

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAPI BİLGİ MODELLEMESİ'NİN TÜRKİYE İÇİN UYGULANABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI

Gözde ŞAHİNKAYA

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SAMSUN

2019

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Gözde ŞAHİNKAYA tarafından hazırlanan “Yapı Bilgi Modellemesi’nin Türkiye için Uygulanabilirliğinin Araştırılması” adlı tez çalışması 31/01/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr. Faik Ahmet SESLİ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

İkinci Danışman Doç. Dr. Varol KOÇ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri

Başkan Prof. Dr. Faik Ahmet SESLİ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye Dr. Öğr. Üyesi Nükhet KONUK
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Seçkin AKSU
Samsun Üniversitesi
Kavak Meslek Yüksekokulu
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım. 31/01/2020

Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

31/01 / 2020

Gözde ŞAHİNKAYA

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAPI BİLGİ MODELLEMESİ'NİN TÜRKİYE İÇİN UYGULANABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Gözde Şahinkaya

Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Faik Ahmet SESLİ
İkinci Danışman: Doç. Dr. Varol KOÇ

Tüm ülkelerde inşaat sektörünün, ülkelerin ekonomisine katkıları incelendiğinde önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Bu yüzden inşaat çalışmaları yapılırken güncel ihtiyaçlara cevap verilip verilemediği değerlendirilmelidir. Geleneksel yöntemler ihtiyaçlara cevap veremediği takdirde yeni bir çalışma sistemi için tüm disiplinler, kamu ve özel tüm kurumlar yeni bir proje yönetim anlayışı için çalışmalar yapmalıdır. Şu anki mevcut durum incelendiğinde yapı sektörü daha kapsamlı projeler için yeni bir proje yönetimine ihtiyaç duymaktadır. Bundan dolayı yeni bir çalışma sistemi olan ve diğer ülkelerde de kullanımı yaygın olan BIM (Yapı Bilgi Modelleme) hakkında ülkemizde araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. BIM; projelerin üç boyutlu olarak hazırlandığı ve diğer tüm boyutlarının entegre edildiği, projede bulunan tüm kullanıcı ve paydaşları sistemde beraber çalışmaya teşvik eden, bilgi kirliliğini ortadan kaldıran, analiz yapma imkân sunan ve tüm simülasyon testlerine cevap veren sadece bir bilgisayar programı olmayıp projenin tüm yaşam döngüsü boyunca varlığını sürdüren bir süreçtir. Bu araştırma kapsamında Türkiye’de BIM’in uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi, BIM’e geçiş yapmak isteyen firmalar için izlenmesi gereken işlem adımları ve uygulama önerileri sunulması hedeflenmektedir. BIM’in uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi için alanlarındaki uzman kişilerle anket çalışması yapılmıştır. Anket sonuçları ve yapılan çalışmalar neticesinde ülkemizdeki BIM olgusunun ne boyutta olduğu, BIM’e geçişi geciktiren sebeplerin neler olduğu konusunda fikir sahibi olunmuştur. Buna istinaden BIM’e geçiş için izlenecek adımlar belirlenmeye çalışılmış ve uygulama plan önerileri sunulmuştur.

Ocak 2020, 119 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yapı Bilgi Modelleme, BIM, Yapı Sektörü.

ABSTRACT

Master's Thesis

INVESTIGATION OF APPLICATION FOR BUILDING INFORMATION MODELING IN TURKEY

Gözde Şahinkaya

Ondokuz Mayıs University
Graduate School of Sciences
Department of Surveying Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Faik Ahmet SESLİ

Co-Supervisor: Doç. Dr. Varol KOÇ

When the contributions of the construction sector to the economy of the countries are examined in all countries, it is seen that it has an important place. Therefore, it should be evaluated whether the current needs can be met during construction works. If traditional methods cannot meet the needs, all disciplines, public and private institutions should work for a new project management approach for a new working system. When the current situation is examined, the building sector needs a new project management for more comprehensive projects. For this reason, researches on BIM (Building Information Modeling), which has a new working system and is widely used in other countries, have been started in our country. BIM; It is not just a computer program where three-dimensional projects are prepared and all other dimensions are integrated, encouraging all users and stakeholders in the project to work together in the system, eliminating information pollution, providing analysis and responding to all simulation tests, but the existence of the project throughout its life cycle. is a continuing process. The evaluation of this research within the scope of the applicability of BIM in Turkey, the procedures to be followed for the companies who want to make the transition to BIM steps and is aimed to provide practice recommendations. A survey was conducted with experts in their fields to evaluate the applicability of BIM. As a result of the survey results and studies, we have an idea about the extent of the BIM phenomenon in our country and the reasons that delay the transition to BIM. Based on this, steps to be followed for transition to BIM were tried to be determined and implementation plan suggestions were presented.

January 2020, 119 pages

Key Words: Building Information Modeling, BIM, Building Sector.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez konumu belirlememde ve tez süreci boyunca desteğini esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Faik Ahmet SESLİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında benimle olan ve desteklerini biran bile olsa esirgemeyen aileme teşekkürü borç bilirim.

Ocak 2020, Samsun

Gözde ŞAHİNKAYA



İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Tanımı.....	2
1.2. Tezin Amacı.....	3
2.KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETİ.....	5
2.1.BIM (Yapı Bilgi Modelleme).....	5
2.2.BIM'in Yapı Sektörüne Getirdiği Yeni Kavramlar.....	8
2.2.1. Çok boyutlu (nD) BIM aşamaları.....	8
2.2.2. BIM uygulamalarında LOD detays eviyeleri.....	10
2.2.3. Nesne tabanlı (parametrik) modelleme.....	11
2.2.4. Birlikte çalışabilirlik.....	12
2.2.5. IFC (Industry Foundation Classes) formatı.....	13
2.2.6. Çakışma analizleri.....	13
2.2.7. Bütünleşik proje teslimi (IPD).....	14
2.2.8. Otomatik metraj alabilme.....	14
2.3. BIM yazılımları.....	15
2.4. BIM'e Geçiş Amaçları.....	18
2.5. BIM'in Proje Kullanımında Sağladığı Faydalar.....	23
2.6. BIM'in Benimsenmemesi Konusundaki Sıkıntılar ve Eksik Yönleri.....	28
2.7. Dünya Ülkelerinin BIM Kullanımı.....	29
2.8. Ülkemizde ve Dünyadaki BIM Uygulama Örnekleri.....	32
2.8.1. Türkiye'de BIM kullanım örnekleri.....	34
2.8.2. Dünya ülkelerinin BIM kullanım örnekleri.....	42
2.9. Kaynak Özeti.....	44
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	52
3.1. Anket Çalışması.....	52
3.1.1. Hedef kitlenin belirlenmesi.....	54
3.1.2. Örneklem büyüklüğünün hesaplanması.....	54

4.BULGULAR VE TARTIŞMA	76
4.1. Anket Çalışmasının Değerlendirilmesi	76
4.2. Türkiye’de BIM’in Geleceği Hakkındaki Bulgular	77
4.3. BIM Uygulamaları İçin Yol Haritasının Oluşturulması.....	79
5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	90
5.1. Sonuçlar.....	90
5.2. Öneriler.....	94
KAYNAKLAR	96
EKLER.....	99
ÖZGEÇMİŞ..	106



SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

%: Yüzde

m² : Metrekare

KISALTMALAR

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

AIA : American Institute of Architects (Amerika Mimarlar Odası)

BIM : Building Information Modeling (Yapı Bilgi Modelleme)

CAD : Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)

COBIM : Common BIM Requirements (Genel BIM Gereklilikleri)

DXF : Drawing Interchange file format

DWG : Drawing (Çizim dosyası uzantısı)

GSA : General Services Administration (Genel Hizmetler Müdürlüğü)

GYO: Gayrimenkul Yatırım Ortaklığı

IFC : Industry Foundation Classes (Endüstri Temel Sınıfları)

IPD : Integrated Project Delivery (Tümleşik Proje Teslimi)

İYH: İstanbul Yeni Havalimanı

LOD : Levels of Development (Detay Seviyesi)

MEP : Mechanic, Electric & Plumbing(Mekanik, Elektrik, Tesisat)

NBIMS : National BIM Standard (Ulusal BIM Standardı)

PDF : Portable Document Format (Taşınabilir Doküman Formatı)

UK : United Kingdom (Birleşik Krallık- İngiltere)

2D : İki Boyutlu

3D : Üç Boyutlu

4D : Dört Boyutlu

5D : Beş Boyutlu

6D : Altı Boyutlu

7D : Yedi Boyutlu

8D : Sekiz Boyutlu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. BIM kavramının içinde bulunan kavramlar	5
Şekil 2.2. BIM tanımı.....	6
Şekil 2.3. BIM işleyiş süreci	6
Şekil 2.4. BIM boyutlarına göre yapılan işlemler	10
Şekil 2.5. LOD detay seviyeleri	10
Şekil 2.6. Allplan BIM yazılımı arayüzü	16
Şekil 2.7. Revit BIM yazılımı arayüzü.....	18
Şekil 2.8. Yapı sektöründe yapılan hatalar.....	20
Şekil 2.9. Yapı sektöründe yapılan hatalar.....	21
Şekil 2.10. Yapı sektöründe yapılan hatalar.....	22
Şekil 2.11. Yapı sektöründe yapılan hatalar.....	23
Şekil 2.12. Geleneksel yöntem ile BIM karşılaştırması	25
Şekil 2.13. İstanbul Yeni Havalimanı proje çalışması	34
Şekil 2.14. Kabataş- Mecidiyeköy-Mahmutbey metro hattı proje çalışması	36
Şekil 2.15. Ankara Etlik Entegre sağlık kampüsü proje çalışması	37
Şekil 2.16. Emaar Square alışveriş merkezi proje çalışması.....	38
Şekil 2.17. Finanskent (İstanbul) proje çalışması	39
Şekil 2.18. İş GYO Kartal Manzara Adalar proje çalışması	40
Şekil 2.19. Darıca- Gebze metro hattı proje çalışması.....	41
Şekil 3.1. Katılımcı ile ilgili genel bilgi soruları ve cevap oranları	55
Şekil 3.2. Katılımcı ile ilgili sektör ve eğitim seviyeleri hakkında soru ve cevap oranları.....	56
Şekil 3.3. Katılımcıların iş tecrübeleri hakkındaki sorular ve cevap oranları	56
Şekil 3.4. Katılımcıların çalışmaları hakkındaki soru ve cevap oranları	57
Şekil 3.5. Katılımcıların BIM hakkındaki bilgilerinin ölçüldüğü sorular ve cevap oranları.....	58
Şekil 3.6. Katılımcıların BIM'in tanımı hakkındaki soru ve cevap oranları.....	59
Şekil 3.7. Katılımcıların BIM kullanımıyla ilgili soru ve cevap oranları	59
Şekil 3.8. Katılımcıların BIM bilgileri hakkında soru ve cevap oranları.....	60
Şekil 3.9. BIM'in süreç mi program mı olduğuyla alakalı soru ve cevap oranları	61
Şekil 3.10. BIM'in kullanılma amaçları hakkındaki soru ve cevap oranları	62
Şekil 3.11. BIM'in boyutlarının bilinip bilinmediği ile ilgili soru ve cevap oranları .62	

Şekil 3.12. BIM'in kullanılabilirliğini etkileyen faktörlerle ilgili soru ve cevap oranları	63
Şekil 3.13. BIM'in ülkemizde uygulanabilirliği hakkındaki soru ve cevap oranları .	64
Şekil 3.14. BIM'in ülkemizde 10 yıl sonra kullanılma yüzdesi hakkındaki soru ve cevap oranları	65
Şekil 3.15. BIM'in proje yönetimi konusunda en etkili yöntem olup olmadığı hakkındaki soru ve cevap oranları.....	66
Şekil 3.16. BIM'in aktif kullanımı için ne kadar süre olduğu hakkındaki soru ve cevap oranları.	66
Şekil 3.17. Ülkemizde mevcut BIM kullanım oranı hakkındaki soru ve cevap oranları.	67
Şekil 3.18. Ülkemizde BIM'in kullanıldığı kamu projeleri hakkındaki soru ve cevap oranları.	67
Şekil 3.19. BIM'in projeler de hangi aşamaya katkı sağlayacağı hakkındaki soru ve cevap oranları	68
Şekil 3.20. BIM'in kullanımının yaygınlaşmasının sonuçları hakkındaki soru ve cevap oranları	69
Şekil 3.21. BIM'in kullanımının yaygınlaşmasının sonuçları hakkındaki soru ve cevap oranları	70
Şekil 3.22. BIM'e geçişi kolaylaştırıcı faktörler hakkındaki soru ve cevap oranları.	71
Şekil 3.23. BIM'e geçişi kolaylaştırıcı faktörler hakkındaki soru ve cevap oranları.	72
Şekil 3.24. BIM'e geçişin gecikmesi hakkındaki soru ve cevap oranları	73
Şekil 3.25. BIM'e geçişin gecikmesi hakkındaki soru ve cevap oranları	74
Şekil 4.1. BIM projelerinin kontrol ve onay döngüsü.....	89

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Yapı Bilgi Modellemesi ve CAD arasındaki zaman konusunda karşılaştırılması	27
Çizelge 2.2. 2013 ve 2015’te Dünya ülkelerinin BIM kullanım oranları	31
Çizelge 2.3. Ülkelere göre BIM’in zorunlu olarak kullanımları	31
Çizelge 2.3. (devam)	32
Çizelge 2.4. BIM açısından incelenen 10 projenin envanteri	42
Çizelge 2.4. (devam)	43
Çizelge 4.1. Ülkemizde BIM’e geçiş için izlenecek adımların yol haritası.....	80
Çizelge 4.1. (devam)	81
Çizelge 4.2. Oluşturulacak model içeriği.....	85
Çizelge 4.3. BIM ile yapılan analizler	87
Çizelge 4.4. BIM ile yapılan kontroller	88

1. GİRİŞ

İnşaat sektörü gelişen teknoloji ve ihtiyaçların artmasından kaynaklı olarak büyük değişimler yaşamaktadır. Geleneksel inşaat projeleri günümüzdeki değişimlere yanıt vermekte zorlanmaktadır. Şu an yapılan inşaat projelerine enerji analizleri, yalıtım, otopark, çevre düzenlemeleri gibi çalışmaların da dahil edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmaların hazırlanması, geliştirilmesi için çok kapsamlı bir modelleme yapısına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. BIM (Yapı Bilgi Modelleme) bu ihtiyaçlara cevap niteliği taşımaktadır. BIM; gerçek hayatta uygulaması yapılacak yapının bilgisayar ortamında inşa edilip karşılaşılabilecek tüm problemlerin tespit edilmesini sağlamaktadır. Projede tespit edilen herşey proje paydaşları tarafından görülmektedir. BIM bu bakımdan proje ve proje paydaşlarından kaynaklı sorunlara çözüm yolu sunmaktadır. BIM köklü bir değişimdir (Öktem, 2016). BIM bir CAD programı değil çok boyutlu bir süreçtir. BIM proje üzerinde yapılan modelleme, analiz ve simülasyon testlerinin uygulanıp ana modelinin oluşmasını sağlamaktadır.

Ülkemizde inşaat sektörü çok önemli bir yere sahiptir. Yapılan ulusal ve uluslararası projelerde çeşitli başarılar elde edilmektedir (Inusah 2018). Projelerin uluslararası alanda daha çok yaygınlaşması için geleneksel yöntemlerle proje yapımı bırakılmalı ve uluslararası standartlara uygun proje üretimi destekleyen yöntemlerin kullanımı geliştirilmelidir. İnşaat sektörünün her an gelişmesinden kaynaklı olarak klasik yöntemlerle proje yapımı ihtiyaçları karşılayamamakta ve birçok olumsuzluğu da beraberinde getirmektedir. Bu yüzden öncelikle büyük çaplı projeler de BIM gibi kapsamlı bir model ile projelerin yapılması ihtiyaçların giderilmesine ve daha sağlıklı projeler üretilmesine katkı sağlayacaktır.

İnşaat sektörünün projelerde başarılı olabilmesi için beraber çalışabilirliğin sağlanması gerekmektedir. BIM farklı alanlarda uzman olan kişilerin beraber çalışmasını sağlamaktadır. Alanlarında uzman kişilerin birlikte çalışması yapılacak hatalara hemen müdahale edilmesini ve iletişim kopukluklarının önüne geçerek yapılacak hataların minimum seviyede tutulmasına katkı sağlayacaktır. Birlikte çalışan ekip, oluşturulan projeyi birlikte değerlendirebilecekleri için projenin tümüne

hakim olabilecektir. Farklı bakış açılarının da değerlendirilmesine imkân tanıyan sistem anlayışı başarılı projelerin oluşmasına katkı sağlayacaktır.

Projelerin başarısını etkileyen birçok unsur vardır. Bu nedenlerden dolayı tasarım aşamasından işletme aşamasına kadarki tüm süreçte en az hatayla kurgulanmış modele ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılması istenen projeye uygun model tasarlandığında maliyet, süre, kalite vb. kavramların daha tatmin edici sonuçlar sunacağı düşünülmektedir (Çetinkaya, 2017).

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 kâr sağlayan, yapının fikir aşamasından yıkım aşamasına kadar bütün süreç boyunca varlığını sürdüren bir süreç olarak tanımlanabilmektedir (Kopuz, 2015).

Ülkemizde BIM sadece büyük projelerde kullanılmaktadır. Büyük projelerde uluslararası standartlara uygunluğunun sağlanması için BIM kullanılmaktadır (Inusah, 2018). Bazı sözleşmelerde yer alan maddeler gereğince BIM kullanımı zorunlu hale getirilmiştir. Böylelikle BIM konusundaki çalışmaların artacağı görülmektedir. Bu taleplerle beraber firmaların BIM'e geçiş için hazırlıkları söz konusudur. Ancak ülkemizde belirli yasal altyapı, dokümanlar ve standartlar mevcut olmadığından dolayı beklenen gelişim tam anlamıyla sağlanamamaktadır. BIM'in büyük ölçüde kullanılması için devlet desteğinin sağlanmış olması ve yasal mevzuatların hazırlanmış olması gerekmektedir.

1.1. Problem Tanımı

Ülkemizde proje yapımı konusunda sürekli sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu sıkıntılar projelerin yapım süresini uzatmakta ve maliyetini arttırmaktadır. Bunun yanı sıra günümüzdeki yapım ve kontrol grubunun isteklerine tam yanıt veremeyen yazılım ve donanımlar kullanılmaktadır. Teknoloji sürekli gelişmekte ve bu gelişim de yeni istekleri beraberinde getirmektedir. Örneğin; akıllı bina tasarımları, çevreyle dost yapıların oluşturulmak istenmesi, kontrol grubunun daha kolay bir mekanizmayla kontrollerini sağlamak istemesi gibi çeşitli talepler mevcuttur. Günümüzde kullanılan CAD yazılımları bu ihtiyaçları karşılayamamaktadır. Zamanında CAD yazılımlarına

geçiş ihtiyacı nasıl hissedilmişse günümüzde de yeni bir proje yönetim anlayışına ihtiyaç duyulmaktadır (Sarıçiçek, 2019). Bunun için tez konusu olan BIM'in yeni bir proje yönetim ihtiyacına uygun olup olmadığı incelenilip sonuçları sunulacaktır.

BIM inşaat sektöründe özellikle büyük kamu projelerinde kullanılmaya başlanmıştır. BIM yeni bir sistem olduğu ve mevcut kullanımlardan farklı bir yaklaşıma sahip olduğu için BIM'e geçiş sürecini zorlayıcı etkenler bulunmaktadır. BIM yapı sektörüne ait çalışmaların daha kaliteli, verimli ve az maliyetli olarak sunulmasına imkân tanımaktadır. Ancak şu anki çalışmalar, altlıklar ve yasal dayanaklar BIM ile çalışmaya uygun değildir. Bu durum BIM'e geçiş sürecini uzatmakta ve karşılaşılan problemlerin çözümü noktasında sıkıntılara sebebiyet vermektedir.

BIM tüm proje paydaşlarının bir arada çalışmasını sağlayıp çok boyutlu tasarım ile görsel sunum gerçekleştiren bir modeldir. BIM'i tecrübe edecek kurumlar veya şirketler için izlenecek işlem adımları oluşturulmalıdır. İzlenecek adımlar konusunda daha önceden BIM için çalışma yapmış olan ülkelerden destek alınarak ülkemizde uygulanabilirliği hakkında çalışmalar yapılması gerekmektedir.

BIM uygulamaları şu an ülkemizde başlangıç aşamasında olup geliştirilmeye çalışılmaktadır. BIM'in geliştirilme aşamasında neler yapılması gerektiği konusunda cevaplar aranmaktadır.

1.2. Tezin Amacı

İnşaat sektörü, ülkelerin ekonomisine büyük katkı sağlamaktadır. Farklı disiplinlerin ve proje katılımcılarının beraber yürütmesi gereken bir sektördür. Proje yönetimi birçok süreci içinde barındırmaktadır ve her süreç proje başarısını etkilemektedir. Başarıya engel olan en önemli faktörlerden biri ise çok disiplinli bir çalışma yapılamamasıdır. Buna bağlı olarak proje kalitesinde düşüş, maliyetinde artış ve proje zamanlamasının belirlenememesinden dolayı proje yönetimi konusunda farklı arayışlar aranmaktadır. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda Yapı Bilgi Modelleme (BIM) kavramı ortaya çıkmıştır.

Yapı Bilgi Modellemesi (BIM); Yapı sektöründeki projelerin karar mekanizmasını güçlendirip, bu kararların en etkili biçimde projenin bütün yaşam döngüsü boyunca uygulanması öngörmektedir. Ülkemizde büyük kamu projelerinde

ve sözleşmelerinde BIM kavramının geçtiği görülmektedir. BIM'e geçişlerde altlık veya geçiş konusunda izlenecek yol haritası olmadığından dolayı tecrübesizlikler yaşanmaktadır. Bu durum da BIM'e geçiş sürecinde önyargılar oluşturmaktadır. Bu çalışmada geçiş sürecinde izlenecek aşamaların belirlenmiş olması çalışmanın hedefleri arasında yer almaktadır.

Bu çalışma Yapı Bilgi Modellemesi'nin (BIM) Türkiye için uygulanabilirliğinin araştırılmasını ve BIM'in kullanımını etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlamaktadır. Tez çalışması boyunca yapılan çalışmalar sonucunda ülkemizde uygulanacak BIM çalışmaları için yol haritası oluşturulması amaçlanmaktadır.

Yapılan tez çalışması sonucunda belirlenen adımlar BIM'e geçiş yapmayı düşünen kurumların veya firmaların neler yapması konusunda fikir sahibi olmalarına katkı sağlayacaktır. Önerilen işlem adımları geliştirildikçe BIM kullanımı yaygınlaşacak ve yeni bir proje yönetim anlayışı ülkemizde kullanılıp daha başarılı projelerin oluşturulması amaçlanacaktır.

Tez çalışmasının amaçlarına ulaşılması için şu işlem adımları izlenecektir.

- BIM kavramının detaylı literatür taraması yapılacak, avantajları dezavantajları, boyutları incelenecek,
- Ülkemizde ve diğer ülkelerdeki BIM kullanımları incelemek,
- BIM sistemine geçiş sürecini etkileyen faktörler incelenecek,
- BIM'e geçiş süreci için yol haritası ve Türkiye'de uygulama projeleri için işlem adımları oluşturulacaktır.
- Kamu ve özel sektörde çalışanlarla BIM hakkında anket çalışması yapılacaktır. Anket katılımcılarına yöneltilen sorular doğrultusunda ülkemizde BIM'in uygulanabilirliği hakkında tespitler yapılacaktır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETİ

2.1. BIM (Yapı Bilgi Modelleme)

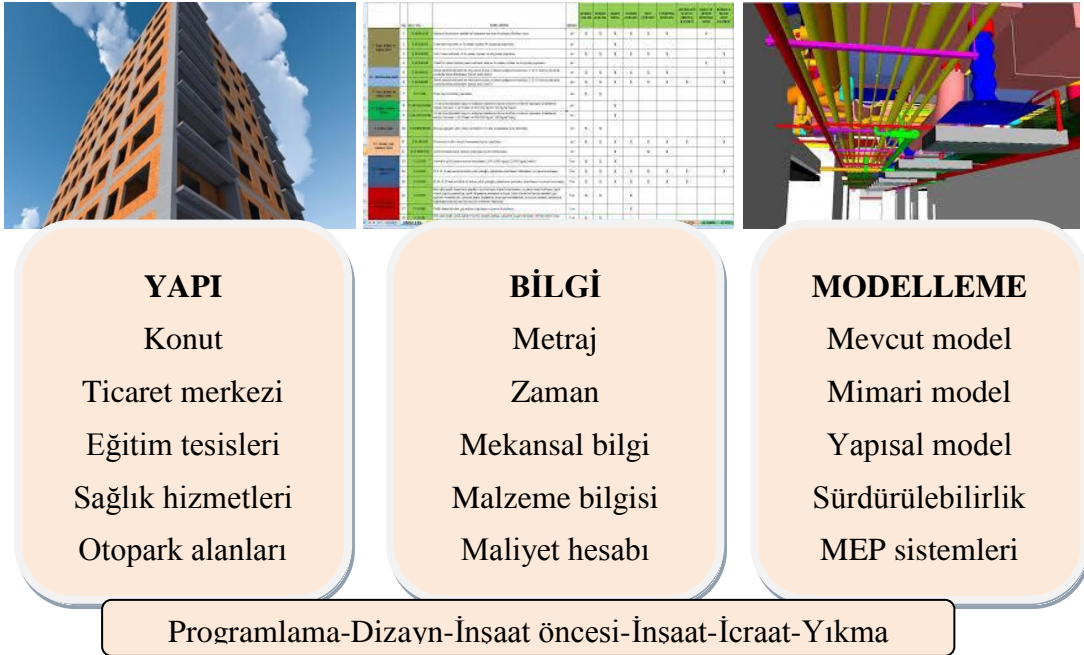
Yapı Bilgi Modellemesi, bina ile ilgili tüm tasarımsal (geometri/biçim vb.) ve sayısal (malzeme, maliyet, fiziksel çevre kontrolü vb.) veriden oluşan bir 3 boyutlu model meydana getirerek, hazırlanan modele tüm proje verilerinin işlendiği, analizlerin yapıldığı ve hazırlanan modelin proje sürecine katılan paydaşları tarafından binanın yaşam döngüsü boyunca ortak kullanımını sağlayan bir çalışma sistemidir (Inusah, 2018). Building Information Model olarak bilinen yapı bilgi modellemesi tez çalışması boyunca İngilizce kısaltmasıyla yani BIM olarak kullanılacaktır (Kopuz, 2015).

BIM (Yapı Bilgi Modeli) kavramı incelendiğinde;

Build (Yapı): Ticaret merkezleri, eğitim tesisleri, sağlık hizmetleri, konut, alışveriş merkezleri, sosyal hizmet tesisleri, otopark alanları vb.

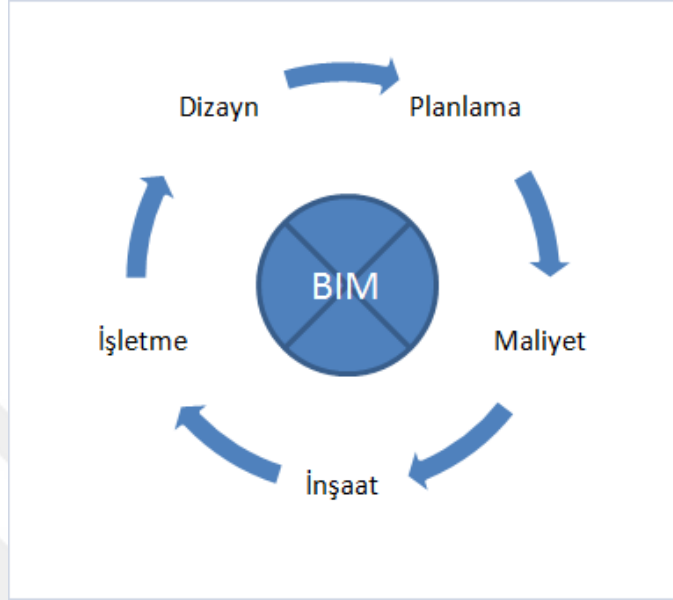
Information (Bilgi): Mekansal bilgi tespiti, program, yapı malzeme bilgileri, metraj bilgileri, maliyet hesabı, zaman planlaması vb.

Modelling (Model): Mevcut model, mimari model, yapısal model, MEP sistemleri, analizler, sürdürülebilirlik vb. şeklindedir (Inusah, 2018).



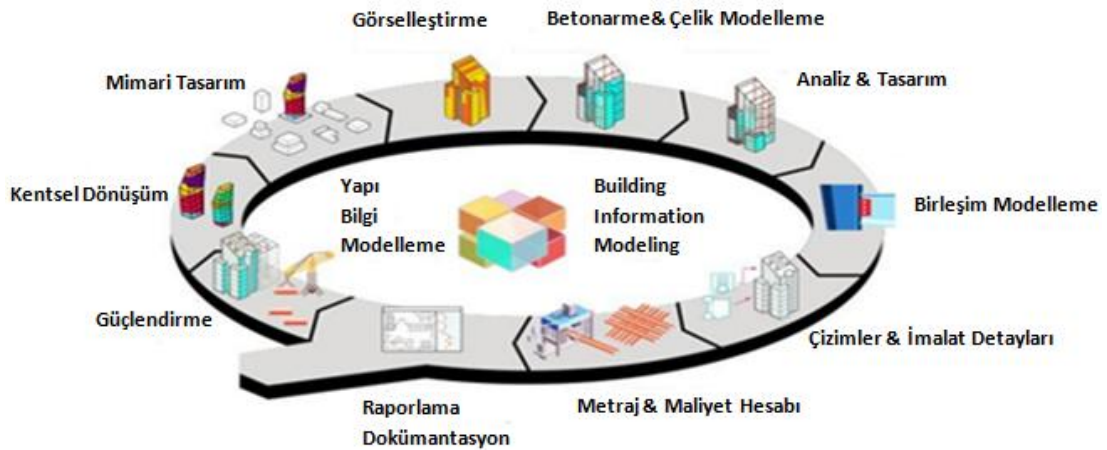
Şekil 2.1. BIM kavramının içinde bulunan kavramlar (Inusah, 2018)

BIM içinde barındırdığı kavramdan da anlaşıldığı gibi çok aşamalı proje yapımını hedeflemektedir. BIM yapı üretiminde, doğru ve ihtiyaçlara cevap veren projeleri tüm proje katılımcılarıyla beraber uygulama projesiyle uyumlu projeler üretmeyi hedefleyen bir proje yönetim şeklidir.



Şekil 2.2. BIM tanımı (Anonim,2019a)

BIM: Programlama, tasarım, inşaat öncesi, yapım, inşa sonrası, analizler, simülasyon testleri, sürdürülebilirlik, yıkım gibi evreleri bünyesinde barındıran bir süreçtir (Sarıççek, 2019). Proje paydaşlarının geleneksel yöntemlerden farklı olarak işbirliği içinde proje yönetimi sağlanmaktadır (Akkoyunlu, 2015). Hazırlanan model görsel olarak sunulduğunda projenin tüm boyutlarıyla değerlendirilmesini imkân sağlayan sanal bir süreçtir (Kopuz, 2015; Inusah, 2018).



Şekil 2.3. BIM işleyiş süreci (Erdik, 2018)

BIM hem bilgi teknolojileri hem de yazılımların gelişmesiyle birlikte yapıların tasarımı yönetimine kadar geçen sürecin tüm disiplinlerle beraber yönetilmesini sağlamaktadır (Akkoyunlu, 2015). BIM aynı zamanda kalitenin artması içinde proje paydaşlarının hedefleri doğrultusunda oluşturulan model üzerinde detaylı çalışmaların yapılmasına imkân sağlamaktadır. Aynı zamanda bütünlük bir model oluşturulduğundan proje aşamalarında paydaşların birbirleriyle iletişim sağlamasına katkı sağlayan bir süreç olacaktır (Kopuz, 2015; Sarıçiçek 2019).

BIM inşaat sektörünün geleceği için umut vadeden bir adımdır. Model tasarımı tamamlandığında inşaat için tüm veriler kullanıma hazır olacağından inşaat sürecinin tamamında altlık olarak kullanılacaktır. BIM kısacası yapının inşasından önce tüm boyutlarıyla hazırlanmış sayısal modeldir. BIM bir bilgisayar programı olmayıp projenin başlangıcından işletimine kadar tüm yaşam döngüsünü oluşturan süreçtir (Akkoyunlu, 2015; Inusah, 2018).

NBIMS (2007) BIM'i üç boyutlu olarak tanımlar :

- BIM modeli, (ürün) yapıyı açıklayan bir veri dizini yapılanmasıdır.
- BIM süreci, bir BIM modeli oluşturma eylemidir.
- BIM yönetimi iş yapma biçimini oluşturduğu gibi, kalite ve verimliliği artıran iletişim yapısını da oluşturur (Akkoyunlu, 2015).

Planlama, tasarım, inşaat aşaması, inşaat sonrası, işletme ve bakım vb. süreçlerin daha verimli kullanılmasını sağlamak için oluşturulan modelin adı BIM'dir (Inusah, 2018).

BIM hata yapma oranını azaltır (Akkoyunlu, 2015). Modelin oluşmasıyla birlikte tüm sonuçlar belli olduğu için eksiklikler giderilecektir. BIM kaliteyi artırır ve maliyeti düşürür (Kopuz,2015; Inusah, 2018). Tasarım aşaması klasik yöntemlere göre uzun sürebilir ancak yapım aşamasında bu süre doğru ve etkili kullanılacağından alınan verim beklentileri karşılamaktadır (Muratoğlu, 2015).

İnşaat sektöründeki değişim, teknolojik olarak pek gelişme gösterememiş ancak malzeme kullanımı konusunda gelişmeler yakından takip edilmektedir. Diğer sektörlerde insan gücüne duyulan ihtiyacın azalmasına rağmen inşaat sektöründe bu durum pek fazla değişmemiş ve verim, kalite düşmüştür. İnşaat sektöründe çalışma düzeninin olmaması, veri yönetimindeki sıkıntılar, iki boyutlu tasarım yapılması, disiplinlerin birlikte çalışmaması vb. olaylar verimliliği düşürmekte ve maliyeti

arttırmaktadır. Bu gibi durumlar yeni arayışları beraberinde getirip BIM kavramı sektöre kazandırılmıştır (Selim, 2019).

BIM ile oluşturulan modellerle birlikte fizibilite çalışmalarında da kolaylık sağlanmıştır. Modelin tüm aşamaları değerlendirildiği için doğru karar verme yetisi de artmıştır. BIM yapının tüm aşamalarında doğru bir şekilde kullanıldığında sağladığı faydalar gözle görülmektedir (Akkoyunlu, 2015).

2.2. BIM'in Yapı Sektörüne Getirdiği Yeni Kavramlar

Yapı sektörüne büyük değişimler yaşatan BIM birçok yeni kavramı da sektöre kazandırmıştır. Bunlar:

- Çok boyutlu (nD) BIM aşamaları
- Nesne tabanlı (Parametrik) modelleme
- BIM uygulamalarında LOD detay seviyeleri
- Birlikte çalışabilirlik
- IFC (Industry Foundation Classes) formatı
- Çakışma analizleri
- Bütünleşik proje teslimi (IPD)
- Otomatik metraj alabilme'dir.

2.2.1. Çok boyutlu (nD) BIM aşamaları

BIM çok boyutlu bir kavramdır. Şu an için üzerinde tartışılan boyutlar 3D, 4D, 5D, 6D, 7D ve 8D'dir.

3D BIM: Yapının üç boyutlu olarak tasarımının yapıldığı aşamadır. Üç boyutlu bir çalışma şu an en çok kullanılan ve bilgi sahibi olunan boyuttur (Karataş, 2018). Üç boyutlu tasarım inşaat yapımına başlamadan önce yapının görsel olarak sunulmasına katkı sağlamaktadır. Üç boyutlu çalışmalara göre hazırlanan projelerin, çakışma analizleri yapılarak proje tasarımında yapılan hataların tespit edilmesine olanak sağlanacaktır. Tespit edilen hatalar proje hayata geçirilmeden önce belirlendiği için önlemler alınır ve herhangi bir zarara uğramadan proje yapımı için sürecin başlamasına katkı sağlanmış olacaktır (Öz Döşer, 2016).

4D BIM: Üç boyutlu modele iş programının eklenmesiyle hazırlanan modelin tanımının yapıldığı aşamadır. Dördüncü boyutu başarılı bir şekilde tamamlamış bir modelin proje teslim sürecindeki olumlu etkileri görülmektedir. BIM süreci; inşaatta yapılacak olan işlemleri belirlemek, metraj, iş programı düzenlemek, tesis yönetimi sağlamak ve proje teslim süreci konusunda yardımcı olmak için kullanılır (Karataş, 2018).

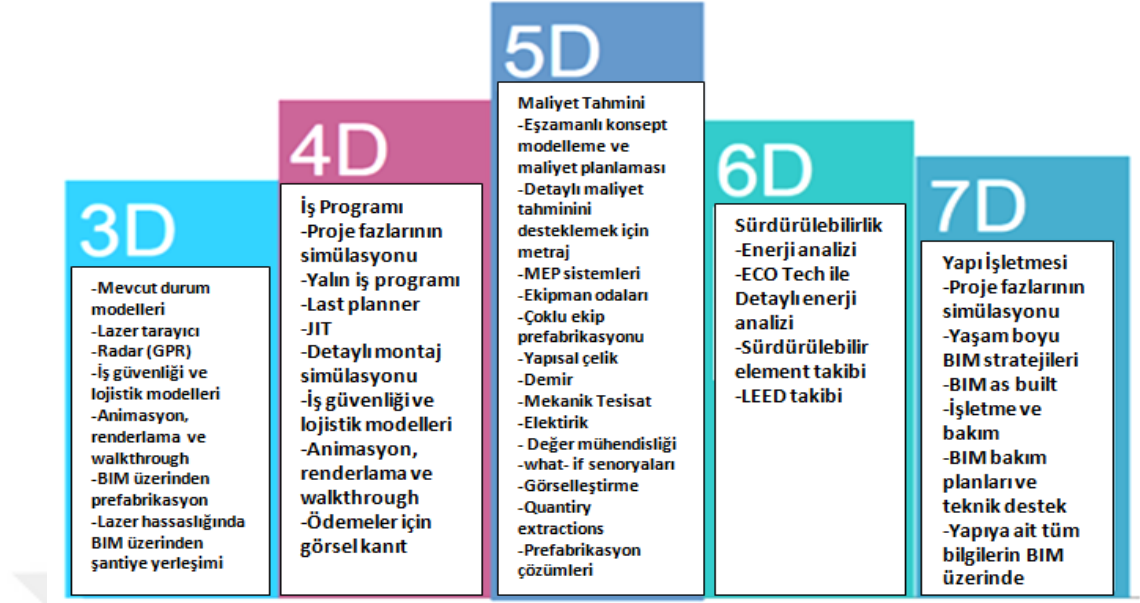
5D BIM: Üç boyutlu projeye, iş programının eklenmesiyle dört boyutlu bir model elde edildiğinde bu model üzerine maliyet ve otomatik metraj çıkarma özellikleri eklenerek 5D boyutlu bir model elde edilmiş olacaktır (Karataş, 2018). Bu model boyutuyla beraber projenin ilerleyen zamanlarında ortaya çıkacak olan keşif artışlarının önüne geçilmiş olacaktır. Modelin bu boyutuyla beraber işin kontrol aşamalarında kolaylık sağlanmış olacaktır.

6D BIM: Yapının sürdürülebilirlik verilerinin modele işlendiği aşamadır (Akkoyunlu, 2015; Erdik, 2018). Çevreyi koruma, enerji analizleri, ısıtma soğutma analizleri, trafik, ses gibi verilerin projeye dahil edildiği boyuttur.

7D BIM: Tesis yönetim modelinin oluşturulmasıdır (Erdik 2018; Karataş, 2018). Yapıya ait her türlü bakım, arıza, gibi durumların anında gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır. Belirli aralıklarla yapıya ait kontrollerin yapıldığı BIM boyutudur.

8D BIM: Yapının güvenlik ve acil yönetimi için geliştirilen boyuttur (Karataş, 2018). Modele bu boyut dahil edildiğinde, oluşacak herhangi bir acil durumda rotalar oluşturulması hedeflenmektedir (Inusah, 2018). Bu boyutun gerçekleşmesiyle beraber yapının ve kullanıcıların güvenliği sağlanmış olacaktır.

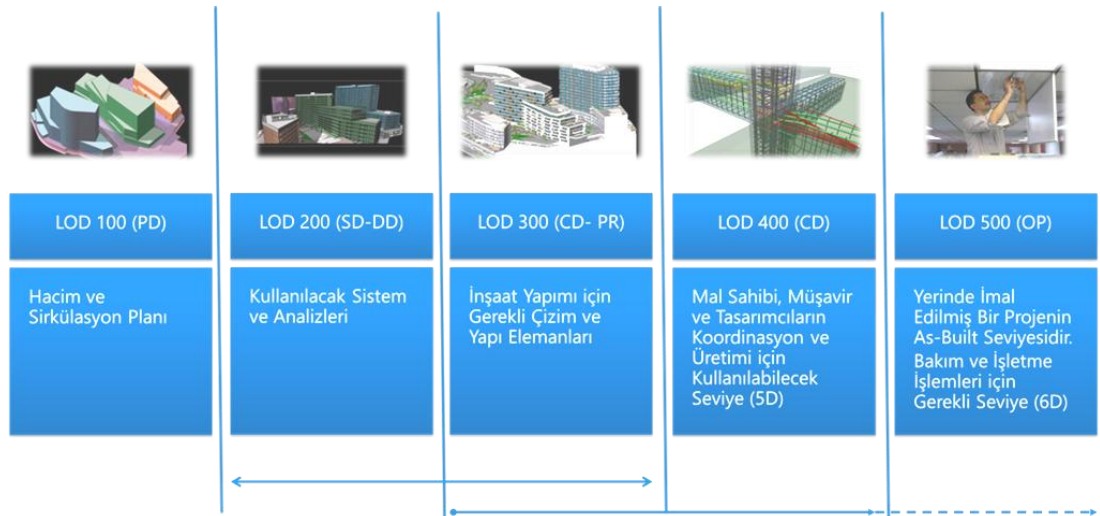
Bu boyutlar modele tek tek işlendiğinde ana model oluşturulmuş olacaktır. Tüm boyutlar modele işlendiğinde gerçeğe uygun yapı tasarımı elde edilmiş olacaktır.



Şekil 2.4. BIM boyutlarına göre yapılan işlemler (Anonim-2019b)

2.2.2. BIM uygulamalarında LOD detay seviyeleri

American Institute of Architects (AIA) tarafından gelişim seviyeleri hazırlanmıştır (Akkoyunlu 2015; Kopuz, 2015). LOD, proje paydaşlarının BIM hakkındaki sorularına en sade biçimde yanıt veren referanstır. LOD tablosunun yapıya ait modelleme yapılmadan önce hazırlanması gerekmektedir. Hazırlanan tablolar modellemede yapılacak detayların hepsini verir. Kullanılması düşünülen malzemelerin hangi detayda hazırlanması gerektiğini ve ne kadar bilgi barındırması gerektiğini tarif etmektedir (Özorhon, 2018).



Şekil 2.5. LOD detay seviyeleri

LOD 100'den LOD 500'e kadar LOD seviyeleri sınıflandırılmıştır.

Bu tanımlar kısacası;

LOD 100: Ön proje, konsept modelleme

LOD 200: Kesin proje, genel modelleme

LOD 300: Tasarım geliştirme, uygulama proje, kesin modelleme

LOD 400: İmalat ve montaj için modelleme

LOD 500: As build proje, yerinde imalat ve işletme şeklindedir.

Pencere modeli üzerinden LOD seviyelerini tarif etmek gerekirse;

LOD 100: Bir pencere var olduğu bellidir. 3D model temel seviyede oluşturulmuştur.

LOD 200: Pencerenin kapladığı alan bellidir. Yaklaşık boyut, miktar şekil bilgileri bellidir. Genellenmiş modeldir.

LOD 300: Pencerenin kesin olarak boyutları, şekli ve kol detayları bellidir.

LOD 400: Pencerenin üretici firması ve modele ait seri numarası bellidir.

LOD 500: Pencereye ait satın alma bilgileri, teknik destek hizmetleri ve yedek parça bilgileri bellidir (Akkoyunlu, 2015; Selim, 2019).

LOD tabloları doğru, anlaşılır ve uluslararası standartlara uygun olarak hazırlanmalıdır. Her model için oluşturulan LOD tabloları birbirinden farklı özellikleri bünyesinde barındırmaktadır. LOD tabloları modellemeye başlamadan önce hazırlanmaktadır. İhtiyaçlar doğrultusunda LOD 250 ve LOD 350 seviyeleri de kullanılarak daha detaylı çalışmalar yapılmalıdır (Akkoyunlu, 2015).

2.2.3. Nesne tabanlı (parametrik) modelleme

Geleneksel tasarım yöntemlerinden BIM yazılımlarını ayıran en önemli özellik nesne tabanlı modellemeye sahip olunmasıdır. Parametrik kavramı yapıyı oluşturan her terimin birbiriyle olan ilişkisini tanımlamaktadır (Erdik, 2018).

Nesne tabanlı modelleme ilişkileri örnekleri şu şekildedir:

- Örneğin bir odanın kapısı köşeden 15 cm uzaklıkta olacak şekilde belirlendi. Parametre olarak belirlenen sayı odanın boyutları veya şekli değişse bile

korunmaya devam edecektir.

- Dış duvarla, döşeme bilgileri ve çatı detayları ilişkilidir. Dış duvar bilgileri değişse bile parametre olarak korunan bağlantı ilişkileri korunacak ve değişiklik yapıldığında ise bağlantı bilgilerine göre düzenlenecektir.
- Yapıya ait bir cephedeki pencerelerin eşit uzaklıkta olunması istendiğinde burada parametre olarak eşit uzaklıkları belirleyen bir oran oluşturulmuş ve korunmuştur. Cepheye ait bilgiler değişse de belirlenen oran korunacaktır.
- Parametre olarak ölçüğe bağlı değişkenler belirlenmişse ölçek değiştiğinde buna bağlı olarak yazı boyutları, obje boyutları gibi detaylar otomatik olarak yeniden düzenlenecektir.
- Projede dikdörtgen oluşturacak şekilde dört duvar çizildiğinde yazılım olarak otomatik duvarları birbirine bağlar. Yapıya ait duvar detaylarından herhangi birinin detayları değiştirilirse buna bağlı olarak diğer duvar detayları da aradaki ilişkiyi koruyarak değişecektir.
- Örneğin 4 numaralı detay çizimi B8.03 paftasında yer alırsa ve bu detaya B3.01, 02 ve 03 paftalarındaki plan çizimlerine detay etiketi ile referans verilirse, detay çizimi başka paftaya taşınırsa ve yeniden numaralandırılırsa dokümanlar arasında kurulan parametre ilişkisinden dolayı plan çizimlerindeki detay etiketi yeniden konumlandırılacaktır (Erdik, 2018).

Örneklerden de anlaşılacağı gibi nesne tabanlı modelleme yapı özellikleri arasındaki ilişkileri tanımlar.

2.2.4. Birlikte çalışabilirlik

Birlikte çalışabilirlik BIM tabanlı programların en önemli yapı taşı oluşturmaktadır. Mevcut projelerin yapım aşamasında statik, mimari, mekanik vb. sistemlerin birbirlerinden bağımsız yürütülmesi projenin tüm aşamalarında sorunlara neden olmaktadır (Ark, 2012 ; Sarıççek, 2019). Bu yüzden BIM ile oluşturulan modelde birlikte çalışma yapıldığından, uzmanlık alanlarına göre gerekli müdahalelerin zamanında yapılmasıyla projenin süreçlerinde herhangi bir olumsuzluk yaşanmayacaktır.

Building Smart tarafından hazırlanan dokümanlarda, birlikte çalışabilirliğin faydaları şöyle sıralanmaktadır:

- Tüm proje paydaşlarının ihtiyaçlarına hızla cevap alabilecekleri bir platformun oluşacak olması
- Proje döngüsü boyunca veri alışverişinin devamlılığı için bir imkân yaratılmış olması
- İşverenin istekleri ve projenin verilerinin uygunluğunun her an denetlenebilmesi
- En uygun yazılımı tercih edebilmek için gerekli altyapının olması
- Tasarım hizmetleri için rekabetçi ve açık pazarların hızla seçilebilmesi
- Proje verilerinin tedarikçilerin karar ve ilkelerinden bağımsız olarak gelecekte de kullanılabilir olması şeklinde belirlenmiştir (Akkoyunlu, 2015).

2.2.5. IFC (Industry Foundation Classes) formatı

1994 yılında Uluslararası Birlikte Çalışabilirlik Kurumu (Industry Alliance for Interoperability-IAI) olarak kurulan şu anki adı BuildingSmart olarak bilinen kuruluş tarafından Industry Foundation Classes (IFC) adıyla yeni bir veri standardı oluşturulmuştur (Selim, 2019). IFC, herhangi bir yazılımdan bağımsız olarak oluşturulmuş nesne tabanlı bir standarttır (Selim, 2019).

2.2.6. Çakışma analizleri

BIM ile oluşturulan model üzerinde mekanik-elektrik sistemleri çakışma kontrolleri otomatik olarak yapılmaktadır. Yapıya ait tüm aşamalar kontrol edildiğinde ve çıktıları oluşturulduğunda daha sağlıklı projeler elde edilmiş olacaktır. BIM sistemi ile kiriş, kolon, tavan, döşeme, elektrik, altyapı, su şebekesi vb. birçok detayın çakışma kontrolünün yapılmasına imkân sağlanmaktadır. Modelleme yapılırken dikkate alınan en önemli etken sifıra yakın hata ile projenin başarıya ulaşmasını sağlamaktır (Akkoyunlu, 2015).

Mevcut proje yönetiminde iki boyutlu çizimler yapılmaktadır. Bu şekilde projelerde öngörülemeyen sorunlar ortaya çıkmaktadır. BIM ile yapılan tasarımlar üç

boyutlu olarak tasarlandığı için çakışmalar uygulama aşamasından önce fark edilerek gerekli önlemler alınmaktadır. Çakışmaların önceden belirlenmesi zaman, maliyet, iş gücü gibi etkenlerden tasarruf edilmesini sağlamaktadır. Çakışma analizi BIM'in sağladığı en önemli özelliklerden biridir (Erdik, 2018).

2.2.7. Bütünleşik proje teslimi (IPD)

IPD; insanları, sistemleri iş yapılarını ve tecrübeleri, bir süreç içerisinde tasarımın, üretimin ve inşaatın tüm aşamalarının etkinliğini maksimize etmek, atık miktarını azaltmak, işverenin kârlılığını artırmak projenin sonuçlarını optimize etmek için tüm paydaşların yetenek ve kavrama kabiliyetlerini kullanan, proje teslim şeklidir (Akkoyunlu, 2015). Ortak bir dil oluşturularak, tek bir proje halinde yapı projesinin teslim edilme şeklidir (Erdik, 2018).

Bütünleşik proje teslimi tüm proje paydaşlarını verim, kalite ve maliyet yönünde memnun etmeyi hedeflemektedir.

Geleneksel proje teslim süreci ile bütünleşik proje teslimi arasında farklılıklar vardır. Proje paydaşları geleneksel proje teslim sürecinde bir araya gelemeyen, bütünleşik proje tesliminde beraber ve işbirlikçi olarak hareket etmektedir. Bütünleşik proje tesliminde süreç eşzamanlı, çok aşamalı devam ederken geleneksel proje tesliminde süreç lineer, ayrı bir şekilde devam etmektedir. Geleneksel projelerde daha çok analog, kağıt üzerinde ve iki boyutlu çalışmalar yapılırken bütünleşik projelerde ise sayısal, modellemeye dayalı ve üç boyutlu yapılmaktadır (Kopuz, 2015).

BIM ile yapı modelleme, bütüncül ve çok aşamalı bir yaklaşıma sahip olmasından dolayı BIM uygulama projelerinin teslim şekli bütünleşik proje teslim şeklinde yapılmalıdır.

2.2.8. Otomatik metraj alabilme

Yapı modeli tanımlanırken kullanılan malzemelere ait bilgiler çağırıldığında BIM otomatik metraj listesi oluşturmaktadır (Akkoyunlu, 2015; Gülerses 2018). Metraj hesabı daha projenin başında belli olduğu için proje paydaşları açısından çok avantaj sağlamaktadır. Herhangi bir değişiklik yapıldığında bu durum metraj hesabına anında etki eder ve bu yüzden de proje sonundaki hesaplarda herhangi bir düzeltme işlemi

yapılmasına ihtiyaç duyulmamış olacaktır. Otomatik metraj listelerinin oluşturulması zamandan tasarruf sağlamasının yanında metraj listelerinin kesin ve doğru olması yönünde önemli katkı sağlamaktadır (Akkoyunlu, 2015).

2.3. BIM yazılımları

Douglas C. Engelbart'ın "Auging Human Intellect A Conceptual Framework" adlı makalesinde 1962 yılında BIM'den bir kavram olarak bahsedilmiştir. Ancak BIM'in tam anlamıyla ele alınması 1970'li yıllardadır. BIM'in inşaat sektöründe yer alması ve öneminin fark edilmesi 2000'li yıllarda olmuştur (Yer, 2017; Sarıçiçek, 2019). BIM kavramının yapı sektörüne katılımıyla beraber birçok yazılım şirketi BIM konusunda yazılımlar geliştirmiştir (Selim, 2019). BIM çalışmalarında başarılı olunabilmesi için projeye ve kullanıcılara uygun yazılımın seçilmesi oldukça önemlidir (Özorhon, 2018). BIM yazılımlarının tanıtımları yapılmalıdır. Yazılım şirketleri kullanmayı talep eden firmalara eğitimler düzenleyerek kullanımın ve yazılımların tanıtımın yapılması konusunda çalışmalar yapmalıdır.

BIM yazılımlarının seçilmesi ve kullanılması oldukça önemlidir (Selim, 2019). Ancak buradan BIM'in bir yazılım olduğu anlaşılmamalıdır. BIM çok boyutlu bir süreçtir. Ancak BIM kullanımının yaygınlaşması yazılımlar olmadan da mümkün olmamaktadır (Akkoyunlu, 2015).

BIM yazılımı seçilirken dikkat edilmesi gereken unsurlar:

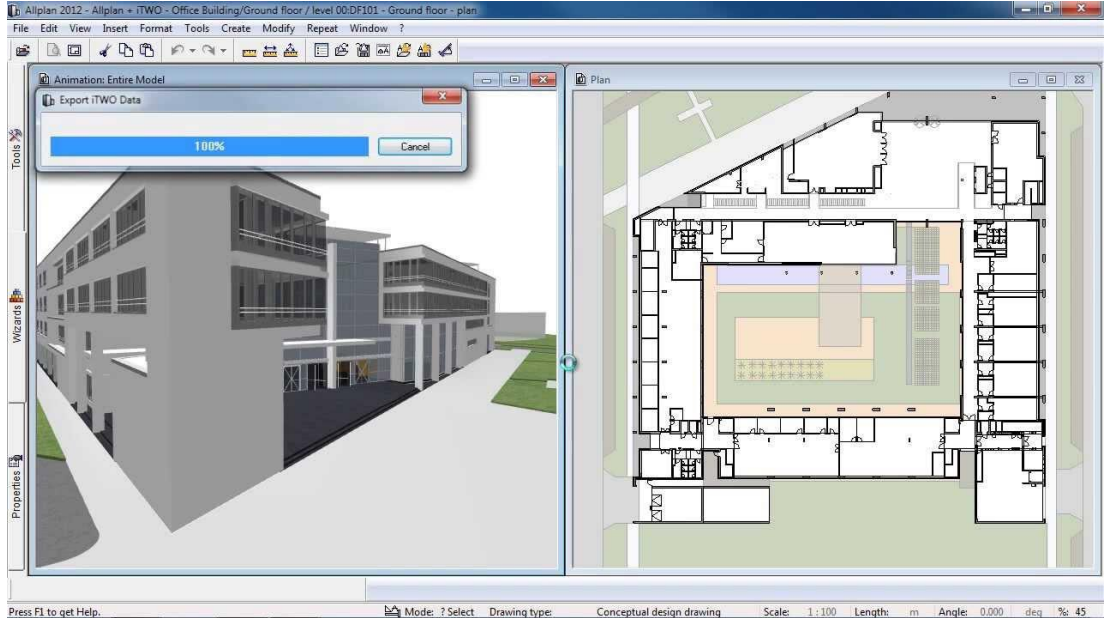
- Fizibilite çalışmalarında elde edilen topografyaya ait bilgilerin kullanımı konusunda kolaylık sağlamalı,
- Kullanılacak proje özelliklerine uygun yazılım seçilmeli,
- Kullanılacak veri özelliklerini sisteme işleme kolaylığı sağlanmalı,
- Yapı özelliklerindeki değişikliklerinin anında tüm modelde etkilerinin görülme kolaylığının sağlanması,
- Tasarım yapılırken kolay ve anlaşılır arayüzü imkânı sağlaması,
- İş programı yapma özelliği barındırması,
- Birlikte çalışabilirliğe uygun olması,
- Oluşturulacak olan çizim setlerinin kolay olarak hazırlanması,

- Uluslararası standartlara göre veri üretiminin sağlanması,
- Farklı formatlara dönüştürülebilme özelliğinin olması,
- Çakışma analizlerinin yapılabilmesi,
- Kontrol imkânı tanınması,
- Maliyet ve metraj hesabı yapma imkânı tanıyan yazılımlar seçilmelidir.

BIM yazılımları incelendiğinde en yaygın olarak kullanılan ve tercih edilen yazılımlar: Nemetschek Allplan, Bentley MicroStation, Autodesk Revit Architecture ve Graphisoft ArchiCAD'dir (Selim, 2019).

Nemetschek Allplan

Alman Nemetschek firmasına ait Allplan programı dünyada ve Türkiye'de yaygın olarak kullanılan BIM tabanlı yazılımdır (Akkoyunlu, 2015; Sarıçiçek, 2019). Allplan PDF, IFC, DWG, DXF vb. uzantılar ile uyumlu çalışma imkânı sunmaktadır. Allplan ailesinin diğer başka özellikleri ise; akıllı yapı sistemi, değiştirilebilir tasarım imkânı, kapsamlı mahal analizi, metraj keşif, ahşap ve cephe tasarımı için geliştirilmiş arayüz sistemidir (Akkoyunlu, 2015).



Şekil 2.6. Allplan BIM yazılımı arayüzü (Anonim, 2019c)

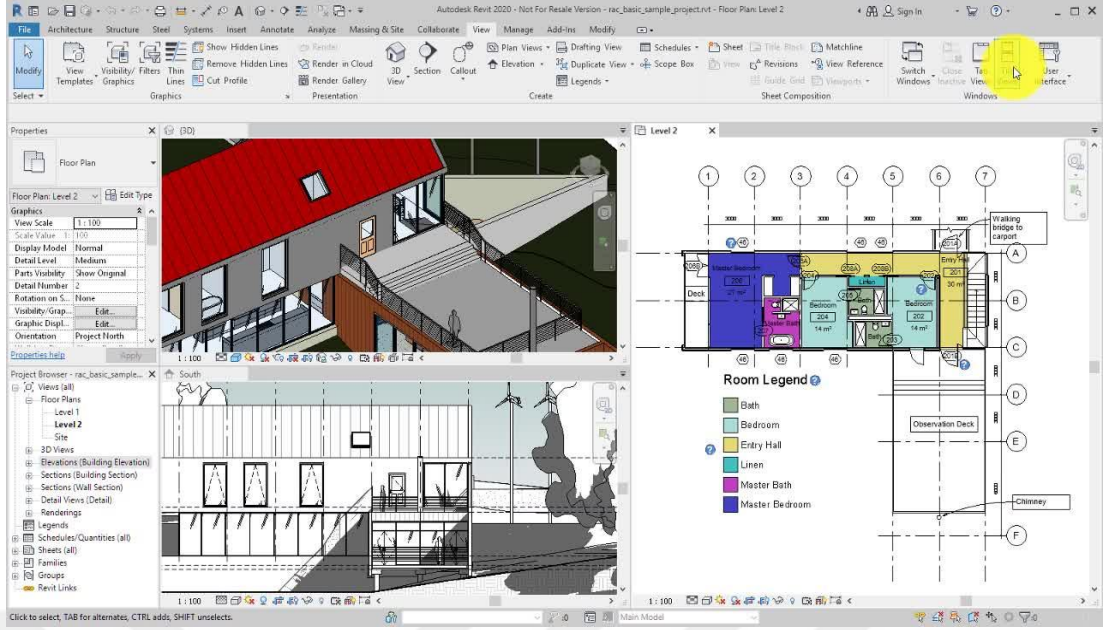
Bentley MicroStation

Bentley MicroStation coğrafi bilgi sistemleri ile birlikte çalışmaktadır (Anonim, 2019d). Bu yazılım proje teslimini hızlandırmayı, altyapı çalışmalarında kaliteyi ve performansını arttırmayı hedeflemektedir (Selim, 2019). Konutlarda, yol çalışmalarında, isale hattı çalışmalarında, madencilik ve haberleşme ağlarının oluşması gibi her türlü altyapı çalışmasında tercih edilmektedir (Anonim, 2019e). Bentley MicroStation, modelleme, görselleştirme, nesne yönetimi ve taslak hazırlama gibi özelliklere sahiptir (Selim, 2019).

Autodesk Revit Architecture

2000 yılında Charles River Software Cambridge firmasının yazılımı olarak Revit doğmuştur ancak Autodesk tarafından 2006 yılında satın alınmış olup şu an dünyada BIM programı olarak en yaygın şekilde kullanılmaktadır (Akkoyunlu, 2015).

Autodesk Revit proje yönetimi işlem sıralaması, metraj hesaplama ve görsel sunum olarak BIM ile yapılacak modellemeye uygun bir yazılımdır. Revit, oluşturulan projeyi tek bir veri tabanında toplamaktadır (Selim, 2019). Veri tabanı bir bütün olarak modellendiğinden yapılan değişiklikler projenin tüm aşamalarına etki edecek ve zamandan tasarruf sağlanacaktır (Anonim, 2019f). Revit'in yaygın olarak kullanılmasındaki bir önemli faktör ise Autodesk firmasının ürettiği Navisworks platformu ile sorunsuz çalışması ve çakışma kontrolü, 4D program gibi işlemlerin de sağlıklı olarak yapılmasından kaynaklanmaktadır (Akkoyunlu, 2015 ; Öktem, 2016).



Şekil 2.7. Revit BIM yazılımı arayüzü

Graphisoft ArchiCAD

BIM tabanlı başka bir program ise Graphisoft'un Archicad programıdır. BIM tabanlı ilk programdır (Akkoyunlu, 2015). Mimari tasarımlar için üretilen bu yazılım tek bir veri yönetimi sağlamakta olduğundan dolayı yapılan değişiklikler plan, kesit, malzeme listesi gibi tüm verilere değişiklikler anında etki eder (Anonim, 2019g).

2.4. BIM'e Geçiş Amaçları

BIM bir CAD programı değildir. BIM projelerin tüm süreçlerinde var olan ürün odaklı modeldir. Projelerin tasarımı için üç boyutlu çizimlerle projeye başlanması BIM'in bir CAD programı gibi algılanmasına neden olmaktadır (Sarıçiçek, 2019). Ancak daha sonra gerekli analizlerin yapılması, simülasyon testlerinin uygulanması, metraj, işletme ve bakım vb. hizmetler sunmasıyla CAD programından ayrılmaktadır.

CAD programlarına geçiş BIM'e geçiş sürecinden oldukça hızlı olmuştur. Bunun nedenleri; klasik yöntemlerin uzun zaman alması, el emeğinin fazla olması, yapılan hataların geri dönüşlerinin zor olması vb. sorunlardan dolayı CAD programlarına geçiş hızlı olmuştur (Sarıçiçek, 2019). Nasıl ki o zamanlar CAD programlarına ihtiyaç duyuluyorsa günümüzde de hazırlanan projelerin tasarımları için sadece CAD programları yeterli olmamakta ve yeni bir yönteme ihtiyaç

duyulmaktadır (Öktem, 2016; Sarıçiçek, 2019). Bu ihtiyaçlara cevap niteliğinde olan sistem ise BIM'dir.

Projelerin başarısını etkileyen birçok unsur vardır. Bunlardan en önemlisi çok disiplinli olarak çalışma eksikliğidir (Akkoyunlu, 2015). Geleneksel yöntemlerle hazırlanan projelerde işbirliği içinde çalışma eksikliği mevcuttur. Bu durum projenin verimini düşürmekte ve bilgi kirliliğine sebep olmaktadır. BIM ise projenin tüm paydaşlarıyla beraber çalışma imkânı sunmaktadır (Akkoyunlu, 2015; Selim, 2019). Bu durum ise yapılacak olan hataların azalmasına ve projenin başarısının artmasını sağlayacaktır.

BIM projelerdeki başarıyı maksimum seviyeye çıkarmak için tasarlanmıştır. BIM projeye çakışma analizleri uygulayarak karşılaşılabilecek sorunları en aza indirmekte, beraber çalışabilirliği sağlayarak proje verimliliğini yükseltip, projeyi başarıyla tamamlamayı amaç edinmiş bir sistemdir (Selim, 2019).

BIM'e geçiş amaçları;

- Klasik yöntemlerin kısıtlı kalmasından doğan ihtiyaçlar,
- Doğru, hızlı ve verimli proje süreci sağlamak için,
- Projelerin işbirliği ile daha etkili yürütülmesi için,
- Bilgi kirliliğinin önüne geçilmek istendiği için,
- Hem ulusal hem de uluslararası standartların oluşturulması için,
- Simülasyon testleriyle beraber farkındalığın sağlanması için,
- Proje tesliminde süre ve verilerin proje başından itibaren tutarlı bir şekilde devamının sağlanması için,
- Projelerin görsel sunumunun sağlanmasıyla beraber farkındalığın sağlanmak istenmesi,
- Projelerin tamamlanmasıyla beraber devam eden bir proje yönetiminin oluşturulmak istenmesi,
- Proje üzerinde yapılacak değişikliklerin hızlı bir şekilde yapılmak istenmesi,
- Projeye ait metraj hesaplarının doğru ve değiştirilmeyecek şekilde hazırlanmak istenmesi,

- Çevreyle dost projelerin hazırlanmak istenmesi vb. ihtiyaçlardan dolayı BIM gibi detaylı çalışma gerektiren ve avantajları oldukça fazla olan sisteme geçiş yapılmak istenmektedir.

Yapı sektöründe iki boyutlu çizimlerin yapılmasından kaynaklı olarak bazı hatalar yapılmaktadır. Çakışma analizleri yapılmadığından dolayı hazırlanan projelerde çakışmalar görülmemektedir. Bu hatalar inşaat sürecinde fark edildiğinden dolayı proje ekibi tarafından yerinde çözüm ile düzenlenmekte ve projelerin revize edilmesi ihtiyacını da beraberinde getirmektedir (Selim, 2019).

Yapı projelerinde karşılaşılan bazı hatalar ve görselleri:



Şekil 2.8. Yapı sektöründe yapılan hatalar

Şekil 2.8.1'deki yangın merdivenin kapı girişine denk geldiği görülmektedir. Bu durum acil durumlarda kullanımın sağlanamayacağı için kullanıcıların can güvenliği tehlikeye girmektedir. BIM ile yapılan projelerde simülasyon testleri yapılarak acil durumlar değerlendirileceği için bu gibi hataların önüne geçilmiş olacaktır.

Şekil 2.8.2'de mimari bir hata görülmektedir. Bunun sonucunda yerinde tekrardan düzeltmeler yapılarak sorunlar giderilecektir. Ancak bu durum ek maliyete neden olacaktır. BIM ile ilgili kullanılacak tüm nesnelerin detayları belli olduğundan bu gibi hatalar önlenecektir.



Şekil 2.9. Yapı sektöründe yapılan hatalar

Şekil 2.9.1’de su tesisatıyla ilgili geliştirilen hidrofor yapısı görülmektedir. Üst katlara suyun basıncının yeterli olmamasından kaynaklı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ancak görsel olarak kötü bir görüntü olmasının yanında su tesisatının iyi planlanmamasıyla ilgili olarak ekstra bir tesisatın oluşturulmasına sebep olmuştur. BIM ile yapılan projelerde ilgili tesisatın yeterli olup olmadığı değerlendirildiği için ihtiyaçlara yönelik planlama yapılacaktır. Doğru planlamayla birlikte ek bir tesisata ihtiyaç duyulmayacaktır.

Şekil 2.9.2’de su borusunun konumunun yanlış yerde olduğu görülmektedir. Bunun sonucunda kapının önünde su birikmesi olmakta ve kullanımı zorlaştırmaktadır. Ayrıca duvarın su çekmesi sonucunda beton üzerinde rutubet oluşmakta kullanıcının konforu bozulmaktadır. BIM ile birlikte tüm tesisat yapısı bütün olarak değerlendirildiği ve çakışma analizleri yapıldığı için bu gibi sorunlar giderilecektir.



Şekil 2.10. Yapı sektöründe yapılan hatalar

Şekil 2.10.1’de kazan dairesine ait havalandırma sistemi görülmektedir. Havalandırma sisteminin yetersizliği ve yanlış konumlandırılmasından kaynaklı olarak iş sağlığını ve güvenliğini tehlikeye sokmaktadır. BIM can ve mal güvenliği için önlemler almayı hedeflemektedir.

Şekil 2.10.2’de binaya ait elektrik tesisatı görülmektedir. Elektrik tesisatı arızalarının giderilmesi için uygun müdahale noktaları belirlenmediği için tesisatla ilgili yaşanan sıkıntılarda tüm hattın değiştirilmesi gerekmektedir. BIM ile tamamlanan yapıya ait müdahalelerde tüm kontrol verileri ve müdahale noktaları belli olduğu için bu gibi sorunlar yaşanmamaktadır.



Şekil 2.11. Yapı sektöründe yapılan hatalar

Şekil 2.11.1’de pencere ile tavan çakışmaktadır. Bu durum kullanıcının konforunu bozmaktadır. Bunun sebebi ise yapılar oluşturulurken üç boyutlu olarak düşünülmediğinden dolayı çakışma olacağı öngörülememiştir. BIM üç boyutlu tasarım ve çakışma analizleri yapabilme imkânı sunduğu için bu gibi sorunların önüne geçilmektedir.

Şekil 2.11.2’de kartonpiyer ile bacanın çakışması sonucunda bacanın bir kısmının kartonpiyer altında kaldığı görülmektedir. Bu durum hem kullanımı engellemekte hem de kötü bir görünümün oluşmasına neden olmaktadır.

Örneklerden anlaşıldığı gibi klasik yöntemler kullanılarak yapılan yapılarda hatalar kaçınılmazdır. Bu hataların önlenmesi için yeni sistemlere geçiş yapılması gereklidir.

2.5. BIM’in Proje Kullanımında Sağladığı Faydalar

BIM kullanımını tercih eden firmaların geçiş sürecinde sıkıntılar yaşamaları ve uzun süreler alması olası durumlardandır. Ancak uzun vadede BIM’i tercih eden firmaların projelerdeki başarısı görüldüğünde proje yapımı için daha çok tercih edilecektir (Inusah, 2018).

BIM projelerin görsel sunumunu yapabildiğinden dolayı projelerin anlaşılabilirliğini artırmaktadır. Bu durumda proje paydaşlarının proje hakkında fikir sahibi olmasına yardımcı olmaktadır.

BIM'in projenin her aşamasında kullanılması ve çakışma analizleri yapılarak projelerin uygulamaya geçmesi, projelerdeki hata oranının azalmasına, proje kontrollerinin kolaylaşmasına ve teslim süresinin uzamamasına yardımcı olacaktır.

BIM projeleri çok kapsamlı projelerdir. Tasarım süreciyle başlayan modelleme proje bitiminden sonrada devam etmektedir. BIM'in gözle görülen en büyük yararı zaman ve maliyet konusunda tasarrufta bulunmasıdır. Bundan dolayı kullanıcıların da dikkatini çekmektedir. BIM sadece proje odaklı çalışmamaktadır. Çevresel faktörleri değerlendirmektedir. Tesis yönetimini destekleyici çıktılar sunmaktadır.

BIM, geleneksel yöntemler ile yapılan projelere göre hata oranlarını azaltmaktadır (Selim, 2019). Sahada proje uygulama konusunda, geleneksel yöntemler ile yapılan projelerin uygulanmasında sorunlar yaşanmaktadır. Bundan dolayı revize projeler düzenlenmekte ve bu durum projenin başarısını düşürmektedir. BIM, saha çalışmasından önce inşa edildiğinden bu gibi sorunlara hızlı çözüm yolları sunmaktadır. Ülkemizde BIM ile proje yapımının yararlarının farkına varıldığında daha çok tercih edilecek ve inşaat sektöründe köklü değişim yaşanacaktır.

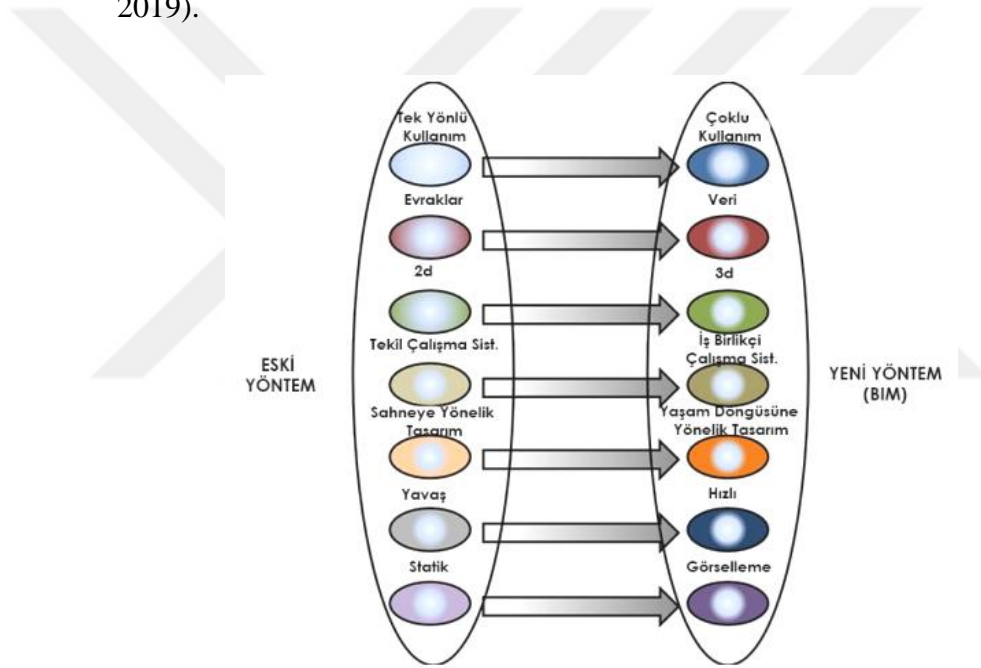
Autodesk'in Türkiye lideri Murat Tüzüm "Turkish Building and Construction Sector Prepares for BIM Process" başlıklı seminerde yaptığı konuşmada, BIM uygulamalarının kullanılmasıyla, projenin hedeflerine ulaşması ve başarıyla tamamlanması için en etkili yöntem olduğunu belirtmiştir. Konuşmanın devamında ise BIM sistemlerinin kullanılmasıyla beraber, sahada uygulamadan kaynaklanan hataların %41 oranında, malzeme maliyetinde %23'lük bir azalma olacağını belirtilmiştir. Toplam proje süresinde %19 oranında azalma olduğundan bahsedilmiştir (Inusah, 2018).

BIM bir yapıyı iki kere inşa etmektedir. BIM yapılacak yapıya ait tüm analizleri test ettiği için oluşacak hataları minimize ederek projelerin uygulanabilirliğini arttırmaktadır.

BIM'in geleneksel yönteme göre farkları;

- Proje paydaşlarının beraber çalışmasını sağlamaktadır.
- Projenin tüm süreçlerine hakim bir sistemdir.
- Yapılan analizlerin çıktıları değerlendirilerek karar verme sürecini kolaylaştırmaktadır.

- Kontrol mekanizmasının daha etkili çalışmasını sağlamaktadır.
- İhtiyaçlara daha çok cevap veren projeler yapılmasına katkı sağlamaktadır.
- Daha az sürede kaliteli iş bitirimi yapılmaktadır.
- Proje teslim sürecinde aksaklıkların çıkmasını ve süre uzatımı gibi sorunların önüne geçmektedir.
- Proje için oluşturulan metraj dokümanlarının proje başlangıcıyla proje tesliminde aynı doğrultuda olmasını sağlamaktadır.
- Projenin sanal olarak inşa edilmesini sağlayarak yapının inşasında oluşabilecek her türlü hatanın önüne geçilmesine katkı sağlamaktadır (Inusah, 2018; Selim, 2019).



Şekil 2.12. Geleneksel yöntem ile BIM karşılaştırması (Sarıçiçek, 2019)

BIM ile proje yapmanın avantajları; işveren projeyi üç boyutlu inceleyebildiği için tüm detaylarını görme imkânı bulmaktadır. Proje üzerindeki değişiklikleri anlık olarak yapabilmekte ve bu değişikliklerin getirmiş olduğu tüm çıktıları anlık görebilme imkânı sunmaktadır. Aynı zamanda yapılan tüm değişikliklerin proje sürecine nasıl etki edeceği anlık olarak görüldüğü için karar mekanizmasının hızlı bir şekilde ilerlemesine katkı sağlamaktadır. Projenin inşası aşamasında geri dönüşü olmayan sorunlarla karşılaşma ihtimali çok düşüktür.

BIM ile proje tasarımı yapıldığında tüm proje paydaşları proje hakkında nitelikli bilgiye sahip olmaktadır. Bu durum yapılacak proje için, ihtiyaç duyulan tüm analizlerin yapılmasına imkân sunmaktadır.

BIM ile yürütülen projelerin kontrol mekanizması gelişmiştir. Buna bağlı olarak denetim kalitesi de artmış olacaktır.

Kusursuz proje üretme isteğine bağlı olarak BIM kullanımı artmaktadır. Öncelikle büyük projelerde daha sonra kamu projelerinde BIM kullanımı yaygınlaşmıştır (Akkoyunlu, 2015). Bunun nedeni büyük çaplı projelerde geleneksel proje yönetiminin yetersiz kalması büyük etkindir.

Yapının inşaat öncesinde model olarak tanımlanmış olması kalitenin artmasını sağlamaktadır.

Bütünleşik proje teslimi proje paydaşlarının beraberliğini ve projenin tüm aşamalarında sorunlara anında çözümsel yaklaşımını sağlamaktadır. Bu özelliği de projeye ait tahminlerin doğru şekilde yapılmasını sağlamaktadır.

Modellerin oluşturulabilmesi için öncelikle fizibilite çalışmaları yapılmalıdır. Bu çalışmalar yapının tahmin edilen zamanda ve maliyette bitirilebilmesine, sağlıklı analizlerin yapılmasına zemin oluşturmaktadır.

BIM ile hazırlanan modelde veri tekrarı olmadığından hata yapma olasılığı azalmaktadır.

BIM yeni sektörlerin gelişmesine, açılmasına katkı sağlamaktadır.

BIM'in tasarım, yapım, işletme verileri tam olarak hazırlandığı için işleyiş sürelerindeki sorunlar azalmaktadır.

BIM geleneksel yöntemlerle kıyaslandığında daha net ve kesin sonuçlar sunmaktadır. BIM, geleneksel yöntemlere göre zaman konusunda tasarruf sağlar.

Georgia merkezli bir firma Lott-Barber Architects tarafından BIM yazılımı örnek bir projede kullanılmıştır. Zaman kazanımları firma tarafından ölçülebilir duruma getirilmiştir. Aynı proje üzerinde projelerin belirli aşamalarında BIM ve CAD yazılımları harcanan süreler konusunda karşılaştırılmıştır. Çizelge 2.1'de gerçekleştirilen bu karşılaştırmadan elde edilen sonuçlar gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Yapı Bilgi Modellemesi ve CAD arasındaki zaman konusunda karşılaştırılması (Inusah, 2018)

İş	CAD(Saat)	BIM (Saat)	Tasarruf Edilen (saat)	Tasarruf (%)
Ön proje	190	90	100	%53
Kesin proje	436	220	216	%50
Proje dokümanları	1023	815	208	%20
Kontrol ve koordinasyon	175	16	159	%91
Toplam	1824	1141	683	

BIM'in sağladığı hizmetler ve faydaları kısaca sıralandığında;

- Üç boyutlu tasarım (Görselleştirme)
- Çok kapsamlı tasarım
- İş programının hazırlanması
- Metraj ve maliyet hesaplarının yapılması
- Çakışma analizleri
- Bütünleşik proje teslimi
- Tesis yönetimi
- Modelin uzun süre işlevselliğini yitirmemesi (Sürdürülebilirlik)
- Verim ve kalitenin artması
- Proje paydaşlarının beraber çalışabilmesi
- Hata oranlarının azaltılması
- Maliyet tasarrufunun sağlanması
- Çevresel kontrollerin yapılabilmesi
- Acil durum yönetimini sağlayabilecek olması

- Kontrol mekanizmasının güçlenmesi gibi birçok faydasından söz edilebilir (Akkoyunlu, 2015; Selim, 2019).

2.6. BIM'in Benimsenmemesi Konusundaki Sıkıntılar ve Eksik Yönleri

IFC ortak paylaşım platformu olarak kullanılmaktadır. IFC veri paylaşımı konusunda sıkıntılar yaşamakta bu durumda BIM programlarındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. IFC üzerinde çalışılıp geliştirilmeli ve veri kayıplarının önüne geçilmelidir (Sarıççek, 2019).

BIM yazılımlarının maliyetli olması BIM'in dezavantajlarından (Erdik, 2018). BIM yazılımlarının maliyetli olması küçük çaplı projeler için kullanımı zorlaştırmaktadır. Yazılımların tanıtımı yapılması ve eğitimlerin verilmesiyle beraber bu sorunlara çözüm bulunabilir. Ya da BIM'e geçiş sürecinde, BIM'in faydalarının anlatılmasıyla ve devlet desteği sağlanarak geçiş süreci kolaylaştırılabilir. Buradan çıkan sonuç ise; BIM'in tam ifade edilemediği, yazılımlar hakkında eğitim eksikliğinin yaşanması ve destekleme eksikliğinin olduğu anlaşılmaktadır.

BIM ile yapılan projelerin tasarım aşamasının uzun sürmesi BIM'in dezavantajlarından (Selim, 2019). Proje tasarımı yapılırken her proje kendi içinde ayrı ayrı değerlendirilmeli ve ona uygun özellikler belirlenip geliştirilmelidir. BIM için kullanılan programlarda standart objeler olmasından dolayı her proje için obje oluşturma güçlüğü yaşanmakta ve bu konuda yazılım firmalarının desteği gerekmektedir.

BIM verilerinin mülkiyeti ve telif hakkı yasalar aracılığıyla nasıl korunacağı konusu BIM için önemli bir risktir. Proje sahibi ve mimar-mühendis ekibi dışındaki ekip üyeleri, BIM'e entegre edilen verilere katkıda bulunurken, lisans sorunları ortaya çıkabilir. Ele alınması gereken diğer bir konu ise kimin veriyi modele girmeyi kontrol edeceği ve içindeki herhangi bir yanlışlıktan sorumlu olacağıdır. Maliyet ve iş programının boyutları 3D model üzerinde yerleştirildiğinden, çeşitli programlar arasında uygun teknolojik arayüz için sorumluluk bir sorun haline gelir (Azhar vd, 2011).

BIM Türkiye'de yeni bir sistem olmasına rağmen uygulanan projelerde başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak BIM ile uygulamalar ülkemizde azınlıktadır. Bunun nedenleri ise;

- BIM'in faydalarının farkına tam anlamıyla varılamaması,
- Teknolojik değişimlere ayak uydurmada sıkıntıların yaşanması ve kişilerin kendilerini geliştirme konusunda ki isteksizlikleri,
- Ülkemizde yeni oluşturulan sisteme karşı önyargıların olması ve geleneksel yöntemlerden vazgeçmek istenmemesi,
- BIM'in geliştirilmesi için gerekli olan kalifiye eleman eksikliğinin olması,
- Yasal dayanaklarının olmamasından kaynaklı BIM'in kullanılmasında sıkıntıların yaşanması,
- Ülkemizde BIM'in kullanılması zorunlu olmadığından kullanımının ve yaygınlaşmasının yavaş ilerlemesi,
- BIM'in yaygınlaşması için gerekli olan standartların belirlenmemiş olması,
- BIM'in faydaları hakkında eğitimlerin verilmemesi ve kılavuzların oluşturulmaması,
- BIM için kullanılacak olan yazılımların maliyetli olmasından kaynaklı sorunlar,
- BIM farkındalığına sahip olunsa bile nereden başlanacağı konusunda belirsizliklerin yaşanması BIM için atılacak adımlarda en büyük engellerdendir (Inusah, 2018; Selim, 2019).

2.7. Dünya Ülkelerinin BIM Kullanımı

BIM ile ilgili mevzuat ve şartnamelere bakıldığında uzak doğu ülkelerinin önemli gelişmeler kaydettiği görülmektedir (Akkoyunlu, 2015).

US General Services Administration (GSA) Amerika'da BIM'in gelişmesine ve yaygınlaşmasına en büyük katkıyı sağlamıştır (Erdik, 2018). Dünya'da BIM ile ilgili mevzuata sahip olan ilk kamu kurumudur. BIM mevzuatı geliştirmekteki asıl amaç maliyetleri kontrol altına almaktır (Akkoyunlu, 2015). GSA'nın BIM'den beklentisi proje çizimlerinin doğru, eksiksiz olarak anlaşılabilmesidir. Büyük projelerde 2007 yılından beri GSA'nın hazırladığı yönetmeliğe göre BIM kullanılması zorunlu hale getirilmiştir (Akkoyunlu, 2015). 2007 yılında birinci sürümü, 2008 yılında ise ikinci sürümü NIBS tarafından Ulusal Yapı Modellemesi

BIM Standartları (National Building Modelling Information Modelling Standarts – NBIMS) yayınlanmıştır (Atay Tosun, 2019).

İngiltere, kamuda yapılan yapı harcamalarında azalmanın sağlanması için 2016 yılından itibaren BIM kullanımını zorunlu hale getirmiştir (Akkoyunlu, 2015). BIM ile ilgili mevzuat oluşturulması için 2011 yılından itibaren çalışmaları yapılarak kamu sektörü varlıklarını %20 oranında azaltmayı hedeflemektedir (Atay Tosun, 2019).

Finlandiya, BIM ile proje yapımı konusunda diğer ülkelere göre en çok uyum sağlayan ülkedir. Finlandiya’da BIM ile proje yönetimi konusunda 2007 yılında ilk düzeltme yapılmıştır (Akkoyunlu, 2015). Hazırlanan bu argümanlar 2012 yılında BIM yönetmeliği (common BIM requirements, COBIM) BIM stratejisi üretmiştir. COBIM, BIM hakkında yapılan mevzuat çalışmalarında en ileri olanıdır. COBIM ile hazırlanan projelerde kalite, güvenlik, etkinlik, sürdürülebilirlik ve koruyucu bakım gibi etkenlerin sağlanması ana hedef olarak belirlenmiştir (Akkoyunlu, 2015).

Singapur da Finlandiya gibi BIM konusunda ilerleme sağlamış bir ülkedir. 2012 yılında BIM mevzuatına ilişkin izlenecek aşamalar belirlenmiştir. İçeriğinde BIM ile ilgili tanımlar, BIM’in yapı sektöründe sağlayacağı gelişmeler belirlenmiştir. BIM uygulama planı BIM execution Plan (BEP) hazırlanan mevzuatın başlıklarından birisidir (Akkoyunlu, 2015). Singapur’da 2012 yılından itibaren BIM’e geçiş için çalışmalar yapılmaktadır. 2013 yılından itibaren başlayan 20000 m²’den büyük olan mimari projelerin BIM ile teslim edilmesi, 2014 yılından sonra yapılan projelerde inşaat alanı 20000 m²’den büyük olan projelerin mimari ve yapısal projeleri BIM ile teslim edilmesi ve 2015 yılından sonra yapılan projelerde 5000 m²’den büyük olan projelerin tüm aşamalarının BIM ile yapılması istenmektedir (Atay Tosun, 2019). Yapılan BIM’e geçiş çalışmaları sonucunda aşamalı ve kontrollü şekilde BIM kullanımı yaygınlaştırılmıştır. Şu anki mevcut kullanım ise tüm projeler BIM ile beraber yürütülmektedir.

Hong- Kong’da 2009 yılında ülkede bulunan iskan müdürlüğü tarafından BIM el kitabı ve BIM standartları yayınlanmıştır. Pilot olarak seçilen büyük konut projelerinde BIM kullanılmış ve BIM’in sağlanmış olduğu faydalar doğrultusunda tüm projelerin BIM ile yapılması için çalışmalara başlanmıştır.

Norveç'te buildingSMART (NO 2008), Danimarka'da (DK 2008) ve Avustralya'da CRC Construction Innovation (CRC CI 2008) en bilinen ulusal BIM standartlarıdır (Erdik, 2018). 2010 yılından itibaren zorunlu olarak BIM kullanımına başlanmıştır. Statsbygg firması Norveç'te BIM ile yapılan devlet tesislerinin yapımından, yönetiminden ve geliştirilmesinden sorumludur. Danimarka BIM çalışmalarını ve BIM ile ilgili araştırmaları yatırım yaparak desteklemektedir. Avustralya'da BIM kullanımı ile ilgili herhangi bir zorunluluk bulunmamakta ve yapı projelerinde kullanımı yaygın değildir (Erdik, 2018).

2014 yılında McGraw Hill raporuna göre BIM kullanım oranlarına bakıldığında; projelerin %75'i ABD'de ölçülürken, İngiltere, Fransa ve Avustralya'da ise %50'ler mertebesine ulaştığı görülmektedir. (Akkoyunlu, 2015).

Çizelge 2.2. 2013 ve 2015'te Dünya Ülkelerinin BIM kullanım oranları (Erdik, 2018).

ÜLKE	2013	2015
ABD	%55	%79
İngiltere	%28	%66
Almanya	%37	%72
Brezilya	%24	%73
Avustralya	%33	%71
Yeni Zelanda	%23	%50
Japonya	%27	%43
Güney Kore	%23	%52
Kanada	%29	%54

Ülkelerin BIM'e geçiş süreleri ya da tercih edilen standartlar olarak farklılıklar mevcuttur. Buna göre hangi zamanlarda BIM kullanımının dünya ülkelerinde zorunlu kılındığı hazırlanmış olan Çizelge 2.3'deki gibidir.

Çizelge 2.3. Ülkelere göre BIM'in zorunlu olarak kullanımları (Atay Tosun, 2019)

ÜLKELER	BIM ZORUNLULUKLARI
Avusturya	2019 yılından itibaren zorunludur.
Amerika	Farklı eyaletlere göre zorunluluklar vardır.
Belçika	Zorunluluk yoktur.
Brezilya	Yol haritası oluşturulmaktadır.

Çizelge 2.3. (devam)

Kanada	Zorunluluk yoktur.
Şili	2020 yılında zorunlu olması planlanmaktadır.
Çin	Zorunlu olması planlanmaktadır.
Danimarka	2012 yılı itibariyle kamu ofisi ve üniversiteler için zorunludur.
Dubai	2013'den beri zorunludur.
Finlandiya	Bazı projeler için zorunludur.
Fransa	2017'den itibaren BIM'e geçiş başlamıştır.
Almanya	2020'nin sonuna kadar zorunlu olması planlanmaktadır.
Hong Kong	Bazı bölgelerde 2014'den beri zorunludur.
İrlanda	Zorunlu olması planlanmaktadır.
İtalya	Tüm projelerde zorunlu olması planlanmaktadır.
Hollanda	Zorunluluk yoktur.
Yeni Zelanda	Zorunluluk yoktur.
Norveç	2016 yılından beri zorunludur.
Portekiz	Zorunluluk yoktur.
İskoçya	Zorunlu olması planlanmaktadır.
Singapur	2015 yılından itibaren zorunludur.
İspanya	Zorunlu olması planlanmaktadır.
İsveç	Ulaştırma projeleri için zorunludur.
İsviçre	Zorunluluk yoktur.
İngiltere	2016 yılından beri zorunludur.

2.8. Ülkemizde ve Dünyadaki BIM Uygulama Örnekleri

Mimarlık, mühendislik ve inşaat sektörlerinde projelerin daha doğru bir şekilde ilerlemesi için geleneksel yöntemlerin dışında farklı model arayışları vardır. Bu arayışların beraberinde BIM ilgi odağı konumunda yer almaktadır. Bu çalışmaların doğrultusunda BIM kavramı 2000'li yıllarda yapı sektörüne kazandırılmıştır (Yer, 2017; Sarıççek, 2019). BIM inşaat öncesi, inşaat süreci ve inşaat sonrası olmak üzere yapının tüm yaşam döngüsü boyunca aktif olarak yer almaktadır (Selim, 2019). Bu sebeplerden dolayı mühendisler, mimarlar ve inşaat sektöründeki tüm disiplinler tarafından BIM ile ilgili çalışmalar ilgiyle takip edilmektedir (Erdik, 2018).

BIM kullanımı ülkemizde farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Ancak hazırlanan projelerin ulusal anlamda bir standardı yoktur. Bu standartların oluşturulması için

kültürel ve ekonomik şartlarda değerlendirilerek standartların belirlenmesi gerekir. Kuralların belirlenmediği ülkelerde, kuruluşların potansiyellerini daha iyi bir şekilde ortaya çıkarmak için BIM ile nasıl çalışacaklarına dair kendi yönetmeliklerini üretmeleri gerekir (Gerçek vd, 2017).

BIM konusunda yasal dayanakların bulunmamasına rağmen ülkemizde yapı sektörüne ait birçok mevzuat vardır. Ancak bu mevzuatlar BIM uygulamalarıyla uyumlu değildir. Autodesk tarafından oluşturulmuş olan BIM geçiş el kitabı, detay seviyeleri, BIM uygulama planları şeklinde Türkçe'ye çevrilmiş kılavuzlar vardır. Bu kılavuzlar BIM konusunda Türkçe'ye çevrilmiş en kapsamlı kaynaklardır (Atay Tosun, 2019).

Türkiye'de ulusal bir BIM standardı oluşturulması adına atılan ilk adım İMSAD (İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği) tarafından Şubat 2019'da inşaat sektörü paydaşlarıyla Building SMART Türkiye'nin kurmasıyla gerçekleşmiştir.

Ülkemizde BIM konusunda çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu durum yapı sektöründe değişimlerin olması istendiğini göstermektedir (Inusah, 2018). Bu çalışmalarla beraber ulusal düzeyde standartlar oluşturulup projeler üretilmeye başlanacaktır. Ancak şu an ülkemizdeki BIM kullanımı başlangıç düzeyindedir (Erdik, 2018).

BIM kullanımı ülkemizde üç boyutlu çizim yönteminin kullanıldığı bir araç olarak görülmektedir. BIM'i uygulama projelerinde tüm yönleriyle kullanılmadığı için sağladığı yararlar tam olarak görülememektedir. Özel şirketlerde BIM konusunda daha aktif bir çalışma vardır. Ancak projeler için belirli standartlar oluşturulamadığı için her kurum kendi ihtiyaçları doğrultusunda birbirinden farklı uygulamalar yapmaktadır (Inusah, 2018). Bu durumlar BIM'in gelişmesine fayda sağlamamakla beraber yapılan yanlış uygulamalarla yatırımcı açısından olumsuz değerlendirme yapılmasına neden olmaktadır.

Ülkemizde BIM ile yapılan projelere göz atıldığında; İstanbul Yeni Havalimanı, Kabataş - Mecidiyeköy - Mahmutbey Metro Hattı, Adana Entegre Sağlık Kampüsü, AND Pastel Konut Projesi, Emaar Square Alışveriş Merkezi, Finanskent konut projesi, Darıca-Gebze Metro Hattı, İş GYO Kartal Manzara Adalar, Ankara Etlik Entegre Sağlık Kampüsü, Garanti Bankası Pendik Teknoloji Kampüsü ve Forum Adana Ticari Projesi, Antalya Yöresel Ürünler Pazarı, Türkiye'deki Dünya

Ticaret Merkezi ve Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi gibi büyük kamu projeleri mevcuttur (Inusah, 2018; Özorhon, 2018).

Dünya ülkelerindeki BIM ile yapılan projelere göz atıldığında; Hong Kong One Island East, Finlandiya bulunan Helsinki Müzik Merkezi, Amerika Birleşik Devletleri Memorial Hospital, Colorado, Hilton Aquarium, Atlanta, Georgia, St. Thomas Rutherford Hospital, Crate and Barrel group of stores, İngiltere St. Helen and Knowsley, Construction of Crossrail at Tottenham Court Road, Palace Exchange, Enfield vb. projeler BIM uygulaması yapılan projelerden bazılarıdır (Akkoyunlu, 2015; Inusah, 2018).

2.8.1. Türkiye’de BIM kullanım örnekleri

İstanbul Yeni Havalimanı (İYH)

İstanbul Yeni Havalimanı (İYH) şehir merkezine yaklaşık 35 km uzaklıktadır. İYH 76.5 milyon metrekarelik alanı kaplayan en büyük havalimanı projesidir. 2013 yılında çalışmaları başlanan havalimanının 2018 yılında ilk aşaması tamamlanarak yıllık 90 milyon yolcu ihtiyacı karşılanmaktadır (Inusah, 2018).



Şekil 2.13. İstanbul Yeni Havalimanı proje çalışması

İYH uygulama projesinde Revit, Naviswork, BIM 360 Apps, Tekla yazılımları kullanılmıştır. Bu yazılımlarla modelleme, kalite güvence, kalite kontrol, 4D simülasyon, metraj, enerji analizi, çakışma analizi, işletme ve bakım ve tesis yönetimi gibi fonksiyonlar gerçekleştirilmiştir. İYH’de proje paydaşları arasında koordinasyonu sağlamayı, tasarım ve inşaat verimliliğini artırmayı, işletme ve bakım

aşamalarında gerekli tüm bilgilerin arşivlenerek oluşacak problemde çözüm yolunun anında sağlanması hedeflenmektedir (Erdik, 2018).

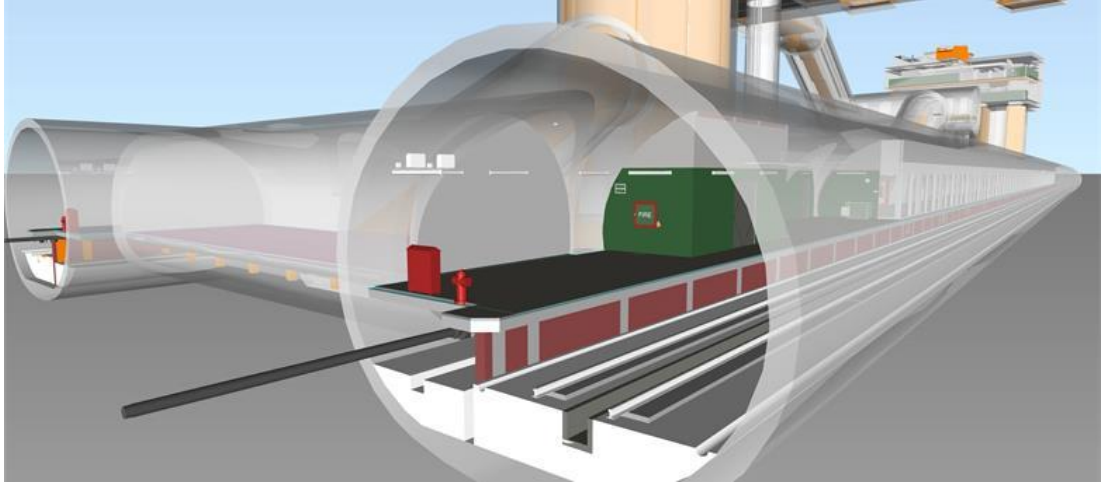
İYH yapımında BIM'in tercih edilmesinin nedeni gelişen havacılık sektörünün yüksek standartlarda hizmet sunulması istenmektedir. İYH, büyük çaplı bir proje olduğundan çok boyutlu bir tasarımla yüksek verim elde edileceği düşünülmüştür. Dünya çapında yapılan projelerle karşılaştırıldığında BIM kullanımını vazgeçilmez olmuştur.

İYH projesi için geleneksel proje yönetiminden ziyade teknolojinin kullanıldığı çok boyutlu bir çalışmayla maliyet azaltılıp, hedeflerin gerçekleştirilmesi için BIM kullanılması kaçınılmaz olmuştur.

Büyük çaplı projelerde, proje paydaşlarının iletişimi oldukça önemlidir. Tüm paydaşların, modeli inceleyip kendi mesleki birikimlerinde değerlendirme imkânı tanındığında projede işbirlikçi iletişim sağlanmış olacaktır. Modelde eksik, yanlış ve uygun görülmeyen yerlerin değerlendirilip düzeltilmesinin yolu açılmış olacaktır. Ekiplerce çakışma analizleri yapıldığında bu çakışmaların önüne geçildiğinde sorunsuz ve tasarruf edilmiş model elde edilmiş olacaktır. İYH projesinde BIM ile yapılan analizlerle 320500'den fazla çakışma önlenerek projede zaman ve maliyet açısından büyük katkı sağlanmıştır. İYH'de 150 iPad tarafından yapılan BIM odası tasarlanmıştır. İYH ile birlikte dünyadaki en büyük dört boyutlu model oluşturulmuştur (Inusah, 2018).

Kabataş – Mecidiyeköy – Mahmutbey metro hattı

İstanbul Kabataş - Mecidiyeköy - Mahmutbey metro hattı projesi BIM üzerinde beş boyutlu olarak hazırlanan ilk metro projesidir. İstanbul Kabataş - Mecidiyeköy - Mahmutbey metro hattının toplam uzunluğu 22.5 km ve ondokuz adet durağa ve iki adet viyadüğe sahip olacaktır. BIM projede kullanıldığında maliyetten %18 tasarruf edilmiştir (Inusah, 2018).



Şekil 2.14. Kabataş- Mecidiyeköy-Mahmutbey metro hattı proje çalışması

Sekiz ayrı ilçeden geçen metro hattı, diğer ondört metro hatlarıyla entegreli çalışarak İstanbul metro hattının önemli bir bölümünü oluşturacaktır. Sürücüsüz olarak hizmet verecek olan ilk metro projesidir (Anonim, 2019h). Kabataş-Mecidiyeköy-Mahmutbey metrosu ve 3. Havalimanı projeleri ABD Las Vegas'ta düzenlenen 2017 yılında AEC Mükemmellik Ödülleri yarışmasında 32 ülke 145 proje arasında ilk 8'de yer almıştır (Inusah, 2018). Kabataş-Mecidiyeköy-Mahmutbey Metro projesi klasik yöntemlerin dışında 5D BIM kullanılarak hazırlanmış olup proje başarısını kanıtlamıştır. BIM'in yaygınlaşması gerektiğine dair en güzel örnektir. BIM, üç boyutlu tasarımı, iş programının hazır olması, maliyet hesaplarının yapılması, proje paydaşlarının koordineli çalışmaları vb. faydalarıyla hataları azaltmakta ve istenilen performansta projeler üretilebilmektedir.

Kabataş-Mecidiyeköy-Mahmutbey metro hattı projesi Autodesk'in 3 Boyutlu çizim programı Revit ve proje gözden geçirme çözümü olan Navisworks yazılımlarını kullanarak hazırlanmıştır.

Ankara Etlik Entegre sağlık kampüsü

2020 yılında projenin tamamlanması planlanmaktadır. BIM büyük kamu projesi kapsamında kritik noktaların çözümü konusunda faydalı olacak verileri hızlıca sağlayabilmiş ve çözüm odaklı çıktılar sağlayabilmiştir. Örneğin; otopark, helikopter pisti, üniversite, tıbbi otel vb. büyük yapıların yapımında BIM kullanılmıştır. BIM'in kullanılması projenin kontrollerine kolaylık sağlamıştır.

Yerleşim alanı 1114.62 m²'dir. Ankara Etlik Entegre sağlık kampüsü projesi, 3577 yatak kapasiteli olarak hazırlanmıştır. Sağlık kampüsünde tıbbi otel, üniversite,

helikopter pisti, elektrik, ısıtma, soğutma tesisleri ve otopark alanlarını içinde bulundurmaktadır (Anonim, 2019ı). Bu şekil de hazırlanan kompleks yapılarda BIM kullanımı oldukça faydalıdır. Yapılacak olan hatalar önlenmiş olup iş akışının bozulması engellenmiştir (Inusah, 2018).



Şekil 2.15. Ankara Etlik Entegre sağlık kampüsü proje çalışması

Sağlık kampüsü yapımında iş güvenliği konusunda da çeşitli çalışmalar yapılmış olup proje paydaşlarının da güveni kazanılmıştır. Çalışmalar sistematik olarak ilerlediği için de kontrol grubu tarafından harcanan zaman konusunda tasarruf sağlanmıştır (Inusah, 2018).

Emaar Square alışveriş merkezi projesi

Emaar Square, 700000 m²'lik inşaat alanına sahip alışveriş merkezinin yanı sıra rezidans hizmeti de sunmaktadır (Inusah, 2018). 2017 yılında tamamlanmıştır. Alışveriş merkezi projesinin içinde akvaryum, su altı hayvanat bahçesi, kafe ve restoranlar, 4DX tiyatro, eğlence alanları, teraslar, geleneksel pazarlar ve moda merkezlerini bünyesinde bulunduran bir projedir (Anonim, 2019i).



Şekil 2.16. Emaar Square alışveriş merkezi proje çalışması

Emaar Square alışveriş merkezi projesinde Revit, Allplan, Nawisworks Manage, Nawisworks Simulate, Scene, Faro LS, 3Ds Max, Geomatic Wrap yazılımları kullanılmıştır. BIM yazılımlarıyla, 3D modelleme, çakışma analizi, metraj, 4D simülasyon, varvasyon izleme, uygulama projelerinin lazer taralı onayı şeklindeki fonksiyonlar gerçekleştirilmiştir (Erdik, 2018). BIM kullanılmasıyla üç boyutlu tasarımı yapılan projelerde uygulama aşamasında oluşabilecek hataların tespit edilmesi, üç boyutlu tasarım, metraj, mekanik, elektrik verilerinin eksiksiz olarak oluşturulması hedeflenmektedir (Özorhon, 2018).

Niğde Üniversitesi Teknopark

Niğde Üniversitesi'nin teknoloji geliştirme alanının içine proje yapılmıştır. Niğde Üniversitesi teknopark projesi 4500 m²'lik alanda ve ofis, yönetim bölümü, ek birimler, yemekhane gibi bölümleri içinde bulunduracaktır. Projede Revit yazılımı kullanılmıştır. BIM yazılımıyla görselleştirme, izleme, çakışma analizi, metraj, keşif, fonksiyonları gerçekleştirilmektedir. Bu yazılımla birlikte arazi koordinatları programa girilmiş olup ısı, rüzgâr ve güneş analizleri yapılarak enerji performansı yüksek bir yapı oluşturulmuştur. Niğde Üniversitesi teknopark projesinin diğer bir sorunu ise ihale sürecinin kısa bir süre tamamlanması gerektiğidir. BIM ile birlikte proje paydaşları arasındaki koordinasyon sağlanarak süre yönetimi en iyi şekilde sağlanmıştır. Projeye dair yapılacak olan reviyonlar, tartışmalar ve yetkilendirilmiş revizyon ile hangi kullanıcının ne zaman hangi değişikliği yaptığı, kimin onay ya da reddettiği konusunda tek bir yerden bilgi akışı sağlanmaktadır (Erdik, 2018).

Finanskent (İstanbul) projesi

BIM'in 4D boyutu ve 5D boyutu kullanılmıştır (Inusah, 2018). Bu boyutlar değerlendirilip çakışmalar önleğinde zaman ve maliyet yönünden tasarruf edilmiştir. Proje istenilen zamanda teslim edilmiştir.

Yerleşim alanı 171900 m²'dir. Yerleşim alanında konut, yeşil alan, otopark, spor alanı, yüzme havuzu ve sosyal tesis alanları bulunmaktadır. Finanskent (İstanbul) çevre yoluna paralel Taksime 8 km, Levent ve Maslağa ise 4 km mesafededir. 2013 yılında proje tamamlanmıştır (Anonim, 2019j).



Şekil 2.17. Finanskent (İstanbul) proje çalışması

Abdullah Gül Cumhurbaşkanlığı Müzesi ve Kütüphanesi renovasyon projesi

Sümerbank Tekstil Fabrikası 2013- 2016 yılları arasında Abdullah Gül Başkanlık Müzesi ve Kütüphanesi'ne dönüştürülmüştür. Ancak bu dönüşüm gerçekleştirilirken koruma odaklı çalışmalar yapılmıştır. BIM çalışmasıyla beraber binaya ait doğal yapının korunması ve özüne zarar verilmemesi için planlama yapılmıştır. Allplan, Allplan AX 300, Naviswork, Primavera, yazılımları kullanılmış olup görselleştirme, planlama, çakışma analizleri, saha koordinasyon çalışmaları, maliyet analizleri gibi fonksiyonlar gerçekleştirilmiştir (Erdik, 2018).

İş GYO Kartal Manzara Adalar projesi

Çevreci ve sürdürülebilir proje yaklaşımını benimseyen İş GYO Kartal Manzara Adalar dikkat çekmektedir. Manzara Adalar projesinde 62.05- 291.82 m² aralığındaki konutların yapımına 2015 yılında başlanmış ve 2018 yılında tamamlanmıştır

(Anonim, 2019k). Çevreyle dost yapılar olması yönüyle kullanıcılar tarafından dikkat çekmektedir (Inusah, 2018).

Yüksek sürdürülebilir performansı ile ödüller alan projede yapılan güneş enerjisi paneli yatırımıyla yılda yaklaşık 22 bin TL'ye kadar enerji tasarrufu BIM ile sağlanmaktadır (Inusah, 2018).



Şekil 2.18. İş GYO Kartal Manzara Adalar proje çalışması

Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi

2015 yılında yapımına başlanan hastanenin iki boyutlu çizimleri ve raporlarıyla beraber BIM modeli oluşturularak projelerdeki çakışmalar belirlenmiş ve değerlendirilmeye alınmıştır. Projede 4D ve 5D modelleri geliştirilerek zaman ve maliyetten tasarruf edilmiştir. Enerji tasarrufunu sağlayan sistemler kullanıldığında yapının kendi enerjisini üretebilmesi sağlanmış ve açığa çıkan ısı enerjisi ile hastanenin ısıtılması ve soğutulması sağlanmış olup maliyet azaltılmıştır. Projede kullanılan BIM yazılımları Revit, Etaps, Navisworks, Formit, Insight, Synchro ve Dynamo'dur. Bu yazılımlarla beraber 3D modelleme, çakışma analizi, iş programı ve maliyet fonksiyonları gerçekleştirilmiştir (Erdik, 2018).

Dudullu-Bostancı metro hattı projesi

14 km uzunluğunda olan Dudullu-Bostancı metrosunun 2021 yılında hizmete açılması planlanmaktadır. BIM yazılımı olarak Revit ve Nawiswork seçilmiştir. 3D modelleme, saha koordinasyonu ve 4D gibi BIM fonksiyonları projede kullanılmaktadır (Erdik, 2018). Projede BIM kullanılmasıyla çakışmaların belirlenmesi ve çözülmesi, gerçeğe uygun tasarımın planlanması, maliyet ve süre

analizlerinin yapılması, hatalı verilerin oluşumunun engellenmesi, verimliliğin artırılması vb. özelliklerin gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır.

Darıca – Gebze metro hattı projesi

Darıca-Gebze metro hattı projesinin tüm ihale aşamalarında BIM kullanılmıştır. Tüm raylı sistemlerde projelerin tüm aşamalarında BIM'in aktif şekilde kullanılması istenmektedir. Darıca-Gebze metro hattının toplam uzunluğu 32 km olup 2018 yılında tamamlanmıştır (Inusah, 2018).



Şekil 2.19. Darıca- Gebze metro hattı proje çalışması

Proje 2.5 milyar liraya mal olup, proje kapsamında 3 adet tünel, 8 açık-kapalı tip istasyonlar, 1 ara kat, ofis ve otomatik park alanları yapılmıştır (Inusah, 2018).

Seyrantepe stadyumu çelik çatı projesi

BIM yazılımı olarak Tekla Structures seçilmiştir. BIM yazılımıyla projede 3D modelleme, saha koordinasyonu, montaj ve çakışma analizleri fonksiyonları uygulanmıştır. Planlaması BIM yazılımıyla estetik çatı, geniş açıklıklı ve şiddetli rüzgar yüküne karşı dayanıklı tasarımın yapılması amaçlanmaktadır. Seyrantepe stadyumu çelik çatı projesi 2010 ve 2011 yılları arasında yapılmıştır (Erdik, 2018).

Atatürk havalimanı iç hatlar terminali renovasyon projesi

Atatürk havalimanı iç hatlar terminali revizyonu yapılması için proje yönetiminde BIM uygun bulunmuş ve Autodesk Revit yazılımı edinilmiştir. Renovasyon projesindeki tüm aşamalarda Revit kullanılmıştır. Proje alanı 60000 m²'dir. İç hatlar terminali eskimiş ve kullanılabilirliği azalmıştır. Terminale ait cepheler, bekleme alanları, terminal girişi, yemek alanları, yolcu bekleme alanları vb. yerler

yenilenmiştir. Atatürk havalimanı iç hatlar terminali revizyon projesinde 3D modelleme, keşif, metraj, tesis yönetimi, çakışma analizi gibi BIM fonksiyonları aktif olarak kullanılmaktadır (Erdik, 2018).

KKTC Ercan havalimanı

KKTC Ercan havalimanı projesinde kullanılan BIM yazılımları: Revit, Tekla, Etaps, Naviswork, Formit, Insight, Synchro, Dynamo'dur. BIM yazılımlarıyla beraber planlama, çakışma analizleri, maliyet analizi, saha koordinasyonu, enerji analizi fonksiyonları gerçekleştirilmektedir. BIM'in projede kullanılmasıyla teknolojiye uygun, çevre dostu ve artan yolcu kapasitesine cevap niteliğinde tasarım oluşturmak amaç edinilmiştir (Erdik, 2018).

Ataköy-İkitelli metro hattı projesi

Ataköy-İkitelli metro hattı yapımına 2016 yılında başlanmış olup 2021 yılında ulaşımına açılması planlanmaktadır. Bu hat 13,39 km uzunluğunda olup ana hat tünelleri, delme, aç-kapa tipinde toplam 12 adet istasyonu bulunan raylı toplu taşıma sistemidir. Bu projede Revit ve Naviswork yazılımları kullanılmaktadır. 3D modelleme, saha koordinasyonu BIM yazılımlarıyla oluşturulması istenilen fonksiyonlardır. BIM kullanılmasıyla yapım aşamasında sürecin takip edilerek istenilen zamanda projenin işletmeye teslim edilmesi amaçlanmaktadır (Erdik, 2018).

2.8.2. Dünya ülkelerinin BIM kullanım örnekleri

Ülkelerin yapmış oldukları BIM uygulamaları incelenmiştir. BIM Handbook kitabında on tane BIM uygulaması detaylı incelenmiştir.

Çizelge 2.4. BIM açısından incelenen 10 projenin envanteri (Akkoyunlu 2015)

Proje Adı	Yer	BIM Kullanım Amaç ve Süreçleri
Aviva Stadium	Dublin	Sıra dışı tasarımı olan cephe için parametrik tasarım yapılması
100 11th Avenue	New York	Taşıyıcı duvarların karmaşık tasarımı, analizi ve üretimi
One Island East Office Tower	Hong Kong	İşveren tarafından tasarımın yönetilmesi, ihaleye çıkılması ve inşaat programı için
Marriott Hotel Renovation	Portland, Oregon	Leed sertifikası için yeniden tasarım yapılması

Çizelge 2.4. (devam)

Crussel Bridge	Helsinki, Finland	Sıra dışı tasarımı olan köprü için imalat ve inşaat aşamalarının gerçekleştirilmesi
Hillwood Commercial Project	Texas	Fizibilite analizi ve konsept maliyet tahmini yapılması
Maryland General Hospital	Baltimore, Maryland	İşletme yönetimini de kapsayacak şekilde inşaat ve teslim aşamalarının gerçekleştirilmesi
Sutter Medical Center	Castro Valey	Yenilikçi IPD (tümleşik proje teslimi) için belirlenen hedeflere ulaşabilmek.
Music Center	Helsinki, Finland	Çevresel etkileşimin değerlendirilmesi ve sürdürülebilir yapı tasarımı
Coast Guard Facility Planning	Multiple loc.	Olası vaka senaryolarının simülasyonu ve işletme yönetimi

Hazırlanan çizelgede görüldüğü gibi BIM'in projelerde hangi aşamalarda kullanıldığı belirtilmiştir. Dünya ülkelerindeki projelerde kullanımı görülen BIM'in yapı sektörüne olan faydaları görülmekte olup uygulamalarda kullanılacak doğru yöntemlerin nasıl olması gerektiği konusunda da yol gösterici olarak değerlendirilebilir (Akkoyunlu, 2015). BIM uygulamalarından faydalanabilmek için eksiksiz uygulamalar yapılmalıdır. Doğru ve eksiksiz anlaşılıp uygulandığında proje başarısı olumlu yönde etkisini gösterecektir.

BIM Handbook'ta yer alan Sutter Medical Center, Castro Valley (California) projesi McGraw Hill 2009 BIM raporunda detaylarıyla anlatılmıştır. Kaliforniya eyaletinin zorunlu tuttuğu deprem yönetmeliğine göre Castro vadisinde bulunan Eden sağlık merkezinin yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Ancak yapılan saha çalışmaları doğrultusunda projenin geleneksel yöntemler kullanılarak yapılması yedi yıla yakın bir süre almaktaydı. Ancak projenin beş yıl içinde teslim edilmesi gerekmektedir. BIM proje anlayışı benimsenerek onbir proje paydaşıyla beraber bütüncül proje teslimiyle proje istenilen zaman ve maliyette tamamlanmıştır (Akkoyunlu, 2015).

2.9. Kaynak Özeti

Yapı bilgi modelleme hakkında ülke ve dünya genelinde çeşitli anabilim dallarında çalışmalar yapılmıştır. Çalışma konusu “Yapı Bilgi Modellemesi’nin Türkiye için Uygulanabilirliğinin Araştırılması” ile bağlantılı olan kaynaklar incelenmiş ve güncel tarihli olarak aşağıda özetlenmiştir.

Sarıçiçek (2019), Türkiye’de yer alan ve BIM’e geçiş yapmak isteyen mimarlık firmalarının nasıl yol izlemesi gerektiği yönünde öneri sunmak ve bu geçiş sürecinin en iyi şekilde değerlendirilmesi amacıyla çalışma hazırlanmıştır. BIM hakkında anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışması değerlendirildiğinde BIM uygulamalarının önündeki engeller ve bu süreci destekleyen kolaylaştırıcı faktörler belirlenmiştir. BIM’e geçişi kolaylaştıran en önemli faktörler; yazılım, iş akışı, süreç hakkında eğitimler verilmesi, yapı sektörüne ait standartlar ve kılavuzların oluşturulması, devlet desteğinin sağlanması şeklinde faktörler belirlenmiştir. Mimarlık firmalarında BIM uygulamasına geçişte kullanılması için önerilen yol haritası beş aşamadan oluşmuştur.

Bunlar;

1. Aşama: Mevcut uygulamaların detaylı incelenmesi, BIM uygulamasından elde edilen kazanımların belirlenmesi
2. Aşama: Verimlilik kazanımlarının detaylı incelenmesi
3. Aşama: Yeni iş süreçleri ve teknoloji benimseme yolunun tasarımı
4. Aşama: BIM’in uygulanması
5. Aşama: Projeyi gözden geçirme yayma şeklinde belirlenmiştir.

Selim (2019), Türkiye’de yapı bilgi modellemesinin mimari projelerde kullanımını üzerine bir uygulama çalışması yapılmıştır. 60 mühendislik ve mimarlık firmasına 20 soruluk anket çalışması yapılmıştır. Ankete katılım oranı %29’dur. Anket çalışmasında BIM ile ilgili hangi yazılımların kullanıldığı, çalışanlara ait genel bilgiler, BIM kullanılabilirliği ve projenin hangi aşamasında daha çok kullanıldığıyla alakalı olarak sorular sorulmuş ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Dünyada en çok tercih edilen BIM yazılımı olan Autodesk Revit Architecture ile bir uygulama çalışması yapılmıştır. Geleneksel yöntemler kullanılarak hazırlanan konut projesi örnek olarak seçilmiş olup metraj ve maliyet listeleri seçilen yazılım kullanılarak

karşılaştırılmıştır.

Çalışma sonucunda;

- ✓ Türkiye’de en çok kullanılan BIM yazılımı, tüm proje paydaşlarına hitap ettiği için sıkça tercih edilen Autodesk Revit Architecture yazılımı olduğu tespit edilmiştir.
- ✓ Türkiye’de üniversitelerde BIM sistemi ile ilgili verilen eğitimlerin yetersiz olduğu tespit edilmiştir.
- ✓ BIM’in uyumu için birlikte çalışmanın sağlanması gerektiği görülmüş ancak ülkemizde bu anlamda sıkıntıların yaşandığı görülmüştür.
- ✓ Ülkemizde en çok tasarım aşamasında kullanılan BIM sisteminin projenin tüm aşamalarında kullanılması gerektiği düşünülmektedir.
- ✓ Anket çalışmasında katılımcılar BIM sisteminin yararlı olduğunu ancak sistemin geliştirilmesi gerektiğini düşünmektedirler.
- ✓ BIM sisteminin İstanbul ve Ankara’da kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir.

Atay Tosun (2019), BIM standartlarının karşılaştırmalı incelenmesi ve ulusal standardizasyon çalışmaları açısından değerlendirilmesi konu başlıklı tez çalışmasında BIM kullanımının zorunlu olduğu ülkeler arasından farklı coğrafyalara sahip 5 ülke seçilerek mevcut kılavuzları incelenmiştir. Bu kılavuzlardaki ortak maddeler belirlenmiş ve karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. BIM konusunda standartlarını oluşturmak isteyen ülkeler açısından altlık görevi görececek çalışma niteliği taşımaktadır.

Çalışma sonucunda; Türkiye’de BIM süreçleri için oluşturulmuş bir standart olmadığı ancak Building Smart Türkiye’nin kurulması ile çalışmaların yapıldığı sonucuna varılmıştır. İncelenen kılavuzlar içerisinde öne çıkan benzer içeriğe sahip 13 konu maddesi aşağıda belirtilmiştir.

- ✓ BIM uygulama planı
- ✓ Gelişim seviyeleri
- ✓ Sorumluluk
- ✓ Ortak veri formatı

- ✓ İşbirliği modelleri
- ✓ Dosyalama
- ✓ Arşivleme
- ✓ Simülasyonlar
- ✓ Proje aşamaları BIM fonksiyonları
- ✓ İşletme ve bakım gereksinimleri
- ✓ Veri güvenliği
- ✓ İş akış şemaları
- ✓ Referans gösterilen ulusal ve uluslararası standartlar şeklindedir.

Ademci (2018), BIM sisteminin kullanımını engelleyen faktörlerin tespit edilmesi için anket çalışmasından yararlanılmıştır. Bu nedenle BIM'in ülkemizde benimsenip benimsenmemesi, uygulama alanlarının neler olduğu, aktif olarak kullanımı engelleyen etkenlerin incelenmesi amacıyla BIM'i aktif olarak kullanan ve kullanmayan katılımcılarla anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışmasına 905 kişi katılmıştır. Türkiye'de BIM kullanım oranı %20,26 olarak belirlenmiştir. BIM'e geçişi engelleyici faktörlerin ise; yazılım, donanım, eğitim maliyeti olduğu belirlenmiştir.

Bahadur (2018), BIM uygulama planları hakkında çalışma yapılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri Ordusu Mühendisleri Birliği (USACE), Yeni Zelanda işletme, İnovasyon ve İstihdam Bakanlığı (NZBAC), Singapur Ulusal Kalkınma Bakanlığı (Singapur BCA), MIT, Harvard University, Penn State University, Birleşik Krallık Mimarlık Mühendislik Yapı Endüstrisi Komitesi (AECUK) Yapı Proje Komitesi (CPIc) tarafından hazırlanan BIM projeleri incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Anket çalışması yapılmış ve Revit yazılımıyla hazırlanmış projedeki kullanıcılar tarafından anket soruları cevaplandırılmıştır. Katılımcılar BIM'in kullanılması için oluşturulan standartlar ile doğru, hızlı, ve birikimli olarak proje yönetimini sağladığını belirtmişlerdir. Ancak bilgilerin herkese açılması güvenlikle ilgili olarak şüpheler oluşturmaktadır.

Erdem (2018), Tasarım süreci doğru değerlendirildiğinde proje kalitesini artırdığı belirtilmiştir. Tasarım sürecinin öneminden bahsedilmiş ve atıkların (zaman,

iş gücü, malzeme) azaltılmasının gerekliliği anlatılmıştır. BIM alanında çalışan veya sistemin bilincinde olan 33 katılımcı ile anket çalışması, 6 katılımcı ile mülakat çalışması yapılmıştır. Anket çalışması BIM'i aktif olarak kullanan katılımcılarla yapılmıştır. Katılımcıların hepsinin Revit yazılımını kullandığı tespit edilmiştir. Revit yazılımına ek olarak katılımcıların %75'i Autodesk Navisworks yazılımı da tercih etmiştir. Katılımcılara göre BIM'in en önemli avantajı ise çakışma analizi, beraber çalışabilme özelliği ve model tabanlı metraj çıkarabilmesi olarak belirtilmiştir.

Erdik (2018), yapı sektöründe BIM adaptasyonu hakkında çalışma yapılmıştır. Ülkemizde BIM son 10 yılda firmaların ilgisini çekmeye başlamıştır. Yeni bir yaklaşım olan BIM'e karşı uyum sağlamak kolay olmamakla beraber adaptasyon sürecinde yer alacaktır. BIM hakkında yapılan araştırmalar doğrultusunda anket çalışması yapılmıştır. İki ayrı formatta anket hazırlanmış ve BIM'i aktif olarak kullanan mimarlık ve mühendislik firmalarına ve henüz BIM kullanmayan firmalara anket uygulaması yapılmıştır. Anket çalışmasının sonucunda BIM'i kullanan ve kullanmayan katılımcıların farklı adaptasyon sorunları olduğu görülmüştür. Yapı sektöründe BIM kullanımının yaygınlaşması ile uluslararası standartlara ulaşmış proje yönetimi, zaman, maliyet, tesisi yönetimi, sürdürülebilirlik gibi konularda sağlayacağı faydalar anlaşıldığında rekabetin artacağı yönünde sonuçlara ulaşılmıştır. Çalışmada maliyetlerin yüksek olması, talep eksikliğinin yaşanması, standartların olmaması gibi etkenlerin adaptasyon faktörleri olarak tespit edilmiştir.

Inusah (2018), Türkiye'de BIM sisteminin maliyet, süre ve kalite açısından yapı sektörüne olan katkıları araştırılmıştır. Ülkemizde BIM'in kullanıldığı projeler incelenmiştir. BIM kullanan firmaların BIM kullanmadan önceki proje başarı durumuyla BIM kullandıktan sonraki başarı durumları karşılaştırıldığında BIM'in maliyet, süre ve kalite açısından nasıl geliştiği incelenmiştir. Tez çalışmasında özel sektörden ve akademisyenlerden oluşan sekiz katılımcı ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların BIM'e geçiş yapmalarına rağmen kullanılan klasik yöntemlerle proje başlangıç aşamasında tasarım yapabildiklerini görülmüştür. Bu görüşmelerden sonra BIM'e geçişin sağlanamamasının nedenleri olarak uygulama konusunda herhangi bir yol haritasının olmaması, kullanıcıların değişim yapmak istememesi ve BIM'in faydalarının kullanıcılar tarafından anlaşılması için zaman gerekli olduğu belirtilmiştir.

Karataş (2018), danışmanlık hizmetlerinde yapı bilgi modelleme sisteminin kullanılabilirliği ve uygulanabilirliği incelenmektedir. Çalışmada ülkemizde uygulanan danışmanlık hizmeti kapsamındaki yeri ve önemi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu nedenle danışmanlık firmalarıyla anket çalışması yapılmıştır. Danışmanlık hizmetlerinde BIM konusunda bilinirliği, kullanımı hakkında bilgiler elde edilmiştir. Geleneksel yollarla danışmanlık hizmeti alan bir proje incelenmiş ve BIM uygulaması yapılsaydı projede karşılaşılabilecek sorunların tespit edilmesinin mümkün olup olmadığı incelenmiştir. Bu karşılaştırma sonucunda BIM kullanıldığında çoğu sorunun önüne geçileceği tespit edilmiştir. Yapılan anket sonucunda danışmanlık hizmetlerinde BIM'in kullanıldığı tespit edilmiştir.

Sarı (2017), Türkiye'de BIM olgunluğunu değerlendirmek için çalışmalar yapılmıştır. İnşaat firmalarından yedi tanesiyle çalışılmış ve BIM için uygulama rehberinin eksikliği görülmüştür. Eğitimlerle desteklenerek BIM kullanımının yaygınlaşacağı belirtilmiştir.

Yer (2017), BIM uygulamalarının yapı sektöründe yer almasıyla beraber sözleşmelere BIM'in nasıl dahil edilmesi konusunda, mevcut inşaat sözleşmelerinin BIM uygulamaları için yeterli düzeyde olup olmadığının araştırılması konusunda ve yapı sektöründeki BIM uygulamalarında hukuksal olarak zorunlukların belirlenmesi çalışmanın amaçlarındandır. Çalışmada kaynak taraması ve alan çalışması yapılmıştır. Alan çalışması için yurt içinden ve yurt dışından alanlarında uzman kişilerle görüşmeler yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda BIM konusunda yazılımsal ve organizasyonel olarak belirli bir seviyede olunmasına rağmen hukuksal ve sözleşmesel herhangi bir olgunluk seviyesinde olunmadığı görülmüştür. Bu tez çalışması BIM'in uygulanacağı projeler için hazırlanacak sözleşmeler konusunda yardımcı olacaktır.

Alkawi (2016), çalışmada mimarlık eğitiminde BIM tabanlı çalışmalarda disiplinler arası işbirliği için önerilerde bulunulması amaçlanmıştır. Birlikte çalışma imkânı oluşturulduğunda mimarlık öğrencilerine katkı sağlayacağı açıklanmıştır. İki ayrı anket uygulaması yapılmıştır. Birinci anket çalışması İstanbul'a eğitim için gelen 56 katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. İkinci anket ise Design Together yarışmasında proje teslim eden altı ekip ile yapılmıştır. Bu ekiplerde toplamda 16 kişi bulunmakta olup 11'i inşaat mühendisi, 4'ü mimar ve 1 tanesi ise makine mühendisliği öğrencisidir. Anket çalışmasında disiplinlerin işbirliği sürecini ve

BIM üzerindeki etkisi sorulmuştur. Katılımcılar farklı disiplinlerle çalışmanın bilgi kazanımı yönünden katkı sağlayacağını belirtmiştir. Çalışmada öğrencilerin çoğunluğu için farklı disiplinlerle birlikte çalışmanın ilgi gördüğünü ve bu çalışmaların eğitim müfredatında kullanımının talep edildiği görülmüştür.

Öktem (2016), Türk inşaat sektörü firmalarının BIM'e geçişi ve BIM'i projelerde uygulaması için uygun bir çerçeve geliştirmek ve yapılacak olan işlem adımları belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun için yaygın olarak kullanılan kılavuzlar, el kitapları, protokoller incelenmiştir. Vaka analizi yapılarak oluşturulan çerçevenin geçerliliğinin belirlenmesi ve gerektiğinde revize edilmesi planlanmıştır.

Önerilen BIM uygulama planı başlıkları;

- Uygulama planının genel açıklaması
- Projeye ait bilgiler
- Proje hedefleri ve BIM kullanımları
- Proje paydaşlarının görev ve sorumlulukları
- Projeye ait süreç tasarımının yapılması
- BIM bilgilerin düzenlenmesi ve değiştirilmesi
- İşletmeye yönelik verilerin oluşturulması
- Birlikte çalışabilme prosedürlerinin hazırlanması
- Kalite ve kontrol çalışmaları
- Teknik altyapı ve yazılımlar
- Model yapılanması
- Projenin teslimi şeklinde işlem adımları oluşturulmuştur.

Akkoyunlu (2015), Türkiye'de yapılan kentsel dönüşüm projeleri için BIM planı oluşturulması amaçlanmıştır. Ülkelerin BIM çalışmaları ve uygulamaları incelenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda mevzuat eksikliğinin yaşandığı görülmektedir. Mevzuatlarını oluşturmuş ülkelerin çoğunluğu incelendiğinde ortak özelliklerinin müşavirlik sisteminin gelişmiş olmasıdır. Bunun nedeni adaptasyon sorununun azaltılmasının en etkili yolunun müşavirlik sisteminin gelişmiş olmasından geçtiği düşünülmektedir. Tez konusu olan kentsel dönüşümle ilgili

çalışmalar yapılmıştır. Türkiye’de kentsel dönüşüm 6306 sayılı “afet riski altındaki alanların dönüşümü” kanunu ile yapılmaktadır. Kentsel dönüşüm projelerinde BIM uygulama planı oluşturulurken gerçekleşmesi gereken aşamalar:

- Mevcut yapının modellenmesi,
- Yıkım yönteminin ve atık malzeme miktarının belirlenmesi,
- Zemin durumu ve topografik durumunun modellenmesi,
- Kazı veya dolgu miktarlarının tespiti
- Mimari modelin oluşturulması
- Malzeme bilgilerinin girilmesi ve çakışma kontrolünün yapılması,
- Yapısal modelin oluşturulması, statik analizin yapılması, malzeme bilgileri ve metraj
- Mekanik ve elektrik modelinin oluşturulması,
- Çakışma kontrolünün yapılması, malzeme bilgileri ve metrajının belirlenmesi,
- Tüm modeller birleştirildiğinde ana modelin oluşturulacaktır. Buna bağlı olarak toplam metrajların belirlenmesi şeklinde aşamalardan oluşturulmuştur.

Kopuz (2015), BIM protokollerinde hangi konuların yer alması gerektiği hakkında çalışmalar yapılmıştır. BIM’i kullanan ülkeleri oluşturduğu protokoller incelenmiştir. BIM sisteminin daha etkin ve verimli kullanılması için gerekli olan araştırmalar yapılmıştır. American Institute of Architects (AIA), Associated General Contractors of America (AGC) ve Construction Industry Council (CIC) protokolleri incelenerek olması gereken BIM protokollerinin özellik ve içerikleri şu şekildedir;

- BIM’in tanımları ve kullanım şekilleri farklı şekillerde ifade edilmektedir. Bu yüzden çalışmalar ve disiplinler arasında farklılıkları engellemek için ortak bir kapsam oluşturulmalıdır.
- Proje teslim detayları belirlenmelidir.
- BIM kullanım detayları projenin hangi aşamasında hangi kullanıcının veya hangi işlemi yapması gerektiği hazırlanan protokollerde yer almalıdır.
- Tüm kullanıcılar tarafından kullanılan BIM yazılımı, donanımı ve veri türleri belirtilmelidir.

- Personel ihtiyacı giderilmeli ve deneyim kazandırılması için eğitimler verilmelidir.
- Projenin yaşam döngüsü boyunca oluşturulan BIM sisteminin içeriği tanımlanmalıdır.

Muratoğlu (2015), geleneksel sistemin ve BIM sisteminin kullanıldığı projelerde tasarım aşamasından kaynaklanan ve yapım aşamalarının etkileyen faktörlerin üzerinde BIM'in kullanımının etkisi olup olmadığı konusunda araştırma yapılmıştır. Çalışmada aktif olarak BIM kullanılan projelerde anket çalışması yapılması öngörülmüş ancak yeterli sayıda BIM kullanılan proje bulunamamıştır. Bu nedenle anket çalışması yapılamamıştır. Anket çalışması yapılamamasından dolayı vakalar üzerinde incelemeler yapılmış ve BIM ile yapılan projelerde tasarım aşamasının geleneksel yöntemlere göre daha çok zaman aldığı görülmüştür. Tasarım aşamasında daha çok zaman alması olumsuz gibi görülsede daha birikimli ilerleyen projelerin elde edildiği görülmüştür. BIM ülkemiz için yeni bir proje yönetim süreci olduğundan geçiş süreci zaman alacak ve bazı sorunları da beraberinde getirecektir.

Özge (2009), BIM'in katkıları beş başlıkta incelenmiştir. Bunlar; yüksek kalitede tasarım, proje sürecinin doğru gelişimi, işverene daha iyi çözümler sunmak, hızlı proje uygulaması ve maliyet tasarrufu şeklindedir. Örnek proje üzerinden klasik yöntemler ile yapılan tasarım ve BIM ile yapılan tasarım karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda iki boyutlu tasarım ile elde edilemeyen sonuçların BIM ile elde edildiği ve projenin tüm aşamalarını kolaylaştırdığı belirtilmiştir. Dijital ortamın gün geçtikçe çoğalan olanakları doğrultusunda BIM uygulamaları tasarım ve üretim sürecinde günümüzde daha fazla yer alacağı düşünülmektedir. BIM'e geçiş aşamasının nasıl olacağı, neden tercih edilmesi gerektiğini ve geçiş aşamasındaki süreci hızlandıracak etkenlerin neler olduğu yönünde soruların cevaplanması için çalışmalar yapılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Anket Çalışması

Anket çalışması Google Formlar kullanılarak hazırlanmıştır. Kamu ve özel sektör çalışanlarına e-posta ile dağıtılıp ankete katılımları sağlanmıştır. Anket çalışmasının açıklama kısmında anketin hangi amaçla kullanılacağı ve BIM hakkında hangi konularda bilgi sahibi olunmak istendiği belirtilmiştir. Anket çalışması yapılırken katılımcıların sormak istedikleri sorular cevaplanmıştır. Böylelikle anket çalışmasına katılan meslek gruplarından BIM hakkında fikir sahibi olmayan katılımcıların bilgilendirilmesine yardımcı olan bir çalışma olmuştur.

Anket çalışmasında toplam 28 soru sorulmuş ve çalışma 6 bölümden oluşmaktadır (Ek-1).

Bunlar;

Bölüm 1: Genel bilgiler

Bölüm 2: BIM hakkında genel değerlendirme

Bölüm 3: BIM'in kullanılabilirliği hakkında değerlendirme

Bölüm 4: BIM'in kullanımının yaygınlaşması hakkında değerlendirme

Bölüm 5: BIM'e geçişi kolaylaştırıcı faktörler hakkında değerlendirme

Bölüm 6: BIM'e geçişin gecikmesi hakkında değerlendirme şeklindedir.

Bölüm 1'de katılımcılara çalıştıkları sektöre ait genel sorular sorulmuştur. Cinsiyet, meslek grubu, tecrübe yılları, eğitim seviyesi, çalışılan sektör, ağırlıklı olarak çalışılan sektör vb. sorular sorulmuştur.

Bölüm 2'de BIM hakkında temel bilgi soruları sorularak katılımcıların BIM hakkında ne kadar bilgi sahibi olup olmadıkları konusunda fikir edinilmek istenmiştir. Bunun için; BIM hakkında bilgi sahibi olup olmadığı, BIM'in avantajları ve dezavantajlarının bilinip bilinmediği, BIM konusunda uygulama yapılan projelerin olup olmadığı, BIM'in bir program mı yoksa süreç mi olduğunu, BIM'in boyutlarının bilinip bilinmediği şekilde sorular sorulmuştur.

Bölüm 3'de BIM'in kullanılabilirliği hakkında çeşitli sorular sorulmuştur. Bu bölümde hazırlanan sorular BIM'in ülkemizde uygulanabilirliği konusunda

katılımcıların düşüncelerini öğrenmeye yönelik hazırlanmıştır. BIM'in uygulanabilirliği hakkında, gelecek zamanda BIM kullanım yüzdesinin ne olacağı konusunda, aktif olarak BIM kullanımının ne zaman olacağı hakkında vb. şekilde sorular hazırlanmıştır.

Bölüm 4'de BIM kullanımının yaygınlaşmasının sonuçları hakkında sorular hazırlanmıştır. Proje teslimi, kontrolü, iş tekrarı, maliyet, iş birliği, yapılacak hataların önceden tespit edilmesi, çevreyle dost yapıların sayılarında artış olacağı gibi faktörler katılımcılara sunulmuş olup konular hakkındaki görüşlerini bildirmeleri istenmiştir.

Bölüm 5'de BIM'e geçişi kolaylaştırıcı bazı faktörler belirlenip katılımcılara bu faktörler hakkındaki düşünceleri sorulmuştur. Devlet desteğinin sağlanması, örnek iş akışı olması, uygun veri tabanının olması, kullanılacak yazılımların tanıtımının yapılması, müşteri taleplerinin yaygınlaşması vb. şekilde belirlenen faktörlerle BIM'e geçişi kolaylaştırması yönünde katılımcıların düşünceleri öğrenilmek istenmiştir.

Bölüm 6'da BIM'e geçişin gecikmesinin neden kaynaklandığı hakkında bazı faktörler belirlenmiş ve katılımcılara düşünceleri sorulmuştur. Talep eksikliğinin olması, BIM'in faydalarının tam olarak anlaşılabilmesi, yasal dayanak eksikliğinin yaşanması, BIM'e geçişi sağlayacak ekip eksikliğinin yaşanması vb. şekilde hazırlanan öncüller hakkında katılımcılara düşünceleri sorularak cevap oranları belirlenmiştir.

Ankette hazırlanan sorular çoktan seçmeli olarak hazırlanmıştır. Alınan cevaplara göre de pasta ve çubuk grafiklerle anket sonuçları değerlendirilmiştir.

Bu araştırmada, Yapı Bilgi Modellemesi'nin Türkiye için uygulanabilirliğinin araştırılması ve BIM projelerinin başarıyla tamamlanması için etkili olan faktörlerin belirlenmesi, BIM'e geçiş sürecini nelerin etkilediğini, BIM'in avantajlarının ve dezavantajlarının farkında olup olunmadığının araştırılması amaçlanmaktadır. Anket çalışmasında BIM'in mevcut ve gelecekteki durumu hakkında sorular sorulmuş ve analizleri oluşturulmuştur. Anket çalışması hazırlanırken tez konusu kapsamında yapılan araştırmalar doğrultusunda sorular hazırlanmış olup BIM hakkında anket çalışması yapan Sarıççek (2019), Erdik (2018)'in çalışmalarından yararlanılmıştır.

3.1.1. Hedef kitlenin belirlenmesi

Hedef kitle belirlenirken anket çalışmasının yapılacağı kurumlardan ve firmalardan anket çalışmasına katılabilecek teknik personel sayıları istenmiştir. Belirlenen kurum ve şirketlerden alınan bilgilere göre katılımcı sayısı 280 kişi olarak belirlenmiştir. 280 katılımcı; İstanbul, Ankara, İzmir, Konya, Eskişehir, Samsun, Ordu, Mardin, Diyarbakır, Şanlıurfa illerinden olup, Devlet Su İşleri, Tapu ve Kadastro Müdürlüğü, Üniversiteler, Gıda Tarım ve Hayvancılık, Harita Genel Komutanlığı kamu kurumlarına ve 3. Havalimanı raylı hatlar projesi çalışanlarına, Bold Mimarlık, Kalyon İnşaat, ENKA, Prota Mühendislik, harita ve inşaat mühendisliği bürolarından seçilen çoğunluğu mühendis ve mimarlardan oluşan teknik personellerle anket çalışması yapılmıştır.

3.1.2. Örneklem büyüklüğünün hesaplanması

Örneklem büyüklüğünün hesabı yapılırken sonuçların doğru ve güvenilir bir şekilde elde edilmesi için Güç (Power) Analizi yönteminden yararlanılmıştır. Güç analizine göre evreni bilinen örneklem yöntemi için kullanılan formül eşitlik 3.1 de sunulmuştur.

$$n = \frac{Nt^2pq}{d^2(N-1)+t^2pq} \quad (3.1)$$

N= Evrendeki birey sayısı

n= Örnekleme alınacak birey sayısı

p= İncelenecek olayın görülüş sıklığı (olasılığı)

q= İncelenecek olayın görülmeysi sıklığı (1-p)

t= t tablosunda bulunan teorik değer (1,96).

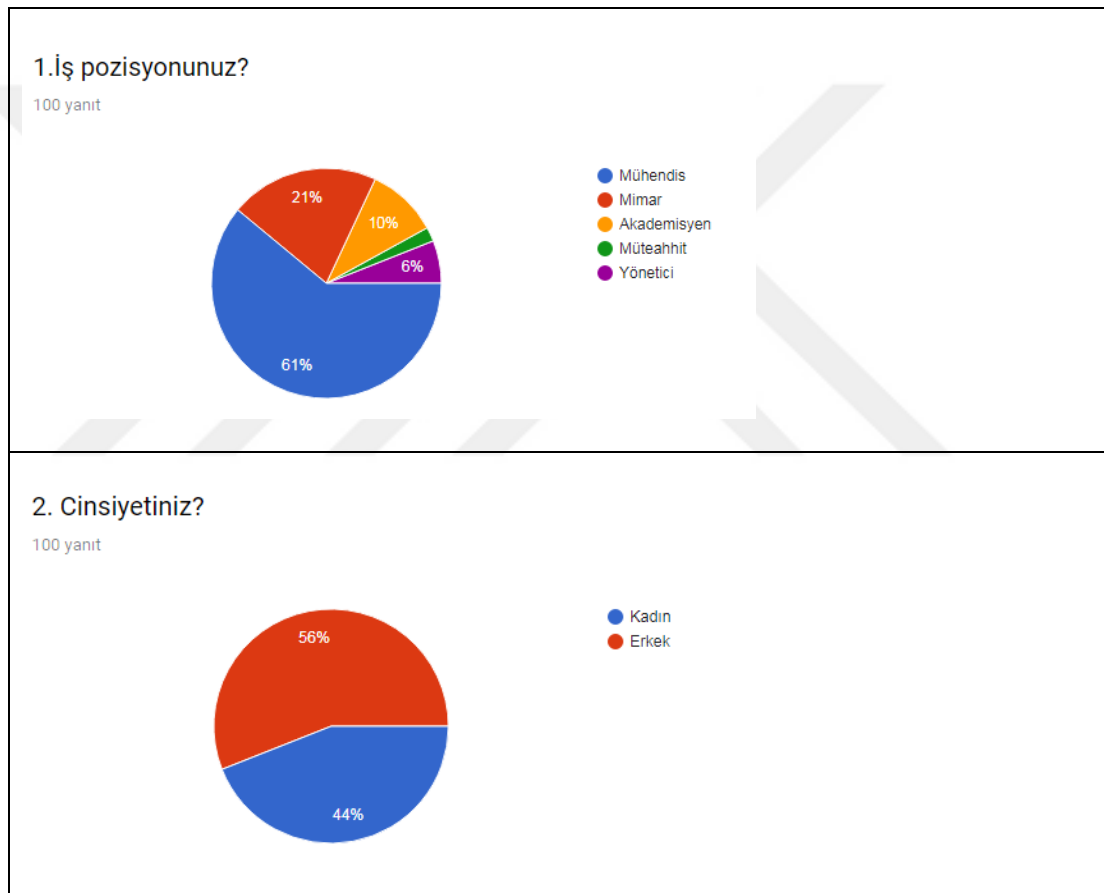
d= Olayın görülüş sıklığına göre yapılmak istenen + sapma olarak simgelenmiştir (0,05).

$$n = \frac{280 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2(280 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5} \cong 162$$

Güç (Power) Analizi sonucunda hedef kitle olarak seçilen 280 katılımcı içerisinde % 95 güven, 0,05 kabul edilebilir hata payına göre toplamda 162 kişi ile görüşülmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

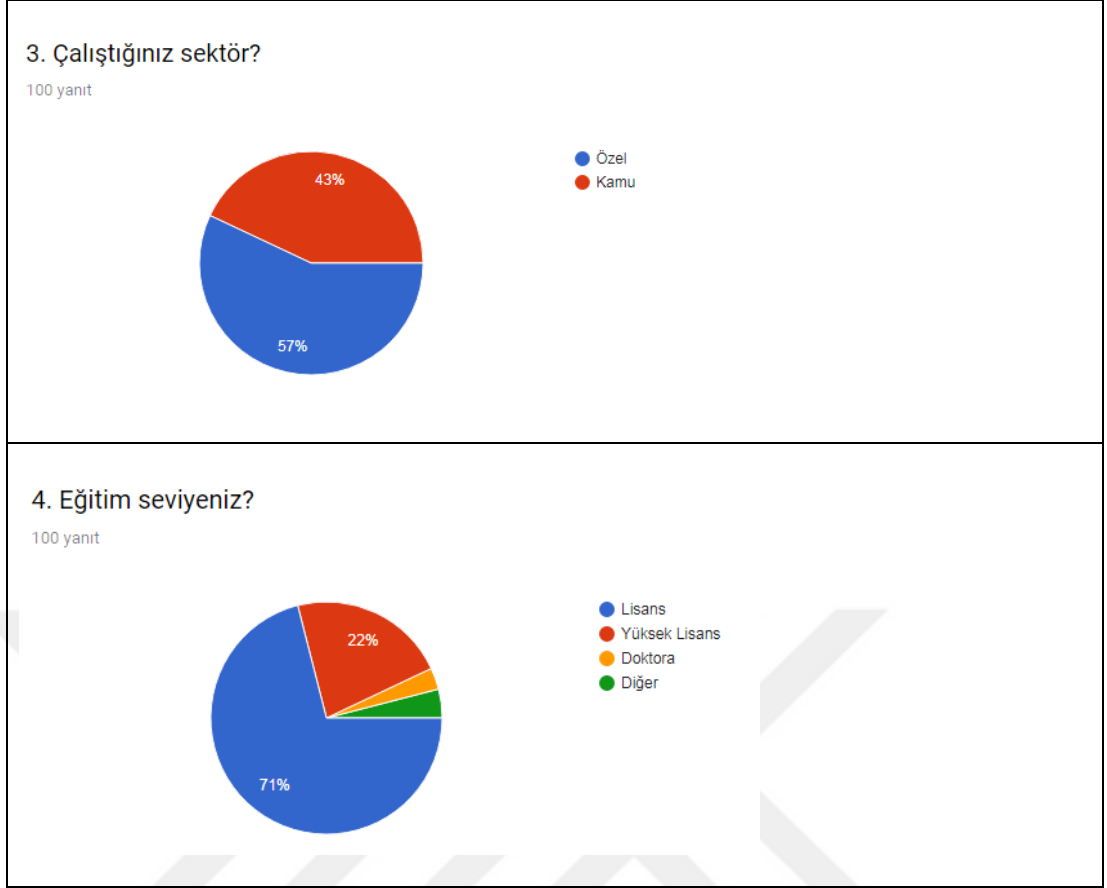
10.09.2019 – 20.11.2019 tarihleri arasında yapılan anket çalışmasına geri dönüş yapan katılımcı sayısı 100 kişidir. Yapılan anket sonuçlarına göre %95 güven, %10 kabul edilebilir hata payına göre yeniden hesaplama yapılmış ve 100 anketin güvenilir ve doğru sonuç vereceği kabul edilmiştir.

Bölüm 1: Genel bilgiler



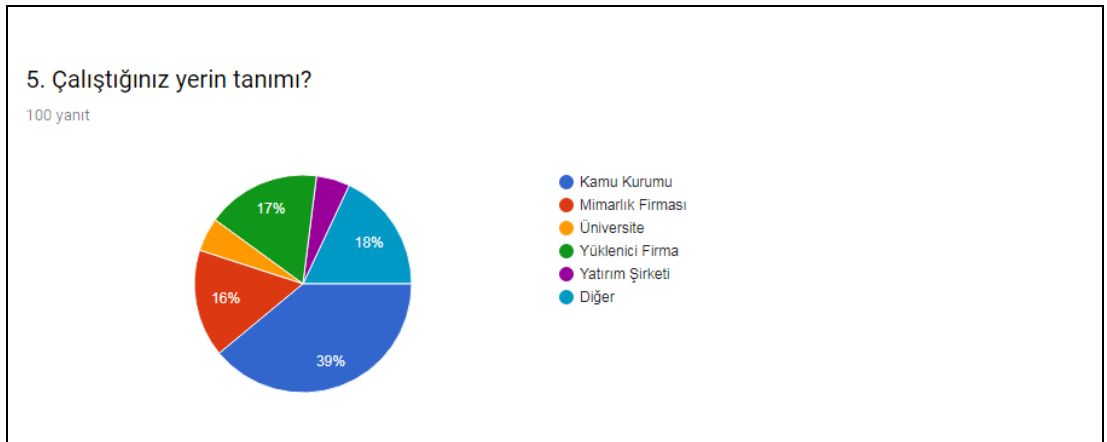
Şekil 3.1. Katılımcı ile ilgili genel bilgi soruları ve cevap oranları

BIM için hazırlanan anket katılımcılarına kişisel sorular ve iş deneyimleri hakkında sorular sorulmuştur. Ankete katılan katılımcıların % 61'ini mühendisler oluştururken, %21 oranını mimarlar ve sırasıyla akademisyenler, yöneticiler ve müteahhitlerden oluşan katılımcı profili mevcuttur. Anket katılımcılarının %56'sı erkek, %44'ü kadınlardan oluşmaktadır.



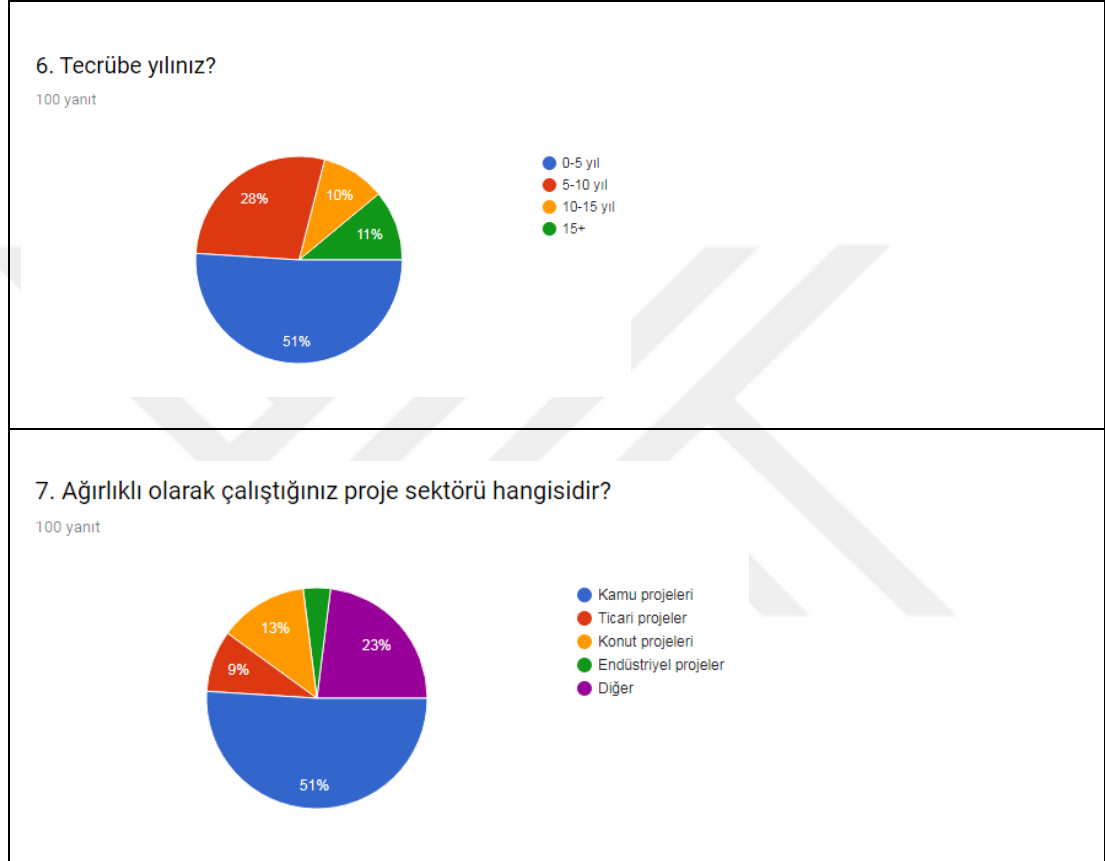
Şekil 3.2. Katılımcı ile ilgili sektör ve eğitim seviyeleri hakkında soru ve cevap oranları

Çalışma sektörü olarak katılımcıların %57'si özel, %43'ü kamu sektöründe çalışmaktadır. Eğitim seviyesi olarak %71 oranında lisans eğitimi, %22 oranında yüksek lisans eğitimi, %3 oranında doktora eğitimi ve %4 oranında da diğer eğitim seviyesine sahip katılımcılar ankete katılmıştır.



Şekil 3.3. Katılımcıların iş tecrübeleri hakkındaki sorular ve cevap oranları

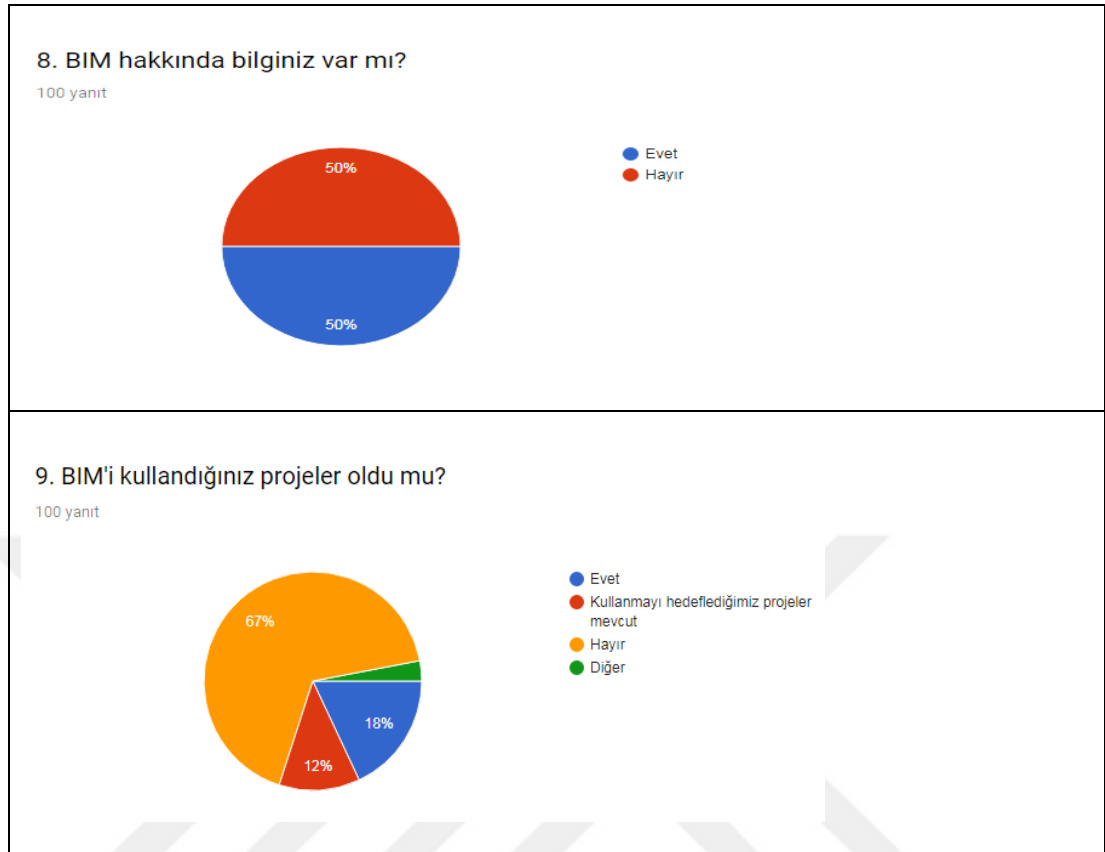
Şekil 3.3'deki soru analizi; katılımcıların çalıştıkları yere ait tanımın yapılması istenmiştir. Katılımcıların %39'u kamu kurumu, %4'ü üniversitede görev yapmakta olup toplamda %43 oranındaki katılımcılar kamu kurumlarına hizmet vermektedir. Kalan %57'lik oranda ise sırasıyla %18 oranında belirlenen iş alanlarının dışında çalışanlar, %17 oranında yüklenici firma çalışanı, %16 oranında mimarlık firması çalışanı ve %6'lık oranda ise yatırım şirketinde çalışan katılımcılar bulunmaktadır.



Şekil 3.4. Katılımcıların çalışmaları hakkındaki soru ve cevap oranları

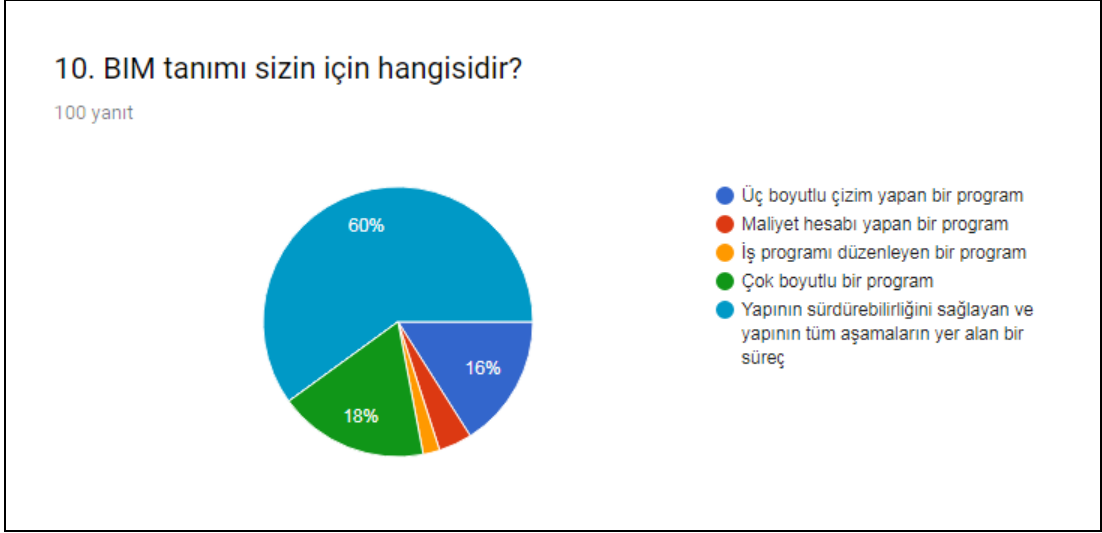
Katılımcılara 0 ile 15 yıldan fazla olacak şekilde hazırlanan soruyla katılımcıların iş tecrübeleri öğrenilmek istenmiştir. %51 oranında 0 ile 5 yıl arasında çalışan katılımcı bulunmaktadır. Tecrübe yılı 5 ile 10 yıl arasında olanlar %28 oranına sahiptir. 10 ile 15 yıl arasında tecrübeye sahip olanlar %10, 15 yıldan fazla deneyimi olanlar ise %11 oranına sahiptir. Katılımcılara çoğunlukla çalıştıkları proje sektörü sorulmuş olup katılımcıların %51'lik oranı ağırlıklı kamu projelerinde yer aldıklarını, %23'lük oranı ise belirlenen seçeneklerin dışındaki projelerde yer aldıklarını, %13'ü konut projelerinde, %9'u ticari projelerde ve %4'ü endüstriyel projelerde ağırlıklı olarak yer aldıklarını belirtmişlerdir.

Bölüm 2: BIM hakkında genel değerlendirme



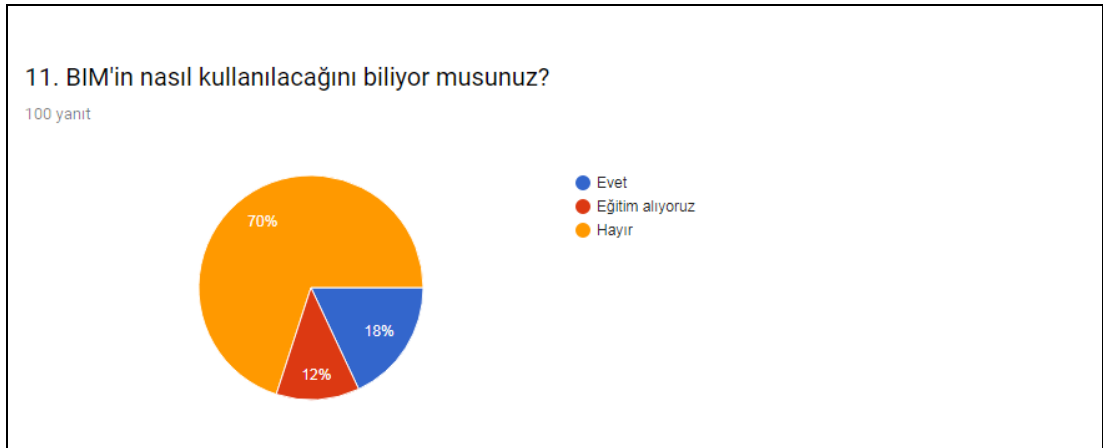
Şekil 3.5. Katılımcıların BIM hakkındaki bilgilerinin ölçüldüğü sorular ve cevap oranları

BIM hakkında katılımcıların bilgilerinin ölçüldüğü anket bölümünde katılımcılara yöneltilen BIM hakkında bilgilerinin olup olmadığı yönündeki soruya %50 oranındaki katılımcılar BIM hakkında bilgi sahibi olduğunu, %50 oranındaki katılımcılar ise BIM hakkında bilgi sahibi olmadığını belirtmiştir. BIM'i kullandıkları projeler olup olmadığı sorulduğunda; %67 oranında kullanılmadığını, %18 oranında kullanıldığını, %12 oranında kullanılması planlanan projeler olduğu ve %3 oranında ise diğer seçeneği şeklinde katılımcılar tarafından cevap verilmiştir. Bu sorulardan da anlaşılacağı gibi BIM'in kullanımı ülkemizde yaygın olmamakla beraber başlangıç düzeyinde olduğu anlaşılmaktadır. Ancak BIM konusunda bilgi sahibi olunması zamanla BIM'in yaygınlaşacağını göstergesi olarak kabul edilebilir.



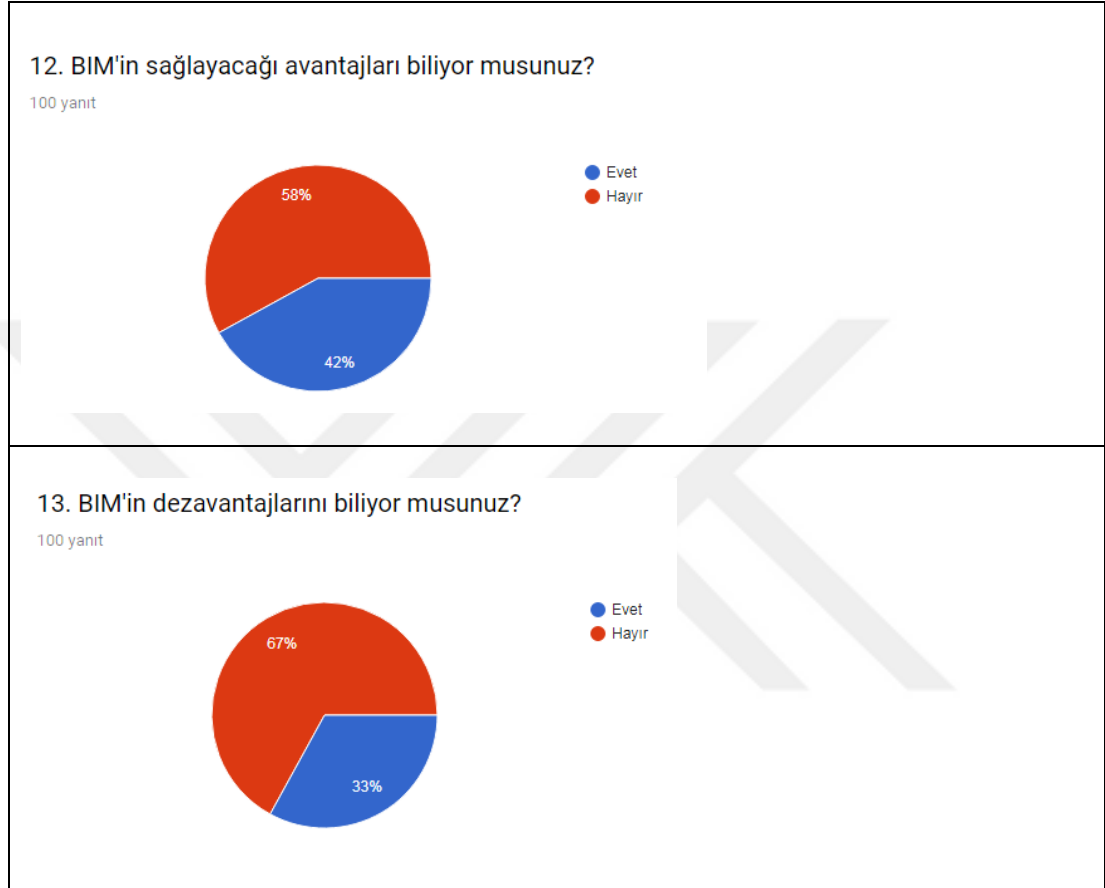
Şekil 3.6. Katılımcıların BIM'in tanımı hakkındaki soru ve cevap oranları

Katılımcılara BIM'in tanımı sorulmaktadır. %60 oranındaki katılımcılar BIM'in tanımı için yapının sürdürülebilirliğini sağlayan ve yapının tüm aşamalarında yer alan bir süreç olduğunu düşünmektedir. BIM'in aktif olarak kullanıldığında sağlayacağı en büyük faydalardan olan sürdürülebilirlik kavramı katılımcıların büyük çoğunluğu için de uygun görülmüştür. Katılımcıların %18'lik oranı ise BIM'in çok boyutlu bir program olduğunu düşünmektedir. Katılımcıların %16'lık oranı ise BIM'in üç boyutlu çizim yapan bir program olduğunu, % 4 oranında ise BIM'in maliyet hesabı yapan bir program olduğunu ve %2'lik kısım ise BIM'in iş programı düzenleyen bir program olduğunu düşünmektedir. BIM aslında bu tanımların hepsini içinde barındırmaktadır. Ancak ülkemizde BIM bütün olarak kullanılmadığından her kullanıcı için farklı tanımlanmaktadır.



Şekil 3.7. Katılımcıların BIM kullanımıyla ilgili soru ve cevap oranları

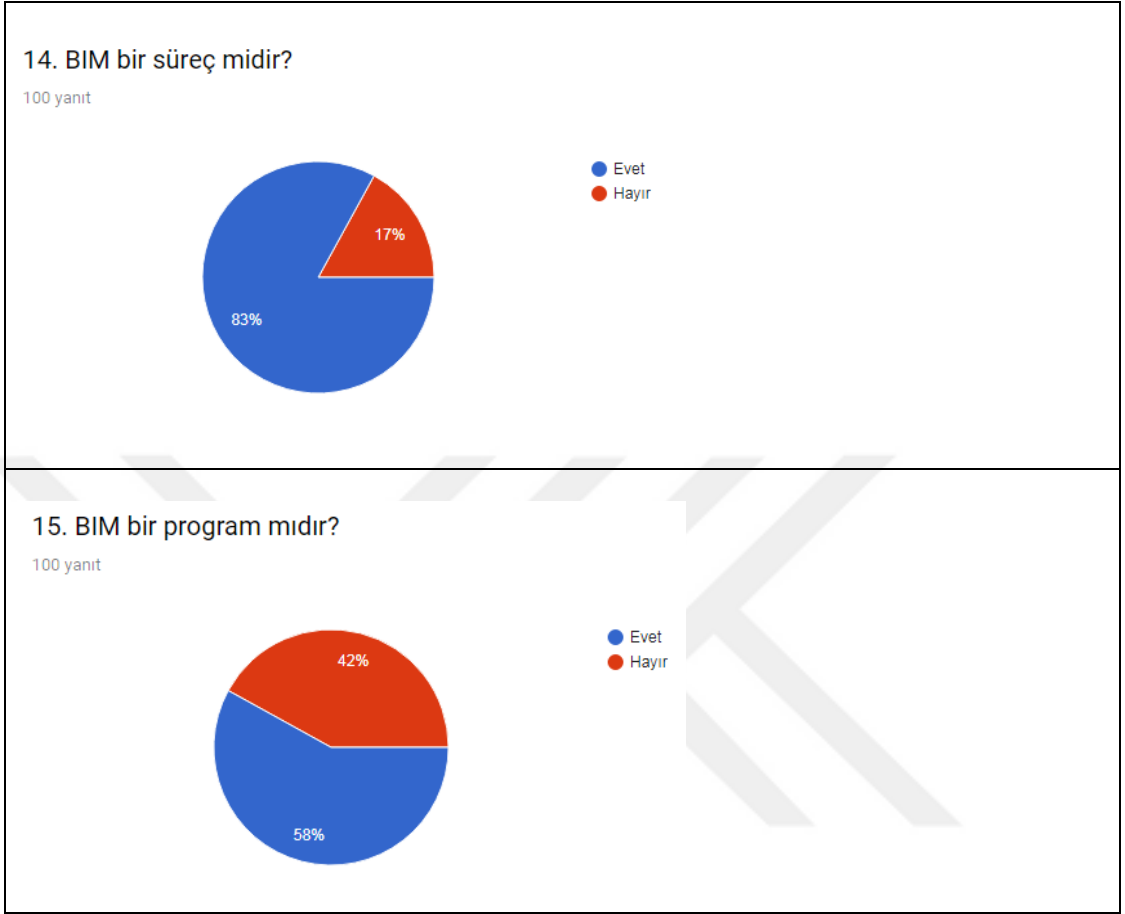
Katılımcılara BIM hakkında neler bildikleriyle ilgili sorular sorulmuştur. Şekil 3.7'deki soruda BIM'in nasıl kullanılacağına bilinip bilinmediği sorulmuş olup katılımcıların %70'inin BIM'in nasıl kullanacağını bilmediği, %18'inin BIM'i nasıl kullanacağını bildiği ve %12'sinin ise BIM kullanımı hakkında eğitim aldığı yönündeki cevapları görülmektedir.



Şekil 3.8. Katılımcıların BIM bilgileri hakkında soru ve cevap oranları

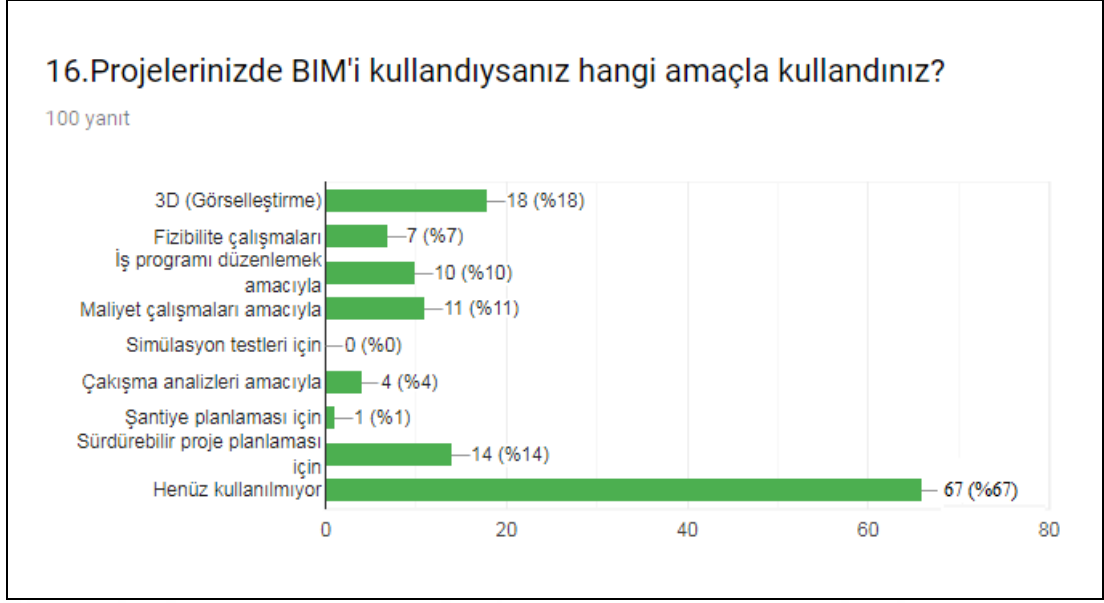
BIM hakkında diğer sorular ise BIM'in sağladığı avantajlar ve dezavantajlarla alakalıdır. Bir çalışmanın en iyi şekilde yürütülmesi ve faydalarından maksimum şekilde yararlanılması için kullanılacak yöntemin avantajlarının ve dezavantajlarının bilmesi gerekmektedir. Anket çalışmasında sorulan BIM'in avantajlarının bilinip bilinmemesiyle alakalı soruya katılımcıların %58'i BIM'in sağlayacağı avantajları bilmediğini ve katılımcıların %42'sinin ise BIM'in sağlayacağı avantajlardan haberdar olduğunu söylemektedir. Katılımcıların verdiği cevaplara göre BIM'in dezavantajlarının %67 oranında bilinmediği, %33 oranında ise BIM'in dezavantajlarının neler olduğu konusunda bilgilerinin olduğu görülmektedir.

Buradan da anlaşıldığı gibi BIM hakkında kapsamlı bilgiye sahip olan kitlenin azınlıkta olduğu görülmektedir.



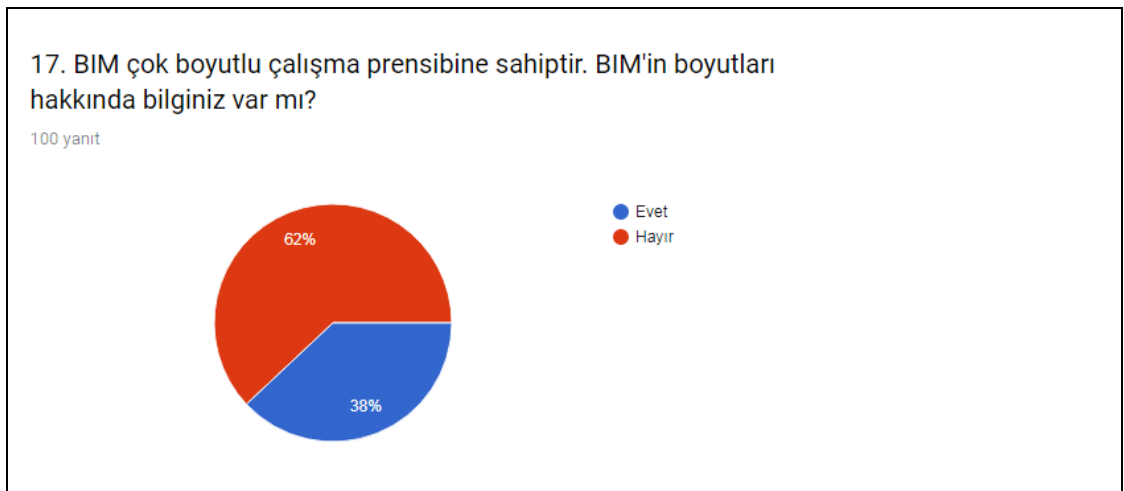
Şekil 3.9. BIM'in süreç mi program mı olduğuyla alakalı soru ve cevap oranları

BIM'in bir süreç mi yoksa bir program mı olduğuyla alakalı sorular sorulmuştur. BIM'in süreç olduğunu kabul eden katılımcıların oranı %83 iken, süreç olmadığını düşünen katılımcıların oranı ise %17'dir. BIM'in bir program olduğunu düşünen katılımcıların oranı %58 iken, katılımcıların %42'si BIM'in bir program olmadığını düşünmektedir. BIM projenin tüm aşamalarında bulunan bir süreçtir. Üç boyutlu tasarım yapıldığında veya çakıştırma analizlerinin uygulanabilirliği için programlar kullanıldığından BIM bir program gibi de düşünülmektedir. Ancak BIM sadece bir program değildir. BIM bir yapının tasarımdan başlayıp yapının teslim süresinden sonra bile ömrünü sürdüren geniş yelpazeli bir modelledir.



Şekil 3.10. BIM'in kullanılma amaçları hakkındaki soru ve cevap oranları

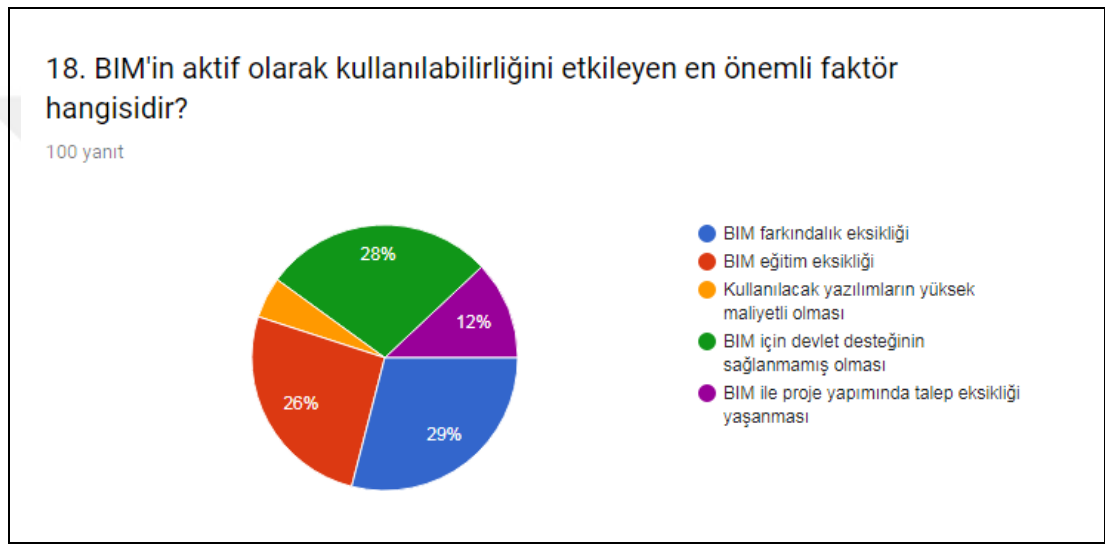
BIM'in projelerde kullanılma amaçlarıyla ilgili sorulan soruda katılımcıların %67'si gibi büyük çoğunluğunun BIM'i projelerinde henüz kullanmadığı görülmektedir. BIM'i üç boyutlu yani görselleştirme için kullanan katılımcıların oranı ise %18'dir. %14 oranındaki katılımcılar BIM'i sürdürülebilir proje planlaması için, %11 oranındaki katılımcılar maliyet çalışmaları amacıyla, %10 oranındaki katılımcılar ise iş programı düzenlemek amacıyla, %7 oranındaki katılımcılar fizibilite çalışmaları için, %4 oranındaki katılımcılar ise çakışma analizleri amacıyla ve %1 oranındaki katılımcı ise şantiye planlaması için BIM'i kullanmaktadır. Ülkemizde uygulanan projelerde de çoğunluğa üç boyutlu tasarım, maliyet çalışmaları ve iş programı düzenlemesi amacıyla BIM'in kullanıldığı bilinmektedir.



Şekil 3.11. BIM'in boyutlarının bilinip bilinmediği ile ilgili soru ve cevap oranları

BIM çok boyutlu bir kavramdır. BIM'in boyutlarının bilinip bilinmediği konusunda sorulan soruya katılımcıların %62'si BIM'in boyutları hakkında bilgi sahibi olmadığını, %38 oranındaki katılımcılar ise BIM'in boyutları hakkında bilgi sahibi olduğu yönünde soruyu cevaplamıştır. BIM'in boyutlarının bilinmesi BIM kullanımını konusuna katkı sağlayacaktır. Proje planlaması yapılırken bu bilgiler doğrultusunda yapılırsa fazladan yapılacak olan iş yükünün azalmasına katkı sağlanacaktır.

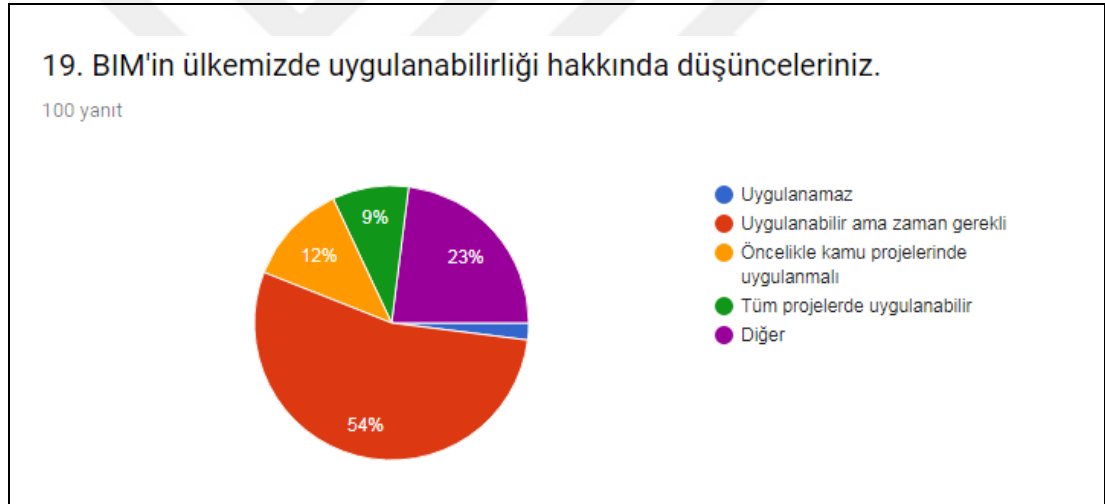
Bölüm 3: BIM'in kullanılabilirliği hakkında değerlendirme



Şekil 3.12. BIM'in kullanılabilirliğini etkileyen faktörlerle ilgili soru ve cevap oranları

BIM'in aktif olarak kullanılabilirliğini etkileyen bazı faktörler soruda verilmiştir. Bu faktörlerden aktif olarak kullanımı etkileyen en önemli faktörün belirlenmesi istenmektedir. Katılımcıların verdikleri cevaplara göre değerlendirilme yapıldığında %29'luk oranla BIM farkındalık eksikliğinden kaynaklı olarak aktif kullanımını etkileyen en önemli faktör olduğu katılımcılar tarafından belirlenmiştir. BIM'in katkılarının farkında olmamak BIM'in önündeki en büyük engellerdendir. Kişiler, firmalar veya proje paydaşları BIM'in projelerde ne için, hangi amaçla ve kullanıldığında ne gibi sonuçlar sunacağını bilmediği yeni bir çalışma yöntemi için çaba harcamayacaklar ve geleneksel yöntemlerin kullanımına devam edilecektir. Bu durum da BIM'in aktif kullanımını büyük ölçüde etkilemektedir. Maksimum düzeyde fayda sağlayan bir yöntem dahi olsa kullanıcılar bunun farkında olmazsa değerlendirilemeyen bir yöntem olarak kalacaktır. Bu yüzden BIM konusunda

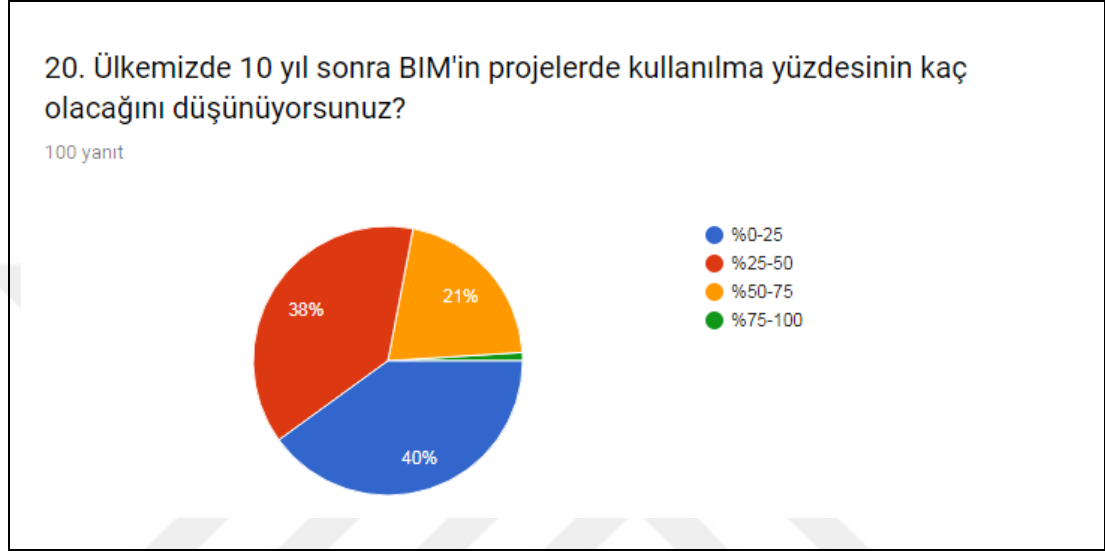
bilgilendirme platformları oluşturulmalı ve farkındalığın oluşturulması için zemin hazırlanmalıdır. Katılımcılar tarafında %28'lik oranla aktif kullanılabilirliği etkileyen diğer önemli etkenin BIM için devlet desteğinin sağlanmamış olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Devlet desteğinin sağlanmamış olması BIM'in aktif olarak kullanımını etkileyen önemli etkidir. Gerek yasal desteğin sağlanması, gerek devletin projeler için yatırım desteği sağlamış olması BIM kullanım oranını artıracak önemli bir etkidir. Devlet desteğinin sağlandığı projelere, yatırımcılarında bakış açısı önemli oranda değişecektir. Diğer katılımcı görüşlerine bakıldığında; %26 oranındaki katılımcılar BIM eğitim eksikliğinden kaynaklı olarak BIM'in aktif kullanımının etkilendiğini düşünmektedirler. Daha sonra katılımcıların %12'si BIM ile proje yapımına olan talep eksikliğinden kaynaklı olduğunu ve katılımcıların %5'i ise kullanılacak olan yazılımların yüksek maliyetli olmasından kaynaklı BIM'in aktif olarak kullanılabilirliğini etkilediği yönünde yanıt vermiştir.



Şekil 3.13. BIM'in ülkemizde uygulanabilirliği hakkındaki soru ve cevap oranları

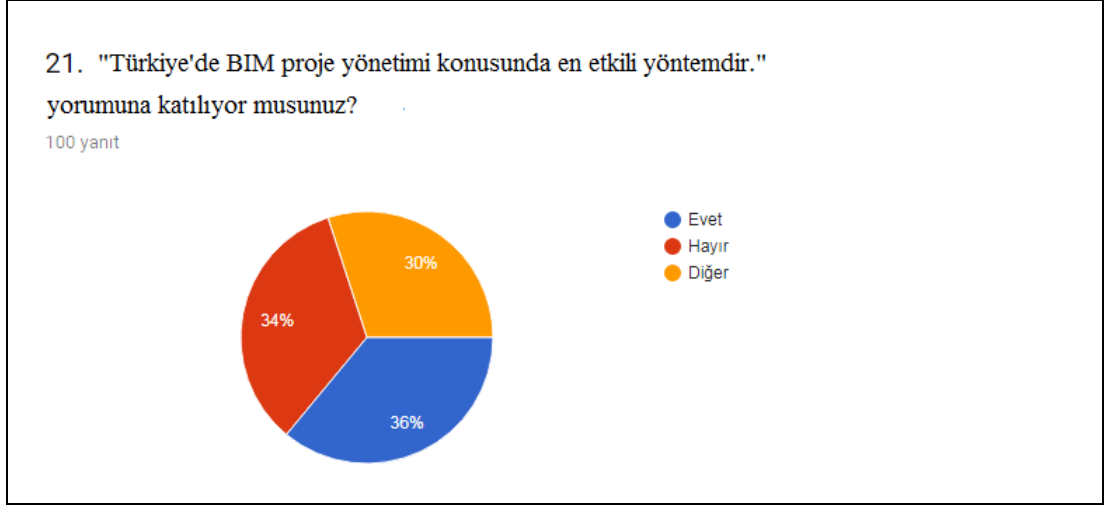
BIM'in uygulanabilirliği hakkındaki düşünceleri katılımcılara sorulmuştur. Katılımcıların %54'ü uygulanabileceğini ancak bunun için zaman gerekli olduğunu düşünmektedir. %23 oranındaki katılımcılar ise seçeneklerin dışında bir düşüncede olduklarını belirtmişlerdir. Katılımcıların %12'si ise öncelikle kamu projelerinde uygulanması gerektiği, katılımcıların %9'u ise tüm projelerde uygulanabileceğini ve %2 oranındaki katılımcılar ise BIM'in ülkemizde uygulanamayacağını düşünmektedir. Sorulan soruya karşı verilen cevaplardan da anlaşıldığı gibi zaman içerisinde kullanımının yaygınlaşacağı düşünülmektedir. Ancak bu zaman kavramının nasıl değerlendirilmesi gerektiği oldukça önemlidir. Yasal dayanaklar

oluşturulmalı, BIM eğitimi verilmeli, BIM adaptasyon kursları oluşturulmalı, BIM hakkında dersler üniversitelerde verilmeli, BIM yazılımlarının kullanımlarının yaygınlaşması sağlanmalı vb. şekilde BIM'in uygulanabilirliğinin artırılması için çalışmalar yapılmalıdır. BIM'in uygulanabilirliği hakkındaki soruya verilen yanıtlarda uygulanamaz yönünde katılımcıların az olması gelecek adına umut vadetmektedir.



şekil 3.14. BIM'in ölkemizde 10 yıl sonra kullanılma yüzdesi hakkındaki soru ve cevap oranları

Anket çalışmasında ölkemizde 10 yıl sonra BIM'in projelerde kullanılma yüzdesi için %0-100 aralığında dört seçenek sunulmuştur. Katılımcıların %40'ı ölkemizde 10 yıl sonra BIM'in projelerde kullanılma yüzdesinin %0-25 aralığında olacağını düşünmektedir. Katılımcıların %38'lik kısmı ise %25-50 aralığında olacağını, %21'lik kısmı ise %50-75 aralığında olacağını ve %1'lik kısmı ise %75-100 aralığında BIM'in kullanılacağını düşünmektedir.



Şekil 3.15. BIM'in proje yönetimi konusunda en etkili yöntem olup olmadığı hakkındaki soru ve cevap oranları

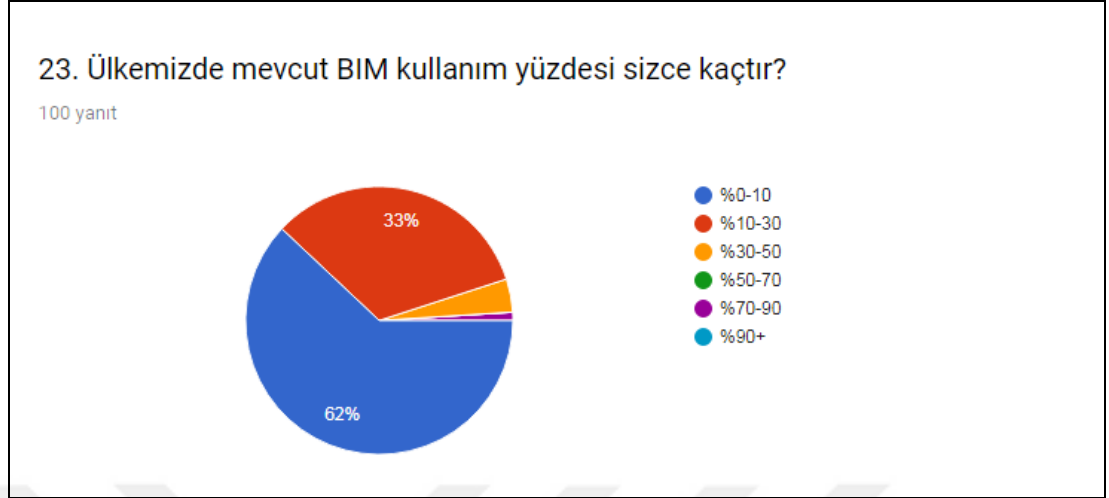
Türkiye'de BIM proje yönetimi konusunda en etkili yöntemdir şeklinde yapılan yorum hakkında katılımcıların fikirleri sorulmuştur. Katılımcıların %36'sı Türkiye'de BIM'in proje yönetimi konusunda en etkili yöntem olduğunu düşünmekte, %34 oranındaki katılımcılar Türkiye'de BIM'in proje yönetimi konusunda en etkili yöntem olmadığını düşünmekte ve %30 oranındaki katılımcılar ise Türkiye'de BIM'in proje yönetimi konusunda en etkili yöntem olduğu konusunda yorumsuz kalmıştır.



Şekil 3.16. BIM'in aktif kullanımı için ne kadar süre olduğu hakkındaki soru ve cevap oranları

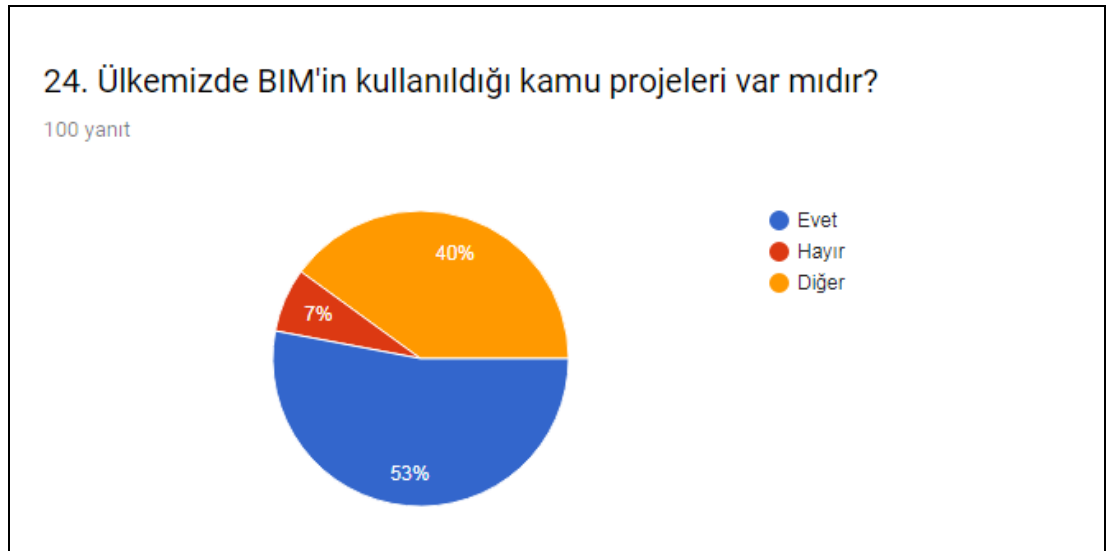
Ülkemizde BIM'e aktif olarak geçiş için gerekli olan süre katılımcılar tarafından değerlendirildiğinde; %45 oranındaki katılımcılar 10 yıldan daha fazla bir sürenin olduğunu düşünmektedir. %43 oranındaki katılımcılar ise 5-10 yıl aralığında

bir sürenin yeterli olacağını, %12 oranındaki katılımcılar ise 0-5 yıl aralığında ülkemizde BIM'in aktif olarak kullanılacağını düşünmektedir.



Şekil 3.17. Ülkemizde mevcut BIM kullanım oranı hakkındaki soru ve cevap oranları

Şekil 3.17'de ülkemizdeki projelerde BIM kullanım yüzdesinin ne kadar olduğu hakkında katılımcılara tahminleri sorulmuştur. Katılımcıların %62'si BIM kullanım yüzdesinin %0-10 aralığında olduğunu, %33 oranında %10-30 olduğunu, %4 oranındaki katılımcılar ise %30-50 oranında ve %1 oranındaki katılımcı ise %70-90 oranında BIM'in mevcut olarak kullanıldığını düşünmektedir.



Şekil 3.18. Ülkemizde BIM'in kullanıldığı kamu projeleri hakkındaki soru ve cevap oranları

Ülkemizde BIM'in kullanıldığı kamu projelerinin olup olmadığı hakkında sorulan soruya, katılımcıların %53'ü ülkemizde BIM kullanılarak yapılan kamu projeleri olduğunu, %40 oranındaki katılımcılar ise herhangi bir fikir beyan

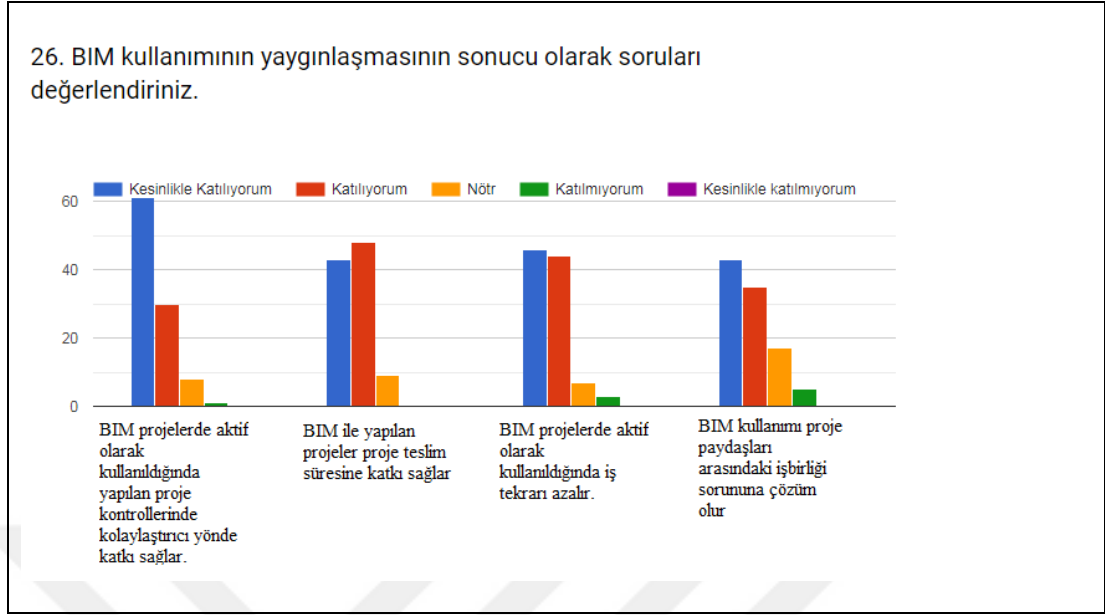
edememiştir. Katılımcıların %7'si ise BIM kullanılarak yapılan kamu projeleri olmadığını söylemektedir. Ülkemizde BIM ile metro projeleri, havalimanı projesi, konut projeleri, alışveriş merkezi, ticaret merkezleri ve sağlık kampüsleri gibi yapılan büyük kamu projeleri mevcuttur.



Şekil 3.19. BIM'in projelerde hangi aşamaya katkı sağlayacağı hakkındaki soru ve cevap oranları

Proje yapımı çok aşamalı süreçtir. Bu aşamaların her biri için hazırlanması gereken bilgi altlığı mevcuttur. BIM çok boyutlu bir modellemeye sahip olduğu için anket çalışmasında katılımcılara BIM'in projelerde kullanımıyla hangi aşamaya daha çok katkı sağlayacağı yönünde soru hazırlanmıştır. Projenin yapım aşamaları soruda tasarım öncesi, tasarım, inşaat aşaması ve inşaat sonrası olarak kategorize edilmiştir. Katılımcıların %54'ü projenin tasarım aşamasına katkı sağlayacağını, katılımcıların %31'i ise tasarım öncesi, %12'si ise inşaat aşamasında ve %3'ü ise inşaat sonrasındaki kullanıma daha çok katkı sağlayacağını düşünmektedir. BIM projelerde kullanıldığında, proje yapımındaki tüm aşamalara katkı sağlayacaktır. Tasarım aşamasında modelin detayları kapsamlı olarak planlanmaktadır. BIM ile proje yapıldığında tasarım aşamasında ileride yaşanacak tüm problemler tespit edilir ve değerlendirilip ona göre önlemler alınır. İlk aşamada uzun ve maliyetli gibi görülsede projenin tüm yapım süreci değerlendirildiğinde sahada yaşanacak problemlerin önüne geçildiği için zaman ve maliyet konusunda tasarruf edilecektir. Ülkemizde şu an raylı hatların yapımı konusunda ihale aşamasında BIM ile proje yapımının zorunlu kılınması gerektiği düşünülmektedir. Bu çalışmalar sürekli hale dönüştüğünde BIM kullanımında önemli bir adım atılmış olacaktır.

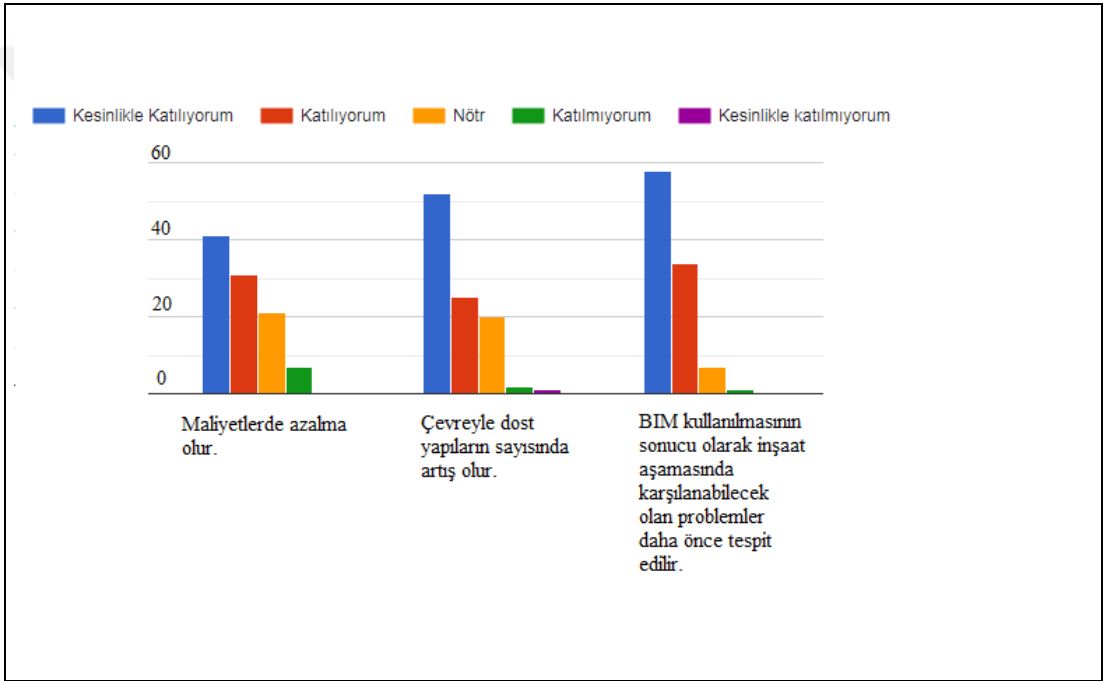
Bölüm 4: BIM kullanımının yaygınlaşması hakkında değerlendirme



Şekil 3.20. BIM'in kullanımının yaygınlaşmasının sonuçları hakkındaki soru ve cevap oranları

BIM kullanımının yaygınlaşmasıyla beraber bazı avantajlar ve dezavantajlar sağlanacaktır. Bu sebeple katılımcılara BIM kullanımının yaygınlaşmasının sonucunda olabilecek ihtimaller hakkında sorular sorulmuş ve katılımcıların fikirlerine göre cevap oranları belirlenmiştir. BIM projelerde aktif olarak kullanıldığında yapılan proje kontrollerinde kolaylaştırıcı yönde etkisi olacağına %61 oranındaki katılımcılar kesinlikle katıldıklarını söylemişlerdir. BIM ile proje yapıldığında kontrol mekanizması kolaylaşır. Çünkü BIM tasarım aşamasından bu yana yapılan testlerle kontrol mekanizmasını sağlar ve yapılan testlerin sonuçları rapor olarak sunulduğundan yapılacak olan kontrollerde büyük oranda kolaylık sağlanacaktır. BIM ile yapılan projelerin, proje teslim süresine katkı sağlayacağı yönünde sorulan soruya katılımcıların %48 katılmakta, %43'ü ise kesinlikle bu düşünceye katılmaktadır. BIM ile yapılan projeler iş programına göre yapıldığı için projenin teslim süresi bellidir. Ancak klasik yöntemler ile yapılan çalışmalarda sahada karşılaşılan olumsuzluklardan dolayı proje teslim süresinde aksaklıklar oluşmaktadır. BIM, saha çalışmalarında yapılacak hataları inşa aşamasında önce öngördüğü için proje teslim süresine katkı sağlayıp zamanında proje teslimi gerçekleşecektir. BIM projelerde aktif olarak kullanıldığında iş tekrarını azaltacağı yönündeki düşüncesine %46 oranındaki katılımcı kesinlikle katılmakta, %44'ü ise bu düşünceye katılmaktadır. Projenin tasarım aşamasında çeşitli analizler yapıldığından

dolayı çıkan sorunlar tasarım aşamasında defalarca test edilmekte ve çözüm yolu bulunmaktadır. Bu durum ise projenin diğer aşamalarında çalışmaların iş programına uygun şekilde ilerleyeceğinden iş tekrarının önüne geçilecektir. BIM kullanımı proje paydaşları arasındaki iş birliği sorununa çözüm olacağı yönünde sorulan soruya %43 katılımcı kesinlikle katılmış, %35 katılımcı ise bu düşünceye katılmaktadır. BIM, proje paydaşlarının iş birliği içinde çalışmasını, projenin her aşamasından proje paydaşlarının haberdar olmasını ve uzmanlık alanlarına göre müdahalede bulunmasını öngörmektedir. Bu tarz modelleme yapmayı öngören düşünce sisteminin proje paydaşlarının arasındaki iş birliğinin sağlaması yönünde uzun vadede katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

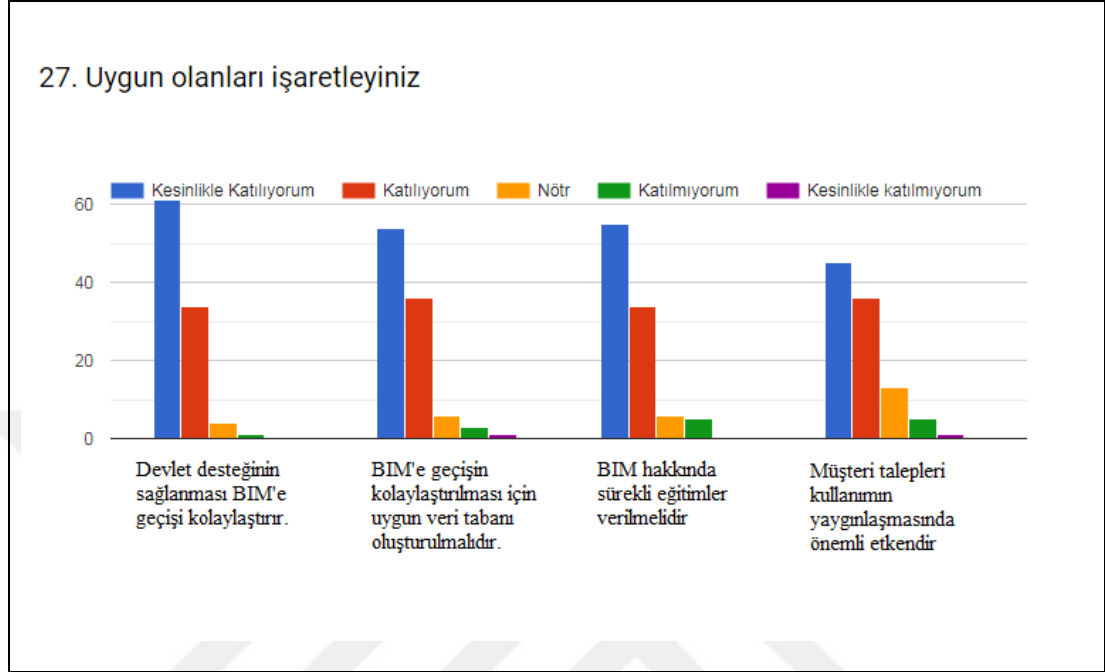


Şekil 3.21. BIM'in kullanımının yaygınlaşmasının sonuçları hakkındaki soru ve cevap oranları

BIM kullanımı projelerin maliyetlerini azaltacağı yönündeki soruya katılımcıların, %41'i kesinlikle katılmakta, %31 katılımcı ise bu düşünceye katılmaktadır. Günümüzde ve gelecekteki yapı planlamalarında, çevreyle dost yapıların oluşturulması yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Buna yönelik hazırlanan soruda BIM'in çevreyle dost yapıların sayısını artıracacağı yönündeki soruya %52 katılımcı kesinlikle katıldığı yönünde düşüncelerini bildirmiştir. İnşaat aşamasında karşılaşılabilecek problemlerin daha önce tespit edilmesi yönündeki soruya %58 katılımcı kesinlikle katılmıştır. BIM'in sağlayacağı en büyük katılarından biri yapının inşaat aşamasından önce sanal olarak inşa edilmesidir. Yani yapı iki kere

inşa edilmektedir. Bu durum yapının inşaat aşamasından önce problemlerin tespit edilip, çözüm yollarının sunulması yönünde katkı sağlayacaktır.

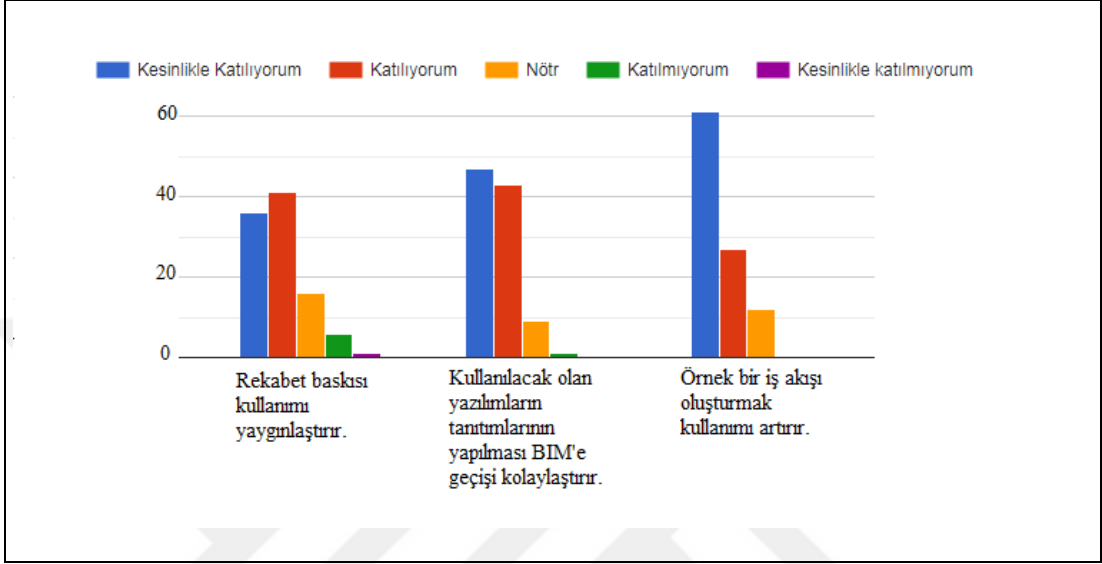
Bölüm 5: BIM'e geçişi kolaylaştırıcı faktörler hakkında değerlendirme



Şekil 3.22. BIM'e geçişi kolaylaştırıcı faktörler hakkındaki soru ve cevap oranları

BIM'e geçişi kolaylaştırıcı faktörler hakkında sorular sorulmuş ve katılımcılardan kesinlikle katılıyorum, katılıyorum, nötr, katılmıyorum ve kesinlikle katılmıyorum şeklinde seçeneklerden birini işaretleyecek şekilde hazırlanan sorulara cevap vermeleri istenmiştir. BIM'e geçişi kolaylaştırıcı faktörlerden olan devlet desteğinin sağlanması yönünde ki soruya %61 oranındaki katılımcı kesinlikle devlet desteğinin sağlanmasının BIM'e geçişin kolaylaşacağı yönünde düşüncelerini bildirmişlerdir. Devlet desteğinin sağlanması birçok çalışmaya katkı sağladığı gibi BIM'e geçişe de katkı sağlayacağı düşünülmektedir. BIM'e geçişi kolaylaştırıcı diğer bir seçenek ise uygun veri tabanının oluşturulması yönündedir. Katılımcıların %54'ü kesinlikle katılmakta, %36'sı ise bu düşünceye katılmaktadır. Proje yapımından bitimine kadar birçok kurumla veya özel firmayla çalışmalar yapılmaktadır. Ancak standart bir veri altyapısı oluşturulamamakta ve bilgi kirliliği oluşmaktadır. Sadece BIM'e geçişin kolaylaştırılmasından ziyade standart veri altyapısının oluşturulması projeler ve proje paydaşları için kurtarıcı özellik taşıyacaktır. BIM'e geçişi kolaylaştırıcı etkenlerden biri olarak BIM hakkında düzenli olarak eğitimlerin verilmesi düşüncesine katılımcıların %55'i kesinlikle katılmaktadır. Yeni oluşturulan

proje sistemi için hem adaptasyon hem de geçiş aşamasının kolaylaşması için sürekli eğitimler, seminerler ve uygulamalı eğitimler verilmelidir. Müşteri talepleri BIM kullanımının yaygınlaşmasında önemli etken olduğu yönünde hazırlanan soruya katılımcıların %45'inin kesinlikle katıldığı görülmektedir. Arz - talep dengesi BIM kullanımının yaygınlaşmasını etkileyen bir faktördür.

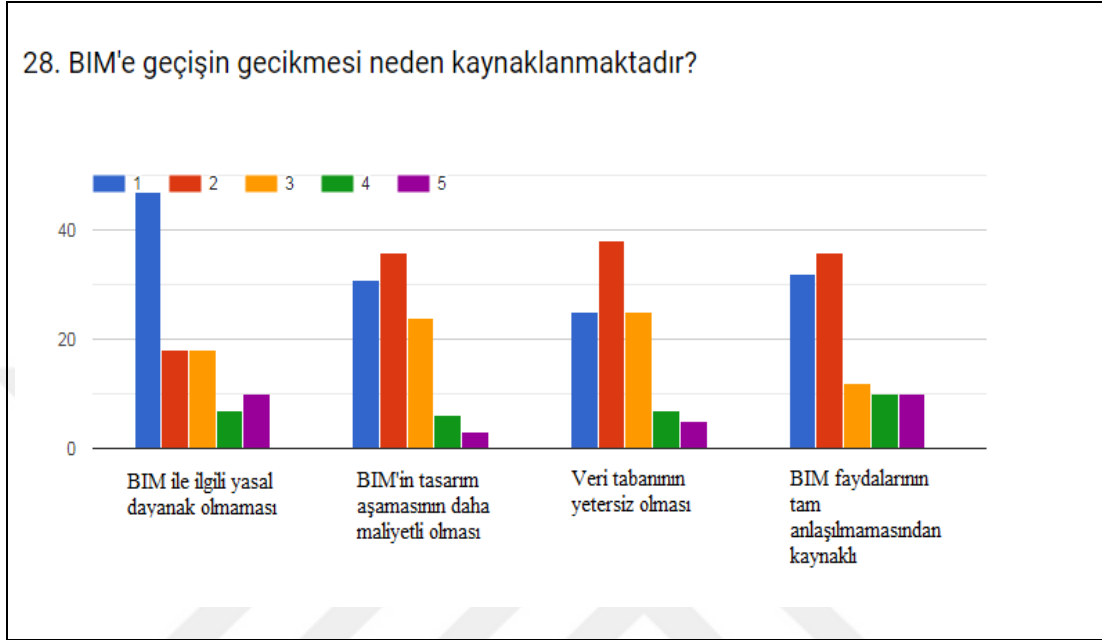


Şekil 3.23. BIM'e geçişi kolaylaştırıcı faktörler hakkındaki soru ve cevap oranları

BIM'in kullanımının yaygınlaşması için sunulan seçeneklerden biriside rekabet baskısının kullanımını yaygınlaştıracağı yönündedir. Bu soruya katılımcıların %41'i katılmaktadır. Firmaların başarılı ve faydalı projeler üretmesiyle inşaat sektöründe rekabet artacaktır. BIM ile yapılan projelerin artmasına katkı sağlanmış olunacaktır. BIM'e geçiş için gerekli olan yazılımlar mevcuttur. Bu yazılımların tanıtımlarının yapılması BIM'e geçişi kolaylaştıracağı yönündeki soruya ise %47 oranındaki katılımcılar kesinlikle katılmış, %43 oranındaki katılımcılar ise bu düşünceye katılmaktadır. BIM kullanımının yaygınlaşması yönünde hazırlanan diğer soru ise örnek bir iş akışının oluşturulması yönündeki etkileri hakkındadır. Katılımcıların %61'i örnek iş akışının BIM'e geçişi kolaylaştıracağına kesinlikle katılmış olup, katılımcıların %27'si ise bu düşünceye katılmaktadır. Örnek bir iş akışının oluşturulmasının avantaj ve dezavantajı mevcuttur. Avantajı; kullanıcıların önlerinde örnek bir iş akışı olması önyargıların yıkılmasına ve kullanımının yaygınlaşmasına katkı sağlayacaktır. Proje yapılırken izlenecek adımların belli olması firmaların BIM'e geçiş sürecini kolaylaştıracaktır. Dezavantajı ise her projenin kendine özgü özellikleri mevcuttur. Bu yüzden her proje kendi içinde değerlendirilmeli ve özel

olarak modellemesi yapılmalıdır. Bundan dolayı örnek bir iş akışı her projeye uyum sağlayamayacağı için kullanıcıların hata yapmalarına neden olabilir.

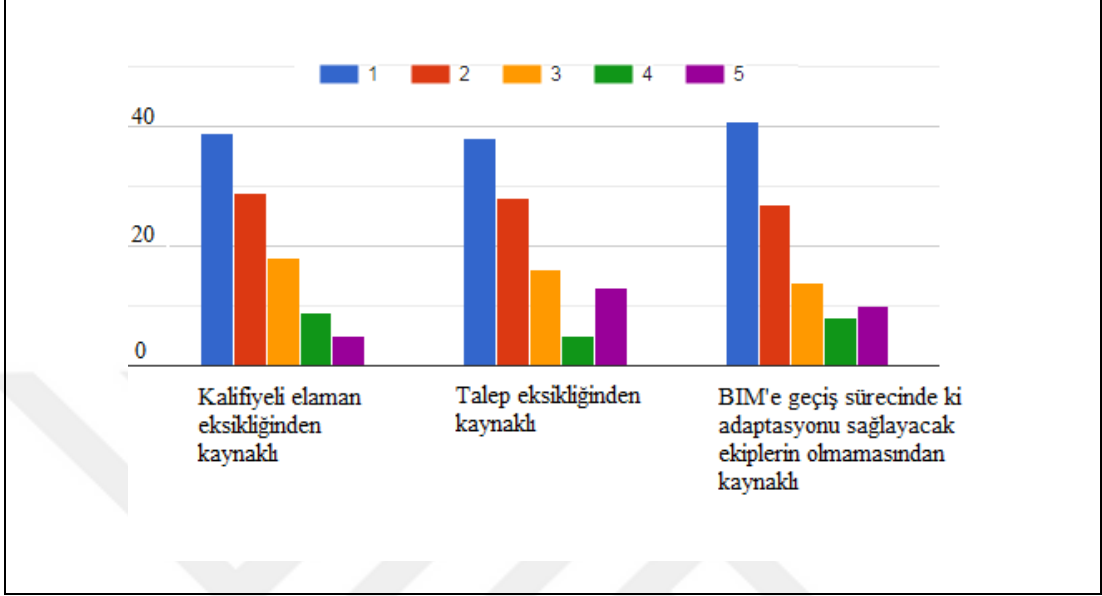
Bölüm 6: BIM'e geçişin gecikmesi hakkında değerlendirme



Şekil 3.24. BIM'e geçişin gecikmesi hakkındaki soru ve cevap oranları

Anketin bu bölümünde BIM'e geçişin gecikmesinin neden kaynaklandığı hakkında sorular sorulmuş ve öncelik sırasına göre 1-5 arasında derecelendirilmesi istenmiştir. BIM'e geçişin gecikmesinde yasal dayanakların olmaması yönünde sorulan soruya katılımcıların %47'si 1. derecede önemli görmekteyken, %18 2.dereceden önemli, %18'i 3. dereceden, %7'si 4.dereceden ve %10'u ise 5. dereceden önemli olarak görmektedir. BIM'e geçişin gecikmesinin nedenlerinden biri ise BIM'in tasarım aşamasının daha maliyetli olması yönünde hazırlanan soruya katılımcıların %31'i 1.dereceden önemli, %36 oranındaki katılımcı bu soruya 2.dereceden önemli görmekte, %24 oranındaki katılımcılar 3.dereceden, %6 oranındaki katılımcılar 4.dereceden ve %3 oranındaki katılımcı 5.dereceden önemli görmektedir. Veri tabanının yetersiz olması BIM'e geçişin gecikmesi yönündeki hazırlanan soruya katılımcıların %25'i 1. derece önemli faktör olarak görürken, %38 oranındaki katılımcılar 2.dereceden önemli faktör olarak, %25 oranındaki katılımcı 3.dereceden önemli faktör olarak, %7 oranındaki katılımcı ise 4. dereceden önemli faktör olarak ve %5 oranındaki katılımcılar ise 5. dereceden önemli faktör olarak görmektedir. BIM'in faydalarının tam anlaşılmamasından kaynaklı olarak BIM'e

geçişin gecikmesini %32 oranındaki katılımcılar 1.derece önemli, %36 oranındaki katılımcılar 2.derece önemli, %12 oranındaki katılımcı 3.derece önemli, %10 oranındaki katılımcı 4.derece önemli ve %10 oranındaki katılımcılar ise 5.derece önemli faktör olarak gördüğüne dair cevap vermiştir.



Şekil 3.25. BIM'e geçişin gecikmesi hakkındaki soru ve cevap oranları

Kalifiye eleman eksikliğinden kaynaklı olarak BIM'e geçişin gecikmesi katılımcıların %39'u 1.derece önemli faktör, %29'sı 2.derece önemli faktör, %18'i 3.derece önemli faktör, %9'u 4.derece önemli faktör ve %5'i 5.derece önemli faktör olduğu yönünde yanıt verilmiştir. BIM yapısı gereği teknik bilgileri içinde barındıran bir sistemdir. Bu yüzden nitelikli personel eksikliği BIM'e geçişi yavaşlatan bir etkidir. Talep eksikliğinden kaynaklı olarak BIM'e geçişin gecikmesi yönünde hazırlanan soruya katılımcıların %38'si 1.derece önemli faktör, %28 oranındaki katılımcılar 2.derece önemli faktör, %16 oranındaki katılımcılar 3.derece önemli faktör, %5 oranındaki katılımcılar 4.derece önemli faktör ve %13 oranındaki katılımcılar 5.derece önemli faktör olduğu yönündeki düşüncelerine dair cevap oranları görülmektedir. BIM'e geçiş sürecinde adaptasyonu sağlayacak ekiplerin olmaması BIM'e geçişin gecikmesinde katılımcıların cevaplarına göre %41 oranındaki katılımcı bunun 1.derece önemli faktör olduğunu, %27 oranındaki katılımcı ise 2.derece önemli faktör olduğunu, %14 oranındaki katılımcı 3.dereceden önemli faktör olduğunu, %8 oranındaki katılımcılar ise 4.dereceden önemli olduğu yönünde ve %10 oranındaki katılımcılar 5.dereceden önemli olduğu yönündeki yanıtlar anket sonuçlarına yansımaktadır. Bu soruyu genel olarak

değerlendirdiğimizde BIM'e geçişin gecikmesine sebep olan 1. derecede önemli faktörün BIM ile ilgili yasal dayanakların olmamasından kaynaklandığı görülmekte olup anket cevap oranlarıyla ve katılımcıların düşünceleri ile desteklenmektedir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tez çalışmasının bu aşaması üç başlıkta incelenecektir. Birinci başlıkta anket çalışmasından elde edilen bulgular değerlendirilecek, ikinci başlıkta Türkiye’de BIM’in geleceği hakkında bulgular incelenecek ve çalışmanın üçüncü başlığında ise BIM uygulamaları için izlenmesi gereken işlem adımlarının neler olması konusunda tespitler yapılacaktır.

4.1. Anket Çalışmasının Değerlendirilmesi

BIM’in kullanımı, tanımı, kullanımı engelleyici faktörleri, avantajları, kullanımının aktif olması için gerekli olan süre vb. konular hakkında 28 soruluk anket hazırlanıp cevaplarıyla beraber değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler şu şekildedir.

- Katılımcılara BIM’in tanımı sorulduğunda büyük çoğunluk yapının sürdürülebilirliğini sağlayan ve yapının tüm aşamalarında yer alan bir süreç olduğunu söylemişlerdir. BIM’in bir süreç mi yoksa program mı olduğu sorusuna ise her ikisinde BIM kavramının içinde bulunduğunu belirtmişlerdir. BIM konusunda katılımcılara bilgi sahibi olup olunmadığı sorulduğunda yarısının BIM hakkında bilgi sahibi olduğu, diğer yarısının ise BIM hakkında bilgi sahibi olmadığı görülmektedir. BIM hakkında genel bilgi althığına sahip olursa bile detaylı olarak BIM hakkında bilgi sahibi olunmadığı görülmektedir.
- Katılımcıların büyük çoğunluğu BIM konusunda uygulama yapmadığını ancak eğitim aldıklarını belirtmişlerdir. BIM kullanan katılımcılar ise BIM’i projelerde çoğunlukla 3D (görselleştirme) amacıyla kullandıklarını belirtmişlerdir. BIM’in uygulanabilirliği konusunda çoğu katılımcı zamanla kullanımının yaygınlaşacağını düşünmektedir. BIM’in uygulanabilirliği konusunda olumsuz düşünen katılımcı oranının azınlıkta olduğu görülmektedir. Nitekim şu anda ülkemizde BIM’in kullanıldığı projeler bulunmaktadır. Ancak BIM kullanımının yaygınlaşması için zaman gereklidir. Zaman konusunda katılımcılara 10 yıl içinde BIM kullanım oranının ne olacağı yönünde sorulan soruya ise katılımcıların %40’ı kullanım oranının %0-25 olacağını, %38 oranındaki katılımcıların ise %25-50 olacağı yönünde soruya cevap vermişlerdir. BIM’in aktif kullanımı için 10 yıldan daha fazla bir süre

gerektiği yönünde düşüncelerini bildirmişlerdir.

- BIM'in kullanılabilirliğini etkileyen en önemli faktörler; BIM farkındalık eksikliğinin yaşanması, BIM eğitim eksikliğinin yaşanması ve BIM kullanımı için devlet desteği sağlanmamış olması şeklindedir. Katılımcılar tarafından BIM aktif olarak kullanıldığında proje yapım aşamalarından, tasarım aşamasında ve tasarım öncesi aşamalarda daha çok kullanılacağı yönünde yanıt verilmiştir.
- BIM kullanımının yaygınlaşmasının sonucunda; yapılan proje kontrollerinde kolaylaştırıcı yönde etkisi olacağını ve inşaat aşamasında karşılaşılabilecek problemlerin daha önce tespit edilmesi yönünde katkı sağlayacağı katılımcılar tarafından en çok cevap verilen iki seçenek olmuştur.
- BIM'e geçişi kolaylaştırıcı faktörler hakkında sorular sorulmuş ve burada belirlenen en önemli iki özellik ise devlet desteğinin sağlanmış olması ve örnek bir iş akışının oluşturulmasıdır.
- BIM'e geçişin gecikmesinin neden kaynaklandığı hakkında seçenekler sunulmuştur. Katılımcılar tarafından belirlenen iki önemli özellik ise; BIM ile ilgili yasal dayanak olmaması ve BIM'e geçiş sürecinde adaptasyonu sağlayacak ekiplerin olmamasından kaynaklı olduğunu belirtmişlerdir.

4.2. Türkiye'de BIM'in Geleceği Hakkındaki Bulgular

Yapılan literatür çalışması, anket çalışması ve mevcut yapılardaki hataların incelenmesi sonucunda Türkiye'deki yapı sektörü hakkında değerlendirmeler yapılacaktır.

Literatür çalışmasında BIM'in tanımı, BIM ile birlikte kazanılan kavramların araştırılması, BIM'in avantajları, dezavantajları ve BIM'e geçiş yapılmasının nedenleri, Türkiye'de ve dünya ülkelerinde BIM ile yapılan uygulama projeleri incelenmiştir. BIM ile birlikte projeye dair çok boyutlu tasarım, bütünleşik proje teslimi, nesne tabanlı tasarım, birlikte çalışabilirlik, LOD detay seviyeleri şeklindeki kavramlar yapı sektörüne kazandırılmıştır. BIM ile yapılan uygulama projeleri incelendiğinde çok kapsamlı projelerin yapılmasına imkân tanıdığı görülmektedir. Örneğin; İYH projesinde BIM kullanılarak yapılan çakışma analizi testinde 320500

tane çakışma tespit edilmiş ve hepsi çözümlenmiştir. Bu örnekten de anlaşıldığı üzere ülkemizde BIM kullanılması gereken bir yöntemdir.

Ülkemizde var olan sistemi tamamen bir anda değiştirmek mümkün olmamakla beraber aşamalı olarak BIM'e geçiş süreci tamamlanabilir. Ülkemizde bütünleşik BIM uygulamaları çok fazla yapılamamakta ancak mimari, statik veya mekanik-elektrik vb. projelerde BIM münferit olarak kullanılmaktadır.

Türkiye'de BIM uygulamaların artması için yasal dayanakların oluşturulması gerekmektedir. Yasal dayanaklarla BIM'in karşılığı oluşturulduğunda BIM kullanımı ülkemizde yaygınlaşacaktır. Buna bağlı olarak uygulama projeleri artacak ve yapı sektörü köklü bir değişim yaşayacaktır.

Türkiye'de BIM konusunda kalifiye personel eksikliği mevcuttur. Ancak son yıllarda BIM hakkında üniversitelerde lisans ve lisansüstü eğitimlere başlanmıştır. Bu durum da BIM'in teknik personel ihtiyaçlarının giderilmesine katkı sağlayacaktır (Selim, 2019).

Türkiye'de İstanbul Büyükşehir Belediye'si BIM'in metro projelerinde kullanımının zorunlu hale getirilmesi konusunda çalışmalar yapmaktadır. BIM ile hazırlanan projelerde başarılar elde edilmiş ve daha nitelikli projeler üretilmiştir. Bunun için Türkiye'de zorunlu olarak BIM kullanımı sağlandığında uygulama projelerinin sayılarında artış olacaktır.

Ülkemizde BIM'in kullanıldığı projelerde sağladığı faydalar somut olarak görülmektedir. Kompleks tasarım isteyen projelerin geleneksel yöntemlerle yapılması mümkün değildir. BIM'in sağladığı faydaların farkına varıldığından dolayı özellikle özel sektörde BIM konusundaki gelişmeler yakından takip edilmeye başlanmıştır. Bu durum ülkemizde BIM'in önümüzdeki yıllarda daha aktif kullanılacağını göstermektedir.

Geleneksel çalışma düzeni ekip çalışmasına uygun değildir. BIM ile yapılan projeler ekip ve koordineli çalışma imkânı sunmaktadır. Proje yapımı aşamalı bir süreçtir. Türkiye'de ekip çalışması sağlandığında projelerdeki bilgi kirliliği ortadan kalkmış olup daha doğru ve kapsamlı projeler yapılmaya başlanacaktır.

Projeler için hazırlanan tasarım, metraj hesapları, iş planları, iş süresi, yönetim gibi hazırlanan verilerin BIM ile bütünleşmesi gereklidir. IFC tabanlı BIM, dijital

ortamda hazırlanan verilerin okunmasına imkân tanımaktadır. Ancak ülkemizde IFC uyumlu veri hazırlama şu an mevcut değildir.

Geleneksel yöntemler kullanılarak hazırlanan projelerde üç boyutlu tasarım ve fizibilite çalışmaları detaylı yapılmadığından dolayı revize projelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum zaman ve maliyet konusunda artışlara neden olmaktadır. BIM bu sorunlara çözüm sunmaktadır. Bu durum da ülkemizde BIM'in uygulanabilirliğini arttırmaktadır.

Tez çalışmasında yapı sektöründeki yapılan hatalar incelenmiştir. İncelenen yapılar şu an proje yapımında kullanılan klasik yöntemlerle yapılmıştır. Örneklerden de anlaşıldığı üzere ülkemizde yeni bir proje yapım yöntemine ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Bu anlamda BIM değerlendirildiğinde hem diğer ülkelerdeki kullanımı hem de ülkemizde yapılan projelerdeki başarısıyla uygulanması en doğru model olduğu görülmektedir.

Türkiye'de BIM konusunda adaptasyon sıkıntıları çekilmektedir. Adaptasyonu sağlayacak alanlarında uzman ekiplerin ülkemizde oluşturulması gereklidir.

Ülkemizde BIM'e geçiş sürecinin nasıl olması gerektiğine dair çalışmalar mevcut değildir. Yatırımcılar hakim olmadıkları bir sistemin içinde olmak istememektedir. Bunun için geçiş aşamalarının belirlendiği çalışmalar yapılmalıdır ve belirlenen işlem adımları geliştirilmelidir.

4.3. BIM Uygulamaları İçin Yol Haritasının Oluşturulması

Hangi alanda proje çalışması yapılacaksa öncelikli hedefin BIM'i projede aktif kullanabilmek için en etkili yöntemin ne olduğu konusunda karar verilmesi gerekmektedir. Bu bölümde ülkemizde BIM'i proje çalışmalarında kullanmak isteyenler için yol haritası oluşturulması hedeflenmektedir. Bu yol haritası tez çalışması boyunca yapılan literatür çalışması ve anket çalışması sonucunda varılan kanılara istinaden hazırlanacaktır.

BIM'in sağlayacağı avantajlar sıklıkla tez çalışmasında anlatılmıştır. Ancak projeler kendi içinde değerlendirilip sonuçları göz önüne alındığında sağlayacağı avantajlar daha net olarak görülecektir. BIM'e geçiş yapacak olan proje paydaşları için böyle bir değişikliğe ihtiyaç duyduklarını ve klasik yöntemlerden farklı olarak

nasıl hizmetler sunacağını değerlendirip BIM kullanmaya başlamalıdır. Projeye ait tüm iş süreçleri değerlendirilip karar verilmelidir.

Daha önce CAD yazılımlarına geçiş yapılırken düşünülen her detay BIM sistemi içinde düşünülmelidir. BIM'in tanımının ne olduğu ve bu tanımın yapı sektörüne kazandırdıklarını, uygulama aşamalarının ne olduğu ve proje yapım aşamalarının BIM ile uygulama yönteminin nasıl olacağı, veri altyapısının nasıl oluşturulacağı, BIM kullanımı için gerekli olan yazılımların neler olduğu, BIM kullanımının nasıl olacağı gibi birçok soruya cevap bulunmalıdır.

BIM sistemine geçmeyi düşünen firmaların, kurumların öncelikle yapması gereken şey şu anki kullandıkları proje aşamalarını ve projelerin zaman ve maliyet yönünden değerlendirildiği bir çizelge oluşturmalarıdır. Aynı çizelge BIM içinde hazırlanmalıdır. Daha sonra yapılan analiz ve simülasyon testleri yönünden bu iki yöntemin karşılaştırılması yapılmalıdır. Yapının tüm yaşam döngüsü boyunca geleneksel yöntemlerin kullanılıp kullanılmayacağı açısından da değerlendirme yapılmalıdır.

Ülkemiz için bir BIM modeli hazırlanırken, yasal düzenlemeleri ve uygulama aşamaları tamamlanmış ülkelerden destek alınmalıdır. Oluşturulan mevzuatlar incelenmeli ve buna göre BIM hakkındaki yasal boşlukların düzenlenip tamamlanması BIM'e geçiş için yapılması gerekenlerin en temel işlem adımıdır. BIM konusunda en önemli kuruluş sayılan Building Smart gibi kurum ya da kuruluşlardan BIM konusunda adaptasyon ile ilgili destek alınabilir ve adaptasyon sürecinin en iyi şekilde atlatılması hedeflenmelidir.

BIM çalışmalarında başarılı olmak için sadece proje yöneticileri değil tüm proje paydaşlarının beraber çalışabilirliği konusunda çalışmalar yapılmalıdır.

Çizelge 4.1. Ülkemizde BIM'e geçiş için izlenecek adımların yol haritası

BIM komisyonlarının oluşturulması
BIM ile ilgili yasal mevzuatın oluşturulması ve bu mevzuatın ulusal düzeylere çıkarılması
BIM çalışmalarının kontrolü için denetleme biriminin oluşturulması ve eğitimler verilmesi
BIM ile ilgili tüm tanım, avantaj, dezavantajlarının incelenmesi
Kurum yapısının incelenmesi ve ona uygun hedeflerin belirlenmesi

Çizelge 4.1. (devam)

Detaylı şekilde vizyon çalışması yapılması
Tasarımı yapılacak model için planlama ve hazırlık yapılması
Plan üzerinde tasarımın yapılması
Hazırlanan tasarım modelinin kontrolü
Simülasyon testleri ve analizlerinin yapılması
Yapılan testlerin detaylandırılması ve sonuçlarının rapor edilmesi
Yapım aşaması için planlama ve hazırlık
Yapının uygulama aşamasına geçilmesi
Yapının uygulama aşamasının tamamlanması ve gerekli kontrollerin yapılması
Proje teslim koşullarının oluşturulması
Yapının inşasından sonra rutin şekilde kontrol mekanizmasının oluşturulması
Yapının sürdürülebilirliği hakkındaki çalışmaların yapılması

BIM'e geçiş için hazırlanan Çizelge 4.1'deki aşamaların gerçekleşmesi gerekmektedir. Ancak tüm projelerde bütün adımlar hemen gerçekleştirilemeyebilir. Bundan dolayı öncelikli olarak büyük projelerde BIM kullanımı sağlanmalı diğer projelerde ise aşamalı şekilde BIM kullanımı sağlanmalıdır.

Tez çalışmasının hedeflerinden biri ülkemizde kullanılması düşünülen BIM modeli için projelerde kullanılmak üzere uygulama planı önermektir. Bunun için düşünülen BIM uygulama planı işlem adımları aşağıdaki gibidir.

Bu işlem adımları;

1. Proje paydaşlarının birlikte çalışabilirliğini sağlayacak altyapının oluşturulması
2. Projelerde kullanılacak yazılımların tespiti
3. Proje alan tespiti ve mevcut durum değerlendirilmesi
4. Tüm modellerin ve donatı bilgilerinin oluşturulması
5. Yapıya ait analizlerin yapılması
6. Proje kontrolü, proje teslimi ve sürdürülebilirlik çalışmalarının yapılması şeklinde uygulama planı işlem adımları önerilmiştir.

Önerilen BIM uygulama planı için hazırlanan adımları incelendiğinde;

Adım 1: Proje paydaşlarının birlikte çalışabilirliğini sağlayacak altyapının oluşturulması

BIM proje paydaşlarının birlikte çalışabilirliğini sağlayan bir sistemdir. Ancak bunun için gerekli altyapının oluşturulması gereklidir. Altyapının oluşturulması için proje koordinatörlüğünü sağlayacak BIM'e geçiş yapan ülkelerde olduğu gibi BIM koordinatörü tanımlamasına ihtiyaç duyulmaktadır. BIM koordinatörlüğü yapacak kişi deneyimli, alanında uzmanlaşmış, BIM tabanlı projede görev yapmış ve BIM tabanlı bir programa hakim olan kişilerden seçilmelidir. BIM koordinatörü, diğer görev alacak kişiler arasında koordinasyonu etkili biçimde sağlamalıdır. Sadece BIM koordinatörü değil BIM uzmanı kişilerinde ekipte yer alması gerekir. Bu kişilerin BIM uzmanlık konularına göre görev organizasyonu yapılmalıdır. Hazırlanan görev dağılımı ve iş programına göre yapılan tasarımlarda hatalar oluştuğunda gerekli düzeltmeyi yapacak BIM uzmanı devreye girip düzeltmeleri yapmalıdır. Yapılan düzeltme daha sonra tüm proje paydaşları tarafından görülmelidir. Örnek olarak hazırlanan tüm uygulama planları proje paydaşlarıyla birlikte değerlendirilmeli ve eksikliklerin giderilmesi için çalışmalar yapılmalıdır. BIM ile ilgili proje yapımının artıları eksileri değerlendirilmeli ve fikir birliğinin sağlanması gerekmektedir. Bunun için BIM ile yapılan projeler incelenebilir ve kazanımları somut bir şekilde değerlendirilebilir. Proje paydaşlarının birbiriyle uyumunu sağlamak için destek alınabilir.

BIM konusunda eğitim almış, BIM ekibi oluşturulmuş ve BIM farkındalığını tamamen kavramış personellerle proje uygulamaları yapılmalıdır. Uygulama projeleri yapılarak BIM projeleri konusunda BIM ekibinin deneyim kazanması hedeflenmelidir. BIM'e geçiş için teknik personel eksiklikleri giderilip deneyim kazanıldığında uygulama projeleri için diğer işlem adımlarına geçilebilir.

BIM hakkında yasal eksiklikler giderilip yeni oluşturulacak sistemle uyumlu olacak şekilde maddelerin tasarlanması hedeflenmelidir. Bunun içinde BIM konusunda deneyimli kurumlardan, kişilerden destekler alınabilir.

Adım 2: Projelerde kullanılacak yazılımların tespiti

Projeler için BIM yazılımı seçilirken projeye en uygun ve en güncel sürümün kullanılmasına dikkat edilmelidir. Ancak BIM yazılımı seçilirken, oluşturulan BIM ekibinin kullanım becerilerine uygunluğu da göz önünde bulundurulmalıdır. Uygun yazılım seçildikten sonra programın kütüphanesi incelenmeli ve yeterli olup olmadığı konusunda araştırma yapılmalıdır. Her proje kendi içinde özeldir. Bunun için programda hazır olarak kullanılacak şablon dosyalarının üretimi BIM ekiplerince yapılabilir. Bu konuda seçilen yazılım firmasından destek alınabilir.

BIM için hazırlık yaparken teknolojik olarak uyum süreci değerlendirilmelidir. BIM kütüphanesinde yer alan veriler değerlendirilip hazırlanacak olan projelerde ne gibi eksikliklerinin olacağı tespit edilmelidir. Örneğin BIM sisteminde yer alan Revit şu an ülkemizde kullanımı yaygın olan AutoCAD programı ile veri akışına elverişlidir. Ancak ülkemizde kullanılan uzunluk birimleri BIM kütüphanesinde yer almamaktadır. Bu gibi örnekler çoğaltılıp projeler üzerinde durum değerlendirilmesi yapılmalıdır.

Modelleme ve proje yapımı için ihtiyaçlar doğrultusunda seçilen yazılımlarla hazırlanacak dosya çeşitlerinin formatının nasıl olacağı belirlenmelidir. Mevcut olan dosyaların standart bir dosyalama formatı oluşturulmalı ve veri standardı elde edilmelidir. BIM kullanıcılarının ortak dil kullanmaları amacıyla Building Smart tarafından geliştirilen IFC (Industry Foundation Classes - Temel Endüstri Sınıfları) şeklinde hazırlanmış bir dosya türü mevcuttur. BIM'i klasik yöntemlerden ayıran özellik analizler yapılara en uygun modelin hazırlamasıdır. Bundan dolayı analizlerin yapılması için veri akışını sağlayacak bir formatta veriler üretilmelidir. IFC uzantılı verilerin oluşturulması yazılımlar arasında veri akışına olanak sağlayacaktır. IFC uzantılı dosyaların hazırlanması proje paydaşları ile donatı bilgilerinin tüm detaylarının paylaşımını kolaylaştıracaktır. Hazırlanan projede kullanılacak tüm yapı elemanlarına ait bilgilerinin IFC olarak hazırlanması hem yapı malzemelerinin üreticilerine hem de modeli hazırlayan kişiye büyük kolaylık sağlayacaktır. Çünkü yapıya ait bilgiler en doğru haliyle sistem üzerinde olduğu için yapılacak hataların önüne geçilmiş olunacaktır. Bu durum iş tekrarını azaltacak ve hataları en aza indirilmesine büyük katkı sağlayacaktır.

Adım 3: Proje alan tespiti ve mevcut durum değerlendirme aşaması

Yapılacak olan projenin mevcut durumunun detaylı olarak incelenmesi gerekmektedir. Projeyi hazırlayacak firmanın veya kurumun mevcut durumu incelenmelidir. Daha önce yapmış oldukları projelerin nasıl yürütüldüğü incelenmeli ve buna göre proje yapımındaki eksiklikleri belirlenmelidir. Firmaya veya kuruma ait personel sayısı ve görevleri belirlendikten sonra BIM ile yapılacak olan proje yönetimindeki görevlerinin belirlenmesi ve uzmanlık alanlarına göre sınıflandırılması gerekir. BIM'den proje paydaşlarının beklentileri, kullanılan yöntemlerin yetersizliği, BIM ile proje yapımında nelerin değişeceği konusunda bir tespit yapılmalı ve tüm proje paydaşları bu konuda bilgilendirilmelidir. Proje tamamlandıktan sonra BIM'den beklentilerin ne kadarının gerçekleştiği belirlenmelidir. Bu durum BIM ile proje yapımının başarısı olarak görülmelidir.

Mevcut durum tespiti projenin her aşamasında proje paydaşları için altlık görevinde olacaktır. Proje alanı ile ilgili ilk tespitlerin doğru yapılması projenin diğer işlem adımlarının da daha güvenilir olarak ilerleyeceğini göstermektedir. Mevcut durum tespiti tüm proje paydaşlarına doğru karar verme konusunda yardımcı olacaktır.

Proje alanı tespiti yapılırken arazinin topografik durumu detaylı olarak incelenir. Eğim durumu, bitki örtüsü, yola yakınlık durumu ve çevreye ait diğer tüm verilerin tespitinin yapılmasına olanak sağlar. Bu incelemelerden sonra kazı dolgu miktarları hakkında çalışmalar yapılabilen ve proje maliyeti tahmin edilebilmektedir.

Adım 4: Tüm modellerin ve donatı bilgilerinin oluşturulması

BIM yazılımı seçildikten sonra yapı malzemeleri konusunda karar verilen tüm bilgilerin IFC dosya uzantılı şekilde programa veri akışı sağlanır. Örneğin; BIM uygulamaları için bu aşamada tasarlanan pencereye ait tüm malzeme bilgileri belirlenmelidir. Model, uzunluk, genişlik, renk, kol detayı, kol detay bilgileri vb. bilgilerin sistemde oluşturulması gerekir. Oluşturulacak modelin analizlerinin yapılması ve doğru sonuçlar elde edilmesi için bu bilgilerin eksiksiz olarak belirlenmesi oldukça önemlidir. Bunun yanı sıra mekanik ve elektrik tasarımı, altyapı

tasarımı, otopark tasarımı, ısıtma ve soğutma sistemi ve akıllı ev sistemi için tüm donatı bilgilerinin bu aşamada belirlenip sisteme aktarımı yapılmalıdır.

Uygulama planının bu adımında hazırlanan projeye ait alan hesapları, metraj hesapları, kullanılacak olan tüm malzeme bilgileri, yapının yükseklik, genişlik ve kat bilgisi gibi bilgilerin verilmesi, kullanılacak tüm donatılara ait özelliklerinin belirlenmesi ve tüm tesisat bilgilerin oluşturulması, ısıtma ve soğutma sistemlerinin belirlenmesi vb. bilgilerin hazırlanmasıyla ana model elde edilmiş olacaktır. Hazırlanan ana model analizlerin yapılması için hazır duruma getirilmiş olacaktır.

Çizelge 4.2. Oluşturulacak model içeriği (Autodesk, 2014)

Modelin Adı	Model İçeriği	Proje Fazı	Modeli Üretecek Şirket	Kullanılacak Araç
Koordinasyon Modeli	Ana binanın; mimari, strüktürel ve MEP bileşenleri	Tasarım geliştirme ve imalat dokümanları	ABC Designers	Yazılım
Arazi-Mevcut Durum Modeli				
Mimari Model				
Yapısal Model				
MEP Modeli				
Yapım Modeli				
Koordinasyon Modeli				
Uygulanmış Proje (As-Built) Modeli				

Uygulama planı mevcut, mimari, yapısal, mekanik ve elektrik modellerden oluşmaktadır. Projenin yapılacağı alan için detaylı mevcut durum değerlendirilmesi, topografik durumun incelenmesi, kazı ve dolgu miktarlarının değerlendirilmesi ve

yakın çevredeki yapıların incelenmesi gibi mevcut model oluşturulmalıdır. Analizlerin yapılması için veri tabanının oluşturulması gerekmektedir. Bunun için projeye ait alanın, alan hesapları, metraj hesapları, kullanılacak olan tüm malzeme bilgileriyle mimari model oluşturulmalı, yapıya ait mekanik elektrik sistemlerinin analizlerin yapılabilmesi için yapının yükseklik, genişlik ve kat bilgisi gibi bilgilerin verilmesi, kullanılan donatı özelliklerinin belirlenmesi gibi yapısal model oluşturulmalıdır. Tüm tesisat bilgilerin oluşturulması, ısıtma ve soğutma sistemlerinin belirlenmesi için mekanik elektrik model oluşturulmalıdır. Tüm modellerinin birleşimiyle yapıya ait ana model oluşturulmuş olacaktır. Ana model tasarımı tamamlandıktan sonra analizler, simülasyon testleri ve sürdürülebilirliğin sağlanması için çalışmaların yapılmasıyla önerilen uygulama planı tamamlanmış olacaktır (Akkoyunlu, 2015).

Adım 5: Yapıya ait analizlerin yapılması

Bu aşamaya kadar yapılan tüm çalışmalar analizlerin yapılabilmesi için oluşturulmuş altlıklardır. Hazırlanan modelin veri güvenilirliği ne kadar yüksek ise yapılan analizler gerçeğe yakın sonuçlar sunacaktır. Mevcut kullanılan yazılımlarla analizlerin yapılması mümkün değildir. Bu yönüyle BIM, geleneksel yöntemlerden ayrılmaktadır. Modellemede yapılan veri değişikliği analiz sonuçlarına direk etki eder. Bu durum zaman ve maliyet konusunda tasarruf sağlar.

Bu adımda yapılacak analizler; görselleştirme, enerji, ısıtma ve soğutma, iklimlendirme, mekanik ve elektrik, ışık ve gölge, alan analizi, yapısal analiz, maliyet analizi, iş programı analizi, çakışma kontrol analizleri, yapısal elamanların kontrol analizleri vb. şekilde analizler yapılabilir. Analizlerin sonuçları rapor halinde sunulduğu için yapılacak olan kontroller de kısa sürede tamamlanacaktır. Analizlerin yapılması yapının inşa aşamasında oluşacak olumsuzlukların önüne geçecektir. Analizler yapılırken karşılaşılan sorunlar ve tüm sonuçlar raporlanacaktır. Değiştirilmesi gereken özellikler modellerde uzman kişilerce değiştirilir ve analizler kısa sürede tekrarlanır. İstenilen sonuçlar elde edilene kadar bu işlem adımı devam eder. Analiz çalışmaları ve kontroller sağlandıktan sonra yapım aşamasına geçilecektir. LOD 400 detay seviyesinde boyut, şekil, lokasyon ve konum bilgileri modellenerek doğru analizlerin yapılması için imkân tanınır (Akkoyunlu, 2015).

Çizelge 4.3. BIM ile yapılan analizler (Akkoyunlu, 2015)

Analiz Adı	Analiz İçeriği/ Amacı Bilgi	Alınan Model
Mevcut Durum Analizi	Yapının mevcut durumun ne olacağını belirlenmesi	Mevcut Yapı Modeli
Alan (emsal) Analizi	Alan hesaplarının ve mimari unsurların uygunluğunun kontrol edilmesi.	Mimari & Yapısal Model
Yapısal (Statik) Analiz	Statik analiz ve yapısal elemanların uygunluğunun kontrolü	Yapısal Model
Çakışma Analizi	Modellerde bulunan tüm yapı elemanların ilişkilerinin üç boyutlu modelde denetlenmesi. Çakışmaların belirlenip, raporlanıp, düzeltilmesi.	Mimari , Yapısal ve MEP modeli
4D (İş Programı) Analizi	Üç boyutlu model üzerinden iş programının yapılması uyumunun sağlanması ile analizler	Mimari , Yapısal ve MEP modeli
Enerji Analizi	İklimlendirme, çevreyle dost yapılar için uygun malzeme kullanımı, Işık ve gölge analiz değerlendirmeleri.	Mimari , Yapısal ve MEP modeli
Görselleştirme	Yapıların üç boyutlu olarak tasarlandığında görsel olarak değerlendirilmesi.	Mimari , Yapısal ve MEP modeli
Maliyet Analizi	Maliyet analizlerinin doğruluğu için yapıya ait tüm metrajların analiz edilmesi.	Mimari , Yapısal ve MEP modeli

Adım 6: Proje kontrolü, proje teslimi ve sürdürülebilirlik çalışmalarının yapılması

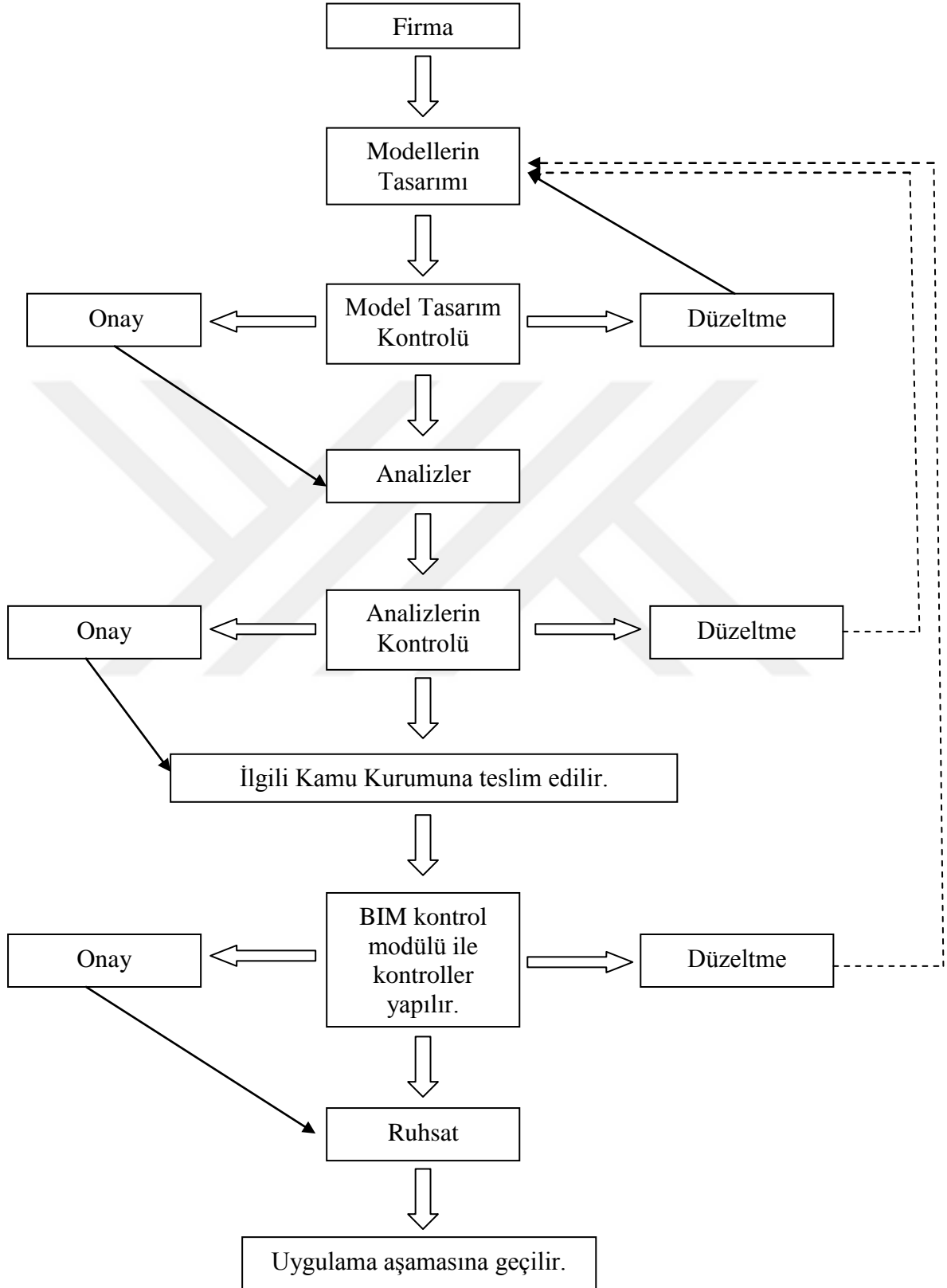
BIM ile hazırlanan projelerin, proje teslimi için de gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Projeler kontrol grubuna teslim edildikten sonra hazırlanan modeller, yönetmelikler, sözleşme şartları ve analiz sonuçları değerlendirilir. Proje kabul edilir ya da gerekli düzeltmelerin yapılması öngörülür. Gerekli düzeltmeler ilgililerce tamamlandıktan sonra proje teslimi gerçekleşmiş olacaktır. Ancak BIM, proje tesliminden sonra da yapı hakkında çalışmalarına devam eder. Yapıdan maksimum seviyede faydalanmak ve belirli aralıklarla yapılacak kontrollerle yapının sürdürülebilirliğini sağlamayı

hedeflemektedir. Trafik, ses, enerji, atık yönetimi gibi simülasyon testleri yapılarak yapının çevreye ait düzeninin devamlılığı sağlanmış olacaktır. BIM ile yapılan yapıların çevreye etkileri araştırıldığından çevreyle dost yapıların oluşmasına katkı sağlanacaktır. BIM sadece yapının yapımını değil yapının şantiye kontrolü ve çevresel faktörlerini de değerlendirip sürdürülebilirliği amaç edinmektedir. BIM projelerinde simülasyon testleriyle beraber sürdürülebilirlik sağlanmış olacaktır.

Çizelge 4.4. BIM ile yapılan kontroller (Akkoyunlu, 2015)

Bım Modeli	İlgili Kurum Tarafından Kontrol Edilecek Kriterler
Mevcut Model	Mevcut yapının durumu Çevre değerlendirilmesi yapılmalı ve hazineye ait yapılar, kamulaştırmaya konu olan alanlar, koruma alanları vb. yerler kontrol edilmeli ve tedbirler alınmalıdır. Zemin ve topografya kriterleri değerlendirilmeli ve kontrol edilmeli Altyapı (içme suyu, doğalgaz vb.) çalışmaları olup olmadığı kontrol edilmeli.
Mimari Model	Alan hesaplarının kontrolü Mimari yapı elemanlarının kontrolü Taban alanlarının kontrolü Mimari açıdan değerlendirilmesi gereken yönetmeliklerin kontrolü
Yapısal Model	Zemin mekaniğinin kontrol edilmesi Statik açıdan değerlendirilmesi gereken yönetmeliklerin kontrolü Yapısal (Statik) analizlerin kontrolü Yapısal model elemanlarının kontrolü
Mekanik-Elektrik Model	Yapıya mekanik-elektrik tesisat kontrolleri Tüm tesisat kontrollerinin yapılması Enerji analizi kontrolü
Uygulama Aşaması	Saha yönetiminin kontrolü İş programı kontrolleri Yapının çevreye etkilerinin kontrol edilmesi Trafik ile ilgili kontroller Yapı denetim kontrolleri

Literatür araştırması ve incelenen çalışmalar neticesinde BIM kontrol ve onay döngüsü Şekil 4.1.'deki gibi düşünülmektedir.



Şekil 4.1. BIM projelerinin kontrol ve onay döngüsü

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez hazırlık aşamasında literatür çalışması, anket çalışması ve BIM uygulama planı önerisi için araştırmalar yapılmıştır. BIM kavramının ne olduğunu, avantajlarını, dezavantajlarını, BIM ile yapılan projeler hakkında çalışmalar ve BIM kullanımı yaygın olan ülkeler detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmada yapılan anket uygulaması için kamu ve özel sektör çalışanları ile çoğunluğunun mühendis ve mimarlardan oluştuğu 100 katılımcı ile anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışmasında; BIM hakkında bilgi sahibi olup olunmadığı ve BIM kullanımındaki eksikliklerin neler olduğu, BIM geçişi için neler yapılması hakkında sorular sorulmuş olup gelen yanıtlara göre cevap oranları belirlenmiştir. Anket çalışmasına katılanların cevaplarıyla beraber BIM'in Türkiye'de uygulanabilirliği konusunda fikir sahibi olunmuştur. BIM hakkında hem katılımcılara bilgi vermek hem de tez çalışması için BIM'in uygulanabilirliği için neler yapılması gerektiğinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

5.1. Sonuçlar

Tez çalışmasının amaçları çalışmanın birinci bölümünde belirtilmiştir. Bu amaçlar doğrultusunda ülkemiz için yeni bir proje yönetim anlayışı olan BIM'in uygulanabilirliğinin araştırılması ve proje uygulamalarında önerilecek bir yol haritası oluşturulması hedeflenmiştir. Bu amaçlar doğrultusunda ülkemizde BIM'in uygulanabilirliği konusunda literatür çalışması ve anket çalışmasıyla beraber araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar doğrultusunda uygulama projelerinde kullanılacak yol haritası oluşturulmuştur. Çalışmada yapılan araştırmalar ve uygulanan BIM projelerinin faydaları belirtilmiştir. Ülkemizde kullanılan proje yöntemleri ile BIM karşılaştırıldığında BIM'e neden geçiş yapılması gerektiğinin cevabı net bir şekilde görülmektedir.

Anket çalışmasında BIM'e geçiş yapılmasıyla ilgili sorular sorulmuştur. Çoğu katılımcı BIM'e katılmayı uygun görmüş ancak daha zaman gerekli olduğunu savunmuştur. BIM'e geçişte devlet desteğinin ve kullanıcıların BIM konusundaki farkındalığının artırılması gerektiği düşünülmektedir. Ülkemizdeki tüm projelerde BIM'in kullanılmasının uzun yıllar alacağı düşünülmektedir. BIM'e geçiş hemen gerçekleştirilecek bir şey olmamakla beraber BIM'e geçiş içinde çalışmaların

yapılması gerekmektedir. Bunun en önemli nedeni geleneksel yöntemlerle yapılan projelerin ihtiyaçlara tam anlamıyla cevap verememesidir. Projelerde ilk geçiş aşamasında BIM'in faydalarından maksimum düzeyde yararlanılamayacaktır. Ancak yapılan uygulama projelerinin sayısı arttıkça BIM faydaları maksimum düzeye çıkacaktır. BIM projeleri öncelikle büyük çaplı projeler sonra kamu projeleri daha sonra tüm projelerde kullanımı sağlanarak BIM'in kullanılabilirliği arttırılmış olacaktır. Yapılan uygulama projeleri ne kadar çok olursa yapılacak yöntemler ve yol haritaları daha net belirlenmeye başlanacak ve BIM ile başarılı projeler üretilmiş olacaktır. Sürekli olarak iyileştirme çalışmaları yapılarak BIM'e etkili geçiş aşamaları sağlanabilir.

BIM'e geçiş sürecinde hem teknik olarak hem de proje ekibi olarak nelerin yapılması gerektiği konusunda çalışmalar yapılmalıdır. Sadece yazılımsal olarak değil proje paydaşlarında adaptasyonu sağlanmalıdır. Bunun için eğitimler verilmeli, BIM ekiplerinin adaptasyonu için destek alınmalıdır. Çünkü kişilerin BIM konusunda fikirleri değişmezse BIM'e geçiş sağlansa bile başarı elde edilemez. Şu an mevcut proje yapımında proje paydaşlarının birlikte çalışabilirliği mevcut değildir. Ancak BIM bu imkânı sunmakta bu yüzden BIM'in birlikte çalışma prensibi geliştirilmelidir. Birlikte çalışma prensibi sağlandığında BIM'e geçiş aşaması kolaylaşacak ve BIM uygulamaları artacaktır. Kullanıcıların BIM hakkında bilgi sahibi olduktan ve adaptasyon çalışmaları sağlandıktan sonra BIM'e geçiş aşamasında yazılımın seçilmesi ve yazılım konusunda eğitim ve kurslar verilmesi gerekmektedir. Ülkemizde şu an BIM'in kullanılmamasının nedeni geçiş aşamasının nasıl olacağının belirsizliği, yazılımların maliyetli olması ve mevcut verilerin uyumlu olup olmadığı konusunda belirsizlik yaşanmasıdır. Bunun için alanlarında uzman BIM danışmanları ile çalışılarak BIM konusunda oluşturulan ekip ile BIM uygulamalarının hazırlanması gerekmektedir.

Yapılan anket çalışmasında BIM'in kullanılıp kullanılmadığı yönünde soru sorulmuş ve katılımcıların büyük çoğunluğunun BIM'i kullanmadığı görülmüştür. BIM'i kullanan katılımcıların çoğu ise üç boyutlu görselleştirme amacıyla kullanmaktadır. Buradan varılan sonuç ise BIM kullanımını ülkemizde yaygın değildir. Anket çalışmasından varılan sonuçla BIM'in yaygın olmamasının nedeni katılımcıların çoğu tarafından, yasal dayanakların olmaması, farkındalık eksikliğinin yaşanması ve BIM'e geçişte ekiplerin oluşumunu, çalışmalarını, adaptasyonunu

sağlayacak ekiplerin olmamasından kaynaklandığını düşünmektedirler. Bu eksiklikler giderildiğinde BIM kabulünün daha kolay olacağı düşünülmektedir.

Tez çalışması boyunca görülen devlet desteği ve yasal dayanakların oluşturulması, uygun veri tabanının oluşturulması, personel ve eğitim eksikliklerinin giderilmesi, yazılımların tanıtımının yapılması, standartların ve örnek iş akışının oluşturulması, müşteri taleplerinin sağlanması gibi eksiklikler giderildiğinde BIM'e geçiş sürecinin hızlanacağı düşünülmektedir. Bu eksiklikler tamamlandığında dördüncü bölümde önerilen uygulama planıyla beraber BIM projeleri üretilmeye başlanabilir.

Akademik çalışmalardan, akademisyen görüşlerinden, BIM konusunda tecrübeli olan kişi veya kurumlardan ve BIM'e geçiş sürecini tamamlayan ülkelerden BIM'e geçiş konusunda destekler alınabilir. Tespit edilen hatalardan kaçınılıp önerilen işlem adımları uygulandığında BIM'e geçiş süreci başarılı şekilde tamamlanacaktır. Tez çalışmasında belirlenen işlem adımları gerçekleştirildiğinde BIM'in kullanılabilirliğinin artacağı düşünülmektedir. Eğer bu işlem adımları geliştirilip aktif kullanım sağlanırsa tez çalışmasının amacına ulaşmış olacağı düşünülmektedir.

Yapılan araştırmalara göre BIM'in uygulanabilirliği için dikkat edilmesi gereken unsurlar:

- Proje paydaşlarının BIM hakkında bilgi sahibi olması için araştırmalar yapması gerekmektedir.
- Proje katılımcılarının BIM'in sağlayacağı avantaj ve dezavantajlarının neler olduğu konusunda detaylı çalışmalar yapılması gerekmektedir.
- BIM'e geçiş yapan kurumların mevcut durum tespiti yapılmalı ve ona uygun işlem adımları oluşturulmalıdır.
- BIM ile oluşturulacak veri altlığının belirli standartlar doğrultusunda hazırlanması gerekmektedir.
- Kullanılacak yazılımların tanıtımının yapılması ve eğitimlerinin alınması gerekmektedir.
- BIM çalışmaları için devlet desteğinin sağlanması gerekmektedir.

- BIM sisteminin sunmuş olduğu analizlerin yapılabilmesi için doğru ve eksiksiz veri altlığı oluşturulmalıdır.

Projelerin yapımında belirlenen unsurlara dikkat edildiğinde BIM'e geçiş süreci hızlanacaktır. BIM'in sağlayacağı faydalar elde edilmeye başlanacaktır. Faydaları sıralandığında;

- BIM proje paylaşımları arasında iş birliğinin sağlanmasına yardımcı olacaktır.
- BIM zaman ve maliyet açısından daha tasarruflu projeler üretilmesine yardımcı olacaktır.
- Gerçeğe yakın projelerin üretilmesine yardımcı olacaktır.
- Proje teslim süresi hızlı, doğru ve eksiksiz şekilde tamamlanacaktır.
- Kontrol grubu için yapılacak kontrollerde büyük kolaylık sağlanmış olacaktır.
- Müşteri talepleri tüm boyutlarıyla gerçekleştirilmiş olacaktır.
- Ülkelerin ekonomilerinde büyük orana sahip olan inşaat sektörü köklü bir değişim yaşayacaktır. Bu köklü değişimle uluslararası standartlara uygun yapılar oluşturulacaktır.
- BIM ile proje yapımının artmasıyla beraber BIM konusunda deneyimli kişilerin sayısında artış olacaktır.
- Sürdürülebilir proje anlayışıyla beraber yapıların yaşam döngüsü boyunca faydalarından maksimum seviyede yararlanılacaktır.
- Çevreyle dost yapıların sayılarında artış sağlanmış olacaktır.
- Yapılan analiz çalışmaları neticesinde projenin yapım aşamasındaki olumsuzlukların yaşanmasının önüne geçilmiş olacaktır.

Tez çalışması boyunca yapılan araştırmalarla beraber bu sonuçlara varılmıştır. Bu sonuçlara istinaden BIM'e geçiş konusunda bazı işlem adımları oluşturulmuştur. Bu işlem adımları dördüncü bölümde detaylı olarak ele alınmıştır.

Tez konusu, Türkiye'de BIM'in uygulanabilirliğinin araştırılması şeklinde belirlenmiştir. Tez konusu olarak değerlendirildiğinde, mevcut kullanımının az sayıda olduğu sonucuna varılmıştır. BIM uygulamasıyla yapılan projelerin ise çoğunlukla büyük kamu projeleri olduğu tespit edilmiştir. Ülkemizde proje yönetimi

ve işleyişi olarak yeni bir anlayış ihtiyacı olduğundan dolayı BIM'in bu anlamda uygulanabilecek en iyi yöntem olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda tez çalışmasında hem BIM'e geçiş için izlenecek işlem adımları belirlenmiş hem de uygulama plan önerisinde bulunulmuştur.

5.2. Öneriler

Çalışmada BIM uygulama planları için işlem adımları önerilmiştir. Bu çalışmada önerilen model çalışmalarda uygulanabilir ve geliştirilmesiyle BIM ülkemizde yaygınlaştırılabilir. Tez çalışmalarında yapılan araştırmalar, BIM konusunda yapılacak çalışmalara altlık niteliği taşıyabilir. Bundan dolayı BIM ile ilgili çalışmalar daha çok yapılabilir ve ülkemizde BIM kullanımını yaygınlaştırılabilir.

Farklı disiplinlerle çalışma sisteminin geliştirilmesiyle hem projelerin verimin artmasına hem de BIM çalışma prensibine uyumlu olmasından dolayı çalışmalara katkı sağlayacaktır.

Tez çalışmasında da fark edilen temel sorunlardan birisi BIM konusunda bilgi eksikliğidir. Bu anlamda daha çok eğitimler verilebilir.

BIM'e geçiş yapmayı düşünenler için uygulama plan alanları ve pilot bölgeler seçilip uygulamalar yapılabilir. Her projenin kendine özgün özellikleride olsa kullanıcıların kullanımını ve düşünce sistemini geliştireceğinden dolayı uygulamaların yapılıp geliştirilmesi büyük önem taşıyacaktır.

Ülkemizde BIM ekipleri kurulmalıdır. Projelerin baştan sona yönetimi organize edilmeli ve başarılı projeler sunarak BIM'in gelişimine katkı sağlanmalıdır.

Tez çalışmasının başından beri BIM'in amaçlarının ve faydalarının anlaşılması gerektiği anlatılmıştır. Bu yüzden BIM'e geçiş yapılmadan önce tüm proje paydaşları BIM konusunda detaylı olarak bilgilendirilmelidir. Yeterli derecede bilgi altyapısı oluşturulduktan sonra uygulama projeleri yapılmalıdır.

BIM'e geçiş yapmış ve başarı elde etmiş ülkelerin uygulama adımları incelenmeli, destek alınmalı ve benzer tarzda çalışmalar yapılmalıdır. BIM'in gelişmesi için sadece şahısların veya firmaların değil, kamu kurumlarının ve üniversitelerin de gelişime katkı sağlaması gerekmektedir.

Ülkemizde BIM'e büyük çaplı projelerden başlanarak tüm projelerde uygulanması için çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu durum ise uygulama projelerinin sayılarının artmasına ve faydalarının somut olarak anlaşılmasını sağlayacaktır.

Ülkemizde BIM konusunda mevzuat eksikliği mevcuttur. Yasal dayanakların oluşturulması gereklidir. Ülkemizde yapılacak yapıların, BIM ile uygulanması düşünülen analiz çalışmalarının herhangi bir yasal olarak karşılığı yoktur. Isı yalıtımı konusunda bazı yasal çalışmalar yapılmıştır. Ancak bu çalışmalar geliştirilmelidir. Örneğin ülkemizin fay hattında olan şehirlerinde yapılan yapılara analizler uygulanarak deprem anında can ve mal kaybının önüne geçilmiş olunacaktır. Başka örnek verildiğinde ise çakışma analizleri, çevre analizleri, altyapı analizleri vb. şekilde analizler geliştirilerek uygulandığında şehirlerdeki çarpık kentleşmenin önüne geçilmiş olunacaktır. Bu nedenlerden dolayı yapılacak analizler yasal dayanaklarla güçlendirilmeli ve uygun şartlar sağlandığında BIM ile proje yapımı zorunlu hale getirilmelidir.

BIM'in geliştirilmesi için BIM konusunda teknik personellerin yetiştirilmesi gereklidir. Bundan dolayı üniversitelerde BIM hakkında dersler verilmeli ve uygulama projeleri yaptırılmalıdır.

Bu tez kapsamında BIM uygulamalarına geçişte izlenecek adımlar ve uygulama projeleri için geçiş adımları belirlenmiştir. Ülkemizde yapılması planlanan BIM uygulama projelerinde BIM projeleri yapan ülkelerin projeleri, Building Smart gibi BIM'in gelişimine en çok destek veren kuruluşlardan veya akademik çalışmalardan destek alınarak BIM uygulamaları geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

- Ademci, M., E. 2018. An Analysis Of BIM Adoption In Turkish Architectural, Engineering And Construction (AEC) Industry, Master Thesis, Mimar Sinan Fine Arts University, Institute of Science and Technology, Civil Engineering, 115, İstanbul.
- Akkoyunlu, T. 2015. Kentsel Dönüşüm Projeleri için BIM Uygulama Planı Önerisi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 210, İstanbul.
- Alkawi, G. 2016. Mimarlık Eğitiminde BIM Tabanlı Disiplinlerarası İşbirliği Önerisi, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Ortamında Sanat ve Tasarım Anabilim Dalı, 108, İstanbul.
- Anonim, 2019a. <http://www.tekof.com/2012/04/bim-nedir-yap-bilgi-modellemesi.html> (Erişim tarihi:15.09.2019)
- Anonim, 2019b. <https://bimmade.com/information/2/bim-in-boyutlari> (Erişim tarihi:25.09.2019)
- Anonim, 2019c. <http://revit-up.blogspot.com/2009/02/autodesk-unveils-revit-architecture.html> (Erişim tarihi: 08.10.2019)
- Anonim, 2019d. <https://www.bentley.com/en/products/product-line/modeling-and-visualization-software/microstation>, (Erişim tarihi: 12.10.2019)
- Anonim, 2019e. <https://reviews.financesonline.com/p/bentley-microstation/#what-is>, (Erişim tarihi:12.10.2019)
- Anonim, 2019f. https://www.edulearn.com/article/what_is_revit_architecture.html, (Erişim tarihi: 13.10.2019)
- Anonim, 2019g. <https://blog.bilisimegitim.com/archicad-nedir/>, (Erişim tarihi: 13.10.2019)
- Anonim, 2019h. <https://www.ibb.istanbul/News/Detail/34155>. (Erişim tarihi: 15.10.2019)
- Anonim, 2019i. <http://www.turkerler.com/proje/etlik-entegre-saglik-kampusu/76> (Erişim tarihi: 15.10.2019)
- Anonim, 2019i. <https://www.emaarsquaremall.com/hakkimizda> Erişim tarihi: 20.10.2019)
- Anonim, 2019j. <http://www.kalyongrup.com/tr-tr/projeler/tamamlanan-projeler/ust-yapi-projeleri/finasnkent-konutlari.aspx> (Erişim tarihi: 21.10.2019)
- Anonim, 2019k. <http://www.manzaraadalar.com.tr/blog> (Erişim tarihi: 21.10.2019)
- Ark, D. 2012. Building and Planing. Danish Association of Architectural.

- Atay Tosun, B. 2019. YBM Standartlarının Karşılaştırmalı İncelenmesi ve Ulusal Standardizasyon Çalışmaları Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilişim Anabilim Dalı, 127, İstanbul.
- Autodesk, 2014. BIM Pilot Deployment Workbook, Autodesk Inc
- Azhar, S., Hein, M., Sketo, B. 2011. Building Information Modeling: Benefits, Risks and Challenges, Leadership and Management in Engineering, 241- 252.
- Bahadır, İ. 2018. Yapı Bilgi Modellemesi Uygulama Planının Yapı Bilgi Modellemesi Yazılımı Kullanılabilirliğine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 89, İstanbul.
- Çetinkaya, E. İ. 2017. İnşaat Sektöründe BIM ve Dijital Üretim Kavramlarının. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 147, İstanbul.
- Elmalı, Ö. 2018. Türkiye’de Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) Farkındalığının ve Hukuki Zorunluluğunun Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 108, Kayseri.
- Erdem, B. 2018. Yapı Bilgi Modellemesi Tabanlı Yalın Tasarım Yönetimi Üzerine Bir İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 139, İstanbul.
- Erdik, M. 2018. Yapı Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesinin Adaptasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 109, Balıkesir.
- Gerçek, B., Tokdemir, B., İlal, E., & Günaydın, H. M. 2017. BIM execution process of construction companies for building projects. 9th 88 International Structural Engineering and Construction Conference: Resilient Structures and Sustainable Construction. Valencia, Valencia Üniversitesi.
- Gülerses, F. 2018. Yapı Bilgi Modellemesi (5D) ile Maliyet Yönetiminin Avantaj ve Dezavantajlarının Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 99, İstanbul.
- Inusah, Y. 2018. Kentsel Türk İnşaat Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Uygulamalarının Yaygınlığı ve Uygulamalardaki Başarı Düzeyleri Üzerine Bir İnceleme. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 76, Antalya.
- Karataş, İ. 2018. Danışmanlık Hizmetlerinde Yapı Bilgi Modelleme. Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 136, Osmaniye.
- Kopuz, B. 2015. İnşaat Projelerinde Etkin Bir BIM Uygulaması İçin. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 137, İstanbul.
- Muratoğlu, H. 2015. BIM Kullanımının Tasarım Aşamasında Kaynaklanan Uyuşmazlık Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 149, İstanbul.

- NBIMS, 2007. National Institute of Building Sciences, National BIM Standard
- Öz Döşer, A. M. 2016. Integration Of BIM To Facility Management, Mimar Sinan Fine Arts University Institute Of Science And Technology, MSc. Thesis, İstanbul, 92, 2016.
- Özge, R. E. 2009. Mimarlık Pratiğinde Yapı Bilgi Sistemleri. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 75, İstanbul.
- Özorhon, B. 2018. Yapı Bilgi Modellemesi IBB Anadolu Yakası Raylı Sistem Projeleri, 1. Baskı. İstanbul: Abaküs
- Öktem, S. 2016. BIM'e Geçiş Sürecinin Organizasyonel ve Operasyonel Çerçevesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 197, İstanbul.
- Sarı, R. 2017. An Investigation Of Building Information Modeling Maturity In Turkish Small-Medium Size Enterprises Architectural And Engineering Firms, Master Thesis, Middle East Technical University, 227, Ankara.
- Sarıçiçek, T. 2019. Türkiye'de Mimarlık Şirketleri için BIM Uygulama Yol Haritası. Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 213, Gaziantep.
- Selim S. 2019. Türkiye'de Yapı Bilgi Modellemesinin Mimari Projelerde Kullanımı Üzerine Bir Uygulama Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 111, Trabzon.
- Yer, B. 2017. BIM Uygulamalarında Sözleşmelerden Kaynaklanan Sorunların İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, 141, İstanbul.

EKLER

Ek 1: Yapı Bilgi Modellemesi'nin Türkiye için Uygulanabilirliğinin Araştırılması Anketi

Sayın Katılımcı,

Bu araştırmada, Yapı Bilgi Modellemesi'nin (BIM) Türkiye için uygulanabilirliğinin araştırılması ve BIM projelerinin başarıyla tamamlanması için etkili olan faktörlerin belirlenmesi, BIM'e geçiş sürecini nelerin etkilediğini, BIM'in avantajlarının ve dezavantajlarının farkında olup olunmadığının araştırılması amaçlanmaktadır. Building Information Model olarak bilinen yapı bilgi modellemesi anket çalışması boyunca İngilizce kısaltmasıyla yani BIM olarak kullanılacaktır. Bu tez çalışması Ondokuz Mayıs Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü tarafından yürütülmektedir. Aşağıdaki sorular akademik amaçla kullanılacaktır.

Tez çalışmasına olan katkılarınızdan dolayı teşekkür ederim.

Gözde ŞAHİNKAYA
gozdesahinkayaa@gmail.com

Bölüm 1: Genel Bilgiler

1) İş pozisyonunuz?

(Yalnızca bir şıkka işaretleyin.)

- Mühendis
- Mimar
- Akademisyen
- Müteahhit
- Yönetici

2) Cinsiyetiniz?

(Yalnızca bir şıkka işaretleyin.)

- Kadın
- Erkek

3) Çalıştığınız sektör?

(Yalnızca bir şıkka işaretleyin.)

- Özel
- Kamu

4)Eğitim seviyeniz?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- Lisans
- Yüksek Lisans
- Doktora
- Diğer

5)Çalıştığınız yerin tanımı?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- Kamu Kurumu
- Mimarlık Firması
- Üniversite
- Yüklenici Firma
- Yatırım Şirketi
- Diğer

6)Tecrübe yılınız?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- 0-5 yıl
- 5-10 yıl
- 10-15 yıl
- 15+

7)Ağırlıklı olarak çalıştığınız proje sektörü hangisidir?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- Kamu projeleri
- Ticari projeler
- Konut projeleri
- Endüstriyel projeler
- Diğer

Bölüm 2: BIM Hakkında Genel Değerlendirme

8)BIM hakkında bilginiz var mı?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- Evet
- Hayır

9) BIM'i kullandığınız projeler oldu mu?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- Evet
- Kullanmayı hedeflediğimiz projeler mevcut
- Hayır
- Diğer

10) BIM tanımını sizin için hangisidir?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- Üç boyutlu çizim yapan bir program
- Maliyet hesabı yapan bir program
- İş programı düzenleyen bir program
- Çok boyutlu bir program
- Yapının sürdürülebilirliğini sağlayan ve yapının tüm aşamaların da yer alan bir süreç

11)BIM'in nasıl kullanılacağını biliyor musunuz?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- Evet
- Eğitim alıyoruz
- Hayır

12) BIM'in sağlayacağı avantajları biliyor musunuz?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- Evet
- Hayır

13)BIM'in dezavantajlarını biliyor musunuz?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- Evet
- Hayır

14)BIM bir süreç midir?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- Evet
- Hayır

15)BIM bir program mıdır?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- Evet
- Hayır

16)Projelerinizde BIM'i kullandıysanız hangi amaçla kullandınız?

(Uygun olanların tümünü işaretleyin.)

- 3D (Görselleştirme)
- Fizibilite çalışmaları
- İş programı düzenlemek amacıyla
- Maliyet çalışmaları amacıyla
- Simülasyon testleri için
- Çakışma analizleri amacıyla
- Şantiye planlaması için
- Sürdürülebilir proje planlaması için
- Henüz kullanılmıyor

17)BIM çok boyutlu çalışma prensibine sahiptir. BIM'in boyutları hakkında bilginiz var mı?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- Evet
- Hayır

Bölüm 3: BIM'in Kullanabilirliği Hakkında Değerlendirme:

18)BIM'in aktif olarak kullanılabilirliğini etkileyen en önemli faktör hangisidir?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- BIM farkındalık eksikliği
- BIM eğitim eksikliği
- Kullanılacak yazılımların yüksek maliyetli olması
- BIM için devlet desteğinin sağlanmamış olması
- BIM ile proje yapımında talep eksikliği yaşanması

19)BIM'in ülkemizde uygulanabilirliği hakkında düşünceleriniz.

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- Uygulanamaz
- Uygulanabilir ama zaman gerekli
- Öncelikle kamu projelerinde uygulanmalı
- Tüm projelerde uygulanabilir
- Diğer

20)Ülkemizde 10 yıl sonra BIM'in projelerde kullanılma yüzdesinin kaç olacağını düşünüyorsunuz?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- %0-25
- %25-50
- %50-75
- %75-100

21)"Türkiye'de BIM proje yönetimi konusunda en etkili yöntemdir." yorumuna katılıyor musunuz?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- Evet
- Hayır
- Diğer

22)Ülkemizde BIM'e aktif olarak geçişin ne kadar süre sonunda olacağını düşünüyorsunuz?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- 0-5 yıl
- 5-10 yıl
- 10+ yıl

23)Ülkemizde mevcut BIM kullanım yüzdesi sizce kaçtır?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- %0-10
- %10-30
- %30-50
- %50-70
- %70-90
- %90+

24)Ülkemizde BIM'in kullanıldığı kamu projeleri var mıdır?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- Evet
- Hayır
- Diğer

25)BIM kullanımı sağlandığında projenin hangi aşamasına daha çok katkı sağlayacağını düşünüyorsunuz?

(Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

- Tasarım Öncesi
- Tasarım
- İnşaat aşaması
- İnşaat sonrası

Bölüm 4: BIM'in Kullanımının Yaygınlaşması Hakkında Değerlendirme

26)BIM kullanımının yaygınlaşmasının sonucu olarak soruları değerlendiriniz.

(Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.)

	<i>Kesinlikle Katılıyorum</i>	<i>Katılıyorum</i>	<i>Nötr</i>	<i>Katılmıyorum</i>	<i>Kesinlikle Katılmıyorum</i>
BIM projelerde aktif olarak kullanıldığında yapılan proje kontrollerinde kolaylaştırıcı yönde katkı sağlar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM ile yapılan projeler proje teslim süresine katkı sağlar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM projelerde aktif olarak kullanıldığında iş tekrarı azalır.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM kullanımı proje paydaşları arasındaki işbirliği sorununa çözüm olur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Maliyetlerde azalma olur Çevreyle dost yapıların sayısında artış olur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM kullanılmasının sonucu olarak inşaat aşamasında karşılanabilecek olan problemler daha önce tespit edilir.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bölüm 5: BIM'e Geçiş Kolaylaştırıcı Faktörler Hakkında Değerlendirme

27) Uygun olanları işaretleyiniz.

(Her satırda yalnızca bir şık işaretleyin.)

	<i>Kesinlikle Katılıyorum</i>	<i>Katılıyorum</i>	<i>Nötr</i>	<i>Katılmıyorum</i>	<i>Kesinlikle Katılmıyorum</i>
Devlet desteğinin sağlanması BIM'e geçişi kolaylaştırır.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM'e geçişin kolaylaştırılması için uygun veri tabanı oluşturulmalıdır.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM hakkında sürekli eğitimler verilmelidir.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Müşteri talepleri kullanımın yaygınlaşmasında önemli etkidir.	<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"/>
Kullanılacak olan yazılımların tanıtımının yapılması BIM'e geçişi kolaylaştırır.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Örnek bir iş akışı oluşturmak kullanımı artırır.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bölüm 6: BIM'e Geçişin Gecikmesi Hakkında Değerlendirme

28) BIM'e geçişin gecikmesi neden kaynaklanmaktadır?

(Her satırda yalnızca bir şıkki işaretleyin.)

	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
BIM ile ilgili yasal dayanak olmaması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM'in tasarım aşamasının daha maliyetli olması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Veri tabanının yetersiz olması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM faydalarının tam anlaşılmasından kaynaklı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kalifiye eleman eksikliğinden kaynaklı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Talep eksikliğinden kaynaklı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BIM'e geçiş sürecinde ki adaptasyonu sağlayacak ekiplerin olmamasından kaynaklı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Gözde ŞAHİNKAYA

Doğum Yeri : Bafra/SAMSUN

Doğum Tarihi : 19. 03. 1991

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise :Kızılırmak Anadolu Lisesi (2009)

Lisans :Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği (2015)

Yüksek Lisans :Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı (02/2017 –)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Devlet Su İşleri (2017- Halen)

NAS Şehircilik ve Planlama (2016- 2017)