için John McCall Mimarlık'ın diğer disiplinlerle etkileşiminden bir akış şeması oluşturulmuştur. Bu, bir mimari pratikte tüm disiplinlerin ne yaptığını ve şu anda ürünleri veya hizmetleri sunmak için hangi yöntemleri kullandığını anlamak için bir başlangıç noktası olmuştur. Ayrıca, açıkça belirtilen hedefler, iş sistemlerinin analizinin istenen sonucunu iyileştirmeye yardımcıdır. Bunu başarmak için başlıca; "kim" (ilgili kişiler); 'Ne' (iş etkinliği); 'Nerede' (çalışma ortamı); 'Ne zaman' (zamanlama / sıra); ve nasıl (mevcut prosedürler) sorularına dair cevaplar alınması gerekir. Buna ek olarak, işletmenin şu anda neden bu şekilde yürütüldüğünü anlamak gerekir.

John McCall Mimarlık bürosu dahilinde çalışan; yöneticiler, mimarlar ve teknisyenlerle mevcut duruma dair görüşmeler yapılmış, bu görüşmelerden gelen yorumlar daha sonra yeni BIM uygulama planına dahil edilmiştir. Grup tartışması ayrıca zengin bir fikir ve kavram kaynağı sağlamıştır.

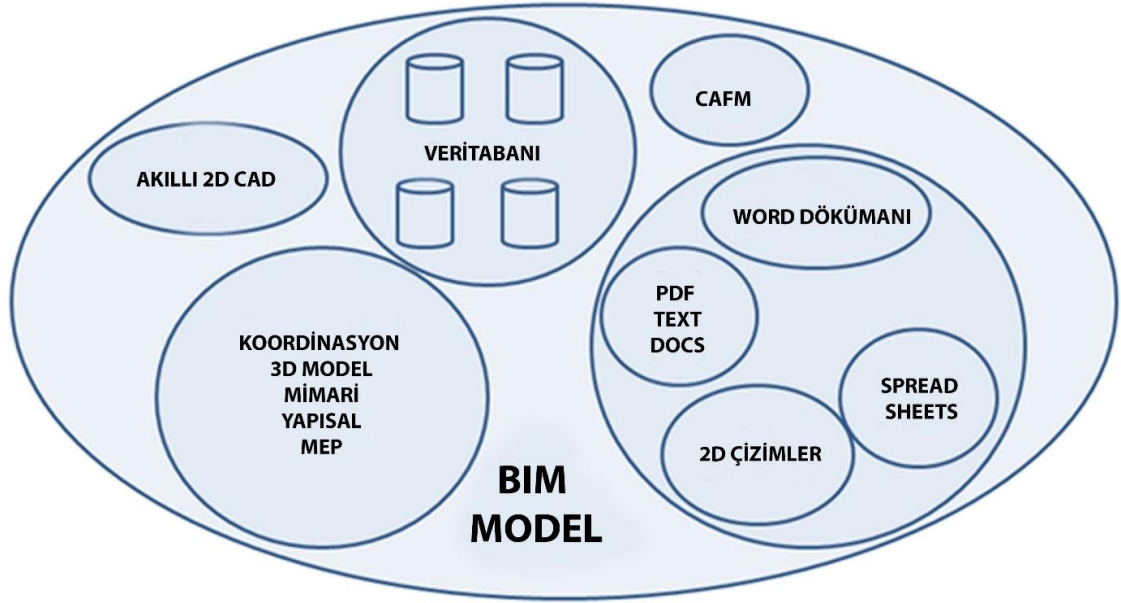
Akış şeması, birimler arası resmi bilgi alışverişini göstermektedir. Bu süreç içerisinde birçok gayri resmi bilgi alışverişi de meydana gelebilir. Bilgi akışlarından net olan şey, inşaat aşamalarının üzerinde yapılan bilgi alışverişinin müşteri ve mimar arasında olmasıdır (bkz. Şekil 4.24). Alt süreçler küçük resimli diyagramlarla tekrar incelenmiştir (bkz. Şekil 4.25). Bunlar daha sonra tüm birimlere sunulmuş ve tartışılmıştır.



Şekil 4.24. John McCall Mimarlık ve Müşteriler arasındaki bilgi etkileşimlerini gösteren süreç haritası.



Şekil 4.25. Mevcut çizim sürecinin incelenmesi



Şekil 4.27. Skanska BIM modeli (Yoders, 2012)

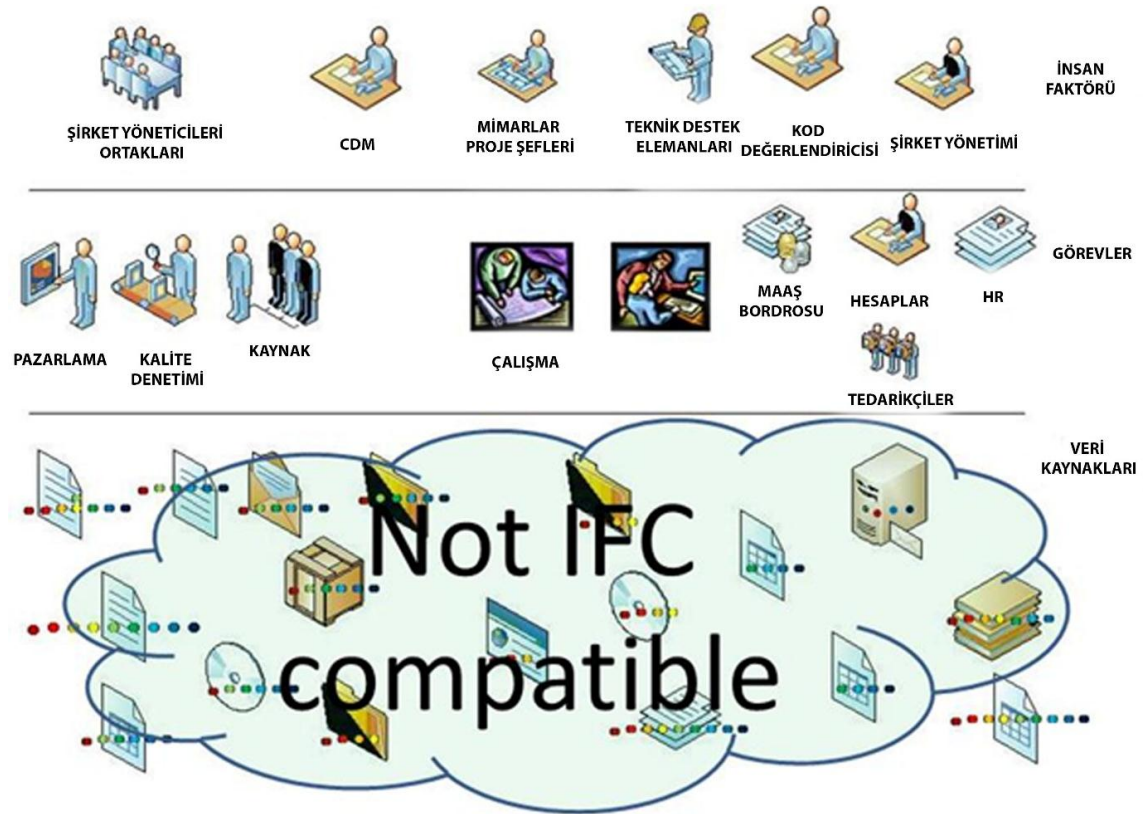
Bu görüşe göre, BIM'e geçiş yapılırken, bir mimari uygulama ile veri işleme seviyesini ölçmek faydalı olacaktır. Veri bilgileri ve işleme süreci mimari projelerin süreçlerinin merkezinde yer alır. Bu işlem başarılı bir şekilde çözülebiliyorsa ve mimari pratikte uygulanabiliyorsa mevcut sisteme göre büyük kazanımlar elde edilebilir. Mevcut süreçte mimari uygulamalarda verilerin var olan yaygın sorunları şunlardır:

- Kontrolsüz veya yedekli veriler (güncel olmayan veya artık geçerli olmayan veriler)
- Kullanıcı tarafından kolayca erişilemeyen veriler (aranabilir veya arşivlenmemiş veriler veya başka belgelerde bulunan veriler)
- Eldeki veriler hakkında bilgi eksikliği (farklı projelerdeki veriler, farklı kişiler tarafından üretilen veriler)
- Kötü veri kalitesi (yanlış veriler)
- Ayrı veri depoları (çıktı veya dijital kopya)
- Tutarsız bilgiler (farklı şekillerde aynı veri girişi)

Tüm bu sorunlar John McCall Mimarlık'ta bulunmuş ve geçmişte yapılan tüm mimari uygulamaları incelendiğinde en az birisinin bu sorunlara sahip olduğu ortaya çıkmıştır. BIM, bilgi / verilerin inşaat projeleriyle nasıl bütünleştirileceğine ve paylaşılacağına dair farklı bir yol temsil eder.

Mimari uygulama firmaları, bilginin tüm bina yaşam döngüsü boyunca nasıl kontrol edildiğini ve kullanıldığını kontrol edemeyebilir, ancak her prensip kendi alanlarında neler olduğunu kontrol edebilirler. Böylelikle, BIM'in nasıl uygulanacağını geliştirirken birimlerin kendi alanlarında bilgi ve veri seviyesindeki kontrollerinin dikkate alınması önemlidir.

John McCall Mimarlık BIM'deki gelişim ve yapım sürecinden edinilen bilgiler çok yönlü bir araştırma sırasında olmuştur. Bilgi formlarının ve formatlarının kullanımı inşaat sektörü genelinde tipiktir. Bu, verilerin çoğunlukla birden fazla belge, biçim ve dosyada çoğaltıldığı anlamına gelir (bkz. Şekil 4.28 ve Şekil 4.29).



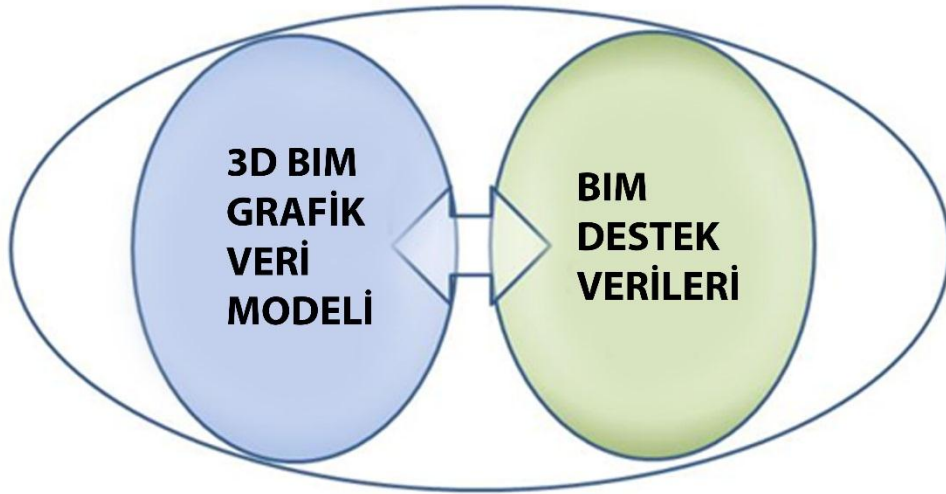
Şekil 4.28. Çoğaltılan veriler John McCall Mimarlık'da birden fazla dosya türünde saklanıyor



- İş nNumarası
- İş Adı
- Proje Mimarı
- E-posta Adresi
- Proje Yeri
- Proje Başlangıç Tarihleri
- Proje Açıklaması
- Proje Maliyetleri
- Proje Sektörleri

Şekil 4.29. Farklı dosya türleri ve içerdikleri yinelenen verileri gösteriliyor

Model veri yönetiminden bütünsel veri yönetimine doğru bir geçiş öngörülmektedir, bu yüzden tüm veri tiplerinin yönetildiği ve entegre edildiği (kurumsal mimari) dikkat edilmesi gereken bir husustur. Bazı verilerin 3D BIM grafik veri modelinden üretilirken bazı veriler BIM destek verileri ile üretilir (bkz. Şekil 4.30).



Şekil 4.30. 3D BIM grafiksel veri modeli ve BIM proje destek modeli

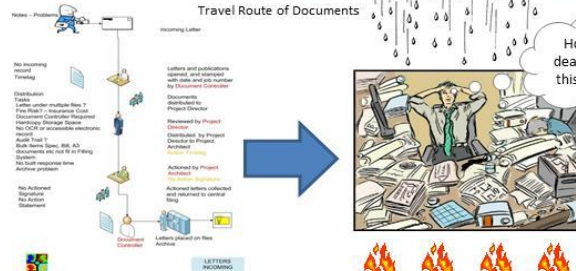
Bu araştırmanın sonucunda araştırmacının John McCall Mimarlık için bir veri tabanı geliştirmesi gerektiğine karar verilmiştir. Bu sayede, belgelerdeki verilerin kullanımına geçiş başlamıştır. Ayrıca, proje verilerini daha iyi saklamak için çeşitli elektronik belge yönetim sistemlerinin uygulamaya koyulmuştur (bkz. Şekil 4.31).

A3 Analysis – Scanning of Incoming Mail

Background

JMA operates a traditional method of dealing with letter etc.

Current Situation



Analysis / Existing Problem

- One letter may need filing under several topics - Multiple filing requires photocopies
- Hardcopy is venerable, (loss, flooding, fire)
- Hardcopy requires storage space and time is taken by the director review

Goals

Reduction in paper costs & staff time – no need for photocopies for multiple readers. They simply look at the screen image.

Improved productivity – with information at their finger tips fee earners don't waste time looking for files. It's amazing the difference the absence of clutter makes.

Reduced telephone costs – when a client telephones you can take the call knowing all information is available to you at the click of your mouse. How often now do you need to call back when you've found her file?

Improved Level of Service – the hidden route to profitability. Simply providing a more efficient service leads to more business from existing customers & referrals leading to new customers.

Reduced storage costs – simply by scanning incoming documents and either shredding the originals or returning them to the sender. Those originals that you do need to retain being very much the exception.

Knowledge Transfer Partnerships

New procedures to comply with BSI Code of Practice !!!!

0008:2004, 0008:3, 2005, 0008:2:2005, consider Sarbanes – Oxley Act 2002 'Public Company Accounting Reform and Investor Protection Act'



Archiving Hardcopy

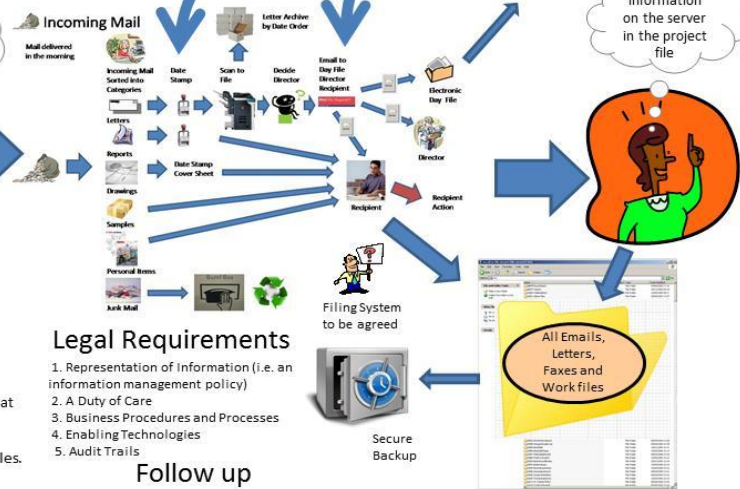
Company	John McCall Architects
Date	30 Nov 2010
For Info	CU PM DS TJ
For Action	

File Name date and Number



Secure Backup

Future State



Legal Requirements

- Representation of Information (i.e. an information management policy)
- A Duty of Care
- Business Procedures and Processes
- Enabling Technologies
- Audit Trails

Follow up

- Document Process
- Test on pilot project
- Train reception staff
- Train all JMA staff
- Monitor process and apply corrective preventive action as necessary

Please note this proposal is not an electronic managements system it does track documents!!!

This project will

Issue	Yes	Lean Waste Addressed
Improve Safety	Yes	Primary Objective
Improve Morale	Maybe	
Improve Cost	Yes	Reduces Inventory
Improve Quality	Yes	Primary Objective
Improve Delivery	Yes	Removes Motion and Waiting
Reduce Waste	Yes	Removes Overprocessing
Releases desk space	Yes	
Secure Electronic Record	Yes	

By Paul Coates November 2009.

Şekil 4.31. Elektronik belge yönetimi için kullanılan sistem: A3 analizi

Veri tabanının geliştirilmesine dair tüm süreç ve kavramlar bir A3 sayfasında belgelenmiştir. John McCall Mimarlık için geliştirilen veri tabanının yapısı gösterilmiştir (bkz. Şekil 4.32). BIM, elektronik formatta olan verilere dayanır. Buna yönelik veri tabanlarının geliştirilmesi için gerekli programlamaların pek çok küçük mimari uygulamaya entegre edilmesi muhtemel değildir.



A3 Analysis – Change to Database

Background

- . Items of Data are distributed through many none connected files
- . Items of data maybe difficult to locate
- . Data many not be consistent across files
- . Review of data from multiple projects is difficult
- . Time is wasted searching for information

Current Situation



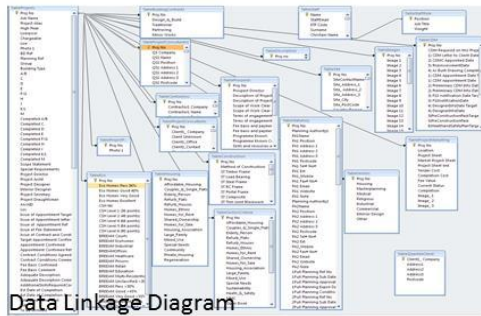
- Job Number
- Job Name
- Project Architect
- Email Address
- Project Location
- Project Start Dates
- Project Description
- Project Costings
- Project Sectors

Some of the common items of data.

- . Multiple files and file type containing common data
- . Simultious searches of multiple projects is not possible.
- . Projects are delayed from archive because important data would be more difficult to find.
- . Time is spent searching for historic information for future Marketing and submissions.

Analysis

- . The primary key that links the different data together is the project number.



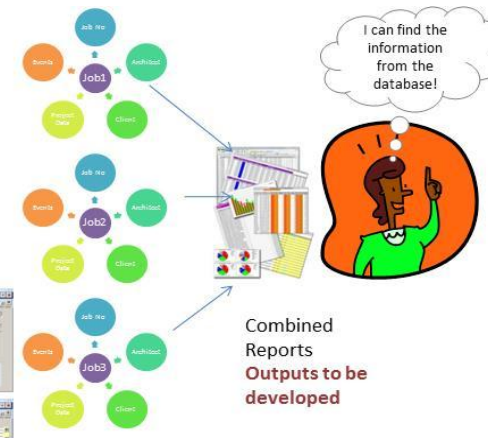
Data Linkage Diagram

- Goals**
- . To make data more consistent
 - . To make data easier to find, save time and money
 - . To make multiple project review possible
 - . To flag up error and omissions in data
 - . To keep critical project data available even after the project is archived

Knowledge Transfer Partnerships

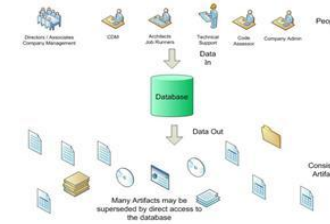


Future State



Jobs in the Database

Examples of Database Input Screens



Follow up

- . Program Test – Debug Bug
- . Report Design
- . Possible future Development.

This project will:

- . Improve Safety **Yes**
- . Improve Morale **Maybe**
- . Improve Cost **Yes**
- . Improve Quality **Yes**
- . Improve Delivery **Yes**
- . Reduce waste **Yes**



By Paul Coates October 2009.

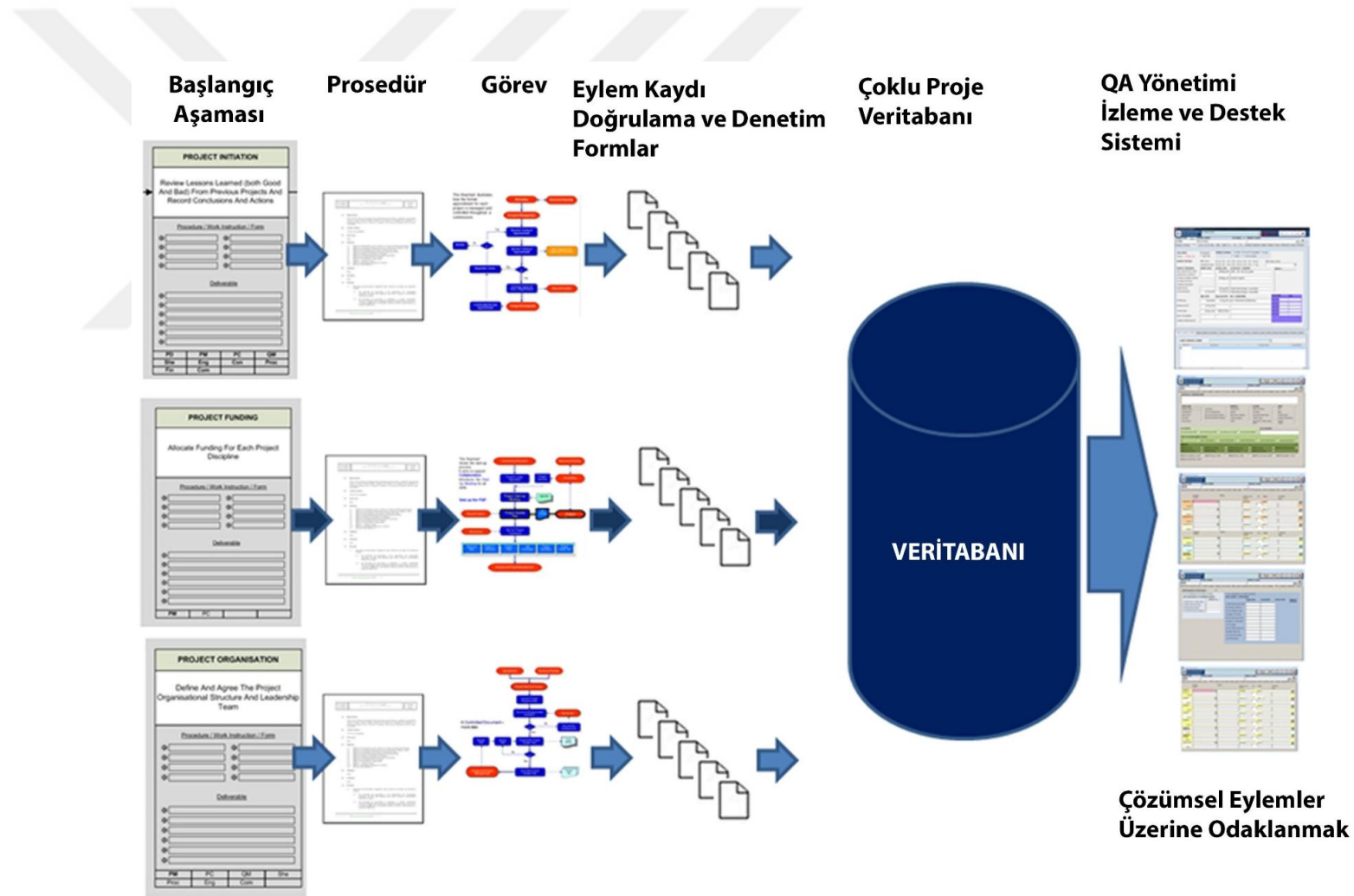
Şekil 4.32. Proje veri tabanının geliştirilmesinin gerekliliğini gösteren A3 sayfası

John McCall Mimarlık'ta kullanılacak gerçek veri tabanı için üç farklı tipte veri modeli üretilmiştir. İlk olarak, veri gereksinimleri başlangıçta kavramsal bir veri modeli olarak kaydedilmiş bu veriler, personeller ve şirket yöneticileri ile yapılan görüşmelerden oluşmuştur. Bu kavramsal model daha sonra veri tabanlarında uygulanabilecek verilerin yapılarını belgeleyen bir mantıksal veri modeline dönüştürülmüştür. Ardından, verileri düzenleyen erişim, performans ve depolama ayrıntılarını içeren fiziksel bir veri modeli oluşturulmuştur. Veri modellemesi sadece veri elemanlarını değil, veri yapılarını ve aralarındaki ilişkileri de tanımlar. Ayrıca, bir çalışma zamanı motoru da kullanılmalıdır, çalışma zamanı motoru veri tabanının da yer alan tüm uygulama birimlerine aynı anda erişilmesini sağlar.

Aşağıdaki nedenlerden dolayı John McCall Mimarlık'ta veri tabanı geliştirilmiştir.

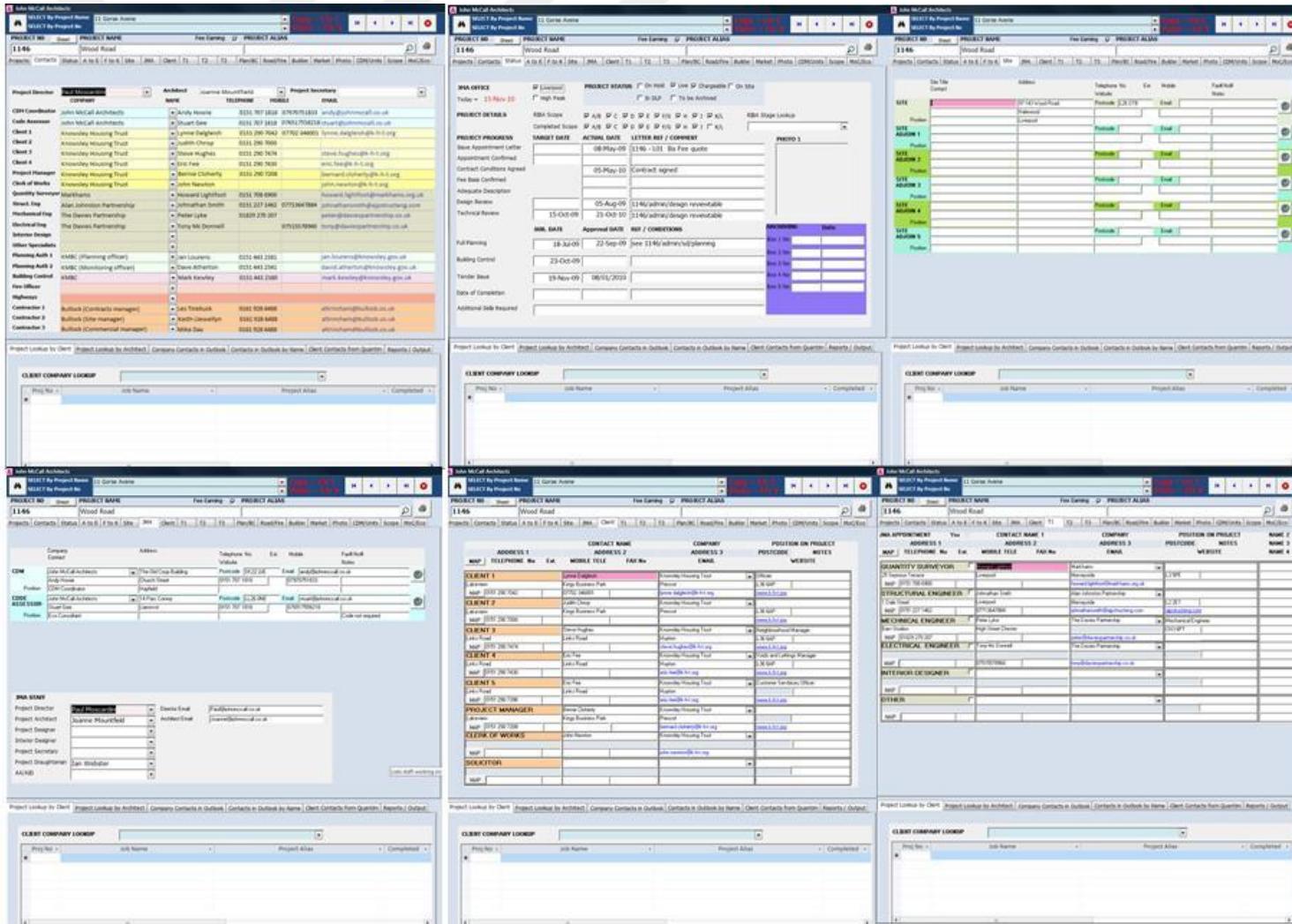
- Projeler hakkındaki tüm önemli bilgiler standartlaştırılmış bir biçimde saklanabilir.
- Belirli bir türden projeyi bulmak için veriler araştırılabilir ve projelerde filtrelenebilir.
- Böylece yöneticiler projeleri kolayca izleyebilir ve olağanüstü gereksinimlerden haberdar olabilirler
- Diğer proje verileri arşivlendikten sonra bile üstlenilen projelerin tarihi bir kaydına sahip olunabilir.
- E-posta işlemini otomatikleştirmek için iş adları ve proje numaraları otomatik olarak e-postalara dahil edilir.

Veri tabanının bir amacı, merkezi ve kaliteli bilgi kaynağı sağlayan bir sistem geliştirmektir (bkz. Şekil 4.33). John McCall Mimarlık'da geliştirilen veri tabanı gösterilmektedir (bkz. Şekil 4.34).



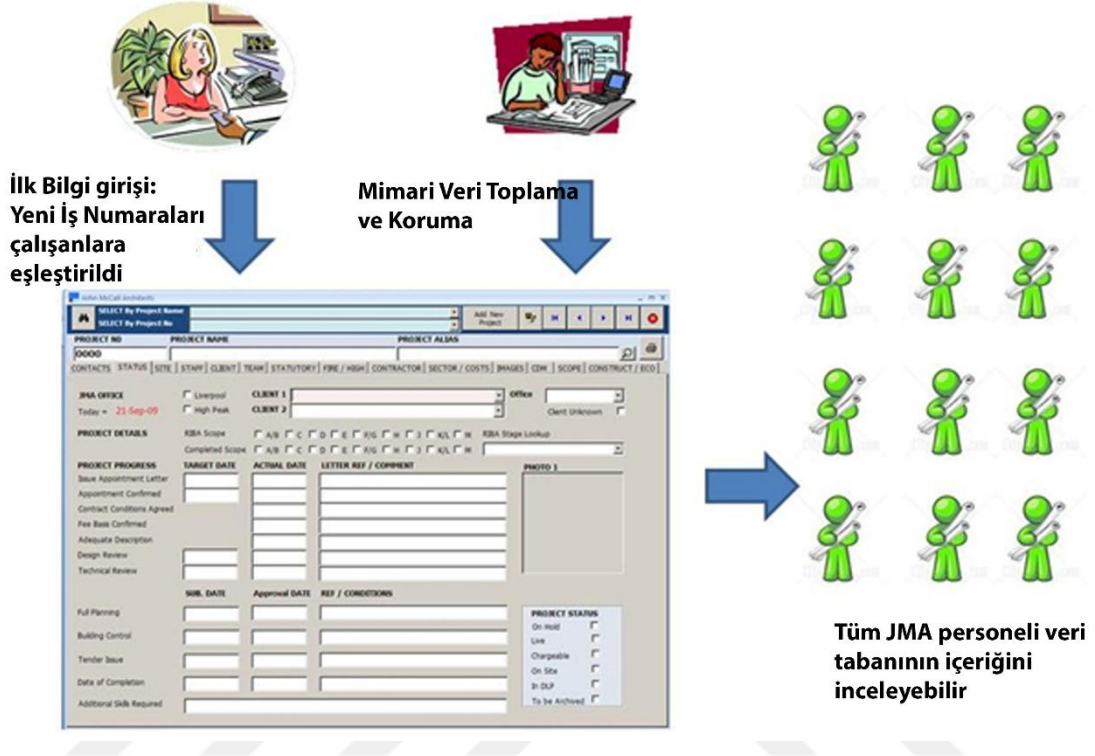
Toplanan her türlü bilgi sadece bir kez toplanır - İzlenen tüm görevler ve eylemler

Şekil 4.33. Kalite bilgisini korumak için kullanılan bir veri tabanı işleyiş örneği



Şekil 4.34. John McCall Mimarlık’da gerçekleştirilen veri işleme analizi sonucunda geliştirilen proje veri tabanı

John McCall Mimarlık'ın çalışanlarına veri tabanı ile ilgili çeşitli sunumlar yapılmış olan, veri tabanını kullanırken çalışanların sorumlulukları açıklamak için kullanılan slaytlardan biri gösterilmektedir (bkz. Şekil 4.35).



Şekil 4.35. John McCall Mimarlık'ta geliştirilen veri tabanından girdilerin ve çoklu çıktıların bir diyagramı

Geliştirilen veri tabanına MS Exchange sunucusu entegre edilmiş, bu sayede e-postaların veri tabanından alınmasını ve yönetilmesini sağlanmıştır. Geliştirilen veri tabanı ile John McCall Mimarlık'ta tek bir veri ortamına var olan tüm bilgileri entegre etmek için planlar geliştirilmiştir (bkz. Şekil 4.36).

A3 Analizi-Tek bir veritabanına doğru hareket et

Arkaplan

- Veriler bağlantılı olmayan veritabanından dağıtılır
- Verileri bulmak zor olabilir
- Veriler kendi aralarında tutarlı olmayabilir
- Birden fazla projeden elde edilen verilerin incelenmesi zordur
- Zaman bilgileri aramak için harcanıyor



Mevcut durum- Veritabanı

Hedef 4



Hedef 1



Hedef 3



Hedef 4



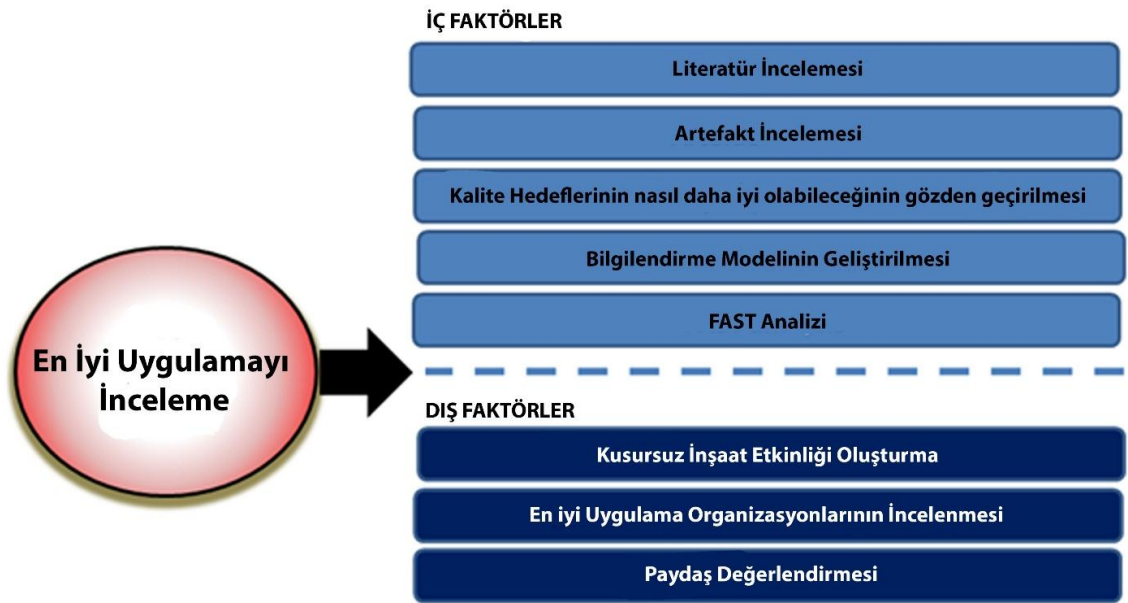
By Paul Coates Aug 2010

Şekil 4.36. John McCall Mimarlık'daki tüm verilerden tek bir veri tabanı ortamı oluşturulması

John McCall Mimarlık'ın araştırmasının ardından, Dr. Coates BIM grafik araçlarından üretilen IFC verileri kullanılarak ve görselleştirilerek geliştirilmiştir. Gelecekteki BIM'in, bir dizi ilgili etkinleştirme teknolojisiyle entegre bir veri yönetim sistemine dönüşeceğini düşünmektedir.

4.1.1.9. Mevcut En İyi Uygulama ve Fayda Analizini Belirlemek

En iyi uygulama, diğer araçlarla elde edilen sonuçlardan daha üstün sonuçlar göstermiş olan bir yöntem veya tekniktir. En iyi uygulama, şirketlerin elde etmek isteyebileceği aspirasyon ölçütüdür. En iyi uygulamanın avantajı, genellikle üstün uygulamaların organizasyon içinde geliştirilmesidir, ancak rekabet bilincini benimsedikleri için başka kuruluşlarla paylaşmazlar. Yalnızca kuruluşlar arasında personel transferi en iyi uygulamanın paylaşıldığı yerdir. Jhon McCall Mimarlıkta en iyi uygulamayı daha iyi anlamak için çeşitli stratejiler geliştirilmiştir (bkz. Şekil 4.37).



Şekil 4.37. En iyi uygulamayı belirlemek için benimsenen yöntemler

4.1.1.9.1. En İyi Uygulama ve Fayda Analizini Belirlemek İçin Yapılan Literatür Taraması

BIM uygulamasının bir parçası olarak gerçekleştirilen literatür taramasının çoğu, bu tezin ikinci bölümü ve üçüncü bölümünde yer almaktadır. Bunlar en iyi uygulamaların birçok yönünü içermektedir. En iyi uygulama ISO 9000 ve ISO 14000 gibi kalite yönetim standartlarının bir sonucudur. ISO 9001 2008 belgeleri kalite sistemi

gereksinimlerini belgelemektedir. John McCall Mimarlık, ISO 9001 standardını kullanmıştır.

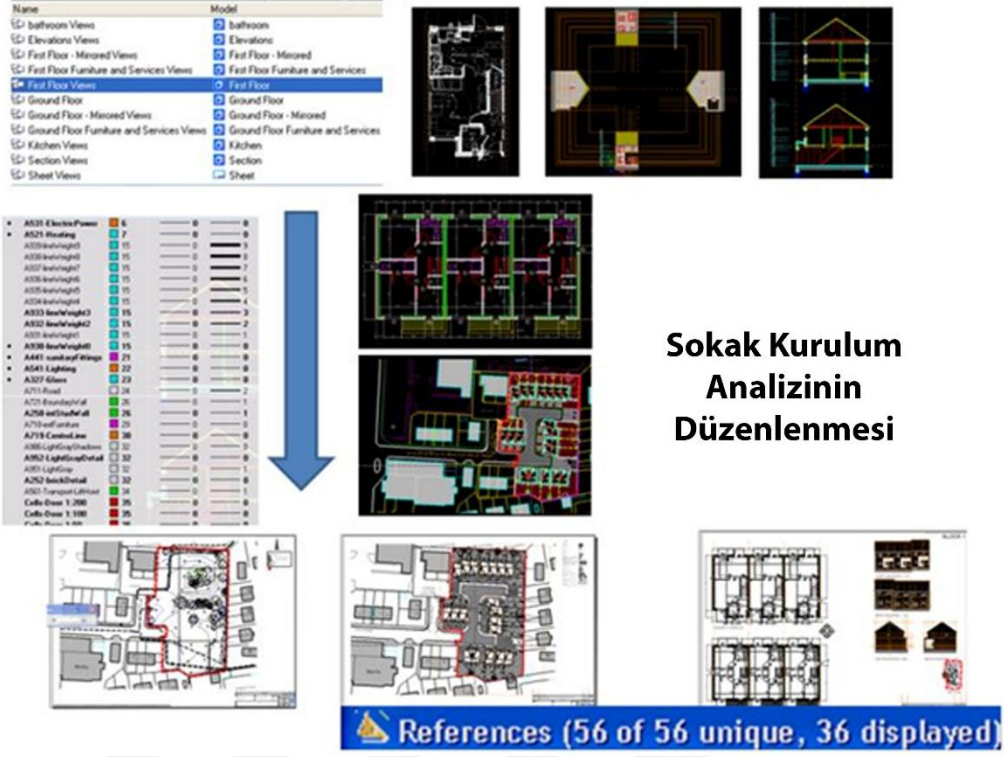
4.1.1.9.2. Proje İncelemesi

Mimari pratiğimizin ne olduğunu anlamak için ürettiğimiz projeye bakabiliriz. Geleneksel yöntemlerle gerçekleşen uygulamada, veri tabanlı olmayan bir dosya tabanlı sistem kullanıyor. Ayrıca geleneksel süreç içerisinde CAD kullanımını genellikle grafik üretiminin neredeyse ana aracıdır. Bir projenin yapısı üretim şekli ve içerik yapısı ile bir çok özelliğe sahiptir.

Projeler aşağıdaki özellikler ile tanımlanabilir:

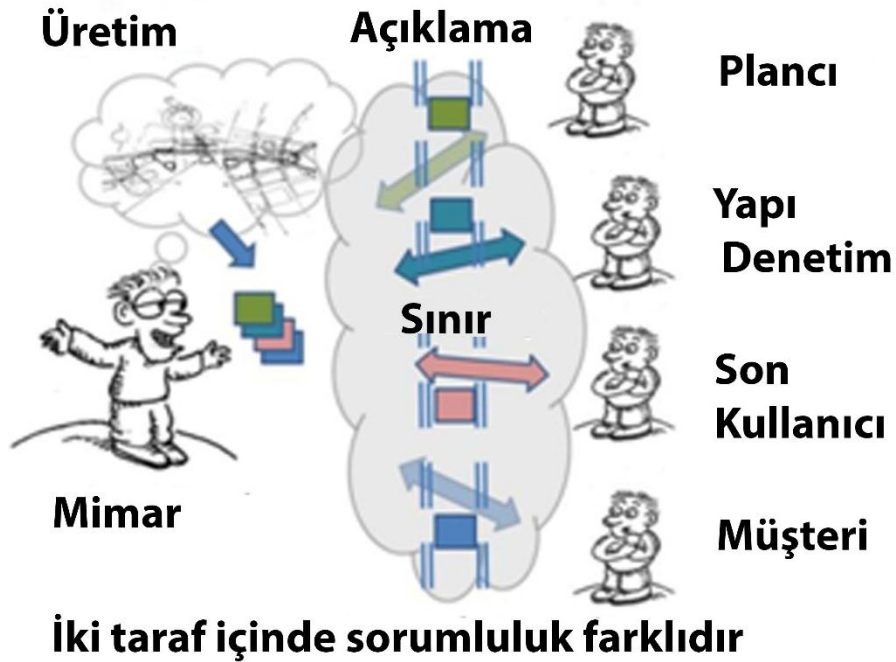
- a) Fiziksel veya sanal form
- b) Raf Ömrü ve etki süresi
- c) Doğruluk
- d) Tarafsızlık (bir meseleyi ele almak) ve amaçlara uygunluk
- e) Bir İçerik Oluşturucu veya Geliştirici
- f) Algılanan alıcı ve iletişim Yöntemi
- g) Kodlar ve Standartlar
- h) Yaratılış kolaylığı
- i) Sorumluluk
- j) Basamak taşı olarak işletmek
- k) Bağımsız Değer

Aşağıda, John McCall Mimarlık'taki Edith Caddesi için tasarlanan proje çizimlerinin ürün incelemesi gösterilmektedir (bkz. Şekil 4.38).

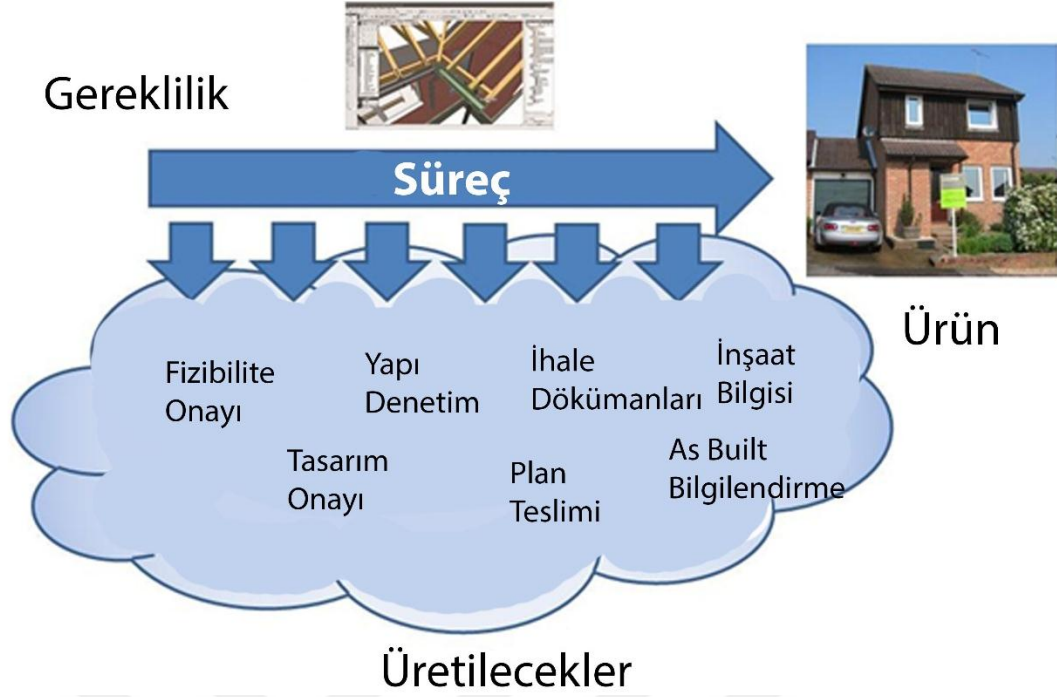


Şekil 4.38. Edith Street Projesinin proje incelemesi kayıtları

Projeler, farklı grupların ortak görevlerde işbirliği yapmasına izin verir (bkz. Şekil 4.39 ve 4.40). Disiplinler arası proje iş birliği için belirli sınırlar vardır. Bu sınırlar birbirleri ile etkileştiği alanları temsil eder (Aldrich & Herker, 1977).



Şekil 4.39. Farklı taraflara farklı model çıktıları sağlayan mimar figürü



Şekil 4.40. Mimari proje sürecinde ortaya çıkan ürünler

John McCall Mimarlık'da üretilen projelerin yapım aşaması; geçmiş tarihli projelerin gözden geçirilmesini ve şirket içinde çalışan mimarlarla proje süreçlerini tartışmayı içermiştir. John McCall Mimarlık'da oluşturulan ve tanımlanan projeler; modeller, eskizler, örnek panolar, videolar, çizimler, faturalar, taslaklar ve iş planları, belgeleri (bkz. Şekil 4.41), bina kontrolleri, CDM gönderimleri, sözleşmeleri içeren, manuel olarak veya bir dizi bilgisayar programı ile üretilmiştir.



Şekil 4.41. John McCall Mimarlık tarafından CAD kullanılarak üretilen tipik bir planlama seti

Bu nedenle BIM, yeni BIM uyumlu programlar olmadan tam olarak benimsenmeyebilir. Üretilen eserlerin formatı ve içeriği müşteriler tarafından belirlenir. Bunlar, BIM bilgi yönetim sistemine dahil edilmesi gereken özelliklerdir, bu sayede projeler BIM'e uygun bir şekilde yönetilebilir.

Mimarlar proje tipi üretir:

- Müşteri isteği üzerine geliştirilen projeler
- İnşaatı ve başkalarının çalışmalarını kolaylaştırmak için geliştirilen projeler

Birden fazla disiplinin birlikte daha verimli çalışmasını sağlamak BIM'in belirttiği rollerinden biridir. Arno Schlueter, mimarların BIM yöntemlerini benimseme konusundaki en büyük engelinin BIM'in mühendislik firmaları gibi diğer endüstri ortakları tarafından geçici olarak kullanılması olduğunu öne sürdü (Schlueter & Thesseling, 2009). Bir proje, modellendiği zaman, BIM'in uygun bir şekilde uygulanıp uygulanmadığını ve modelin diğer disiplinler tarafından etkin bir şekilde kullanılıp kullanılmadığı ölçülebilmektedir.

Tablo 4.1. BIM ve akıllı BIM eserler arasındaki farkları göstermektedir

Projeler	BIM Kullanılmayan Projeler	BIM Kullanılan Projeler	Akıllı BIM Projeleri
Fizibilite Raporu	Eskizler ve basit maliyetler	Kütle modeli, temel maliyetler	Karar destek sistemi ile iki yönlü model ve maliyet bilgisi
Ön Tasarım	Sketchup modeli, materyal listeleri ve maliyetler	3d veri tabanı, malzeme ve maliyetler	Multidisipliner iş birliği ile oluşturulan akıllı modeller
Final Tasarım	Eskiz modeli ile oluşturulan ana planlar, malzeme listesi ve maliyetler	3d veri tabanı, malzeme ve maliyetleri	Akıllı geri bildirimle sahip Multidisipliner işbirlikçi modeller
Plan Tasarımı	2d projelerden oluşan CAD çizimleri, çizimlerde belirtilen malzemeler	3D veri tabanı, alan hacimleri ile gereksiz bilgilerin kaldırılması ile oluşan malzeme maliyetleri	Sanal gerçeklik ile gözden geçirilebilen modeller
Detay Çizimleri	2d temsiller ve anahat özellikleri, daha detaylı planlar	3d veri tabanı - ayrıntılar ve 2d'de detaylar, veri tabanından doğrudan oluşturulan planlar	Sürdürülebilir ürün veri tabanına direk bağlantı
Ürün Özellikleri	2d projeler ve tam şartname, planlar ve detaylar	3d veri tabanı tüm içerikte tutarsızlıklarda azalma	3d veri tabanı - 3d tüm bilgiler, modelden doğrudan elde edilen projeler
İnşaat Dökümanları	2d projeler, şartnameler, tam detaylar ve uygulama projeleri için üretilen planlar, kesitler, üç boyutlar ve detaylar	Yüklenici tarafından kullanılabilir 3d veri tabanı	İnşaat sırasında kullanılacak her detayı içeren 3d veri tabanı ve yapım yöntemi modeli
As Built Çizimler – Yapım Döngüsü Bilgisi	2d projelere göre yapılan inşaat döngüsü	3D veri tabanına göre yapılan inşaat döngüsü	Akıllı tanımlanabilir nesnelere oluşturulan bakım bilgileri ve inşaat döngüsü

BIM'i benimserken eski BIM sistemine ait olmayan eserleri tanımlamak ve akıllı BIM eserlerine geçişlerini yönetmek önemlidir. Bunun bir örneği bir planlama uygulamasıdır. BIM kullanarak ilk planlama uygulamasını yaparken öğrenilen dersler,

sonraki projelerdeki planlamalara aktarılmalıdır. İdeal olarak, bu gelişim sürecinin bir parçası olarak, her müşterinin kendi özel ihtiyaçlarını anlamak için görüşülmesi gerekir.

4.1.1.9.3. Kalite Hedefleri Daha İyi Nasıl Gerçekleştirilebilir?

Mevcut uygulama sorularını belirlemek için “John McCall Mimarlık’ın yeni yöntemler ve teknolojiler kullanarak nasıl daha iyi bir ürün geliştirebileceği “ sorusu sorulmuştur. Sorulan soruları, ISO 9001 kalite standartlarında belirtilen kriterler takip etmiştir. Sorulan sorular ve verilen cevaplar aşağıda listelenmiştir (bkz.Tablo 4.2).

Tablo 4.2. John McCall Mimarlık’da BIM’e geçiş ile daha iyi kalite hedeflerinin nasıl elde edilebileceğini belirten soru cevaplar yer almaktadır

Sorular	Cevaplar
BIM, projelerin zamanında teslim edilmesini sağlayabilir mi?	Gecikmeler, Mimari üretim ve diğer disiplinlerle koordine edilir. Multidisipliner çalışmanın getirdiği olanaklar sayesinde ve tek bir 3 veri tabanının sunduğu bütünsel zamanlama ile proje teslimleri kontrol altına alınabilir.
Projelerin BIM’in kullanımı ile en az maliyete ulaştırıldığından nasıl emin olunabilir?	Temel düzeyde BIM modellerinde bina maliyetleri projelerde kullanılan akıllı nesnelere sayesinde tahmin edilebilir. BIM modelleri, malzeme faturaları üretme potansiyeline sahiptir.
Projelerde BIM’i kullanmak neden daha akıllıca bir seçim olur?	Projelerin daha gerçekçi olmasını sağlamak, gözetilmesi gereken ihtiyaçların hepsine cevap verir nitelikte olması ile ilgilidir. Bu, BIM modelinden çıkan her verinin kontrol edilebilir dayanakları olması ile de belirlenebilir.
John McCall Mimarlık, BIM’i kullanarak müşteri ile nasıl daha iyi iletişim kurabilir?	Müşteriler geleneksel mimari çizimleri okuyamayabilir. Ancak BIM 3D modellerini kullanarak belirli tasarım sorunları daha kolay ifade edebilir ve müşteri için daha anlaşılır hale gelir.
Eylem yoluyla nasıl yeni süreç haritaları ve sistem yaklaşımı geliştirilir?	Mimari üretim süreci, çok çeşitli ihtiyaçları, kriterleri ve düzenleyici gereksinimleri karşılayan karmaşık bir faaliyettir. Soruşturma yoluyla KTP’nin bir parçası olarak ele alındığında, genel süreci ve karşılaşılan sorunların çoğunu ortaya çıkarmak mümkün olur.
Şirketin mimarları ve teknik personeli yeni BIM projelerine entegre edilebilir mi?	Eğitimler sayesinde şirket standartlarının geliştirilmesi ile sağlanabilir.
Yeni kullanıcı olan personeller nasıl eğitilebilir? Süreçler nelerdir?	Eğitimde ekran grubu sistemi kurularak sürecin gelişimi sağlanabilir. Aynı zamanda oluşturulacak kılavuzlar sayesinde süreç daha anlaşılır hale gelebilir.
Geçiş kabul için bir karar verme süreci nasıl geliştirilir?	BIM, hem mimar hem de diğer disiplinler için daha akıllı bina analizine izin verir.
Tedarikçi ilişkileri nasıl geliştirilebilir?	Tedarikçi ilişkilerini geliştirebilecek BIM kullanıcı grubu etkinlikleri artırılarak yapılabilir.
BIM entegre olduğunda sürekli bir iyileşme süreci nasıl gerçekleşir?	BIM inceleme komitesinin kurulması ile gerçekleşebilir.

Tablo 4.25 (devam)

BIM kabulüyle sözleşme süreci değiştirilmeli midir?	Bir projenin başlangıcında gereksinimler doğrultusunda BIM protokollerini belirlemek gerekebilir.
Sorular	Cevaplar
BIM'in kabulü ile kontrol süreci nasıl gerçekleşmiştir?	Tasarım kontrolünde ortaya çıkabilecek sorunlar; kavramın gelişiminin kontrolü ve kısaca belirtilen ve algılanan ihtiyaçların karşılanması. Projeye uygun inşaat yöntemlerinin kullanıldığına dayalı teknik kriterler.
Kontrol süreci, BIM'in kabul edilmesiyle değişmeli mi?	BIM'in temel kavramlarından biri, birleşik bilgi veri tabanı. Veri tabanı işleyiş sistemi yapısı ile kontrol süreçleri tamamı ile değişmelidir.
BIM'e geçişte satın alma sürecine kimler dahildir ?	Geleneksel tasarım yöntemlerine fark ile sistemin bütünleşik yapısı sebebi ile proje ekibi ve şirket danışmanlarının yanı sıra müşteriler de satın alma sürecine dahildir.
BIM ile proje yapım ve süreç takip süreci için prensipleri nelerdir?	Herhangi bir kalite sisteminin önemli parçası denetim yoludur, proje yapım sürecini takip için denetleme gereklidir. Bu, bilginin denetim sistemi tarafından ortaya çıkarılan hataların kaynağa kadar izlenmesini sağlar. Denetim yolları birçok farklı formatta saklanan birçok farklı bilgi türünden oluşabilir.
BIM ile uyumsuz ürün sürecinin kontrolü nasıl yapılır?	BIM modellerinde program yapısı sayesinde bilgiler kontrol edilirken ortaya çıkan yanlışlıklar kolaylıkla yenilenebilir.
BIM'de bilginin etkili aktarımı nasıl geliştirilebilir?	Bilginin etkili aktarımı, yerinde bir BIM protokolüne sahip olmaya bağlıdır.

4.1.1.9.4. Bilgi Modelinin Geliştirilmesi, Bilgi Yapılandırması ve Uygunluk

Proje bilgilerinin nasıl oluşturulduğu, kullanıldığı ve saklandığı hakkında farklı kavramlar ve taksonomiler mevcuttur. John McCall Mimarlık BIM'e geçiş süreci öncesi elektronik proje bilgilerini kısıtlı bir ağ sunucusunda veya basılı bir bilgisayarda saklanmıştır. John McCall Mimarlık FTP (FILE TRANSFER PROTOCOL) sunucusu dışında sunucudaki bilgilerin hiçbiri resmi bir sorun olmaksızın harici tarafların erişimine açık değildir. Bilgi e-posta eki veya CD'de verilmiş, bu belgeler personeller tarafından çeşitli şekillerde kaydedilmiştir. FTP sunucusu, taraflara, John McCall Mimarlık'ın FTP sunucusuna yerleştirilen büyük dosyaları yüklemek ve indirmek için gerekli erişim ayrıcalıklarına sahip olmalarını sağlamıştır.

John McCall Mimarlık'daki birincil sınıflandırma proje numarası olmuştur. Bilgi, bilgisayar ağında yada bilgisayar ağının dışında olup olmadığına göre sınıflandırılmış, ayrıca kendine özgü ofis dosyalama / numaralandırma sistemini de kullanmıştır. John McCall Mimarlık'da tüm bilgilerin bilgisayar ağında kalmasını sağlamak için basılı

kopya olarak alınan proje bilgileri taranarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Tüm bilgilerin bilgisayar ağına taşınması bilgilerin yedeklenmesini sağlamıştır.

Ağdaki bilgilere, tüm çalışanlar için kolayca erişilebilir olmuş, ayrıca sunucunun muhasebe bölümü erişimi kısıtlamış olmasına rağmen personel, sunucudaki bilgilere hem ofiste hem de VPN (sanal özel ağ) bağlantısı üzerinden uzaktan erişebilmiştir. John McCall Mimarlık tarafından benimsenen dizin yapısına bakarsak, projeler, numaraları ve isimlerine göre kategorize edilmiştir. Bu sayılar ve isimler John McCall Mimarlık'a özgüdür. Projelerle ilgili bilgiler, çeşitli işlevler sunan çeşitli veri tabanlarında da saklanmış, bu veri tabanlarına yine tüm personel üyeleri tarafından erişilebilmiştir.

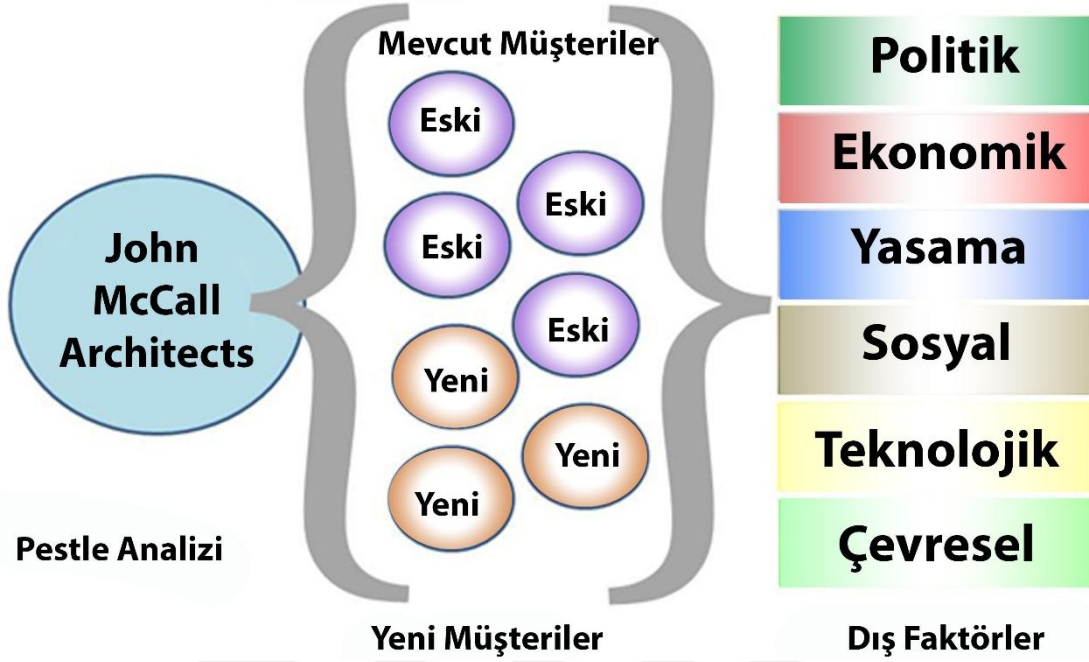
4.1.1.9.5. SWOT ve PESTLE Analizi

SWOT (Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar ve Tehditler) (bkz. Şekil 4.42) ve PESTLE (Siyasi, Ekonomik, Sosyal, Teknolojik, Yasal ve Çevresel faktörler) raporları, BIM'e uyarlanarak John McCall Mimarlık'da geliştirilmiştir. Bunlar iş analizine yönelik yaklaşımlardır. Buradaki önemli konu, bu analizin hem mevcut hem de yeni müşterileri (bkz. Şekil 4.43), iç ve dış faktörleri dikkate alması gerektiğidir.



Şekil 4.42. SWOT analizinin alanları

Müşterilerin değişen ihtiyaçlarını tanımlamak için gözden geçirilecek alanlar



Şekil 4.43. PESTLE analizinde ele alınan konuların bir diyagramı

SWOT analizi, aşağıdaki nedenlerden dolayı BIM uygulamasının bir parçası olarak yapılmalıdır:

- SWOT analizi, BIM uygulama projesinin bütünleşmesi gereken zeminini oluşturacak iş faktörlerini göstermektedir.
- SWOT analizi, işletmeyi etkileyen iç faktörlerin yanı sıra dış faktörleri de içerir.
- SWOT analizi, uygulama yapısı, süreçleri ve BT'deki değişiklikleri dikkate almaktadır.
- SWOT analizi, kuruluşun daha bütünsel bir görünümünü vermektedir.
- SWOT analizi, BIM uygulamasını gerçekleştirirken geriye atıfta bulunacak bir referans oluşturacaktır.
- Öte yandan PESTLE analizi sadece dış etkenlere odaklanır.

4.1.1.9.6. En İyi Uygulama Organizasyonlarının İzlenmesi

İngiltere'de, RIBA, CPD (sürekli mesleki gelişim) programı ile mimarlara ve mimarlık pratiğine yönelik en iyi uygulamaları yayma sorumluluğunu üstlenmektedir. 2012 yılında RIBA, İngiltere'nin çeşitli yerlerinde iki buçuk saatlik BIM CPD seansları

düzenlemekteydi. İnşaat sürecinde disiplinler arasında en iyi uygulamayı teşvik eden İngiltere’de bir kuruluşur (bkz. Şekil 4.44).

En İyi Tasarım Uygulamalarını Geliştirmek için BIM'in Uygulanması Kullanımı

Twilight Seminar
Monday 22th February 2010
16.30 - 18.30
CUBE, Manchester

En İyi Tasarım Uygulamalarını Geliştirmek için BIM'in Uygulanması Kullanımı

GREEN Twilight Seminar
Tuesday 4th May 2010
16.30 - 18.30
Venue: milkandsugar, The Tea Factory, 82 Wood Street, Liverpool L1 4DQ

University of Salford
A Greater Manchester University

Şekil 4.44. BIM’in benimsenmesi hakkında verilen en iyi uygulama etkinlikleri için ilanlar

Daha yakın zamanlarda BIM Hub’ları, insanlar ve kuruluşların BIM’i daha iyi anlamalarına yardımcı olmak için İngiltere’de kurumuşur BIM’i benimseme gelişmelerine faydalı bir bakış açısı sağlamıştır.

4.1.1.9.7. En İyi Uygulamayı Görmek İçin Şirketlerin Ziyareti

John McCall Mimarlık için BIM’in en iyi uygulamalarını araştırmanın bir parçası olarak, 2007 yılında Finlandiya’da Sennate Properties “BIM yetki merkezi” kurulduğunda Helsinki’yi ziyaret etmesi kararlaştırılmıştır. Finlandiya, BIM kullanımında lider olarak görülmektedir. Hem hükümet hem de operasyonel seviyelerde net bir BIM uygulaması vizyonu vardır. Ziyaretler yazılım satıcısı Tekla, Solibri, Riqq Innovations’ı içermektedir. Bu organizasyonları ziyaret, BIM vizyonlarını ve BIM ile ilgili problem olarak görülen hususları anlamayı sağlamıştır. Aynı zamanda görüşmeler

Aalto Üniversitesi olarak bilinen Helsinki Üniversitesi'nde, BIM eğitimi gören ve geliştiren akademisyenlerle de gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerde her şirket için aynı bakış açısı kullanılmamıştır çünkü her bir şirket ve kurumun BIM konusunda benzersiz bir deneyimi ve kullanımlarında farklı bakış açıları vardır. Görüşmelerde standart bir sorgulama yapılmaması, şirketlerin BIM deneyimlerindeki özgünlüklerini yakalamak için, ancak, tüm görüşmeler aynı amaç ve hedef içeriğinden oluşmuştur.

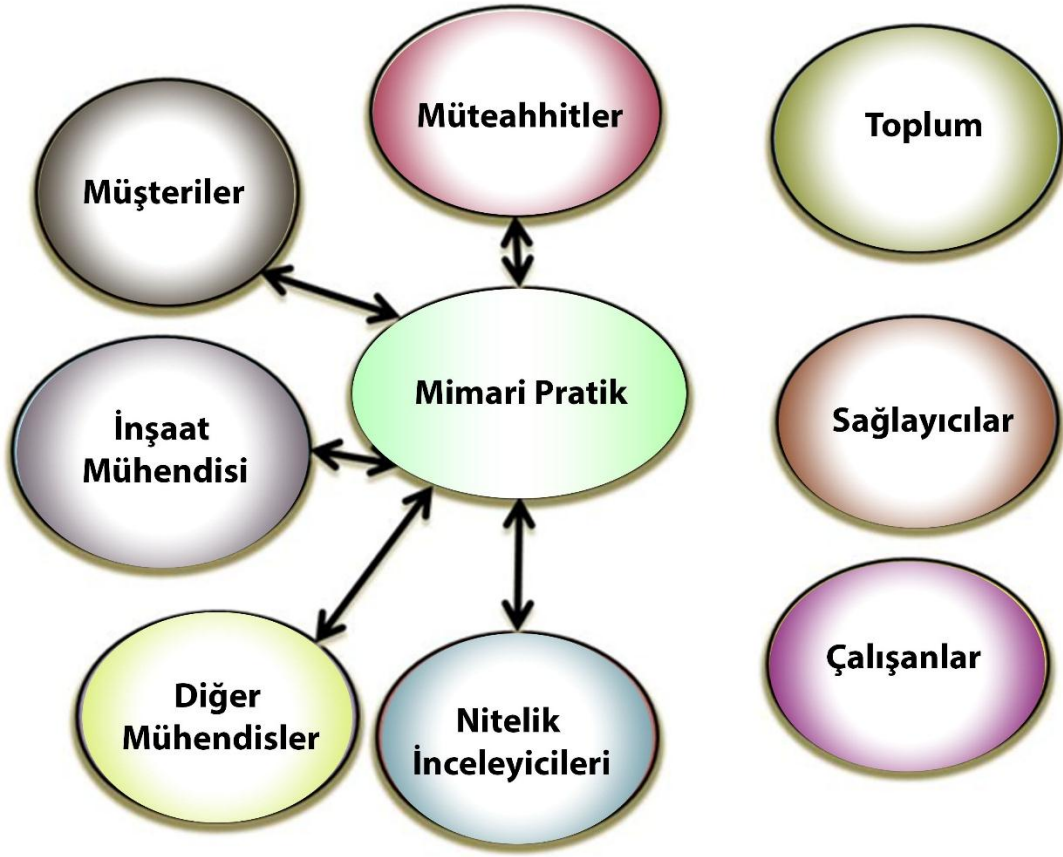
Ayrıca ziyaretin bir parçası olarak Helsinki Müzik Merkezi -Musik Kitalo'nun Fince incelenmiştir. Bu, sahada inşa edilen büyük bir BIM projesidir (bkz. Şekil 4.45). Yüklenici bakış açısıyla projede kullanılan BIM sistemi anlatılmıştır. Bunun sonucunda, Finlandiya'da yaygın olarak kullanılan yazılım araçlarının İngiltere'de yaygın olarak benimsenen yazılımlar ile aynı olmadığını ortaya çıkmıştır. Projede BIM araçları sahadaki sorunları çözmek için kullanıldığı belirlenmiştir. Fin mühendislik firması Vahanen, Helsinki Müzik Merkezi'nin tasarımı ve yapısal planlaması için Allplan yazılımını kullanmıştır. Tüm havalandırma sistemlerinin tasarımından sorumlu olan Granlund Oy, MagiCAD'in entegre ses hesaplamalarını kullanmıştır.



Şekil 4.45. Helsinki Müzik Merkezi yapım aşamasındadır.

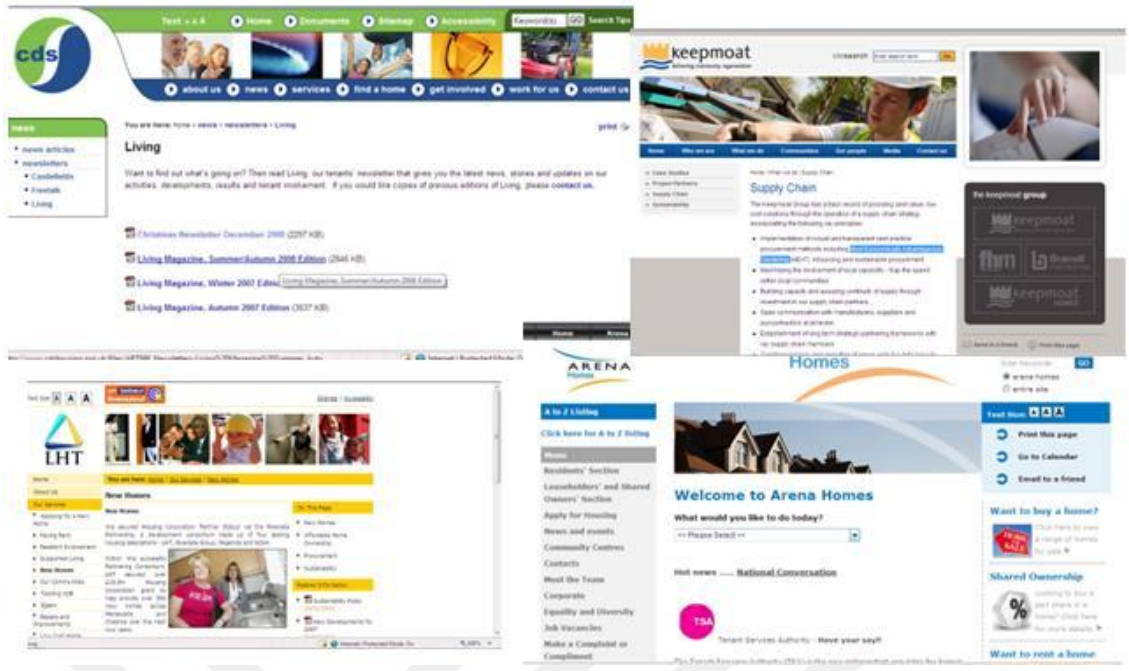
4.1.1.9.8. Paydaş Değerlendirmesi

John McCall Mimarlık'da çalışanlara paydaşların bir listesi verilmiştir. Ana paydaşların grupları resimlendirilmiştir (bkz.Şekil 4.46).



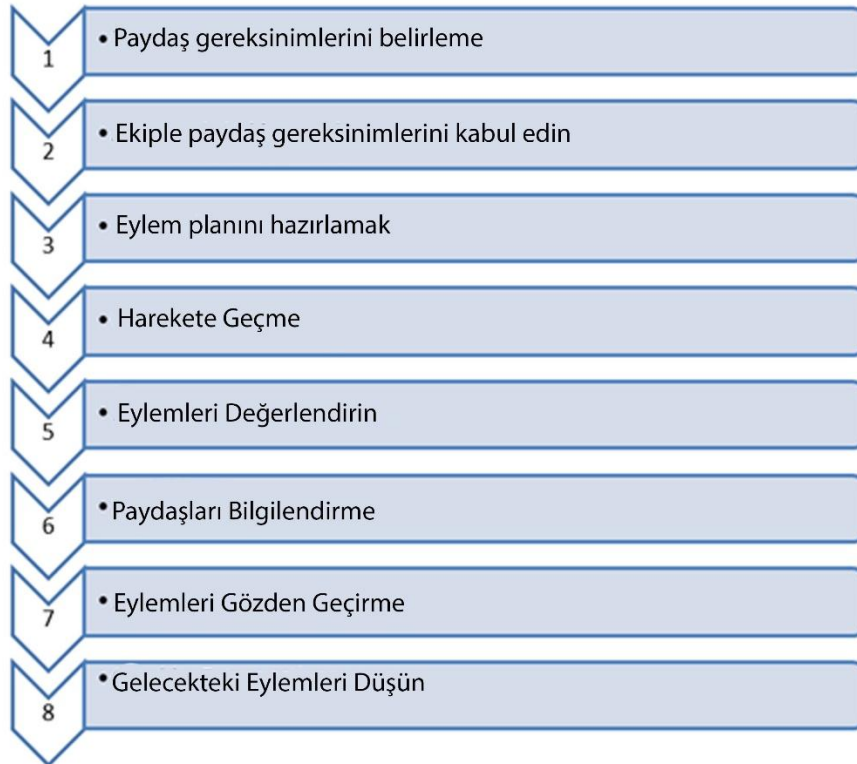
Şekil 4.46. Mimari uygulama için dış paydaş diyagramı

Paydaş türleri projeden projeye değişir. Ekiplerin değişmeyip tekrar projeleri oluşturulduğu sistemler, BIM de ekip gelişimi için daha iyi bir potansiyele sahiptir. Mimarlık pratiğinde ele alınacak problemleri tanımak ve tanımlamak; paydaşları ve onların gereksinimlerini tanımlamak ve anlamak gerekmektedir. John McCalls Mimarlık'ın müşterilerin beklentilerini belirlemek için web sitelerini gözden geçirmişlerdir (bkz. Şekil 4.47). Web sitelerini gözden geçirmenin sebebi, müşterilerin belirli bir pazarlama yanlılığına sahip olmalarıdır (bkz. Şekil 4.48).



Şekil 4.47. Müşteri beklentilerini belirlemek için John McCall Mimarlık'ın bazı müşteri web sitelerini incelemesi

Paydaş gereksinimlerini karşılama yöntemi



Şekil 4.48. Paydaş gereksinimlerini karşılama

4.1.1.10. BIM Aracı İnceleme

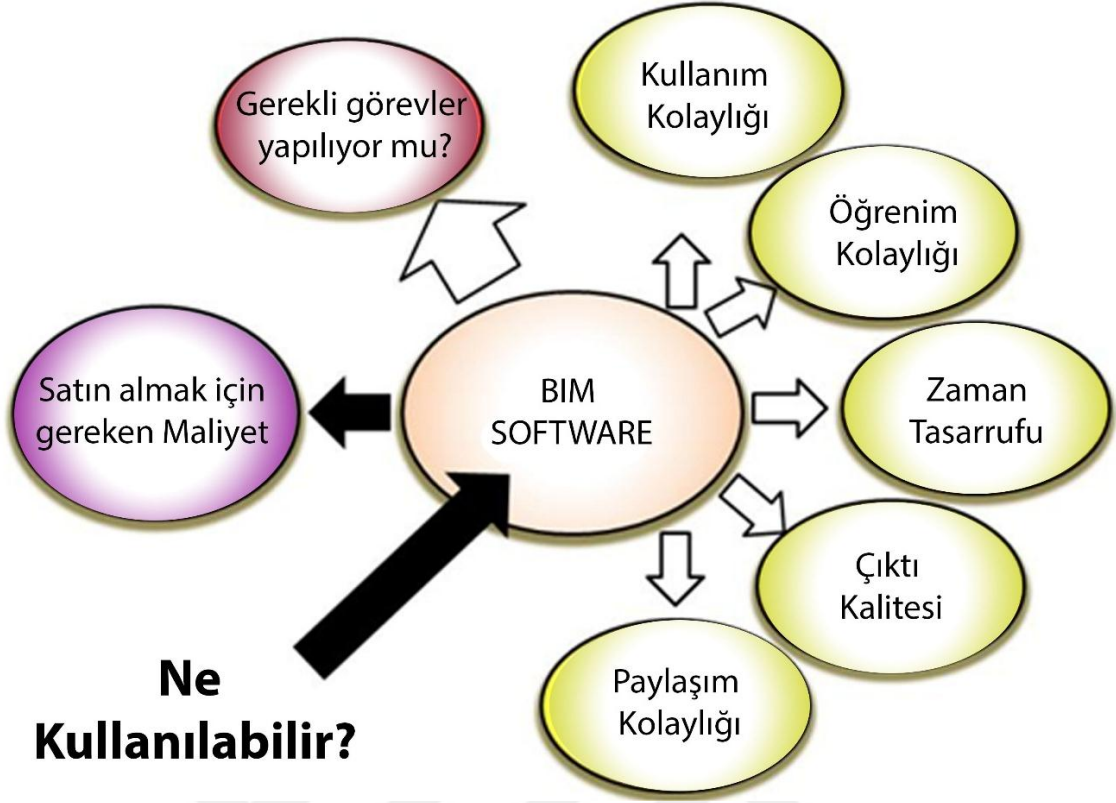
4.1.1.10.1. Giriş

Teknoloji değerlendirmesi mevcut araçlara ve aynı zamanda araçların kullanıldığı şekillere bağlı olarak yapılır. John McCall'da BIM teknolojisini dikkate alırken, birkaç kural göz önüne alınmıştır:

- En güncel yazılım sürümünü kullanma
- Industry Foundation Classes (IFC) ortak kullanılan dosya formatlarının kullanımı
- Yazılım uygulamaları arasında birlikte çalışabilirlik sağlayan en yeni hangi yazılım ise onu kullanım

Bir araç, bir hedefe ulaşmak için kullanılacak herhangi bir fiziksel maddedir. Başarı, doğru aracın seçilmesi ve birisinin onu nasıl kullanması gerektiğini belirlemesinden gelir. Araçların operatörlere, görevlere ve sonuçlara uyumu BIM'in benimseme sürecinin kritik bir parçasıdır.

BIM yazılımı bir bilgi ve veri işleme aracı örneğidir. Birkaç aracı tek bir varlığa dahil eden bir araçtır. BIM araçları genellikle verileri depolamak ve görselleştirmeleri gibi diğer birçok işlevi sunar. Uygulama odaklı projelerin yapılması ve doğru BIM aracının seçilmesi önemlidir. Mimari tasarım projedeki ilk ve en önemli şeydir (Laiserin, 2010). Bu nedenle, benimsenen BIM yazılım araçlarının tasarım yetenekleri büyük önem taşır. Tasarım, seçim ve yargılamayı içerir. Uygun sistemi seçerken birçok husus olmasına rağmen, ana alanlar aşağıda gösterilmiştir (bkz. Şekil 4.49).



Şekil 4.49. BIM aracını seçerken dikkat edilmesi gereken başlıca alanlar

Bazı projelerde tek bir BIM platformu kullanılırken, bazı mimari uygulamalarda bir dizi BIM geliştirme aracı kullanılabilir. Ancak bir dizi BIM aracına sahip olmak, kısmen maliyet ve kısmen de birden fazla BIM aracını kullanmak için gerekli becerilerden dolayı engel teşkil etmektedir. Bir dizi BIM aracına sahip olmak yararlı olabilir çünkü birlikte çalışabilirliğin test edilmesine izin verir ve ayrıca uygulama daha geniş bir proje yelpazesi elde etmek için uygun olabilir. Bu yaklaşım, John McCall Mimarlık'da da benimsenmiştir.

BIM'e geçiş yapmak isteyen mimarlık ofisleri bünyesinde uzmana sahip değildir. Bu kuruluşlarda uygun yazılım aracı seçimini yapmak ile birlikte kullanıcılar deneyimli olmaya çalışma eğilimindedir. Bu nedenle, kullanılacak en iyi yazılımı tanımlamak için bir yazılım seçim prosedürünün uygulanması tavsiye edilir. Önerilen seçim süreci aşağıdaki gibidir:

- Yazılım araçlarının gerektirdiği kritik yetenekleri tanımlayın
- Uygun yeteneklere sahip araçların satıcılarını listeleyin
- Sunuculardan aldığınız sunumları ve gösterileri düzenleyin

- Uzman kullanıcılar için önceden tanımlanmış görevlere yönelik kriterleri ve değerlendirmeleri belirleyin
- Bir SWOT analizi gerçekleştirin
- BIM için kullanılacak yazılımı satın alma sürecini başlatın

BIM uygulaması, tüm kullanıcı bireylerin yararına olmalıdır. Bireysel ihtiyaçlar düşünülmelidir. John McCall Mimarlık'ın personelinin bir üyesi renk körüdür, bu yüzden seçilen yazılım bu tip kullanıcılar için de kullanılabilir olarak belirlenmiştir.

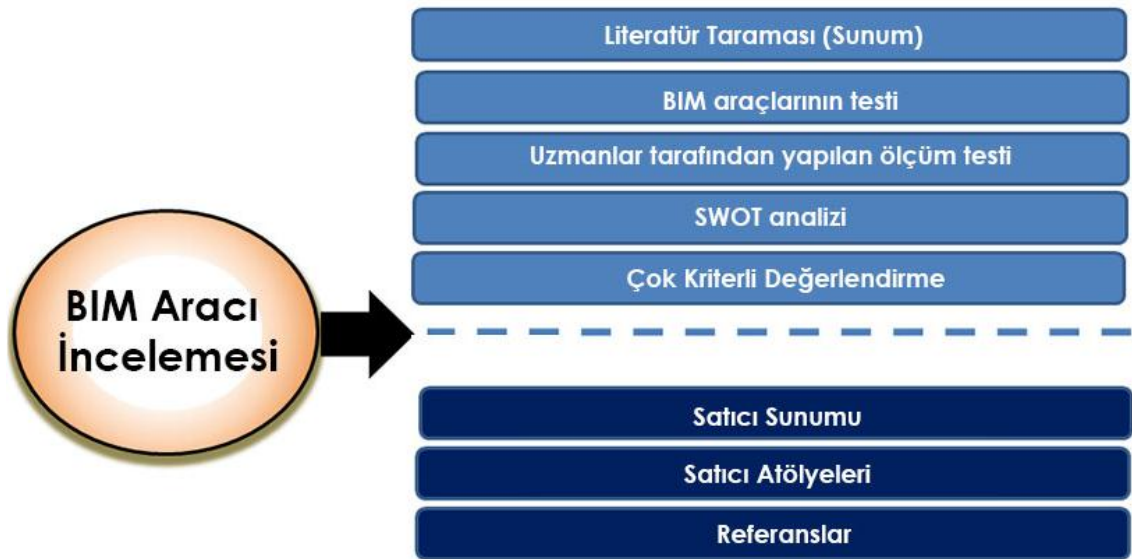
Seçilen BIM aracı için zaman içerisinde, eğitim ve sistem geliştirmeye yönelik yatırım yapılması gerekmektedir. Yanlış araç seçimi geleneksel yöntemlerde olduğu gibi yapılan yatırım kadar az maliyet kaybına mal olmaz. Birden fazla BIM yazma aracı kullanan büyük mimari şirketlerde bu kayıp en aza indirgenmiştir.

4.1.1.10.2. Gereksinimler

Bu faaliyetin gerektirdiği şey, mimari uygulamada kullanılacak uygun BIM aracını veya araçlarını belirlemektir. Bu basit bir iş gibi görünebilir, ancak John McCall Mimarlık'ta yapılan vaka çalışmasında şirket için önemli bir konu olduğu kanıtlandı

4.1.1.10.3. Örnek Çalışma Şirketinde Gerçekleştirilen Faaliyetler

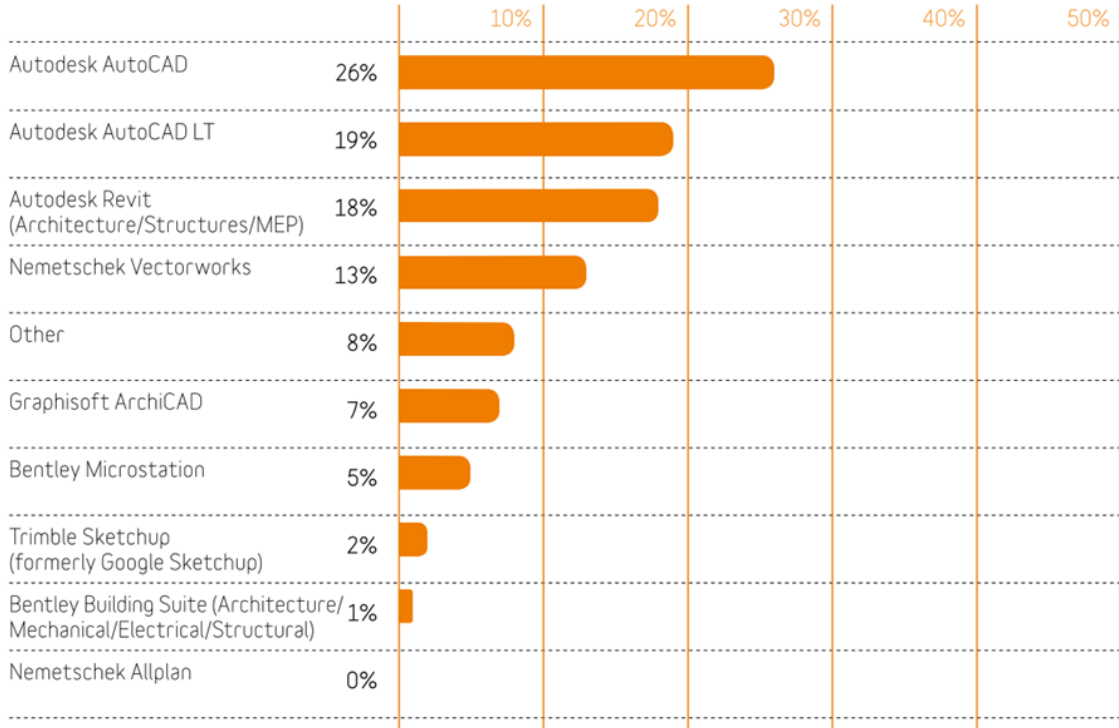
John McCall Mimarlık'da araç inceleme ve seçim süreci gibi BIM'in parçası olan bir dizi etkinlik gerçekleştirildi (bkz. Şekil 4.50)



Şekil 4.50. BIM aracı incelemesinin iç ve dış bileşenleri

Bu faaliyetlerin bir kısmı şirket bünyesinde gerçekleştirilmiştir. BIM aracı incelemesinin bir parçası olarak karar verilmesi gereken ilk şey, incelenecek BIM araçlarıdır. CAD ve BIM yazılımı için NBS tarafından bir anket gerçekleştirilmiştir, bu rapor 2013’de sunulmuştur (bkz. Şekil 4.51).

When producing CAD drawings, which of the following tools do you mainly use?



Şekil 4.51. CAD ve BIM yazılımının karşılaştırmalı kullanımı (NBS 2013)

Mevcut yazılımlar ile BIM araçları değiştirilmelidir, bu değişimin iki ana unsuru maliyet ve işletim sistemidir. BIM araçlarının bir listesi Georgia Tech tarafından yapılmıştır (bkz. Şekil 4.52). Bu ayrıca BIM aracı satıcılarının web siteleriyle de bağlantılıdır.

Preliminary Tools

> Preliminary Space Planning Tools

Facility Composer	Requirements-based facility modeling
Trelligence Affinity	Architectural programming, Schematic design, Plugins for Major BIM tools
Vectorworks Fundamentals	Drafting, technical drawing and 3D modeling

> Preliminary Massing and Sketching Tools

3dVia Shape	3D Sketching
bonzai3D	3D Sketching Tool
FormZ	3d modeling, Radiozity rendering
Rhinoceros 3D	NURBS-based 3D modeling
SketchUP	Intuitive and flexible 3D surface modeling

> Preliminary Environmental Analysis Tools

Ecotect	Environmental analysis
Green Building Studio	Web based building energy analysis, gbXML
IES Virtual Environment	Building performance analysis

> Preliminary Cost Estimation Tools

Dprofiler	Project budgeting in early design stage
-----------	---

BIM Design Tools

ArchiCAD	Surface & solid geometry modeling, Parametric CAD, BIM modeling
Bentley Architecture	BIM-enabled Architectural design, solid modeling, model-based drawing generation, 3D visualization
Revit Building	Parametric modeling, Quantity Take off, Rendering
VectorWorks	Parametric BIM Tool

Structural Design Tools

Information on "Structural Design Tools" is not collected yet.

BIM Construction Tools

Tekla Structures	Structural 3D modeling
------------------	------------------------

Fabrication Tools

Information on "Fabrication Tools" is not collected yet.

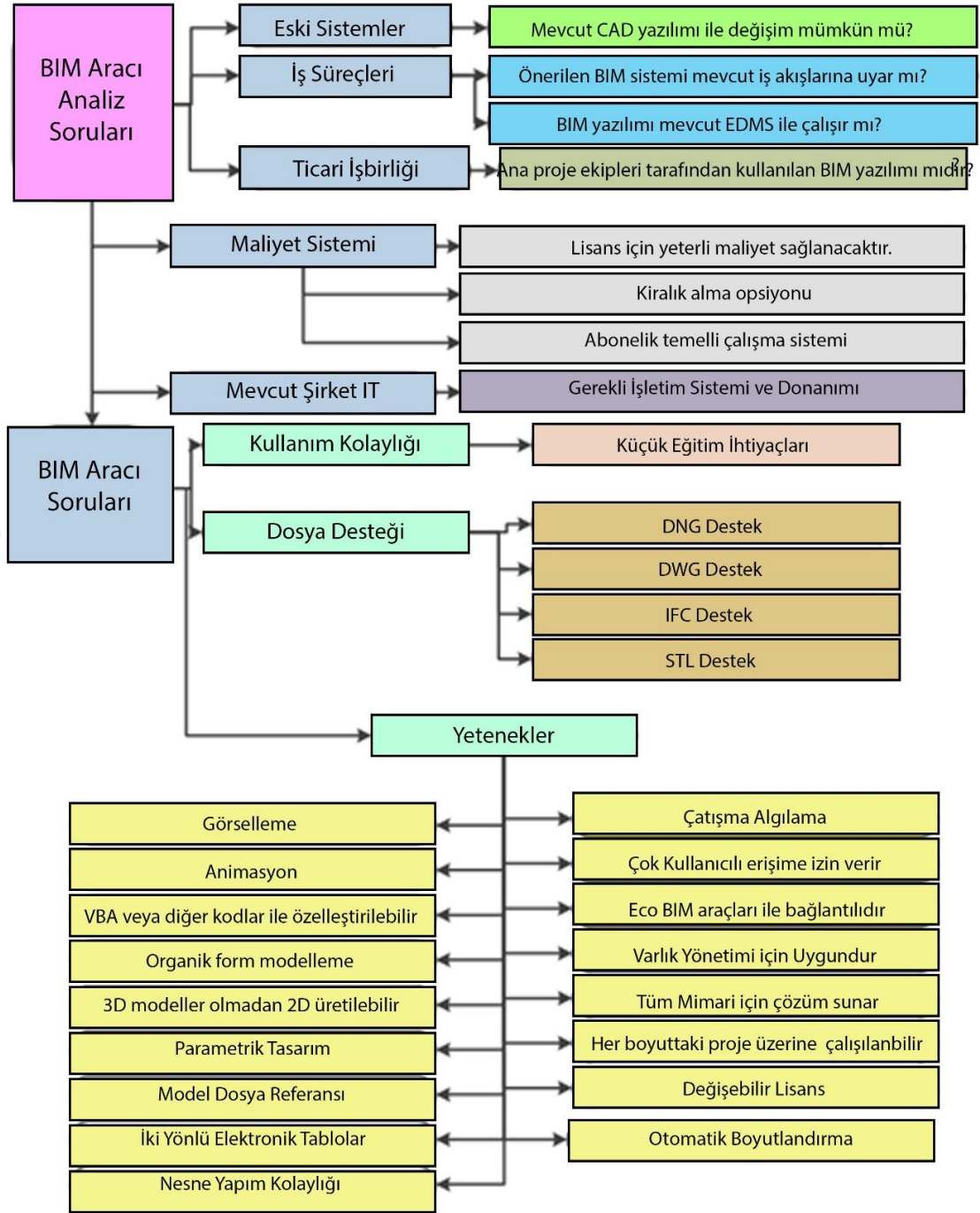
Şekil 4.52. Georgia Tech BIM Wiki'deki BIM tasarım aracı listesinin ekran görüntüsü (Galiano-Garrigos, Mahdjoubi & Brebbia, 2012).

Bu sayede incelenecek BIM yazılımlarının bir temel listesini sağladı. Bir mimari uygulama için BIM araçları, yapı nesnelere yaratabilecek ve manipüle edebilecek araçlardır. Ayrıca, BIM araçlarının tasarım sürecine nasıl yardımcı olabileceği de bir diğer inceleme konusudur.

John McCall Mimarlık'da eski CAD yazılımı ve diğer eski yazılımların bir süre daha kullanımı devam etmiştir. Bu, şirket tarafından daha önce yapılan eski tarihli projelere dgn formatında erişebilmek için gerekli olmuştur.

Bir BIM aracını analiz ederken ilk soru” Gerekli görevleri gerçekleştirebilir mi?” Seçilecek BIM aracının mevcut araçlara tercih edilmesi, eski yazılımların kritik işlevselliğinin yeni BIM aracı içinde sağlanması gerektiğidir. Bu nedenle, eski işletim yöntemlerinin yapamadığı kritik bir işlev listesi yazmak, yeni BIM araçlarının özelliklerinin bir bölümünü değerlendirmek için iyi bir kontrol listesi oluşturacaktır. Yeni araçların kullanımı sonucunda çıktılar ve yöntemler değişebilir. Kullanıcıların yeteneklerini değerlendirmek deneyimli kullanıcılarla tartışarak anlaşılabilir.

Bir uygulamanın, ihtiyaçlarını daha iyi anlamak için belirlemeye çalıştığı faktörlerin bir listesi geliştirilmiştir (bkz. Şekil 4.53) Bunlar bir Moskova ölçeği kullanılarak değerlendirilebilir (sahip olması gereken ve ihtiyaç duyulmayan). Liste, BIM aracının yetenekleri, maliyet modeli, eski sistem, iş süreci ve harici iş birliği sorularına hakkında olabilir.



Şekil 4.53. Mimari bir uygulama için bir BIM aracını analiz ederken sorulması gereken sorular

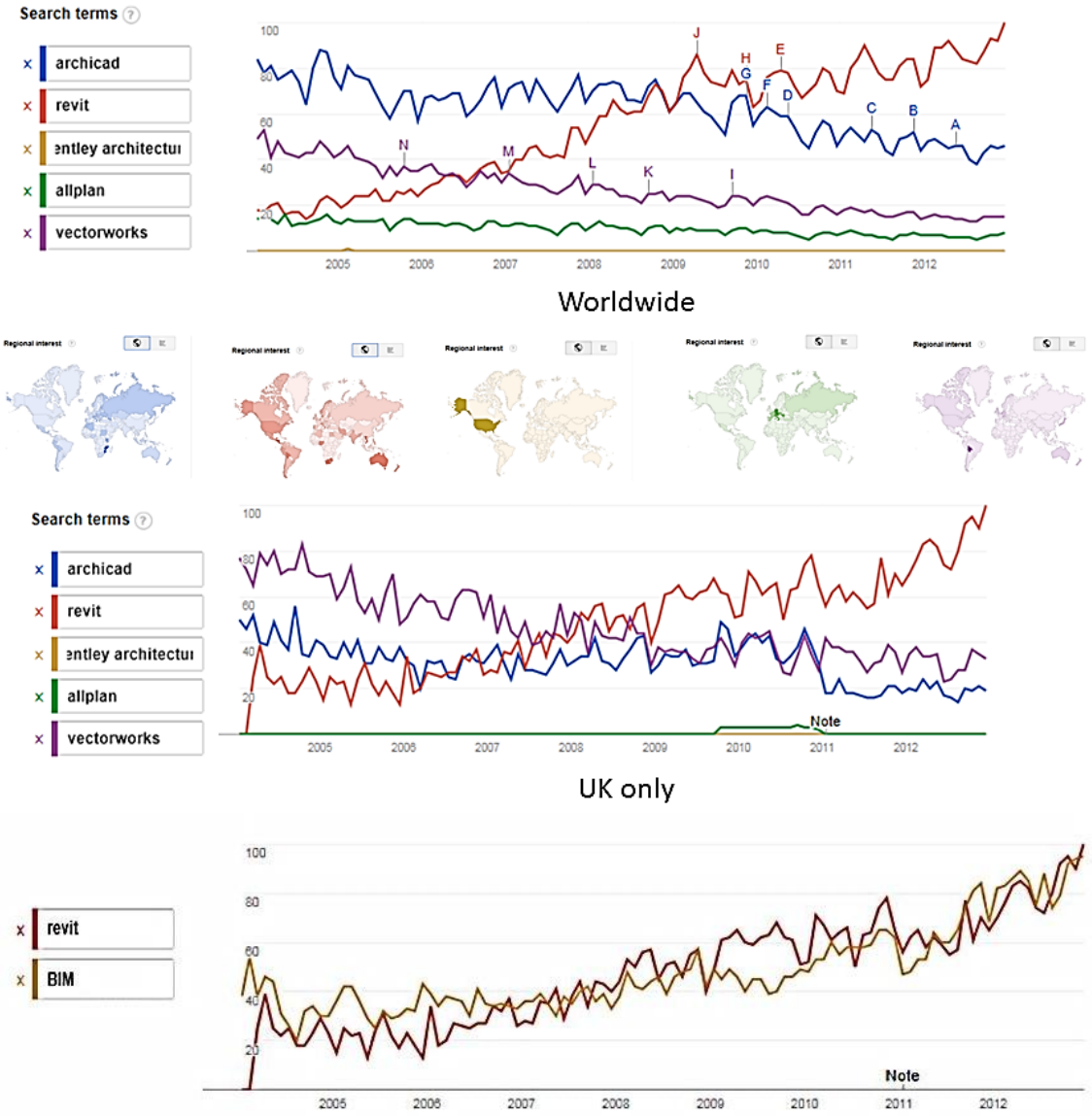
Uygulama

BIM aracı incelemesinin en büyük sorunlarından biri, araçları gözden geçirmek için yeterli bilgiye sahip olmayan değerlendirici kişilerdir. BIM'in CAD ile bazı benzerlikleri olsa da, değerlendirilmesi gereken çok daha fazla konu ve kabiliyete sahiptir. BIM araçlarının değerlendirilmesi, kullanımla edinilen deneyimlere dayanmalı,

aynı zamanda gözden geçirilen araçların gelecekteki potansiyelini de içermelidir. Ayrıca, başarılı bir BIM uygulamasının, bireysel kullanıcıların verimliliğiyle ilgili olduğu kadar, organizasyon verimliliğiyle ilgili olduğu da unutulmamalıdır.

John McCall Mimarlık'ın çalışanlarının daha önce hangi BIM yazılımlarını kullandığı sorgulandığında; bazı personellerin üniversitedeki BIM yazılımlarını kullanmış, diğerleri ise diğer firmalarda BIM yazılımlarını kullanmıştır. John McCall Mimarlık'da dört olası BIM yazma aracının gözden geçirilmesine karar verilmişti. Bu araçlar Revit Architecture, Bentley Architecture, ArchiCad ve Allplan idi. İngiltere'deki Vectorworks'e olan ilgiden dolayı (bkz. Şekil 4.54) şu anda özellikle maliyet etkin bir BIM çözümü sunduğundan, Vectorworks yazılım kullanımı tercih edilenler arasındaydı.





Şekil 4.54. Farklı BIM geliştirme araçlarının ve İngiltere’de BIM ve Revit yazılımına olan ilgi artışının bir örneği (Google trendlerinden bilgiler 1/12/2012)

John McCall Mimarlık’ta BIM araçlarının her biri farklı bir nedenle seçilmiştir. Revit mimarisi, bilinen pazar konumu ve piyasa lideri CAD yazılımı AutoCad ile ilişkisi nedeniyle seçilmiştir. Revit ayrıca çok çeşitli disiplinlerin kullandığı bir yazılım paketinin parçasıdır. Bu teoride, Revit ile ilgili yazılımlar arasında daha iyi veri aktarımı sağlanmalıdır. Bentley Architecture, bir Microstation kullanıcı şirketi olan John McCall Mimarlık’ın Bentley ürünlerini kullanarak uzun bir ilişki kurmasından dolayı seçilmiştir. Bentley Architecture ayrıca daha az kullanılan bir ürün grubunun parçasıdır. Bir diğer BIM aracı olarak geleneksel tasarım yöntemlerinde 3D aracı olarak bilinen ArchiCAD seçildi. Allplan, John McCall Mimarlık’ın çalışanlarından birinin talebi üzerine seçilen bir diğer BIM aracıdır. Allplan, Almanya’da yaygın olarak kullanılan bir

BIM yazılımıdır, ancak inceleme sırasında, İngiltere’de (İngiltere distribütörüne göre) sadece 400 adet lisanslı kopya kullanıldığı belirtilmiştir.

4.1.1.10.4. BIM Araçları için Literatür Taraması

BIM değerlendirmesinde raporlar yazılmıştır (Khemlani, 2011). Khemlani tarafından hazırlanan rapor Autodesk’ten Revit Architecture 2010, Bentley Architecture V8i’den ArchiCAD 13, Nemetschek AG’den Allplan Architecture 2009, Nemetschek’ten Vectorworks Architect 2010 ve Gehry Technologies’den Digital Project V1, R4’ten oluşmaktadır.

İnternetin gözden geçirilmesi, BIM yazılımının popülerliğini tespit etmek için de yapılmıştır (bkz. Şekil 67). Web seminerlerinin ayrıca BIM yazılım araçları hakkında faydalı bir bilgi kaynağı olduğunu kanıtlamıştır (bkz. Şekil 4.55).

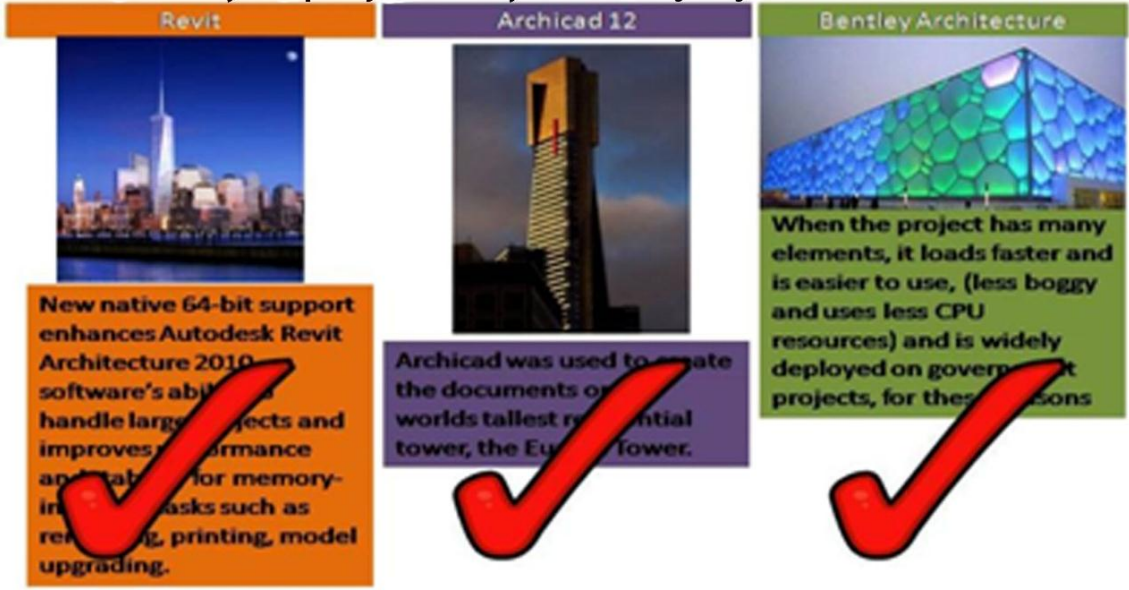
Watching of BIM Seminars



Şekil 4.55. Web seminerleri, BIM yazılımı hakkında daha fazla bilgi sahibi olmayı sağladı

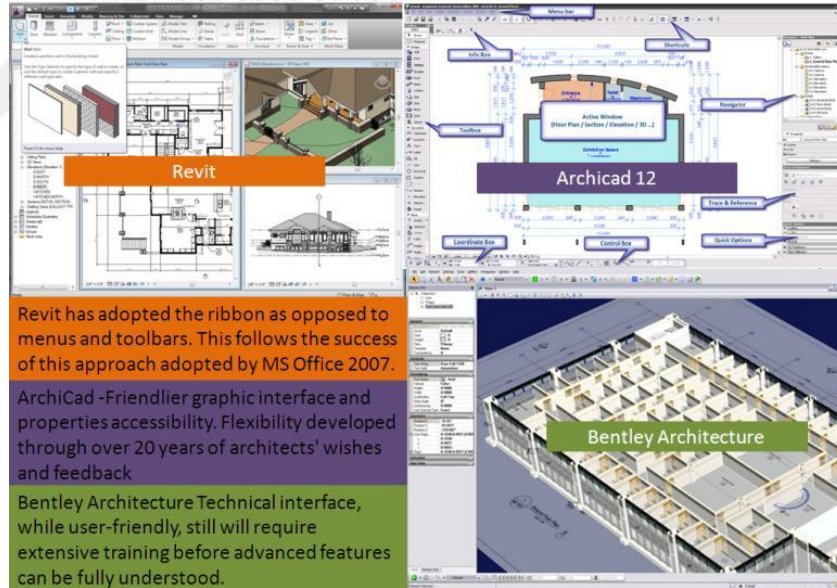
Literatür taraması, farklı BIM aracı yeteneklerini karşılaştıran bir sunumdu (bkz. Şekil 4.56, 4.57, 4.58). Bu sunum uygulamanın yöneticilerine verilmiştir. Sunum slaytlarında, özelliklerin kolay bir şekilde karşılaştırılabilmesi için BIM araçlarının özellikleri yan yana yerleştirilmiştir.

ETKİLİ BIM YAZILIMI NEDİR? Büyük projelerde yetenek çalışması



Şekil 4.56. Farklı BIM programlarını analiz eden bir PowerPoint sunumunun parçası

• Interface ease of use



Şekil 4.57. İncelenen BIM yazılımının farklı arayüzlerini inceleyen bir PowerPoint sunumunun bir kısmı

Etkin BIM yazılımı nedir?

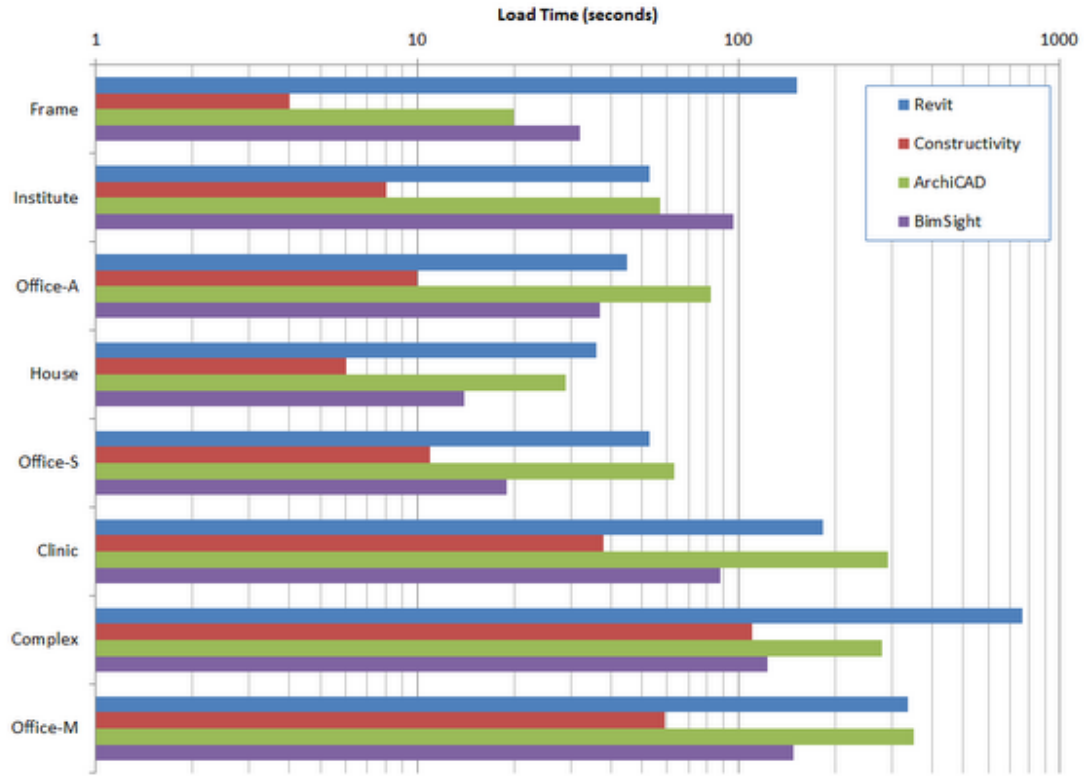
Donanım & Gereksinimler

Revit	Archicad 12	Bentley Architecture
System Recommendations for 32-bit Windows XP Professional (SP2 or later) Intel® Core™2 Duo 2.4 GHz or equivalent AMD processor 4 GB RAM 5 GB free disk space Dedicated video card with hardware support for Microsoft DirectX® 9 (or later) Internet Explorer 6.0 (SP1 or later)	Windows® XP Professional and x64 Edition Intel® Pentium 4, 1 GB of RAM is required Minimum of 1 GB free hard disk 1024x768 resolution is required 1280x1024 resolution is recommended Also runs on Macs	System Requirements Pentium PCs running Microsoft Windows XP Memory Minimum 256 MB Hard disk: 200 MB free Video: Supported graphics cards (256 or more MB of video memory recommended for rendering); 16-bit color minimum for QuickView GL);

Şekil 4.58. Farklı BIM yazılımları tarafından ihtiyaç duyulan donanım ve işletim sistemlerinin gözden geçirilmesi

4.1.1.10.5. BIM Araçlarının Test Edilmesi

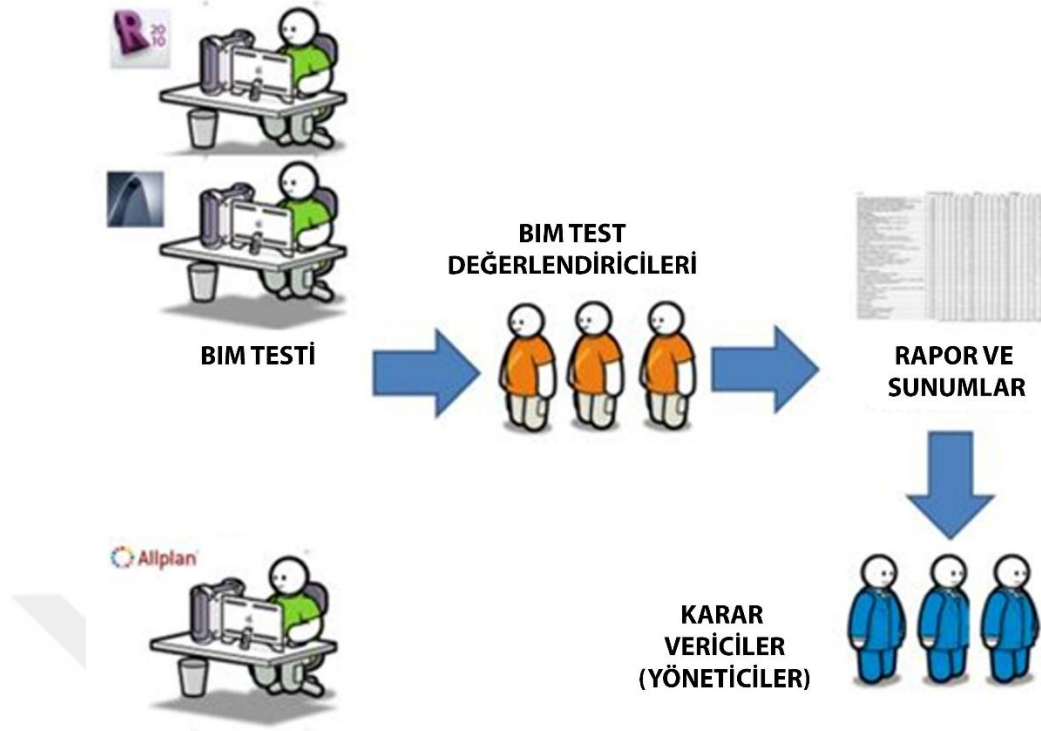
Değerlendirilen BIM araçları deneme sürümü olarak indirilip, John McCall mimarlıktaki BIM uzmanı tarafından ön deneme yapılmıştır. Farklı BIM yazılımları kullanılarak basit bir ev tasarımı ile farklı araçlardan aynı çıktıyı elde etmeye çalışmak, doğrudan karşılaştırmalar yapılmasını sağlamıştır. Bu yöntem sayesinde bilinçli sorular meydana gelmiş ve yazılım satıcılarına sorulmuştur. Değerlendirilen BIM araçlarından birinin ara yüzü yatay şerit formatı olarak değiştirilmiştir. Bu, tüm Microsoft yazılım programları tarafından benimsenen formattır. Yazılımın bu şekilde test edilmesi aynı zamanda değerlendirilecek kişinin eşdeğer donanım ve işletim sistemi üzerinde performans gösterebilmesini sağlamıştır. Bu değerlendirme ayrıca dış bulgularla da karşılaştırılmıştır (bkz. Şekil 4.59).



Şekil 4.59. Geçen zaman yükleme ve oluşturma (Review, 2012)

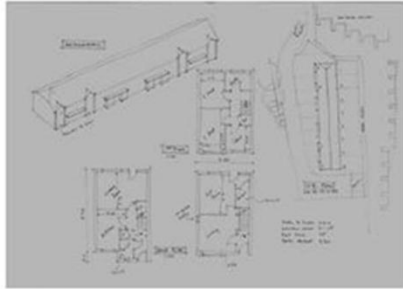
4.1.1.10.6. Uzman Kullanıcılar Tarafından Yapılan Testler

John McCall Mimarlık'da, yazılım satıcıları tarafından sağlanan tecrübeli BIM operatörleri kullanılarak Revit, ArchiCad ve Allplan testlerine katılmaya karar verilmiştir. Testleri yapacak elemanlar ve görevleri tasvir edilmiştir (bkz. Şekil 4.60 ve 4.61). BIM operatörleri BIM kullanılarak, BIM sistemine geçişten sonra John McCall Mimarlık'ta çalışan herhangi bir BIM operatörünün karşılaşması muhtemel bir proje olan ev projesi tasarımı gerçekleştirmiştir.



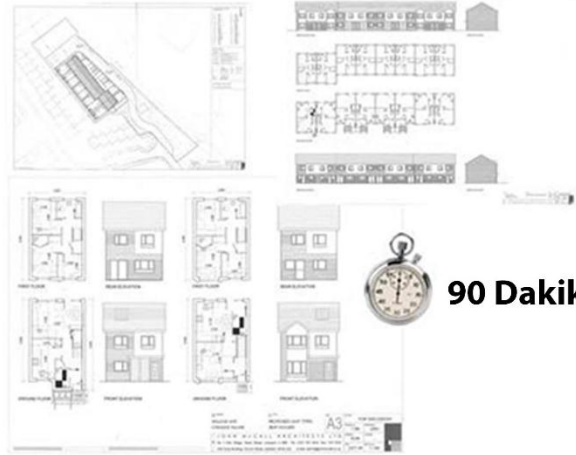
Şekil 4.60. John McCall Mimarlık’da kullanılan BIM geliştirme aracı test süreci

TEST 1 Eskiz Çalışmaları



90 Dakika

TEST 2 Ölçekli Çizimler ile Çalışma

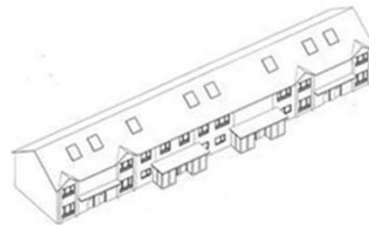


90 Dakika

TEST 3 Sunum ve Görselleme



15 Dakika



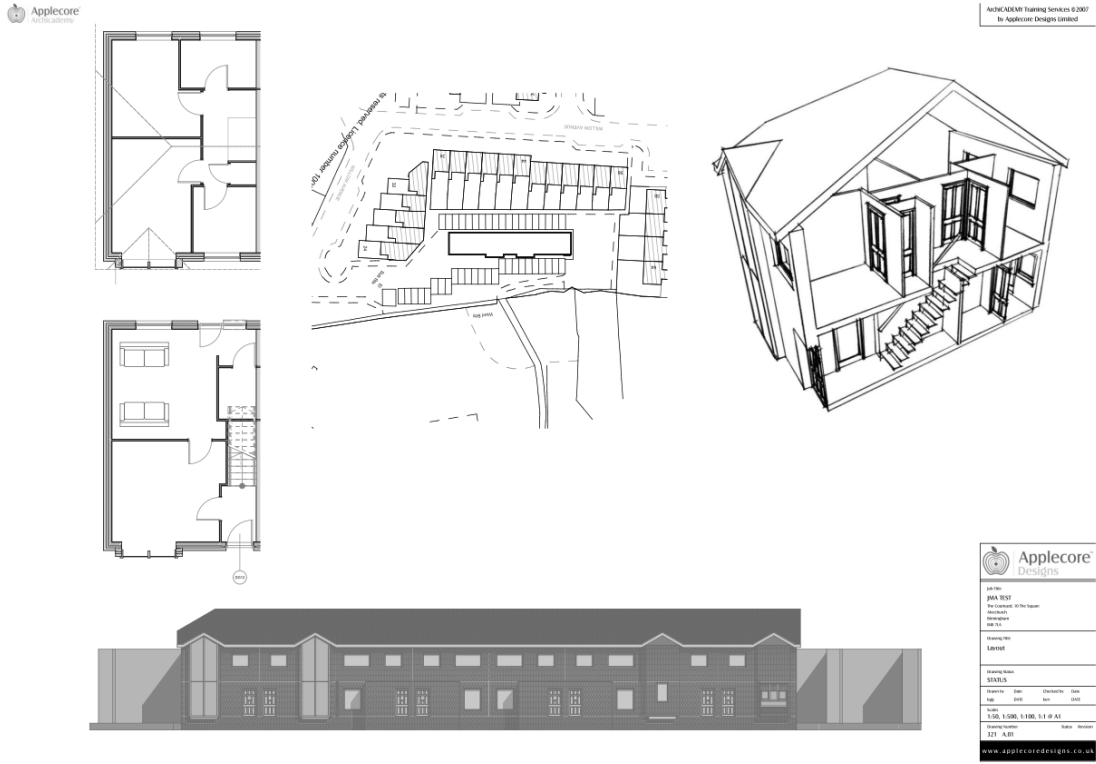
Şekil 4.61. BIM Sistemini seçmek için yapılan test

John McCall Mimarlık'da test projesinin bir parçası olarak, aşağıdaki yetenekler test edilmiştir:

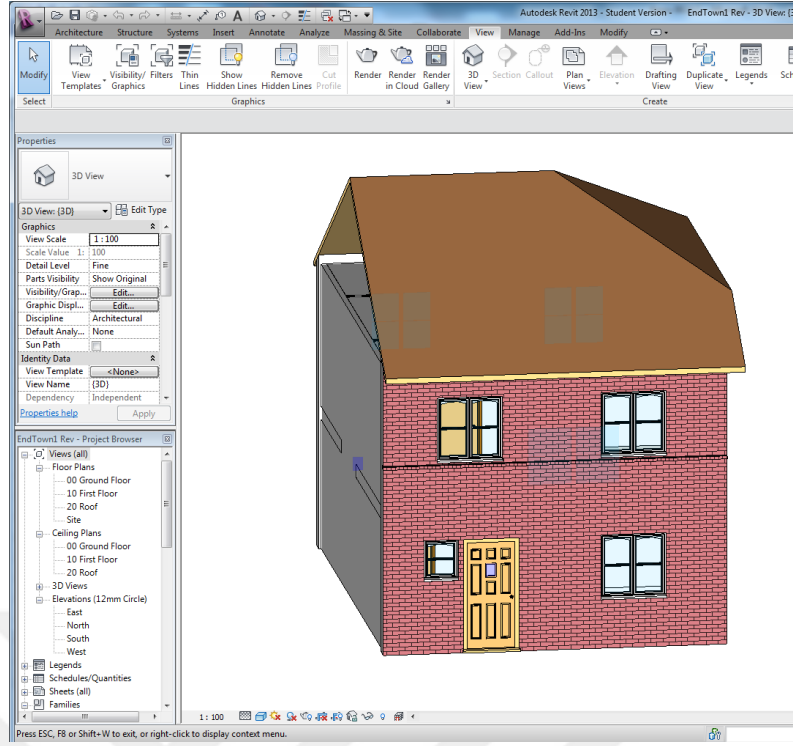
1. Kavram modelleri yaratma kolaylığı
2. John McCall Mimarlık'ın gereksinimleri ile uyumlu bir dizi pencere, kapı ve duvar tipi yapabilme
3. Bir duvar veya pencere tipini, farklı bir nesne ya da belirli türün tüm elemanları olarak değişimini kolaylaştırma (testin bir parçası olarak tasarımı değiştirerek test edilmiştir)
4. Verileri boyutsal doğrulukta girme yeteneği (ek kodlar, tasdik vb.)
5. Coğrafi koordinatlar ile arazi planlarını kullanma becerisi
6. Karmaşık inşaat şekillerini kavisli duvarlar vb. ele alma becerisi.
7. Zamanlama yeteneği
8. Zemin seviyesini ve duvarları değiştirmek için parametrik yetenek (ideal olarak zemin yüksekliği duvar yüksekliğini değiştirdiğinde otomatik olarak ayarlanmalıdır).
9. Çizim setlerinin kolay kurulumu
10. BIM modeli etrafında gezinme kolaylığı
11. Yeni malzeme girişi
12. Arazi topografyasının oluşum kolaylığı
13. Tek bir model üzerinde çalışan çok sayıda insanın kolaylığı
14. Başvurulan bina birimleri ile site modellerinin oluşturulma kolaylığı
15. Grafiklerin görünürlüğünün kontrol kolaylığı
16. Kısıtlı girdi genişliği, örneğin sabit merdiven genişlikleri veya koridor genişlikleri
17. Diğer dosya formlarına aktarma ve yeniden çalıştırma-doğrulama
18. dgn, skp, dwg, ifc, dxf ve model dosyalarının kolay girişi
19. Farklı formatlara aktarım kolaylığı, örneğin PDF vb.
20. Çizim sorunu yönetimi
21. Baskı yönetimi ve Otomasyonu (toplu baskı)
22. Revizyon kontrol yönetimi ve Çakışma tespiti
23. Sunum kalite kontrolü
24. Mevcut nesne türleri ve kütüphanelerin boyutlarının gösterilmesi
25. Oluşturulan modellerin dosya boyutu
26. Standartları, şablonları ve makroları ayarlama kolaylığı

27. İşlenmiş görüntü kalitesini göstermek

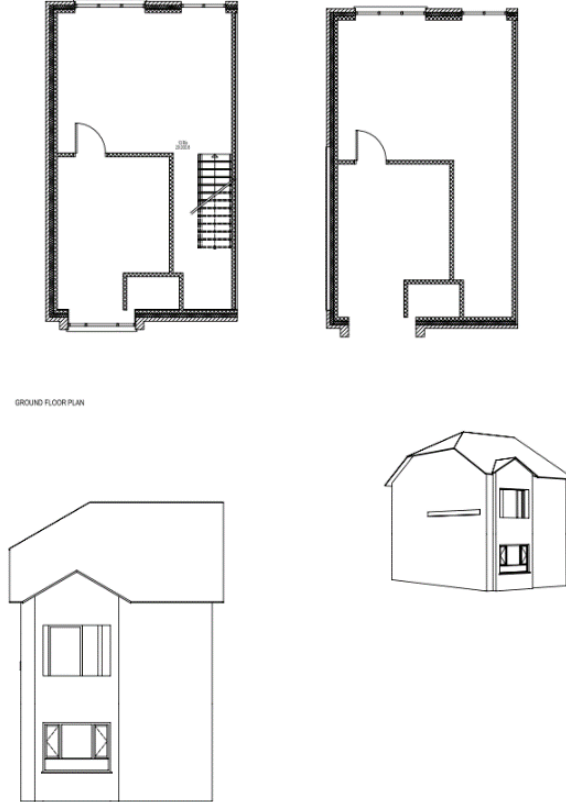
BIM araçlarının uzman kullanıcıları tarafından farklı stratejiler ile kullanılmıştır. Arazi planının, PDF'nin ve IFC dosyalarının içe ve dışa aktarılması da testlere dahil edilmiştir. Örneğin, vumbalı pencereler yaratılırken belirli zorluklara neden olmuştur. Bu testlerin sonuçları gösterilmiştir (bkz. Şekil 4.62, 4.63 ve 4.64).



Şekil 4.62. ArchiCad yazılımının kullanıldığı 3 saatlik testin sonuçları



Şekil 4.63. Revit yazılımı kullanılarak üretilen test modeli



Şekil 4.64. Allplan yazılımı kullanılarak üretilen test modelleri

Bu testlerin bir parçası olarak ortaya çıkan, uzman kullanıcıların, geleneksel 2D araçlarına kıyasla BIM modellerini kullanarak daha hızlı bir şekilde bölümler ve yükseltmeler oluşturabilmeleri olmuştur. Testlerin bir parçası olarak, uzman kullanıcıların normalde kullanmadıkları başka bir yazılımın özelliklerini göstermeleri istendiğinde zorlandıkları belirlenmiştir. Her BIM uzmanının bulgularındaki farklılıklar, bazı BIM araçlarının belirli işlemlere sahip olması ve bazılarının olmaması nedeniyle ortaya çıkmıştır.

4.1.1.10.7. BIM Araçlarının SWOT analizi

Belli bir BIM aracının gücü, zayıf yönleri ve tehditleri BIM aracının kendisinin yeteneklerine bağlıdır, bununla birlikte bir çok dış faktöre de bağlıdır. BIM araçlarının SWOT analizi bu yönleri daha kapsamlı yaklaşmak için gerekli bir analiz türüdür. John McCall Mimarlık'da yapılan BIM araçlarının SWOT analizi aşağıda gösterilmiştir (bkz. Şekil 4.65).

	ArchiCad	Revit	Allplan
Güçlü Yön	JMA incelemesinde en iyi skor	Autodesk, Nemetschek'in 10 katı kadar gelir elde eder ve BIM / CAD pazarının % 85'ine sahiptir.	JMA incelemesinde 2. sırada gelir
	Piyasada 25 yılda 100.000 kullanıcı	Revit Architecture, Revit ürünlerinin bir parçasıdır ve onlarla iletişim kurar	Bileşenlerin oluşturulmasını kolaylaştırır
	Nemetschek ürün yelpazesindeki veri aktarımının bir parçasıdır	Bilinen bir yazılım markasıyla pazarlama	Nemetschek ürün yelpazesinin veri aktarımı ile ilgili bir parçası
	Tercih edilen arayüz	Uyarılar ve çakışma tespitinde yeni konseptler etrafında tasarlanan ürünler mevcuttur	JMA 'da deneyimli kullanıcı mevcut
	IFC aktarımını sağlamakta iyidir	Tasarım için büyük araç donanımı	Programlara eklenti aralığı
Zayıf Yön	Revit'in daha düşük algılanan pazar payı	IFC için iç ve dış aktarımı sağlar	İngilterede sadece 400 kullanıcı
	Sadece 3d dwg dosyaları ile etkin bir şekilde iletişim kurabilir Revit paketinin tamamı ile değil	PDF'leri içe aktarmak, PDF'leri yazdırmak için pdf sürücüsünü yüklemelidir	Yansıtılmış referans dosyalarına izin vermiyor gibi görünüyor
	Daha çok Mimari bir ürün olarak kabul edildi	JMA incelemesinde son skora sahip	Az bilinen bir yazılımla pazarlama
	Çakışma tespiti yapılamamaktadır	Can sıkıcı uyarılar	Revit paketi ile etkili iletişim kuramıyor
	Kısıtlamaları belirlemede sınırlıdır	Düzenleyici Editör'e ihtiyaç vardır	Eğitim için sınırlı seçenek
Fırsatlar	IFC ürünlerini kullanan diğer yazılımlara daha iyi entegrasyon sağlar	Revit Autodesk ürünlerini kullanarak diğer danışmanlarla daha iyi entegrasyon sağlanmakta	Allplan İngiltere deki yazılım piyasasında küçük bir yere sahiptir
	Sanal gerçeklik çıkışı oluşturmak için VBE satın alınabilir	Revit'ten animasyonlar üretti	IFC ürünlerini kullanan diğer danışmanlarla daha iyi entegrasyon
	SAP hesaplamaları üretmek için ArchiCad ile Işı yazılımı için kullanılan Ecodesigner ayrıca satın alınabilir	VR çıkışı oluşturmak için IES yazılımı Icesvision ile bağlantı kurulur	Görsel modeller üretilir
Güçlü Yön	İstemci veya gerekli yazılımı belirten ekip	Gerekli yazılımı belirten ekip veya müşteri	İstemci veya gerekli yazılımı belirten ekip'e sahip
	Eğitimli kullanıcılar vardır	Yetersiz eğitimli kullanıcı	Yetersiz Eğitimli kullanıcı
	Kullanım, ödeme, abonelik modellerinde yapılan değişiklikler kullanım bedeline yansıtılır	Kullanım için gereken ödeme abonelik modelleri yöntemindeki değişiklikler ile değişebilir	İngiltere'den destek alınabilir
	Autodesk piyasayı devraldı	IFC yazılımlarının rakip gelişimi	Autodesk piyasayı devraldı

Şekil 4.65. BIM için John McCall Mimarlık'da gerçekleştirilen BIM SWOT analizi

Gerekli olan BIM araçlarının maliyetini düşünürken, mimari uygulaması yapılacak projelerin kapsamı belirlenecektir. Mimari projeler genellikle endüstriyel, ürün ve mekanik tasarım ile karşılaştırıldığında geometrik olarak basittir (İstisnalar ve aşırı geometrik organik tasarımlar bugünün ikonik binaları hariç). BIM araçlarının geometrik proje karmaşıklığı ile başa çıkabilmesi için gereken kapasite, gerekli BIM aracının

fiyatını belirleyecektir. Bu, satın alma maliyeti ve servis maliyetlerinin düzenlemelerini içerir. Fiili BIM yazılım fiyatlaması iki bölümden oluşmaktadır:

Ekonomi ve Psikoloji:

Ekonomi.

- BIM satıcısının her satıştan ne kadar payı olması gerekir?
- BIM satıcısının sorumluluklarını diğerleriyle (distribütörler, telif hakları vb.) ne kadar paylaşması gerekir?

Psikoloji

- Potansiyel bir müşteri yazılımı nasıl algılıyor?
- Yazılımın kullanıcı için değeri nedir?

Sürüm Yönetimi: Yazılımların sürekli olarak güncellenmesi uygulayıcılar için bir sorun olmuştur. Çoğu zaman yükseltilmiş yazılımlar, önceki sürümlerden elde edilen verilerin kullanılmasına izin verirken, çoğu kez önemli değişiklikler bunları engeller. IFC'lerin gelişimiyle birlikte BIM özellikli araçlar arasında etkili bilgi aktarımı yetersiz kalabilir. Hangi BIM aracının benimseneceğini belirlerken önce bilgilerin kritik aktarımlarını test etmek tavsiye edilir. Bazı satıcılar bir dizi BIM yazılımı sunar. Birden fazla satıcıdan gelen yazılımlardan ziyade tek bir satıcıdan alınmış yazılımlar arasında bilgi aktarımı daha etkili olacaktır.

4.1.1.10.8. Diğer BIM Yazılımlarının Gözden Geçirilmesi

ArchiCAD solo veya ArchiCAD deneme sürümü 2013 ve RevitLT'nin (bkz. Şekil 4.66) test zamanının başlangıcından bu yana test edildiğinde John McCall Mimarlık için gerekli olan işlevselliği sağlamayacaklarına inanılıyor. Bununla birlikte, özellikle dar bütçelerdeki küçük mimari uygulamalara bir alternatif sunabilirler.

Feature	Autodesk® Revit LT™ 2013	Autodesk® Revit® 2013
Single, Coordinated Model	✓	✓
Autodesk® 360 Rendering*	✓	✓
Intelligent (Parametric) Components	✓	✓
Worksharing (Multiuser Environment)		✓
Autodesk® 360 Energy Analysis for Autodesk Revit*		✓
Near-Photorealistic Rendering within the Product		✓
Conceptual Massing, Adaptive Components		✓
Exports to gbXML, and IFC file format		✓
Interference Checking, Copy/Monitor		✓
Construction Modeling - Parts and Assemblies		✓

Şekil 4.66. AutodeskRevit LT 2013 ve AutodeskRevit 2013'in (World, 2011) karşılaştırması

4.1.1.10.9. BIM Takım Seçiminde Donanımla İlgili Hususlar

BIM yazılımı, CAD kullanımından daha yaygın olma eğilimindedir. Bunun nedeni, BIM'in 3 boyutlu geometriler kullanması ve zaman zaman önemli miktarda verinin eklenmesi olabilir. Bu nedenle, benzer sunucular içeren mevcut donanımların bir araştırması yapılmalıdır.

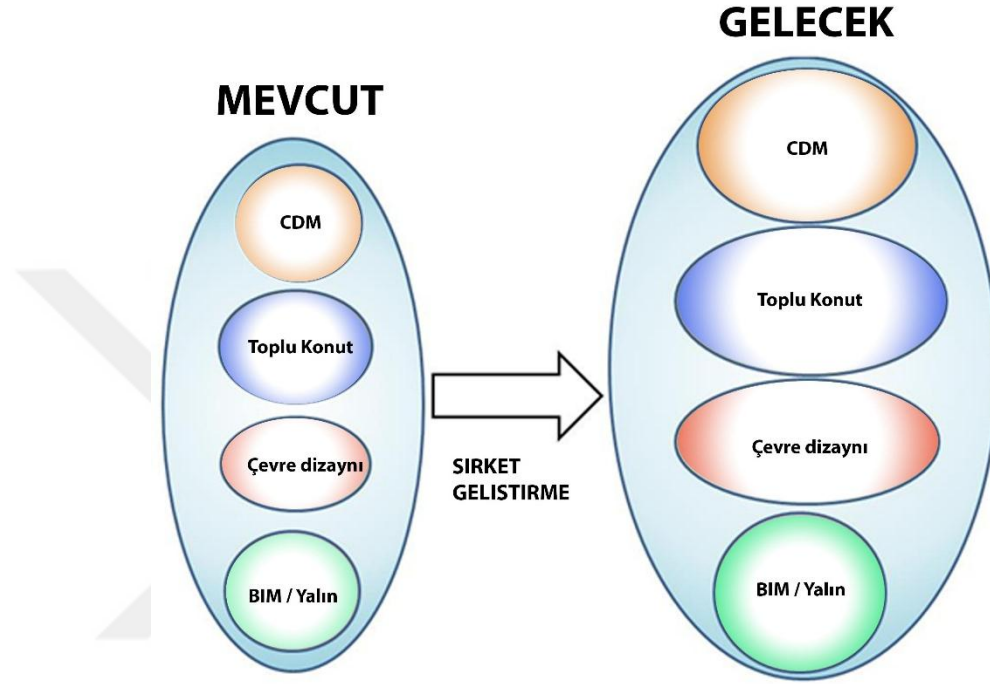
Mevcut CAD donanımının, BIM yazılımını etkin bir şekilde çalıştırmak için yeterli işlem gücüne sahip olması pek olası değildir. John McCall Mimarlık'da başlangıçta BIM yazılımı mevcut makinelerde çalıştırılmıştır. Bu yöntemin yetersizliği kanıtlanmış, sunucu ve ağ yeteneklerinin tekrar gözden geçirilmesi gerektiği belirlenmiş ve daha güçlü makinelerin alımı yapılmıştır.

4.1.1.10.10. BIM Yazılım Analizinden Elde Esilen Sonuç

Tüm BIM analiz ve bulguları John McCall Mimarlık'ın yöneticilerine sunulmuştur. ArchiCAD yazılımını kullanarak 50 saatlik bir deneme yapılmıştır. Bunun sonucu olarak şirket için tercih edilen BIM yazılımı ArchiCAD olmuştur.

4.1.1.11. Bölüm 4'ün Özeti

John McCall Mimarlık'da BIM'in benimsenmesi sonucunda iş yükünün artacağı varsayılmıştır (bkz. Şekil 4.67). Şirketin gelecekte nerede olmak istediğine dair hedefler oluşturulmuştur. Nesne kütüphaneleri geliştirmek gibi öneriler araştırmacı tarafından önerilmiştir.



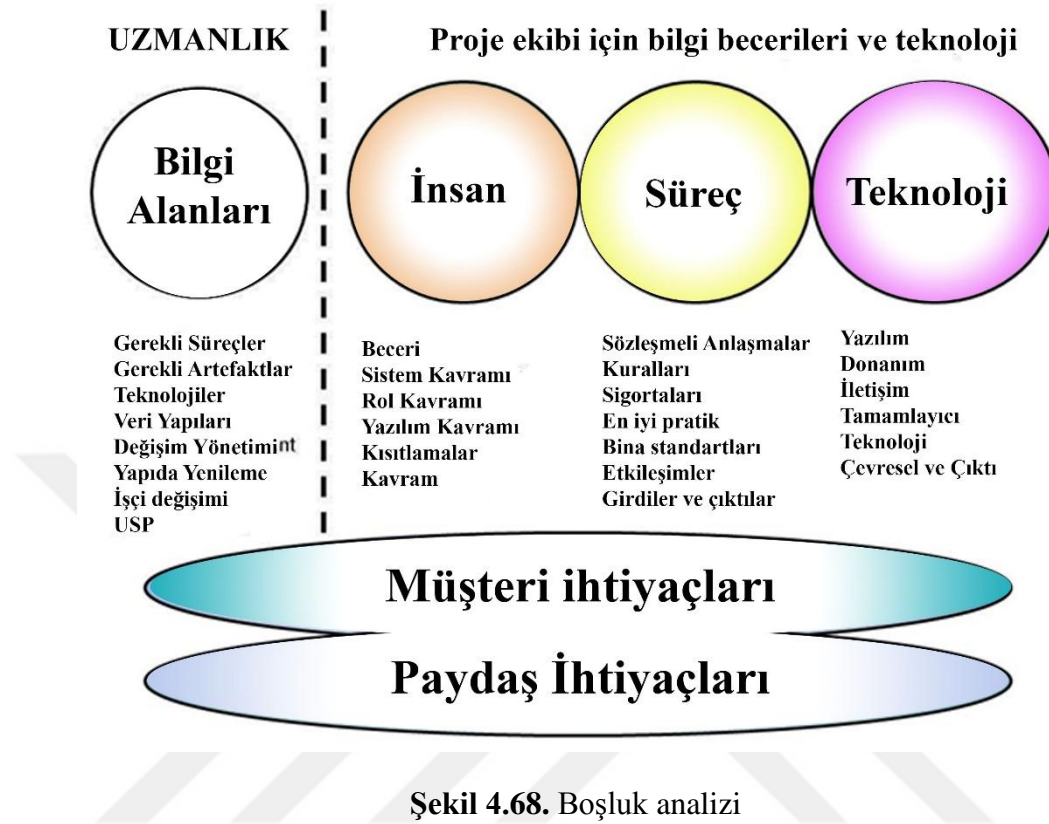
Şekil 4.67. BIM'e geçiş ile iş yükü atışı

Kuruluşların mevcut ve gelecekteki pozisyonlarını anlamalarına yardımcı olmak için kullanılacak birkaç stratejik yönetim aracı belirlenmiştir. Bunlar arasında mevcut duruma yaklaşım, iç faktör değerlendirme (IFE) matrisi, dış faktör değerlendirme (EFE) matrisi ve Boston matrisi yer almaktadır. Her yaklaşımın avantajları ve dezavantajları vardır. Bu araçları kullanarak yapılacak daha fazla analiz sayesinde uygulamaya daha iyi bir bakış açısı kazandırabilir.

Bu araştırmanın sonucunda elde edilen bulgular gözden geçirilmiş ve uygun olan yerlere daha iyi yöntemler önerilmiştir. Bu aşamadaki eylemlerin üstlenilmesi, BIM'in benimseme sürecinin ardındaki tüm aşamalarında direk etkilidir.

Boşluk analizi, halihazırda mevcut olmayan ve BIM'i başarılı bir şekilde uygulamak için gerekli olan unsurları araştırmak ve tespit etmek için yapılmıştır. Boşluk analizi,

önceki çalışma aşamasında tanımlanan hedefleri ölçüm için yapılmıştır (Bkz. Şekil 4.68).



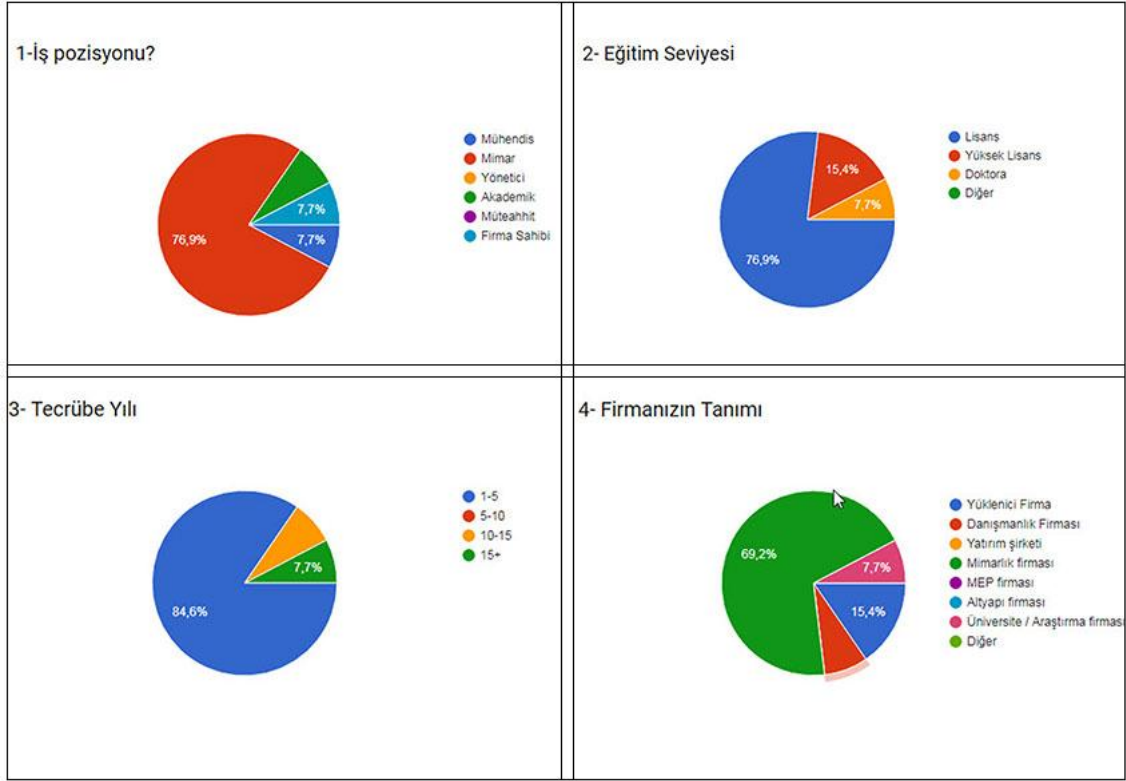
Boşluk analizinin önemli bir unsuru, mevcut uygulamanın müşteri ve paydaş ihtiyaçlarını karşılamada nerelerde yetersiz kaldığını anlatmaktır. Bu eksiklikler ele alındığında, BIM aracı seviyesi belirlenecektir. Araştırmanın yapıldığı zamanda, John McCall Mimarlık'ın müşterilerinin talep ettikleri belirli bir BIM gerekliliği olmamıştır. Hedefler tanımlandığında, BIM'in benimsenmesinde gerekli olan bilgide bir eksiklik olup olmadığını belirlemek için bir boşluk analizi yapılmıştır. Verilerin nerede saklanması gerektiği ve nasıl kullanılması gerektiğinin anlaşılması BIM yaklaşımının anahtarıdır.

4.2. Anket Analizi

Bu çalışmanın amacı, BIM ile ilgili konuların proje ve yapım uygulamalarına nasıl dahil edildiğini; proje ve yapı sektörü firmalarının bu konulara nasıl uyum sağladığını ve inşaat projelerinde BIM uygulanmasından kaynaklanan temel zorluklarının nasıl anlaşıldığını anlamaktır. Profesyonellerle yapılan ankete İki yüz (200) üzerinde katılımcı sağlanmıştır. Anket ile Türk inşaat sektöründe BIM'in mevcut durumu ile

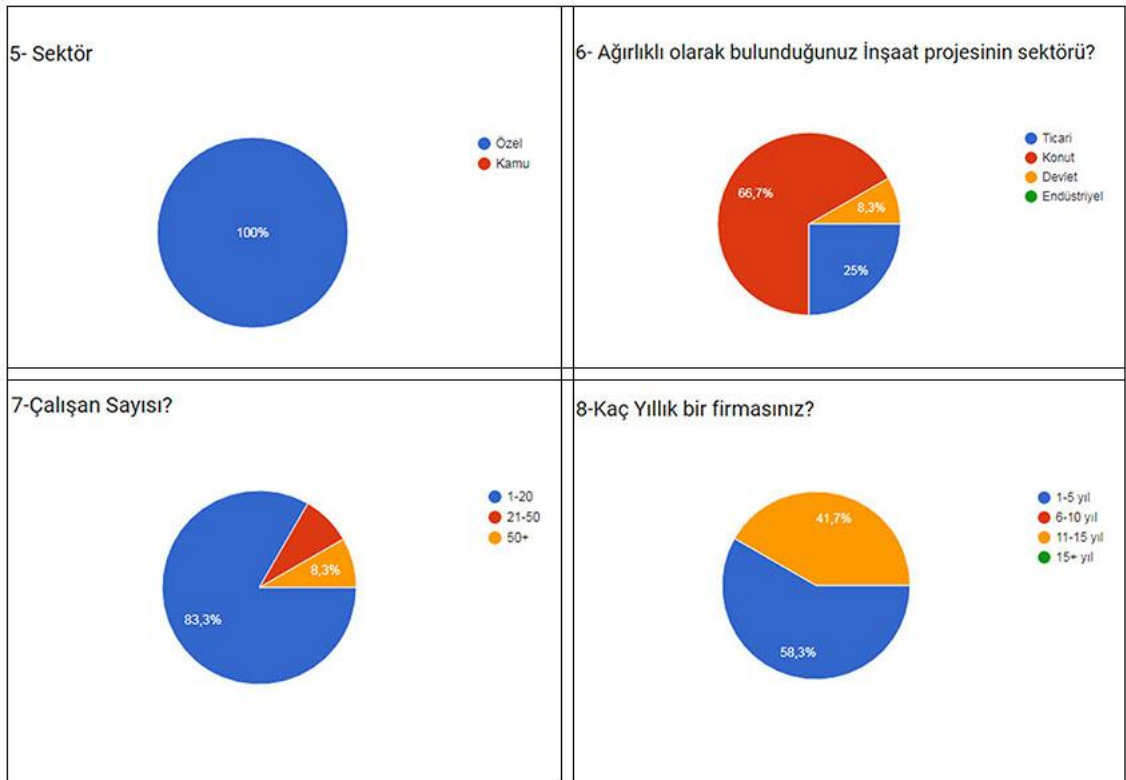
ilgili bilgiler edinilmiş ve anket bölümleri ayrı ayrı incelenmiş ve analizler oluşturulmuştur.

Bölüm 1: Şirket Tanıma:



Şekil 4.69. Şirket tanıma ile ilgili cevap oranları

BIM bilgilendirme anketine katılanların şirket tanıma bilgilerinden elde edilen bilgiler Şekil 4.69 ve Şekil 4.70’de yer almaktadır. Anket katılımcılarının büyük oranını %76,9 ile mimarlar oluştururken, %7,7 oranı ile mühendisler, firma sahipleri ve akademik personeller izlemektedir. Profesyonellerin eğitim seviyelerinin %76,9’unu Lisans diploması, %15,4’u Yüksek Lisans derecesi ve %7,7’si Doktora derecesine sahibidir. Katılımcıların deneyim yıl aralıkları 1 ile 15 yıldan fazla olacak şekilde çeşitlendirilmiştir. Profesyonellerin %84,6’sı 1 ila 5 yıl arası deneyime sahiptir, %7,7’si 10 ila 15 yıl arasında deneyime sahiptir, %7,7’si 10-15 yıl arasında tecrübeye sahiptir. Katılımcılardan birlikte çalıştıkları firmaların tanımı istendi Firmaların %69,2’sini mimarlık firmaları, %15’i yüklenici firmalar, %7,7’si danışmanlık firmaları, ve%7,7’si araştırma enstitüsüdür.



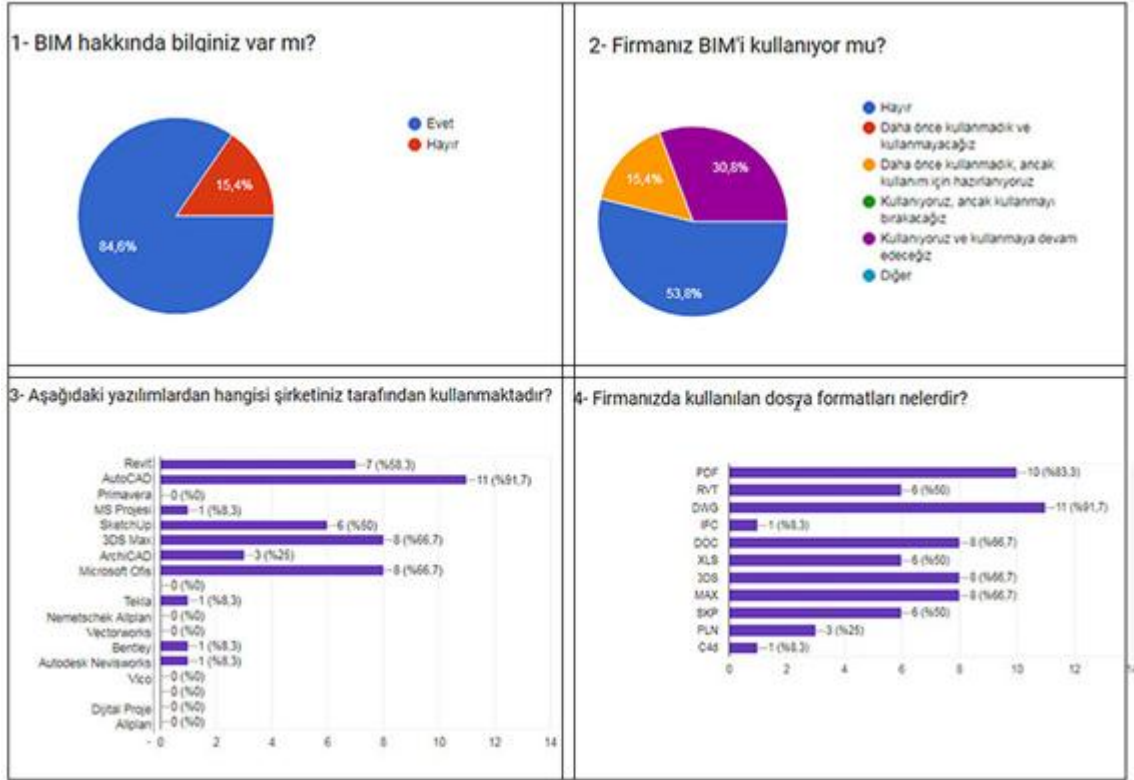
Şekil 4.70. Şirket tanıma ile ilgili cevap oranları

Soru 5, firmaların kamuya açık veya özel olduğunu sorgulamaktadır, katılımcıların %100'ünün özel sektörde yer aldığı belirtilmiştir. Firmaların temel sektörü; %66,7 oranla konut, %25 oranla ticari, %8,3 oranla devlettir. Çalışan sayı oranlarını belirten sonuç tablosunda katılımcıların çoğunluğu (%83,3) 20'den az çalışanı olan küçük firmalarda çalışmakta, %8,3'ü 50'den fazla çalışanı bünyesinde bulunduran büyük firmalarda çalışmakta ve geriye kalan %8,3'ü ise 20 ile 50 arası çalışanı olan orta ölçekli firmalarda çalışmaktadır. Firmaların deneyim oranlarını %58,3 1 ile 5 yıllık yeni firmalar ve %41,7 oranla 11 ile 15 yıl arası deneyeime sahip firmalar oluşturmaktadır.

Bölüm 2: Mevcut Bilgileri Değerlendirme Soruları:

Katılımcıların BIM hakkında mevcut bilgilerini ölçmek için soru sorulduğunda BIM hakkında kişilerin %84,6'sının BIM hakkında bilgisi varken %15,4'ünün BIM'den haberdar olmadığı görülmüştür. Firmaların bünyelerinde BIM kullanım oranı sorgulandığında %15,4 oranında henüz kullanmadıkları ancak geçiş için hazırlık yaptıkları söylenmiştir. %30,8'nin halihazırda sistemi kullandıkları ve sürdüreceklerini söylemişlerdir. Türk inşaat sektöründe yer alan katılımcılar tarafından kullanılan mevcut yazılımlarda yer alan programların kullanım oranları; %91,7 ile AutoCAD,

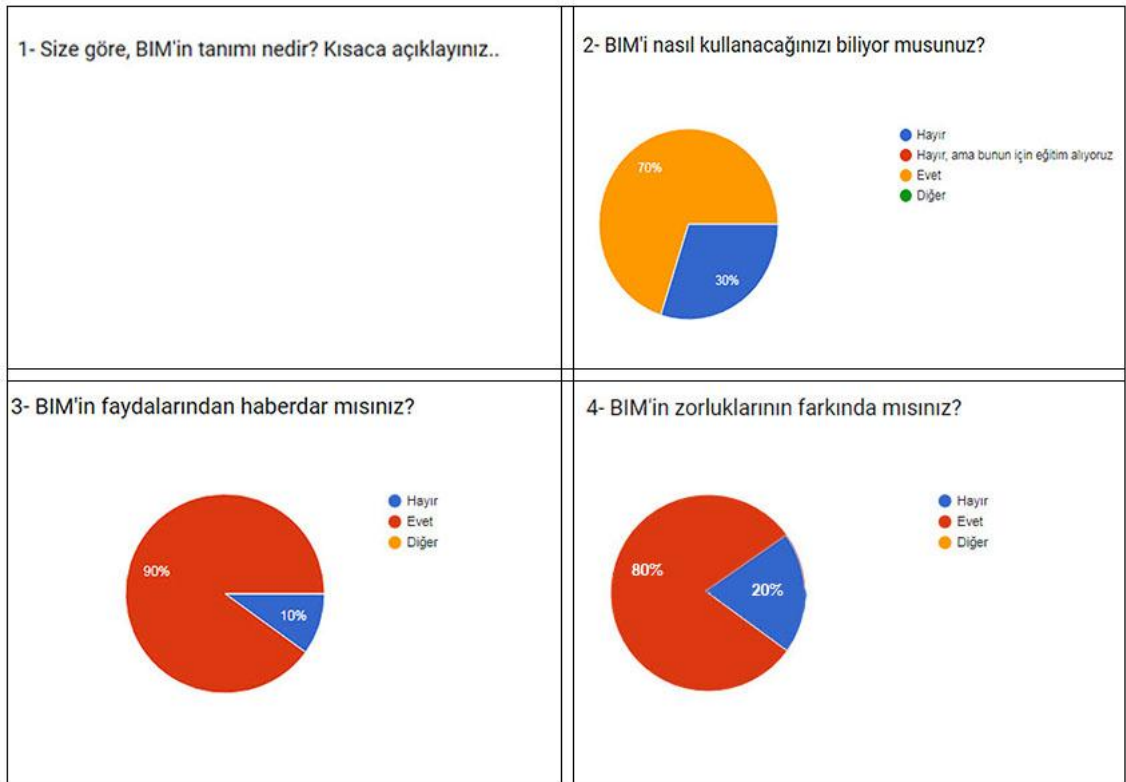
%66,7 oran ile 3DS Max ve Microsoft Ofis, %50 oranda Sketchup, %58,3 Revit, %25 ArchiCAD, %8,3 oranda MS Project, Tekla, Bentley, Nevisworks'dür. Bunların yanı sıra VICO, Allplan, Primavera, Nemetschek Allplan, Vectorworks gibi programların kullanım için tercih edilmediği görülmektedir. Profesyonellerin mevcut kullandıkları ağırlıklı dosya formatlarının neler olduğu belirlenmiştir; %91,7 oranla DWG, %83,3 PDF, %66,7 DOC, 3DS MAX; %50 RVT, XLS, SKP; %25 PLN, %8,3 IFC, C4d'dir.



Şekil 4.71. Mevcut bilgileri değerlendirme soruları

Bölüm 3: BIM hakkında neler biliyorsunuz?

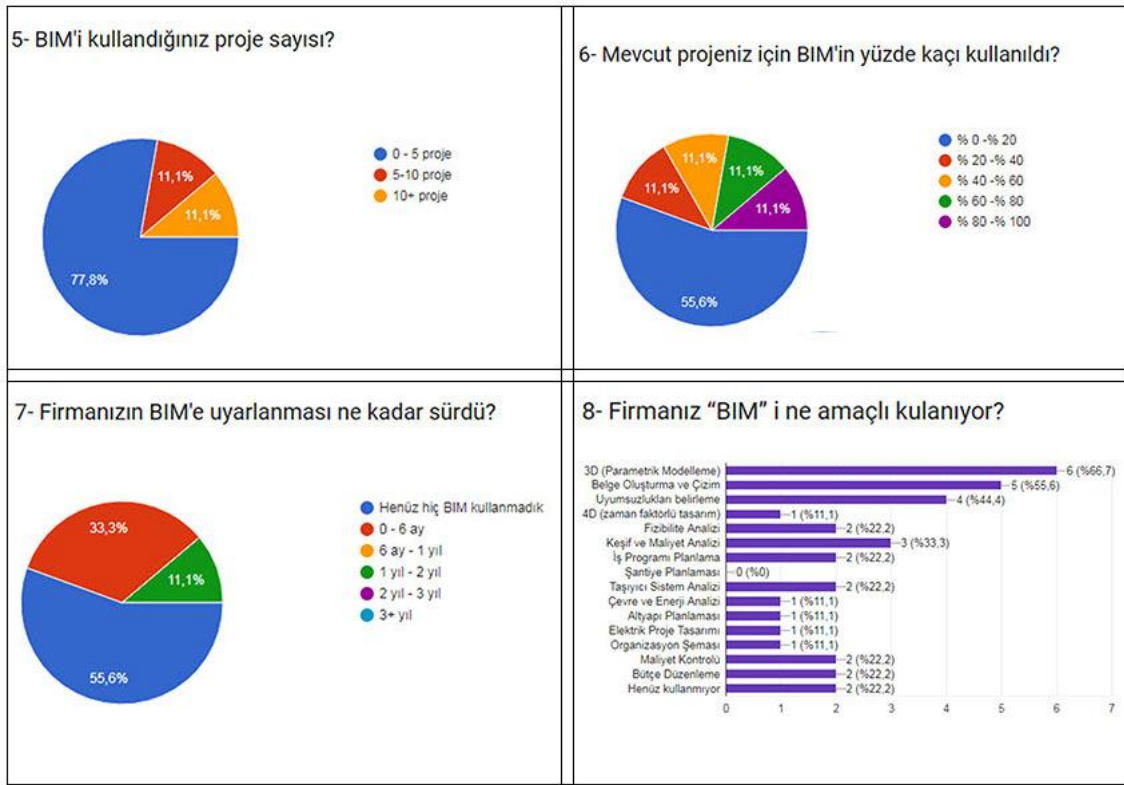
Profesyonellere BIM teknolojisinin nasıl kullanacaklarını bilip bilmedikleri soruldu, %70'inin BIM'i kullanımı bildiği, %30'nun ise BIM'i nasıl kullanacağını tam olarak bilmediği ve öğrenmek için çaba harcamadığı belirlenmiştir. BIM farkındalığı ile faydaları ve zorlukları sorgulanmıştır. %90 oranında katılımcı BIM'in faydalarını bilirken, %10'u henüz haberdar değildir bu da şekil 84'de gösterildiği gibi Türkiye'de



Şekil 4.72. BIM hakkında neler biliniyor?

Katılımcılar için BIM Kullanımı oranı ölçüldüğünde, %77,8'nin BIM'i 0 ile 5proje arasında kullanmış %11,1'i 5 ile 10 projede, %11,1'i ise 10 adetten fazla projesini BIM sistemi ile gerçekleştirmiştir. Bu sonuçlar BIM sistemine hâkim teknik uzmanların eksikliğini göstermektedir.

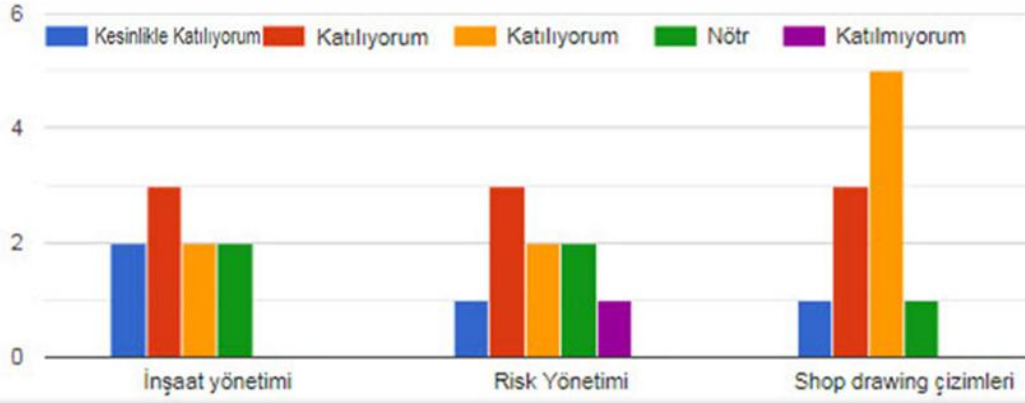
Bu araştırmada firmaların mevcut projelerinin %0 ile %20'sinde %55,6 oranında BIM sistemi kullandıkları, %20 ile %100 projesinde %11,1 oranında BIM'e yer verdikleri belirlenmiştir. BIM sistemi dışı programlar yer veren firmaların sayısı BIM kullanan firma sayısından daha fazladır. Bu firmalardaki profesyonellere firmalarının BIM'e uyarlanmasının ne kadar sürdüğü soruldu. Firmaların %55,6'sında henüz hiç BIM kullanılmadığı, %33,3'u BIM'e 0-6 ay arası geçtiği, %11,1'i için 1 ila 2 yıl sürdüğü belirlendi.



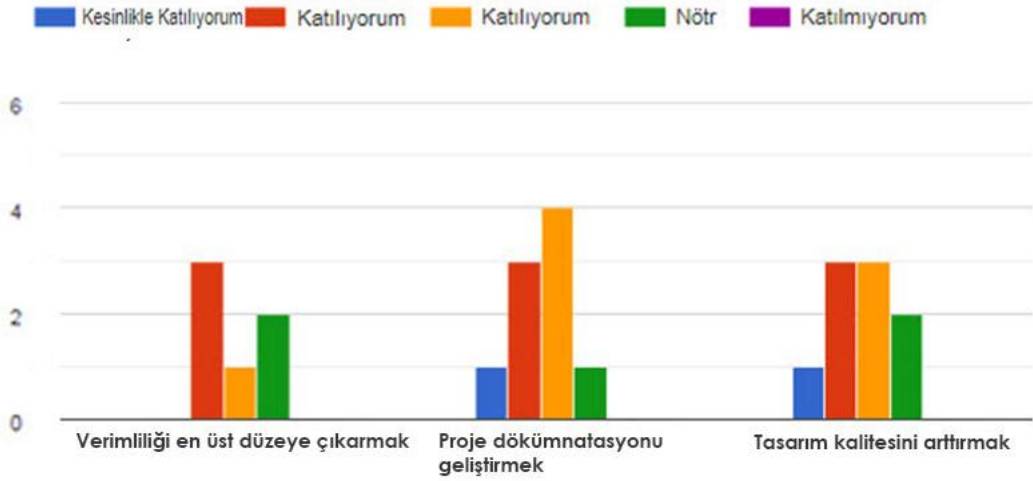
Şekil 4.73. BIM hakkında neler biliniyor

BIM, tasarım, görselleştirme, miktarların tasfiyesi, dokümantasyon ve zaman ve maliyet yönetimi konularında projenin yaşam döngüsü boyunca çeşitli uygulama alanlarına sahiptir. Bu bölümdeki 8. Soru, Türkiye'deki Mimarlık ofislerinde firmalarında BIM'in uygulama alanlarını araştırmaktadır. %66,7 oranında firmalar BIM'in temel uygulaması olan 3D parametrik modelleme önerileri için BIM kullanıyor. Firmaların, %55,6'sı, geliştirilmiş doküman ve çizimler üretmek için BIM kullanıyor. BIM %44, 4 oranında çakışma tespiti ve uyumsuzlukları belirleme amaçlı kullanılıyor. BIM kullanarak zaman yönetimi süreçlerini uyguluyor ve firmaların %33,3'ü tüm proje aşamalarında miktar ölçümü ve maliyet analizi için kullanıyor. Fizibilite analizi, iş programı, taşıyıcı sistem analizi, maliyet kontrolü, bütçe düzenleme işlerinde kullanım oranı %22,2 iken, BIM'in diğer uygulama alanları çevre ve enerji analizi, altyapı planlaması, elektrik proje tasarımı, zaman planlaması ve organizasyon şeması (%11,1) oranında kullanılıyor. BIM şantiye planlamasına henüz Türkiye'deki şirketler için kullanım sağlamamıştır.

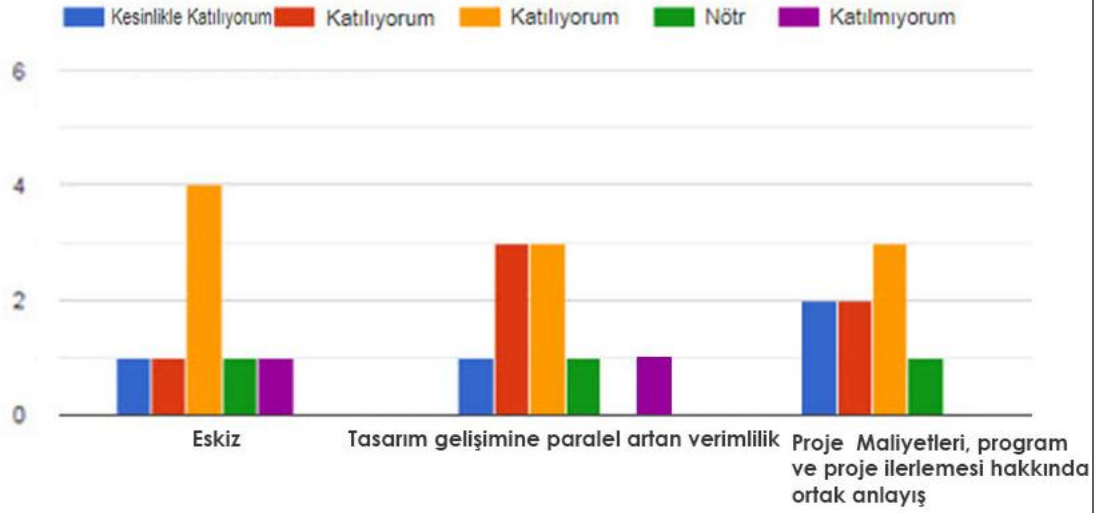
9- Firmanızda BIM'in uygulanması sonucunda sunulan hizmetler nelerdir?



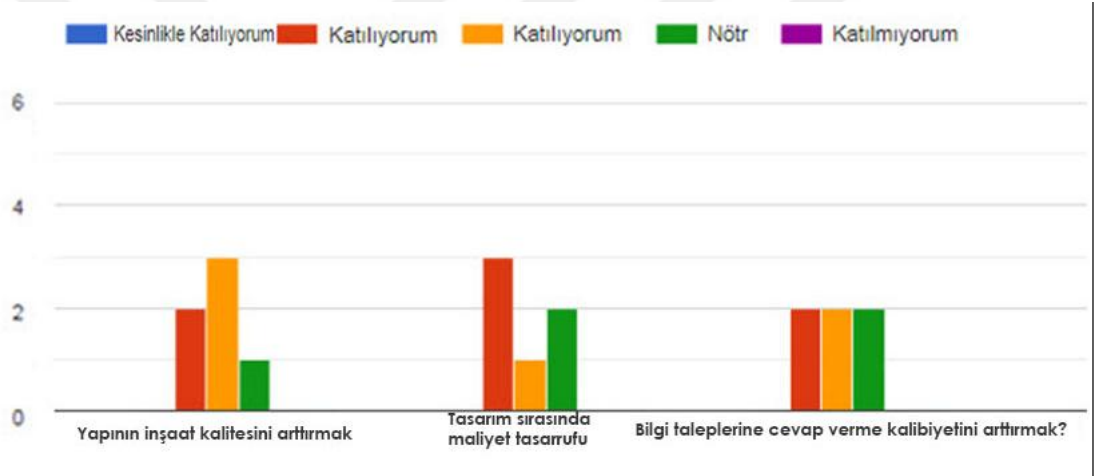
Şekil 4.74. BIM uygulaması sonucu sunulan hizmetler



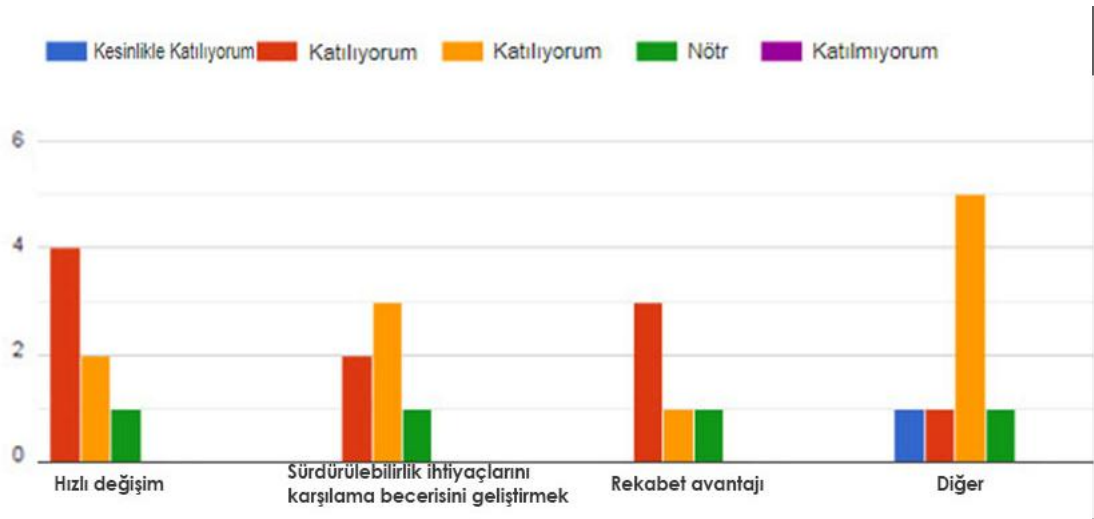
Şekil 4.75. BIM uygulaması sonucu sunulan hizmetler



Şekil 4.76. BIM uygulaması sonucu sunulan hizmetler



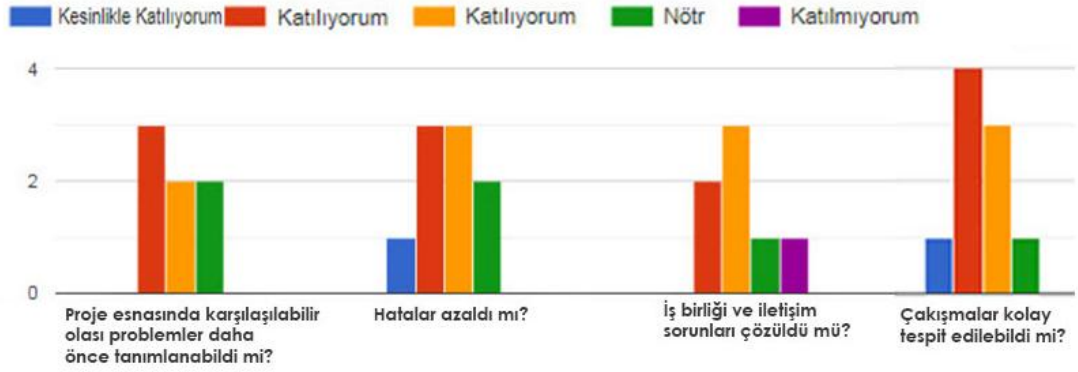
Şekil 4.77. BIM uygulaması sonucu sunulan hizmetler



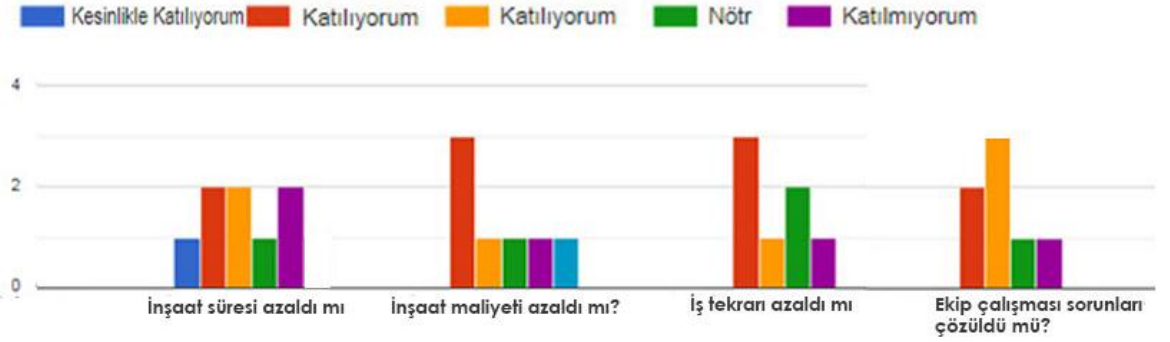
Şekil 4.78. BIM uygulaması sonucu sunulan hizmetler

BIM'in projelerde uygulayarak sunduğu hizmetlerin verimlilik düzeyi üzerinde etkisi vardır, bu bölüm BIM'in sunduğu en yaygın hizmetlerle ilgilidir. BIM'in çizim işlemlerini hızlandırması üzerinde bir etkisi vardır, shop drawing çizimler %90 ile en yüksek ortalama skora sahiptir. Bu durum BIM'in farklı prensipler ile yapılan çakışma testlerinin kolaylaşmasını sağlaması ile ilgilidir. Eş zamanlı çalışma olanağı sunan sistem sayesinde tüm prensipler değişimleri kolaylıkla takip eder ve revizyon için harcanan zaman yarıya iner. Bu durum geleneksel yöntemde oldukça uzun zaman aldığı ve eş zamanlı ciddi maddi kayıba sebep oluşu için en yüksek faydalanma oranına sahiptir. Proje maliyetlerinin azalmasındaki etki ile ikinci en yüksek %88 ortalama puana sahiptir. BIM ile proje tasarım ve inşaat uygulama sürecinde elde edilebilen yüksek öngörü ve yaklaşık maliyetler sayesinde bu sistem ile hazırlanan projelerden edilen kar oranları geleneksel yöntemle kıyasla oldukça fazla çıkmaktadır. Hızlı değişim olanağı; BIM sisteminin üç boyut, iki boyut, maliyet ve zaman planlaması gibi konularda entegre oluşuma sahip olması elde edilecek fayda oranında %86 ile üçüncü en yüksek puandır. BIM'in sunduğu projeye entegre iş programlama ve maliyet programlama imkanları sayesinde inşaat kalitesinin artışı sağlanmaktadır, ayrıca BIM'in rekabet avantajı sunması ve sürdürülebilirlik ihtiyaçlarını karşılama becerisini geliştirmesi (%83) oranında fayda sağladığı belirlenmiştir. Tasarım gelişimine paralel artan verimlilik düzeyi, oluşturulan proje dokümantasyonlarının kapsamlarının isteğe göre artırılabilir olması ve projelerin üç boyut ve iki boyutlarının eş zamanlı elde edilebilir olması tasarım kalitesini arttırmada (%78) oranında etkin olduğu belirlenmiştir. BIM ile eskiz çizimlerinin ön proje aşamasında yapılması ve daha basit çizgilerle ifade edilebilir kütsel tasarımların müşteriye tasarımı ifade etmede etkin olarak kullanılmasının (%75) faydalı olduğu belirlenmiştir. Risk yönetimi, verimliliği en üst düzeye çıkarmak ve tasarım sırasında maliyet tasarrufu sağlanabilme oranlarının (%67) diğer etkenlere oranla düşük olmasındaki sebep, BIM'in çizim programı anlayışından 4D ve 5D tasarım algısını henüz tam anlamı ile yayamadığını göstermektedir. İnşaat yönetimi (%56) oranla en düşük fayda sağlanan alandır bunun sebebinin ise sistemin henüz bu alanda kullanımının yaygınlaşmaması ve henüz katılımcıların yeterli bilgiye sahip olmamasıdır.

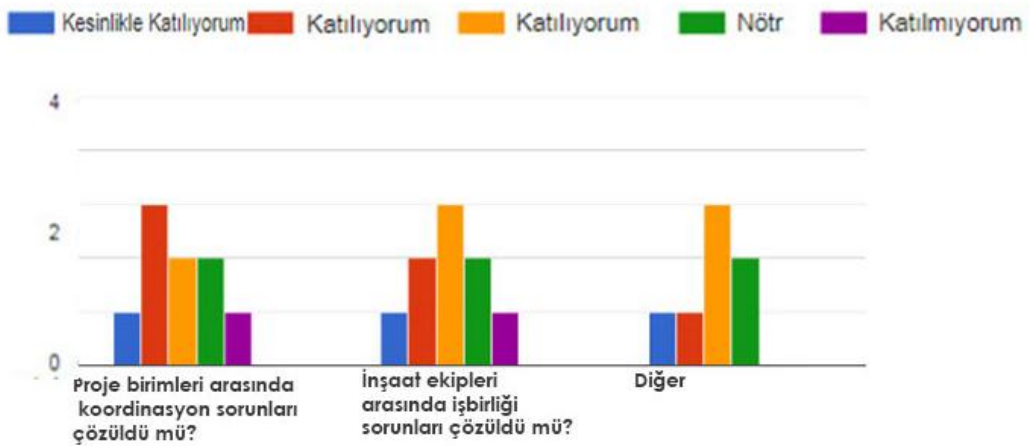
10- BIM'in firmanızda kullanılmasının bir sonucu olarak, sorunların çözümüne yönelik değerlendirmeleriniz?



Şekil 4.79. BIM kullanımı sonucu sorunların çözümüne yönelik değerlendirmeler



Şekil 4.80. BIM kullanımı sonucu sorunların çözümüne yönelik değerlendirmeler



Şekil 4.81. BIM kullanımı sonucu sorunların çözümüne yönelik değerlendirmeler

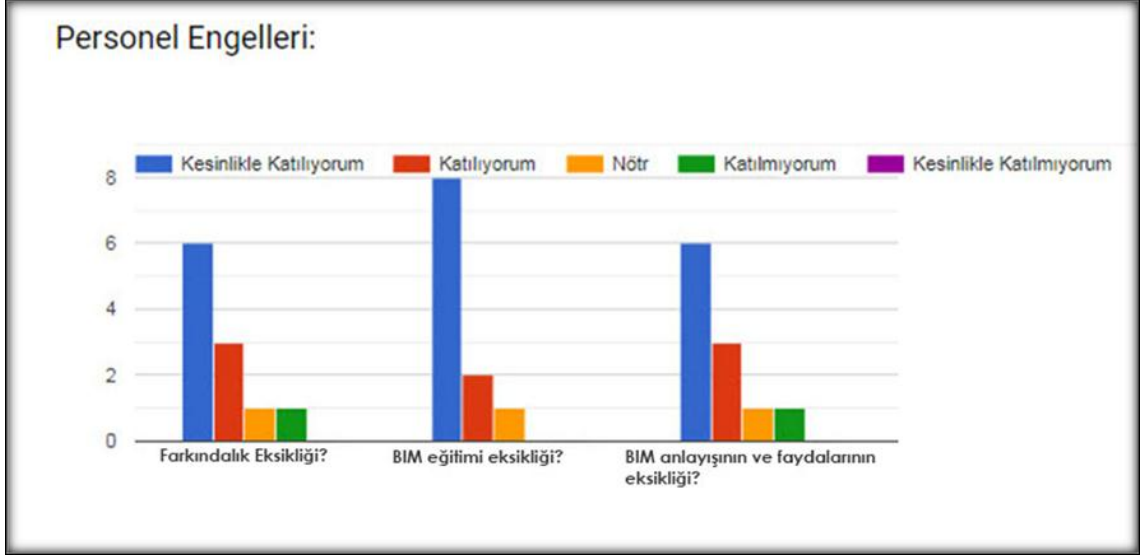
Tablo, BIM'in çözdüğü problemlerin ortalama puanlarını göstermektedir. Profesyonellerin çoğu BIM profesyoneller arasındaki ilişkilerin iyileştirilmesi üzerinde

de bir etkiye sahiptir; paydaşlar arasındaki işbirliği sorunlarına çözümler (%67) sunmaktadır. BIM ile proje masrafları, proje tarafları ve paydaşlar arasında program ve ilerleme hakkında ortak bir anlayış ve öngörü sağlar proje esnasında karşılaşılabilecek olası problemler daha önce tanımlanabilir. BIM'in çoklu pencere ara yüzü ve tüm prensiplerin eş zamanlı tek dosyada çalışabilmesini sağlayan yapısı sayesinde %89 oranla çakışmalar kolay tespit edilebildiği görülmektedir. Sistemi kullanan katılımcılar projelerdeki hataların daha kolay tespit edilebildiğini (%78), iş birliği ve iletişim sorunları koordinasyonlu çalışma imkanı sunan BIM sayesinde (%71) azaldığı belirlenmiştir. İnşaat süresi, yapılan işler planlı yürüdüğü için iş tekrarında azalma (%57) vardır. BIM sorunların erken tespiti, iş planlaması sayesinde malzeme tedarik sisteminin az hata ile ilerleme imkanı sunmakta ve İnşaat maliyet tasarrufunu (%50) artırmayı sağlamaktadır.

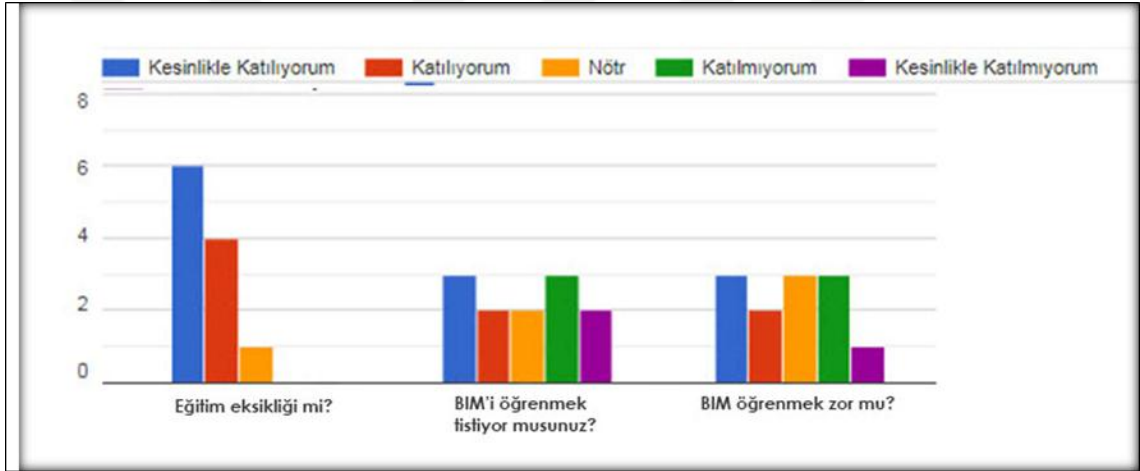
Bölüm 4: BIM Kabulüne Engeller:

Bu bölüm, Türk inşaat sektöründe BIM'in benimsenmesine yönelik ele alınan engellerin sonuçlarını göstermektedir. Engeller; kişisel engeller, teknik engeller, iş engelleri, pazar engelleri ve kurumsal engeller olarak sınıflandırılır.

Kişisel engeller için BIM eğitimi eksikliği, %91 engel payı ile en yüksek dereceye sahiptir ve bunu %82 oranı ile BIM'in faydalarının anlaşılmasının yarattığı engel takip etmektedir. Profesyoneller tarafından farkındalık eksikliği oranı %56 ile en yüksek üçüncü sıradadır. Son iki engel, bazı profesyoneller BIM'i birçok nedenden ötürü reddetmektedir bunların en başında ise öğrenmek istememe (%53) ve bazılarının BIM'i öğrenmeyi zor olarak benimsemesidir (%42).



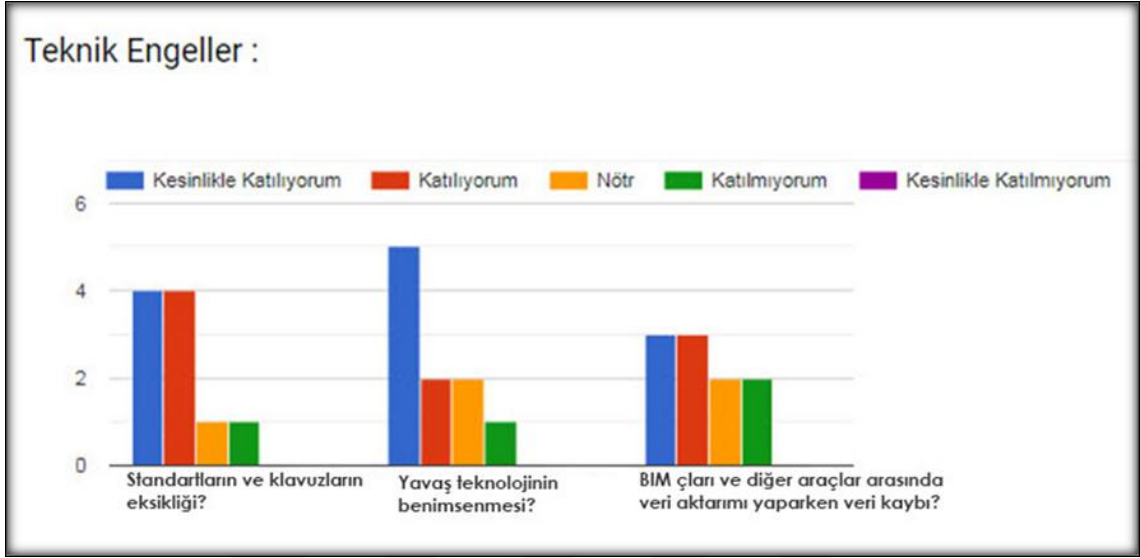
Şekil 4.82. BIM kabulüne karşı personel engelleri



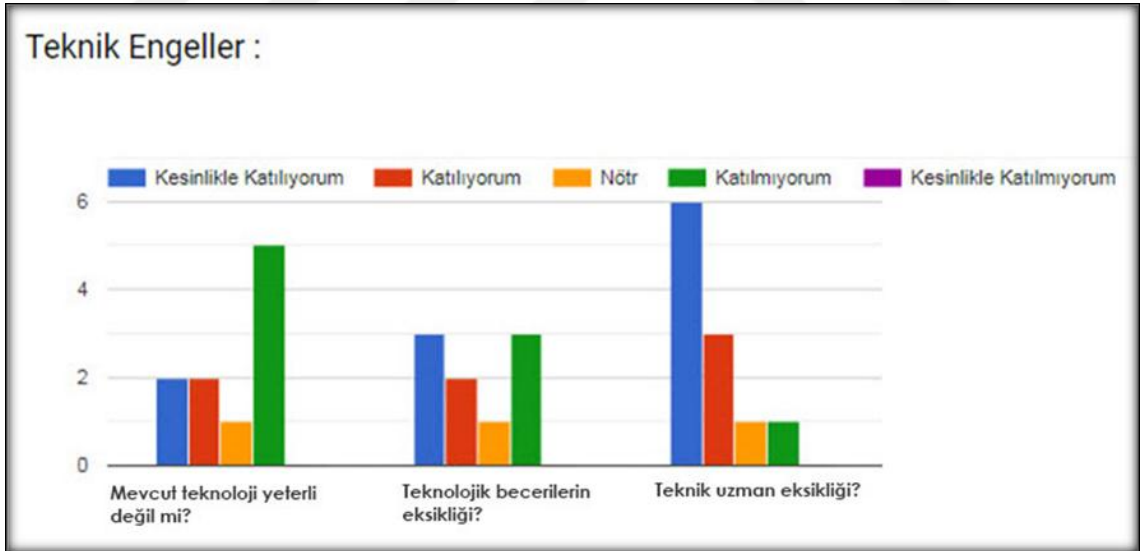
Şekil 4.83. BIM kabulüne karşı personel engelleri

BIM kabulüne engel teşkil eden unsurlardan teknik olanlar daha çok teknolojiye yer alan eksikler ve konusunda yetkin insanların yetersizliği üzerinedir. BIM kullanımı için teknik uzman eksikliği ve mevcut teknoloji yetersizliği, %82 ile in ağırlık indeksi ile ilk sırada yer almaktadır. BIM sistemine geçişte süreç ve kullanılan programlar ile ilgili yetkin kişilerin bulunması sürecin doğru ve sorunsuz gitmesi adına gerekmektedir. Sistemin yaygın olmamasından kaynaklı donanımlı kişilerin eksikliği mevcuttur. BIM sisteminin gereği olan programlar çoklu entegre sisteme sahip olduğu için mevcut donanımlardan daha güçlü bir teknolojiye ihtiyaç duyulmaktadır. İkinci engel teknolojilerin benimsenme süreçlerinin Türkiye’de yavaş olmasıdır (%70). Standartların ve kılavuzun eksikliği %80 ile yüksek bir endekse sahiptir bunun sebebi henüz yaygın olamayan BIM sisteminin Türkiye’deki sözleşme, kullanılan ölçü standartları gibi

belirsizlikler içerisinde olması ise programların ülke standartlarına göre uyarlanmamasından kaynaklanmaktadır. BIM yazılım araçları ve diğer araçlar (%60) arasında veri aktarımı yapılırken en düşük sırada yer alan Engeller veri kaybıdır ve bazı profesyoneller Türkiye’de mevcut teknolojik becerilerin eksikliği belirlenmiştir (%56).



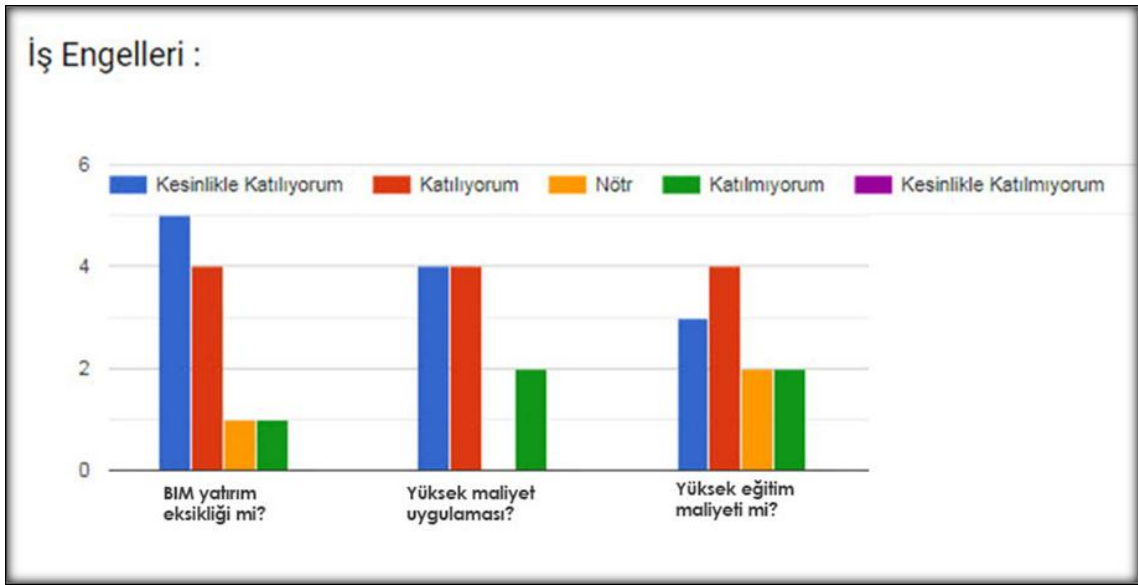
Şekil 4.84. BIM kabulüne karşı teknik engeller



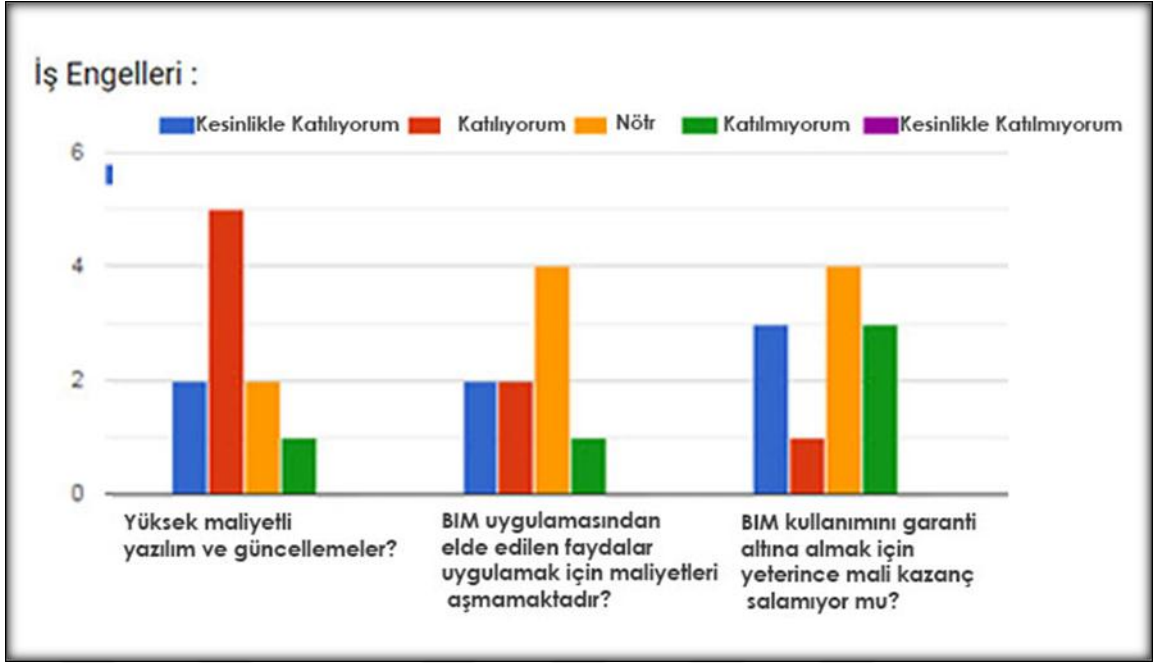
Şekil 4.85. BIM kabulüne karşı teknik engeller

İş bariyerleri için, ilk engel, %80 ile BIM geçiş ortaya çıkabilecek yüksek maliyet öngörüsüdür. Bu yüksek oranın sebebi anket katılımcılarına göre, geçişi sağlayacak firmalarda teknolojik alt yapı değişimi, program satın alımları; yüksek maliyetli yazılım ve güncellemeler (%70), çalışan eğitimleri (%64) gibi geleneksel yöntemlere ek çıkabilecek maliyetleri kapsamaktadır. BIM’in henüz yaygın ve aktif kullanılmaması

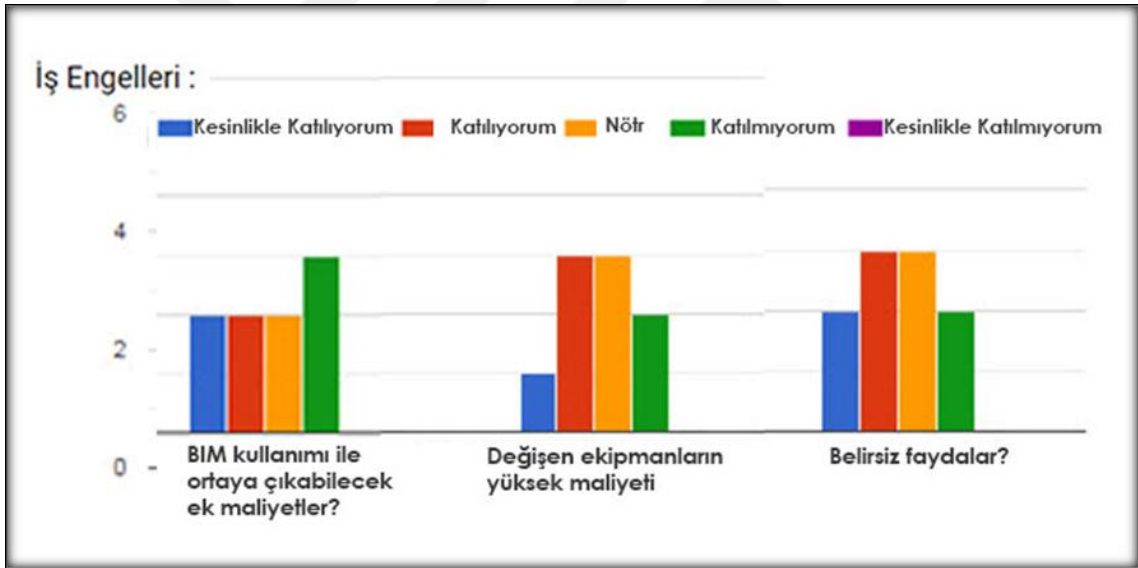
sebebi ile üretici firmaların yatırım eksikliği (%56) yüzünden de ülkedeki mimarlık ofislerinin BIM'in kabulüne bir bariyerdir. Bazı profesyoneller BIM'in faydalarının belirsiz olduğunu bu ve tam olarak bilinemediğinden tercih oluşturamadığını belirtmişlerdir (%50), BIM'in kullanılmasıyla elde edilen maddi kazanç konusunda olumlu ya da olumsuz yorum yapamamaları daha önce böyle bir faydanın öne sürülmemesinden kaynaklanmaktadır (%46) ve BIM uygulamasından elde edilen faydalar bunu uygulamak için maliyetleri aşmamaktadır (%44). Katılımcıların cevaplarına göre ekipman değişiklikleri için yüksek maliyet gereksinimine ihtiyaç yoktur.



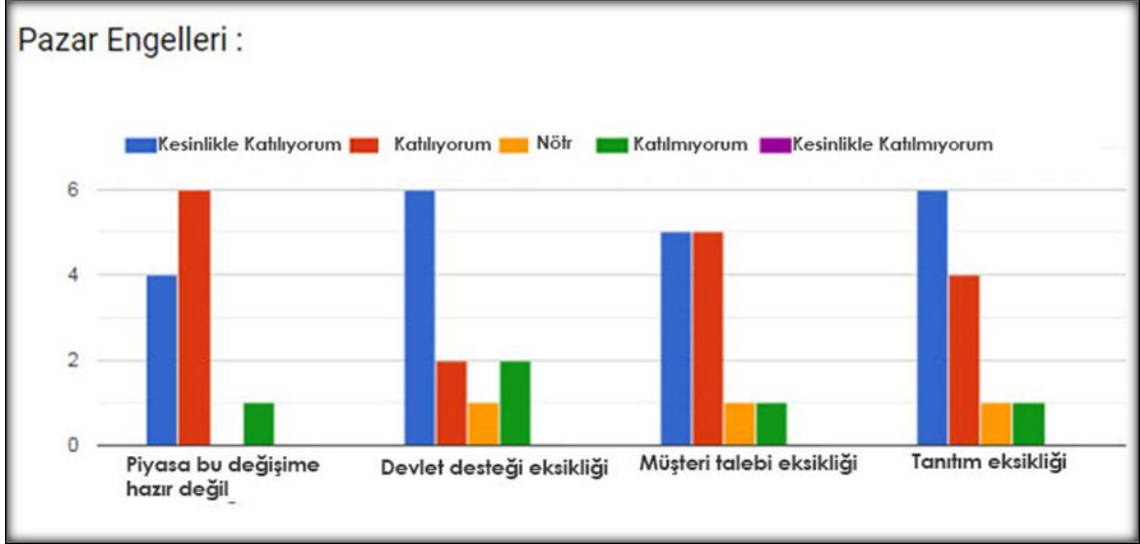
Şekil 4.86. BIM kabulüne karşı iş engelleri



Şekil 4.87. BIM kabulüne karşı iş engelleri

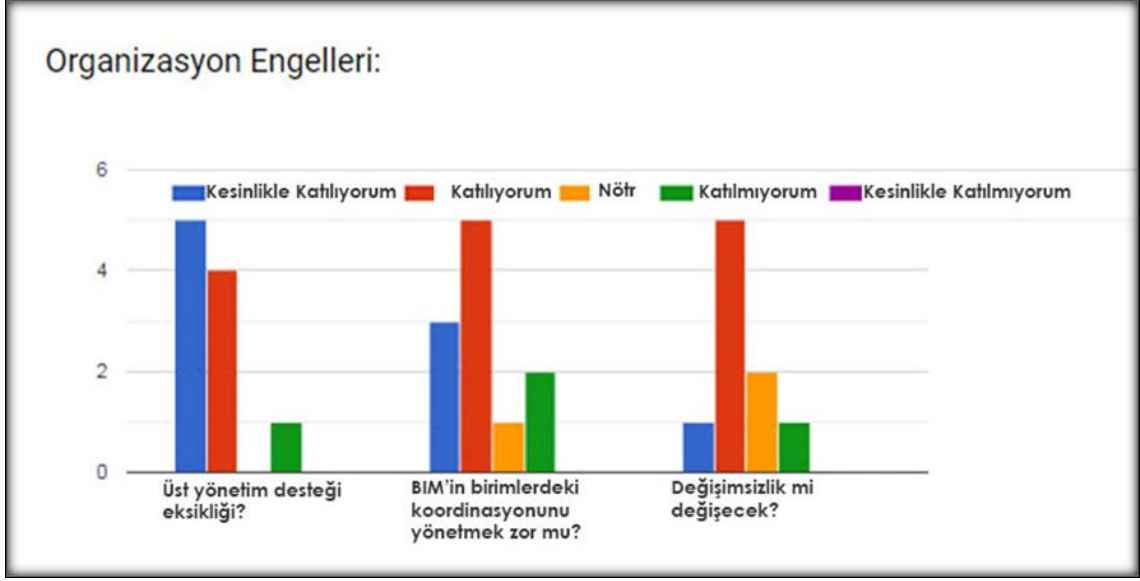


Şekil 4.88. BIM kabulüne karşı iş engelleri

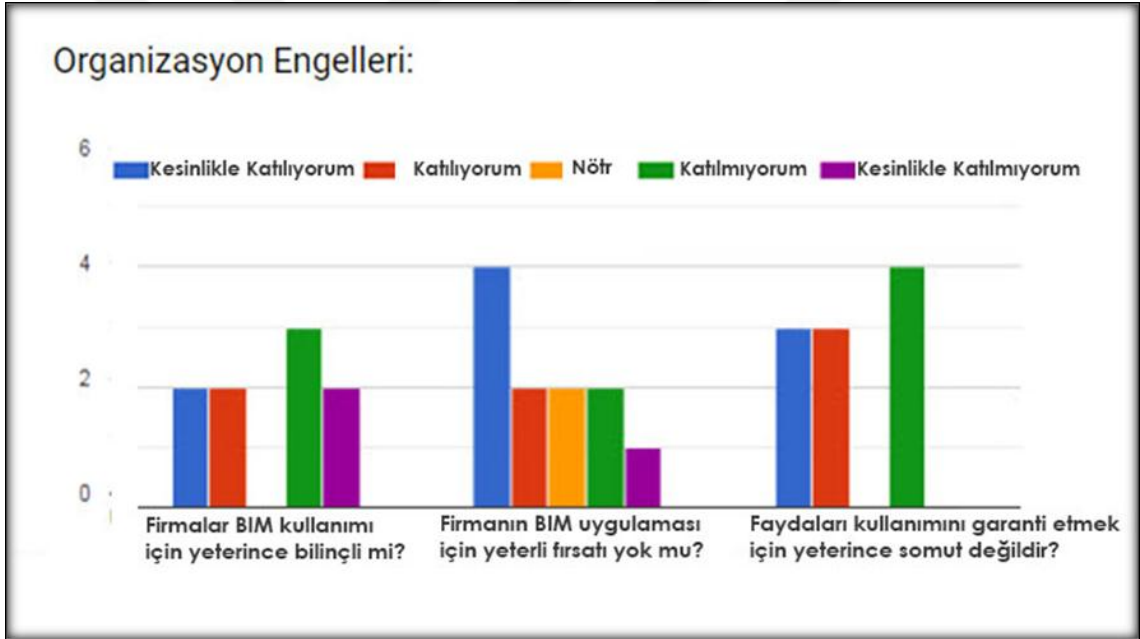


Şekil 4.89. BIM kabulüne karşı Pazar engelleri

BIM kabulüne engel olan sebepler arasında en az paya sahip olan, BIM tanıtım eksikliğidir (%44). Devlet desteğinin eksik olması BIM kabulünü zorlaştıran etkilerin başlarında yer alır çünkü kullanılan geleneksel yöntemleri benimseyen devlet kurumları kendi sistemini BIM'e adapte ederse proje firmaları mecburi bir geçiş sürecine girmiş olur. Mimari firmaların iç mimari alanları dışında neredeyse tüm onayları belediyeler gibi devlet kurumlarınca yapılmaktadır, dolayısı ile firma devlet arasındaki dosya paylaşımları, arşivler gibi birçok alanda uyum önemlidir (%80). BIM ile elde edilen kazançlardan katılımcılara göre müşterilerin bilgisi yeterince yoktur. Projeler için özellikle inşaat aşamasındaki müteahhit firmadan mal sahiplerinin projeyi takibi ve oluşturulacak projenin tüm aşamalarının yüksek öngörü sunumlarının farkındalığı yeterince oluşmadığı için müşteri taleplerinin eksikliği (%83) oran olarak yüksektir. Piyasada yer alan firmaların BIM'e geçiş için hazır olmadığını (%91) oran ile belirlenmiştir, aslında bu yüksek oran üstte belirtilen tüm sebeplerin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.90. BIM kabulüne karşı organizasyon engelleri



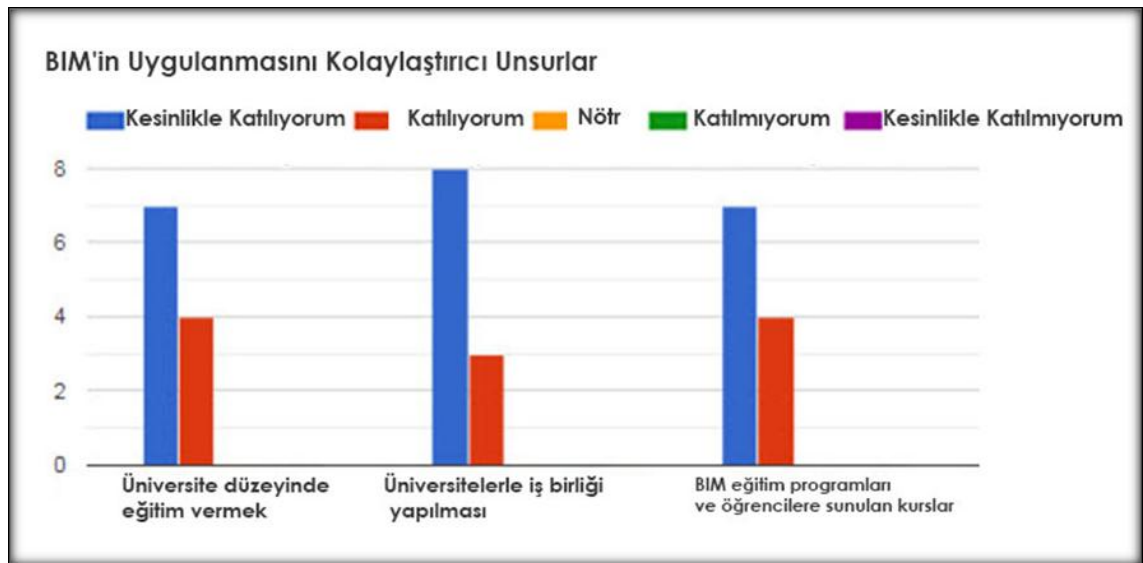
Şekil 4.91. BIM kabulüne karşı organizasyon engelleri

Organizasyonel engeller için, ilk engel, geleneksel yöntemlerden yeni yöntemlere geçişte üst yönetim desteği eksikliği (%56). BIM alışılmış olan geleneksel tasarım sürecindeki farklı prensiplerin birlikte çalışmalarından farklı ve daha koordinasyonlu oldukları için aradaki mevcuta göre anlaşmaların farklılaşması birimlerin proje üzerindeki hükümlülükleri gibi bir çok daha kapsamlı olmuştur dolayısı ile birimlerdeki koordinasyonu yönetme zorluğu (%73) ile en yüksek orana sahiptir. Projede görev alan tüm katılımcıların alıştığı geleneksel sistemi devam ettirme ve değişime açık

olmadıkları saptanmıştır (%67). Bunun sebebi BIM'in geleneksel yöntemle ek olarak birçok yenilik sunmasıdır ve bu yeniliklerin kabulü için eğitim süreçleri ve alışkanlık değişikliği katılımcıların değişimi kolay kabullenememelerinin sebebidir. BIM sistemi henüz ülkede yeterince yaygın olmadığı için katılımcıların uygulama alanı bulamadıkları tespit edilmiştir (%55). Bazı profesyonellere göre, BIM'in faydaları yeterince somut değildir (%60) ve çoğu katılımcı BIM konusunda yeterince bilinçli değildir (%44).

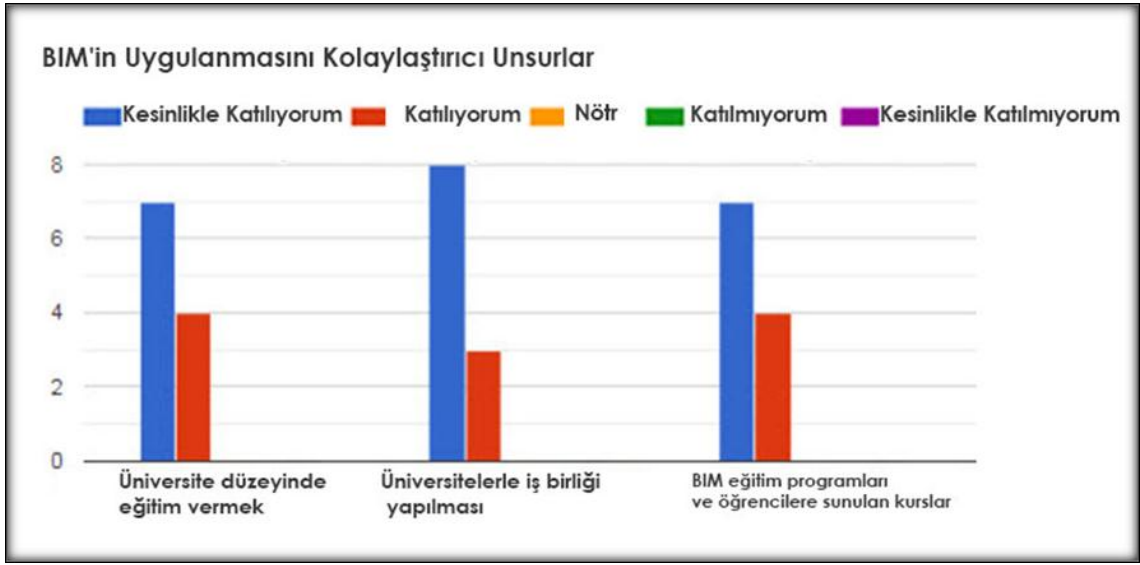
Bölüm 5: BIM'in Uygulanmasını Kolaylaştırıcı Unsurlar:

Türk inşaat sektöründe en üst sırada yer alan BIM'in kabulünü kolaylaştırıcılar eğitim ve öğretime yöneliktir, çünkü BIM eğitimi eksikliği bu araştırmadaki en üst düzey engeldir. Katılımcıların çoğu, BIM'in personel ve öğrenci kullanımı konusunda eğitim ve öğretimin sağlanmasının önemi verdikleri cevaplardan ortaya çıkmaktadır. En üst sırada yer alan bir diğer etken (%82) BIM'e geçiş aşamasındaki yeni süreç ve iş akışı ile ilgili şirketlerin eğitim vermesi gerektiği ile ilgilidir ayrıca bu sürecin devamı niteliğinde ortaya çıkacak yeni yazılım ve teknolojilere geçiş ile (%100) çalışanlara bu yeniliklerden yararlanma ve kullanım ile ilgili eğitim programları sağlamak gerekmektedir. Bunu takiben geçişi kabul eden firmalara BIM'in kullanımı konusunda rehberlik vermek gerekmektedir (%100) çünkü konusunda deneyimli bir uzman sayesinde nasıl bir yol izlenmesi gerektiği belirlenir ve karşılaşılan sorunlar kolaylıkla çözülebilir.

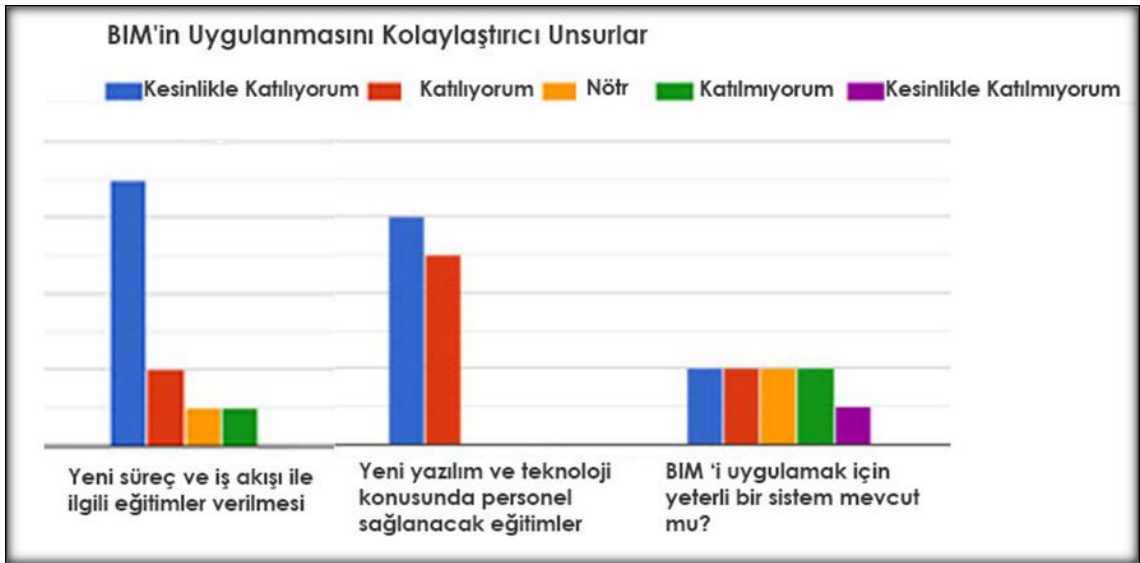


Şekil 4.92. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar

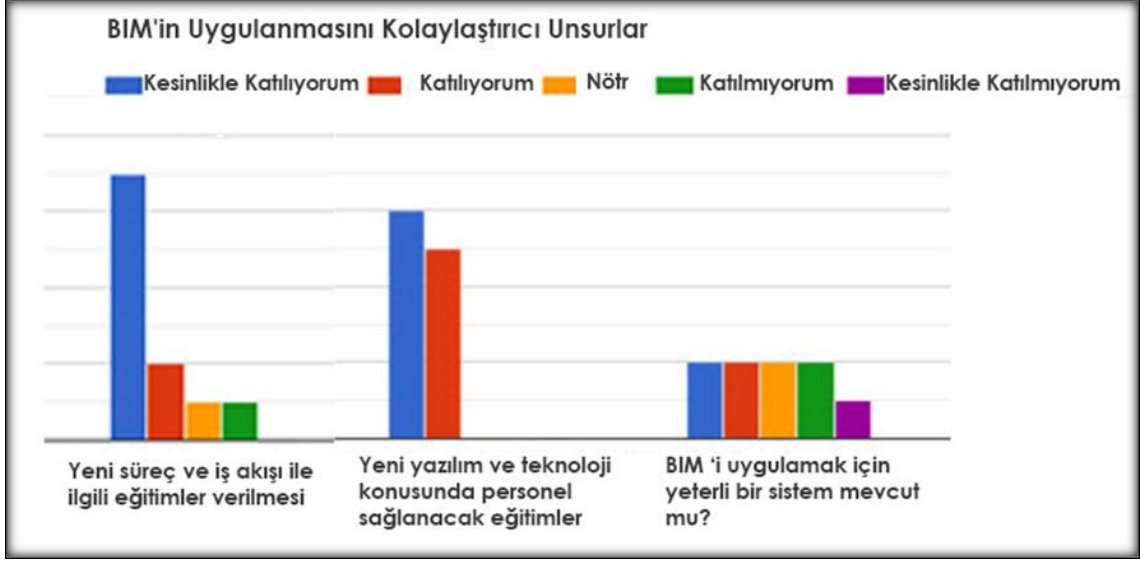
BIM'in piyasa kullanıcıları olan mimarların hayatına üniversite dönemlerinde girmesi hem kalifiye eleman sayısını arttıracak hem de mezuniyetleri akabinde birer uzman olarak geleneksel yöntem kullananlara yapılacak rehberlikte yardımcı olabileceklerdir, Üniversitelerde öğrencilere eğitim vermek ve üniversitelerle iş birliği sağlamak %100 bu yüzden büyük önem taşımaktadır. Eğitim ve öğretimden sonra %90 oran ile hükümet desteği geliyor. Hükümet desteğinin artışı ile firmalar zorunlu bir geçiş sürecine giriş yapmış bulunacaklar bu da tıpkı geleneksel yöntemlerdeki el ile çizimden bilgisayarlı çizime geçişteki ivme artışını kazandırmış olacaktır.



Şekil 4.93. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar



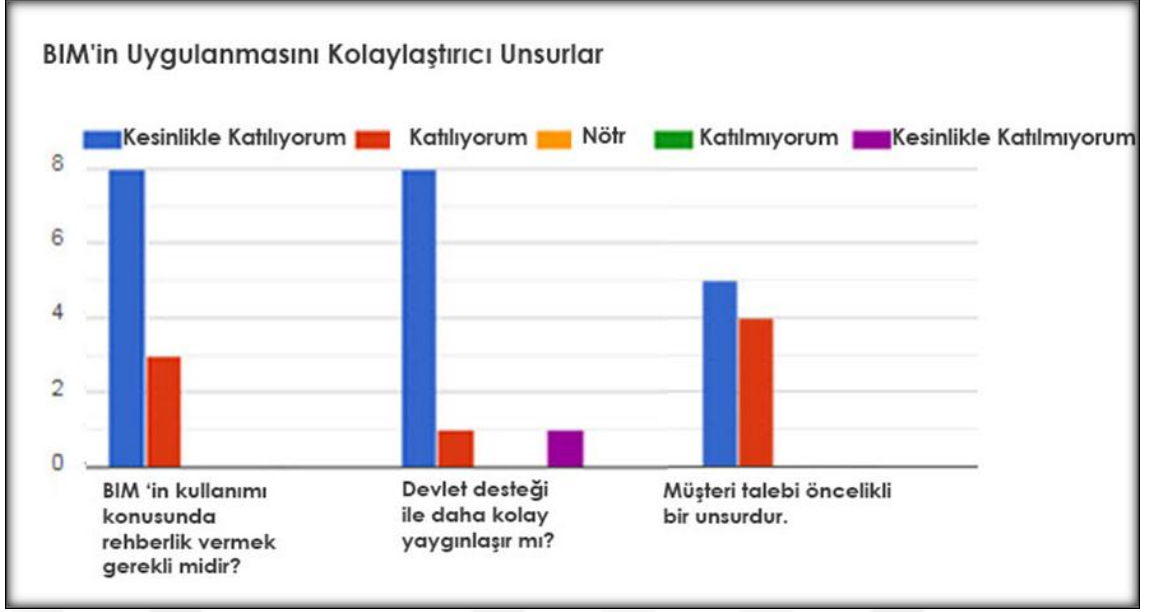
Şekil 4.94. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar



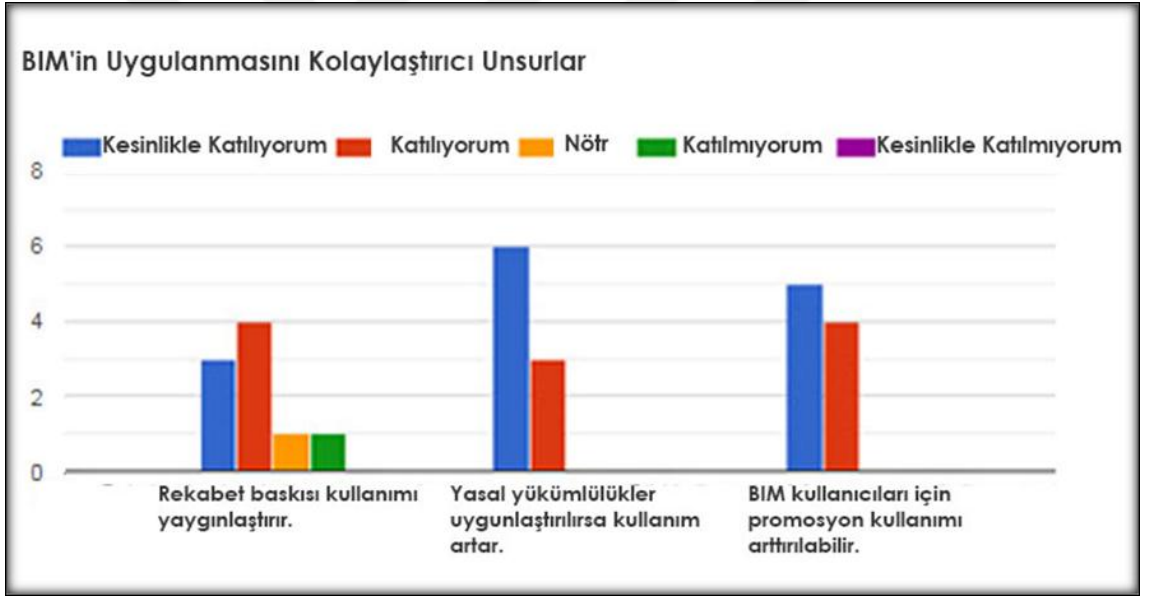
Şekil 4.95. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar

Kullanmadan önce BIM'i yeterince anlayabilmek BIM'in benimsenmesini kolaylaştıracak unsurların büyük önem taşıyanlarındandır. Katılımcılar BIM'in sağladığı faydaların farkındalığı yaratıldığında (%90), BIM'in finansal faydalarını fark etmek de kabullenme oranını artırmaya etki etmektedir (% 78).

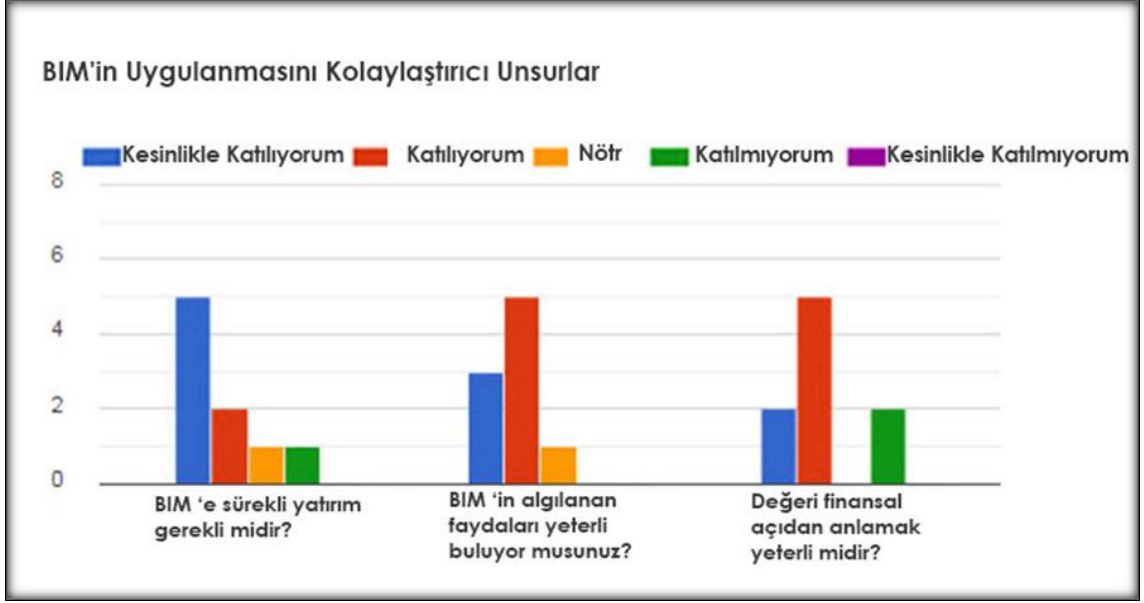
BIM yazılımlarının yüksek maliyeti, BIM kabul oranını düşüren bir engel olarak ele alınmaktadır. Bu sebeple yazılımların maliyetini düşürmenin uygulama oranını artırmaya etkisi vardır (% 80). Bu süreçte deneyim sahibi katılımcılar tarafından verilen cevaplarda, satın alınan mevcut BIM yazılım ve teknolojilerinin çok da yeterli görülmediği ortaya çıkmıştır (%67). Satın alımlar öncesi BIM kullanıcıları için sunulacak promosyonlar kullanımı teşvik eden unsurlar arasında yüksek orandadır (% 100).



Şekil 4.96. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar

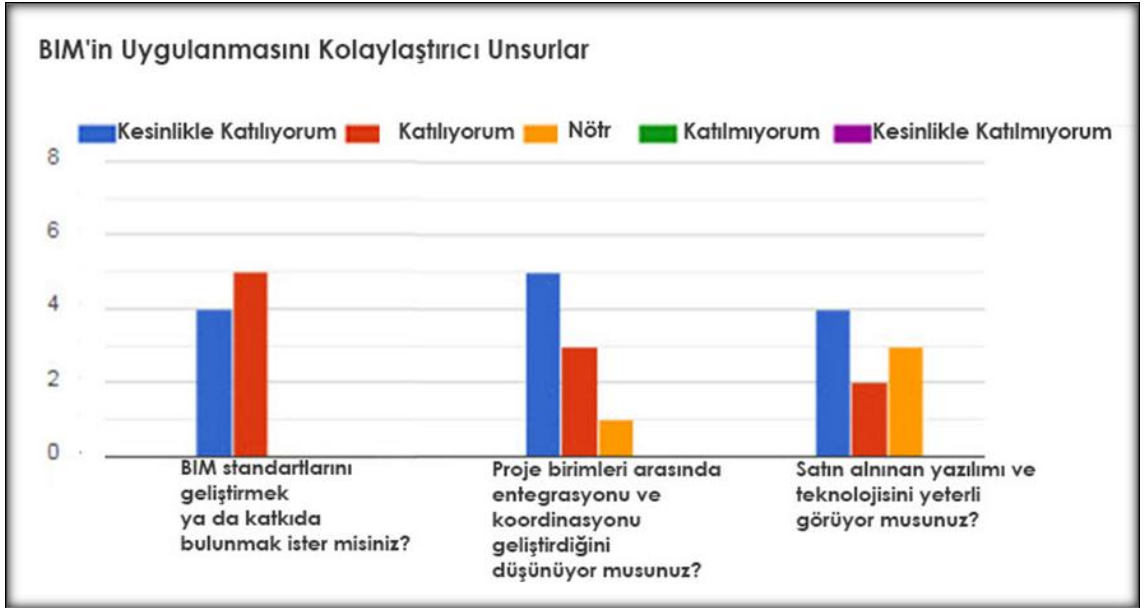


Şekil 4.97. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar

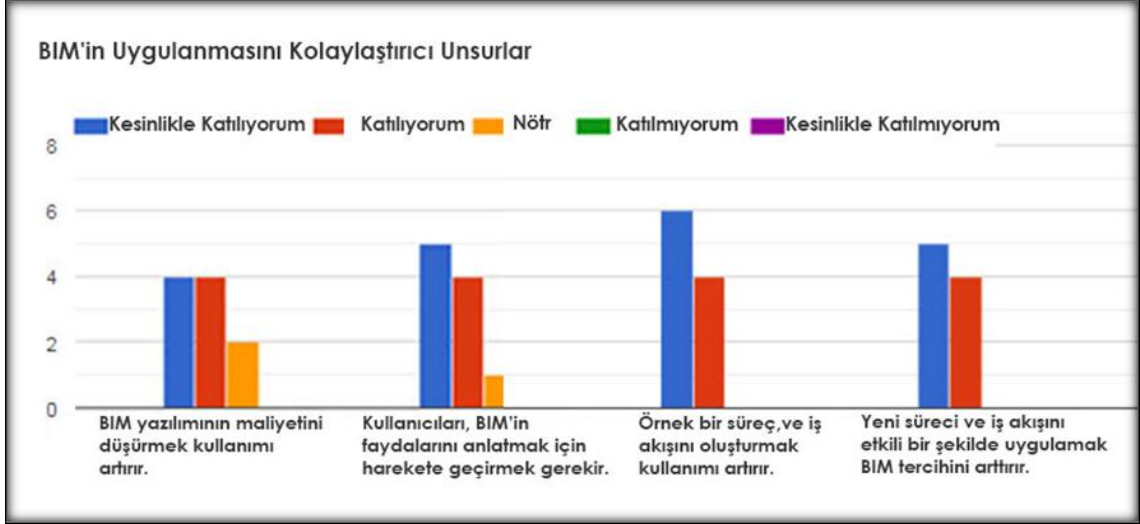


Şekil 4.98. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar

Proje tarafları arasında entegrasyon ve koordinasyonu geliştirebilir sistem yapısı sayesinde BIM kabulü kolaylaştıran bir diğer sebep olarak belirlenmiştir (%89). BIM'in kabul oranını artırmaya yönelik BIM'in faydaları konusunda anlatımlar yapmak, bilgilendirme seminerleri ve konferansları oluşturmak da BIM bilincini benimsetmek konusunda baş sıralarda yer almaktadır (%90). Yasal yükümlülükler ülke şartlarına göre düzenlendiğinde de sisteme geçiş kolaylaşabilir (% 100).



Şekil 4.99. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar

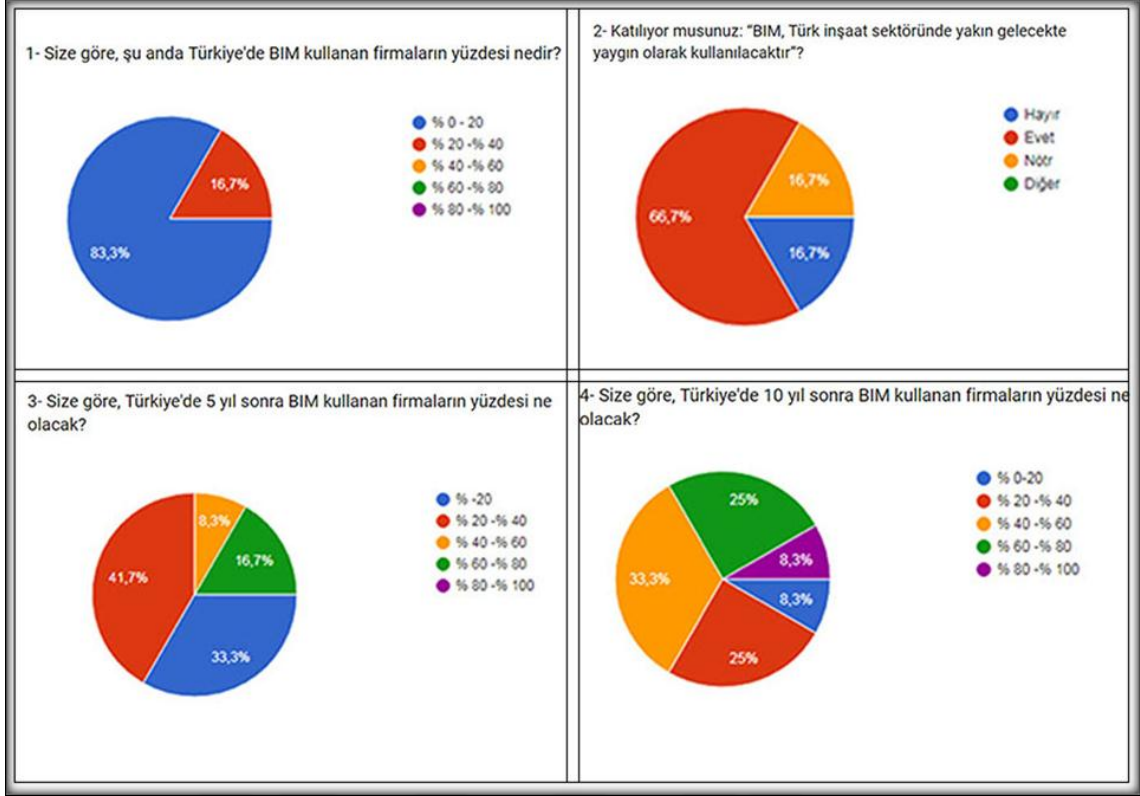


Şekil 4.100. BIM'in uygulanmasını kolaylaştırıcı unsurlar

Bölüm 6: BIM Uygulaması için Vizyon ve Gelecek Tahminleri:

Bu bölüm, profesyonellerin Türkiye'de gelecekteki BIM uygulaması için beklentileri ile ilgilidir. Birincisi, katılımcılar Türkiye'de şu anda BIM kullanan firmaların yüzdesinin %83,3'olduğunu düşünürken kullanmayan firmaların %16,7 oranında olduğunu belirlemiştir.

%66,7 oranda katılımcı " BIM'in Türk inşaat sektöründe yakın gelecekte yaygın olarak kullanacağını belirlemiştir ancak %16,7 oranında katılımcı bu düşünceye katılmamaktadır. 5 yıl sonraki Türkiye'deki kullanım oranı için yapılan tahminde %20 ile %40 oranında firmaların 10 yıl sonra Türkiye'de BIM uygulaması hakkında, katılımcıların %41,7lik oranı ile en yüksek cevabı oluşturmaktadır. Katılımcıların sadece %8,3'ü %40 ile %60 oranında firmanın BIM kullanım yüzdesine ulaşacağını tahmin etmektedir. Sadece %16,7'lik oranda katılımcı BIM'in %60'larda yayılacağını kullanımda ciddi bir artış olabileceğini öngörmektedir. Çoğu Türk firmasının BIM'i düzenli olarak kullanması zaman alacaktır, bu işlemin daha uzun sürede gerçekleşme öngörüsünde firma geçiş oranlarında ciddi bir artış olacağını düşünen katılımcılar, %33,3 ile Türkiye'deki firmaların (%40-%60) çoğunun geçişi sağlayacağını öngörmektedir. Zaman aralığı arttıkça geçişi sağlayan firma sayısının da artışa bağlı olarak gerçekleşmesi, katılımcıların BIM kabulü için gereken alt yapı sürecinin zaman gerektirdiğine inanması ve kullanan firmaların kullanmayan firmalara örnek olması ile oranın artacağı anlaşılmaktadır.



Şekil 4.101. BIM uygulaması için vizyon ve gelecek tahminleri

Bölüm 7: Deneyim Sınırı ve Sözleşmeleri:

Anketin bu bölümünde katılımcılara BIM ile ilgili çeşitli açık uçlu sorular sorulmuştur. Verilen cevaplarda özellikle bilgi ve deneyim içerikli olanlara yönelik olanların cevaplanamadığı ve verilen cevapların çoğunun eksik içerikli veya yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Sorulardan birincisi olan "BIM projelerine katılım süreniz ne kadardır?" için alınan cevaplarda süreç aralığı 1 ile 10 yıl arasında değişmektedir. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere BIM Türkiye'deki firmalar için oldukça yenidir. "Şirketinizin BIM projeleri ile ne kadar zamandır ilgilenmektedir?" sorusuna karşılık cevap içeriğinde ilgilenmeyen firmaların mevcut olduğu ancak kişinin kendi çabası ile BIM'le ilgilenildiği anlaşılmaktadır. Diğer cevaplar ise 1-5 yıllık tecrübeye sahip firmaların olduğunu göstermektedir. Türkiye'deki mimarlık firmalarının BIM kullanım oranı yüksek olan şehir "İstanbul" olarak belirlenmiştir. Bunun sebebi "Hangi BIM projelerine dahil oldunuz?" sorusuna verilen cevapların %93'ü İstanbul'da yer almakta, diğer cevapların sadece şirket eğitimi ya da kişisel ilgi alanı olarak BIM ile bağlantısı olduğu ortaya çıkmıştır. Sistem ile ilgili katılımcıların BIM konusunda çoğunlukla

yardım almadıkları kişisel eğitim ile BIM'i tanımlamaya çalıştıkları ortaya çıkmıştır. "BIM danışmanlarıyla mı çalışıyorsunuz yoksa şirketinizin kendi BIM ekibi / personeli var mı?" sorusuna verilen cevaplarda uzmanlar ile çalışan şirketlerin oranının azınlıkta olduğu ancak danışmanlık alınması dahilinde katılımcıların yer aldığı şirketlerde geçişin sağlanabileceği vurgulanmıştır "İhale dokümanlarında / sözleşmelerinde ve / veya uygulamada birlikte işlerlik gereksinimleri nasıl açıklanmalıdır?" sorusu doğrultusunda verilen cevaplar ; BIM'e geçiş sürecinde yapılacak sözleşmelerde tarafların iş içerikleri ve projeye dahil olma alanlarının açık bir şekilde belirlenmesi gerektiği (%50) söylenmektedir. BIM ile proje yürütme planı ve süreç işleyişi sözleşmelere dahil edilmelidir (%37,5). Birlikte çalışabilirlik gereksinimlerini açıklayan bir bölüm ihale dokümanlarında yer almalıdır (%12,5).

Katılımcılara "BIM için hangi yazılım platformunu kullanıyorsunuz? Diğer birimlerde aynı platformu kullanıyor mu? Kullanıyorsa; birlikte çalışabilirlikle ilgili ne tür sorunlarla karşılaştınız?" sorusu sorulmuştur. Revit ve ArchiCAD, BIM programları arasında kullanımı Türkiye'de en yaygın olan programlardır. Ancak mimarlık birimleri dışında çoğu prensibin BIM programlarının henüz aktif kullanılmadığı belirtilmiştir sadece bazı şirketler çelik proje çizimleri ve hesaplamaları için İnşaat mühendisliği bölümlerinde BIM kullanmaktadır. Ancak birlikte çalışabilirlik konusunda alınan cevapların yetersizliği sonucu ülkede BIM'in sağladığı iş birlikçi yapıdan yararlanmanın henüz yaygın olmadığı ortaya çıkmıştır.

BIM'in geleneksel yöntemlerle yapılan tasarımlara kıyasla sunduğu olanakların başında yer alan prensipler arası koordinasyon hakkında soru sorulmuştur; "Proje birimlerinin birbirlerinin BIM modelleri hakkında yorum ve geri bildirimlerini hangi yollarla sağlıyor? Bu uygulama veri paylaşım algınızı nasıl değiştirdi?" Alınan cevaplar, bu konuda deneyim sahibi katılımcıların bilgi paylaşımlarını elektronik ortamda, hızlı ve etkili gerçekleştirdiği görülmektedir. "Proje için, ana yüklenici veya müteahhitleri / alt yüklenicileri / tedarikçileri tarafından hazırlanan veya katkıda bulunan BIM sistemini kullanımı hangi yönden olmuştur ? Bu ekip üyelerinin BIM modelleri hakkında yorumları nelerdir?" sorusuna cevaben, deneyimli katılımcılar; iş programlaması, proje ön görüşleri ve iş takibi açısından BIM'i kullandıkları ve bu özellikten oldukça memnun kaldıkları belirtilmiştir. Ancak alınan cevapların az oranından da anlaşıldığı üzere ülkede BIM'den henüz programlama yönünden yeterince yararlanılmadığı sonucuna

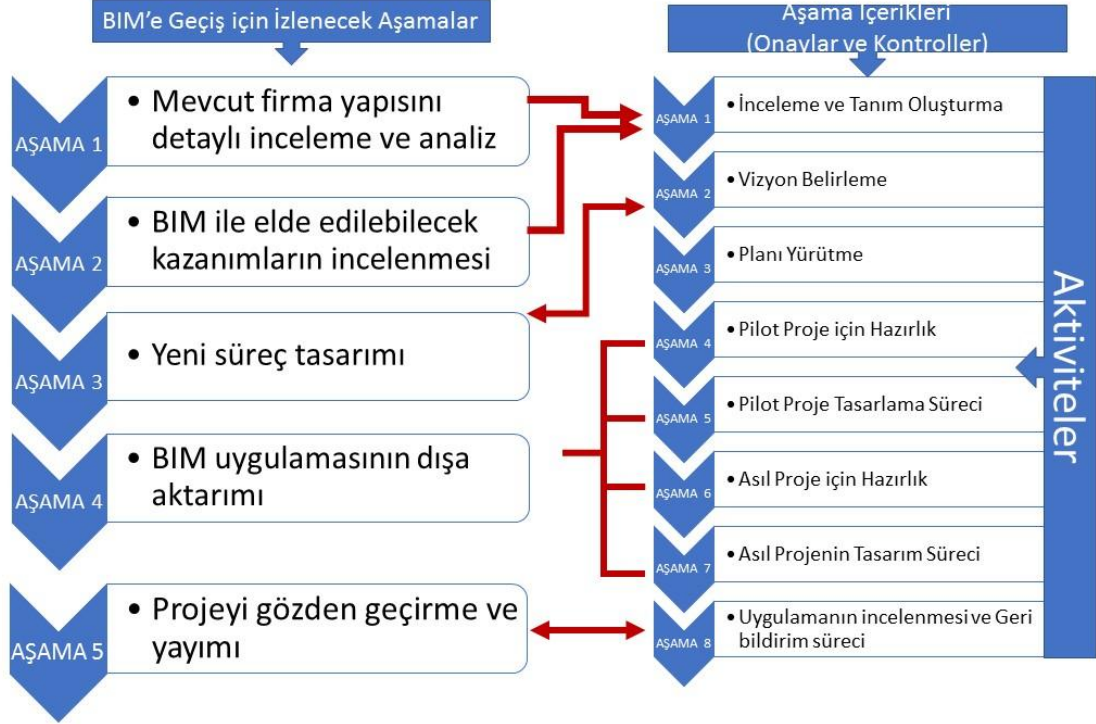
varılmıştır. “Proje yapım ve uygulamasına ilişkin koordinasyon, entegrasyon ve çakışma tespiti için BIM modelinin kullanılması üzerine ilerlemeyi sağlamak ve istemek için ne gibi kolaylıklar yaşandı ve tüm proje çalışanları BIM sistemine ne gibi bir güven duydu? BIM modelinin oluşturulması ve geliştirilmesi için eksikleri nasıl belirlediler?” Bu soruya yönelik alınan cevaplar oldukça azdır, bunun sebebinin katılımcıların BIM sistemi ile yürütülen projelerin her aşamasında yer almamalarıdır, BIM modeli oluşumu aşamasında ortaya çıkan sorunları çözümlenmeye yönelik ayrı ekiplerin yer aldığı belirtilmiştir.

Şirketlerdeki yüklenici ve yönetimden sorumlu birimlerin BIM sürecine dahil olma alanları genellikle oluşturulan iş programları doğrultusunda gerçekleştirilen maliyet ve zaman ilişkisindeki kontrolleridir. BIM güncellemelerini senelik ya da mail bilgilendirmeleri sonucu takip eden katılımcılar; BIM sistemi ile tasarladıkları projelerde üç boyut görsellerinin diğer görselleşme programları kadar iyi sonuç vermediği ayrıca mimari ve statik projelerdeki çakışma kontrolleri kadar tesisat projeleri ile uygulanan çakışma testlerinde başarılı olamadıklarını açıklamışlardır. BIM’in mimari proje tasarım sürecinde hangi eksik yönlerini öncelikle güçlendirmesi gerekiyor? Sorusuna katılımcıların çoğu, üç boyut kalitesinin artırılması ile ilgili yapılandırmanın gerekliliğinden bahsetmektedir. Ayrıca uygulama esnasında BIM sisteminin temelini oluşturan “uygulanabilir tasarımlar” ilkesine bağlı olarak gerçekleşen, proje tasarım hamleleri esnasında gerçeklik payı olmayan tasarımlarda programların zorluk çıkarması konusunda BIM’in alternatif bir yön önermesi gerektiği aksi halde çoğu projenin bu sebep ile BIM sisteminde tasarlanmak istemediği belirtilmiştir.

4.3. Türkiye İçin Yol Haritasının Oluşturulması

4.3.1. BIM Uygulama Çerçevesi

4.3.1.1. Giriş



Şekil 4.102. Türkiye'deki mimarlık firmalarının BIM'e geçişte kullanacakları yol haritası

BIM'in bir mimari şirkete adapte edilmesi veya uygulanması kararı alındığında, "BIM'i uygulamak için en iyi yöntem/strateji ne olmalıdır?" sorusu sorulmalıdır. Bu bölüm, küçük bir vaka çalışması dahilinde incelenen şirketten edinilen bilgiler ışığında ve Türkiye'de yer alan şirketlerin katılımı ile gerçekleştirilen anket üzerine yapılan analiz ve değerlendirmeler ile oluşturulan, Türkiye'deki Mimarlık Şirketlerinin BIM sistemine geçişte için kullanabileceği kavramsal süreç niteliğinde bir yol haritasını içermektedir. Bu yol haritasının amacı BIM'i uygulamak için yatırım yapmaya ihtiyaç duyan mimarlık ofislerine doğrudan fayda sağlamak olarak tanımlanabilir.

BIM sistemine geçişte öncülük edecek olan, hem finansal hem de kültürel değişim için en büyük yatırımı yapması gerekenler mimari proje firmalarıdır. Anketin de yüzde 76,9 cevaplayan kullanıcı profili mimarlardır. Sonuçlar doğrultusunda edinilen bilgilere göre mevcut durumda Türkiye’de BIM uygulaması oldukça düşük seviyededir.

BIM’in uygulanmasının temel faydaları, bölüm 2’de daha önceden vurgulanmıştır. BIM sistemine geçiş ile elde edilecek bu potansiyel faydaları anlamak için; neden, niçin, nasıl ve ne zaman yapıldığı sorularının cevaplanması gerekmektedir. Bu analiz şirketin mevcut durumunu değerlendirmesini sağlarken, aynı zamanda analizde ortaya çıkacak boşluklar şirketin ihtiyaç duyduğu eksikliklerin de belirlenmesini sağlayacaktır. Dolayısı ile mimarlık firmaları geçiş amaçlarını tanımlayarak bu sürecin niçin gerekli olduğunu açıklığa kavuşturacaktır. Buna göre sürece dahil olmaya karar veren mimarlık firmalarının öncelikle BIM ile ilgili bilgilendirilmesi gerektiği ve bu bilgilendirme sonucunda şirketin oluşumu ve mevcut iş potansiyeli analiz edilerek, yapılan işler doğrultusunda BIM’den hangi aşamada yararlanmak istediklerini belirlemesi gerekmektedir.

Yeni teknolojilerin mevcut endüstrilere uyarlanması tüm endüstrilerde zaman zaman ortaya çıkmaktadır. Mimarlık mesleği ve onun gibi yaratıcı endüstrilere özgü bir konu olan tasarımın tek düze olmayan doğası sebebi ile yeni teknoloji arayışı sürekliliğe sahiptir. Bu yeni teknoloji arayışı ya da zorunlu geçiş, güncel olmayan uygulamalar, belirli sorunları ortaya çıkarmaktadır. Yeni teknolojiye geçişte strateji geliştirmek için, farklı sektörlerden benzer çalışmalar dikkate alınmaktadır. Çeşitli biçimlerde benimsenen en yaygın yaklaşım, kurumsal mimari çözümlerdir.

Kurumsal mimarlık (KM); tüm prensiplerin eş zamanlı örgütsel stratejisini, iş süreçlerini, bilgi teknolojisinin donanım ve yazılımlarını kapsayan bir sistemdir. Bu sistem birçok gerekli tasarım dokümanı (örneğin; Veri modelleri, proje bilgi tabloları), iş programları (örneğin; organizasyonel çizelgeler) içerir, işletmenin birden fazla perspektifini kapsar (uygulama / dokümantasyon / teknoloji). BIM’in benimsenmesi, bir mimari uygulamada uygun bir KM’nin daha geniş bir şekilde benimsenmesinin bir parçası olarak görülmelidir. Bir kurumsal sistem geliştirilecekse BIM ile kıyaslanan bir veri değişim formu oluşturulmalıdır.

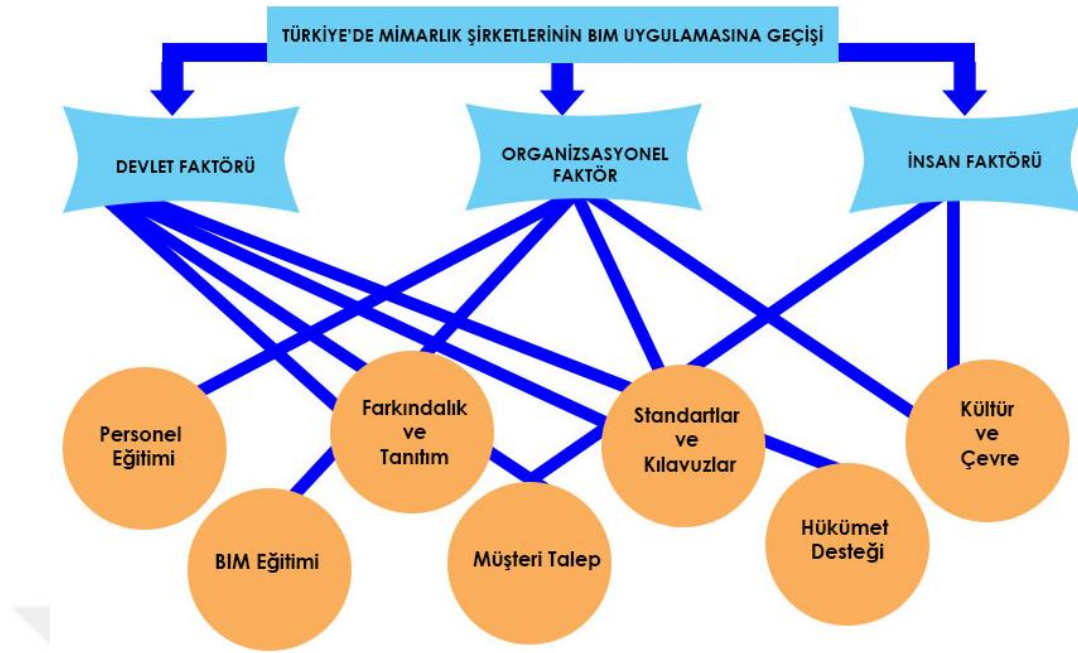
Büyük ölçeğe sahip mimari uygulamalar için BIM'in benimsenmesini daha geniş bir KM benimsemesinin parçası olarak görmek ve yönetmek gerekmektedir. Yani geçiş yapmak isteyen firmanın hitap ettiği proje kapsamları bu geçiş sürecini etkiler. Dolayısı ile BIM için projenin ne tür olduğunu anlamak önemlidir

Türk inşaat sektöründe yer alan mimarlık firmalarının BIM sistemine geçişi için önerilen yol haritası, bir mimarlık firmasının proje tasarımı boyunca etkisi altında kaldığı tüm faktörler göz önüne alınarak hazırlanmıştır. Dolayısı ile proje üzerinde etki sahibi olan değişim aşamaları sektörel ve organizasyonel olmak üzere iki ana başlıkta değerlendirilmiştir.

4.3.1.1.1. Sektörel Düzeyde BIM'e Geçiş

Türk inşaat endüstrisinde yer alan mimarlık firmalarının kullanacağı, BIM uygulamasına geçişi sağlayacak kritik faktörlere dayalı kavramsal süreç (yol haritası) öncelikle Türkiye'nin mevcut proje tasarım sürecindeki değişimi ile başlar. Sektörel düzeyde gerçekleşecek geçiş aşaması ise; hükümet faktörü, şirket içi organizasyonel faktörler ve insan faktörü (çalışan, iş veren ve müşteri) olmak üzere üç kategoriden oluşmaktadır. Sektörel düzeyde geçiş aşamasında yer alan tüm faktörler, organizasyonel düzeyde (şirket içi) geçişi doğrudan etkilemektedir. Anket sonucu elde edilen bilgilerin sunduğu mevcut durum ve incelenen vaka çalışması, faktörlerin önem derecesini oluşturmuş ve aşağıda sıralanmıştır:

1. Personel Eğitimi ve Teknik Uzman Eksikliği
2. BIM Eğitimi
3. Farkındalık ve Tanım
4. Müşteri talebi
5. Standartlar ve Kılavuzlar
6. Devlet Desteği



Şekil 4.103. Türkiye’de mimarlık sektörünün sektörel düzeyde BIM’e adaptasyon sürecinin kavramsal haritası

Personel Eğitimi ve Teknik Uzman Eksikliği

Türkiye’de BIM uygulamasını geliştirmenin en önemli faktörü; teknik personeldeki teknolojik becerilerin oranını artırmak için eğitim sağlamaktır, çünkü uygulamanın başarısı doğrudan kullanıcıların becerilerine bağlı olacaktır. Geleneksel yöntemlerden yeni yöntemlere geçerken ve profesyonellerin kullanım olanaklarını sağlamak için yeni yazılım ve teknolojinin kullanılması gerekir. Sürecin üzerindeki etkisine bağlı olarak yapılması gereken, eğitim programları yeni süreç ve iş akışı üzerinden gerçekleştirilmelidir. BIM programları hakkında bilgi sahibi olmayan kişiler programları kompleks bulup denememişlerdir, ya da yetersiz bilgiye sahip olan kullanıcılar BIM programlarını kısmi olarak kullanmaktadır ve bu kısmi kullanım sebebi ile sistemin faydalarının çoğundan yararlanılamamaktadır.

BIM’in kullanımına aşina olmak mimarlık firmalarının sisteme geçiş isteğini yaratmada önemli bir rol oynamaktadır. Çeşitli BIM öğrenim ve danışma noktaları oluşturularak BIM programlarının yaygınlaşması sağlanabilir. Ayrıca çeşitli zamanlarda yapılacak BIM konferansları ile eğitim süreci desteklenebilir. Firmalar çalışanları için eğitim merkezlerinde BIM eğitimi alabilirler, ya da firma bünyesine aynı zamanda geçiş boyunca yardımcı olabilecek BIM uzmanı dahil edebilirler. Bu BIM uzmanları programlar ve süreç hakkında firmadaki çalışanlara eğitim sağlayabilir.

BIM Eğitimi

BIM eğitim faktörü, üniversite veya teknik eğitime başlangıçta yer alan faktör olarak oldukça önemlidir. Üniversite seviyesindeki öğrencilere BIM eğitimi vermek, öğrenciler arasında BIM'in farkındalık ve bilgi oranını artıracak ayrıca Türkiye'deki inşaat sektörüne BIM'in kullanımına aşina olan yetenekli kalifiye profesyonellerin yetişmesini sağlayacaktır. Fakülte derslerine eklenecek BIM farkındalık programları ve BIM program kursları ile bu süreç kolayca gerçekleştirilebilir. Üniversiteler, öğrencilere verilecek kursların ana hatlarını oluşturmak için genel öğrenim hatlarından çok Türkiye'deki inşaat sektörünün ihtiyaçlarına özgü kurallar ve standartlar doğrultusundaki ders içerikleri için inşaat firmalarıyla iş birliği yapmalıdır.

Farkındalık ve Tanıtım

Türkiye'de BIM'in uygulanmasını kolaylaştıran önemli faktörlerden biri, BIM'in farkındalığının artmasını sağlayacak doğru tanımları oluşturmaktır. Oluşturulacak tanımların içerikleri BIM hakkında bilgi sahibi olmak isteyen firmaların, sisteme geçişi sağlamaları sonucu edinecekleri faydaları, kazanımları ve kayıpları içermelidir. BIM'in tanıtımına yönelik yöntemler ve örnek projelerden edinilen dokümantasyonlar ve analizler ile desteklenebilir. Yükleniciler, mal sahipleri, danışmanlar, mühendisler, mimarlar, öğrenciler ve müşteriler dahil inşaat sektörüyle ilgili tüm kategoriler arasında BIM farkındalığı artırılmalıdır.

Müşteri Talebi

İnşaat projelerinin BIM uygulaması ile gerçekleşmesine yönelik müşteri talebi, mimarlık firmalarının BIM'i uygulamalarını kullanımını zorunlu kılacaktır. Müşteri talebinin oranını artırmanın yolu, müşterilerin BIM faydalarının değerini finansal açıdan anlamalarını sağlamaktır. Türk hükümetinin bu faktördeki rolü, en büyük müşteri olduğu ve zorunlu kullanımı sağlayabilecek büyük bir paya sahip olduğu için, inşaat projelerinde BIM uygulamada müşteri talebinin oranını arttıracaktır.

Standartlar ve Kılavuzlar

BIM'i inşaat projelerinde kullanmak için standartlar ve sözleşmeler hazırlamak BIM uygulamasına geçiş sürecinin başarısını artıracaktır. Oluşturulacak standartlar ve kurallar, Türkiye'nin BIM sistem formunun oluşması için ana hatları çizecektir.

Kullanıcılar bu ana hatları takip ederek BIM teknolojisinin algı ve bilgi sürecini tamamlayacak ve uygulamaya daha kolay geçiş yapabileceklerdir. BIM standartları ve sözleşmeleri devlet tarafından BIM uzmanlarının desteğiyle oluşturulabilir ve gelişmiş bir BIM uygulama kılavuzu devletin desteği ile geliştirilebilir. Mevcut sistemdeki paydaş rolleri ile BIM sisteminde yer alan roller arasında ciddi bir fark vardır bu yüzden her mimarlık firması çalıştığı paydaşlar ile ilgili sorumlulukların yer aldığı yeni sözleşme formlarını oluşturmalıdır. Bu sözleşmeler oluşturulacak standartlar ve kılavuzlar doğrultusunda gerçekleştirilebilir.

Devlet Desteği

Türkiye’de BIM sistemine geçişi kolaylaştıracak en büyük faktörlerden biri devlet desteğidir. Türk hükümeti, Türkiye inşaat sektöründe BIM’in uygulanması için stratejik bir yol haritası ve vizyon planı oluşturmak için ciddi adımlar atmalıdır. İncelenen vaka çalışmasında İngiltere hükümetinin desteği örnek alınabilir. Çünkü hükümet, BIM eğitim ve öğretim programları sağlama, tanıtım oranını artırma, BIM’i mecburi kılan müşteri payını kullanma ve BIM kullanımı için standartlar ve rehberler oluşturma gibi tüm faktörlerde rol almaktadır. BIM sistemine geçişi sağlamada eğer devlet sistemi kullanan firmaları, kamu sektöründeki örneğin belediye yatırımları ve projelerde desteklerse özel sektörde yer alan proje firmaları ve yatırımcılar sağlanan bu teşvik ile Türkiye’de BIM sistemini kolayca benimser.

Kültür ve Çevre

BIM uygulamasına geçişi kolaylaştırma yöntemlerinden biri de ülkede yeni sistemi kabulü destekleyici yeteneğine sahip bir çalışma ortamı ve kültürü oluşturmaktır. Oluşturulacak çalışma ortamları ya da uygulama sahaları sayesinde, geleneksel yöntemlerin değişen biçim ortamından yeni yöntemlerin ortamına kadar meydana gelen etkilerin deneyimlendiği bir olanak sunulmalıdır. Bu olanaklar; BIM ortamında çalışmaya hazır olan şirketlerin sayısını artırma ve eğitim programları sağlama, BIM kullanımına ilişkin rehberlik sağlama, profesyonellerin BIM’in yararlarını anlamalarına, BIM yazılımlarını satın alma ve BIM kullanıcılarına tanıtım yapma gibi profesyonellere hazırlanma gibi birçok yolu kapsar.

Bir mimari uygulamanın BIM ile yapılması esnasında, sistemin sağladığı mümkün olan tüm faydaların bu uygulama için tamamen gerçekleşmesi önemlidir. BIM’in

uygulanması, iş değişimi alanları, mimari pratiğe veya inşaat sektörüne özgüdür. Dolayısı ile oluşturulacak yol haritası Türk inşaat sektöründe yer alan mimarlık firmalarının genelinin ihtiyaçları doğrultusunda oluşturulmuştur, ancak firmaların misyonları ve uygulamalarına göre aşamalarını özelleştirip geliştirebilirler. BIM'e geçişi kabul eden kuruluşlar ve uygulamalar için, bu değişikliğin başarılı bir şekilde kabulü, tanınması ve yönetilmesi gerekmektedir. BIM'in kabul süreci beklentileri karşılayacak şekilde planlanmalı ve gerçekleştirilmelidir.

4.3.1.1.2. Organizasyonel (Şirket) Düzeyinde BIM'e Geçiş

BIM uygulamasına geçiş, iş sürecinin yeniden yapılandırmasının (BPR) bir örneğidir (Ayyaz 2012). İş süreci mühendisliği, maliyet, kalite, hizmet ve hız gibi kritik modern performans ölçütlerinde önemli iyileştirmeler elde etmek için iş süreçlerinin köklü ve yeniden düşünülerek yeniden tasarlanmasıdır (Fragoso, 2015). Bu nedenle, bir Mimarlık şirketinin BIM uygulamasına geçişinin gerçekleştirilmesi için gerekli olan faaliyetler, BPR metodolojileri dahilinde genel olarak tanımlanmıştır. Farklı yazarlar tarafından tanımlanmış başarılı bir BIM adaptasyonu elde etmek için gerekli olan işletmenin yeniden yapılanma yaklaşımı için önerilen adımlar, Tablo 4.3'te (Tzortzopoulos, 2004) belgelenmiştir.

Tablo 4.3. BIM'e geçiş süreci ve devamlılığı için gerekli faaliyetler

AKTİVİTE	Peppard and Rowland 1995	Sengala and Farzaneh 1996	Vakola et al 2000	Yung 1997	Zinser et al 1998	Fowler 1998	Tissari and Heikkila 2001
AŞAMA 1) Geçiş süreci için bir vizyon oluşturun / Stratejik hedefleri ve projenin kapsamını tanımlayın	X	X	X	X		X	X
AŞAMA 2) Sürecin sebebini tanımak ve tanımlamak					X	X	
AŞAMA 3) Kazanç Yönetimi desteği / kabul / taahhüt	X	X		X	X		
AŞAMA 4) Bir plan hazırlayın / bir değişim mekanizmasını seçin	X	X		X		X	
AŞAMA 5) Mevcut süreçleri, problemleri ve neden meydana geldiklerini belirleyin / performans eksikliklerini analiz edin / değişiklik ilkelerini tanımlayın	X	X	X	X	X	X	X
AŞAMA 6) Uygulama seçme süreçlerini tanımlayın	X	X	X	X		X	
AŞAMA 7) Tüm programın uygulanmasından sorumlu bir ekip oluşturun	X			X	X		X
AŞAMA 8) Çalışanlardan Kabulleri sonrası kazanım sonuçlarının yayınlamasını isteyin	X		X	X		X	X
AŞAMA 9) Eğitim süreci belirleyin ve uygulayın	X						
AŞAMA 10) Mevcut sistem ile verimi kıyaslayın	X						
AŞAMA 11) Projeleri Yeniden BIM'e göre Tasarlayın	X	X	X	X	X	X	X
AŞAMA 12) İnsanları ve teknoloji gereksinimlerini gözden geçirin	X						
AŞAMA 13) Yeni süreci değerlendirin	X		X	X	X		
AŞAMA 14) Organizasyon yapısını, yeterliliklerini ve motivasyonunu gözden geçirin	X	X	X				X
AŞAMA 15) Yeni çalışma ekipleri tanımlayın	X						
AŞAMA 16) Eylem planları geliştirin				X			
AŞAMA 17) Pilot uygulama yapın	X		X				X
AŞAMA 18) İyileştirme prensiplerinin doğru olup olmadığını doğrulayın.							X
AŞAMA 19) Uygulama aşamalarını şirketteki mevcut durum üzerinde yapın	X		X		X		X
AŞAMA 20) Performansı (göstergeler) değerlendirin	X			X	X		
AŞAMA 22) Geliştirilen yetenek için yeni kullanımları belirleyin	X						
AŞAMA 23) Başarılan kısımları ve süreci standart hale getirin ve uygulayın					X		X
AŞAMA 24) Süreç devamlılığında sürekli iyileştirme yollarına başvurun	X	X	X				

Varsayımsal BIM Uygulama Stratejisi

Organizasyonel değişim stratejileri uygulanmadan, firmalarda istenen performansta değişiklik sağlanamaz. Tüm bu süreç, kurumun amaçlarını ve hedeflerini değerlendirmek, planlamak, uygulamak, kıyaslamak ve izlemek için gereklidir. Bir uygulama stratejisi çerçevesi geliştirmek için çeşitli alanlar ve sorular oluşturulmuştur:

- İlk olarak BIM nedir?
- BIM'deki yaklaşımları ve değişim seviyelerini nasıl uygularız?
- BIM uygulamasının aşamaları nelerdir?
- Ön bilgilendirme de ne istenir?
- Hedefleri nasıl tanımlarız?
- Geçişten önce hangi bilgiler gereklidir?
- Hangi dokümantasyon ve Sistemleri geliştirmek gerekir?
- Hangi standartların olması gerekir?
- BIM uygulaması nasıl planlanmalıdır?
- BIM nasıl kullanılmalıdır?
- BIM sistemi nasıl korunmalıdır?

Bu sorular bir beyin fırtınası süreci ile üretilir. Beyin fırtınası yapılırken kavramların yazılması ve bu kavramların bir zihin haritasına dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu araştırmanın benzeri, birkaç yıl önce çeşitli mimari uygulamalarda CAD uygulama deneyimleri içinde gerçekleştirilmiştir.

Başarılı bir BIM sistemine geçiş sürecinin merkezinde, belirli bir mimari pratikte nasıl bir uygulama yapılacağına ayrıntılı olarak anlaşılması bulunmaktadır. Farklı mimari uygulamalar farklı şekillerde çalışır. Operasyondaki bu farklılıklar genellikle ürettikleri proje türlerine ve hizmet ettikleri müşteri çeşitliliği ile ilişkindir. Uygulamaların işleyiş biçimlerinin, kendi faaliyet seviyelerine göre ayrılması gerekir. Bu anlayışla, öncelikle geçişi sağlamak isteyen mimarlık firmasının çalıştığı proje tipi ya da müşteri profili ve BIM'den hangi ölçüde yararlanacağı belirlenir. BIM sistemi önceden de açıkladığımız üzere birçok sektöre hitap etmesi sebebi ile geçişi yapmak isteyen mimarlık firmasının bünyesinde sadece proje üretimi ya da hem proje hem uygulama gerçekleştirmesi gibi farklılıklar, BIM'den yararlanma seviyesini dolayısı ile izleyeceği yol haritasındaki basamakları değiştirecektir.

BIM uygulama çerçevesinin geliştirilmesi, sağlam proje yönetimi ilkelerine ve mevcut işleyişi yeniden yapılandırma yaklaşımlarına dayanmalıdır. Türkiye'deki Mimarlık ofislerinin şirket içi BIM'e adaptasyon süreci için önerilen yol haritası 5 aşamadan oluşmaktadır. Adaptasyonu isteyen şirketin bu aşamaları ana hatları ile sırası ile izlemesi önerilir, ayrıca aşamaların kapsamı şirket yapısı ve istenilen ölçekte adaptasyona göre revize edilebilir, kapsamı artırılabilir veya azaltılabilir.

Aşama 1

BIM'e geçişin bir parçası olarak, aşama 1, Mimarlık firmasının her yönden mevcut durumunu detaylı olarak incelemeyi ve analizlerinin oluşumunu içermektedir. Öncelikle Mimarlık firmasının mevcut halde geleneksel yöntemler ile bir proje sürecini nasıl gerçekleştirdiği akış şemaları haline getirilir. Bu şemalarda bir projenin tasarımında yer alan teknik personel görevleri ve katkıları, kullanılan program türleri ve yüzdeleri, veri çıktıları ve dosya formatları, projenin depolama ve sürdürülebilirliği, tasarım sürecinin maliyet ve zaman giderleri ve eğer var ise proje paydaşları ile gerçekleşen süreç analizi yer almalıdır. Ayrıca firmanın BIM'den beklentilerini belirleme ve mevcut durumun yetersizliğini tanımlaması adına geleneksel yöntemlerde yaşanan sorunlar ve BIM ile edinilecek faydalarını yansıtan bir liste yapılması gerekmektedir.

Oluşturulacak şemaların akabinde her birisine yönelik mevcut durum analiz tabloları yapılmalıdır. Bu analizler BIM uygulamasından elde edilecek verim ve kazanımların belirlenmesini sağlayacaktır. Yapılması gereken analizlere bir örnek olarak; elektronik sistem analizi, mevcut sistemde yer alan hali hazırda kullanılan yeterli ve yetersiz bilgisayar programlamalarını belirlemeyi sağlayacaktır. Ayrıca Mimarlık firmasında yer alan donanımın performansının hali hazırda yeterliliği ve maksimum kapasitesi ile ilgili bilgiler içermelidir. Şirketteki projelerin dosya formatları, alışılan proje depolama yöntemleri ve projenin devamlılığı konusunda kullanılan sürdürülebilir yöntemler de analizlerin içerisinde yer almalıdır.

Mimarlık firmalarının oluşturduğu projelerde maliyet ve zaman kazanım ve kayıplarını gösteren analizler ve var ise diğer tüm paydaşlar ile yapılan veri alışverişleri, sözleşmeler ve proje katkı oranlarını içermelidir.

Aşama 2

BIM'in sağladığı ve yararlanılmak istenilen kazanımlarının detaylı olarak incelenmesi gerekmektedir. Örnek geçiş süreci incelemeleri ile BIM uygulama stratejisi oluşturulmalıdır. Bu aşamadaki asıl amaç firmanın BIM farkındalığının seviyesini arttırmak ve geçiş süreci esnasında harcanacak maddi ve manevi performansın kazanımlara dönüşümünü somut deliller olarak belirlemektir. Ayrıca şirket bünyesinde yer alan tüm çalışan, iş veren ve paydaşların süreç hakkındaki bilgi eksiklerini de tamamlaması yönünden bu aşamanın önemi göz ardı edilemez.

Aşama 3

Aşama 2 boyunca edinilen bilgiler ve gözlemler doğrultusunda firmanın BIM sistemine geçiş ile elde edeceği kazanımlarının bu aşamada tanımlaması gerekir. Yeni bir iş süreci oluşumu için yeni teknolojileri benimseme sürecini içerir ayrıca yeni teknolojiler ile şirket içinde yer alan mevcut araçlar ile adaptasyonu sağlanmalıdır. Örneğin BIM sürecinde yeni yer alan Türkiye'de, kullanılan ölçü birimlerinin BIM programlarının çoğunda bulunan hali hazır kütüphanede yer almaması bir engel teşkil edecektir, ancak geleneksel yöntemlerde kullanılan AutoCAD programı ve BIM sisteminde yer alan REVİT programı kendi içerisinde bilgi alışverişine oldukça verimlidir dolayısı ile mevcut araçlar ile geçişten sonra kullanımı sağlanacak araçlar arasındaki analiz ve adaptasyon oldukça önem taşımaktadır.

Aşama 4

Mimarlık firmasında yer alan ve sürece dahil olan tüm çalışanların, iş verenin ve paydaşların eğitim süreci ile başlayan bu aşama; üç farklı şekilde gerçekleşir. Bunlardan ilki yapısındaki tüm birimlerin BIM'e geçişine karar veren Mimarlık firmasının çalışmalarının başında BIM danışmanını firma bünyesine katmasıdır. BIM danışmanı, ülkede yer alan hali hazırdaki bilgilere (proje süreci, prosedürler, programlar, paydaş rolleri vb.) ve BIM sisteminde yer alan daha önce gerçekleşmiş uygulamalı süreç bilgilerine sahiptir. Geçiş esnasında firmanın alması gereken eğitimleri sağlar ya da kurs alınabilir uyumlu eğitim merkezleri ile ilgili koordinasyonu sağlayabilir. Geçiş öncesi ve sonrası karşılaşılabilecek tüm sorunlarda yardım sağlar ya da çözülemeyen kısımlarda gerekli yetkililer ile görüşür. Bir diğer eğitim çeşidi; Mimarlık firmasının sürece dahil olacak tüm çalışanlarına BIM programları ve sisteminde uzmanlaşmış eğitimcilerden

birebir kendi alanlarında ders aldırabilir ya da toplu eğitim olanağı sağlayabilir. Firmalar içerdikleri işleyiş biçimleri doğrultusunda eğer çok fazla birim içeriyor ve sadece BIM'e tasarım konusunda dahil olmak istiyorlarsa BIM konusunda uzman olan eğitimcilerin sağladıkları eğitimlere çalışanlarını gönderebilir ya da bireysel olarak kendini geliştirmek isteyen çalışanlara kurs imkanı sağlayabilir bu da üçüncü ve son eğitim süreci çeşididir. Yukarıda da bahsedildiği üzere eğitim süreci ve tüm BIM'e geçiş süreci bir firmanın yapısı dolayısı ile BIM'den ne ölçüde yararlanacağı ile ilgilidir.

BIM sistemi hakkında yeterli bilgiye erişen firmanın artık pilot proje uygulamalarına başlaması gerekmektedir. Bu projelerin yeni olması şartı aranmaz. Projeler; geçmişten, hali hazırda tasarlanan ya da gelecekte yapılması planlanan bir proje tipi olabilir. Bu aşamada önemli olan firmadaki personelin edindiği bilgileri deneyimleyerek, kendi BIM ile proje tasarlama yöntemini geliştirmeyi sağlamaktır. Standart bir aşamalı tasarım yöntemi sunmak, Mimarlığın doğasında yer alan özgürlüğü kısıtlar, ayrıca tasarımcının yeteneklerini tam sergileyememesine yol açar. Ancak pilot projelerden birinin Mimarlık firmasının daha önce geleneksel yöntemler ile tasarladığı bir proje olması önerilir. Bunun sebebi, BIM ile yeniden tasarlaması hem aşamalar arasındaki farkı benimsemesi hem de elde edilen faydaları uygulamalı olarak deneyimlemesini sağlar. Pilot uygulama süreci mutlaka kayıt altına alınmalı ve bir dizi süreç akışı tablosu haline getirilmelidir. Bu süreç akış tablosu; BIM'de karşılaşılabılır sorunlar ve çözümleri belirleyecek ve tasarım sürecinin geliştirilmesini sağlayacaktır. Ayrıca proje tasarımının yanında firmanın gerçekleştirmesi gereken bir unsur da Türkiye'de yer alan hukuki prosedürler ve geleneksel sistemin yapısının harmanı ile oluşturulan sözleşmeler ve anlaşmaların tamamının BIM sistemine göre uyarlanmasıdır. Mimarlık firmasının yapısı ve çalışma prensipleri de göz önüne alınarak yeni dokümantasyonlar oluşturulur. Ancak bu süreçte en önemli ve kapsamlı oluşumu gereken belgelerin paydaşlar arasında gerçekleşenler olduğu unutulmamalıdır. Çünkü entegre bir yapıya sahip BIM sistemi ile tüm paydaşların proje üzerindeki ve aralarındaki roller ve sorumluluklar %90 oranında değişime uğramıştır.

Proje uygulamaları ve alınan eğitimler ile şirket yeteneklerinin belirlenmesi ve pilot proje ile oluşturulan projelendirme süreç tabloları sayesinde sürece geçiş yapan Mimarlık firması artık kendi tasarım süreç ve kriterlerini belirlemiş olacaktır.

BIM yazılımları modelleme ve tasarlama sürecine entegre olmasına rağmen yazılımların oluşturduğu bazı bariyerler vardır. Tekil şirket düzeyinde tasarım inşaat bilgilerinin modellenmesi ve otomatik olarak belgelenmesi ile son derece sınırlıdır (Coates, 2010).

BIM sistemine geçiş karar veren Türkiye'deki şirketler optimizasyonu iki aşamada gerçekleştirecektir:

1. Kullanıcı ihtiyacına göre program optimizasyonu
2. Son kullanıcıların (müşterilerin) gereksinimlerine göre optimizasyon

Bu iki aşama, şirketlerin BIM'e geçişte başarılı bir şekilde optimizasyonunu sağlamak için eşit derecede önemlidir ve gerekli olan optimizasyon sürecinin 1. aşamasının tanımlanmış bir şirket için tamamlanacak bir süreç olacağını, 2. aşama ise kullanıcı gereksinimlerinin dinamik olarak devam etmesi nedeniyle devam eden bir etkinlik olarak belirlenmiştir.

Öncelikle şirketler geçiş kararından sonra BIM'den hangi amaçla yararlanacaklarına karar vermelidirler. Bu karar geçiş sürecini kolaylaştıracak en önemli etkidir. Bu kararları başta alamayan şirketler için BIM sürecine geçiş, zaman kaybı ve verimsizlik yaratacaktır.

Mimarlık şirketleri BIM'i sadece tasarım programı olarak kullanacaklarsa başlangıç optimizasyon süreci ikincil optimizasyondan daha uzun sürecektir ve daha önemli olacaktır. Şirketin mevcut hali incelemeyen geçtikten sonra geleneksel yöntemde kullandığı programlardan ne düzeyde yararlandığı ölçülmelidir. Bu ölçüm şirketin BIM'e geçiş sonrası hangi programın daha çok ihtiyacı karşılar nitelikte olacağını belirleyecektir. Şirket için doğrulanmış BIM aracının seçilmesinden sonra optimizasyon sürecine odaklanılacaktır. Optimizasyon şirket ihtiyaçları ve gereksinimlerine uygun olmalıdır.

Optimizasyon sadece tasarım aracının değiştirilmesini kapsamaz, aynı zamanda BIM'i etkin ve verimli kullanım için yöntemler yaratmayı sağlar. Optimizasyonun birinci aşaması firmalarda dört kısımda gerçekleştirilir. Bunlar aşağıdaki gibidir:

1. Proje Bilgilerini Yenileme: Dizinler / klasörlerde saklanan proje bilgilerinin yeri ve yapısı bir BIM sunucusunun kullanılmasıyla yeniden yapılandırılacaktır.

2. Yazılım Kurulumu: Ara yüz seçenekleri incelenip mevcut sisteme en uygun yazılım kurulacaktır.
3. Proje Doküman Standartları: Şirket tasarım ve doküman standartlarının seçimi yapılacaktır.
4. Proje Kaynakları: Programa özgü şablonların, kitaplıkların ve araçların sürekli ve verimli bir şekilde projelendirilmesi süreci başlatılacaktır.

Sistem Ayarlarını Kurma ve Standart Ortam Oluşturma

Programdaki şablon dosyalar modelleme ortamındaki birçok fonksiyonun başlangıç ayarını belirler. Bunun yapılandırılması belki de yeni bir kullanıcı için en büyük zorluktur. Şablon dosyalar geliştirilebilir veya satın alınabilir. Bununla birlikte, şablon dosyalarının sağlanması için gereken her iki seçenekte, şirketin ihtiyaçlarına tam olarak uyum sağlayan eksiksiz şablonlar elde etmek için yetersiz olabilir. Bu nedenle, şablon dosyalarının gerçek gelişimi şirketlerin kendi bünyesinde çalışmaları sayesinde olacaktır. Şablon dosyalarının nasıl yapılandırılacağına dair öneriler program üreticisinden talep edilebilir. Bu alanda doğru kararlar almak ve şablon dosyalarının yapılandırılmasına karar vermek için birkaç fikir atölyesi gerçekleştirilmelidir.

Firmanın kendi bünyesinde kullanacağı şablon dosyalarında, aşağıda listelenen ayarların değerlendirilmesi özellikle önemlidir:

- Birimler- metre veya inç hangi ölçüm biriminde yapılacağına karar verilecektir.
- Veri Güvenliği- yapılan işin kaybolmadığından emin olmak; Bir proje birikim noktasının kurulması ve kullanıcıların bu ayarın önemini anlamaları gerekmektedir. Bu etkili bir yedekleme stratejisinin yerine geçmez.
- İzleyici Koordinatları- Farklı kullanıcılar çizimlerini gerçekleştirmenin farklı yollarını tercih ederler örneğin; aynı ofis içerisinde çalışan iki farklı mimarın çizim yöntemleri arasında farklar olur. Ancak çizim hazırlanırken ortak bir şablon dosya kullanmak kullanıcıların doğru nesnelere hızlı bir şekilde erişmesini sağlar.
- Alan hesaplamaları- Alanlar gibi öğelerin hesaplanması ve harici taraflara gönderilmesi gerekir. Bunu başarmak için, alanlarda neyin hesaplanması ve neyin hesaplanmaması gerektiğini belirlemek için araştırma yapılması gerekmektedir.

Bu konuyla ilgili bir örnek; oda alanları ve kat alanları arasındaki farkta belirtilmiştir. Odalar olmasa da kat alanları iç duvarları içerir. Bir modelin, hepsi bir plandan üretilse

de, brüt taban alanı, net taban alanı ve halı alanı olarak alanlarını oluşturmak için birkaç alan kümesine sahip olması gerekebilir.

Kullanıcıların kendi şablon dosyalarını geliştirmeleri projeleri için daha doğru olacaktır. Bir ofis tasarım çeşitliliği doğrultusunda farklı şablon dosyalar oluşturabilir. Yeni şablon üretimi, var olanı yenileme ve iç tasarım gibi farklı bina türleri için farklı şablon dosyaları da kurulabilir. Örneğin; iç mimari proje detayları mimari projelerden daha fazla olacaktır bu da kullanılacak şablon dosya içeriğinin daha kapsamlı olması gerektiğini gösterir.

Şablon dosya oluşturmanın bir diğer aşaması, dosyada yer alan standart başlıklara sahip blok sayfalarına sahip olmaktır. Bunlar özelleştirilebilir, böylece başlık bloğundaki detaylar otomatik olarak tamamlanır. Örneğin bir döşeme ve taşıyıcı birleşiminde detay verilmek istenen yerlerin belirlenip, detaylara ait alt başlıklar oluşturulabilir.

Çizim Setleri, Adlandırma, Yapılandırma ve Otomasyon

Boş model dosyalarının yani şablonların içeriğinde proje dosyası, görünüş sayfaları ve sunum şeması içermesi gerekmektedir. Böylelikle proje sunum aşamasında ve revizyon kontrollerinde geri dönüşlerin daha düzenli gerçekleştiği görülmüştür.

BIM sistemi ile tasarlanan projelerdeki bir model, önceki modelden alınan bilgilere dayanarak oluşturulur. Bu uygulama ile oluşan avantaj ve dezavantajlar vardır. Örneğin, yenileme ve iç tasarım projelendirmeleri için farklı, mimari işler için farklı yapılandırma yöntemleri geliştirilmiştir. Çizelge oluşumları farklı olsa da amaç, çizimi yapılan projelerin bilgilerini depolamak ve bu bilgilerin kontrolünü en hızlı şekilde yapabilmektir.

Proje yükümlülüğünün sona erinceye kadar, bilgilerin saklanılabilir olması önemli bir husustur. Firmaların kullandıkları BIM tabanlı yazılımlar sayesinde bilgileri küçük boyutta, üzerinde tekrar değişiklik yapılabilir ve esnek özelliğe sahip uzantılar ile kaydedebilirler.

BIM'in tanımlamasından da hatırlayacağımız gibi karar aşaması projelendirme sürecinin başlangıcını ve yarı sürecini kapsar. Alınan kararlar doğrultusunda oluşacak proje sonuç ürün olarak elde edilmek istenileni en doğru şekilde vermeye yönelik

olmalıdır. Örneğin, Bina katlarını adlandırma kuralı da kararlaştırılmalıdır. “1 Seviye” adlandırma “Birinci Kat” a işaret eder.

BIM ile geliştirilen modellemelerin avantajlarında başta gelen bir diğer konu ise, programların proje tasarım aşamasında olan birimler arası geçiş otomatikleştiren bir ara yüze sahip olmalarıdır. Böylece çok sayıda sıkıcı modelleme adımının azaltılmasına yardımcı olur. Etkili model yapılanması süreci olan bu yöntem ile tek bir işlemde birden fazla nesne üzerinde düzenleme yapılabilir, bunun sebebi ise nesnelere bireysel tanımlıdır ve değişiklik onlar üzerinde gerçekleştirilir.

Görünüm ve Görselleştirme Denetimlerini Ayarlama

BIM tabanlı yazılım kullanarak görselleştirmeleri kontrol etmenin birkaç yolu vardır. 3D modelde fark edilen bir yanlışlığı değiştirmek ve bu değişikimi diğer tüm bölümlerde de etkilerini görebilmek için ara yüz içinde tanımlanan planlar, görünüşler, kesitler gibi diğer başlıklara ait sabitlenmiş sayfalara geçiş imkânı sağlar. Bu sistemde de CAD sisteminde olduğu gibi akıllı katman sistemi kullanılmaktadır. Her nesne tanımlı bir katmana yerleştirilir. Aradaki fark şablon dosyası içerisinde standart bir katman kurulumu sağlanmıştır. Her firma kendine özel ek katmanlar tasarlayabilir. Ancak bu eklenebilirlik diğer birimler arasında konfigürasyon sorunları yaratabilir. Böyle bir durum söz konusu olduğunda ortak çalışma ekipleri (paydaşlar) kendi katmanları için de aynı yenilemeyi yapmalıdır.

Katmanlarda tanımlı olan kalem kalınlıkları, ön tanımlı görünüşler doğru ölçekte ayarlandığı takdirde çıktı oluşturma sürecinin hızını büyük ölçüde artırır. Örneğin, bu durum bir projede önceden yapılandırılmamışsa, bu görev için harcanan zaman sadece modellemede kullanılan sürenin %10 ile %20'si arasındadır.

BIM modellerinde, malzeme tahlili akıllı objeler ile doğrudan yansıtılacağı için görselleştirme aşamasında gerçeğe uygun çıktılar ilk aşamadan itibaren elde edilebilir. Diğer bir deyişle, görselleştirmenin gelişimi diğer tüm süreçle eş zamanlı ve etkin bir şekilde sağlanabilir.

Nesneleri, Kitaplıkları Ayarlama

BIM sistemine geçişte en çok dikkat edilecek aşamadır. Firmalar çizimlerinde gereken nesnelere oluşturmak için geniş bir kütüphaneye sahip olmalı ancak özel tasarım ürünler

için bu pek mümkün olmamaktadır. Özel tasarımlarda kullanılacak akıllı nesnelere tasarlandıktan sonra, diğer birimlerinde erişilebilirlik için bir kitaplığa yerleştirilmelidir. Özellikle ülkemize ait standartları olan bir kütüphanenin olmaması BIM geçiş süresinde karşımıza çıkan bir engel haline gelmiştir. Bu sebeple şirketler “kütüphane yetersizliği” mazeretini sunmaktadırlar.

Şablon dosyalarına ek olarak, nesne kitaplıklarının tasarım oluşturma ve geliştirme sürecini daha da otomatik hale getirmesi gerekir. Örneğin, bir şirkette tasarlanacak proje tiplerinde birbirlerine benzerlikler ve tekrarlar vardır. Bu nedenle, şirket içinde geliştirilmiş nesne kütüphanesine sahip olmak, BIM aracının kullanımının optimizasyonunu kapsamlı olarak arttıracaktır.

Sanal yazılımlar, nesne kütüphanelerinin kullanımını geliştirmek için başka bir kavramdır. Kullanıcılar nesnenin kalem tipi, kalınlık ve renkleri gibi sık kullanılan kütüphaneleri kategorize olarak görmesini sağlar. Mevcut Kütüphane nesneleri üzerinden yenileri üretilebilir bu işlem parametrik taban sayesinde sağlanabilmektedir.

BIM Sunucusunu Kurma

BIM sisteminin ilkesi veri akışını merkezileştirmektir. Bir proje kapsamında modeldeki değişiklikleri tüm birimler eş zamanlı olarak görür ve ortak çalışma olanağı sağlar. Farklı BIM araçları, farklı yeteneklere sahip BIM sunucuları sağlar. Bunlar kısaca özetlenmiştir:

Kullanıcılar aynı proje üzerinde eşzamanlı olarak çalışabilirler ve modelin dosya boyutu yönetilebilirse, çok sayıda tekli projeye veya bağlantıya bölmeye gerek yoktur.

1. Organize: Çakışma gerçekleşmez; belirli bir proje üzerinde sadece bir kullanıcı çalışabilir
2. Erişilebilir: Takım üyeleri çalışma sonrası çakışmaları kontrol edebilir ve müdahale edebilir.
3. Şeffaf: Takım üyeleri, projenin mevcut durumunu istediği zaman kontrol edebilir.
4. Kolay: İş birliği tekniklerinin öğrenmesi çok kolaydır. Kapsamlı eğitime gerek yoktur.

5. Hızlı: Devrim niteliğindeki DELTA-server™ teknolojisi sayesinde, sadece değiştirilen elemanlar istemci ve sunucu arasında değiştirilir. Ortalama veri paketi boyutu, megabayttan kilobaytlara kadar bir büyüklük sırasına göre küçülür.
6. Esnek: İsteğe bağlı eleman rezervasyon sistemi ve hızlı veri alışverişi sayesinde ekip üyeleri, firmanın boyutuna veya projenin karmaşıklığına bakılmaksızın herhangi bir zamanda herhangi bir öğeye erişebilir.
7. Veri Güvenliği: Sunucu bu süreçte oldukça dinamik çalışmaktadır. Akıllı sunucu uygulaması, bozuk doküman. İstemcinin verileri ağda hasar görürse, sunucu filtreleyecek ve hasarlı verileri sunucu veri tabanına dahil etmeyecektir,
8. Çevrimdışı Çalışma: Kullanıcılar, BIM Sunucusu ve yerel yazılımlar arasında çevrimiçi bağlantı olmasa bile, yeni öğeler oluşturabilir veya çalışma alanlarına ait olanları değiştirebilir. Çevrimiçi bağlantı kurulduktan sonra, değişiklikler gönderip alabilirler.
9. Referans dosyalar: Referans dosyalarının kullanılmasıyla büyük tasarruf sağlanabilir.
10. Şirketler;
 - Hangi işletim sistemi üzerinde BIM'i kullanacaklar?
 - PC – MAC
 - Hangi sunucuyu tercih ederler?
 - Standart dosya sunucusu- BIM sunucusu
 - Lisans türü konusunda kararları nedir?

Diğer Yazılım Araçları ile Uyum

BIM tabanına sahip her yazılım Revit ve ArchiCAD gibi, bir projenin oluşması için gereken tüm alt yapıya sahip olmayabilir. Dolayısı ile firmaların yazılım seçiminde ağırlıklı uğraştıkları alana yönelik olan yazılımları tercih etmeleri sürece doğru katılımları için önem sağlar. BIM sürecine alınan her bir disiplinde, daha fazla modelleme metodolojisi gereklidir. Nesnelere doğru tanımlamalarla bağlantılı olmasına izin veren yapı belirleme sistemi ile bağlantıdır. Bu tamamen tutarlı proje bilgisi oluşturma hedefine doğru büyük bir ilerlemedir.

Kullanıcı Optimizasyonu

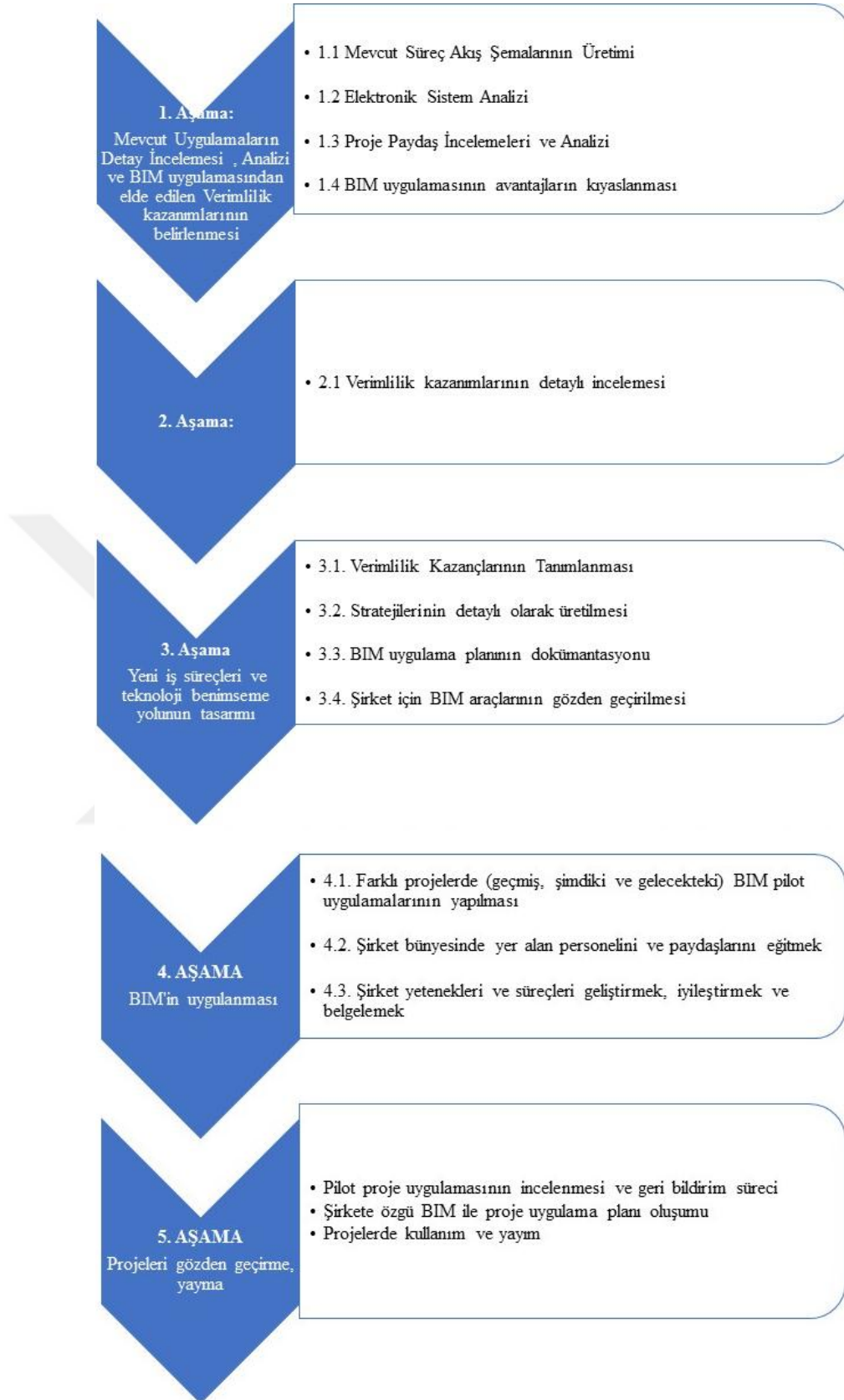
Teknoloji optimizasyonu sağlanmakla birlikte, kullanıcıların, optimize edilmiş teknoloji kullanımı ve amaçlanan verimlilik artışlarını elde etmek için süreçleri ile görevlerini yerine getirmeleri konusunda bilgi ve beceri sahibi olmaları gerekmektedir. Böylece sürece girmek isteyen mimarlık ofislerinin eğitim düzenlemeleri ve BIM ile ilgili teknolojiyi, süreç iyileştirmelerini kullanarak çalışanların yeni çalışma yöntemi metodolojisi ile uyum sağlayabilmeleri için ilgili eğitim materyalleri ve rehberler geliştirmeleri gerekmektedir.

Mimari uygulamadaki çeşitlilik göz önüne alındığında, projelerin farklı büyüklükleri ve kapsamı da dahil olmak üzere, her firmanın proje türlerini, iş akışını ve standartlarını değerlendirmek gerekmektedir. Toplu konutlar, apartmanlar, yaşlıların evleri ve iç mekanlar gibi birçok farklı proje üzerinde çalışmakta olan bir ofisin bu farklı bina tiplerinin kendi ayrı şablon dosyalarına sahip olmasının gerekliliği ya da sadece BIM standartlardan yararlanılmasının yeterliliği gibi ölçümlerin yapılması gerekmektedir.

Aşama 5

Aşama 4'de gerçekleştirilen mevcut şirket sisteminin BIM'e adapte olma süreci sonrası tasarlanan pilot projeler sayesinde oluşan tasarım süreç tabloları gözden geçirilir, değerlendirilir ve eksiklikleri giderilerek yeniden düzenlenir. Bu sayede aslında BIM'e geçiş süreci ve sonrası dahil tüm aşamalarda geri bildirimler ile yapılan düzenlemeler sürekli bir yenilenmeyi ve gelişimi sağlar.

Kendine özgü BIM ile tasarım sürecini oluşturan BIM firması artık tüm projelerde BIM'i kullanabilmeye hazırdır. Projelerin yasal süreçleri de BIM'e uygun olan belgeler ile gerçekleştirilip dağıtımı yapılabilir.



Şekil 4.104. Bir Mimarlık firmasının BIM uygulamasına geçişte kullanacağı yol haritası önerisi

Yukarıdaki tablo, Türkiye'deki bir mimarlık firmasının BIM'e geçişte kullanacağı yol haritası önerisini göstermektedir. Çerçevenin yeni bir aşamasını gerçekleştirmeden önce, önceki aşamalardan halihazırda öğrenilmiş olan dersler dikkate alınarak aşama gözden geçirilmiştir. Her aşama, sonraki aşamalara geçmeden önce onaylama süreci yer almalıdır. Onaylamalar, bir fikir kalitesinin değerlendirilmesinin yapıldığı süreç boyunca çeşitli noktalardan kontrol sağlar.

- Yürütme kalitesi: Bir önceki adımın kaliteli bir şekilde yürütülüp yürütülmediğini kontrol eder.
- İş mantığı: Proje; ekonomik ve iş perspektifinden çekici bir fikir gibi görünmeye devam ediyor mu?
- Eylem planı: Bölüm eylem planı ve kaynağı makul ve sağlam mı?

Bu BIM uygulama aşamalarında BIM uygulama çerçevesinin varsayımsal tanımını için düşünce sürecinin tutarlı olabilmesi adına ve güncel uygulamalar ve değişen piyasa koşulları doğrultusunda firmalardaki sürecin gelişiminin daimî olarak benimsemesi gerektiği unutulmamalıdır.

BÖLÜM 5

SONUÇ DEĞERLENDİRME

5.1. Giriş

Bu bölüm iki bölümden oluşmaktadır, sonuç ve tavsiyeler. İlk bölüm, çalışmanın genel özetini ve elde edilen sonuçları içeren sonuç kısmıdır. İkinci bölüm, Türk inşaat sektöründeki mimarlık firmalarının BIM uygulamasına geçişte kullanacakları yol haritasını oluşturmak için sonuçlara dayanarak, yazar tarafından geliştirilen önerilerle ilgilidir.

5.2. Sonuç

Araştırmanın sonuçları şu şekilde belirtilmiştir:

Bu çalışmanın amacı Türkiye’de yer alan mimarlık sektörü firmalarının geleneksel yöntem tasarım sürecinden BIM sistemine geçişi için izleyebileceği öneri niteliğinde bir yol haritası sunmaktır. BIM’e geçiş esnasında geleneksel yöntemlerden sonra yeni sistemi benimsemede nasıl bir yol izlendiğini ve proje tasarım sürecinin nasıl değerlendirildiğini anlamak adına; Dr. Arayıcı danışmanlığında Dr. Coates tarafından yapılan İngiltere’de yer alan bir mimarlık ofisindeki sürecin yer aldığı doktora tezi incelenmiştir. Doktora tezinin vaka çalışmasının gerçekleştiği John McCall Mimarlık’ın, kabul edilen BIM’in benimsenmesi yaklaşımını inceleyen tezden edinilen bilgiler ışığında ana hatlar belirlenmiştir.

Bu tez, bir eylem araştırması ile doğrulanan BIM uygulama modelinin incelenmesi için değişim yönetimi modelinin bir pilot yol haritası olarak incelenmesi ile bilgi sağlamıştır. Ayrıca araştırmada veri toplamak için anket tekniği de kullanılmıştır. Sorular, Türk inşaat sektöründe yer alan katılımcıların profilleri, BIM’in kabul edilme durumu, BIM’in kabulü için engeller, BIM’e geçiş için kolaylaştırıcılar ve gelecekteki tahminler, BIM’in uygulanması için vizyon olan beş bölüme ayrılmıştır.

BIM’e geçiş oldukça karmaşık bir konu ve görev olabilir. Üretimi ve geliri etkileyen yapısı sebebi ile de mimarlık firmaları açısından kritiktir (Papanek, 1985). “Design for

the Real World” adlı kitabında, önce işlerin işe yaramasının önemli olduğunu, daha sonra daha iyi işler için yapılabileceklerin önemini geldiğini dile getirdi. Geleneksel yöntemler ile tasarım sürecinde yer alan uygulamalar, belirlenen bir kabul edilebilirlik seviyesine sahip olsa da daha iyisi için gelen taleplerde BIM’e geçiş doğru bir tercih olacaktır.

Bununla birlikte, ilk kez BIM’e geçişi sağlayan şirkette gerçekleşecek yöntemin %100 doğru olması mümkün değildir. Bir eylem araştırması incelemek, BIM’in bir mimarlık şirketinde kullanıldığını daha etkili yöntemlerle nasıl gerçekleştiğini görmek için gereklidir. Geçişin sağlanmasının akabinde geçiş esnasında oluşturulan yöntemler, sonuçlardan edinilen bilgiler ışığında yenilenmeli ve sürekli iyileştirme sağlamaya devam etmelidir.

John McCall Mimarlık, BIM’e geçişi kolaylaştıran süreçte önemli bir faktör olan BIM danışmanlarından faydalandı. BIM, John McCall Mimarlık’da geleneksel yöntemlere kıyasla kazanımların artmasını sağladı. Ancak, John McCall diğer kuruluşlarla birlikte çalışabilirlik geliştirmezse, BIM’in ortak paylaşılan faydalarından yararlanamayacaktır. Bu araştırmanın bir parçası olarak, belirli BIM paydaşları arasındaki birlikte çalışabilirliğin etkisizliği, etkili BIM uygulamasında önemli bir engel olarak gösterilmiştir. Ortak paydaşlarlar çalışıla bilirliliğin sağlanması ile birlikte BIM’in kabulü kolaylaşacak ve BIM daha karmaşık büyük projelerde faaliyet gösterecek ve bu tip projelerde uygulanabilir olduğunu ortaya koyacaktır. Yazılım ve sistemler geliştikçe zaman içinde, geçiş sonrası BIM’i kullanmak için daha güçlü argümanlar oluşturulması muhtemeldir.

Elde edilen bilgilerin birçoğu sayesinde Türkiye’nin mevcut yapısı doğrultusunda yeni sisteme adapte olmak isteyen firmaların nelere dikkat etmeleri gerektiğini belirlenmiştir. En iyi yol haritası gelişen teknolojiler ile büyük faydalar sağlamaya yönelik olmalıdır. Tüm endüstriler, daha iyi üretim metotları geliştirmek için birlikte çalışırlarsa inşaat endüstrisine büyük fayda sağlanabilir. Bu yaklaşımı kullanarak BIM’in sağlayacağı potansiyel faydalar pratikte daha kolay bir şekilde gerçekleştirilebilir.

Bu araştırmadan, bir meslek olarak mimarlıkta gerçekleşen değişiklikler için gerekli olan teknoloji, süreç ve beceriler mevcut sistem tarafından yeterli bir şekilde karşılanmadığı da belirlenmiştir. İnşaat sektöründeki yaygın değişimin sağlanması, BIM

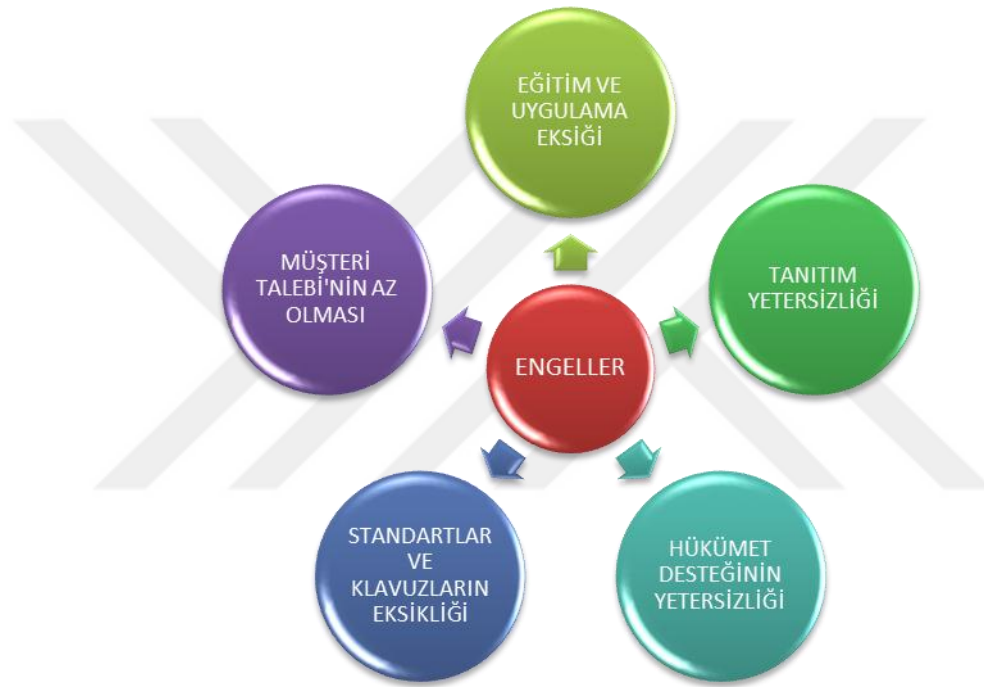
uygulamalarını kullanmak için gerekli süreçleri ve becerileri edinmelerini zorunlu kılacaktır. Bu şekilde, teknoloji, yetersiz uygulamaları ve yöntemleri kullanmaya zorlamak yerine gerekli olan bir sistem için uygun bir yol oluşturacaktır.

Birçok geleneksel kavramın değişmesi gerekir. 2D düşüncesinden 3D düşünmeye, belge hakkında düşünmeden veri hakkında düşünmeye, hemen teslim edilebilir değerlendirmeden yaşam döngüsü değerlendirmesine geçmek gibi algıların değişimine ihtiyaç vardır. BIM alanındaki satıcıların yazılımın çalışma şeklini yeniden düşünmesi gerekir. Bu durum kullanıcının BIM'i benimseme, deneyimleme, potansiyel değişim ile ilgili uyarlanabilir süreç gibi birçok unsuru etkileyecektir.

AEC endüstrisindeki teknolojiye olan dikkatimizin temel odağı bina bilgi modellemesidir (BIM). Ancak, inşaat endüstrisindeki üretkenliği ve verimliliği çarpıcı biçimde iyileştirmek, yalnızca BIM ile mümkün olmayacaktır. BIM modelinde, yapıyı çevreyi oluşturmak ve sürdürmek için gereken tüm bilgi akışı, iş akışı ve iş süreçlerine derlenebilecek binaya özgü ve projeye özgü bilgilerin ötesine bakmamız gerekir. Bu nedenle, süreci sürdürülebilir olarak devam ettirmemiz gerekir. BIM'e geçişi sağlayan bir şirket tarafından gerçekleştirilen bir mimari uygulama bundan beş ya da on yıl sonra nasıl görünecek? Bu tezin bir yenilikçi bir parçası olarak kabul edilen şeylerin ilerde geleneksel yaklaşım olarak kabul edilmesi mümkün müdür? Gelecekte, BIM'i kullanmaktan daha etkili yolların geliştirileceği öngörülebilir mi?

Bu araştırmanın ana sonucu, Türk inşaat sektöründe yer alan mimarlık firmalarının kullandıkları geleneksel sistemleri inceler ve BIM sistemine geçişte izleyecekleri örnek bir yol haritası önerisi sunar. Bunun nedeni, BIM sistemi geleneksel yöntemlere kıyasla karmaşık bir yapıya sahip olması ile birlikte, geleneksel yöntemlerin sunamadığı birçok yeniliği de beraberinde getirmesidir. BIM'e geçiş, insanların yeteneklerinde, iş akışlarına ve teknolojilerinde değişiklik gerektiren bir süreçtir. BIM sistemine geçiş; zaman ve finans kaynakları üzerinde ciddi etkiler oluşturmaktadır ve geçişin gerçekleşmesinin akabinde elde edilecek kalite artışı sebebi ile birçok firmanın da BIM'i talep etmesi de muhtemeldir. Mimari ofislerin BIM'e etkin bir şekilde geçiş sağlayabilmeleri için mevcut iş süreçleri ile BIM'in getirdiği faydaları anlamaları gerekir.

- Anket sonuçlarına dayanarak; Türkiye inşaat sektöründe BIM'in benimsenmesi hala ilkel bir aşamadır, çünkü BIM, firmaların sadece%30,8'nde kullanılırken ve profesyonellerin %70'i BIM'in nasıl kullanılacağını bilir.
- Kategoriler açısından, Türkiye'deki BIM uygulamasının önündeki en büyük engeller piyasa engelleri, bunu teknik engeller ve kişisel engeller izlemektedir.
- Türkiye'deki BIM'e geçişin önündeki en büyük engel, BIM eğitim ve öğretiminin eksikliği, tanıtım eksikliği ve müşteri talebinin olmamasıdır. Tabloda, Türkiye'de BIM uygulamasının önündeki 5 engel gösterilmektedir.



Şekil 5.1. BIM'e geçişi zorlaştıran ilk 5 faktör

Bu çalışmadan elde edilen diğer sonuçlar:

- BIM uygulamalarının şirketin özel ihtiyaçlarını ele alması gerekirken, BIM projeleri projenin ihtiyaçlarını karşılamalıdır.
- Geçiş yapmak isteyen firmanın sahip olduğu proje türü, BIM uygulamasının içeriğini, uygulamanın zamanlamalarını ve gerekliliklerini belirlemelidir. BIM sistemine geçişin seviye türü de firmanın ihtiyaçları ile bütünleşmesi gerekmektedir.
- BIM uygulaması, şirkette var olan eski sistemlerden ve fikirlerden etkilenecektir. Bu sebep ile mevcut firmanın kullandığı geleneksel yöntemler ve firmanın benimsediği mevcut sistem analizi detaylı olarak yapılmalıdır.

- BIM uygulaması sayesinde, başlangıçta tahmin edilemeyecek birçok ek fırsat yakalanabilir. Bu sebep ile uygulamaya geçiş esnasında gerçekleştirilen her aşamadan edinilen faydaların analizleri yapılmalıdır.
- BIM uygulamasının gerçekleştirilebileceği birçok farklı seçenek ve rota vardır. Ancak, şirket yapısına en iyi uygulamayı sağlayacak yeni süreçlerin seçilmesi gerekir. Bunların daha sonra standartlaştırılması ve şirkete dahil edilmesi gerekir. Bu nedenle doğru yazılımın seçilmesi ile oluşturulacak uygun dokümantasyonun geliştirilebilmesi için en önemli adımdır.
- BIM'in kabul edilmesinde dış paydaşlar önemli bir faktördür. Hem BIM'in daha yaygın kullanımının sağlanması hem de bir projeyi değerlendirirken, takımların ne kadar iyi bir şekilde bütünleştiği, sürecin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.
- Firma çalışanlarının BIM sistemini benimsenmesinde, etkili sonuçlar elde etmek için süreç ve teknolojik yeteneklerin paralel olarak geliştirilmesi gerekmektedir. Bu sebeple BIM bilinçlendirme aşamasında ve teknolojik geçiş aşamasında eğitimler alınmalıdır.
- Küçük mimari firmaların araştırma yapmak için çok zamanları yoktur, bu nedenle BIM'in benimsenmesi ile ilgili bilgilerin kolayca erişilebilir, anlaşılabilir ve başlatılabilecek bir biçimde olması gerekir.

5.3. Gelecekteki İyileştirmeler için Tavsiyeler

Bilgi asla tamamlanmaz; tüm cevaplar geçicidir ve eleştiriye açıktır. Gelecekteki yaşanacak gelişme, soru soran ve başkalarını da aynı şeyi yapmaya teşvik eden uyarıcılar sayesinde gerçekleşir. Niyetim, bu araştırmanın, Türk inşaat sektöründe yer alan Mimarlık ofislerinin BIM'e geçişi ile yaşanacak, pratikte BIM ile ilgili sosyal ve teknolojik değişiklikler sonucu meydana gelecek gelişimlerin devam edebilmesidir. Bu araştırmanın diğer araştırmacılar tarafından ele alınacak araştırma metodolojisinin geniş kapsamı vardır.

- Bu tez, mimarlık firmalarının BIM'e geçişine uygulamasına odaklanmaktadır. Tez içeriğinde BIM'e geçişi isteyen Mimarlık firmalarında meydana gelebilecek üretim ve ürün ile ilgili gelişmelerle birlikte organizasyonel değişimlerden bahsediliyor. Tezde gösterilen stratejiler BIM'in tüm inşaat sektörünün kabulünde uyarlanabilir. Önerilen stratejik çerçeve, diğer uygulama geliştirme alanları ve diğer ürün biçimleri için de kullanılabilir ve test edilebilir. İnşaat sektörünün genelinde BIM'in

benimsenmesi, örgütsel değişim ve BIM'in tam kullanımıyla ilgili konular, kendi başlarına bir tez konusu olabilir ve gelecekteki araştırmalar için alanlar sunabilir.

- BIM'in kullanımı, mimari tasarım sürecinde yer alan hem bilimsel hem de sanatsal ihtiyaçları karşılamaya yönelik uygun hale getirilmelidir. Mimari uygulamanın işleyişine ilişkin bir süreç analizi yapılmış olmasına rağmen, mimari uygulamaların nasıl yürüdüğü hakkında hala öğrenilmesi gereken çok şey var. Mimari uygulamada belirlenen spesifik alanlar üzerinde daha fazla analiz yaparak, BIM'e geçişte izlenecek adımların gelişimini sağlayabilir. BIM aracının genel BIM uygulama çerçevesi üzerindeki etkilerini ve önemini anlamak için karşılaştırmalı araştırmalar yapılabilir.
- Tasarım, birçok mimarın benzersiz satış noktasıdır ve mevcut BIM araçları ve uygulamaları, bu çalışma alanına hizmet vermek için geliştirilmektedir. Söz konusu modellerin özellikle kantitatif bir analize dayanan modellerin BIM geliştirme araçları ile birlikte çalışılması için vaka çalışmaları oluşturulabilir veya geliştirilebilir.
- Başarılı BIM kullanımı, farklı disiplinlerde BIM'in toplu olarak benimsenmesine ve müşterinin desteğine bağlıdır. İşbirliği, başkalarıyla çalışma, inşaat disiplinleri arasında entegre veri kullanımı, BIM'in en büyük yararı olarak kabul edilmektedir. Bu ara yüzlerden teoriden başka bir şekilde bahsedilmemesi, araştırmanın içeriğinde olmamasından kaynaklanmaktadır.
- Bilgi ve deneyimlerin benimsenmesini sağlamak, tanımlamak, oluşturmak, temsil etmek, dağıtmak ve mümkün kılmak için bir organizasyonda kullanılan çeşitli uygulamaları içeren Bilgi Yönetim Sistemleri, BIM'in bir yönü olarak daha fazla araştırılabilir ve araştırılmalıdır.
- Türkiye'deki mimarlık ofislerinin BIM sistemine geçişi için yol haritasının oluşturulması, Türk inşaat sektörü yetkilileri tarafından dikkate alınmalıdır.
- Türk hükümeti, BIM uygulamasında gelişmiş olan ülkelerin hükümetleri ile işbirliği yapmalıdır. BIM uzmanları, ülkedeki BIM eğitim ve öğretim faktörünü geliştirmek ve Türkiye'de BIM kullanımına yönelik kılavuz ilkeleri geliştirmek için Türkiye'ye davet edilebilir.
- Türk inşaat firmaları ve akademik kurumlar, öğrenciler ve personel için BIM uygulamalarını öğrenebilecekleri ortamlar hazırlamalı ve eğitimin sürekliliği ve gelişimi adına işbirliği içinde çalışmalıdır.

- BIM dersleri, üniversitelerde ders olarak verilmeli ve en az seçmeli dersler olarak inşaat mühendisliği ve mimarlık bölümlerinin akademik programlarına eklenmelidir.
- Türk inşaat endüstrisinin profesyonelleri, geleneksel düşünce biçimini değiştirmeli ve geleneksel yöntemlerden yeni süreçlere ve teknolojilere doğru değişime açık olmalıdır.
- BIM'in faydalarını elde etmek için BIM'in sunduğu olanakları iyi anladıktan sonra uygulanmaya geçilmelidir. Aksi takdirde, bilinçsiz bir geçiş fayda sağlamayacaktır.
- Türk inşaat sektöründe, BIM uzmanları ile oluşturulmuş BIM departmanları kurulmalıdır. Bu firmalar, BIM ile ilgili her şeyle ilgilenen ve BIM kullanarak firma projelerini yönetme yetkisine sahip olan departmanlardan oluşacaktır.



KAYNAKÇA

A. Galiano-Garrigos, L. M. (2012). *Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations II*. C.A. Brebbia: WIT Press.

Adam Mactavish, A. T. (2013, Şubat). *Resource efficiency through BIM*. Working together for a world without waste: <http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Resource%20efficiency%20through%20BIM%20-%20a%20Guide%20for%20BIM%20Users.pdf> adresinden alınmıştır

Akkaya, C., & Karahan , P. (2011). Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsü. *Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsü*. İstanbul.

Aldrich, H. E., & Herker, D. (1977). Boundary Spanning Roles and Organization Structure. *The Academy of Management Review*.

Alexander Osterwalder, Y. P. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. Jhon Wiley.

Arayıcı, Y., Khosrowshahi, F., & Mihindu, A. P. (2009). Towards implementation of building information modelling in the construction industry. *Collaboration and Integration in Engineering, Management and Technology*. İstanbul, Turkey: Fifth International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-V).

Ark, D. (2012). *Building and Planing*. Danish Association of Architectural.

AUTODESK. (tarih yok). <https://www.autodesk.com.tr/solutions/cad-software> adresinden alınmıştır

Avison, D. (1992). *Information systems development : a database approach*. Oxford.

Azhar, S., Nadeem, A., Mok, J. Y., & Leung, B. H. (2008). Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Visua. *First International Conference on Construction in Developing Countries*. Karachi, Pakistan: ICCIDC-I.

Basalla, G. (2013). Technology as a Mode and Manifestation of Being: An Assessment of Its Applications. *Advances in Historical Studies*.

Batcheler, H. v. (2005). *Building Information Modeling Two Years Later* . Laiserin Letter.

Bavafa, M. (2012). Optimised strategy by utilising BIM and set-based design : reinforced concrete slabs. *Proceedings of the Conseil International du Bâtiment (CIB) W78 2012*.

Bjork, H. v., & Kiviniemi. (2007). Adoption processes for EMD, EMI avd BIM technologies in the construction industry.

Boshyk, Y., & Dilworth, R. L. (2009). *Action Learning: History and Evolution* . Palgrave Macmillan.

buildingSMART. (2008). buildingSMART. adresinden alınmıştır

Chapman, B. B. (2011). The ecology and evolution of partial migration. *OIKOS*.

Coates, P. A. (2010). The Limitations of BIM in the Architectural Process. *The Limitations Of BIM In The Architectural Process* (s. 3-10). Greater Manchester: First International Conference on Sustainable Urbanization (ICSU 2010).

Cutler. (2009). *e-Work and e- Business in Architecture, Engineering and Construction*:. ICELAND: CRC PRESS.

Çetinkaya, E. İ. (2017, Aralık). *İnşaat Sektöründe BIM ve Dijital Üretim Kavramlarının*.

Durward K. Sobek II, A. S. (2008). *Understanding A3 Thinking* . CRC.

Eastman, C. (2009). Exchange model and exchange object concepts for implementation of national BIM standards. *Journal of Computing in Civil Engineering*.

Eastman. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, 2nd Edition*. New Jersey: Jhon Wiley & Sons.

elektrik port. (2014, 02 28). <http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/endustri-4-0-nedir--4-sanayi-devrimi-gerceklesiyor/11563#ad-image-0> adresinden alınmıştır

Fragoso, J. T. (2015). Business Process Reengineering in Government Agencies: Lessons from an Experience in Mexico. *Journal of Service Science and Management, Vol.8.*

Ikerd, W. (2008). The importance of BIM in Structural Engineering. *Structure Magazine.*

İlhan, B., & Yaman, H. (2012). BIM ve Sürdürülebilir Yapım Bütünleşme: IFC–Tabanlı Bir Model Öneri. *Megaron, 759.*

İlhan, B., & Yaman, H. (2012). BIM ve Sürdürülebilir Yapım Bütünleşme:IFC–Tabanlı Bir Model Öneri. *MEGARON.*

Khemlani, L. (2011). Building the Future. *AECbytes.*

Kopuz, B. (2015, OCAK). İnşaat Projelerinde Etkin Bir BIM Uygulaması İçin.

Koskela, L. (1999). Management of production in construction: A theoretical view. *7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.* California: Berkeley, California, USA.

Laiserin, J. (2010). Architect keeps design at the centre of BIM process. *The Laiserin Letter.*

Levy, F. (2012). *BIM in Small-Scale Sustainable Design.* WILEY.

Lindblad, H. (2013). Study of the implementation process of BIM in construction projects. Stockholm.

London, K., & Gu, N. (2010, eylül 2). Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. *Automation in Construction.*

McCuen, R. H. (2008). *Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics.* United States of America by Information Science References.

Nawari. (2012, haziran). BIM Standard in Off-Site Construction. *Journal of Architectural Engineering*.

NBS. (2016). www.thenbs.com. NBS. adresinden alınmıştır

Ning, G., Vishal, s., Kerry, L., & Brankovic, L. (2008). Adopting building information modeling (BIM) as collaboration platform in the design industry. [*Proceedings of the 13th International Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia*. Chiang Mai (Thailand): OAI.

Overlay, B. (2012). *BIM Overlay to the RIBA Outline Plan of Work*. LONDON: by RIBA.

Papanek, V. (1985). *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*. Thames & Hudson.

Race, S. (2012). *BIM Demystified*. RIBA Publishing.

Review, B. (2012, mart 18). *BIM design software performance review*. BIM Review: <http://bimreview.blogspot.com/> adresinden alınmıştır

Rouse, M. (2017, ocak). *building information modeling (BIM)*. techtarget: <https://whatis.techtarget.com/definition/building-information-modeling-BIM> adresinden alınmıştır

Schlueter, A., & Thesseling, F. (2009). Building information model based energy/exergy performance assessment in early. *Automation in Construction*.

Succar, B. (2009, mayıs). Building Information Modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction* .

Succar, B. (2010). The Five Components of BIM Performance Measurement. *CIB World Congress*. Avustralya: CIB World Congress.

Techtarget. (2017). <http://whatis.techtarget.com/definition/building-information-modeling-BIM>. adresinden alınmıştır

Tobin. (2008). *Construction Quality Management: Principles and Practice*.

Trischler, H. (1996). Die neue Räumlichkeit des Krieges: Wissenschaft und Technik im Ersten Weltkrieg†. *XXXII. Symposium der Gesellschaft für Wissenschaftsgeschichte*, „*Wissenschaft und Krieg*. Greifswald.

Tversky, B. (2002). *How do designers shift their focus of attention in their own sketches*. SYDNEY: AAAI Technical Report .

Tzortzopoulos, P. (2004, Eylül). *Construction Supply Chain Management Handbook*. Salford, UK .

WIX. (2013). *BIM Management and Interoperability* . *ARCOM Doctoral Workshop* . United Kingdom: ARCOM.

World, J. (2011). *JTB World*. ACA_db: <https://jtbworld.com/about> adresinden alınmıştır

Yaman, H., & İlhan , B. (2010). Measuring The Effectiveness Of It Utilization In Construction: A Different Point of View. *Proceedings of the 26th Annual Conference* (s. 963). İngiltere: Association of Researchers in Construction Management.

Yoders, J. (2012). *The Business Value of BIM for Owners*. Smart market report.

EKLER

Ek 1: Geleneksel Tasarım Yöntemlerinden BIM'e Geçiş Anketi

Sayın Katılımcı,

Bu çalışmanın amacı, BIM ile ilgili konuların proje ve yapım uygulamalarına nasıl dahil edildiğini; proje ve yapı sektörü firmalarının bu konulara nasıl uyum sağladığını ve inşaat projelerinde BIM uygulanmasından kaynaklanan temel zorluklarının nasıl anlaşıldığını anlamaktır.

Aşağıdaki soruların cevapları akademik amaçlar için kullanılacaktır ve bizimle paylaştığınız tüm bilgiler kesinlikle gizli tutulacaktır.

Bu araştırma, Hasan Kalyoncu Üniversitesi Mimarlık Bölümü tarafından yürütölmektedir. Herhangi bir sorunuz veya yorumunuz için, lütfen aşağıda verilen iletişim bilgilerimizden bize ulaşın.

Bu araştırmaya katkılarınız için teşekkür ederiz.

Tuğçe SARIÇİÇEK

tugce.saricicek@std.hku.edu.tr

ŞİRKET TANIMA

1. İş pozisyonu?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- Mühendis
- Mimar
- Yönetici
- Akademik
- Müteahhit
- Firma Sahibi

2. Eğitim Seviyesi

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- Lisans
- Yüksek Lisans
- Doktora
- Diğer

3. Tecrübe Yılı

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- 1-5
- 5-10
- 10-15
- 15+

4. Firmanızın Tanımı

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- Yüklenici Firma
- Danışmanlık Firması
- Yatırım şirketi
- Mimarlık firması
- MEP firması
- Altyapı firması
- Üniversite / Araştırma firması
- Diğer

5. Sektör

Yalnızca bir şıkki işaretleyin.

- Özel
 Kamu

6. Ağırlıklı olarak bulunduğunuz İnşaat projesinin sektörü?

Yalnızca bir şıkki işaretleyin.

- Ticari
 Konut
 Devlet
 Endüstriyel

7. Çalışan Sayısı?

Yalnızca bir şıkki işaretleyin.

- 1-20
 21-50
 50+

8. Kaç Yıllık bir firmasınız?

Yalnızca bir şıkki işaretleyin.

- 1-5 yıl
 6-10 yıl
 11-15 yıl
 15+ yıl

MEVCUT BİLGİLERİ DEĞERLENDİRME SORULARI

9. BIM hakkında bilginiz var mı?

Yalnızca bir şıkki işaretleyin.

- Evet
 Hayır ***Bu bölümdeki son sorunun ardından, 23. soruya geçin.***

10. Firmanız BIM'i kullanıyor mu?

Yalnızca bir şıkki işaretleyin.

- Hayır
 Daha önce kullanmadık ve kullanmayacağız
 Daha önce kullanmadık, ancak kullanım için hazırlanıyoruz
 Kullanıyoruz, ancak kullanmayı bırakacağız
 Kullanıyoruz ve kullanmaya devam edeceğiz
 Diğer

11. Aşağıdaki yazılımlardan hangisi şirketiniz tarafından kullanılmaktadır?

Uygun olanların tümünü işaretleyin.

- Revit
 AutoCAD
 Primavera
 MS Projesi
 SketchUp
 3DS Max
 ArchiCAD
 Microsoft Ofis
 Autodesk Yeşil Bina Stüdyosu
 Tekla
 Nemetschek Allplan
 Vectorworks
 Bentley
 Autodesk Nevisworks
 Vico

- Gehri Teknolojileri Dijital Projeleri
- Dijital Proje
- Allplan

12. Firmanızda kullanılan dosya formatları nelerdir?

Uygun olanların tümünü işaretleyin.

- PDF
- RVT
- DWG
- IFC
- DOC
- XLS
- 3DS
- MAX
- SKP
- PLN
- Diğer:

BIM HAKKINDA NELER BİLİYORSUNUZ?

13. Size göre, BIM'in tanımı nedir? Kısaca açıklayınız..

.....

.....

.....

.....

14. BIM'i nasıl kullanacağınızı biliyor musunuz?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- Hayır
- Hayır, ama bunun için eğitim alıyoruz
- Evet
- Diğer

15. BIM'in faydalarından haberdar mısınız?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- Hayır
- Evet
- Diğer

16. BIM'in zorluklarının farkında mısınız?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- Hayır
- Evet
- Diğer

17. BIM'i kullandığınız proje sayısı?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- 0 - 5 proje
- 5-10 proje
- 10+ proje

18. Mevcut projeniz için BIM'in yüzde kaç kullanıldı?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- % 0 -% 20
- % 20 -% 40
- % 40 -% 60
- % 60 -% 80
- % 80 -% 100

19. Firmanızın BIM'e uyarlanması ne kadar sürdü?

Yalnızca bir şıkki işaretleyin.

- Henüz hiç BIM kullanmadık
 0 - 6 ay
 6 ay - 1 yıl
 1 yıl - 2 yıl
 2 yıl - 3 yıl
 3+ yıl

20. Firmanız "BIM" i ne amaçlı kullanıyor?

Uygun olanların tümünü işaretleyin.

- 3D (Parametrik Modelleme)
 Belge Oluşturma ve Çizim
 Uyumsuzlukları belirleme
 4D (zaman faktörlü tasarım)
 Fizibilite Analizi
 Keşif ve Maliyet Analizi
 İş Programı Planlama
 Şantiye Planlaması
 Taşıyıcı Sistem Analizi
 Çevre ve Enerji Analizi
 Altyapı Planlaması
 Elektrik Proje Tasarımı
 Organizasyon Şeması
 Maliyet Kontrolü
 Bütçe Düzenleme
 Henüz kullanmıyor

21. Firmanızda BIM'in uygulanması sonucunda sunulan hizmetler nelerdir?

Uygun olanların tümünü işaretleyin.

Hizmet Tipi	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Nötr	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
İnşaat yönetimi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Risk Yönetimi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Shop drawing çizimleri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eskiz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tasarım gelişimine paralel artan verimlilik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proje maliyetleri, program ve proje ilerlemesi hakkında ortak anlayış	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verimliliği en üst düzeye çıkarmak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proje dokümantasyonu geliştirmek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tasarım kalitesini arttırmak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yapının inşaat kalitesini arttırmak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tasarım sırasında maliyet tasarrufu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bilgi taleplerine cevap verme kabiliyetini arttırmak?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hızlı değişim	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sürdürülebilirlik ihtiyaçlarını karşılama becerisini geliştirmek?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rekabet avantajı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diğer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22. BIM'in firmanızda kullanılmasının bir sonucu olarak, sorunların çözümüne yönelik değerlendirmeleriniz?

Uygun olanların tümünü işaretleyin.

	Problem	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Nötr	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1. Proje esnasında karşılaşılabılır olası problemler daha önce tanımlanabildi mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hatalar azaldı mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
İşbirliği ve iletişim sorunları çözüldü mü?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çakışmalar kolay tespit edildi mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
İnşaat süresi azaldı mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
İnşaat maliyeti azaldı mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
İş tekrarı azaldı mı ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ekip çalışması sorunları çözüldü mü?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proje birimleri arasında koordinasyon sorunları çözüldü mü?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
İnşaat ekipleri arasında işbirliği sorunları çözüldü mü?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diğer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

BIM KABULÜNE ENGELLER

Aşağıdaki engellere ne ölçüde katılıyorsunuz?

23. Personel Engelleri:

Uygun olanların tümünü işaretleyin.

	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Nötr	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
Farkındalık eksikliği?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM eğitimi eksikliği?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM anlayışının ve faydalarının eksikliği?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eğitim eksikliği mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM'i öğrenmek istemiyor musunuz?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM öğrenmek zor mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

24. Teknik Engeller:*Uygun olanların tümünü işaretleyin.*

	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Nötr	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
Mevcut teknoloji yeterli değil mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teknolojik becerilerin eksikliği?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teknik uzman eksikliği?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Standartların ve kılavuzların eksikliği?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yavaş teknolojinin benimsenmesi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM yazılım araçları ve diğer araçlar arasında veri aktarımı yaparken veri kaybı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

25. İş Engelleri:*Uygun olanların tümünü işaretleyin.*

	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Nötr	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
BIM'e yatırım eksikliği mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yüksek maliyet uygulaması?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yüksek eğitim maliyeti mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Belirsiz faydalar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yüksek maliyetli yazılım ve güncellemeler?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM uygulamasından elde edilen faydalar, uygulamak için maliyetleri aşmamaktadır?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM, kullanımını garanti altına almak için yeterince mali kazanç sağlamıyor mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM kullanımıyla ortaya çıkabilecek ek maliyetler?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Değişen ekipmanların yüksek maliyeti?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

26. Pazar Engelleri:*Uygun olanların tümünü işaretleyin.*

	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Nötr	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
Piyasa bu değişime hazır değil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Devlet desteği eksikliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Müşteri talebi eksikliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tanıtım eksikliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

27. Organizasyon Engelleri:
Uygun olanların tümünü işaretleyin.

	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Nötr	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
Üst yönetim desteği eksikliği?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM'in birimlerdeki koordinasyonunu yönetmek zor mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Değişimsizlik mi değişecek?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Firmalar BIM kullanımı için yeterince bilinçli mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Firmanın BIM uygulaması için yeterli fırsatı yok mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Faydaları kullanımını garanti etmek için yeterince somut değildir?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

BIM'İN UYGULANMASINI KOLAYLAŞTIRICI UNSURLAR

28. Uygun olanların tümünü işaretleyin.

	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Nötr	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
Üniversite düzeyinde eğitim vermek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Üniversitelerle işbirliği yapılması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM eğitim programları ve öğrencilere sunulan kurslar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yeni süreç ve iş akışı ile ilgili eğitimler verilmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yeni yazılım ve teknoloji konusunda personel sağlanacak eğitimler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM'i uygulamak için yeterli bir sistem mevcut mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM'in kullanımını konusunda rehberlik vermek gerekli midir?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Devlet desteği ile daha kolay yaygınlaşır mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Müşteri talebi öncelikli bir unsurdur.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rekabet baskısı kullanımı yaygınlaştırır.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yasal yükümlülükler uygunlaştırılırsa kullanım artar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM kullanıcıları için promosyon kullanımı arttırabilir.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM'e sürekli yatırım gerekli midir?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM'in algılanan faydalarını yeterli buluyor musunuz?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Değeri finansal açıdan anlamak yeterli midir?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Nötr	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
BIM standartlarını geliştirmek ya da katkıda bulunmak ister misiniz?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proje birimleri arasında entegrasyon ve koordinasyon geliştirdiğini düşünüyor musunuz?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Satın alma yazılımı ve teknolojisi yeterli görüyor musunuz?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM yazılımının fiyatını düşürmek kullanımı artırır.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Müşterileri, BIM'in yararlarını göstermek için harekete geçirmek.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Örnek bir süreç ve iş akışını oluşturmak kullanımı artırır.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yeni süreci ve iş akışını etkili bir şekilde uygulamak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM tercihini artırır.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diğer...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

BIM UYGULAMASI İÇİN VİZYON VE GELECEK TAHMİNLERİ

29. Size göre, şu anda Türkiye'de BIM kullanan firmaların yüzdesi nedir?

Yalnızca bir şıkki işaretleyin.

- % 0 - 20
 % 20 -% 40
 % 40 -% 60
 % 60 -% 80
 % 80 -% 100

30. Katılıyor musunuz: “BIM, Türk inşaat sektöründe yakın gelecekte yaygın olarak kullanılacaktır”?

Yalnızca bir şıkki işaretleyin.

- Hayır
 Evet
 Nötr
 Diğer

31. Size göre, Türkiye'de 5 yıl sonra BIM kullanan firmaların yüzdesi ne olacak?

Yalnızca bir şıkki işaretleyin.

- % -20
 % 20 -% 40
 % 40 -% 60
 % 60 -% 80
 % 80 -% 100

32. Size göre, Türkiye'de 10 yıl sonra BIM kullanan firmaların yüzdesi ne olacak?

Yalnızca bir şıkki işaretleyin.

- % 0-20
 % 20 -% 40
 % 40 -% 60
 % 60 -% 80
 % 80 -% 100

33. Size göre, Türkiye'deki çoğu inşaat firmasının BIM'i düzenli olarak kullanması ne kadar süre alacak?

Yalnızca bir şıkki işaretleyin.

- 5 yıl
 5-10 yıl
 10-15 yıl
 15+ yıl

DENEYİM SINIRI VE SÖZLEŞMELERİ

34. BIM projelerine katılım süreniz ne kadardır?

.....
.....
.....
.....

35. Şirketinizin BIM projeleri ile ne kadar zamandır ilgilenmektedir?

.....
.....
.....
.....

36. Hangi BIM projelerine dahil oldunuz?

.....
.....
.....
.....

37. BIM danışmanlarıyla mı çalışıyorsunuz yoksa şirketinizin kendi BIM ekibi / personeli var mı?

.....
.....
.....
.....

38. İhale dokümanlarında / sözleşmelerinde ve / veya uygulamada birlikte işlerlik gereksinimleri nasıl açıklanmalıdır?

Yalnızca bir şıkki işaretleyin.

- Sözleşmelerde konu açık olarak belirtilmelidir
 Ortak çalışma için yazılım platformu seçiminde yapılan anlaşma yer almalıdır
 Birlikte çalışabilirlik gereksinimlerini açıklayan bir belgeye başvurulmalıdır
 BIM yürütme planı dahil edilmelidir (programın işleyiş süreci)
 Diğer:

39. BIM için hangi yazılım platformunu kullanıyorsunuz? Diğer birimlerde aynı platformu kullanıyor mu? Kullanıyorsa; birlikte çalışabilirlikle ilgili ne tür sorunlarla karşılaştınız?

.....
.....
.....
.....

40. Proje birimlerinin birbirlerinin BIM modelleri hakkında yorum ve geri bildirimlerini hangi yollarla sağlıyor? Bu uygulama veri paylaşım algınızı nasıl değiştirdi?

.....
.....
.....
.....
.....

41. Proje için, ana yüklenici veya müteahhitleri / alt yüklenicileri / tedarikçileri tarafından hazırlanan veya katkıda bulunan BIM sistemini kullanımı hangi yönden olmuştur ? Bu ekipyelerinin BIM modelleri hakkında yorumları nelerdir?

.....
.....
.....
.....
.....

42. Proje yapım ve uygulamasına ilişkin koordinasyon, entegrasyon ve çakışma tespiti için BIM modelinin kullanılması üzerine ilerlemeyi sağlamak ve istemek için ne gibi kolaylıklar yaşandı ve tüm proje çalışanları BIM sistemine ne gibi bir güven duydu? BIM modelinin oluşturulması ve geliştirilmesi için eksikleri nasıl belirlediler?

.....
.....
.....
.....
.....

43. Lütfen şirketinizdeki Yüklenici ve yönetimden sorumlu birimlerin BIM sürecine dahil olma alanlarını kısaca açıklayın.

.....
.....
.....
.....
.....

44. BIM güncellemelerini ne sıklıkla takip ediyorsunuz?

.....
.....
.....
.....
.....

45. Veri bütünlüğü, uyumluluk ve birlikte çalışabilirlik dâhil olmak üzere, yazılım seçimi ve işlemi için BIM sistemi gereksinimlerinizi ne ölçüde karşılıyor?

.....
.....
.....
.....
.....

46. BIM sistemi ile tasarladığınız Projenizde modelleme sürecinde karşılaştığınız sorunlar nelerdir? (Lütfen detaylı olarak açıklayınız)

.....
.....
.....
.....
.....

47. Lütfen aşağıda listelenen BIM konularını, mevcut uygulamasında seviyelerine göre, aşağıda açıklandığı gibi 1'den 5'e kadar derecelendiriniz.
Her satırda yalnızca bir şıkki işaretleyin.

	1	2	3	4	5
Modelin Yasal Uyumu BIM modelinin sözleşmenin resmi bir parçası olup olmadığı, modelin onaylanmış versiyonu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fikir ve Telif Hakkı BIM modelinin tüm tasarımcıları ve katkıda bulunanları arasında IP haklarının dağıtımı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Veri Erişimi, Arşivlemesi ve	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Güvenliği Veri erişim haklarının belirlenmesi, veri güvenliği önlemleri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Birlikte Çalışılabilirlik BIM modelinin katılımcıları arasında verimli veri alışverişi için önlemler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Profesyonel Sorumluluk Mesleki yükümlülüğün BIM modelinin tüm katılımcıları arasında dağılımı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM ile ilgili gerekli mevzuat BIM'in etkin olduğu projeler için gerekli mevzuat yasalar, yönetmelikler vb.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kamu kurumlarının BIM'e adaptasyonu Kamu kurumlarında	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM ile ilgili bilgi ve prosedür eksikliği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Risk Dağılımı Model katkıda bulunanlar arasında riskin tahsisi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM'in sebep olduğu ek maliyetler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM ile ilgili ek masrafları hangi tarafa tazmin edecek?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM yönetimi ve organizasyon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sözleşmede BIM'e ilişkin takım üyelerinin organizasyon, rol ve sorumluluklarının belirlenmesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diğer (Lütfen Belirtin?.....)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

48. BIM'in mimari proje tasarım sürecinde hangi eksik yönlerini öncelikle güçlendirmesi gerekiyor?

.....

.....

.....

.....

.....