

HAZİRAN 2021

Yüksek Lisans - Mimarlık

SEDA TAN

T.C.

HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDE BIM
UYGULAMALARININ YAYGIN KULLANILMAMASINA
NEDEN OLAN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ

MİMARLIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEDA TAN

HAZİRAN 2021

**Türk İnşaat Sektöründe BIM Uygulamalarının Yaygın
Kullanılmamasına Neden olan Faktörlerin Belirlenmesi**

Hasan Kalyoncu Üniversitesi

Mimarlık

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Doç. Dr. Gülden AYALP

Seda TAN

Haziran 2021



© 2021 [SEDA TAN]



LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE YÜKSEK LİSANS KABUL VE ONAY FORMU

Mimarlık Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi **Seda TAN** tarafından hazırlanan “**TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDE BIM UYGULAMALARININ YAYGIN KULLANILMAMASINA NEDEN OLAN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ**” başlıklı tez, **28/06/2021** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucu **başarılı** bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Görevi

Unvanı, Adı ve Soyadı

İmzası:

Kurumu/Üniversitesi

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Gülden AYALP

Hasan Kalyoncu Üniversitesi

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Ülkü ALTINOLUK

Hasan Kalyoncu Üniversitesi

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Adem ATMACA

Gaziantep Üniversitesi

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

Prof. Dr. İbrahim GÜZELBEY
Enstitü Müdür Vekili

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

Seda TAN

İmza

ÖZET

TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDE BIM UYGULAMALARININ YAYGIN KULLANILMAMASINA NEDEN OLAN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ

TAN, Seda

Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Gülden AYALP

Haziran 2021

232 sayfa

Yapı Bilgi Modellemesini (Building Information Modelling- BIM) sistem, yaklaşım, yöntem, süreç, bilgi modeli gibi birçok şekilde tanımlamak mümkündür. BIM uygulamaları, bir 3B bina bilgi modelinin oluşturulmasını ve farklı disiplinlerin bu model üzerinde birlikte çalışmasını sağlar. Ek olarak, bina bilgi modelinde depolanan veriler bir binanın tüm yaşam döngüsünü kapsar. Proje yönetimi süreçlerinin yürütülmesi ve kontrolü ile güvenilir inşaat süreçleri oluşturur. Model üzerinde işlenen güncel veriler ile çeşitli simülasyonlar yapılarak elde edilen analizler sonucunda mümkün olan en iyi tasarıma ulaşılmasını sağlar. BIM uygulamalarının avantajlarına rağmen, diğer ülkelerle karşılaştırıldığında Türk inşaat sektöründeki kullanımı yaygın değildir. Belirtilen nedenle, bu çalışmada, Türk inşaat sektöründeki mimarlık ve mühendislik kurumlarında halihazırda BIM uygulamalarının yaygın olarak kullanılmamasına neden olan faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, literatür taraması ile veri toplanarak anket formu oluşturulmuştur. Kapsamlı literatür taraması ile BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasıyla ilgili 46 olası kriter belirlenmiştir. Hazırlanan anket formları ülke genelinde Türk inşaat sektöründe aktif olarak çalışan mimar ve inşaat mühendislerine e-posta ile iletilerek çalışmanın verileri

toplanmıştır. Veri toplama işlemi 07.07.2020 - 14.11.2020 tarihleri arasında gerçekleştirilmiş ve toplamda eksiksiz doldurulan 141 anket formundan elde edilen bilgiler ile çalışmanın verileri elde edilmiştir. Toplanan verilerin istatistiksel analizleri “Office 365 Excel 2019”, “SPSS 22.0 for Windows” ve “LISREL 8.7 for Windows” paket programları aracılığı ile yapılmıştır. Analizler sonucunda, BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına neden olan 8 faktör elde edilmiştir. Bununla birlikte, Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının yaygın kullanımının önündeki en önemli engellerin; BIM kullanımına yönelik teşvik eksikliği, BIM farkındalığının olmaması, BIM uygulamalarına geçişi tanıtmak için yeterli çalışma yapılmaması, BIM tabanlı programlarla ilgili ortaya çıkabilecek sorunlar olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Building Information Modeling (BIM), BIM uygulamalarının benimsenmesi, Proje ve yapım yönetimi, Türk inşaat sektörü.

ABSTRACT

IDENTIFYING FACTORS LIMITING THE PREVALENT USE OF BIM TECHNOLOGY IN THE TURKISH CONSTRUCTION INDUSTRY

TAN, Seda

M.Sc. in Architecture

Supervisor: Doç. Dr. Gülден AYALP

June 2021

232 pages

It is possible to define Building Information Modeling (BIM) in many ways such as system, approach, method, process, information model. BIM technology enables the creation of a 3D building information model and that allowing different disciplines to work together on this model. In addition, the data stored on the building information model scopes the entire life cycle of a building. It creates reliable construction processes with the execution and control of project management processes. It provides that the best possible design is achieved as a result of the analysis that is obtained by making various simulations with the current data processed on the model. Despite the advantages of BIM technology, its use in the Turkish construction industry is not widespread compared with several countries. Identified that for this reason, in this study, it is aimed to identify the factors that cause the in architectural and engineering institutions in the Turkish construction sector to not use BIM applications widely. With a comprehensive literature review, 46 possible criteria were identified regarding not to use of BIM applications widely. The data of the study were collected by the survey forms prepared were sent via e-mail to the architects and civil engineers actively working in the Turkish construction industry throughout the country. The data

collection process was carried out between 07.07.2020 - 14.11.2020 and the data of the study were obtained with the information obtained from 141 questionnaire forms in total, which were filled in full. The statistical analysis of the data collected was carried out using "Office 365 Excel 2019", "SPSS 22.0 for Windows" and "LISREL 8.7 for Windows" package programs. As a result of the analysis, 8 factors were obtained that caused BIM applications not to be widely used. Along with this, it has been obtained that the most important obstacles in the prevalent use of BIM applications in the Turkish construction industry; lack of incentives for the use of BIM, lack of BIM awareness, insufficient studies to introduce the transition to BIM applications, the problems that may occur regarding to BIM-based programs.

Key Words Building Information Modeling (BIM), BIM Technology Adoption, Project and construction management, Turkish Construction Industry.



Çok kıymetli aileme.....

TEŞEKKÜR

Bu alıŐma sűresince tűm bilgilerini benimle paylaŐmaktan kaınmayan, her tűrlű konuda desteęini benden esirgemeyen ve tezimde bűyűk emeęi olan, aynı zamanda kiŐilik olarak da bana çok Őey katan Hasan Kalyoncu Ŭniversitesi űęretim űyelerinden danıŐman hocam, sayın Doç. Dr. Gűlden AYALP'e sonsuz minnet ve teŐekkűrlerimi sunarım.

Ayrıca tűm hayatım boyunca her zaman ve her koŐulda beni destekleyen, aldıęım tűm kararlarda arkamda olan ve maddi manevi hiçbir fedakarlıktan kaçınmayarak benim Őu an bulunduęum konuma gelmemde en bűyűk paya sahip olan aileme sonsuz teŐekkűr ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	x
İÇİNDEKİLER.....	xi
TABLolar LİSTESİ	xv
ŞEKİLLER LİSTESİ	xviii
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	xix
BÖLÜM 1	1
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı, Önemi ve Sınırlılıkları.....	4
BÖLÜM 2	6
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	6
2.1. Ulusal çalışmalar.....	6
2.2. Uluslararası çalışmalar.....	17
BÖLÜM 3	26
3. BIM (BUILDING INFORMATION MODELLING) GELİŞİMİ VE İNŞAAT SEKTÖRÜNDEKİ YERİ.....	26
3.1 BIM Nedir?.....	28
3.2 BIM'in Tarihsel Gelişim Süreci.....	29
3.3. BIM'in Boyutları.....	30
3.4. BIM Yetenek Aşamaları/BIM Olgunluk Seviyeleri.....	34
3.5. BIM için Gelişim Seviyeleri ve Detay Seviyeleri.....	37
3.6. BIM Uygulamaları/BIM Tabanlı Yazılımlar.....	39
3.7. Bina Yaşam Döngüsünde BIM/İnşaat Projesi Yönetiminde BIM.....	42
3.8. İnşaat Sektöründe BIM Benimsenmesi ve Kullanımı.....	48
3.8.1. Küresel İnşaat Sektöründe BIM Benimsenmesi ve Kullanımı.....	48
3.8.2. Türk İnşaat Sektöründe BIM Benimsenmesi ve Kullanımı.....	55
3.9. İnşaat Sektöründe BIM Uygulamalarının Önündeki Engeller.....	59

3.9.1. İnşaat Sektöründe BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Etki Eden BIM Teknolojisi ile İlgili Engeller.....	61
3.9.2. İnşaat Sektöründe BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Etki Eden BIM Farkındalığı ile İlgili Engeller.....	64
3.9.3. İnşaat Sektöründe BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Etki Eden Organizasyon ile İlgili Engeller.....	66
3.9.4. İnşaat Sektöründe BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Etki Eden BIM Eğitimi ile İlgili Engeller.....	71
BÖLÜM 4	74
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	74
4.1. Materyal.....	74
4.2. Yöntem.....	74
4.2.1. Literatür incelemesi.....	74
4.2.2. Araştırma evreni ve örneklem seçimi.....	75
4.2.3. Anketlerin hazırlanması.....	75
4.2.4. Verilerin toplanması.....	81
4.2.5. Verilerin analizi.....	81
4.2.5.1. Güvenirlilik analizi.....	82
4.2.5.2. Tanımlayıcı istatistikler.....	82
4.2.5.3. Göreceli önem sıralaması (IRI- The Index of Relative Importance)	84
4.2.5.4 Hipotez testleri.....	84
4.2.5.5. Açıklayıcı faktör analizi (AFA).....	85
4.2.5.6. Doğrulayıcı faktör analizi (DFA).....	87
4.2.6. Verilerin değerlendirilmesi.....	90
BÖLÜM 5	91
5. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	91
5.1. BIM uygulamalarını kullanmayan firma çalışanlarına uygulanan anketin güvenilirlik analizi.....	91
5.2. Türk İnşaat Sektöründe BIM kullanılmama nedenlerinin tanımlayıcı istatistikleri.....	92
5.2.1. Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcılara ait verilerin normallik testleri.....	92

5.2.2. Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan anket katılımcılarına ait yüzde (%) ve frekans dağılımları.....	93
5.2.2.1. Örneklem grubunun demografik özellikleri.....	93
5.2.2.2. Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, BIM uygulamalarının yaygın kullanılmaması ile ilgili kriterlerin değerlendirmeleri.....	97
5.3. Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcılara ait verilerin göreceli önem sıralaması.....	115
5.4. Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcılara ait verilerin hipotez testleri.....	120
5.4.1. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların BIM uygulamalarının kullanımı ile ilgili bilgi sahibi olup olması arasındaki ilişkinin belirlenmesi.....	121
5.4.2. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe kullanım düzeyi arasındaki ilişkinin belirlenmesi.....	126
5.4.3. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların cinsiyetleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi.....	135
5.4.4. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların eğitim seviyesi arasındaki ilişkinin belirlenmesi.....	139
5.4.5. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların mesleği arasındaki ilişkinin belirlenmesi.....	145
5.4.6. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların inşaat sektöründeki deneyim süresi arasındaki ilişkinin belirlenmesi.....	149
5.4.7. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların görev pozisyonu arasındaki ilişkinin belirlenmesi.....	156
5.4.8. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların hizmet verdiği sektör arasındaki ilişkinin belirlenmesi.....	163
5.4.9. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların ağırlıklı olarak yaptığı proje türleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi.....	167

5.4.10. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların çalıştığı firmadaki personel sayısı arasındaki ilişkinin belirlenmesi.....	172
5.5. BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Faktörlerin Belirlenmesi.....	178
5.6. Doğrulayıcı Faktör Analizi.....	183
BÖLÜM 6	189
6. TARTIŞMA.....	189
BÖLÜM 7.....	193
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	193
7.1.Sonuç.....	193
7.2. Öneriler.....	200
KAYNAKLAR.....	202
EKLER.....	217
EK-1 Anket Bilgilendirme Yazısı.....	217
EK-2 Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılar İçin Araştırmada Kullanılan Anket Formu Kriterler.....	218
EK-3 Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılara Ait Verilerin Güvenilirlik Analizi.....	225
EK-4 Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılara Ait Verilerin Normallik Dağılımları.....	228
EK-5 Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılara Ait Verilerin İllere Göre Dağılımı.....	232

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1: BIM uygulamaları, geliştirici yazılım şirketi ve hitap ettiği disiplinler....	40
Tablo 3.2: Türkiye’deki üniversitelerin BIM uygulamalarıyla ilgili eğitim programları.....	58
Tablo 4.1: Ankette yer alan kriterler ve kaynakları.....	76
Tablo 4.2: Anketlerin değerlendirilmesinde kullanılan değerlendirme kriterleri.....	84
Tablo 4.3: Yapısal eşitlik modeli için uyum ölçütlerinin sınıflandırılması, kriterleri ve model kabulü gerekli uyum değerleri.....	89
Tablo 5.1: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların demografik değişkenleri.....	94
Tablo 5.2: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, uygulamalar/BIM teknolojisi ile ilgili kriterlerin değerlendirmeleri.....	100
Tablo 5.3: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, farkındalık/BIM bilgi düzeyi ile ilgili kriterlerin değerlendirmeleri.....	104
Tablo 5.4: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, organizasyon bazındaki kriterlerin değerlendirmeleri.....	110
Tablo 5.5: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, BIM eğitimi ile ilgili kriterlerin değerlendirmeleri.....	114
Tablo 5.6: Örneklem grubun BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterler ile ilgili göreceli önem sıralaması.....	117
Tablo 5.7: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların BIM bilgisi ile kriterlerin hipotez testleri.....	123

Tablo 5.8: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe kullanım düzeyi ile BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterlerin hipotez testleri.....	131
Tablo 5.9: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların cinsiyetleri ile BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterlerin hipotez testleri.....	136
Tablo 5.10: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların eğitim seviyeleri ile BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterlerin hipotez testleri.....	141
Tablo 5.11: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların mesleği ile kriterlerin hipotez testleri.....	146
Tablo 5.12: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların inşaat sektöründeki deneyim süresi ile BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterlerin hipotez testleri.....	152
Tablo 5.13: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların görev pozisyonu ile BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterlerin hipotez testleri.....	158
Tablo 5.14: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların hizmet verdiği sektör ile BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterlerin hipotez testleri.....	164
Tablo 5.15: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların ağırlıklı olarak yaptığı proje türleri ile BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterlerin hipotez testleri.....	168
Tablo 5.16: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların çalıştığı firmadaki personel sayısı ile BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterlerin hipotez testleri.....	174
Tablo 5.17: BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Faktörler.....	180
Tablo 5.18: Model Uyum İndekslerinin Özet İstatistikleri.....	184

Tablo 7.1: Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılar İçin Araştırmada Kullanılan Anket Formu.....	219
Tablo 7.2: Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılara Ait Verilerin Güvenilirlik Analizi (Alfa ölçeği).....	225
Tablo 7.3: Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılara Ait Verilerin Normallik Dağılımları (Alfa ölçeği).....	228
Tablo 7.4: Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılara Ait Verilerin İllere Göre Dağılımı.....	232



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1: Geleneksel tasarım ve inşaat sürecindeki “Duvarın Üstünden Sendromu”.	26
Şekil 3.2: BIM boyutları.....	33
Şekil 3.3: BIM olgunluk seviyeleri.....	34
Şekil 3.4: BIM Geliştirme Seviyeleri (LOD- Level of Development)	38
Şekil 3.5: BIM Elemanı Detay Seviyeleri için Sandalye Örneği.....	39
Şekil 3.6: İnşaat projesinin yaşam döngüsünde entegre BIM süreci.....	42
Şekil 3.7: PMBOK ve BIM’in proje yönetiminde ortak bilgi alanları.....	44
Şekil 3.8: Dünya ülkelerinde BIM Benimsenme oranları.....	54
Şekil 5.1: BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Faktörlerin Belirlenmesine Yönelik Modele İlişkin Standardize Edilmiş Katsayı Değerlerinin Diyagram Gösterimi.....	188

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

\bar{X}	Aritmetik Ortalama
f	Frekans
σ	Standart Sapma
%	Yüzde
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AEC İnşaat	Architectural, Engineering and Construction- Mimari, Mühendislik ve İnşaat
AFA	Açıklayıcı Faktör Analizi
AIA	The American Institute of Architects
AGFI	Adjusted Goodness of Fit Index - Ayarlanmış Uyum İyiliği İndeksi
BAE	Birleşik Arap Emirlikleri
BBM	Bina Bilgi Modelleme
BCA	Building and Construction Authority - Yapı ve İnşaat Kurumu
BIM	Building Information Modelling
BIMM	BIM Maturity- BIM Olgunluğu
BT	Bilgi Teknolojisi
BTI	British Standards Institute- İngiliz Standartlar Enstitüsü
BÜYEM	Boğaziçi Üniversitesi Yaşam boyu Eğitim Merkezi
CAD	Computer Aided Design- Bilgisayar Destekli Tasarım
CABR	China Academy of Building Research - Çin Yapı Araştırma Akademisi
COBie	Construction Operations Building Information Exchange-

İnşaat İşletmesi ve Yapı Bilgi Transferi

CO ₂	Karbondioksit Molekülü Formülü
CFI	Comperative Fit Index - Karşılaştırmalı Uyum İndeksi
CSFs	Critical Success Factors
CURT	Construction Users Roundtable
DFA	Doğrulayıcı Faktör Analizi
ESOGÜSEM	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi
Gn	Grade n- n. seviyede detaya sahip
GFI	Goodness of Fit Index- uyum iyiliği indeksi
HES	Hidro Elektrik Santrali
HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning- Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Sistemleri
IDM	Internet Download Manager
IFC	Industry Foundation Classes
IFD	Image File Directory
IPD	Integrated Project Delivery- Bütünleşik Proje Teslimi
IRI	Importance Relative Index- Göreceli Önem Endeksi
İTUSEM	İstanbul Teknik Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi
KBF	Kritik Başarı Faktörleri
KMO	KaiserMeyer-Olkin
LOD	Level of Detail- Detay Seviyesi
LOD	Level of Development- Gelişim Seviyesi
NATSPEC	The Australian National Building Specification System
NBS	The National Building Specification

NBIMS	National Building Information Modelling Standarts
nD	n Dimensions- n sayıda boyuta sahip
NFI	Normed Fit Index- Normlu Uyum İndeksi
NNFI	Non-Normed Fit Index - Normsuz Uyum İndeksi
ODTÜ SEM	Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi
PMBOK	Project Management Body of Knowledge- Proje Yönetimi Bilgi Tabanı
PMI	Project Management Institute
RMR	Root Mean Square Residual- Kök Artık Kareler Ortalaması
RMSEA	Root Mean Square Error Of Approximation - Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü
SRMR	Standardized Root Mean Square Residual- Standartlaştırılmış Kök Artık Kareler Ortalaması
USACE-US	Army Corps of Engineers- United States
YBM	Yapı Bilgi Modellemesi
YEM	Yapısal Eşitlik Modeli

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze inşaat sektöründe gelişen teknolojiyle birlikte kullanılan tasarım sistemlerinin de değiştiği görülmektedir. Bu gelişmeler sonucunda ilk olarak geleneksel el çiziminden CAD (Computer Aided Design- Bilgisayar Destekli Tasarım) sistemine geçilmiştir. İlk zamanlar insanların benimsemesi zor olsa da geleneksel el çizimiyle yapılamayan birçok uygulama bu sistemle yapılabildiği için zamanla vazgeçilmez bir sistem haline gelmiştir.

CAD sistemlerinden sonra ise YBM (Yapı Bilgi Modellemesi) ile inşaat sektörü teknolojik olarak evrilmeye başlamıştır. YBM kavramının birçok farklı tanımı bulunmakla birlikte CAD sistemleri ile sunulan seçeneklerin çok ötesinde bambaşka bir ufuk açarak inşaat sektörüne çok boyutlu bir yaklaşım ve uygulama imkânı vermektedir.

Uluslararası literatürde BIM (Building Information Modelling) olarak anılan sistem ülkemizde YBM (Yapı Bilgi Modelleme), BBM (Bina Bilgi Modelleme) terimleri ile anılmaktadır. Bu tez çalışmasında BIM olarak kullanılacaktır.

Literatürdeki BIM tanımlamalarından bazıları şu şekildedir:

CURT (2005)'e göre BIM; bir alet ya da bir bilgisayar yazılımı değil, bir süreç geliştirme yöntemidir.

NBIMS (2007)'e göre ise bir tesisin fiziksel ve işlevsel özelliklerinin sayısal gösterimidir. Bina bilgi modeli, bir tesis hakkında bilgi almak için paylaşılan bilgi kaynağıdır; oluşum aşamasından yıkım aşamasına kadar, yaşam dönemi sırasında alınan kararlar için güvenilir bir temel oluşturur.

BIM, bir yapı projesinin gerçek çevre içerisindeki gösterimidir (Kymmell, 2008).

Underwood ve Işıkdag (2009)'a göre BIM, bir bina ya da bina projesinin tamamını oluşturan tüm yaşam döngüsü süreçlerini destekleyici yeterli bilgi ve doğrudan bilgisayar uygulamalarından yorumlanabilme özelliğine sahip bir bilgi modelidir.

Bimsoft (2019) ise BIM'i birbirinden farklı mimari projelerin tasarımında, inşasında ve sürdürülmesinde görev üstlenenlerin ortak olarak yararlanabileceği 3 boyutlu bir bilgi paylaşım süreci olarak tanımlamış, BIM'in bir mimari yazılım veya mimari program olmadığını; bir bilgi yönetim sistemi olduğunu vurgulamıştır.

McGraw Hill Construction Smart Market 2014 raporu verileri incelendiğinde, Kanada, Fransa, Almanya, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve İngiltere'de BIM uygulamalarının inşaat sektöründeki kullanımının uzun yıllardır devam etmekte olduğu görülmektedir. 2013-2015 yılları arası adı geçen 5 ülke ile Avustralya, Brezilya, Japonya, Güney Kore ve Yeni Zelanda gibi BIM uygulamalarını son yıllarda benimsemeye başlayan ülkelerdeki inşaat sektöründeki pazarların BIM kullanım oranları karşılaştırılmıştır. Yapılan bu karşılaştırma ile BIM uygulamalarını yeni benimsemeye başlayan ülkelerin inşaat sektöründeki pazarlarının, BIM uygulamalarını uzun yıllardır kullanan ülkelere kıyasla BIM kullanımı ile ilgili daha iyi bir performans ve ivme gösterdiği sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra uzun yıllardır BIM uygulamalarını kullanan ABD, BIM kullanımını ve benimsenmesini daha da arttırmak ve daha profesyonel şekilde kullanılmasını sağlamak amacıyla, BIM kullanımı ile ilgili olarak National BIM Standarts (NBIMS 2.0) adını taşıyan kendi standartlarını geliştirmiş ve bu standartları daha da geliştirmek için adımlar atmaktadır. BIM kullanımını ve benimsenmesini arttırmaya yönelik İngiltere'de ise BTI (*British Standarts Institute*- İngiliz Standartlar Enstitüsü), "PAS1192:2" adında oluşturduğu bilgi paylaşım standartları, belirli bir donanım veya yazılımı zorunlu kılmaksızın proje bilgi paylaşımı oluşturma şartlarıdır. BIM kullanımına olumlu etkisi olacak bu adımlarla birlikte 2016 yılında, kamu projelerinde BIM uygulamalarının kullanımını yasal olarak zorunlu hale getirmiştir. Benzer şekilde Almanya ve İtalya, BIM kullanımını yaygınlaştırmak ve kamu projelerinde yasal olarak zorunlu hale getirmek amacıyla kademeli olarak yürütülmek üzere çalışmalar planlamıştır. Bu konuda Finlandiya Eyalet Mülkiyet Hizmetleri Kurumu da 2007'den bu yana projeleri için BIM kullanımını zorunlu hale getirmiştir. BIM kullanımı ile ilgili olarak İskandinav

lkelerinden olan Norveç'te ise Statsbygg adındaki firma, kamu kurumlarının ihtiyaçlarına yönelik projelerin yapımı ve işletmesi ile ilgili çalışmalar yürütmektedir. Statsbygg, 2010 yılından itibaren tüm projelerinde, Mimarlık Mühendislik ve İnaşaat endüstrilerinde birlikte çalışabilirliği kolaylaştırmak amacıyla BuildingSMART Alliance tarafından geliştirilen nesne tabanlı dosya formatı olan, "IFC" dosya formatını kullanmaya başlamıştır. Bununla birlikte, gerçekleştirdiği tüm projelerin yaşam döngüsü boyunca BIM kullanımını zorunlu hale getirmiştir. BIM kullanımı konusunda Singapur'da ise Building and Construction Authority (BCA), 2008 yılında dünyanın ilk model tabanlı sunum sistemi olan "e-submission" adındaki sistemi uygulayan çok kurumlu bir çabaya öncülük ederek dünyanın ilk BIM tabanlı hızlı bina teslim sistemini uygulamaya koymuştur (McGraw Hill, 2014a). BIM kullanımı ile ilgili olarak uluslararası alanda çeşitli ülkelerde devletin, bazı kurum, kuruluş ve firmaların yaptığı bu çalışmaların yanı sıra akademik alanda da BIM ve boyutları, BIM kullanımı, BIM adaptasyonu, BIM olgunluğu ve benzeri konularda birçok çalışma mevcuttur (Eastmen vd., 2011; Azhar, 2011; Morlhona vd., 2014; Kymmell, 2008).

Dünyada kullanımı hızla artan BIM, Türkiye'de ise henüz başlangıç aşamasındadır. Yerel sözleşmelerde ve teknik şartnamelerde yer almaya başlaması sektörde BIM kullanımının artmasında çok etkili olmuştur (ktem, 2016). Türkiye'de inşaat sektöründe BIM uygulamaları kullanımı konusunda çoğu firmanın düşüncesi olumsuz yönde olması rağmen (Erdik, 2018), BIM uygulamalarının faydalarından ya da faydalarının büyük bir kısmından haberdar olarak bilinçli bir şekilde BIM uygulamalarını kullanarak proje üreten firmalar bulunmaktadır (Akkaya, 2012; Inusah, 2018; Elmalı, 2018). Erdik (2018)'e göre, Türk inşaat sektöründe BIM kullanan firmaların kendi adaptasyonunu sağlamak amacıyla kendi iş süreçlerinde uygulayacakları yöntemler, alacağı kararlar ve yapacağı hamleler ile bu firmaların uluslararası alandaki proje deneyimlerinin BIM kullanmayan firmalara yönelik bir ilham kaynağı niteliği taşıyarak BIM kullanımına teşvik edeceği düşünülmektedir. Buna ek olarak Erdik (2018), havalimanları ve hastane projelerinde de kullanılan BIM uygulamalarının kısa süre içerisinde sektörde önemli bir yere sahip olacağı yönünde bir düşünce olduğunu ifade etmiştir. Türkiye'deki kurum, kuruluş ve firmaları BIM kullanımına yönlendirmek ve benimsenmesini sağlamak amacıyla devletin BIM kullanımını zorunlu hale getirdiği projelerin yanı sıra meslek odaları, çeşitli BIM uygulamalarının kurslarını vermektedir. Eğitim alanında ise İstanbül Teknik

Üniversitesi, Antalya Bilim Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi ve Eskişehir Osmangazi Üniversitesi'nin Sürekli Eğitim Merkezi ile Boğaziçi Üniversitesi Yaşamboyu Eğitim Merkezi'nin BIM uygulamalarıyla ilgili sertifika programları bulunmaktadır (URL1). Bununla birlikte, BIM adaptasyonu, BIM uygulamalarının kullanımı, BIM yaygınlığı gibi BIM ile ilgili birçok akademik çalışma mevcuttur. (Erdik, 2018; Karahan, 2015; Öktem, 2016; Karakurt, 2019)

Türkiye'de BIM kullanımı ile ilgili olarak yapılan bu çalışmaların yanı sıra sektörel olarak da çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin, BIMgenius Türkiye Topluluğunun Aralık 2018 tarihinde yayınladığı "Türkiye BIM Raporu" verilerine göre, BIM uygulamalarındaki deneyim İstanbul, Ankara, İzmir ve Bursa gibi büyük illerde yoğunlaşırken, 5 yıldan daha uzun süre BIM deneyimine sahip olanların coğrafi dağılımına bakıldığında ise yine İstanbul'un öne çıktığı ve yüzdeleri çok düşük olsa da deneyimli kadroların sırasıyla Ankara, İzmir ve Bursa gibi illerde yoğunlaştığı görülmektedir. Türkiye'de BIM sisteminin faydaları hakkında çoğu kurumun yeterince bilgi sahibi olmadığı, sistem kullanımına yönlendirmenin gerektiği kadar yapılamadığı ve bunlar gibi birçok değişkene bağlı olarak yaygın kullanılmadığı sonucuna varılmıştır (Akkaya, 2012; Kıvırcık, 2016; Öktem, 2016; Karataş, 2018; Ademci, 2018; Elmalı, 2018; Inusah, 2018; Başyazıcı, 2018; Sarıçiçek, 2019).

Bu çalışma ile inşaat sektöründe değişen koşullar, gelişen teknoloji ve artan beklentiler doğrultusunda çoğu ülkede kullanımı yaygınlaşan BIM uygulamalarının Türkiye'de yaygın kullanılmamasına etki eden faktörler araştırılarak, bu faktörler en aza indirgenerek ülkemizde de BIM kullanımının yaygınlaşması ile inşaat sektörünün verimliliğinin artırılmasına yönelik öneriler sunulacaktır.

1.1.Çalışmanın Amacı, Önemi ve Sınırlılıkları

Bu çalışma ile Türk inşaat sektöründe yer alan mimarlık ve mühendislik kurumları tarafından BIM (Yapı Bilgi Modelleme) uygulamalarının yaygın kullanılmamasındaki etken faktörlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Yapılan literatür çalışması ve anket çalışmasından elde edilen bilgiler doğrultusunda; Türk inşaat sektöründeki mimarlık ve mühendislik şirketlerinin,

- BIM uygulamalarındaki bilgi düzeyi ile ilgili fikir sahibi olunacaktır.

- BIM uygulamalarını kullanmayan kurumların BIM'i kullanmamalarının nedenleri ile ilgili bilgi sahibi olunacaktır.

Böylece BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasındaki faktörler belirlenerek faktörler arası ilişkiler sunulacak ve adı geçen sistemin yaygın kullanılması için çözümler üretilebilecektir.

Bu çalışma;

- Türkiye'deki inşaat şirketleri,
- Mimarlık ofisleri
- Ve bu kurumların çalışanları kapsamında,

BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasındaki etkenlerin araştırılması ve faktörlerin belirlenerek faktörler arasındaki ilişkilerin konulması ile sınırlandırılacaktır.

BÖLÜM 2

2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde BIM konusuyla ilgili hem ulusal hem de uluslararası alanlarda yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak araştırmaların büyük çoğunluğu, BIM uygulamalarının inşaat sektöründeki kullanım durumu, adaptasyonu, bina yaşam döngüsü içerisindeki yeri, sürdürülebilir tasarımdaki önemi, kritik başarı faktörleri, olgunluğu, hukuki zorunluluk ve sözleşmeler, yalın tasarım yönetimi ve bütünleşik proje teslimi ile ilişkisi, BIM farkındalığı, BIM'e geçiş süreci ve çerçeveleri konuları üzerinde yoğunlaşmaktadır. (Erdik, 2018; Karahan, 2015; Özener ve Temiz, 2016; Öktem, 2016); Pekeriçli vd., 2017; Karakurt, 2019)

Çalışmanın bu bölümünde BIM konulu başat çalışmalar özetlenecektir. Literatürde yer alan önceki çalışmalar iki başlık altında ele alınmıştır. Bu bölümde ilk olarak, literatürde BIM konulu ulusal çalışmalar özetlenmiştir. Daha sonra ise BIM konusunda uluslararası alanda yapılan ve başat nitelik taşıyan çalışmalara yer verilmiştir.

2.1.Ulusal çalışmalar

Özge (2009), "*Mimarlık Pratiğinde Yapı Bilgi Sistemleri*" isimli yüksek lisans çalışmasında, yapı bilgi sistem modelleriyle geliştirilmiş projelerin tasarım ve uygulama aşamasındaki kazanımları ve karşılaşılan sorunlar ile süre, maliyet, performans, kalite ve üretim gibi alanlarda etkilerini incelemiştir. Çalışmada, yapı bilgi sistemlerinin avantaj ve dezavantajları incelenerek mimarlar tarafından tercih edilmesinin gerekliliği nedenleriyle ifade edilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda yapı endüstrisinde farklı disiplinlerden kişilerle etkileşim içerisinde çalışılmasının, yapı bilgi sistemleri kullanımıyla yapı yönetim ve bilgi koordinasyonunun verimli bir şekilde sağlanabileceği görülmektedir.

Özcan (2010), *“Yapı Bilgi Sistemleri ve Mimarlıktaki Yeri”* isimli yüksek lisans çalışmasında, mimari tasarım sürecinde geleneksel yöntemlerden bilgisayar destekli tasarıma geçiş aşamaları ve ardından yapı bilgi sistemi tabanlı yazılımların gelişme süreçlerini yaptığı literatür taraması sonucunda ortaya koymuştur. Yapılan çalışmada, yapı bilgi sistemlerinin çalışma mantığı, işleyiş yöntemi, özellikleri, sağladığı yararlar ve mimarlıktaki yeri incelenerek ön proje aşamasında yapı bilgi sistemlerinin kullanımı ile elde edilen sonuçlar doğrultusunda tespitler yapılmıştır. Aynı zamanda, araştırmacı mimarlık yüksek lisans öğrencilerine uyguladığı anket sonucunda yapı bilgi sistemleri teknolojisinin etkinliği ve kullanılabilirliği hakkında verilere ulaşmıştır. Son olarak çalışmasında, sistemin geliştirilmesine dair önerilere yer vermiştir.

Akkaya (2012), *“İnşaat Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesi Hakkında İnceleme”* isimli yüksek lisans çalışmasında, sürdürülebilirlik ve BIM uygulamalarının kullanımı arasında kurulan bağ ile ortak kullanım alanlarının belirlenmesinin ardından bu konuda Allplan programını kullanarak bir vaka çalışması yapmıştır. Araştırmacı yaptığı anket çalışması sonucu elde ettiği veriler ile Türk inşaat sektöründe BIM uygulamaları ile ilgili bilgi düzeyi, kullanımı ve sisteme bakış hakkında yorumlar yapmıştır.

Yalçinkaya vd. (2014), *“Yapı İşletmesi ve Bakımı için Bilgi Gereksinimlerinin Belirlenmesi ve Yapı Bilgi Modelleme Araçları ile Otomatik Transferi”* isimli bildirimlerinde, bir yapının işletme ve bakım aşamasında gereken proje bilgilerinin incelenerek otomatik transferi için Amerikan Kara Kuvvetleri İstihkâm Dairesi (USACE-US Army Corps of Engineers) tarafından geliştirilen COBie (Construction Operations Building Information Exchange-İnşaat İşletmesi ve Yapı Bilgi Transferi) standardı hakkında bilgi vermişlerdir. Yaygın kullanılan iki BIM uygulaması olarak Autodesk Revit ve Graphisoft ArchiCAD yazılımlarının üreticileri, COBie standardı için bilgi transferi uygulamaları geliştirmiştir. Çalışma kapsamında, geliştirilen bilgi transferi uygulamalarının yeterliliği karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda birtakım yeniliklerin yapılması gerekli görülmüş ve tek platformdan gerçekleşecek bir bilgi transferinin daha verimli olabileceği sonucuna varılmıştır.

Kıvırcık (2016), *“An Investigation into the Building Information Modeling Applications in the Construction Project Management”* isimli yüksek lisans

çalışmasında, BIM kullanımının proje yönetimi alanındaki katkısını ve BIM'in Türk inşaat sektöründe yaygınlaşmamış olmasının nedenlerini incelemiştir. Çalışma kapsamında, BIM ve proje yönetimi arasındaki ilişki üzerine yoğunlaşarak literatür taraması yapılmıştır. Bununla birlikte, Türkiye'deki orta ve büyük ölçekli 18 katılımcı inşaat firmasından 18 BIM uzmanına anket uygulamıştır. BIM uygulamalarının tasarım ve planlama aşamasında yoğun olarak kullanıldığı, proje yönetimi bilgi alanlarında BIM uygulamalarının destek verdiği ve olumlu bir etkisinin olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte, BIM kullanımına geçişte uluslararası alandaki rekabetin ve üst yönetimin vizyonunun etkili olduğu sonucuna varmıştır.

Öktem (2016), "*BIM'e Geçiş Sürecinin Organizasyonel ve Operasyonel Çerçevesi*" isimli yüksek lisans çalışmasında, BIM'e geçiş ve BIM uygulama süreçleriyle ilgili yapılan araştırmalar sonucunda kılavuz niteliği taşıyan çalışmaları ortaya koymuştur. Çalışmada bir tasarım firmasının BIM uygulama yöntemi ile oluşturduğu projenin vaka etüt çalışması ile incelenmesinin ardından ortaya konan çalışmalar ile oluşturulan BIM'e geçiş sürecinin organizasyonel ve operasyonel çerçevesinin paralellliği irdelenmiş ve paralel olmayan kısımlarının da farklılık nedenleri incelenmiştir. Bu kapsamda belirlenen temel ve önemli adımların alternatifleri oluşturulmuş ve vaka etüt çalışması ile de denenmiş olan çerçevelerin etkileri açıklanmıştır.

Alkawi (2016), "*Mimarlık Eğitiminde BIM Tabanlı Disiplinler Arası İş Birliği Önerisi*" isimli yüksek lisans çalışmasında, disiplinler arası çalışma ortamlarına yönelik eğitim yaklaşımlarının mimarlık müfredatında nasıl yer alabileceği konusunda bir öneri sunmayı amaçlamıştır. Bu amaçla, disiplinler arası iş birliği ortamları için T tipi bir eğitim modeli kullanılması ve iş birliğinin gerçekleşmesi konusunda ise ortak veri ortamı, bilgi paylaşımı sağlayacak şekilde yönetim aracı olarak da BIM araçlarından faydalanılarak bir yarışma ve sonrasında anket çalışması yapmıştır. Anketlerle toplanan veriler ile öğrencilerin konu ile ilgili bakış açısını ortaya konmuştur.

Dilsizoglu Özperçin (2016), "*Integrated Project Delivery Method Using BIM to Support of Sustainable Design and Construction*" isimli yüksek lisans çalışmasında, çok fonksiyonlu projelerde, geleneksel proje teslim metotlarının kullanılmasının birçok yönetim problemini meydana getirdiği ve bunun yanı sıra "sürdürülebilirlik"

konularının da yeni gereklilikler ortaya çıkardığı sonucuna varmıştır. Bu doğrultuda sürdürülebilir tasarım uygulamaları için en uygun proje teslim metodu olmakla birlikte disiplinli bir yaklaşım olarak Bütünleşik Proje Teslimi (*Integrated Project Delivery-IPD*) metoduna olan ihtiyacı ortaya koymaktadır. Çalışma kapsamında, geleneksel proje teslim verimliliği ile IPD metodunu tek bir örnek üzerinde karşılaştırma imkânı veren bir vaka çalışması yapılarak IPD ve BIM'in sürdürülebilir mimari ve uygulamaları çerçevesinde oluşan sistemin çalışma mantığı ve proje yönetimi ile sürdürülebilirliğe katkıları üzerine değerlendirmeler yapılmıştır.

Özener ve Temiz (2016), "*Mimarlık ve İnşaat Sektöründe YBM Odaklı Dönüşüm*" isimli araştırmalarında, BIM uygulamaları ile ilgili mevcut eğilimler ve sorunlar üzerinde durmaktadır. Literatürdeki çalışmalarının incelenmesi ile elde edilen veriler üzerinden mimarlık ve inşaat sektöründe BIM odaklı gerçekleşen dönüşüm açısından yapılan kanıt-bazlı stratejik öneriler, iş modellerinin yenilenmesi ile firmalar özelinde geliştirilen BIM uygulamalarına geçiş yaklaşımları konuları ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Aynı zamanda BIM uygulamaları ile ilgili teknolojik yeteneklerin kazanılması konusu üzerine odaklanarak BIM konusundaki eğilimleri ve sorunlar ortaya konmuştur.

Aladağ vd. (2016), "*Building Information Modeling (BIM) Use in Turkish Construction Industry*" isimli makalelerinde, Türk inşaat sektörünün BIM benimsenmesi ile ilgili mevcut durumunu inceleyerek net bir anlayış geliştirmeyi amaçlamışlardır. Bununla birlikte, BIM uygulamalarının sektörel şirketlerdeki faydaları ve zorluklarını araştırmayı amaçlamışlardır. Bu amaçla, sektörde yer alan kişiler ile akademisyenlerin yer aldığı 5-10 katılımcıdan oluşan odak bir gruptan tartışma yoluyla veri toplamışlardır. Çalışma kapsamında, toplanan verilere SMART analizi uygulanarak Türk inşaat sektöründeki BIM benimsenmesindeki itici güçler ve engeller ile BIM kullanımıyla elde edilecek en önemli proje kazanımlarını belirlemişlerdir.

Özorhon ve Karahan (2016), "*Critical Success Factors of Building Information Modeling Implementation*" isimli makalelerinde, BIM'in inşaat endüstrisi için yeni olarak ifade edilebileceği, gelişmekte olan ülkelerdeki BIM uygulamasının kritik başarı faktörlerini (KBF) araştırmışlardır. Bu bağlamda, Türkiye'de inşaat sektöründe kamu ve özel sektörden başkan, yönetim kurulu üyeleri, genel müdürler,

müdürler, proje koordinatörleri ve müdürleri, şefler, mimar / mühendisler, tesis yöneticileri ile teknisyenleri de kapsayan katılımcılardan oluşan örneklem grubuyla anket çalışması yapmışlardır. Örneklem grubuna gönderilen 282 ankette alınan 96 geçerli yanıt ile yapılan analizler sonucunda, 16 KBF'nin BIM uygulaması için göreceli önemi incelenmiştir. Faktör analizi ile belirlenen 16 kritik başarı faktörünün temel faktörlerinin insan, endüstri, proje, politika ve kaynak ile ilgili faktörler olduğu ifade edilmiştir.

Pekerikli vd. (2017), "*Türkiye'deki Mimarlık ve Mühendislik Firmalarında Yapı Bilgi Modellemesi Olgunluğu Üzerine Bir Araştırma*" isimli bildirimlerinde, İstanbul, Ankara ve Antalya'da bulunan 7 firma ile açık uçlu röportaj yaparak firmaların BIM uygulamalarına geçiş süreci ve BIM olgunluğu hakkında çıkarımlar yapmışlardır. Bununla birlikte çalışma kapsamında BIM'e geçişte öncü olan Amerika ve İngiltere'nin en iyi uygulama rehberlerinden derlenen BIM terimleri göz önünde bulundurularak adı geçen iki ülkenin BIM protokolleri ile ülkemizdeki mimarlık mesleği pratiğinin ana dayanağı olan Mimarlık Hizmetleri Şartnamesi karşılaştırılarak yapılan değerlendirmelerden elde edilen bilgiler sunulmuştur.

Yer (2017) "*BIM Uygulamalarında Sözleşmelerden Kaynaklanan Sorunların İncelenmesi*" isimli yüksek lisans çalışmasında, BIM ile ilgili konuların inşaat sözleşmelerine nasıl dahil edildiğini inceleyerek sözleşmelerin BIM uygulamalarında yetersiz olduğu alanları ortaya koymuştur. Çalışması kapsamında, BIM'in inşaat projeleriyle tam uyum sağlayarak kullanımı ile ilgili olarak sözleşme kaynaklı ortaya çıkan sorunları ve hukuksal sorunları literatür çalışması ile teorik olarak belirlemiştir. Bununla birlikte, sözleşme kaynaklı ve hukuksal sorunları yurtiçi ve yurtdışındaki profesyonellerle yaptığı görüşmelerin sonucunda deneysel olarak tespit etmiştir.

Maçka Kalfa (2018), "*Building information modeling (BIM) systems and their applications in Turkey*" isimli makalesinde, BIM uygulamalarının Türkiye'deki ve dünyadaki yerini inceleyerek faydaları, riskleri ve zorlukları üzerinde durmuştur. Çalışma kapsamında, BIM uygulamalarının farklı disiplinler bağlamında nasıl kullanıldığı ve uygulama alanları ve BIM yazılımlarının tarihsel süreçteki gelişimi, BIM kullanımında önde gelen ülkelerdeki ve Türkiye'deki BIM adaptasyonunun genel durumu ile ilgili bilgiler vermiştir. Bununla birlikte, Türkiye'de BIM uygulamalarının kullanımı ile gerçekleştirilmiş bazı projeleri incelemiştir.

Karataş (2018), “*Danışmanlık Hizmetlerinde Yapı Bilgi Modelleme (Building Information Modeling-BIM) Sisteminin Uygulanabilirliğinin İncelenmesi*” isimli yüksek lisans çalışmasında, BIM uygulamalarının danışmanlık hizmetlerinde uygulanabilirliğini ve kullanımını araştırmayı amaçlamıştır. Araştırması kapsamında, yapı üretiminde işveren ve yükleniciye danışmanlık hizmeti sağlayan firmaların ülkemizdeki yaygınlığı ile BIM uygulamalarının danışmanlık hizmetlerindeki yeri ve önemi konusunda literatür taraması yapmıştır. Bununla birlikte, danışmanlık hizmeti veren firmalara anket uygulayarak elde ettiği verileri değerlendirmiştir. Son olarak, BIM kullanılmayan danışmanlık firması ile gerçekleştirilen kamu projesini gözlemleyerek danışmanlık firmalarının çoğunlukla tercih ettiği Revit ve Naviswork programları ile yeniden modellemiş ve karşılaştırma yapmıştır. Çalışmada, ülkemizde danışmanlık firması sayısının az olmasına karşın BIM kullanan danışmanlık firması sayısının fazla olduğu ve BIM kullanımı ile proje kaynaklı birçok sorunun yapım öncesinde önenebileceği sonucuna varmıştır.

Ademci (2018), “*An Analysis of BIM Adoption in Turkish Architectural, Engineering and Construction (AEC) Industry*” isimli yüksek lisans çalışmasında, Türk Mimari, Mühendislik ve İnşaat endüstrisinde, BIM algısını, uygulama problemlerini, BIM’in benimsenme ve kullanımına yönelik mevcut gelişme ve önerileri ortaya koymak amacıyla, mimarlar, mühendisler, danışmanlar ve işverenlerden oluşan 905 inşaat endüstrisi profesyonelinin anket katılımı ile alan çalışması yapmıştır. Anket verilerini baz alarak BIM’in benimsenmesinde ve uygulanmasında en önemli 2 engelin BIM kullanıcıları ve kullanıcı olmayan katılımcılar açısından, yetkin teknik personel eksikliği ve işverenlerin BIM kullanımına yönelik taleplerin eksikliği olduğu sonucuna varmıştır.

Inusah (2018), “*Türk İnşaat Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Uygulamalarının Yaygınlığı ve Uygulamalardaki Başarı Düzeyleri Üzerine Bir İnceleme*” isimli yüksek lisans çalışmasında, Türkiye’deki inşaat projelerinin proje teslimine yönelik BIM’in, proje başarısının temel kriterleri, maliyet, zaman ve kalite üzerinden etkilerini incelemiştir. Bununla birlikte BIM araştırmacıları ve uzmanları ile yapılan görüşmelerden elde edilen verilere göre genel olarak BIM’in yalnızca 3 boyutlu çizim programı olarak görülmesi, tüm işlevlerinin dikkate alınmaması ve benimseme zorluklarına rağmen büyük bir başarı gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Erdik (2018)'in “*Yapı Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesinin Adaptasyonu*” isimli yüksek lisans çalışmasında, BIM kullanan ve kullanmayan firmalarda farklı adaptasyon faktörlerinin belirlenmesini sağlamak amacıyla iki ayrı kapsamda anket hazırlanarak uygulanmıştır. Anket verilerine göre, firmaların BIM adaptasyonu açısından farklı sorunlara sahip olduğu ve BIM'in kullanım amacına yönelik kullanıcı düşüncelerinde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Türk inşaat sektöründeki paydaşların ve alt yüklenicilerin yetersizliği faktörü ile ulusal bir standardın olmayışının BIM adaptasyonunu önemli ölçüde etkileyen faktörler olduğu sonucuna varılmıştır.

Elmalı (2018), “*Türkiye’de Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) Farkındalığının ve Hukuki Zorunluluğunun Araştırılması*” isimli yüksek lisans çalışmasında, inşaat sektöründe BIM kavramına bakış açısı, kavramın benimsenmesi ve inşaat sektörüne entegre edilmesi, BIM uygulamasıyla ilgili standart oluşturulması ve uygulamanın yapı ruhsatı aşamasındaki gerekliliği konularını ele almıştır. Çalışma kapsamında Türkiye’de 10 şehirde inşaat mühendisleri ve mimarlara uygulanan ankete alınan 280 yanıt ile yapılan analizler sonucunda; inşaat potansiyelinin ve yoğunluğunun fazla olduğu şehirlerdeki inşaat mühendisleri ve mimarların BIM farkındalığı konusunda öne çıktığı ancak BIM farkındalığı konusunda inşaat mühendisleri ve mimarlar arasında görüş ayrılıklarının da olduğu gözlemlenmiştir.

Erdem (2018), “*Yapı Bilgi Modellemesi Tabanlı Yalın Tasarım Yönetimi Üzerine Bir İnceleme*” isimli yüksek lisans çalışmasında, tasarım süreçlerinin BIM aracılığıyla yalınlaşması ve BIM tabanlı yalın tasarım sürecine geçişi incelemiştir. BIM teknolojisi kullanan profesyonellerle yaptığı anket çalışması ve mülakatlar sonucunda, ortak hedefin ve değerlerin belirlenmemesinin yalın düşünce açısından atık olarak değerlendirilen tasarım değişikliklerine neden olduğu, zayıf iş birliği ve iletişim problemlerinin ise tasarım hatalarına neden olarak yeniden çalışma ihtiyacına yol açtığı sonucuna varmıştır.

Bayraktar Sarı (2018), “*Yapı Bilgi Modelleme Tabanlı Hesaplamalı Tasarım Yaklaşımı ile Mimari Tasarım İş Akışlarının Verimliliğinin Sağlanması*” isimli yüksek lisans çalışmasında, BIM uygulamalarının mimari tasarım kısıtlamaları, mimarlık, mühendislik ve inşaat sektöründe BIM tabanlı hesaplamalı tasarım yaklaşımına neden ihtiyaç duyulduğunu incelemiştir. Bu doğrultuda, Dynamo programını inceleyerek sektöre sağladığı olanaklar ve BIM uygulamalarından Revit programıyla ortak

çalışmasının ise iş akışı optimizasyonuna ve mimari tasarım sürecine sağladığı olanakları adı geçen uygulamalar üzerinden aktarmıştır. BIM tabanlı hesaplamalı tasarım yaklaşımlarının mimari tasarım süreçlerine katkıları yapılan değerlendirmeler ile süreç içerisinde iş akışları verimliliği için yaklaşım önerisi sunmuştur.

Bahadır (2018), “*Yapı Bilgi Modellemesi Uygulama Planının Yapı Bilgi Modellemesi Yazılımı Kullanılabilirliğine Etkileri*” isimli yüksek lisans çalışmasında, farklı kurum ve kuruluşların hazırladığı 9 BIM Uygulama Planı örneği üzerinde belirlenen içerik kategorileri bakımından Jakob Nielsen’in kullanılabilirlik tanımındaki test parametrelerini dikkate alarak ölçümler yapmıştır. Bununla birlikte BIM uygulama planının, BIM yazılımı kullanılabilirliği arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışma kapsamında, BIM Uygulama Planının içeriğindeki kategoriler yönünden incelenerek bir vaka çalışması yapılmıştır. BIM yazılımının kullanılabilirliğini azaltan etmenlerin oluşma sebebinin BIM Uygulama Planı içerisinde eksiklik barındıran konuların olduğu ve BIM yazılımından en üst seviyede faydalanmak için ise hazırlanan BIM Uygulama Planı dokümanında, sektördeki otoriteleri ortak bir paydada buluşturan içeriklerin yer alması gerektiği sonucuna varmıştır.

Yatich (2018), “*Initiatives for BIM Adoption in the Leading Countries*” isimli yüksek lisans çalışmasında, üç farklı ülkeden başarılı BIM kullanımı ile ilgili olarak dört vaka çalışmasını inceleyerek BIM uygulamaları konusunda önde gelen ülkelerdeki BIM yetkileri ve desteği ile BIM kullanımını teşvik eden girişimleri analiz etmiştir. Çalışma kapsamında 2014-2017 döneminde başlamış olan dört büyük ölçekli projenin incelemesini yaparak BIM uygulamalarının kullanılması ve projelerde uygulanması aşamalarında karşılaşılan zorlukları ve BIM uygulamalarının kullanılmasının faydalarını ortaya koymayı amaçlamıştır. Ayrıca çalışmada BIM kullanımında önde gelen ülkelerin çoğunda kamu projeleri için BIM kullanımının çeşitli devlet kurumları tarafından zorunlu hale getirildiğini gözlemlemiştir.

Nurtan Güneş (2018), “*Analysis of Mobile BIM Adoption at Construction Site: A Case Study of a Complex Infrastructure Project*” isimli yüksek lisans çalışmasında, BIM uygulamalarının sahada mobil cihazlarda kullanımının avantajı/dezavantajı, kullanım sırasında karşılaşılan zorluklar/engeller ve kazanılan deneyimler açısından analiz yapmıştır. İnşaat sahasındaki BIM uygulama süreçlerini analiz etmek amacıyla

İstanbul Yeni Havalimanı Projesini örneklem olarak seçerek BIM ile ilgili uygulamaların inşaat sahasında tablet gibi mobil cihazlarda kullanımı ile ilgili vaka çalışması yapmıştır. Vaka çalışmasında literatür taraması ve yaptığı analizler sonucunda elde ettiği 5 ana başlığı olan sahaya yönelik BIM süreçlerini uygulamıştır. Bununla birlikte ulaştığı proje dokümanları, katılımcı araştırmacı olarak yaptığı gözlemler ve tecrübeleri ile mühendislere yönelik yaptığı anket ve röportajların da yardımıyla vaka çalışmasını gerçekleştirmiştir. Yaptığı vaka çalışmasında, sahada BIM kullanımının güncel proje bilgisine kolay erişim sağlayarak iş akışlarını geliştirdiği ve verimin artmasını sağladığı sonucuna varmıştır.

Sarıççek (2019), “*Türkiye’de Mimarlık Şirketleri İçin BIM Uygulama Yol Haritası*” isimli yüksek lisans çalışmasında, BIM sistemine geçişte izlenebilecek örnek bir yol haritası önerisi sunmaktadır. Çalışmada Türk inşaat sektöründe yer alan mimarlık firmalarının kullandıkları geleneksel sistemler incelenmiştir. Çalışma kapsamında, Türk inşaat sektöründe BIM’in mevcut durumu ile ilgili bilgi edinmek amacıyla anket çalışması yapılarak sonuçları analiz edilmiştir. Bununla birlikte BIM uygulamalarının kullanılmasıyla uygulamaya geçilen yeni sistemin benimsenmesi konusunda izlenecek yolu ve proje tasarım sürecini anlamak amacıyla İngiltere’de bulunan bir mimarlık ofisindeki BIM uygulama sürecinin yer aldığı Dr. Coates’un doktora tezini(2010) inceleyerek elde ettiği bilgiler doğrultusunda örnek yol haritası önerisini sunmuştur.

Selim (2019), “*Türkiye’de Yapı Bilgi Modellemesinin Mimari Projelerde Kullanımı Üzerine Bir Uygulama Çalışması*” isimli yüksek lisans çalışmasında, Türkiye’de BIM uygulamalarının kullanılabilirliği, uygulamada karşılaşılan problemler, proje sürecinin hangi aşamalarında kullanıldığı ve en çok tercih edilen yazılımı ile ilgili konular üzerinde durmuştur. Çalışma kapsamında Türkiye’de BIM kullanımının ve gelişiminin araştırılması amacıyla yönelik mimarlık ve mühendislik firmalarıyla anket çalışması yapmıştır. Bununla birlikte çalışmada bir BIM yazılımı olan Autodesk Revit Architecture ile vaka çalışması yapılarak yapı sektörüne sağladığı avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir.

Zontul (2019), “*Yapım Maliyetlerinin Hesaplanmasında Yapı Bilgi Modelleme (YBM) Sisteminin Örnek Uygulama Üzerinden İrdelenmesi*” isimli yüksek lisans çalışmasında, örnek uygulama projesi olarak seçtiği Erciyes Üniversitesi Hukuk

Fakültesi Ek Binasını, BIM uygulamalarından Autodesk Revit Architecture ile modelleyerek maliyet ve metraj bilgileri elde etmiştir. Yaptığı modelleme sonucunda elde ettiği verileri CAD sistemi kullanılarak oluşturulmuş yapı ve mimari proje uygulamalarıyla karşılaştırarak BIM kullanımının maliyet hesaplamadaki yarar/zarar durumu ve yapı sektörüne olan katkıları ile ilgili çıkarımlarda bulunmuştur.

Kutlu (2019)'nun "*Yapı Bilgi Modellemesi Benimsenme Sürecinin İşveren Açısından İncelenmesi*" isimli yüksek lisans çalışmasında, işveren firmalarda BIM kullanımına geçiş için yapılması gerekenlerin belirlenmesi amacıyla BIM'in teknik, kültürel ve organizasyonel olarak benimsenme ve olgunlaşma süreci ele alınmaktadır. Kutlu (2019) çalışmasında BIM'in olgunlaşma ve benimsenme süreçlerine yönelik çıkarımlar yapmak amacıyla konut projesi üzerinden vaka çalışması yapmanın yanı sıra firma çalışanlarıyla görüşmeler yapmış, firmada proje odaklı gözlemler yapmıştır. Çalışma kapsamında ilk projede yaşanan problemleri tespit ederek ikinci proje sürecini projeye BIM'in dahil olmasını sağlayacak şekilde düzenlemiştir. Bununla birlikte geleneksel iki boyutlu sistem ile BIM uygulamalarının birlikte kullanılarak çalışmanın yürütülmesini sağlayan Gledson (2016)'nın hibrit benimseme modelini incelemiştir.

Atay Tosun (2019), "*YBM Standartlarının Karşılaştırmalı İncelenmesi ve Ulusal Standardizasyon Çalışmaları Açısından Değerlendirilmesi*" isimli yüksek lisans çalışmasında, BIM kullanımının zorunlu olduğu ve kapsamlı standardizasyon çalışmalarına sahip, farklı coğrafyalardan seçtiği 5 ülkenin BIM kullanma kılavuzunu incelemiştir. Çalışma kapsamında incelediği kılavuzların ortak maddelerini belirleyerek ülkelere göre karşılaştırmalar sonucunda değerlendirmeler yapmıştır. Yaptığı değerlendirmeler sonucunda Türkiye'de BIM ile ilgili standartların geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğunu öngörerek konuya yönelik öneriler sunulmuştur.

Karakurt (2019), "*Benefit of BIM Technology on Construction Management*" isimli yüksek lisans çalışmasında, geleneksel yöntemlerin uygulandığı projeler ile BIM kullanılan projeler arasındaki farkları ortaya koymayı amaçlamıştır. Çalışma kapsamında literatür çalışmaları ve vaka analizi yapmıştır. BIM'in yapım yönetimine olan faydalarının incelemesiyle birlikte yaptığı analizler sonucunda BIM'in inşaat sektöründe dijital bir dönüşüm sağladığı ve bütün paydaşlar arasında ortak bir dil oluşabilmesine ortam hazırladığı sonucuna varılmıştır.

Çoban (2019), “*Approximate Cost Preparation in a BIM-based Architectural Modelling Program*” isimli yüksek lisans çalışmasında, BIM ve BIM Uygulama planında proje yönetim teknikleri üzerinde durmuştur. Araştırmacı çalışmasında ana dayanak olarak ele aldığı Autodesk Revit programını kullanarak modellediği hastane projesinin metraj cetvellerini oluşturmuş ve yaklaşık maliyetini çıkarmıştır. Bu doğrultuda çıkarılmış olan yaklaşık maliyetin iş akışını hızlandırdığını belirlemiştir.

Armutlu ve Gülten (2019), “*The Lifecycle Cost and CO₂ Emission Analysis with The Building Information Modeling Applications*” isimli araştırmalarında, BIM uygulamalarının binaların enerji performansına etkisini, yaşam döngüsü maliyetini ve CO₂ emisyon değerlerini ortaya koymayı amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda yapılan uygulama çalışması ile yapının konum, yönelim, cephe elemanlarının niteliği gibi değişkenlere bağlı alternatifler baz alınarak BIM uygulamaları ile karşılaştırma yapılmıştır. Sonuç olarak BIM tabanlı program kullanımı ile enerji performanslarında artış ve olumlu çevresel etki somut verilerle ortaya konmuştur.

Atabay ve Öztürk (2019), “*Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Uygulama Planı Üzerine İnceleme*” isimli çalışmalarında, BIM uygulama planının, Türkiye şartlarına uygun olabilecek BIM uygulamalarının kullanım süreçleri ortaya koyarak bu süreçlerin detay seviyelerini, koordinasyon şeklini, alt yapı için gerekli varsayımları ve model planlamalarını oluşturarak modelin bir istasyon projesine nasıl uygulanacağı konusunda örnek bir çalışma hazırlamışlardır. Çalışmaları kapsamında, İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından BuildingSMART standartları esas alınarak oluşturulan şartname ve uygulama planlarını öneri olarak sundukları model planlamasında kullanmışlardır.

Kaçmaz (2019)’ın “*Parametrik Tasarım ve BIM*” isimli makalesinde, parametrik tasarım araçları olarak kullanılan yazılımlara örnekler verilerek konu görsellerle açıklanmıştır. Çalışma kapsamında zamanla kullanıcı topluluklarında hazır kod kullanımının, açık kaynak kod yazılımı ile desteklense bile tasarımda etkin rol oynayan basit kod yazılımı bilgisi şeklinde de ifade edilebilecek programlarda kullanılan yazılı algoritma bilgisinin öne çıktığı sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte Kaçmaz (2019), çalışmasında hesaplamalı tasarım programları ile BIM ortamının uyum sağlayabilmesi için tasarlanan ara yüzlerden biri olarak incelenen Dynamo’nun,

Revit'teki tanımlı elemanların eksikliklerini sayısal verilerle kapatabildiğini ifade etmiştir.

2.2.Uluslararası çalışmalar

Yan ve Damian (2008), “*Benefits and Barriers of Building Information Modelling*” isimli çalışmalarında, BIM'in faydalarını ve kullanılmasının önündeki engelleri açıklamaktadır. Çalışma kapsamında BIM hakkındaki profesyonel görüşleri ve şirketlerin BIM uygulamalarını benimseme oranları ile BIM kullanımına yaklaşımları konusunda değerlendirmeler yapmak amacıyla anket çalışması yapılmıştır. Yapılan anket çalışmasında katılımcıların büyük çoğunluğunun ABD (21) ve İngiltere (23)'den olmak üzere başka ülkelerden (23) katılımcıların da içinde bulunduğu 67 geçerli yanıt kabul edilmiştir. Elde ettikleri anket verilerinin yüzde ve frekans dağılımlarını inceleyerek ABD'de BIM benimsenmesinin diğer dünya ülkelerine göre daha yüksek düzeyde olduğu sonucuna varmalarına rağmen ABD'de yer alan birçok şirketin BIM kullanmadığını ve ileride de kullanmayı düşünmediğini ifade etmişlerdir.

Succar (2010)'ın “*Building Information Modelling Maturity Matrix*” isimli çalışmasında, yetenek ve olgunluğu ölçmenin temellerini oluşturan BIM alanları ve aşamaları hakkında bilgi vermektedir. Çalışmada bireylerin, kuruluşların ve proje ekiplerinin BIM yetenekleri, olgunluk değerlendirmelerinin yapılabilmesi için BIM yetkinlikleri tanımlanarak Organizasyon Hiyerarşisi/Ölçeği sunulmaktadır. Succar (2010) yaptığı çalışmada Yetenek Olgunluk Modelleri kavramlarını araştırarak beş seviyeli BIM'e özgü bir Olgunluk Endeksi'ni benimsemektedir. Son olarak, çalışmasında BIM Olgunluk Matrisini tanıtarak performans iyileştirmelerine yardımcı olacak BIM araçlarının, kılavuzlarının ve raporlarının dört farklı değerlendirme düzeyine göre uyarlanmasını sağlayan bir “*Yetkinlik Ayrıntıları Filtresi*” sunmaktadır.

Won ve Lee (2010), “*Identifying The Consideration Factors for Successful BIM Projects*” isimli bildirimlerinde, başarılı BIM projeleri için literatür araştırmasıyla belirledikleri değerlendirme faktörlerini; kritik başarı faktörleri, BIM yazılımı, BIM fonksiyonları ve BIM pilot projesi olmak üzere dört başlık altında toplamışlardır. Bu dört başlıktan oluşturdukları ankete 61 uluslararası BIM uzmanının katılımıyla elde

ettikleri verileri kullanarak yaptıkları analizler doğrultusunda BIM projeleri için önemli değerlendirme faktörlerini ortaya koymuşlardır.

Azhar (2011), “*Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry*” isimli çalışmasında, BIM’in Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat endüstrisi için mevcut eğilimlerini, iki farklı çalışmaya ait ABD’de uygulanmış iki anket çalışmasının bulguları üzerinden sunmaktadır. BIM’in faydalarını ise incelediği dört projenin, proje planlama, tasarım, inşaat öncesi ve inşaat aşamaları üzerinden, BIM’in olası risklerini de yasal (veya sözleşmeli) ve teknik olarak iki kategoride incelemektedir. Çalışma kapsamında son olarak gelecekte BIM ile ilgili yaşanabilecek zorlukları, BIM’in benimsenmesinin beklenenden çok daha yavaş olması ile teknik ve yönetsel olmak üzere iki ana başlıkta detaylandırarak ortaya koymaktadır.

Lee vd. (2014), “*BIM Acceptance Model in Construction Organizations*” isimli araştırmalarında, teknoloji kabul davranışları ile ilgili teoriler hakkında yaptıkları literatür taramasıyla BIM kabulünün temel bileşenlerini tanımlayarak, Güney Kore’deki inşaat organizasyonları çalışanlarına (yükleniciler, mimarlar, inşaat yöneticileri ve mühendisler gibi) yönelik anket çalışması yapmışlardır. Araştırmada, teknoloji kabul davranışları ile ilgili teorilere dayalı olarak geliştirdikleri BIM kabul modelini tamamlanmış 114 anketin verileri doğrultusunda yapısal eşitlik modeli kullanarak hipotezlerini doğrulamışlardır. Bununla birlikte BIM kullanıcılarının BIM kabulünü değerlendirmek için bir çerçeve sunmuşlardır.

Tsai vd. (2014a), “*Developing Critical Success Factors for The Assessment of BIM Technology Adoption: Part I. Methodology and Survey*” isimli araştırmalarında, Mimari, Mühendislik ve İnşaat (Architectural, Engineering and Construction- AEC) endüstrisinde kurumsal düzeyde BIM benimsenmesinin değerlendirilmesi için geliştirilebilecek kritik başarı faktörlerinin geliştirilmesi için ampirik bir yaklaşım önerisinde bulunmuşlardır. Çalışmada önerilen yaklaşımın doğrulanması amacıyla, literatür taraması ve alan uzmanlarından tespit edilen 123 etki faktöründen oluşan anket Tayvan AEC endüstrisinde uygulanarak toplanan veriler ile çıkarımsal istatistiksel testler (ANOVA- K-W test) de dahil olmak üzere güvenilirlik ve sıralama analizi yapmışlardır. Analizler sonucunda 123 etki faktöründen 80 anahtar faktöre ulaşmış ve ulaşılan bu anahtar faktörlerden ise “üst yönetim desteği” ile BIM

uygulamalarının “işlevselliği” ve “tasarım doğrulaması” olarak üç anahtar faktörü en önemli olarak nitelendirmişlerdir. Belirlenen bu üç faktörün yanı sıra, “ekip oluşturulmadan önce proje hedeflerinin tanımlanması” ve “meslekler arası koordinasyon ve entegrasyon” olmak üzere iki faktörün de çok önemli olduğu sonucuna varmışlardır. Son olarak çalışma kapsamında, BIM uygulamaları ile ilgili 58 kritik başarı faktörü belirlenmiştir.

Tsai vd. (2014b)’nin “*Developing Critical Success Factors for The Assessment of BIM Technology Adoption: Part II. Analysis and Results*” isimli araştırmaları, ilk bölümde Tayvan AEC endüstrisinde BIM’in kurumsal düzeyde benimsenmesinin değerlendirilmesine yönelik kritik başarı faktörlerini ortaya koymak için önerdikleri 5 aşamalı deneysel çalışmanın devamı niteliğindedir. Çalışma kapsamında, yapılan anketin verilerine uygulanan faktör analizi, nedensel ilişki analizi ve güvenilirlik testlerinin sonuçlarına yer verilmiştir. BIM benimsenmesinde belirlenen 58 kritik başarı faktöründen en önemli iki faktörün “üst yönetimden destek” ve BIM uygulamalarının “işlevselliği” olduğu sonucuna varmışlardır. Veri toplamak amaçlı geliştirdikleri kavramsal çerçeve ile adı geçen iki faktörü kullanarak kurumsal düzeyde BIM benimsenmesinde oluşturdukları varsayılan çerçeve ile karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak, kavramsal çerçevenin varsayılan çerçevenin temelini oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Morlhona vd. (2014), “*Building Information Modeling Implementation Through Maturity Evaluation and Critical Success Factors Management*” isimli çalışmalarında, BIM’in endüstride benimsenmesi ve verimli bir şekilde kullanılması ile ilgili yaşanan zorluklara çözüm olarak BIM uygulama projeleri için rehberlik eksikliğini, yapılandırılmış bir yaklaşım sunarak gidermeyi amaçlamaktadırlar. Bu amaç doğrultusunda, yetenek olgunluk modeli kategorilerini dikkate alarak oluşturdukları anketi Delphi yöntemi ile uygulamışlardır. Farklı BIM olgunluk seviyesine sahip kuruluşların daha iyi entegrasyon ile daha profesyonelce BIM kullanımına evrimleşebilmesi için önerilerde bulunmuşlardır. Buna ek olarak, yapılan literatür çalışması ile ulaştıkları altı kritik başarı faktörü ile her biri için üç olası eylemi temel alan ve uygulamaya yardımcı olan somut faaliyetleri belirleyerek BIM uygulaması için bir yardım modeli ortaya koymuşlardır.

Chien vd. (2014), “*Identifying and Assessing Critical Risk Factors for BIM Projects: Empirical Study*” isimli araştırmalarında, BIM ile yürütülen projelerin farklı düzeylerindeki BIM’in benimsenmesinin teknik, yönetim, personel, mali ve yasal yönleri ile ilgili 13 risk faktörü tanımlamışlardır. Araştırma kapsamında, Tayvan’da Mimarlık, Mühendislik ve İnaşaat endüstrisindeki mimarlar, mühendislik danışmanları, akademisyenler ve inşaat şirketlerinden anket yöntemi kullanarak elde ettikleri verileri inceleyerek karar verme testi ve değer tahmini laboratuvarı yöntemini kullanarak risk faktörleri arasındaki ilişkileri belirlemişlerdir. Bununla birlikte yaptıkları vaka çalışması kapsamındaki proje için göreceli risk-yanıt stratejileri önermişlerdir.

Ding vd. (2015), “*Key Factors for The BIM Adoption by Architects: A China Study*” isimli çalışmalarında, Çin’in Shenzhen kentinde tasarım firmalarındaki mimarlar ile anket çalışması yapmışlardır. BIM benimsemesini etkileyen faktörler olarak BIM bilgi yapısı, BIM yeteneği, yönetim desteği, motivasyon ve BIM’in teknik kusurları olmak üzere beş temel faktör belirlemişlerdir. Çalışmada, BIM benimseme mekanizmasının daha iyi anlaşılması ve BIM teknolojisinin etkin bir şekilde uygulanması için, anket verilerinin analizinin yanı sıra bir Yapısal Eşitlik Modeli (YEM) oluşturulmuştur. YEM aracılığıyla test edilen klasik gerekçeli eylem teorisine dayanan BIM benimseme mekanizmasını açıklayan bir model geliştirmişlerdir.

Attarzadeh vd. (2015)’nin “*Identifying Key Factors for Building Information Modelling Adoption in Singapore*” isimli makalelerinde, Singapur’da BIM benimsemesi için anahtar faktörleri tanımlamak amacıyla yaptıkları literatür araştırması sonucunda belirledikleri anahtar faktörlerin yer aldığı web tabanlı anket uygulamışlardır. alışmaları kapsamında BIM projesinde yer almış firma çalışanlarına uyguladıkları anket verileriyle yapılan analizler sonucunda, BIM’in benimsenmesinin önemli faydalarının, kısa sürede gelişmiş koordinasyon ile doğruluk oranının yüksek olduğu, yapım aşamasında daha az çakışma ve düzenleme amaçlı daha az geri dönüşün yapıldığı projeler elde edilmesi olarak belirlemişlerdir.

Gku ve Arditi (2016) “*Adopting BIM in Architectural Design Offices*” isimli araştırmalarında, teknoloji benimseme modellerinin ve teorilerinin kapsamlı şekilde inceleyerek bir sentez çalışması yapmışlardır. Araştırmaları kapsamında, mimari tasarım firmalarında BIM benimsenmesini anlamak için; (1) tasarım profesyonellerinin gerçekleştirebileceği görevler ve BIM’in sağladığı teknoloji

uyumu, (2) tasarım firmasının organizasyonel yeterliliği ve BIM'in sunduğu yeteneklerin uyumu ile (3) tasarımcıların BIM'deki bilgi/becerileri ve BIM ürününün karmaşıklığı arasındaki uyum olmak üzere üç ilişki üzerine bütünleşmiş bir model önermektedirler.

Chen vd. (2016), “*Structural Equation Model of Building Information Modeling Maturity*” isimli makalelerinde, ABD'deki BIM profesyonellerinden oluşan yedi gruba (mimar, mühendis, yüklenici, inşaat yöneticisi, taşeron, işveren, geliştirici) anket uygulamışlardır. Elde ettikleri veriler ile rastgele ayrılan iki alt örneğe yaptıkları açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi sonrasında Yapısal Eşitlik Modeli (YEM) kurmuşlardır. YEM ile BIM Olgunluğunun (BIMM- *BIM Maturity*), bilgi, teknoloji ve süreç yönetimi olmak üzere üç BIMM faktöründen doğrudan veya dolaylı olarak büyük ölçüde etkilendiği ve herhangi bir tek yöne odaklanmanın BIM'in uygulanmasını tehlikeye atabileceği sonucuna varmışlardır.

Fadeyi (2017)'nin “*The Role of Building Information Modeling (BIM) in Delivering the Sustainable Building Value*” isimli makalesinde, sürdürülebilir bina değeri sunumunu iyileştirmek için bir bilgi yönetimi stratejisi olarak BIM'in rolü incelenmektedir. Bununla birlikte literatürdeki kanıtlara dayanarak farklı sözleşme yöntemlerinin BIM'in benimsenmesinde olası faydaları olduğunu belirtmektedir. Çalışma kapsamında, farklı sözleşme yöntemlerinin kullanılması ile bina teslim aşamalarında profesyoneller arasında meydana gelebilecek parçalanmayı azaltmadaki BIM'in rolü incelenmektedir.

Sunil vd. (2017), “*Factors Impacting Building Information Modelling (BIM) Implementation in Cost Monitoring and Control*” isimli bildirilerinde maliyet izleme ve kontrol uygulamalarında BIM uygulamasını etkileyen anahtar hususların belirlenmesi üzerine odaklanmışlardır. Çalışma kapsamında Birleşik Krallıkta büyük bir inşaat organizasyonundan seçilen uygulayıcılarla yapılan mülakatlar, literatür araştırması ile elde edilen ampirik nitel verilerin yanı sıra anket yoluyla da toplanan nicel veriler kullanılarak BIM'i uygulama kararlarını etkileyen insan, süreç, bilgi ve teknoloji ile ilgili birçok faktör olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar çalışmalarında belirledikleri faktörlere BIM uygulamasının önündeki engeller ve BIM uygulamasında itici güç olmak üzere iki başlık altında toplamışlardır.

Vass ve Gustavsson (2017)'nin "*Challenges When Implementing BIM for Industry Change*" isimli araştırmalarında, BIM uygulaması ile oluşturdukları bilgi teknolojisi (BT) iş değeri modelini, BIM uygulamasını kullanan büyük bir İsvetç kamu altyapısı müşterisinin Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat endüstrisindeki BT destekli değişim sürecini, birbirine bağlı kurum içi ve kuruluşlar arası zorluklar olarak dokuz kategoride tespit etmişlerdir. Vass ve Gustavsson (2017), BIM'in yukarıdan aşağıya (*Top-down*) uygulanması olarak adlandırdıkları ve projenin daha az detaylandırma ile başlaması sonrasında müşteri görüşleriyle birlikte daha detaylı hale getirilerek gerçekleştirilmesinde yaşanan kuruluş içi zorlukları; aşağıdan yukarıya (*Bottom-up*) uygulanması olarak adlandırdıkları detaylandırılmış bir projenin başlangıcı ile tedarikçinin daha aktif müşterinin ise daha pasif konumda olduğu projelerde kuruluşlar arası yaşanan zorlukları müşteri bakış açısından yansıtmışlardır. Bu şekilde müşterinin Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat endüstrisinde değişikliği yönetme yeteneği üzerindeki etkisini incelemişlerdir.

Chang vd. (2017), "*Impact of Building Information Modeling Implementation on the Acceptance of Integrated Delivery Systems: Structural Equation Modeling Analysis*" isimli araştırmalarında, Çin'de 145 BIM destekli proje çalışanlarından anket geri dönüşleri ile elde ettikleri verilerle analizler yapmışlardır. Araştırmaları kapsamında yapısal eşitlik modeli oluşturarak BIM'in uygulama derecesinin, potansiyel maliyet tasarrufunun yanı sıra tedarik zinciri teşvikine duyulan ihtiyacın arttığı algısı ve BIM tarafından sağlanan gelişmiş iletişim kalitesi yoluyla gelecek süreçte Çin'de bütünleşmiş proje teslimi metodunun henüz denenmemiş olmasına rağmen kabul edilebilirliğine olumlu etkisi olacağı sonucuna varmışlardır.

Hochscheida ve Halinb (2018), "*A Model to Approach BIM Adoption Process and Possible BIM Implementation Failures*" isimli bildirimlerinde, Fransa'da tasarım firmaları için organizasyon merkezli ve yönetsel bir uygulama kılavuzu veya yöntemi oluşturmuşlardır. Bununla birlikte BIM'in uygulanmasını kolaylaştırmayı amaçlayan ve bir araştırma projesi niteliği taşıyan BIM benimsenmesinin başarısını ya da başarısızlığını etkileyebilecek faktörleri ortaya koymaktadırlar. Çalışma kapsamında benimseme sürecini beş aşamada tanımlayan üç farklı model, bir şirketin karakteristik yönlerinin küresel, organizasyonel ve kişisel seviyesi ile değişimin başarısında rol oynayan özellikleri üzerinde durulmaktadır.

Khanzadi vd. (2018)'nin "*BIM Applications Toward Key Performance Indicators of Construction Projects in Iran*" isimli makalelerinde, inşaat endüstrisindeki önemli Anahtar Performans Göstergeleri ve BIM uygulamalarının projenin yapım aşamasındaki fonksiyonlarını, İran koşullarına uyarlamak amaçlanmaktadır. Bu amaçla, iki yönlü Delphi yöntemini belirledikleri kriterlere uygun 8 mimar ve inşaat mühendisi uzman ile nitel veri toplamak için, *Fuzzy-Analytic Hierarchy Process* (Bulanık-Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemini inşaat projelerinde deneyimli 60 katılımcı ile nicel veri toplamak için gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak, İran'daki proje yaşam döngüsünün inşaat aşamasına yönelik BIM uygulamaları, proje tasarımı ve uygulayıcıları tarafından kalite iyileştirme ve sürdürülebilir inşaat göstergelerine temel rollerin; inşaat maliyetinin azaltılmasına ve zaman açısından verimli inşaat teslimine daha düşük rollerin atandığını belirtmişlerdir.

Amuda-Yusuf (2018), "*Critical Success Factors for Building Information Modelling Implementation*" isimli makalesinde, Nijerya'da BIM uygulaması için kritik başarı faktörlerini tanımlamak amacıyla literatür araştırmasıyla elde ettiği 28 kritik başarı faktörünü anket çalışması ile maliyet ekspertizi, mimar, inşaat mühendisi ve müteahhit olmak üzere dört gruptan oluşan örnekleme uygulamıştır. Araştırma kapsamında yaptığı faktör analiziyle ise sırasıyla sanayi paydaşlarının taahhüdü ve BIM bilgisi, teknoloji kabulü için kapasite geliştirme, kuruluş desteği, endüstri uzmanları arasında işbirlikçi sinerji ve kültürel yönelimi olmak üzere beş faktör elde etmiştir.

Antwi-Afari vd. (2018), "*Critical Success Factors for Implementing Building Information Modelling (BIM): A Longitudinal Review*" isimli makalelerinde, 2005-2015 dönemi BIM uygulaması için kritik başarı faktörleri (KBF) üzerine yayınlanmış çalışmaların kapsamlı bir inceleme ve yorumlama çalışmasının ardından, her ülkede uygulama başarısını ölçmek için her ülkenin akademik çalışma ile ortaya konan kendine özgü KBF'nin olmadığı sonucuna varmışlardır. Vardıkları sonuç doğrultusunda, paydaşlar arası iş birliği, tasarımın erken ve doğru üç boyutlu görselleştirilmesi, inşaat işlerinin koordinasyonu ve planlanması, bilgi alışverişini ve bilgi yönetimini geliştirmek, geliştirilmiş arazi düzeni planlaması ve arazi güvenliği şeklindeki ortak faktörleri temel alan, BIM uygulaması için standart bir değerlendirme modeli olarak KBF kontrol listesi geliştirmişlerdir.

Olawumi ve Chan (2018)'in “*Critical Success Factors (CSFs) for Amplifying the Integration of BIM and Sustainability Principles in Construction Projects: A Delphi Study*” isimli araştırmalarında, inşaat projelerinde BIM ve sũrdũrũlebilir uygulamaların entegrasyonunu geliştirebilecek temel faktũrleri belirlemek ve ȃnemine gȃre sıralamak amaçlanmaktadır. Olawumi ve Chan (2018), iki aşamalı bir Delphi anket tekniği kullanarak akademi ve sektȃrden 14 uzmanın algılarına ve deneyimlerine dayalı veri toplamışlardır. Delphi anket tekniği kapsamında, iki aşamalı olarak uygulanan anketten her turda elde edilen verilere uygulanan istatistiksel analizler ile literatũrden elde edilen 30 kritik başarı faktȃrũnden; proje ekiplerinin erken katılımı, BIM ve sũrdũrũlebilirlik alanında ise alanlar arası uzmanlar için daha çok eğitim programının olması ve proje personelinin teknik yeterliliğini en kritik ũ faktȃr olarak belirlemişlerdir.

Lindblad ve Guerrero (2020), “*Client’s Role in Promoting BIM Implementation and Innovation in Construction*” isimli makalelerinde, kamuya ait yapıları inşa eden ve kamu mũřterisi olarak adlandırılan kuruluşların yeniliği teşvik etmek için ũstlenebilecekleri farklı rolleri araştırmaktadırlar. Araştırmaları kapsamında İsveç’teki en bũyũk ulaşım altyapısı kamu mũřterisi ȃzerinden; BIM uygulamalarının kullanıldığı projeler ȃzerinde yeniliği benimseyerek aktif ve doğrudan katılım sağlayan mũřteri rolũ ile tedarikçi liderliğinde ilerleyen projedeki tedarikçilerin yeni ȃzũm ve ȃnerilerine açık olan mũřteri rolũnũ benimseyen iki girişimi bir arada yũrũtmũřlerdir. Çalışmanın sonucunda, projenin uygulanması sũrecinde mũřterinin rolũnũn kilit noktada olduğunu ortaya koymuşlardır.

Yukarıda ȃzetlenen çalışmalar incelendiğinde BIM uygulamalarının yeni bir araştırma konusu olmasına rağmen konu ile ilgili olarak literatũrde çok sayıda çalışma olduğu gȃrũlmektedir. Bununla beraber Tũrkiye’de BIM uygulamalarının sektȃrdeki kullanım durumu, kullanım alanları, faydaları ve adaptasyonu ȃzerinde çalışmalar yapıldığı dikkat çekmektedir. Bazı çalışmalarda ise BIM’in ũlkemizde yaygın kullanılmadığı yȃnũnde sonuçlara varılmıştır. Ancak, Tũrkiye’de BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etki eden faktȃrlerin belirlenmesi ve faktȃrler arasındaki ilişkileri ortaya koyan çalışma eksikliği vardır. Yapılan bu çalışma ile alandaki eksikliğin giderilmesi dũřũnũlmektedir. Bu amaçla BIM kullanımının yaygın kullanılmamasına etki eden faktȃrleri belirlemeye yȃnelik çalışma yapılması

gerekli görülmektedir. Tez kapsamında, Türkiye’deki mimarlık ofislerinde ve inşaat şirketlerinde çalışan mimar ve mühendislere uygulanan anket ile elde edilen veriler doğrultusunda Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasında etkili olan faktörler belirlenecek ve faktörler arası ilişkiler ortaya konacaktır.

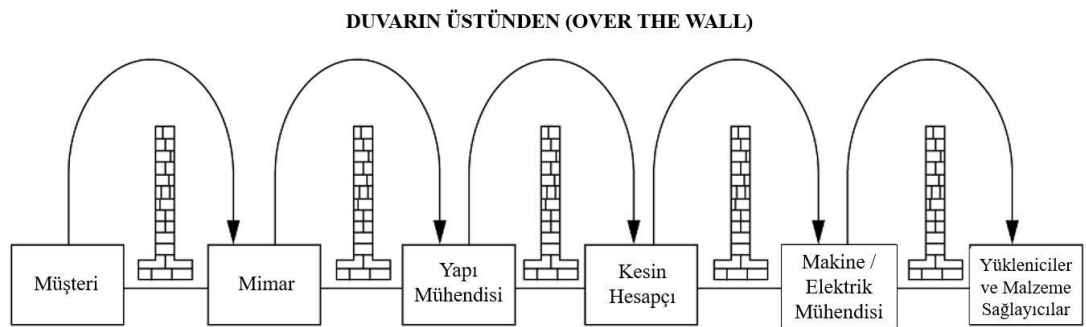


BÖLÜM 3

3. BIM (BUILDING INFORMATION MODELLING) GELİŞİMİ VE İNŞAAT SEKTÖRÜNDEKİ YERİ

İnşaat projelerinin tasarım-yapım ve üretim süreçlerine yönelik geleneksel yaklaşım, projenin geliştirilmesinde bir ardışık yaklaşım niteliğindedir. Müşteri bilgilendirmesine dayalı olarak mimar, bir mimari tasarım sunar; bu tasarım yapı mühendisine verilir; yapı mühendisi yapı tasarımını tamamladıktan sonra, projeyi maliyet hesabı çıkarması için kesin hesapçıya verir. Bu arada elektrik ve mekanik projelerinin yapılması için ilgili mühendislik proje grubu devreye girer. Bu çalışmalar tamamlandığında, proje yükleniciye iletilir; yüklenici yapının inşasıyla ilgili sorumluluğu üstlenir. Projenin kabul ve teslim aşamalarıyla süreç tamamlanmış olur.

Bu durum, bir işlevsel disiplinin kendisine ait görevlerini tamamladığında, disiplinler arasında projenin mecazi anlamda üzerinden aşırılacağı “duvarların” yaratılmasına neden olur. Bu duvar, her disiplinin birbiriyle etkili şekilde iletişim kurmasını engellemektedir.



Şekil 3.1: Geleneksel tasarım ve inşaat sürecindeki “Duvarın Üstünden Sendromu” (Evbuomwan ve Anumba, 1998; Anumba, Baugh, Khalfan, 2002)

Projenin geliştirilmesine yönelik bu “Duvarın Üstünden” yaklaşımı inşaat sektöründe birçok soruna yol açmaktadır (Anumba, Baron, Evbuomwan, 1997; Evbuomwan ve Anumba, 1998; Anumba, Baugh, Khalfan, 2002). Bu sorunlar :

1. Müşteri ihtiyaçlarının tespitinin, analizinin ve öncelik sırasının doğru yapılamaması;
2. Tasarım ve inşaat bilgilerinin parçalı yapısı sonucu; bir aşamada oluşturulan bilginin, sonraki aşamada otomatik olarak tekrar ulaşılabilir ve kullanılabilir olmaması;
3. Farklı katılımcıların parçalı yapısı, projeye dahil olan fonksiyon disiplinleri arasında zayıf bütünleşme, koordinasyon ve işbirliği; bunun sonucunda hataların ve yanlış anlamaların ortaya çıkması;
4. Projelerin gerçek yaşam çevrimi analizinden yoksun olmaları;
5. Tasarım mantığının ve niyetinin iletilmemesi sonucunda, eksik ve yetersiz tasarım şartnameleri, esas projeye uygun olmayan tasarım değişiklikleri, gereksiz yükümlülük talepleri ve uyuşmazlıkların ortaya çıkması;
6. Tasarım maliyetinde ve zamanında artıştır.

Geleneksel yöntemde, kullanıcıların, çevre temsilcilerinin, yüklenicilerin, taşeronların ve işletmecilerin tasarım sürecine katılmaması sonucunda, inşa edilebilirlik, işlevsellik ve işletilebilirlik gibi konular tasarımcıların bilgi ve deneyimine bırakılmaktadır.

Bu sorunların giderilmesi için, inşaat projelerinin yaşam döngüsünde yer alan aktörlerin projenin erken aşamalarında bir araya getirilmesi, sonradan oluşacak problemleri azaltacaktır. Farklı disiplinlerden alınan bilgilerin, tasarım sürecinin erken aşamalarında sağlanması daha kaliteli tasarımlara, daha fazla tasarım esnekliğe, yaratıcılığa ve yapılabiliğe olanak verir. Bu durum, inşaat projesini etkileyen bütün yaşam çevrimi sorunlarının proje yaşam çevriminde erken ele alınmasını sağlayacaktır.

Teknolojik gelişmelerin beraberinde değişen inşaat sektörü ve karmaşık inşaat projelerinin gereksinimleri doğrultusunda BIM, sunduğu imkanlarla yeni bir ufuk açmıştır. Temel insan davranışı ve etkileşimi kavramları olarak birbirini güçlendiren görselleştirme, iletişim, anlama ve iş birliği (Kymmell, 2008) kavramları bir yapıyı meydana getirebilmek için önemli kavramlardır. Bina yaşam döngüsü içerisinde yapının mimari ve strüktürel tasarımlarının ardından tasarımlar görselleştirilerek

müşteri ile yapının inşasında rol oynayan kişi ya da kuruluşlar arasındaki iletişim ve karşılıklı anlayış ile iş birliği sonucunda yapının inşası gerçekleştirilir. Bu karşılıklı etkileşim, meydana getirilen yapının kullanım veya işletim aşamasını etkiler. Bununla birlikte, BIM uygulamaları farklı disiplinler arası iletişim ve bilgi paylaşımı ile özellikle çok fonksiyonlu inşaat projelerinde inşaat verimi açısından birçok avantaj sağlamaktadır.

3.1. BIM Nedir?

BIM'i tasarıma, inşaata ve tesis yönetimine yeni bir yaklaşım olarak tanımlayan Eastman vd. (2011)'i, BIM'in bir yazılım türü olmadığını ve bunun ötesinde inşaatta genel süreç değişikliklerini içeren bir insan etkinliği olduğunu ifade etmektedirler. Genel anlamda BIM, bir yapının tasarım aşamasından itibaren yapım ve yönetim aşaması da dahil olmak üzere tüm yaşam döngüsünü kapsayan (Popov vd., 2010); bina yaşam döngüsünde insan ve teknoloji arasında oluşan ilişki sonucunda meydana gelen üç boyutlu dijital model kullanımı (McGrawHill, 2008) ile bilgi paylaşımının yapılmasının yanı sıra bilginin yönetilmesini de sağlayan bir sistem olarak tanımlanabilir. Arayıcı vd. (2012)'ye göre BIM, yalnızca üç boyutlu grafik model olmamakla birlikte kullanıcıya üç boyutlu grafik modelde yer alan bilgileri değiştirme ve yeniden kullanma imkânı tanır. Bununla birlikte BIM, üç boyutlu akıllı modeller kullanmakla kalmaz, iş akışı ve proje teslim süreçlerinde önemli değişiklikler yapar (Hardin, 2009). Yapının inşaat süreçlerinde ise süreç kontrolü BIM ile sağlanabilir olduğu için güvenilir inşaat süreçleri oluşmaktadır (Dave vd., 2013).

Temel olarak BIM, oluşturulan üç boyutlu bina bilgi modeli üzerinde farklı disiplinlerin bir arada çalışmasına imkân tanımaktadır. Mimarların, mühendislerin ve inşaat sektöründeki diğer paydaşların herhangi bir potansiyel tasarım, inşaat veya işlevsel sorunlarını belirlemek için gerçek dünyanın simülasyonu olan bir ortamda inşa edilmesi gerekenleri görselleştirmelerine yardımcı olur (Azhar, 2015). Böylece, bir yapı projesinin yapım aşamasında uygulama projesi, statik projesi ve tesisat projesi gibi projelerin aynı model üzerinde yer alması ile meydana gelebilecek çakışmalar engellenebilmektedir. Meydana gelebilecek çakışmaların yapım aşaması öncesi engellenmesi projenin zaman yönetimi açısından iş programlarındaki aksamaların önüne geçilmesini sağlar. İş programının aksamamasını sağlayarak proje maliyetinde hesaplanan yaklaşık maliyetten uzaklaşılmasına engel olmaktadır. Gerçek dünyanın

simülasyonu olan bir bina bilgi modeli, geometriyi, mekânsal ilişkileri, coğrafi bilgileri, yapı elemanlarının miktarlarını ve özelliklerini, maliyet tahminlerini, malzeme envanterlerini ve proje programını karakterize ederek içerisinde barındırır ve binanın yaşam döngüsünü göstermek için kullanılabilir (Bazjanac, 2006). Ek olarak, bina bilgi modelinin üzerinde dijital olarak saklanan bilgiler, yapının inşa edilmesinden sonra kullanım ya da işletim aşamasında teknik sorunlar oluşması durumunda sorunların giderilmesi için kullanılabilir (Eastman vd., 2011). BIM uygulamaları, enerji simülasyonları oluşturma imkânı sağlaması yönüyle sürdürülebilir tasarım alanında çevre dostu yapıların oluşturulmasında önemli bir konumdadır.

BIM uygulamaları parametrik modellemeyi temel alarak çalışır. Parametreleri temel alan sistem, parametre değerleri değiştirilerek meydana getirilebilecek alternatif sayısı ve değişiklik yapma kolaylığı sağlamaktadır (Akipek ve İnceoğlu, 2007). Parametrik modelleme (nesne-tabanlı modelleme), parametrelere dayalı kurulan ve parametrik değerlerin değişimine izin vererek kontrollü ve sürekli değişim imkânı veren modelleme yöntemidir; parametrik modellemede tasarımın sınırlandırılması için geometrik kuralların belirlenmesi gerekir (Schmal, 2001). Bu açıdan BIM uygulamalarıyla oluşturulan model tasarım yaparken verdiği değişim imkanının yanı sıra kontrollü değişim imkânı ile hata payını azaltmaktadır.

3.2. BIM'in Tarihsel Gelişim Süreci

Günümüzdeki anlamıyla üç boyut teknolojisinin inşaat sektöründe kullanımına yönelik olarak 1970'lerin sonlarında üç boyutlu katı modelleme programlarının keşfedilmesi ile ilk adımlar atılmıştır (Bergin, 2010; Masood vd., 2014). Bu gelişmelere paralel olarak imalat endüstrisinde üç boyutlu ürün tasarımı, analizi ve simülasyonu üzerinde yol kat edilirken; inşaat endüstrisinde CAD sisteminin benimsenme oranının yüksek olması ve kullanımının yaygın olması, üç boyutlu modelleme yazılımlarına yönelimi ve talebi olumsuz yönde etkilemiştir (Eastman vd., 2008).

Allplan (1980) ve ArchiCAD (1984) yazılımının oluşturulduğu 1980'lerde, ilk nesne tabanlı parametrik modelleme geliştirilmiştir (Eastman vd., 2008). Modelleme aracı sağlayıcılar teknolojik yazılım engellerini ortadan kaldırmak için birlikte

çalışarak üç boyutlu modelleme araçları tasarlamaya başlamışlardır (Masood vd., 2014). 1980'lerin ortalarından sonlarına kadar oluşturulan bilgi modelini, "Building Model - Yapı Modeli" nin tam anlamıyla yorumundan ziyade Hollandalı Gebouw "Building Information Model - Yapı Bilgi Modeli" olarak çevrilebilecek bağlamlarda zaman zaman kullanmıştır (Eastman vd., 2008).

Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat endüstrisi, 1990'larda nesne-tabanlı (parametrik) bina modellemesinin varlığını kabul ederek başlarda prefabrike yapısal çelik gibi belirli pazarlarda parametrik üç boyutlu modellemeyi kullanmıştır (Masood vd., 2014). Teorik kavram olarak 1970'lerin sonlarına doğru ortaya çıkmış (Rokoei, 2015) olmasına karşın BIM, *Building Information Modelling*, terim olarak ilk defa 2002 yılında sanal tasarım, inşaat ve tesis yönetimini tanımlamak için kullanılmıştır (Harris, 2010; Lee vd., 2012). 2000'lerin başında Revit yazılımının geliştirilmesi (Bergin, 2010) dahilinde geliştirilen diğer üç boyutlu modelleme yazılımlarıyla birlikte BIM, günümüzde kullanılan anlam ve işlevine kavuşmaya başlamıştır. Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat endüstrisinin son 20 yıldır BIM ile ilgili gelişmelere yoğunlaşmasının bir sonucu olarak (Eastman vd., 2008), çeşitli BIM araçları kolayca erişilebilir hale gelmiştir (Arayıcı vd., 2011; Li vd., 2014). Bununla birlikte, BIM süreci dünya çapında çoğu ülkede aşamalı olarak uygulanmakta ve günümüzde BIM kullanımı inşaat sektörünün verimliliğini artırmaya yönelik olarak çok sayıda ülkede kamu politikaları tarafından desteklenmektedir (Charef vd., 2018).

3.3. BIM'in Boyutları

BIM teknolojisi, yeteneklerine göre çeşitli boyutlara sahiptir. Bu boyutların isimlendirilmesi konusunda "bazı fiziksel veya soyut sistemlerin geometrik boyutlarına" gönderme yapılarak genel bir kural olarak 2D (*2 dimensions*) alan iki boyutlu bir düzlemdir; 3D (*3 dimensions*) uzay, üç boyutlu bir uzaydır; 4D (*4 dimensions*) uzay, dördüncü bir boyut olarak zamanı ekler; 5D (*5 dimensions*) genellikle beşinci bir boyut olarak maliyeti ifade eder; "nD" ise BIM yeteneklerine eklenen enerji analizi, sürdürülebilir tasarım veya tesis yönetimi gibi belirlenecek olan diğer yetenekleri ifade edecektir (Kymmell, 2008). "nD" modelleri, inşa edilecek yapı kullanıcılarının bir projenin yaşamını görmesi ile simülasyonunu sağlar ve bu şekilde analize imkân vererek kullanıcıya karar aşamasındaki kararsızlıklarının giderilmesi konusunda yarar sağlar (Kamardeen, 2010). Bununla birlikte, "nD" modelleri

paydaşlar arası doğrudan 3D BIM modelinden alınabilen bir veri seti ile proje sırasında çalışmalarını iyileştirmelerine olanak sağlayacaktır (Ding vd., 2014).

Günümüzde BIM yetenekleri doğrultusunda BIM'in boyutları, 3D'den 7D'ye kadar geliştirilmiştir. BIM'in boyutlarının genişlemesi, tasarım aşamasında yapılan hatalarının azalmasını ve üretkenliğin artmasını sağlayarak yeni iş birliği düzeyleri ve birlikte çalışabilirlik ortaya çıkarabilir (Succar, 2009).

3D BIM: Bir yapı projesinin yapı elemanları kullanılarak üç boyutlu modellenmesi ile kullanıcıya sunulan ve tasarımı kontrol etme imkânı sağlayan BIM boyutudur. Parametrik veriler doğrultusunda nesne-tabanlı 3D BIM modeli, birbiriyle eş güdümlü ve güvenilir bilgilerle etkileşimli nesnelere oluşturur (Kamardeen, 2010). Oluşturulan 3D sanal model kullanıcı dışında farklı disiplinlere dahil gruplar arası bilgi paylaşımını mümkün hale getirir. Bu şekilde, disiplinler arası iletişim ile gerçekçi görselleştirme yapılarak çakışma tespiti yapılabilir ve oluşabilecek hataların önüne geçilebilir (Wong ve Yang, 2010). Taşıyıcı malzeme ve kaplama malzemesi ile tesisatın geçtiği yerlerin bilinmesi ileriki bir zamanda olası arızalarda mekanik ve elektrik tesisatı ile ilgili herhangi bir işlem yapılması gerektiğinde 3D modelden faydalanılmaktadır (Ofloğlu, 2009). Ek olarak, binanın işletiminde binada yapılan değişikliklerin model üzerine işlenerek bilgi güncel tutulabilir (Dave vd., 2013).

4D BIM: BIM'in dördüncü boyutunda sürece zaman dahil olur. Teslim sürecinin hızlandırılması gerekliliği ile bu durumda 3D BIM'in sunduğu görselleştirmenin yetersiz kalması sonucu "zaman" faktörü hızlı bir şekilde BIM'in dördüncü boyutu olarak devreye girmiştir (Zhang ve Hu, 2011). 4D BIM, üç boyutlu modellemeyi temel alarak bir projenin başlangıcından bitimine kadar olan zamanın planlamasını içerir. Proje başlangıcından itibaren proje adımları dahilinde sanal model üzerinden proje paydaşları arasındaki iletişimin eş zamanlı gerçekleşmesini sağlar. Eş zamanlı iletişim ile projenin yapım aşamasında malzemelerin ulaşımı, nakliyesi, montajı dahil olmak üzere sahadaki tüm süreçler çevrimiçi olarak takip edilebilir. Böylece, malzemelerin verimli ulaşımını, depolama alanının minimuma indirilmesini ve sahaya nakledilen malzemelerin montaj süresini minimum hale getirmeyi sağlar (Özorhon, 2018). 4D BIM ile üretkenliği artırmak için çok daha gerçekçi programlar, saha düzeni ve lojistik planlar oluşturulabilir (Kamardeen, 2010). Bununla birlikte dört boyutlu (4D) modeller, bir programa bağlı üç boyutlu modelleri kaynak göstererek

girişim analizi ve üç boyutlu uzay çakışmasının belirlenmesi için kullanılır (Arayıcı vd., 2012).

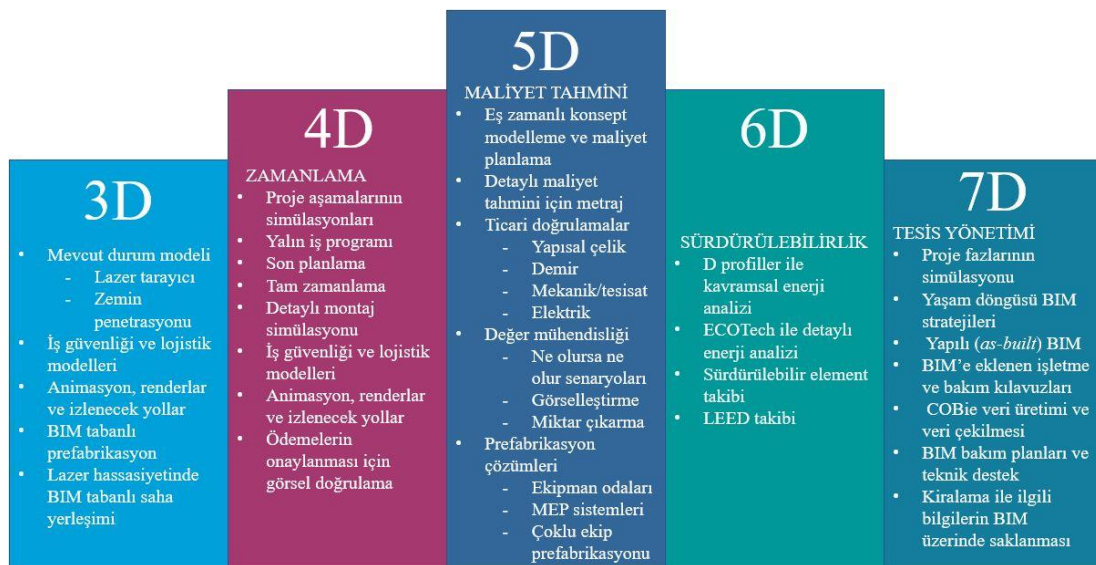
5D BIM: BIM'in beşinci boyutu, zamanı kapsayan dördüncü boyutuna ek olarak maliyeti kapsayan boyuttur. 3D BIM modeli üzerinde yapı elemanları ile kullanılacak malzeme miktarları işlenmiş veriler olarak yer alır. Bununla birlikte, 4D BIM üç boyutlu model verileri ile projenin yapım sürecinin programlanmasını sağlayarak elde edilen veriler doğrultusunda 5D BIM ile maliyetin hesaplanmasına sağlanır. Beş boyutlu (5D) model 3D çizimi, zaman ve maliyet tahminleriyle bir araya getirerek tasarım sürecini hızlandırır ve proje bütçesinin üzerine çıkılmamasına olanak sağlar (Boon ve Prigg, 2012; RICS, 2014). Tasarımcı, 5D BIM modelini proje paydaşları ile iletişim içerisinde oluşturabilir ve müşteri bütçesini baz alarak yaptığı ve hızlı güncelleme imkânı olan tasarımını son haline daha kısa sürede oluşturur. Bununla birlikte 5D BIM modeli, 3D BIM ve 4D BIM modelleri üzerindeki veriler ile malzeme miktarı, zaman çizelgesi ve malzeme fiyatları gibi maliyet verilerini bir bütün halinde sunar (Smith, 2014).

6D BIM ve ötesi: BIM'in beşinci boyutundan sonraki boyutların niteliği konusunda akademisyenler ve uygulayıcılar arasında kafa karışıklığı bulunmaktadır (Charef vd., 2018). Bazı araştırmacıların (Kameedan, 2010; Redmond vd., 2012; Joannides vd., 2012) BIM'in altıncı boyutunu tesis yönetimi ile ilişkilendirmesine karşın, bazıları ise (Yung ve Wang, 2014; Wang vd., 2014) sürdürülebilirlikle ilişkilendirmişlerdir (Charef vd., 2018). Charef vd. (2018)'e göre, yaptıkları sistematik literatür taraması ve analizler sonucunda 6D ve ötesinin hala başlangıç aşamasında olduğu ve Avrupa'daki uygulayıcıların çoğunun 6D BIM'i sürdürülebilirlik ile ilişkilendirdiği sonucuna varmışlardır. Sürdürülebilirlik kavramı, özellikle 1980'lerden itibaren daha geniş bir alanda kullanılmaya başlanmıştır (Özgen, 2018). Bina tasarımı alanında sürdürülebilirlik günümüzde önemli bir yere sahiptir. Özellikle, kaynakların doğru kullanımı ile çevreye verilen zararın minimuma indirgenmesi açısından çok önemlidir. 6D BIM ile yapılan üç boyutlu tasarım verilerine dayanarak çeşitli simülasyonlar ile enerji analizi, akustik analizi ve ışık analizi gibi analizler yapılabilir. Üç boyutlu model verileri ve iklim verileri kullanılarak iklim değişikliğinden kaynaklı rüzgâr yükü artışının binaya etkisinin simülasyonu yapılabilir (Borst vd., 2015). 6D BIM ile ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri (HVAC-

heating, ventilating and air conditioning) donanımı ve sistem verileri ile enerji simülasyonları elde etmek mümkündür (Akkaya, 2012).

BIM'in yedinci boyutunun (7D- *seven dimensions*) altıncı boyutunda olduğu gibi sürdürülebilirlik ve tesis yönetiminden hangisi ile ilişkili olduğu konusunda çalışmalarda netlik yoktur. Daha başlangıç aşamasında sayılabilecek 7D BIM, çoğu uygulayıcı tarafından tesis yönetimi ile ilişkilendirilmektedir (McArthur, 2015; Charef vd., 2018). Projenin gerçekleştirilmesi sonrasında yapının kullanımı ya da işletilmesi aşamasında BIM'in bina bilgi modelinde bulunan bilgiler kullanılabilir. Tesis yönetimi ile ilgili olarak departmanları yenileme, boşluk planlama ve bakım işlemlerine yardımcı olur. BIM uygulamaları üç boyutlu modeli temel alarak olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. grafiksel olarak göstermek için kolayca uyarlanabilir (Azhar, 2011). Bununla birlikte, meydana gelebilecek herhangi bir olağanüstü durumda binanın en hızlı ve en güvenli tahliyesi için simülasyonlar oluşturma imkânı sağlar.

Günümüzde yeni yeni gündeme gelen BIM'in sekizinci boyutu (8D- *eight dimensions*) farklı işlevler ile ilişkilendirilmektedir. Kameedan (2010)' a göre, 8D BIM bir projenin tasarım ve yapım aşamasındaki güvenlik yönlerini içermektedir. Beveridge (2012)'ye göre, 8D BIM entegre proje teslimi ve sürdürülebilirliği, 9D BIM akustiği, 10D BIM güvenliği, 11D BIM ise ısıyı kapsamaktadır. Şekil 3.2'de BIM'in boyutları ve her bir boyutun beraberinde sağladığı hizmetler yer almaktadır.

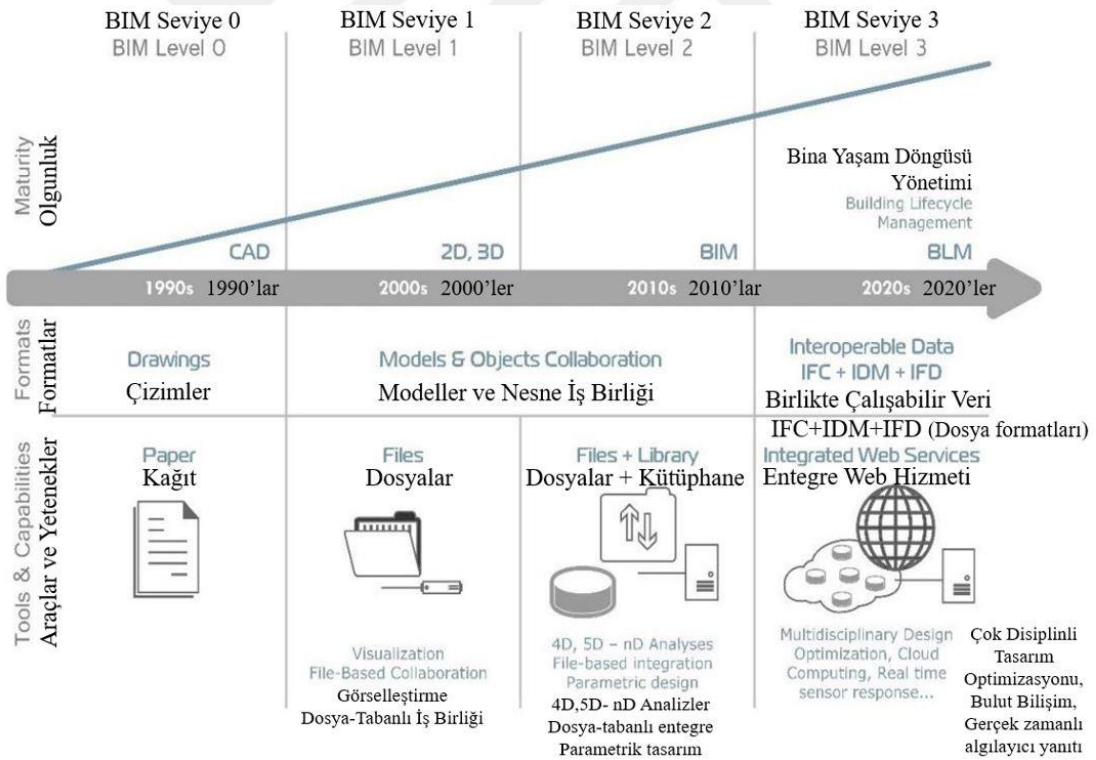


Şekil 3.2: BIM boyutları (Pehlevan ve Kazado, 2018)

BIM'in boyutları ile şantiye yönetimi gibi geliştirilebilir nitelikte birçok modelleme yapılabilmektedir (Akkoyunlu, 2015). 6D BIM ve ötesi boyutlardaki netlik eksikliğinin BIM faydalarını azaltmaması için meslek kuruluşları tarafından uygun standartlar tasarlanarak tutarlı bir yaklaşıma öncülük edilmelidir (Charef vd., 2018).

3.4. BIM Yetenek Aşamaları/BIM Olgunluk Seviyeleri

BIM yeteneği, BIM'in bir görevi yerine getirme, hizmet sunma ya da ürün üretme temel becerisi olarak tanımlanabilir. BIM yetenek aşamaları ise BIM teknolojilerini ve kavramlarını benimseyen kuruluşlar tarafından ulaşılması gereken önemli kilometre taşlarını tanımlar (Succar, 2010). BIM yetenek aşamaları, BIM uygulamalarını kullanan bir kuruluşun bu konuda kaydettiği ilerleme ve olgunlaşma anlamını içerdiği için "BIM olgunluk seviyeleri" olarak da ifade edilebilir. Seviye 0'dan Seviye 3'e kadar dört farklı BIM olgunluk seviyeleri, bir başlangıç noktası (BIM uygulamalarının kullanımı öncesi) ve üç BIM kullanımı aşaması şeklindedir.



Şekil 3.3: BIM olgunluk seviyeleri (Neeley, 2010; Bernstein ve Jezyk, 2014)

Şekil 3.3'teki BIM olgunluk seviyeleri, teknoloji, süreç ve politika bileşenlerini içerir ve aşağıdaki gibidir:

BIM Seviye 0: Ön BIM durumu ya da ayırık proje teslimi olarak ifade edilebilen, nesnelere arasında anlamsal bir ilişki olmaksızın bilgilerin belgelenmesi için geleneksel 2D CAD dosyalarının kullanılması (Lin vd., 2015), elle çizim veya 3D nesne-tabanlı olmayan yazılım teknolojilerinin kullanılmasıdır (Succar, 2010). İnşaat sektörünün sözleşmeye bağlı düzenlemelerle riskten kaçınmaya yönelik ilişkileri nedeniyle 3D gerçekliği tanımlamak için 2D belgelere büyük ölçüde bağımlılık vardır. Bu olgunluk seviyesinde kuruluşlar 3D görselleştirmeler oluştursa bile, genelde bu görselleştirmeler birbirinden bağımsız iki boyutlu belgelendirme ve detaylandırmaya dayanmaktadır. Malzeme miktarları, maliyet tahminleri ve özelleştirmeler genellikle 3D görselleştirmelerden türetilmez. Benzer olarak, paydaşlar arası iş birliğine dayalı uygulamalara öncelik verilmez (Succar, 2010).

BIM Seviye 1: Nesne tabanlı 3D parametrik yazılım aracı kullanılarak modellenmenin yapıldığı BIM seviyesidir. Tasarım, yapım ve işletim dahilinde tek disiplinli modeller üretilir (Succar, 2010). İki boyutlu dokümantasyon temel alınarak üç boyutlu görsel oluşturulur ve mimari tasarım modelleri ile yapı üretim modellerini içerir. Bu modeller dışında teslim edilen nesne-tabanlı niteliği olmayan somut hacimler, kapı planları vb. temel bilgi aktarımlarını ve karmaşık olmayan üç boyutlu modelleri içerir (Succar, 2010). Farklı disiplinler arası ve paydaşlar arası model tabanlı bir veri alışverişi ve değişiklik imkânı bulunmamaktadır. Dosya tabanlı iş birliğine dayanır ve veri entegrasyonu eksiktir (Lin vd., 2015). Veri akışı tek yönlü gerçekleşir ve bina yaşam döngüsündeki süreçlerde iletişim eş zamanlı gerçekleşmez.

BIM Seviye 2: Model tabanlı iş birliğini kapsamaktadır. Farklı disiplinlere bağlı olarak üç boyutlu modellerin kullanımı (Lin vd., 2015) ile bu üç boyutlu modeller arası veri değişimine ve iş birliğine izin verir. Farklı disiplinler arası yapılan iş birliği çeşitli yöntemlerle yapılabilir. Bu iş birliği aynı yazılım firmasının ürettiği dosya uzantısı (dosya biçimi) aynı olan 3D BIM yazılımları aracılığıyla olabilir ya da nesne tabanlı dosya formatı olan IFC dosya formatındaki farklı yazılım firmalarının ürettiği farklı disiplinlere hitap eden 3D BIM yazılımları aracılığıyla gerçekleşebilir.

Model tabanlı iş birliği, bina yaşam döngüsü içerisinde aynı aşamada ya da farklı iki aşama arasında gerçekleşebilir (Succar, 2010). Bununla birlikte, üç boyutlu nesne tabanlı model, zamanlama veri tabanı ya da maliyet tahmini veri tabanı arasındaki değişim gibi BIM verilerinin değişimleri için disiplinler arası iş birliğinde

yalnızca bir iş birliğine uygun modelin verilerini barındırması gerekli ve önemlidir. Böylece, BIM'in 4D ve 5D boyutlarını kapsayan çalışmalara izin verir (Succar, 2010; Lin vd., 2015). Dosya tabanlı entegrasyonu ve kütüphane yönetimini destekleyerek parametreleştirme ve komut dosyası oluşturma işlevlerinin tasarım analizinde rol oynayabilmesini sağlar (Lin vd., 2015). Karşılıklı veri alışverişi sağlanmasına karşın BIM olgunluk seviyesi 2'de ve bina yaşam döngüsündeki süreçlerde iletişim eş zamanlı gerçekleşmez.

BIM Seviye 3: Ağ tabanlı entegrasyona dayanan bu olgunluk seviyesinde bölümlenme açısından geniş içeriği sahip entegre model, sanal tasarım ve yapımın erken aşamalarında karmaşık analizlerin yapılmasına olanak tanıyan disiplinler arası nD modeller haline gelir (Lee vd., 2003). İş birliğine dayalı bir model sunucusu tarafından yönetilen yeni ortaya çıkan IFC/IFD standartlarıyla uyumlu web hizmetleri aracılığıyla sağlanan tam veri entegrasyonuna izin veren bu seviyede bilgi, binanın yaşam döngüsü boyunca tüm alanlarını destekleyebilir niteliktedir (Lin vd., 2015). "Entegre BIM" olarak da tanımlanır. Bununla birlikte iş birliğine dayalı çalışma kapsamlı, birleşik ve paylaşılabilir bir veri modeli etrafında "döngüsel olarak" dolaşmaktadır (Edgar, 2007). Model ve belge tabanlı verilerin eşzamanlı değişimine olanak sağlayarak bina yaşam döngüsü süreçlerinin bir bütün şeklinde üst üste gelmesini sağlar (Succar, 2010). Güncel açık bilgiler, tasarım ilerlemesi için gereken yeni bilgileri üretmek amacıyla proje içindeki farklı uzmanlık alanlarına dağıtılır (Lin vd., 2015).

Günümüzde BIM Seviye 1, analiz ve simülasyon için Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat endüstrisinde ana akım haline gelmiştir (Bernstein ve Jezyk, 2014). Bununla birlikte, BIM olgunluk seviyeleri teknolojik gelişmeler doğrultusunda gelişmeye açık yapısıyla öngörülemeyen bir bitiş noktası tanımlar (Succar, 2010).

Entegre proje teslimi (IPD- Integrated Project Delivery) kavramı, alan teknolojileri, süreçleri ve politikalarının bir bütün olarak karşımıza çıktığı uzun vadeli bir BIM vizyonunu temsil etmektedir (AIA, 2007). Bununla birlikte IPD terimi, gerçek zamanlı olarak birden çok harici veri tabanına (coğrafi bilgi sistemleri, hizmet şebekeleri, maliyet veri tabanları vb.) ve bilgi kaynağına bağlı yüksek düzeyde entegre, çok boyutlu bir modelin sunumunu ve sürekli gelişimini temsil eder (Succar, 2010).

3.5. BIM için Gelişim Seviyeleri ve Detay Seviyeleri

Bir yapı ya da altyapı inşaatının karmaşık yapısı göz önünde bulundurulduğu zaman araçların tanımlanması veya taraflar arası veri yönetimi gibi çeşitli ön koşullar gereklidir (Mavreli, 2018). İnşaatın tasarım ve yapım süreçlerinde farklı ölçeklerde çizimler gereklidir. Farklı ölçeklerde çizim gereksinimine benzer şekilde BIM modeli ilgili olarak süreçlere göre sınırlamalar yapılması gerekir. İnşaatın farklı süreçlerinde müşteri ile firma arasındaki bir iletişim şekli olmakla birlikte model bilgilerinin kalite ve miktarının daha iyi kontrolü ve görünümünü sağlamak amacıyla seviyeler belirlenmiştir. Bu seviyeler, “gelişim seviyesi (*level of development- LOD*)” ve “detay seviyesi (*level of detail- LOD*)” şeklinde ifade edilmiştir. Projeye ait tüm süreçlerin içeriğinin netliğini sağlamayı amaçlamaktadır. 2004 yılında gündeme gelen detay seviyesi kavramı ile gelişim seviyesi kavramının aynı anlamı ifade ettiği kabul ediliyordu (Bolpagni ve Ciribini, 2016). 2013 yılında ABD’de BIM-Forum adlı grup, gelişim seviyesi ve detay seviyesi kavramlarını BIM modeli ile ilgili anlamları bakımından ayırmıştır (Yoders, 2013). Günümüzde, çeşitli grupların ve ülkelerin oluşturduğu BIM ile ilgili belgelerde yeni seviyeler belirlenmiş olmakla birlikte gelişim seviyesi ve detay seviyesi kavramları BIM iş akışına entegre edilerek geliştirilmiş ve önemi artmıştır.

Gelişim seviyesi iki kavramın birleşiminden oluşur. Bunlar, eleman ya da bina modeli için grafiksel olmayan bilgileri içeren “bilgi seviyesi” ve bina modelinde grafiksel bilgileri referans alan daha çok çizimlerdeki ölçeklendirme ve doğrudan tasarım aşamalarıyla ilişkilendirilen “geometri seviyesi” kavramlarıdır. Projenin karmaşıklığı, kapsamı ve büyüklüğüne göre her proje için içeriği değişmekle birlikte, BIM-Forum (2019) tarafından yayınlanan LOD 100- LOD 500 tanımları şu şekildedir:

LOD 100: Ön tasarım aşamasına yönelik bilgileri içeren seviye olarak da ifade edilebilen bu seviye, model ögesini grafiksel olarak sembolize eder. Modeldeki öğelerle ilgili bilgiler yaklaşık olarak ifade edilir ve kesinlik belirtmez.

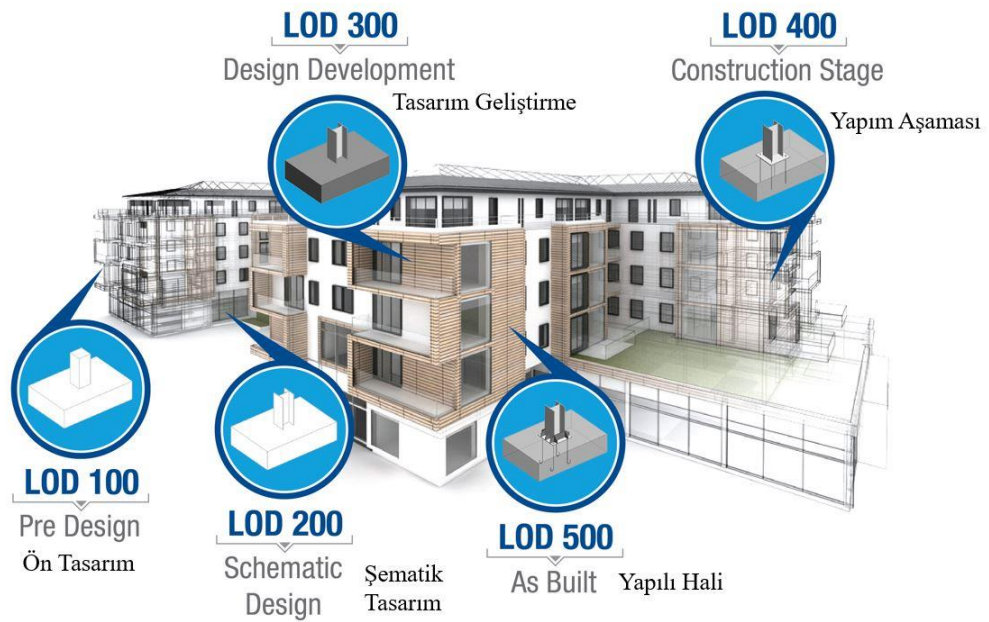
LOD 200: Şematik tasarım aşamasına yönelik bilgilerin yer aldığı bu seviyede model ögesi, model içinde grafiksel olarak genel bir sistem, nesne veya montaj olarak yaklaşık miktarları, boyutu, şekli, konumu ve yönü ile temsil edilir. Grafik olmayan bilgiler de bina modeline eklenebilir niteliktedir.

LOD 300: Tasarım geliştirme aşaması bilgilerini içeren bu seviyede, model üzerinden kullanılan elemanın miktarını, boyutunu, şeklini, konum bilgilerini alma olanağı vardır. Projenin başlangıcının belirlenmesi ile doğru konumlanması sağlanır. Ek olarak, LOD 350 elemanın yakınındaki ya da ekli elemanlarla koordinasyonu için destek parçaları ve bağlantıları gibi gerekli öğelerin modellenmesini içerir.

LOD 400: İnşaat aşaması için gerekli bilgilerin yer aldığı bu seviyede, model üzerinde gerekli yapı elemanının imalatı için gereken ayrıntıda ve doğruluk düzeyinde bilginin yer alması gerekir. Eleman bilgileri tasarlandığı şekliyle ve verileriyle modelden direkt alınabilir nitelikte olmalıdır.

LOD 500: İnşa edilmiş olduğu mevcut durum içerisindeki bilgileri barındıran bu seviyede, ilerleme ile ilgili olarak bilgiler içermez. Bu aşamadan sonrası olmadığı için, genel olarak inşaat şartnamesinde yer almaz. Yapı elemanı nasıl inşa edildiyse verilere o şekilde yer verilir. Yapının bakım ve onarım aşaması uygulamaları için yapılır.

Şekil 3.4'te BIM geliştirme seviyeleri (LOD 100- LOD 500) yer almaktadır.



Şekil 3.4: BIM Geliştirme Seviyeleri (LOD- Level of Development)(URL-2)

Detay seviyesi, esas olarak model öğesinde ne kadar ayrıntı bulunduğu ile ilgilidir. Gelişim seviyesi, öğenin geometrisinin ve ekli bilgilerin üzerinde düşünülme derecesi olarak proje ekibi üyelerinin, modeli kullanırken bilgilere güvenme derecesini ifade eder. Temelde, detay seviyesi öğeye girdi olarak düşünülebilirken, gelişim

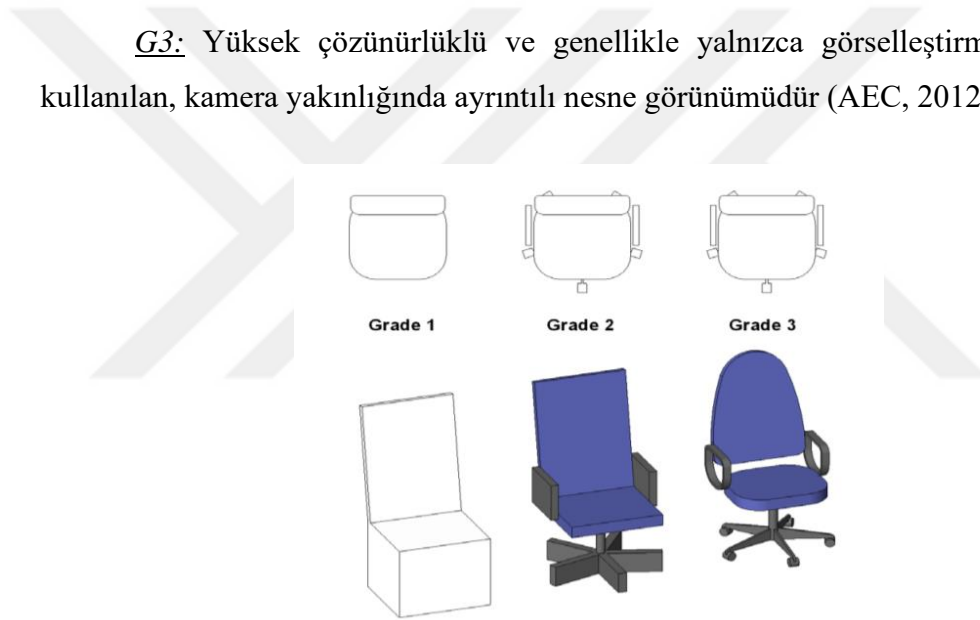
seviyesi güvenilir çıktıdır (BIM-Forum, 2019). Detay seviyeleri G0 (*Grade 0*), G1 (*Grade 1*), G2 (*Grade 2*) ve G3 (*Grade 3*) olmak üzere dört seviyedir. Aşağıdaki ifade edilmektedir:

G0: Fiziksel nesneyi temsil etmeyen, boyutsal bir değeri olmayan, ölçeğe bakılmaksızın sembolik şekilde oluşturulan yer tutucudur.

G1: Düşük çözünürlüklü, minimum ayrıntıya sahip olan ve kavramsal yer tutucu özellikteki yüzeysel temsil amaçlı nesne görünümüdür.

G2: İnşaat için tasarlanan orta çözünürlüklü ayrıntılı bileşenlere sahip nesne görünümüdür. Çoğu proje için veri bakımından yeterli görülmektedir.

G3: Yüksek çözünürlüklü ve genellikle yalnızca görselleştirme amacıyla kullanılan, kamera yakınlığında ayrıntılı nesne görünümüdür (AEC, 2012).



Şekil 3.5: BIM Elemanı Detay Seviyeleri için Sandalye Örneği (AEC, 2012).

3.6. BIM Uygulamaları/BIM Tabanlı Yazılımlar

BIM bir süreç, teknoloji ya da yaklaşım olarak nesne tabanlı üç boyutlu bina bilgi modelini temel alır. Bina bilgi modeli oluşturma konusunda farklı yazılım şirketleri BIM için çeşitli uygulamalar üretmiştir. Nesne tabanlı parametrik modelleme oluşturma ortak çerçevesinde, BIM araçları birçok farklı türden yeteneği bünyesinde barındırır (Eastman vd., 2008). Mevcut BIM araçları, önceden tanımladıkları nesnelerin karmaşıklık; yazılım kullanıcılarının uygulamalara yeni nesne ailelerini tanıtmadaki ve nesne güncellemedeki kolaylık; uygulamanın kullanım olanağı verdiği yüzey türlerinde ve çizim oluşturma yeteneklerinde; çok sayıda nesne ve başka

yazılımlarla ara yüzlerini yönetme yeteneğinde olmak üzere çoğu yönden farklılık gösterir. Benzer şekilde BIM yazılım şirketleri mimaride kullanıcılar için genişletilebilen, değiştirilebilen veya eklenebilen bir dizi temel yapı nesne ailelerini önceden tanımlamışlardır.

BIM'in bina tasarım platformları, kullanıcıya tanıtılırken kurumsal organizasyonu, bırakacağı miras, içinde bulunduğu ürün ailesi, proje başına kullanılabilen dosya sayısı, desteklediği ara yüzler, verebileceği kullanım desteğinin niteliği ile modelde yer almasını sağlayacağı nesnenin kapsamı açısından tanıtılır (Eastman vd., 2008). Yazılım şirketlerinin geliştiği her bir BIM uygulamasının kendi içerisinde hitap ettiği disipline göre güçlü yanları ve zayıf yanları vardır. Tablo 3.1'de BIM uygulamaları, geliştirici yazılım şirketi ve hitap ettiği disiplinler yer almaktadır.

Tablo 3.1: BIM uygulamaları, geliştirici yazılım şirketi ve hitap ettiği disiplinler (Logothetis vd., 2015; Maçka Kalfa, 2016; Özorhon, 2018)

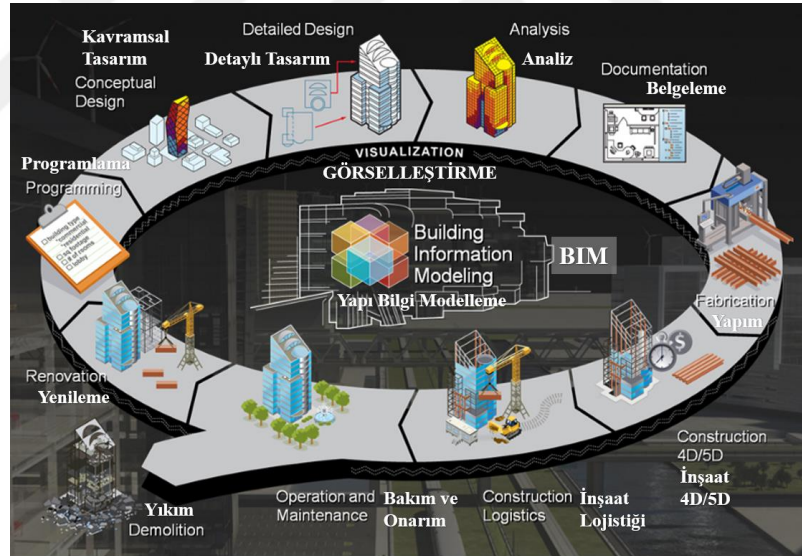
BIM uygulaması/ BIM tabanlı yazılım	Yazılım şirketi	Disiplin
Revit Architecture	Autodesk	Mimari Tasarım
ArchiCAD	Graphisoft	
Bentley Architecture	Bentley Systems	
Allplan Architecture, Vectorworks Arhitect	Nemetschek	
Envisioneer	CADSoft	
Dijital Project Designer	Gehry Technologies	
RhinoBIM (BETA)	Virtual Build Technologies	
Spirit	Softtech	
IDEA Architectural Design	IntelliCAD- 4MSA	
Revit Structure, Robot Structural Analysis	Autodesk	Yapısal Tasarım
RAM-STAAD-ProSteel, Structural Modeler	Bentley Systems	
Allplan Structure, Scia	Nemetschek	
Tekla Structures	Tekla	
Cype	CypeCAD	
Graitec Advance Design	Graitec	
Metal Wood Frammer	StructureSoft	
Digital Project	Gehry Technologies	
Strad and Steel	4MSA	

Tablo 3.1 (devamı): BIM uygulamaları, geliştirici yazılım şirketi ve hitap ettiği disiplinler (Logothetis vd., 2015; Maçka Kalfa, 2016; Özorhon, 2018)

BIM uygulaması/ BIM tabanlı yazılım	Yazılım şirketi	Disiplin
Revit MEP, CADMEP	Autodesk	
Hevacomp Mechanical Designer, MicroStation	Bentley Systems	Mekanik, Elektrik ve Tesisat (MEP- <i>Mechanical, Electrical, Plumbing</i>)
Allplan AX3000	Nemetschek	
FineHVAC + FineLIFT + FineELEC+ FineSANI	IntelliCAD- 4MSA	
Digital Protect MEP Systems Routing	Gehry Technologies	
MEP Modeler	Graphisoft	Tasarımı
Cadpipe HVAC	AEC Design Group	
Apache HVAC	IES Solutions	
Ecotect Analysis, Green Building Studio	Autodesk	
EcoDesigner	Graphisoft	Sürdürülebilir Tasarım
Hevacomp, Tas Simulator	Bentley Systems	
Virtual Environment VE-Pro	IES Solutions	
Design Builder	Design Builder	
Navisworks, BIM 360 Glue and Field	Autodesk	
ConstrucSim	Bentley Systems	
Solibri Model Checker	Solibri	Yapım
Tekla BIMSight	Tekla	Simülasyonu,
Synchro Professional	Synchro	Tahmini ve Analizi
Innovaya Visual Applications	Innovaya	
Vico Office Suite	Vico Sorftware	
DProfiler	Beck Technology	
Vintocon ArchiFM	Graphisoft	
Facilities	Bentley Systems	
Allplan Alfa	Nemetschek	Tesis Yönetimi
Ecodomus	Ecodomus	
Onuma System	Onuma	
Digital Exchange Server	ADEPT Project Delivery	
Buzzsaw, Constructware	Autodesk	
ProjectDox	Avolve	Dosya
SharePoint	Microsoft	Paylaşımı ve İş birliği
Project Center	Newforma	
Doc Set Manager	Vico Software	
FTP Sites	Generic Providers	

3.7. Bina Yaşam Döngüsünde BIM/İnşaat Projesi Yönetiminde BIM

İnşaat projeleri sayı, tür ve maliyet bakımından diğer tüm disiplinlerin projelerinin ana parçasını oluşturmaktadır (Rokooei, 2015). Konut projelerinden çok fonksiyonlu büyük projelerine tüm projeler inşaat projelerine dahildir. İnşaat projeleri yaşam döngüsü, yapım öncesi aşama, tedarik aşaması, yapım aşaması ve kapanış aşaması olarak 4 aşamadan meydana gelir. Yapım öncesi aşama kendi içerisinde planlama (programlama), kavramsal tasarım, detaylı tasarım, analiz ve ihale öncesi yapılan çalışmaların son halini belgeleme süreçlerini barındırır. Tedarik aşaması, inşaat projesinde yapım öncesi aşamada gerçekleştirilen çalışmaların ihale için belgeleme ve ihale süreçlerini kapsar. Yapım aşaması, projenin fiziksel inşaatı için gerekli materyallerin üretim, yapım, zaman planlaması, maliyet planlaması, inşaat lojistiği ve inşaatın tamamlanması süreçlerini içerir. Kapanış aşaması için binanın kullanım veya işletim sürecini, bu süreçte yapının bakım ve onarımı ile belirli bir süre sonra yıkım ya da yenileme süreçlerini barındırır.



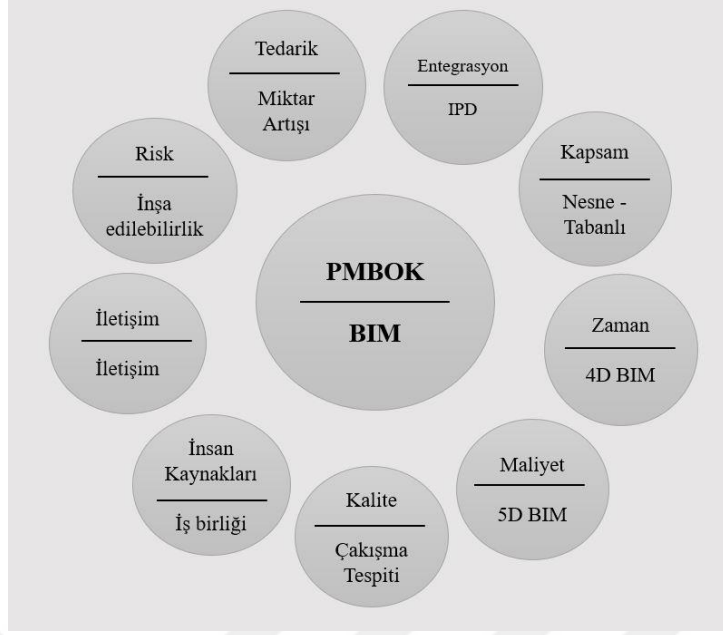
Şekil 3.6: İnşaat projesinin yaşam döngüsünde entegre BIM süreci (Dispenza, 2010)

BIM, bir inşaat projesinin Şekil 3.6'da yer alan tüm yaşam döngüsü süreçlerinde etkin bir rol oynar. Bir inşaat projesinde tüm yaşam döngüsü boyunca süreçleri entegre etmeye çalışan BIM'in odak noktası, binanın yaşam döngüsü boyunca paydaşlar tarafından tutarlı dijital bilgiler oluşturmak ve yeniden kullanmaktır (Arayıcı ve Aouad, 2010). BIM, tüm proje aşamaları için bina yaşam döngüsünde anlamsal olarak barındırdığı bilgiler bakımından zengin üç boyutlu dijital bina modellerinin ortak kullanımıyla entegre bir proje akışı ve teslim yöntemini

etkinleştirerek kolaylaştırır (Xu vd., 2014). BIM kullanımını açısından proje paydaşları arasındaki bilgi alışverişi ve bu doğrultuda iş birliği içerisinde proje tasarım, yapım ve yönetim süreçlerinin verimli şekilde sürdürülebilmesi çok önemlidir. Paydaşlar arası iş birliğini geliştirmenin amacı, projenin dokümantasyonunu oluşturmak için gerekli zamanı kısaltmak ve daha öngörülebilir proje sonuçları üretmektir (NBIMS, 2007). Bununla birlikte, BIM yaklaşımını geliştirmenin genel amacı, bina yaşam döngüsü boyunca proje paydaşlarına yeniden kullanılabilir nitelikte tutarlı dijital bilgiler sağlamaktır (Eastman vd., 2008; Arayıcı vd., 2012).

Teknolojik gelişmeler, çeşitli düzenlemeler, yeni özellik ve yöntemlerdeki değişiklikler inşaat projelerinin yönetiminde farklılıklar ve kolaylıklar oluşturmaya karşın, hangi büyüklükte olursa olsun inşaat projelerinin yönetimi zordur (Hendrickson, 2000; Rokoei, 2015). İnşaat proje yönetimini bir yapının/binanın tüm yaşam döngüsü faaliyetleri dahilinde yapılan işin nasıl, ne zaman ve kim tarafından gerçekleştirileceğini belirlemeye yönelik faaliyetlerin bütünü olarak tanımlamak mümkündür. Bununla birlikte bir inşaat projesinin yöneticisi, proje yönetimi planlaması, maliyet yönetimi, zaman yönetimi, kalite yönetimi, sözleşme yönetimi, güvenlik yönetimi ve risk yönetimi ve projedeki tüm paydaşlar arasındaki iletişimden sorumludur (Rokoei, 2015).

Merkezi ABD’de bulunan Proje Yönetimi Enstitüsü tarafından ilk baskısı 1996’da ve altıncı baskısı 2017’de yayınlanan Proje Yönetimi Bilgi Tabanı (PMBOK-Project Management Body of Knowledge) isimli kitap, proje yönetimi konusunda kılavuz niteliği taşımaktadır (PMI, 2017). BIM’in inşaat projelerindeki yeteneklerinin her biri niteliği ve proje yönetimindeki rolü göz önünde bulundurulduğunda PMBOK bilgi alanlarına karşılık geldiği görülmektedir. Bu nedenle BIM’in inşaat sektöründe proje yönetimi alanında etkili ve güçlü bir araç olduğu söylenebilir (Rokoei, 2015).



Şekil 3.7: PMBOK ve BIM'in proje yönetimde ortak bilgi alanları (Rokooei, 2015)

Proje yönetimde BIM ve PMBOK, İnşaat projesi yaşam döngüsünün yapım öncesi, tedarik ve yapım aşamalarında ortak bilgi alanlarına sahiptir. Şekil 3.7'deki PMBOK ve BIM'in proje yönetimde ortak bilgi alanları ve içerikleri aşağıdaki gibidir:

Proje Entegrasyon Yönetimi: PMBOK'un ilk bilgi alanı olarak proje yönetim süreçlerini ve faaliyetlerini tanımlama, birleştirme, sağlamlaştırma ve koordine etme görevi ile bütünleştirici niteliktedir (PMI, 2008). BIM, proje ekibine farklı disiplinlerin modelleri barındıran birleşik bir model üzerinde etkileşim olanağı sağlar. Bu şekilde, inşaat projelerinin farklı aşamalarında projenin tasarım, analiz ve inşaat faaliyetlerini koordine ederek proje bütünlüğünü korur. Proje dahilindeki tüm tarafların belgelerini, planlarını ve çabalarını entegre etme özelliği ile BIM, PMBOK ile aynı işleve sahiptir (Rokooei, 2015).

BIM, insanları, sistemleri, iş yapılarını ve uygulamalarını, proje yaşam döngüsünün tüm aşamalarında atıkları azaltmak ve verimliliği optimize ederek ortak bir sürece entegre etmek için yeni bir proje teslim yaklaşımı olan bütünleşmiş proje teslimi kavramını da desteklemektedir (Glick ve Guggemos, 2009). BIM'in inşaat sektörüne getirdiği yeni kavramlardan biri olan IPD, entegre proje yönetimi yaklaşımı olarak süreci kolaylaştıran teknolojik bir ara yüzdür. Farklı disiplinleri ve tüm proje taraflarının iş birliğine dayalı süreci entegre etmeye yönelik büyüyen bir yaklaşım

olmasıyla birlikte, tüm proje aşamalarında verimliliği arttırarak proje değerinin optimizasyonunu sağlar. Tüm proje taraflarının işe dahil edilmesi ile proje sonucuna konsantre olmaya teşvik edilmesi ile tüm proje taraflarını bir ekip haline getirir ve ortak hedefleri ön planda tutar (Rokooei, 2015).

Proje Kapsam Yönetimi: Projeye neyin dahil edilip neyin dahil edilmeyeceğinin tanımlanması ve kontrol edilmesi ile proje kapsamının netleştirilmesidir (PMI, 2008). BIM, nesne tabanlı bir ortam olduğu için proje kapsam yönetimindekine benzer şekilde farklı gruplara ayrılabilen bir ortam sunar. Bina bilgi modelleri çeşitli geometriler yerine nesnelere dönüşmektedir ve tasarımcının tasarım parametreleri üzerinden tasarım alternatifleri oluşturmasına imkân sağlar. Model üzerindeki nesnelere, yapı elemanları olarak belirli sayıda küçük nesnelere bölünebilir. Bu özelliği ile tanımlı ve net proje kapsamı oluşturarak öğeler arasındaki ayrım, daha iyi bir yönetim tasarımı, tahmini ve inşası ile sağlayacaktır (Rokooei, 2015).

Proje Zaman Yönetimi: PMBOK standardına benzer olarak BIM'in bir başka özelliği de zaman yönetimi yeteneğidir. Projenin zamanında tamamlanması sağlanması ve zamanın kontrolünü kapsar (PMI, 2008). Tasarlanan üç boyutlu model üzerine zamanın eklenmesi ve projenin zamana göre planlanması yapılarak oluşturulan 4D BIM boyutunun bilgi alanına dahildir. İnşaat projelerinin hangi zaman diliminde hangi aşamada olduğu ile ilgili görselleştirmelere olanak vererek proje yöneticilerinin proje aşamalarını daha net anlamalarını sağlar ve proje aşamalarının takip edilmesini kolaylaştırır.

Proje Maliyet Yönetimi: Proje maliyetlerinin planlanması, tahmini bütçenin oluşturulması ve kontrol edilmesi amacına yöneliktir (PMI, 2008). Bir inşaat projesinin ilk aşamalarından itibaren süreçlere dahil olur. Maliyetinin minimum hata ile planlanması oluşturulan bütçe üzerinden değerlendirmesine olanak tanır. Bu şekilde, müşteri talebine daha hızlı cevap verilebilir. Modelde yapılan herhangi bir değişikliği malzeme miktarlarına otomatik olarak yansıdığı için maliyet güncellenir (Azhar, 2011) ve tasarım alternatifleri simülasyon ile kolayca değerlendirilebilir. Karar verme sürecinde yöneticilerin, kararlarının sonucunu güvenilir verilerle tahmin etmelerine yardımcı olur (Rokooei, 2015). Projenin onaylanmasından sonra ise bütçe kontrolünün sağlanması ve bütçenin aşılması için kontrollerin yapılmasını sağlar.

Proje Kalite Yönetimi: Projenin kalite planlaması, kalite güvencesi ve kalite artışı ya da kontrolüne yönelik süreçlerle ilgili olarak proje yönetimine dahil olur (PMI, 2008). Bir inşaat projesinde farklı disiplinlere ait tasarım planları arasında üç boyutlu uzayda tutarsızlıkların oluşması ve bu tutarsızlıkların projenin yapım aşamasında ortaya çıkması inşaat verimliliğini ve kalitesini olumsuz etkileyen bir durumdur. BIM'in farklı disiplinler tarafından çizilen planları üç boyutlu model üzerinde bir araya getirerek çakışma, girişim ve çarpışmanın algılama özelliği ve problemleri kısımları değiştirmeye olanak vermesi proje kalitesini artırır (Rokooei, 2015).

Proje Kaynak (İnsan Kaynakları) Yönetimi: Proje ekibinin organize edilmesi ve yönetilmesini içerir (PMI, 2008). BIM'de iş birliği ve ekip oluşturma, insan kaynakları yönetiminin bir proje yönetimi alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. İnşaat projelerinde farklı uzmanlıklara sahip tüm disiplinlerin iş birliği içerisinde bir ekip olarak çalışması ve çalışmalarını bina bilgi modeli üzerinde bir araya getirmeleri ile şeklinde gerçekleşir. İş birliği ve ekip oluşturma, BIM'in başarısı için önemli faktördür (Rokooei, 2015).

Proje İletişim Yönetimi: Proje bilgilerinin zamanında ve uygun şekilde oluşturulması, toplanması, dağıtılması, depolanması, geri alınması ve elden çıkarılması anlamına gelir (PMI, 2008). İnşaat projelerinde yer alan proje yöneticileri, tasarımcılar ve mühendisler dahil olmak üzere taraflar arası profesyonel ilişkiyi kolaylaştıran bir etken olan iletişim, BIM'in temel bir özelliğidir (Rokooei, 2015).

BIM'in inşaat sektörüne getirdiği yeni kavramlardan biri olan IFC (*Industry Foundation Classes*), inşaat endüstrisinde kullanılan farklı yazılımlar arasındaki bilgi değişimini sağlayarak bina bilgilerinin geniş ve tutarlı veri temsilleri kümesini oluşturmak için geliştirilmiş dosya türüdür. Başarılı bir proje yönetimi için insanları anlamak ve aynı dili konuşmak çok önemli bir faktördür. Benzer şekilde BIM uygulamalarında farklı disiplinlere ait tasarımların, farklı yazılım şirketlerine ait yazılım programlarının ortak bir dili konuşabilmesi aynı kanallar üzerinden birbirleri ile iletişim içerisinde olması önemlidir. IFC dosya formatı bina yaşam döngüsü aşamalarının tümünde bu iletişimi sağlama potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, paydaşlar arası iletişimin sağlanması için de önem arz etmektedir.

Proje Risk Yönetimi: Olayların, olumsuz şekilde sonuçlanma olasılığını ve olumsuz sonuçların etkisini azaltmak aynı zamanda olumlu sonuç alma olasılığını ve sonucun etkisini artırmak amaçlanır (PMI, 2008). Bir proje oluşturmada güçlü bir araç olarak projede inşa edilebilirlik, inşaat projesiyle ilgili bütün riskler değerlendirilemese bile inşaat risklerini azaltır. BIM kullanılarak yapılan analiz sonucunda elde edilen görseller sorunu çözmek olasılığını arttırarak riski azaltır. Bununla birlikte, BIM modeli, olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. grafiksel olarak göstermek için kolayca uyarlanabilir niteliktedir (Azhar, 2011).

Proje Tedarik Yönetimi: Bir işi gerçekleştirmek için proje ekibi dışındaki ihtiyaç duyulan ürünleri, hizmetleri veya sonuçları satın alma ya da edinmeyi kapsar (PMI, 2008). BIM ile satın alma veya edinme gerekli materyaller, hizmetler, maliyet ve zaman açısından kolaylık sağlar. BIM kullanımı, meydana gelebilecek herhangi bir değişiklik durumunda ihtiyaç tespiti ve hızlı müdahale imkânı verir.

BIM kullanımının getirileri ile PMBOK (2017) bilgi alanlarının niteliğindeki benzerlikler göz önünde bulundurulduğunda Proje yönetimi ile ilgili olarak BIM'in etkili bir kavram olduğu ifade edilebilir. Ek olarak BIM, proje yöneticilerine, tasarımcılara ve mühendislere çeşitli yazılımlar ve araçlar vasıtasıyla daha çok analiz yapma ve daha iyi karar verme konusunda yardımcı olur. Bina bilgi modeli üzerinde enerji analizi, değişen malzeme, yapı yönelimi, proje kütlesi ve alanı ile ilgili olarak analizler yapılarak daha iyi çözümler yapılabilmesini mümkün kılar. Bununla birlikte, BIM kullanımı ışık analizi, mekanik ve akustik analiz yapma olanağı sağlayarak proje niteliğine, büyüklüğüne, fonksiyonuna göre daha işlevsel olabilir. BIM, inşaat projesi yaşam döngüsünün kapanış aşamasında kullanım veya işletim süreçlerinde de etkin bir rol oynar. Bina yaşam döngüsünde BIM'in bu işlevi tesis yönetimi olarak ifade edilebilir.

BIM ile Tesis Yönetimi: Bina yaşam döngüsünde tasarım ve yapım süreci içerisinde projenin farklı disiplinlere ait planları BIM uygulamaları kullanılarak üç boyutlu dijital model üzerine işlenir. Proje verilerini barındıran 3 boyutlu model olan bina bilgi modeli projenin yapım süreci tamamlandıktan sonra kullanımını ya da işletmesini yapan kişi veya kurumda bulunmalıdır. Yapının kullanıldığı süre zarfında herhangi bir arıza ve sızıntı durumunda model üzerinde sorunun kaynağı kolayca tespit edilebilir. Bakım yapılması gereken alanların bakımı, yenileme işlemleri kolayca

yapılabilir (Azhar, 2011). Yapı üzerinde istenilen değişiklikleri uygulamak için modele işlenen planların verileri kullanılarak hata payı azaltılır ve değişiklik kolayca uygulanabilir. Yapı kullanımı sırasında yapılan değişikliklerin ve yenileme işlemlerinin beraberinde model güncellenerek kullanılan malzemelerin ve sistemlerin bilgisi doğrutusunda zaman içerisinde meydana gelebilecek hasarların tespiti yapılabilir. Hasar tespitinin yanı sıra çeşitli afet durumları için tahliye planları ve simülasyonlar oluşturulabilir (Azhar, 2011).

3.8. İnşaat Sektöründe BIM Benimsenmesi ve Kullanımı

2000'lerin başlarından bu yana birçok dünya ülkesinde benimsenen (Jung ve Lee, 2015) ve bir bilgi teknolojisi olan BIM'in, kullanımından elde edilecek olan fayda ile benimsenme düzeyi doğru orantılıdır. Benimsenme düzeyini ölçmek BIM uygulamasındaki sorunları değerlendirme ve çözme noktasında önemli bir yerdedir. Bu nedenle, BIM farkındalığı ve benimsenme düzeyini ölçmek amacıyla uluslararası alanda çeşitli kuruluşlar girişimlerde bulunmuştur. Yapılan çalışmalar, BIM kullanımında önde gelen ülkeleri, belirli bölgeleri ve bu bölgelerdeki ülkeleri ya da tek bir ülkeyi baz alarak BIM benimsenme düzeyi, uygulama derinliği, yeterlilik seviyesi gibi indeksleri ölçmeye yönelik anket çalışmaları ve raporları içermektedir. BIM kullanım düzeyi ile ilgili yapılan çalışmalarla birlikte BIM kullanımını, BIM kullanım olgunluğunu arttırmak amacıyla farklı ülkelerin çeşitli politikaları ve çeşitli uygulamaları bulunmaktadır.

Bu başlık altında, BIM'in dünya ülkelerindeki benimsenme düzeyini belirlemeye yönelik çalışmaların sonuçlarına ve küresel inşaat sektöründe ülkelerin BIM kullanımı ile ilgili politika ve uygulamalarına yer verilmiştir. İlk bölümde, uluslararası alanda küresel inşaat sektöründeki BIM kullanım düzeyleriyle ilgili çalışmaların sonuçları ile ülkelere ait politika ve uygulamalar yer almaktadır. Sonrasında ise BIM kullanım düzeyiyle ilgili olarak Türkiye'de yapılan araştırma çalışmaları, sonuçları ve bu konudaki uygulamalara yer verilmiştir.

3.8.1. Küresel İnşaat Sektöründe BIM Benimsenmesi ve Kullanımı

Küresel inşaat sektöründe son 20 yıldır BIM uygulamalarının kullanımı artmaktadır (Eastman vd., 2008). BIM kullanımının avantajları, BIM benimsenmesinin ve kullanımının önemi üzerine yapılan çalışmaların neticesinde

BIM'in benimsenmesi ve BIM kullanımının artırılması ile ilgili bu konuda farklı benimsenme düzeylerindeki ülkeler somut adımlar atmaya başlamışlardır. Aşağıda, küresel inşaat sektöründe ülkelerin BIM'i benimsenme oranları ve bu yöndeki somut adımları ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Amerika: BIM'in benimsenme düzeyinin tespit edilmesi ile ilgili ilk girişim 2007 yılındaki Smart-Market raporudur (Young vd., 2007). Kuzey Amerika'da BIM iş değerini ölçmeye yönelik bu raporda, BIM benimsenmesinin %28 oranında olduğu sonucuna ulaşılmıştır. McGraw Hill Construction'ın 2009 ve 2012 yıllarında yayınladığı Smart-Market raporlarına göre; 2009 yılı BIM benimsenme oranı %48 iken 2012 yılında bu oran %70'in üzerine çıkmıştır. Bununla birlikte, raporda Kuzey Amerika'daki müteahhitlerin BIM benimsenme oranının (%74), mimarların (%70) ve mühendislerin (%67) benimsenme oranlarından daha yüksek olduğu ifade edilmektedir. 2012 yılı raporunda, batı, orta batı, kuzeydoğu, güney ve Kanada olmak üzere 5 ayrı bölümde incelenen Kuzey Amerika'da, en yüksek BIM adaptasyonunun %77 ile batıda olduğu belirtilmektedir. Kanada'da ise adaptasyonun %72 olmakla birlikte adaptasyon sağlayanların yaklaşık yarısının (%49) 5 yılın üzerinde deneyime sahip olduğu belirlenmiştir (McGraw Hill, 2012a). Amerika Altyapı Pazarı'nda ise BIM kullanımını %46 oranında olmakla birlikte %73'ünün son iki yılda BIM kullanmaya başladığı tespit edilmiştir. Bulgular, BIM uygulamasının altyapı projelerinde benimsenme düzeyinin son yıllarda hızla artmasına karşın düşey bina projelerinin, altyapı projeleri BIM uygulamalarını üç yıl kadar geriden takip ettiğini göstermiştir. (McGraw-Hill, 2012b).

BIM kullanımı ile ilgili olarak ABD'de benimsenmesini arttırmak ve daha profesyonel şekilde kullanılmasını sağlamak amacıyla, BuildingSmart Alliance "*National BIM Standards*" (NBIMS 2.0) adını taşıyan BIM standartlarının 3.0 versiyonunun geliştirmeleri için somut adımlar atmaktadır. Bununla birlikte, NBIMS 2.0 ile uyumlu olan ve bilgi paylaşımı için kullanılan IFC açık-dosya formatının 2.0 sertifikasyonunun bir üst seviyesine çıkarılması gerektiği konusu tartışılmaktadır (McGraw Hill, 2014a).

Batı Avrupa: BIM'in Avrupa'daki iş değerinin belirlenmesini değerlendirmek amacıyla 2010 yılında McGraw Hill Construction, Smart-Market raporu yayınlamıştır. Batı Avrupa'da İngiltere, Fransa ve Almanya'yı kapsayan araştırmanın sonucunda,

endüstrinin üçte birinden fazlasının BIM'i benimsediği ifade edilmektedir. BIM benimseme oranlarının Fransa %38, Almanya %36 ve İngiltere %35 olmak üzere yakın seviyelerde olduğu ve Avrupa'da Fransa dışında, mimarların (%47), mühendislere (%38) oranla BIM benimsemesinde daha önde olduğu tespit edilmiştir (McGraw Hill, 2010).

Fransa'da "MINnD Projesi" adı altında 2014 yılında başlatılan proje, altyapı projelerinde açık BIM standartlarının kullanımını geliştirmeyi ve keşfetmeyi amaçlamaktadır. Bununla birlikte, 2014 yılında geliştirilen "XP P07-150" BIM standardı, Fransa'nın ilk BIM standardıdır. Sonraki yıllarda, BIM standartlarının geliştirilmesi için birçok adım atılmıştır (Maçka Kalfa, 2016). Almanya'da ise BIM benimsenmesini arttırmak için 2013 yılında Büyük Projelerin İnşası Reform Komisyonu (*Construction of Major Projects Reform Commission*) kurularak BIM kılavuzu oluşturulmuştur. Sonrasında 2015 yılında dijital bina platformu oluşturularak 2020 yılı sonuna kadar tüm ulaşım projelerinde BIM kullanımının zorunlu hale getirilmesi hedeflenmiş ve duyurulmuştur (Maçka Kalfa, 2016).

İngiltere: İngiltere yapı endüstrisinin BIM'e karşı tutumunu tanımlamak amacıyla The National Building Specification (NBS) (2011) tarafından 2011 yılında ilk BIM raporu yayınlanmıştır. Raporda anket çalışmasından elde ettikleri verilere göre katılımcıların %32'sinin BIM kullandığı, %49'unun BIM kullanmamakla birlikte BIM farkındalığının olmadığı, %62'sinin ise bir yıl içerisinde BIM kullanma beklentisi içerisinde olduğu sonucuna varılmıştır. The National Federation of Builders (2012) ise İngiltere'deki müteahhitlik sektörünün BIM kullanımına hazırlığını değerlendirme amaçlı anket çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışmada, müteahhitlerin %48'inin şu an için veya gelecekteki bir zaman için BIM'in inşaat sektöründeki temel yetkinliği sağlayan önemli bir kavram olduğunu ifade etmelerine rağmen, %36'sının projelerinde BIM uygulamalarından faydalandığı sonucuna ulaşılmıştır.

İngiltere'de BTI (British Standards Institute- İngiliz Standartlar Enstitüsü), "PAS1192:2" adında oluşturduğu bilgi paylaşım standartları, belirli bir donanım veya yazılımı zorunlu kılmaksızın proje bilgi paylaşımı oluşturma şartlarıdır. BIM kullanımına olumlu etkisi olacak bu adımlarla birlikte 2016 yılında, kamu projelerinde en azından ikinci seviyede (Bolpagni, 2013), BIM uygulamalarının kullanımını yasal olarak zorunlu hale getirmiştir (McGraw Hill, 2014a).

Kuzey Avrupa (İskandinav Ülkeleri): Avrupa'nın kuzeyinde yer alan İskandinav Ülkeleri (İzlanda, Danimarka, Finlandiya, Norveç ve İsveç) arasında Finlandiya, CAD kullanım oranı olarak %63 ile en düşük değere sahiptir. Tasarımda IFC uyumlu BIM kullanım oranı %19 olan Finlandiya, İskandinav ülkeleri arasında BIM benimsemesinin en yüksek olduğu ülkedir. IFC uyumlu BIM kullanımında sırasıyla, Danimarka (%12), Norveç (%4), İzlanda (%2) ve İsveç (%1) Finlandiya'yı izlemektedir (Jensen ve Jóhannesson, 2013).

McGraw Hill (2014a) raporu verilerine göre BIM kullanımı ve benimsenmesi oranını arttırmak amacıyla, Finlandiya Eyalet Mülkiyet Hizmetleri Kurumu 2007 yılından bu yana Senato Mülkleri projeleri için BIM kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Bu konuda, Norveç'te kamu kurumlarının ihtiyaçlarına yönelik projelerin yapımı ve işletmesi ile ilgili çalışmalar yürüten Statsbygg adındaki firma, 2010 yılından itibaren tüm projelerinde, nesne tabanlı dosya formatı olan, IFC dosya formatını kullanmaya başlamıştır. Bununla birlikte, gerçekleştirdiği tüm projelerin yaşam döngüsü boyunca BIM kullanımını zorunlu hale getirmiştir (McGraw Hill, 2014a). İzlanda'da ise Kamu Yapım Sözleşme Kuruluşu'nun projeler için herhangi bir BIM zorunluluğu getirmemesine rağmen *Icelandic Construction Technology Platform* tarafından 2008 yılında "BIM-Iceland" projesi oluşturulmuştur (Bolpagni, 2013). 2011 yılında, Danimarka parlamentosu belirli bir proje büyüklüğünün üzerinde maliyete sahip yerel ve bölgesel projeler için BIM'i zorunlu hale getirmiştir (Bolpagni, 2013). İskandinav ülkeleri için BIM tabanlı yazılım olan ArchiCAD'in benimsenme oranı ile dosya ve bilgi paylaşımı için IFC dosya formatının kullanım oranının yüksek olması BIM benimsenme hızını olumlu yönde etkilemiştir (McGraw Hill, 2014a).

Orta Doğu: Orta Doğu bölgesindeki BIM uygulamaları ile altyapısının planlanması ve geliştirilmesine yardımcı olmak amacıyla Building-Smart (2011)'in düzenlediği ankete, Birleşik Arap Emirlikleri, Suudi Arabistan, Katar, Umman, Bahreyn, Kuveyt ve Ürdün'de çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren çok sayıda profesyonel katılmıştır. Elde edilen veriler bölgedeki BIM kullanım oranının %25 olduğunu göstermiştir (Sharif, 2011). Raporda, BIM uygulamaları ile ilgili yetkin personel eksikliği ve yazılım maliyetinin BIM'in benimsenmesindeki en önemli engeller olduğu; bölgenin BIM'den haberdar olduğu ancak BIM deneyiminde eksiklik olduğu ifade edilmiştir. Dodge Data & Analytics (2017)'in yayınladığı rapor Orta

Doğudaki Bahreyn, Mısır, Ürdün, Kuveyt, Lübnan, Umman, Katar, Suudi Arabistan ve Birleşik Arap Emirlikleri'ni kapsamaktadır. Raporda, BIM'in Orta Doğu'da erken uygulama aşamasında olmasına karşın önemli bir büyüme için hazır olduğu ifade edilmektedir. BIM kullanan katılımcıların çoğunluğunun (%79) iki yıl içerisinde yüksek bir uygulama seviyesine ulaşmayı beklerken, kullanıcı olmayanların %85'inin BIM ile ilgilendiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, BIM adaptasyonu için önemli engel olarak müşteri talebi görülmektedir (Dodge, 2017).

Bölgede az sayıda kolej ve üniversitenin BIM eğitimi sunmasının yanı sıra sunulan eğitim programlarında yer alan dersler zorunlu olmayıp isteğe bağlı ve üç boyutlu modelleme teknolojisini temel almaktadır. İstisnai olarak Dubai'deki Amerikan Üniversitesi Mimarlık Bölümü BIM'in mimarlık ve iç tasarım müfredatında zorunlu bir temel konu olarak eğitimini sunmaktadır (Dodge, 2017).

Asya: Güney Kore'de BIM benimsenme seviyesini belirlemek amacıyla McGraw Hill (2012c) tarafından yapılan anket sonuçları, %65 benimseme düzeyi ile yüklenicilerin en yüksek BIM benimseme seviyesine sahip olduğu; genel olarak (mimarların, inşaat mühendislerinin ve yüklenicilerin) BIM benimseme seviyesinin ise %58 olduğu yönündedir. Anket sonuçlarına göre, BIM kullanmayan katılımcıların BIM ile ilgili eğitimin yetersizliğini (%59) temel engel olarak görmekle birlikte BIM'in beş yıl içinde sektörde önemli bir konumda olacağı (%47) düşüncesi içerisinde olduğu ortaya çıkmaktadır (McGraw Hill, 2012c). Bim-SCORE (2013) verilerine göre, Çin %25, Hong Kong %40, Singapur ise %45'e yakın BIM benimseme oranına sahiptir. Buna ek olarak Çin'de, Çin İnşaat Endüstrisi Birliği tarafından 2013 yılında yayımlanan anket verilerine göre, ankete katılan firmaların (388 inşaat firması) %15'inden azı BIM uygulamasının erken aşamasındayken, %55'inin ise BIM ile ilgili duyuma sahip olduğu tespit edilmiştir (McGraw Hill, 2014a).

Güney Kore'de, 2010 yılında Mimari BIM rehberini yayınlayan Kamu İhale Hizmeti, 2016 yılı itibariyle bütçesi belirli bir miktarın üzerindeki tüm kamu projeleri için BIM zorunluluğu getirmiştir (Bolpagni, 2013). BIM standartlarını geliştirme, BIM uygulamasını teşvik etme ve ulusal endüstrisi için faydalı araştırmaların yürütülmesi amacıyla Çin Yapı Araştırma Akademisi (CABR- *China Academy of Building Research*) ve diğer bazı kuruluşlar tarafından 2012 yılında Çin BIM Birliği kurulmuştur (Dodge, 2015). BIM kullanımı konusunda Singapur'da ise Yapı ve İnşaat

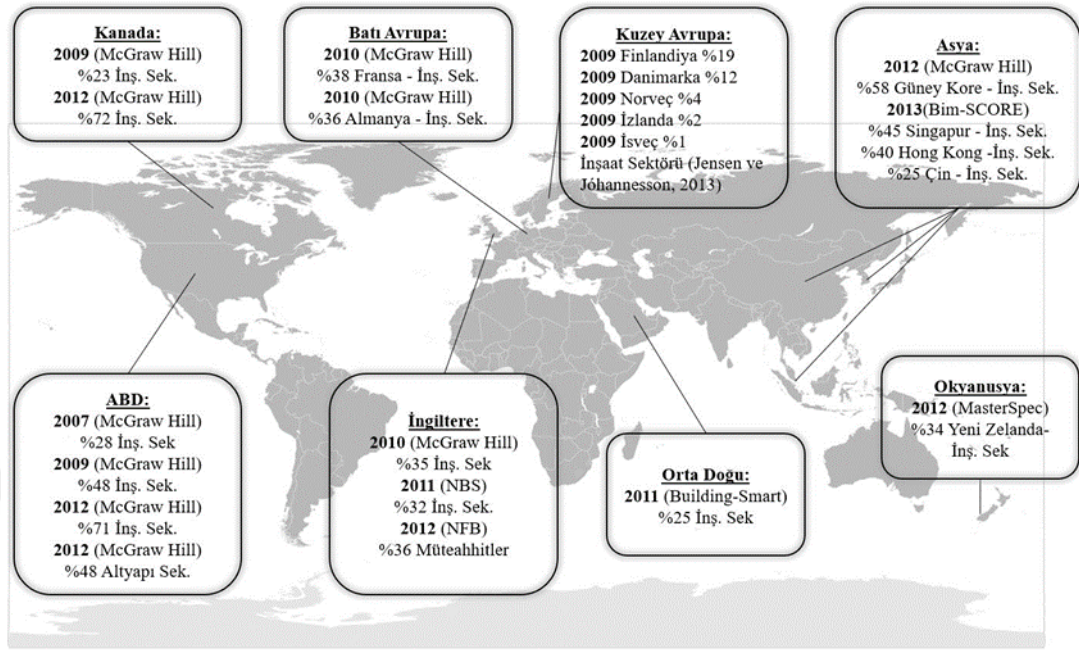
Kurumu (BCA- *Building and Construction Authority*), 2008 yılında dünyanın ilk model tabanlı sunum sistemi olan “e-submission” adındaki sistemi uygulayan çok kurumlu bir çabaya öncülük ederek dünyanın ilk BIM tabanlı hızlı bina teslim sistemini uygulamaya koymuştur (McGraw Hill, 2014a).

Okyanusya: MasterSpec (2012)’nin Yeni Zelanda inşaat endüstrisinde uyguladığı anket ile BIM kullanım seviyesinin %34 olduğunu sonucuna varmıştır. Katılımcıların %75’i BIM’in temelini iş birliğine dayandığı ve inşaat sektörünün geleceği için çok önemli olduğu yönünde düşüncesindedirler. Katılımcıların %92’si ise beş yıl içerisinde BIM kullanmaya başlayacağı konusunda hemfikirdir. Katılımcıların büyük çoğunluğu, BIM’in benimsenmesinin inşaat belgelerinin koordinasyonu açısından olumlu etkiye sahip olacağını (%81) ve BIM’in iş akışında, uygulamalarda ve prosedürlerde değişiklik yoluna gidilmesine neden olacağını (%93) ifade etmektedirler (MasterSpec, 2012). McGraw Hill (2014a) raporuna göre, Yeni Zelanda’da BIM uygulamalarının yeni yeni öneminin kavranmasına karşın, BIM benimsenmesinin önemini kavrayarak bu konuda daha önceden çalışmalara başlayan diğer ülkelere (Amerika, İngiltere, Almanya, Fransa, Kanada) göre BIM kullanım oranları daha hızlı artmaktadır. Avustralya ve Yeni Zelanda’da BIM kullanan firmaların %51’i projelerinin %30’undan fazlası için BIM ile çalışmakla birlikte, %74’ü iki yıl içinde (2015 sonuna kadar) projelerinin %30’dan fazla BIM ile meşgul olacaklarını ifade etmektedir (McGraw Hill, 2014b).

BIM benimsenmesi ve kullanımı konusunda Avustralya’da, *Cooperative Research Centre for Construction Innovation* tarafından 2009 yılında Ulusal BIM Kılavuzları (*National BIM Guidelines*) ile ilgili yayınlanan iki adet BIM belgesine ek olarak Savunma Bakanlığı BIM’in faydalarını tanıyarak bünyesindeki projelerde BIM ve IPD’yi kullanacağını belirtmiştir. Yeni Zelanda ise 2012 yılında BIM gelişimini tanımlamak amacıyla inşaat sektöründeki temel şartname sistemi Ulusal BIM Anketi yayınlamıştır (Bolpagni, 2013).

Belirli bölgenin/bölgelerin (McGraw Hill, 2009; McGraw Hill, 2010; Building-Smart, 2011; McGraw Hill, 2014a; McGraw Hill, 2014b), ülkenin (McGraw Hill, 2007; MasterSpec, 2012; McGraw-Hill, 2012a; McGraw-Hill, 2012b; Dodge, 2015) veya bir pazardaki (McGraw-Hill, 2012a) BIM kullanım durumunu, BIM benimsemesini ve BIM ile ilgili çalışmaların yer aldığı raporlar ve araştırmalar

bulunmaktadır. Adı geçen raporlar ve araştırmalarla ilgili yukarıda verilen bilgilerin özeti Şekil 3.8’de yer almaktadır.



Şekil 3.8: Dünya ülkelerinde BIM Benimsenme oranları (Ezcan vd., 2013)

Çeşitli kurumlar tarafından yapılan raporlar ve araştırmaların yanı sıra Jung ve Lee (2015) dünyadaki BIM adaptasyonu ile ilgili çalışma yapmıştır. Jung ve Lee (2015) “The Status of BIM Adoption on Six Continents” isimli araştırmalarında, belirli bir ülke ya da bölgeyi kapsamaksızın altı kıtadaki BIM adaptasyon durumunu ölçmeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda, **Kuzey Amerika** (ABD, Kanada), **Avrupa** (Hollanda, Fransa, İtalya, Finlandiya, İsveç, Danimarka, İngiltere, Rusya, İzlanda, Portekiz, Türkiye, Almanya, İspanya, Belçika, Polonya, Slovenya, İsviçre), **Okyanusya** (Avustralya, Yeni Zelanda), **Asya** (Kore Cumhuriyeti, Hindistan, Çin (Hong Kong dahil), Filipinler, Tayvan, Singapur, Tayland), **Orta Doğu/Afrika** (Suudi Arabistan, Mısır, Lübnan, Ürdün, İran, BAE, Güney Afrika, Katar) ve **Güney Amerika** (Arjantin, Meksika, Brezilya, Őili, Kosta Rika) kıtalarındaki toplamda 41 ülkedeki profesyonellere anket uygulanmıştır. Bu kapsamda, 4 farklı indeks kullanılarak uygulanan anket ile dünya çapında BIM benimseme durumu rapor edilmektedir. Jung ve Lee (2015)’nin araştırmasının bulguları şu şekildedir: Kuzey Amerika’nın tüm yaklaşımlarda en gelişmiş kıta olduğu, Okyanusya ve Avrupa kıtalarının onu takip ettiği ve özellikle tasarım aşamasındaki BIM kullanımının güçlü olduğunu tespit etmişlerdir. Asya’nın taahhüt/sözleşme seviyesinde ve BIM hizmetlerinde 6 kıta

arasında 5. sırada olmasına karşın BIM adaptasyonu durumu olarak diğer gelişmiş kıtalarla benzer durumda olduğunu belirtmişlerdir. Orta Doğu/Afrika'nın, taahhüt/sözleşme seviyesinde birinci ve ikinciye yakın olmak üzere üçüncü seviyede olmasına rağmen BIM'i benimseme durumlarının "başlangıç aşamasında" olduğunu ifade etmişlerdir. Güney Amerika'nın ise BIM'i benimseme durumunun en düşük seviyede olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmanın örneklem yoğunluğu, dağılımı yönünden tam bir denge içerisinde olmamasına karşın BIM'in benimsenmesinin küresel durumunu tüm kıtaları baz alarak ilk kez gösterme niteliğine sahip olduğunu ifade etmektedirler.

3.8.2. Türk İnşaat Sektöründe BIM Benimsenmesi ve Kullanımı

Küresel inşaat sektöründe olduğu gibi Türk inşaat sektöründe de son 20 yılda BIM benimsenmesi ve kullanımı ile ilgili önemli gelişmeler olmuştur. Türk inşaat sektöründe son yıllardaki BIM benimsenmesi ve kullanımındaki artışa rağmen, BIM ile ilgili olarak küresel bazda değerlendirilme yapıldığında Türkiye'nin başlangıç aşamasında olduğu ifade edilebilir (Erdik, 2018). Bununla birlikte, uluslararası alanda hizmet veren ulusal firmalar müşteri/işveren talepleri ve ülkelerin getirdiği BIM zorunlulukları sebebiyle BIM benimsemesi ve kullanımı konusuna öncelik vererek yönelmektedir. Bazı ulusal firmalar, ulusal ve uluslararası sektörde rekabet ortamında BIM kullanımının olumlu sonuçlar vereceğini düşüncesiyle BIM kullanımına yönelik çalışmalar yapmak istemektedir. Buna karşın, yasal mevzuatların, BIM standartlarının, çeşitli kılavuzların mevcut olmaması BIM kullanımı açısından önemli sorunlar oluşturmaktadır. Bazı firmalar ise geleneksel teslim sisteminin kullanımına devam etme konusunda kararlılık göstermektedir. Türkiye'nin BIM kullanımı konusunda başlangıç düzeyinde olarak görülmesi sonucu olarak küresel sektörde yapılan raporlara dahil edilmemesi gösterilebilir. Building-SMART (2011)'in Orta Doğu ile ilgili BIM raporu, Orta Doğu ülkelerinden biri olmasına rağmen Türkiye'yi kapsamamaktadır (Khanzadi vd., 2018).

Türk inşaat sektöründeki BIM benimsenme durumu ile ilgili son 10 yılda yapılan akademik alanda çalışmalar (Akkaya, 2012; Kıvırcık, 2016; Özorhon ve Karahan, 2016; Aladağ vd. 2016; Sarı, 2017; Ademci, 2018; Erdik, 2018) ve toplulukların yaptığı (BIM-genius, 2018) ulusal alandaki literatür çalışmaları

mevcuttur. Ulusal alanda BIM benimsenme durumu ile yapılan literatür çalışmalarının sonuçları şu doğrultudadır:

- Akkaya (2012), Türk inşaat sektörü bağlamında BIM'in sadece program olarak algılandığı ve BIM ile ilgili yeterli bilgi birikiminin olmadığı; BIM kullanan ve kullanmayan katılımcıların düşünceleri arasında çok belirgin bir fark olmadığı şeklinde bulgular elde etmiştir.
- Kıvırcık (2016)'a göre, Türk inşaat sektöründe uluslararası alandaki rekabet ve üst yönetim vizyonu BIM kullanımına yönelimi olumlu yönde etkilemektedir. Bununla birlikte, BIM'in yalnızca bir program olmadığı farkındalığının mevcut olmasına karşın, BIM üç boyutlu modelleme ve çakışma tespiti yapma anlamında kullanılmaktadır. BIM kullanımındaki en önemli engeller, eğitimli personel eksikliği, yanlış BIM algısı ve taşeron adaptasyonudur.
- Özorhon ve Karahan (2016), BIM başarısında en önemli itici gücün nitelikli personelin, bilgi ve teknolojinin varlığı ile etkili liderlik kriterleri olduğu; proje büyüklüğü, danışmanlık ve hükümet programları kriterlerinin ise bu konuda en az etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Bununla birlikte, BIM başarısında belirledikleri 5 temel faktörden insan, teknik, teknolojik ve finansal kaynakların birincil öneme sahip olduğu; politika ve endüstri ile ilgili faktörlerin ikincil öneme sahip faktörler olduğunu tespit etmişlerdir.
- Aladağ vd. (2016), Türk inşaat sektöründe BIM adaptasyonunun en önemli itici gücün firma kazanımı faktörü olduğu; BIM kullanımında en önemli zorlaştırıcı faktörün ise organizasyon yapısı ve kültürü olduğu sonucuna varmışlardır. Bununla birlikte, BIM benimsenmesinde endüstriyel ihtiyaçlar bazında “müşteri talep/sözleşme yükümlülükleri” ile “paydaşlar arası iş birliği, koordinasyon, iletişim ve birlikte çalışabilirlik ihtiyacı” olmak üzere iki faktörün en önemli olduğunu; organizasyon kültüründeki en önemli engelin ise “etkili liderlik” olduğunu belirtmişlerdir. Türk inşaat sektöründe BIM kullanımı ile elde edilen proje kazanımlarıyla ilgili en önemli iki faktörün “verimli izleme ve raporlama” ve “gelişmiş bütçeleme ve maliyet tahmini yetenekleri” olduğu sonucuna varmışlardır. Son olarak, Türk sanayisindeki en önemli engellerin “BIM'in sektördeki katma değeri konusundaki cehalet” ve “standartların/mevzuat eksikliği” olduğunu; kaynaklarla ilgili en önemli

engellerin ise “BIM yazılım ve donanımının yüksek ilk yatırım maliyeti” ve “paydaşların teknolojik eksiklikleri” olduğunu ifade etmişlerdir.

- Sarı (2017)’a göre Türk inşaat sektörü en zayıf dördüncü BIM olgunluk alanında yer almaktadır. Bununla birlikte, BIM kullanan firmaların bir kısmı, İngiltere ve Amerika gibi BIM benimseme seviyesinde nispeten daha önde olan ülkelerin standartlarından yararlanırken, diğer bir kısmı uyguladıkları projelerdeki deneyimlerinden yola çıkarak BIM uyarlaması yapmaktadır.
- Ademci (2018), Türk mimarlık, mühendislik ve inşaat sektöründe BIM kullanan ve kullanmayan katılımcılar için yetkin teknik personel eksikliğinin ve işveren talebi eksikliğinin BIM benimsenmesi ve kullanımının önündeki en önemli iki engel olduğunu tespit etmiştir. Bununla birlikte, BIM kullanıcılarının olgunluk seviyelerinin Aşama 1’de yoğunlaşmakla birlikte bazı durumlarda Aşama 2 ve BIM öncesi seviyelerin yaklaşık %70’e çıktığı, buna karşın Aşama 3’ün yaklaşık %35 seviyelerinde olduğunu belirlemiştir.
- Erdik (2018), BIM kullanan ve kullanmayan katılımcıların sektördeki paydaşların ve alt yüklenicilerin teknik yetersizliği nedeniyle BIM’in yanlış anlaşıldığı konusunda hemfikir olduklarını tespit etmiştir. BIM kullanan katılımcıların uluslararası rekabet ortamının etkileri sebebiyle BIM’e yöneldikleri, BIM kullanmayan katılımcılar ise tasarım çözümleri ve görselleştirme açısından faydalı olacağı düşüncesinin BIM’e yönelimde etkili olduğunu düşündükleri sonucuna varmıştır.

BIM benimsenme durumu ile ilgili BIM-genius topluluğu (2018), genel eğilim ve beklentileri tespit etmek için anket uygulayarak anket bulgularını Türkiye BIM raporu adında yayınlamışlardır. Raporda, meslek grupları, BIM deneyimi ve kurum büyüklüğü, BIM deneyiminin coğrafi dağılımı, BIM kullanımı ve farkındalığı, BIM olgunluk seviyeleri, kullanılan temel yazılımlar, BIM’in olası faydaları, BIM eğitimi tercihi ve bu konudaki problemler, BIM standartları ve kavramaları ile BIM ile ilgili tanımlayıcı bilgilerle ilgili verilere yer verilmiştir. Araştırma kapsamında uygulanan anket sonucunda elde edilen bulgulardan bazıları, katılımcılarının çoğunun (%37,22) mimar olduğu; katılımcıların projelerindeki BIM kullanımının %54,26 olmasına karşın çalıştığı projelerde BIM kullanılmadığını ifade eden %40,38 katılımcı olduğu; 5 yıldan fazla BIM deneyimine sahip kişilerin İstanbul, Ankara, İzmir ve Bursa gibi illerde yoğunlaştığı ve bununla birlikte 5 yıldan fazla BIM deneyimine sahip anket

katılımcılarının %57'sinin 30 ve üzeri çalışana sahip şirketlerde istihdam edildiği şeklindedir. BIM uygulamalarının kullanıldığı projelerdeki kullanıcı deneyimi ağırlıklı olarak 1-3 yıl olmakla birlikte bu projelerin tek ya da çok fonksiyonlu oldukları ifade edilmiştir. BIM olgunluğu derecesi disiplinler bazında incelendiğinde mimari ve makine mühendisliği alanında ön plana çıkarken sırasıyla inşaat ve elektrik mühendisliği alanlarının onları takip ettiği sonucuna varılmıştır. En çok kullanılan BIM uygulamasının Autodesk Revit olduğu, BIM eğitimi problemleri olarak sektördeki (%75,24) ve üniversitelerdeki (%63,32) BIM eğitimi yetersizliği ile BIM ile ilgili Türkçe kaynak yeterliği (%48,28) en çok öne çıkmaktadır. BIM ile ilgili katılımcıların bakış açısından BIM uygulamalarının temel faydaları sıralandığında iş süreçlerinin etkin yönetimi (%79,94), koordinasyon problemlerinde azalma (%75,24) ve proje sürelerinde kısalma (%45,14) olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın, BIM'in proje maliyetlerini arttırdığı (%17,55), yazılım maliyetlerinin yüksek olduğu (%24,14), sadece büyük projeler için anlamlı olduğu (%18,81) düşüncesine sahip katılımcıların olduğu ifade edilmiştir.

BIM uygulamalarının kullanımının, dünyada çoğu gelişmiş ülkede artmasıyla birlikte son yıllarda Türkiye'de de artmaktadır (Maçka Kalfa, 2016). BIM kullanımını sınırlayan uzmanlık eksikliği, bilgi ve deneyim eksikliği gibi sorunların çözülmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, BIM uygulamalarıyla ilgili olarak akademik alanda yapılan literatür çalışmalarının yanı sıra Türkiye'de birçok üniversitede BIM eğitimi verilmekte, sertifika programları ve BIM uzmanlığı üzerinde çalışılmaktadır (Maçka Kalfa, 2016). Akademik alanda BIM ile ilgili eğitim programları olan üniversiteler ve buldukları şehirler ile dahil oldukları bölüm ve programlar Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 3.2: Türkiye'deki üniversitelerin BIM uygulamalarıyla ilgili eğitim programları (Maçka Kalfa, 2016)

Üniversite	Bölüm/Anabilim Dalı	Program	Haftalık Ders Saati
İstanbul Kültür Üniversitesi	Mimarlık	Lisans	4 saat (2+2)
İstanbul Teknik Üniversitesi	İnşaat yönetimi	Lisansüstü	3 saat (3+0)
İstanbul Teknik Üniversitesi	Uluslararası İnşaat Projeleri Yönetimi	Lisansüstü	3 saat (3+0)
İstanbul Medipol Üniversitesi	İnşaat Mühendisliği	Lisans	3 saat (1+2)

İzmir Ekonomi Üniversitesi	Mimarlık	Lisans	4 saat (2+2)
Karadeniz Teknik Üniversitesi	İnşaat Mühendisliği	Lisansüstü	3 saat (3+0)
Mimar Sinan Üniversitesi	Mimarlık	Lisans	2 saat (2+0)
Yıldız Teknik Üniversitesi	Mimarlık	Lisans	2 saat (0+2)
Yıldız Teknik Üniversitesi	Mimarlık	Lisansüstü	2 saat (0+2)
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü	Mimarlık	Lisansüstü	3 saat (3+0)
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	İnşaat Mühendisliği	Lisans	3 saat (3+0)

Ders saati: (teorik + uygulamalı)

Üniversitelerin eğitim ve sertifika programlarıyla birlikte, çeşitli firmaların da BIM eğitimi ile ilgili çalışmaları bulunmaktadır. Türkiye’de BIM uygulamalarıyla ilgili yetenek ve uzmanlık eğitimi verilen sertifika programları ise şu şekildedir:

- INFOTRON BIM Danışmanlık ve Eğitim Hizmetleri: başlangıç ve üst seviye olmak üzere iki modülden oluşan sertifika programı (Maçka Kalfa, 2016)
- İTUSEM (İstanbul Teknik Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi): (1) BIM Süreçleri Eğitim Programı, (2) BIM Uygulamaları Eğitim Programı, (3) BIM Uzmanı Sertifika Programı olmak üzere üç modülden oluşan sertifika programı
- Antalya SEM (Antalya Bilim Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi): BIM ve faydaları, IPD ve Autodesk Revit temel modelleme eğitimi sertifika programı
- ODTÜ SEM (Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi): BIM süreçleri ve uygulamaları ile ilgili kavramsal ve uygulamalı sertifika programı
- BÜYEM (Boğaziçi Üniversitesi Yaşam boyu Eğitim Merkezi): inşaat projelerinde uygulamalı BIM süreçleri sertifika programı
- ESOĞÜSEM (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi): BIM uzmanlığı uygulamalı eğitimi sertifika programı (3D ve 4D BIM ile veri analizi ve koordinasyonu) (URL1).

3.9. İnşaat Sektöründe BIM Uygulamalarının Önündeki Engeller

İnşaat sektörü ortaya çıkacak ürünün niteliği, ortaya çıkış süreci ve süreç içerisindeki iş ortakları grubunun nitelikleri bakımından türünün tek örneği olma özelliğinin bir sonucu olarak belirli bilgi yönetimi ihtiyaçlarına sahiptir (Turk, 2006). Bununla birlikte, inşaat süreci kendi içerisinde farklı seviyeleri, çeşitli ve çok sayıda katılımcısı ile karmaşık teknolojiler içeren karmaşık bir süreçtir. Teknolojik

karmaşıklığın inşaat sürecinde meydana gelen hatalar ve sorunlar üzerinde büyük bir etkisi olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Singh, 1997). Bilgi yönetimi ihtiyaçları ve teknolojik karmaşıklık doğrultusunda, inşaat sektöründe bilgi ve iletişim teknolojilerine yapılacak yatırıma olan ihtiyaç ve yatırımın önemi konusunu vurgulayan birçok araştırma bulunmaktadır (Latham, 1994; Egan, 1998; 2002). BIM, inşaat sektörünün bilgi yönetimi ihtiyaçlarının giderilmesi ve inşaat sürecindeki teknolojik karmaşıklığın önlenmesi noktasında yaşanan sorunlara çözüm olabilecek potansiyele sahiptir.

1970'lerin sonlarında üç boyutlu katı modelleme programlarının keşfedilmesi ile gündeme gelen üç boyut teknolojisi inşaat sektörünü de etkilemiştir. Üç boyutlu nesne-tabanlı bir bina bilgi modelinin oluşturulmasına olanak sağlaması bakımından BIM, bir bilgi teknolojisi olarak öne çıkmaktadır. BIM kavramı teknolojik bir yenilik olmakla birlikte bir binanın yaşam döngüsü teslimine sistematik bir yaklaşımdır (Smith ve Tardif, 2009). Günümüzde BIM teknolojisinin popülerliğinin artması, büyük ölçüde proje yaşam döngüsündeki bilgi paylaşımını ve bilginin yeniden kullanımını açısından kolaylık sağlayabileceği algısına dayanmaktadır (Lee vd., 2013). BIM kullanımı, bir işletmenin teknoloji, insan, süreç ve bilgi gibi tüm yönlerinde gerçekleşecek bir değişikliği gerektirir (Hua ve ark. 2014).

İnşaat sektöründe BIM uygulamalarının kullanımı ve BIM'in benimsenmesi ile ilgili kriterler dört başlık altında toplanabilir:

- İnşaat sektöründe BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden **BIM tabanlı çalışan uygulamalar/BIM Teknolojisi** ile ilgili engeller
- İnşaat sektöründe BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden **BIM farkındalığı** ile ilgili engeller
- İnşaat sektöründe BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden **organizasyon** ile ilgili engeller
- İnşaat sektöründe BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden **BIM eğitimi** ile ilgili engeller

3.9.1. İnşaat Sektöründe BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Etki Eden BIM Teknolojisi ile İlgili Engeller

Yenilik kelimesi her sektör için farklı bir anlam ifade etmektedir. İnşaat sektörü için yenilik kelimesi ise yeni fikirler uygulanarak faydanın artma olasılığıyla birlikte, meydana getirebileceği riskler ve belirsizlikler arasındaki ilişki sebebiyle inşaat sektörü açısından bu konu kapsamlı şekilde ele alınmalıdır (Ling, 2003). İnşaat sektöründe “teknolojik yenilik” bir organizasyon için yeni olan ve yapım maliyetini düşürerek, yapı performansını artırarak ve/veya iş performansını geliştirerek yapıların tasarım ve yapımını gözle görülebilir şekilde geliştiren teknolojilerin uygulanmasıdır (Toole, 1998). İnşaat sektöründeki teknolojik bir yenilik, kapsadığı alan açısından müşteri, üretici, tasarımcı, yüklenici ve kullanıcıyı ilgilendirir (Karaçar Ercoşkun, 2010). Yeni bir teknolojinin kullanımına geçiş süreci ve sürecin niteliği teknolojik bir yeniliğin benimsenmesinde önemli faktörlerden biridir. BIM uygulamalarına geçiş sürecinde BIM teknolojisi ile ilgili engeller aşağıdaki gibidir:

Tasarım maliyeti ve süresi: İnşaat sektöründe süre, maliyet ve kalite en önemli stratejik etmenler olarak belirlemektedir. Bu etmenler sektördeki rekabet ortamını tanımlar. Teknolojik yenilikler ise sağlayacağı imkanlarla doğrudan bu üç etmeni doğrudan etkilemektedir. BIM uygulamaları, tasarım maliyetini ve süresini azaltma (Azhar vd., 2008) potansiyeline sahip bir teknolojik yeniliktir.

İş akışı, üretkenlik ve verimlilik: İnşaat sektöründe projelerin planlanan süre içerisinde planlanan şekilde ilerlemesi önem arz etmektedir. Tasarım ve yapım aşamasında karşılaşılan herhangi bir sorunun sonucunda planlanan sürenin üzerine çıkılması proje maliyetinin artmasına neden olur. Bu nedenle iş akışının aksamaması çok önemlidir. Teknolojik bir yeniliğe geçişteki iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin olumsuz yönde etkilenmesi gibi olası risk ve belirsizlikler mevcuttur. BIM uygulamalarına geçiş sürecinde ise iş akışı, üretkenlik ve verimlilik öngörüldüğü kadar etkilenmemektedir (Ugwu ve Kumaraswamy, 2007; Azhar vd., 2008; Morlhon vd., 2014; Chien vd., 2014).

Mevcut sisteme bağlılık: Alışılmışın dışına çıkılarak mevcut düzende değişikliğe gidilmesi ve yeniliklerin uygulanması her sektörde olduğu gibi inşaat sektörü için de risk ve belirsizlik ifade etmektedir (Toole 1998; Slaughter 2000). Bir

yeniliği benimsenme, yeni bir teknolojiye geçiş sürecinde teknolojik risklerin meydana gelmesi olası bir durumdur. Mevcut düzen içerisinde geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu (Lee vd., 2013; Smith ve Tardiff, 2009) BIM uygulamalarına geçişi olumsuz şekilde etkilemektedir. Bununla birlikte, daha deneyimli kişilerin genellikle mevcut yöntemlerini tercih etmesi, BIM uygulamalarına direnme eğilimi oluşturmaktadır.

Yasal mevzuat ve devlet düzenlemeleri: Yasal mevzuat ve düzenlemeler yeniliğin benimsenmesinde ve kullanılmasında önemli etkenlerdendir. Kuralların ve standartların üretimde gerçekleşen yenilikleri engelleyici etkisi vardır (Toole 1998; Slaughter 2000). Kişi veya kurumlar tarafından teknolojik bir değişimin, yeniliğin kabulü ile benimsenerek kullanılmasında, devlet düzenlemelerinin önemli derecede etkisi vardır. Bu nedenle devlet düzenlemelerinin olumsuz yöndeki etkisi yeniliği aksatırken, yeni teknoloji ile ilgili düzenlemelerin hali hazırda kullanılan teknolojiye yaklaştırılmasının olumlu etkisi olabilir. Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmesi ve yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmesi (Howard ve Björk, 2008; Succar, 2009), devletin BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerinin olması (Arayıcı vd., 2009; Won ve Lee, 2010) BIM uygulamalarının kullanımı ve benimsenmesinde olumlu etkiye sahiptir.

Proje paydaşlarıyla ilişkili durumlar: İnşaat süreci farklı seviyelere ve çok sayıda katılımcıya sahip karmaşık bir süreç olduğu için bu sürece ait her aşamada yer alan katılımcılar arasındaki ilişkiler oldukça önemlidir. Proje paydaşları, projeye aktif olarak dahil olan yatırımcı, müşteri, yüklenici, tasarımcı (mimar, mühendis vb.), tedarikçi ve üretici olmak üzere katılımcılar olarak ifade edilebilir. BIM, proje paydaşlarının erken aşamada katılımını gerektirir (Attarzadeh vd., 2015). Süreç içerisinde bütün proje paydaşlarının BIM kullanımında olumlu görüşlere sahip olması ve BIM uygulamalarını kullanıyor olması (Won ve Lee, 2010), BIM uygulamalarına geçiş konusundaki istek ve uygulamaların benimsenmesinde çok önemlidir. Bununla birlikte, proje sürecinde proje paydaşları arasında çeşitli konularda belirli sınırlar içerisinde bilgi paylaşımını gerektirmesine rağmen, proje paydaşlar arası bilgi paylaşım protokolleri oluşturulmasında ve bilgi paylaşımı isteksizliği ile ilgili çeşitli sorunlar oluşabilmektedir (Chien vd., 2014). BIM uygulamalarının kullanımında ise proje aşamalarında bilgi paylaşımının gerçekleşmesi sürecin verimliliği için önem

taşımaktadır. Ek olarak, BIM uygulamalarının kullanımı ile projenin tasarım aşamasında proje paydaşlarının katılımı, paydaşlar arası koordinasyon ve denetim ile daha verimli projelerin oluşturulabilir (Won ve Lee, 2010; Azhar, 2011).

BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesi: BIM tabanlı çalışan programlar sadeliği ile verimli (Attarzadeh vd., 2015), kolay öğrenilebilir ve kolay kullanılabilir (Tsai vd., 2014a) niteliktedir. İnşaat sektöründe kişi ya da kurumların yeniliğe genel bakışı yeniliğin öğrenilmesinin ve uygulanmasının zor olduğu yönündedir. Bu nedenle, BIM uygulamalarına geçiş sürecinde BIM uygulamalarının öğrenilmesinin zor olduğu şeklinde önyargılar oluşmaktadır.

Yazılım lisansı ve model güncellemeleri: İnşaat projelerinde veriminin artması ve organizasyonun niteliğine uygun BIM uygulamalarının kullanılabilmesi için BIM tabanlı çalışan programların lisansının alınması gerekir. Bununla birlikte, program geliştirmelerinin, yeni eklenen özelliklerin ve kütüphanelerindeki yeni nesnelerin takip edilerek düzenli güncellemelerinin yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Oluşturulan üç boyutlu model güncellemelerinin, yazılım güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali vardır (Chien vd., 2014).

Dosya transferi: Farklı yazılım şirketleri tarafından BIM için farklı yazılımlar oluşturmuştur. Yazılım şirketlerinin geliştiği her bir BIM tabanlı uygulamanın kendi içerisinde hitap ettiği disipline göre güçlü yanları, zayıf yanları vardır. Çeşitli özelliklerinden dolayı tercih edilen farklı BIM uygulamaları IFC dosya formatına sahiptir. BIM-IFC dosya değişimi sırasında veya BIM modeli için ayrı bir yazılım dosyaları okurken, dosya dönüşümünden sonra veri kaybı meydana gelebilir (Chien vd., 2014).

BIM kütüphanesi: İnşaat projelerinin tasarım aşamasında, oluşturulacak tasarımın niteliğine göre bina bilgi modeli için gerekli BIM kütüphanesini hazırlamak gereklidir. BIM kütüphanesini işlemin başında çalışmaya hazırlamak, başlangıçtaki iş yükünü arttırır (Chien vd., 2014).

3.9.2. İnşaat Sektöründe BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Etki Eden BIM Farkındalığı ile İlgili Engeller

Yenilik; kişilerin ya da grupların yeni olarak kabul ettiği düşünce, nesne, uygulama ya da bir süreç de olabilir (Karaçar Ercoşkun, 2010). Benimsenmesi ise uzun veya kısa bir zaman diliminde gerçekleşebilir. Teknolojik bir yeniliğin benimsenme sürecinin uzunluğu, yeniliği benimseyecek olan toplumla ilgili çeşitli etkenlere bağlı olmakla birlikte, yeniliğin benimsenmesi yenilik özelliklerinin algılanması ve teknolojik yenilikteki farkındalık ile doğru orantılıdır. Yeniliğin niteliği ve kapsamının bilinmesi ile sağlayacağı faydanın bilinmesi teknolojik bir yeniliğin benimsenerek kullanılmasında önemli faktörlerden biridir. Teknolojik bir yenilik olarak BIM uygulamalarının benimsenmesi ve kullanılmasında BIM uygulamaları ile ilgili farkındalığın önemli bir etkisi vardır. BIM uygulamalarının kullanımına etki eden BIM farkındalığı ile ilgili engeller aşağıdaki gibidir:

Proje bilgilerine erişilebilirlik: Proje yaşam döngüsü içerisinde tasarım, yapım ve yönetim aşamalarında proje tasarım, uygulama, bina kullanımında gerekli bilgilere BIM uygulamaları aracılığıyla erişebilmek mümkündür. Tasarım aşamasında oluşturulan bina bilgi modeli ile yapılan görselleştirme ile müşteri talebine daha hızlı cevap verilebilir. Yapım aşamasında, Bina bilgi modeli tüm bina bileşenleri için malzeme siparişi, üretim ve teslimat programlarını koordine etmek için etkili bir şekilde kullanılabilir. İş programına istenilen zamanda kolayca erişim sağlanır. Dijital ürün verileri ile ve yapısal sistemlerin üretimi ve montajı doğrultusunda daha iyi üretim kalitesi sağlanabilir. Çevresel veriler ile yapı performans daha tahmin edilebilir ve yaşam döngüsü maliyetleri daha iyi anlaşılır. BIM uygulamaları ile yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere ulaşılabilir. Yaşam döngüsü verileri ile tesis yönetiminde gereksinimlerin tespit edilmesi karşılansında tasarım ve yapım bilgileri, operasyonel bilgiler kullanılabilir (Azhar, 2011).

Tasarım alternatiflerine erişim: BIM uygulamaları kullanımı ile oluşturulan bina bilgi modeli üzerinden alternatif tasarım seçenekleri, enerji, termal, akustik, çevresel analizler ve hava akışı, su, karbon emisyonu gibi simülasyonlar (Attarzadeh vd., 2015) ile değerlendirilerek en uygun proje seçilebilir. Sürdürülebilir tasarım için analizler ve değerlendirme yapmayı kolaylaştırmakla birlikte çeşitli bina sistemleri için ürün çizimleri oluşturmak BIM ile daha kolaydır (Azhar, 2011).

Proje planlama ve uygulama kolaylığı ile iş kalitesi: Yerleşik maliyet tahmini özellikleri ile BIM uygulamaları, model üzerinde yapılan herhangi bir değişiklik sonucunda gerekli malzeme miktarlarını otomatik olarak güncelleyebilir ve çıkarabilir (Azhar, 2011). Üç boyutlu model üzerine zaman ve maliyet eklenerek 4D yapı sıralama ve 5D simülasyonları oluşturabilir (Tsai vd., 2014a; Attarzadeh vd., 2015). Dokümantasyon çıkışı esnekliği ve otomasyondan yararlanılabilir olması ile daha iyi üretim kalitesi sağlar. Bu kapsamda, BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabilir ve oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabilir.

Çakışma algılama: Oluşturulan üç boyutlu bina bilgi modeli üzerine farklı disiplinlere ait planlar aynı anda işlenebilmektedir. Çakışma algılama özelliği ile aynı anda model üzerinde bulunan uygulama planı, mekanik, elektrik ve tesisat planları doğrultusunda farklı düzlemlerdeki çatışma, girişim, çarpışma analizleri yapılabilir (Azhar, 2011). Bununla birlikte, tasarım onayı ya da sanal tasarım incelemesi açısından meslekler arası ya da disiplinler arası tasarım anlaşmazlığının/fikir ayrılığının önüne geçilebilir (Tsai vd., 2014a). Tasarım ile ilgili olası sorunlar daha kolay şekilde çözümlenebilir. Ek olarak, mağaza çizimini entegre eden ayrıntılı çakışma tespitleri de yapılabilir (Tsai vd., 2014a).

Hızlı ve kolay müdahale: Bina bilgi modelleri üç boyutlu uzayda ölçeklendirilebilir nitelikte oluşturulduğu için tüm büyük sistemler anında ve otomatik olarak müdahalelere karşı kontrol edilebilir (Azhar, 2011). Bununla birlikte, yapı koordinasyonu ve takibi ile gerçek zamanlı saha koordinasyonu ve kontrolüne olanak sağlar (Tsai vd., 2014a). BIM uygulamaları kullanılarak saha yerleşim planlaması ve saha güvenliği/lojistiği üzerinde çalışılabilir (Tsai vd., 2014a; Attarzadeh vd., 2015).

Dosya formatı yeterliliği: İnşaat sektöründe dosya formatı ve uyumluluk ile ilgili sorunlara neden olan izole edilmiş çeşitli yazılımlar kullanılmaktadır. Bu yazılımların kullanımı, önemli veri kayıplarına sebep olduğu gibi zaman ve kaynakların boşa harcanmasına yol açabilir (Sunil vd., 2017). Herhangi bir veri birlikte çalışabilirliği ile ilgili sorun yaşandığında, farklı dosya formatındaki verilerin dönüştürülmesi için IFC dosya formatı kullanılabilir (Chien vd., 2014). BIM, bilgi yapısını standart hale getirebilir ve çok çeşitli dosya formatlarını destekleyebilir niteliktedir.

Simülasyon imkânı: Çeşitli BIM uygulamaları kullanılarak yapı ya da yapı grupları için 4D yapı sıralama simülasyonları ve 5D simülasyonları yapılabilir. Bina bilgi modeli üzerindeki olası arızalar, sızıntılar, tahliye planları vb. bilgiler BIM uygulamaları ile grafiksel olarak gösterilebilir ve uyarlanabilir (Azhar, 2011).

3.9.3. İnşaat Sektöründe BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Etki Eden Organizasyon ile İlgili Engeller

İnşaat sektöründe, bina tasarımı ve yapımı çeşitli meslek sahibi olan uzman kişiler tarafından gerçekleştirilen karmaşık görevleri içine alan süreçleri kapsar. Tasarım, teknoloji ve yönetimin iç içe geçmiş konuları ile ilgilenen bu kişilerin mevcut teknolojileri uygulama yeteneğine ve kaliteli ürün oluşturmak için süreci yönetebilme yeteneğine sahip olması gerekir (Karaçar Ercoşkun, 2010). Sürecin gerçekleşmesi, çeşitli uzmanlıklara sahip bu kişilerin yer aldığı işletmeler/organizasyonlar birlikte çalışması ile sağlanır. Teknolojik yetenek, yeniliklerin benimsenmesini uyaran durumlardan biri olarak (Bossink, 2004), bir organizasyonun stratejik rekabet için gerekli teknolojileri kullanma, seçme ve geliştirme konusundaki aktiviteleri, kapasitesi ve becerisini ifade etmektedir (Karaçar Ercoşkun, 2010). Uzun vadede bir organizasyonun beklentileri karşılayabilmesi ve rekabet ortamında ayakta kalabilmesi için yenilikleri uygulaması gerekliliği ile sektördeki yeniliklerin benimsenerek kullanılması konusunda organizasyonun rolü arasında karşılıklı bir ilişki vardır. Teknolojik bir yenilik olarak BIM uygulamalarının benimsenmesi ve kullanılmasında organizasyonun önemli bir etkisi vardır. BIM uygulamalarının kullanımına etki eden organizasyon ile ilgili engeller aşağıdaki gibidir:

Yönetim desteği: İnşaat sektöründe BIM uygulamalarının kullanımı ile ilgili yönetim desteğinin yetersizliği organizasyon içerisindeki kişilerde düşük performans yol açabilir (Chien vd., 2014). Yönetim desteği, organizasyon çalışanlarının BIM uygulamalarını benimseme niyetleri üzerinde olumlu bir etkisi (Ding vd., 2015) ile çalışanları uygulamaları kullanmaya teşvik edilebilir. BIM uygulamalarının benimsenmesinde üst ve orta yönetim desteği büyük önem arz etmektedir (Tsai vd., 2014a; Attarzadeh vd., 2015).

Rekabet ortamı: Rekabet argümanı, inşaat sektöründe yeniliğin ana itici gücü olarak tanımlanmaktadır (Aghion vd., 2014). BIM uygulamaları sunduğu hizmetler ile

pazarda farklılaşma, odaklanma imkânı tanımaktadır (Tsai vd., 2014a). Pazar eğilimini göz önünde bulundurarak değişen çevre ve isteklere, gerekliliklere cevap verebilmesi açısından organizasyonun piyasaya uyum sağlamasına yardımcı olur. Organizasyonların, BIM'in avantajlarını kullanarak piyasadaki rekabet ortamında öne geçmesi sonucunda, BIM'in rekabet ortamına dahil olması BIM uygulamalarının kullanımı ve benimsenmesinde önemli bir etkidir. Buna karşın, inşaat sektöründeki paydaşların BIM uygulamalarının kullanımı ile elde edebilecekleri avantajları bilmemesi ya da bu avantajları elde edebilecek yetkinlikte/seviyede BIM kullanımının olmaması, BIM'in rekabet ortamına dahil olmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum ise BIM uygulamalarının kullanımı ve benimsenmesini engelleyici nitelikteki önemli bir etkidir.

Nitelikli personel eksiliği: İnşaat sektöründe farklı organizasyonların tasarım ve sürecinde kullanmayı tercih ettikleri çeşitli yazılımlar bulunmaktadır. Organizasyonların niteliğine ve çalışma alanlarına bağlı olarak, kurum içinde yer alan çeşitli uzmanlıkları olan personel/çalışanlar vardır. Şirket içi personelin BIM uygulamalarının kullanımı ve benimsenmesi açısından konu ile ilgili bilgisinin olup olmaması önemli bir etkidir. BIM benimsenmesinde personelin teknik yeterliliği olumlu bir etkiye sahiptir (Tsai vd., 2014a). Organizasyonda BIM'e aşına olan, mevcut nitelikli personel eksikliği kurumun BIM kullanımını olumsuz yönde etkileyen faktörlerden biridir (Chien vd., 2014).

Finansal yeterlilik ve ek maliyetler: Organizasyonun BIM uygulamalarını benimsemesi ve kullanmaya başlaması için gerekli yazılım ve donanım birikimine sahip olması gerekir. BIM uygulamalarına geçiş, personel eğitimi, donanım ve yazılım alımı ve diğer süreçlerle ilgili giderleri de arttırabilir (Chien vd., 2014). Bu durumda, organizasyonun ilk yatırım maliyetini karşılayabilmesi için gerekli finansal yeterliliğe sahip olması gerekir (Attarzadeh vd., 2015). Bununla birlikte, şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacı, şirkette uygulamaların verimli şekilde kullanılabilmesi için gerekli olabilecek danışman desteği ekstra maliyet ve zaman kaybına yol açabilir. Oluşabilecek yasal anlaşmazlıklar, yazılım güncellemelerinden kaynaklı masraflar ve diğer masraflar ek fonlar gerektirebilir (Chien vd., 2014).

Yatırım geri dönüşü: BIM uygulamalarına geçiş sürecinde organizasyonun ilk yatırım maliyetini karşılayacak durumu olmasına rağmen organizasyonun böyle bir yeniliğe adım atmasını teşvik edecek nedenlere ihtiyacı vardır. Bu nedenlerden biri de organizasyonun sonuçlar elde edeceği ve yaptığı yatırımın karşılığını alabileceğini kanaatinde olmasıdır. BIM'in beklenen ekonomik etkiyi karşılayabileceğini düşüncesi, bir organizasyonun BIM'i uygulamaya öncelik vermesini sağlayabilir (Won ve Lee, 2010). Ancak, BIM'in uygulanması kolay değildir ve kısa vadede yatırımın geri dönüşü mümkün olmamakta ve yüksek beklentileri her zaman karşılayamamaktadır (Fox, 2014; Dainty vd., 2015).

Motivasyon: Yeniliğin benimsenmesinde kişilerin motivasyonu, yeniliği benimseme istekleri önemli bir etkidir. Yeniliği benimseme isteği, kişilerin yeniliğin fayda-zarar anlamında nitelikleri hakkındaki ulaştığı bilgilere ve edindiği bilgilerin doğrultusunda olumlu bir fikre sahip olması ile yenilikle ilgili oluşan algısı sonucu ortaya çıkar. Teknolojik bir yenilik olarak BIM'in benimsenmesinde, organizasyon içerisinde üst yönetimden başlayarak BIM kullanımı ile ilgili bireysel ve grup motivasyonu temel bileşenlerden biridir (Tsai vd., 2014a). Üst yönetim ve/veya ekip çalışanlarının motivasyon eksiliği BIM kullanımını olumsuz etkilemektedir.

Adaptasyon: Yenilik benimseme ve yeniliğe geçiş süreçlerinde kullanıcıların yeniliğe adapte olabilme süreci çeşitli faktörlere göre değişiklik göstermektedir. Yeniliğin benimsenmesinde kişilerin yenilikle ilgili tutumları önemli bir faktördür. Tutum, kişilerin kendilerine ya da çevrelerindeki herhangi bir nesne, toplumsal konu, olayla ilgili bilgi birikimi, deneyimi, duygu ve motivasyonuna bağlı oluşturduğu zihinsel, duygusal ve davranışsal bir tepkisi/ön eğilim olarak tanımlanabilir (İnceoğlu, 2004). Kişilerin yeniliğe karşı tutumu, düşünceleri adaptasyon sürecini olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebilir. Bununla birlikte, kişilerin değişime direnci adaptasyon sorunlarına yol açabilir (Hochscheidung ve Halin, 2018). Çalışanların BIM'e adaptasyonu ile ilgili risk ve belirsizlikler, BIM adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi organizasyonun BIM kullanımını olumsuz yönde etkilemektedir.

Müşteri talebi: Organizasyonları teknolojik bir yeniliği benimsemeye yönlendiren sebeplerden biri de müşterinin yenilikle ilgili mevcut bilgisi ile bu konudaki talebidir. Bu nedenle, müşteriler ve teknoloji kullanıcıları için ortak bir BIM tanımının oluşturulması (Vass ve Gustavsson, 2017), BIM'in onlar için ifade ettiği

anlam doğrultusundaki beklenti ve geri bildirim için önemli bir etkidir. BIM için müşteri talebinin eksikliği sektörde önemli rolleri olan kişi ya da organizasyonların BIM'i benimsemesinde büyük bir zorluktur (Vass ve Gustavsson, 2017).

Organizasyon özellikleri değişimi: BIM uygulamalarının kullanılması, organizasyonun çeşitli konularda geleneksel proje teslim sisteminden farklılaşmasını gerektirir. Geleneksel proje teslim sisteminde, kullanılan yazılımlar nedeniyle birbirinden bağımsız şekilde yürütülmesi gereken süreçler vardır. BIM uygulamalarının kullanımı, bu süreçlerin çoğunun birbiriyle ilişkili gerçekleştirilmesine olanak sağlamıştır. Yüklenicilerin, danışmanların ve yazılım tedarikçilerinin sahip oldukları farklı BIM kullanımları ve anlayışları da değişimde zorlayıcı niteliktedir (Fox ve Hietanen, 2007). Organizasyonun mevcut iş modellerini BIM uygulamasına uydurması da zordur (Howard ve Björk, 2008). Bu durum, organizasyon içerisinde (organizasyon türleri, boyutları, yapısı, sistemleri, kültürü, stilleri, süreçleri vb.) değişiklik gereksinimi ve yeniden yapılanma sürecine duyulan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır (Tsai vd., 2014a).

Karar mekanizması değişimi: Organizasyonun BIM kullanımına geçiş sürecinde mevcut personelin BIM bilgi eksikliği ya da sürecin yönetilmesi konusunda gerçekleşebilecek olası aksaklıklar nedeniyle uzman desteğine ihtiyaç duyulur. Mevcut personelin BIM bilgisi kurum içindeki proje teslim sürecinde yeni görevler ve sorumluluklar almasını sağlayarak karar mekanizmasının değişimine yol açar. Bununla birlikte, organizasyonun uzman desteği alması gerektiği durumlarda, gücü ve karar almayı yeniden dağıtan BIM koordinatörleri gibi yeni rollerin ortaya çıkmasına neden olur (Bosch-Sijtsema, 2014). Bu nedenle, değişim girişimleri organizasyon içerisindeki pozisyonların değişimini öngördüğü zaman değişime direnç ortaya çıkabilir (Fernandez ve Rainey, 2006). Karar mekanizmasının değişimi ve sonuçları BIM kullanımına geçiş sürecini etkileyen önemli kriterlerden biridir.

İnşaat sektörünün niteliği ve gereklilikleri: İnşaat sektörü ortaya çıkacak ürünün niteliği, ortaya çıkış süreci ve süreç içerisindeki iş ortakları grubunun nitelikleri bakımından türünün tek örneği olma özelliğinin bir sonucu olarak belirli bilgi yönetimi ihtiyaçlarına sahiptir (Turk, 2006). İnşaat sektöründe paydaşlar için süre, maliyet ve kalite çok önemli etkenlerdir. BIM desteği ile alternatif tasarım, program ve malzemeler hakkında kısa sürede daha hızlı maliyet geri bildirimini (Sunil vd., 2017),

ortaya çıkan ürünün kalitesinde artış sağlamak mümkündür. Bu durum organizasyonlar için BIM'in benimsenmesinde önemli bir itici güç olarak belirmektedir. Bununla birlikte, proje inşaatının hızlı tempolu doğası, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle personellerin BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırmaları çoğu zaman mümkün olamayabilir.

Bilgi ve teknolojik yeterlilik: BIM uygulamaları için organizasyonun gerekli bilgi ve teknolojik alt yapıya sahip olması, BIM uygulamalarının kullanımında önemli bir etkidir. Organizasyonların bazıları profesyonel akreditasyon, sağlık ve güvenlik odaklı eğitim programları gerçekleştirir (Sunil vd., 2017). BIM yetkinliği gibi yeni becerilerin geliştirilmesi üzerindeki yoğunlaşma yeterli değildir. Bazı organizasyonlarda ise bilgi teknoloji stratejisi ile yapılan yatırım birbiriyle uyumlu değildir. Teknolojik yenilikle ilgili düzenlenen eğitim seansları kullanıcıyı destekler nitelikte olmadığında ya da eğitim süresinin yetersizliğinde, kullanıcı aldığı eğitimleri yavaş yavaş unutmaktadır. Başarılı ve verimli BIM kullanımı için organizasyonların BIM stratejilerini gözden geçirmeleri ya da düzenlemeleri gerekmektedir (Sunil vd., 2017). BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra en kısa sürede uygulamaya geçilmesinin BIM benimsenmesinde olumlu etkisi vardır.

Veri aktarımının iş yüküne etkisi: İnşaat sektöründe inşaat süreci katılımcıları için süre, maliyet ve kalite çok önemli etkenlerdir. Bu nedenle, organizasyon için minimum sürede ve maliyetle maksimum kalitede ürünler ortaya çıkarmak önemlidir. Organizasyonun BIM kullanımına geçişi sonrasında personelin yazılımın çalışmasına aşina olması ve organizasyona ait verilerin aktarımı için belirli bir süre gereklidir. Mevcut personel yeni teknikleri öğrenmesi ve projenin erken aşamalarında BIM kütüphanesinin çalışmaya hazırlanması ve veri aktarımı başlangıçtaki iş yükünü arttırır (Chien vd., 2014).

Kurum içi deneyim kazanımı: Mevcut düzende değişiklik ve yeniliklerin uygulanması her sektörde olduğu gibi inşaat sektörü için de risk ve belirsizlik (Toole 1998; Slaughter 2000) içermektedir. Organizasyonun BIM uygulamalarını kullanarak gerçekleştirdiği projelerin az olması, organizasyon açısından olası riskleri barındırmaktadır. BIM teknolojisini uygulayan projelerdeki yetersiz deneyim nedeniyle, net olmayan iş değeri ve bilinmeyen sonuçların oluşturabilir (Chien vd., 2014). Daha önce yapılmış işlerde BIM uygulamalarının kullanılmasıyla deneyim

kazanılması olumlu sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir. Bununla birlikte, BIM projelerinde deneyime sahip proje paydaşlarının sayısı BIM benimsenmesi ve kullanımında önemli bir faktördür (Won ve Lee, 2010).

Danışman desteği: BIM uygulamalarının kullanımı ile projenin gerçekleştirilmesinde organizasyon içerisindeki BIM yetkilisi ve BIM bilgisine sahip mevcut şirket içi personelin eksikliği nedeniyle BIM koordinatörlerine/danışmanlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Vass ve Gustavsson, 2017). Yoğun bilgi, yetenek ve uzmanlık gerektiren BIM uygulamalarının kullanımı için ne yazık ki çoğu ülkede yeterli sayıda BIM uzmanı bulunmamaktadır (Maçka Kalfa, 2016). Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, BIM kullanımına geçmek isteyen organizasyonlar için BIM uygulamalarına geçiş için danışmanlık veya eğitim verecek (üniversiteler ya da uzman firmalar) birimlerin varlığı/sayısı önemli bir kriterdir.

3.9.4. İnşaat Sektöründe BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Etki Eden BIM Eğitimi ile İlgili Engeller

Teknolojik bir yenilikle ilgili sektördeki kişilerin bilgi sahibi olması yeniliğin benimsenme oranına etki etmektedir (Toole, 1998). İnşaat sektöründeki işletmelerin bilgi edinme merkezleri ile kurdukları ilişkilerini uzun vadede devam ettirmeleri teknolojik yeniliklerin benimsenmesinde kolaylaştırıcı bir etken olduğu düşünülmektedir (Miozzo ve Dewick, 2002). İnşaat sektöründe BIM kullanımı iş birliği içerisinde çalışmaya yönelim artmaktadır. Buna rağmen, yükseköğretim ve profesyonel eğitimin bu yönetime ayak uyduramadığı gözlemlenmektedir (Becerik-Gerber vd., 2011). BIM öğrenme eğrisini hızlanmasına yardımcı olacağı düşünülen BIM eğitiminin BIM uygulamalarının benimsenmesi ve kullanılmasında önemli bir etkisi vardır. BIM uygulamalarının kullanımına etki eden BIM eğitimi ile ilgili engeller aşağıdaki gibidir:

Lisans eğitimi ile desteklenmesi: BIM kullanımını arttırmak için, arz-talep dengesi gözetilerek etkili iş gücü gelişimi sağlanmalıdır. İnşaat sektöründeki birçok katılımcı/uzman kişi için BIM deneyimi akademide başlamaktadır (Bozoğlu, 2016). Bu nedenle, mimarlık ve mühendislik eğitiminde BIM uygulamalarının benimsemesi ile ilgili BIM eğitimi verilmesi ve eğitimin güncelliğinin korunması gerekir. Böylece,

eğitim kurumlarının, mezun olacak öğrencileri firmalar için halihazırda BIM uzmanı olarak yetiştireceği dştnlmektedir (McGraw-Hill, 2008).

Akademik destek: İnaşat endüstrisinde değişime ve yeniliğe olan isteksizlik, deneyimli/eğitimli BIM uygulayıcısı/teknisyen/eğitimci eksikliği, BIM uygulamalarının benimsenmesinde ve kullanılmasında yavaşlatıcı bir etkiye sahiptir (NATSPEC, 2013). Akademi, BIM eğitiminin kilit paydaşlarından birisidir (Bozoğlu, 2016). Üniversitelerin işe alma programlarda, BIM'e özel pozisyonlar için öncelik belirmemesinin yanı sıra şirketlerin çoğunun yeni mezunlar yerine deneyimli BIM profesyonellerini tercih etmektedirler (Wu ve Issa, 2013). Akademik destek ile akademideki BIM uygulamalarında yetkin eğitimcilerin artmasıyla şirketlerin yeni mezunları da tercih etmeleri sağlanabilir. Bununla birlikte, BIM kullanımı ve benimsenmesine olumlu etki sağlayacağı öngörülmektedir.

Tasarım yöntemlerinin farklılıklarının anlaşılması: BIM uygulamalarının kullanımı ile iş birliğini temel alan BIM iş akışlarına ve entegre proje sunumuna, mevcut ve gelecekteki inşaat sektörü profesyonellerini dahil etmek için, eğitim kurumlarındaki öğretimin veya iş hayatındaki eğitimin niteliğinin/kazandırılması gereken yetkinliklerin belirlenmesi önemlidir (Bozoğlu, 2016). Succar ve Sher (2013)'e göre bireysel BIM yetkinlikleri, bireyin BIM kullanabilmesi için ihtiyaı olan kişisel nitelikler, mesleki bilgi ve teknik yeteneklerdir. BIM eğitiminde, meslek odaları ve akademi arasında inşaat sektörünün ihtiyaçlarına cevap verebilecek nitelikte dinamik bir etkileşim olmalıdır (Demirdöven ve Arditi, 2014; Demirdöven, 2015). İnaşat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının inşaat/proje teslimi sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik alışmaları BIM benimsenmesini ve kullanımını etkilemektedir.

Geçiş sürecine yönelik bilgi donanımı: Organizasyonların BIM uygulamalarına geçiş süreciyle ilgili bilgisi BIM kullanımı ve benimsenmesi için önemli bir etkidir. Mimarlık ofisleri ve Türk inşaat sektöründeki şirketlerin BIM'e geçişi için yol haritası oluşturulması anlamında akademik çalışmalar mevcuttur (Tekin, 2017; Sarıçiçek, 2019). Bununla birlikte, farklı dünya ülkelerinde şirketlerin BIM'e geçişi için yol haritası içeren akademik çalışmalar mevcuttur (Khosrowshahi ve Arayıcı, 2012; Silva vd., 2016). Akademik çalışmaların yanı sıra, inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/devletin, şirketlere yönelik olarak uygulamalara geçiş aşamasını

tanıtıcı nitelikte gerek bölgesel gerek iller bazında çalışmalar yapması BIM benimsenmesi ve kullanımını olumlu yönde etkileyebilir.

Kaynak niteliği ve erişilebilirliği, eğitim olanakları: BIM uygulamaları ile ilgili olarak ücretli kurslar, çevrimiçi eğitim platformları ve bazı üniversitelerin sertifika programları ile şirket içi eğitimler mevcuttur. BIMgenius Türkiye BIM Raporu (2018)'e göre, BIM eğitimi ile ilgili sektörel ve akademik olanakların yetersizliği en temel problemdir. Akademik anlamda bazı üniversitelerin dünya ile kıyaslanabilir nitelikte ders içeriklerine sahip yüksek lisans ve sertifika programları olmasına karşın programların sayısı ve kontenjanları açısından sektörün ihtiyacına tam olarak karşılayabilecek nitelikte değildir (Başyazıcı, 2018). Bununla birlikte, BIM'in uygulamaların kullanılmasının ötesinde bütünsel bir süreç ve yaklaşım olması sebebiyle BIM eğitimi için nitelikli başvuru kaynaklarına ihtiyaç vardır. BIM eğitimi ile ilgili diğer bir temel problem ise Türkçe kaynakların yetersizliğidir (Başyazıcı, 2018). BIM ile ilgili nitelikli Türkçe eğitim materyali ve başvuru kaynağının sınırlı olması ve erişilebilirliğinin az olması BIM kullanımını etkileyen önemli kriterlerdir.

BÖLÜM 4

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal

Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına neden olan faktörlerin belirlenmesi bu araştırmanın konusunu oluşturmaktadır. Literatürden toplanan basılı ve dijital veriler araştırmanın kavramsal içeriğinin oluşturulmasında, kaynak niteliği taşımaktadır. Bu araştırmanın materyalini Türkiye’de inşaat sektöründeki mimarlık ofislerinde ve inşaat şirketlerinde çalışan mimar ve mühendislerin katılımıyla elde edilen veriler oluşturmaktadır. BIM uygulamalarını kullanmayan firmalara yönelik anket hazırlanmıştır. BIM uygulamalarını kullanmayan mimarların ve mühendislerin BIM uygulamalarına ilişkin görüşleri dikkate alınacaktır.

4.2. Yöntem

Bu araştırmanın yöntemi birbirini takip eden altı aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar sırasıyla literatür incelemesi, araştırma evreni ve örneklem seçimi, anketlerin hazırlanması, verilerin toplanması, verilerin analizi, verilerin değerlendirilmesi şeklindedir.

4.2.1. Literatür incelemesi

BIM’in tanımı, tarihsel gelişim süreci, boyutları, yetenek aşamaları/olgunluk seviyeleri, gelişim seviyeleri ve detay seviyeleri ile BIM tabanlı yazılımlar/BIM uygulamaları, inşaat projesi yönetiminde BIM/bina yaşam döngüsünde BIM, küresel inşaat sektöründe BIM benimsenmesi ve kullanımı (dünyada ve Türkiye’de) konularında literatür incelemesi yapılmıştır. Literatür incelenmesinden elde edilen bilgilerden, konunun kapsamının açıklanmasında ve anket formlarında kullanılmak üzere madde havuzunun oluşturulmasında yararlanılmıştır.

4.2.2. Araştırma evreni ve örneklem seçimi

Türkiye’de inşaat sektöründeki mimarlık ofislerinde ve inşaat şirketlerinde çalışan, mimar ve mühendisler araştırma evrenini oluşturmaktadır. Araştırma örneklemini ise Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının kullanmayan firmalarda profesyonel olarak bulunan, 88 çalışan, 18 proje yöneticisi, 3 müteahhit, 28 firma sahibinden oluşmaktadır.

4.2.3. Anketlerin hazırlanması

Araştırma kapsamında ihtiyaç duyulan verilerin toplanmasında, veri toplama aracı olarak anket yöntemi kullanılmıştır. Anket hazırlanırken, açık uçlu soruların katılımcıların daha çok çaba ve zaman harcamalarına neden olacağı ve yapılacak olan analizleri güçleştireceği (Oğur ve Tekbaş, 2003) nedeniyle ankette kapalı uçlu soru tiplerine ağırlıklı olarak verilmiştir ve soruların karmaşık olmamasına dikkat edilmiştir. Ayrıca, sorular yapılan literatür taramaları ile inşaat sektörünün genel koşulları da dikkate alınarak hazırlanmıştır. Anket sorularının belirlenmesinde çalışmanın amacı yol gösterici olmuştur.

Anket, ikisi açık uçlu ve 13’ü kapalı uçlu soru tiplerinden olmak üzere 15 sorudan oluşmaktadır. İki seçenekli, ölçülü ve sıralı seçenekli soru tarzlarında sorulardan meydana gelmektedir. Bununla birlikte çalıştıkları firmalarda BIM uygulamalarını kullanmayan katılımcılara yönelik 5’li Likert ölçeği kullanılarak değerlendirilmek üzere dört başlık altında toplanan, BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etki eden faktörleri belirlemeye yönelik kriterlerden oluşmaktadır. 5’ li derecelendirmeye göre;

1 = Hiç Etkilemedi

2 = Az Düzeyde Etkiledi

3 = Orta Düzeyde Etkiledi

4 = Çok Etkiledi

5 = Pek Çok Etkiledi

Anketin ilk beş sorusu katılımcının, BIM bilgi düzeyi, BIM farkındalığı ve sektördeki BIM kullanımına yönelik düşüncelerini tespit etmeyi amaçlayan sorulardan oluşmaktadır. Altıncı soruda BIM uygulamaları çalıştığı şirkette kullanılmayan katılımcıya, “BIM uygulamalarının çalıştığı şirkette kullanılmamasında aşağıdaki kriterler ne kadar etkili olmuştur?” ifadesi yer almaktadır. Altıncı soru başlığı altındaki bölüm, ‘Uygulamalar’ ile ilgili 13 kriter, ‘Farkındalık’ ile ilgili dokuz kriter, ‘Organizasyon’ ile ilgili 18 kriter, ‘Eğitim’ ile ilgili altı kriter olmak üzere 5’li Likert ölçeğe değerlendirilecek toplamda 46 kriterden oluşmaktadır. Anketin son bölümünde ise katılımcının demografik özelliklerini belirlemeye yönelik dokuz soru (cinsiyet, eğitim seviyesi, meslek, sektördeki tecrübe, hizmet verdiği sektör, ağırlıklı yer alınan proje türleri, çalışılan firmadaki teknik personel sayısı, yaşadığı/çalıştığı şehir) yer almaktadır.

Ankette yer alan, BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden ve 5’li Likert ölçeğe değerlendirilecek kriterlerin, kriter kodları, kriter tanımları ve kriterlerin kaynakları Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Ankette yer alan kriterler ve kaynakları

Kriter kodu	Kriter Tanımı	Kaynak
BU1	BIM uygulamalarının, tasarım maliyetini ve süresini azaltması	Azhar vd., 2008
BU2	BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin öngörüldüğü kadar etkilenmemesi	Ugwu ve Kumaraswamy, 2007; Azhar vd., 2008; Morlhon vd., 2014; Chien vd., 2014
BU3	Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu	Lee vd., 2013; Smith ve Tardiff, 2009
BU4	Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi	Howard ve Björk, 2008; Arayıcı vd., 2009; Succar, 2009; Suermann ve Issa, 2009; Eadie vd., 2013; Won vd., 2013; Chien vd., 2014
BU5	Devletin BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerinin olması	Arayıcı vd., 2009; Succar, 2009; Suermann ve Issa, 2009; Won ve Lee, 2010; Arayıcı ve Coates, 2012; Eadie vd., 2013; Tsai vd., 2014a; Attarzadeh vd., 2015
BU6	Proje paydaşları/firmaları ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanabiliyor olması	Autodesk, 2002; Won ve Lee, 2010; Arayıcı vd., 2011;

		Khosrowshahi ve Arayıcı, 2012; Tsai vd., 2014a
BU7	BIM uygulamalarıyla paydaşlar arası bilgi paylaşımının olması	Won ve Lee, 2010; Azhar, 2011; Tsai vd., 2014a; Wong vd., 2014; Aibinu ve Venkatesh, 2014; Chien vd., 2014; Chang vd., 2014; Liu vd., 2015; Sunil vd., 2017
BU8	Proje paydaşlarının tasarım aşamasında katılım, koordinasyon ve denetimi ile daha verimli projelerin oluşturulması	Eastman vd., 2008; Manning ve Messner, 2008; Won ve Lee, 2010; Arayıcı vd., 2011; Azhar, 2011; Khosrowshahi ve Arayıcı, 2012; Boktor vd., 2014; McGraw Hill, 2014; Chien vd., 2014; Antón ve Díaz, 2014; Tsai vd., 2014a; Attarzadeh vd., 2015; Sunil vd., 2017
BU9	BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zannedildiği kadar zor olmaması	Tsai vd., 2014a; Attarzadeh vd., 2015
BU10	BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu	Kivits ve Furneaux, 2013; Aibinu ve Venkatesh, 2014; Olawumi ve Chan, 2018
BU11	Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali	Won vd., 2013; Bryde vd., 2013; Chien vd., 2014
BU12	Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması	Won ve Lee, 2010; Chien vd., 2014
BU13	Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali	Gu ve Londra, 2010; Azhar, 2011; Won vd., 2013; Bryde vd., 2013; Chien vd., 2014; Olawumi ve Chan, 2018
BF1	Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebilir olması	Azhar, 2011; Tsai vd., 2014a; Sunil vd., 2017
BF2	Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabilir olması	Azhar, 2011; Tsai vd., 2014a; Sunil vd., 2017
BF3	Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabilir olması	Azhar, 2011; Tsai vd., 2014a; Sunil vd., 2017

BF4	BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin (enerji, termal, akustik, çevresel vb.) analiz ve simülasyonu ile değerlendirilerek en uygun projenin seçilebilir olması	Aksamija; 2012; Adamus, 2013; Ahn vd., 2014; Tsai vd., 2014a; Antón ve Díaz, 2014; Attarzadeh vd., 2015
BF5	BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabilir, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabilir olması	Azhar vd., 2008; Shen ve Issa, 2010; Lee vd., 2014; Tsai vd., 2014a; Attarzadeh vd., 2015
BF6	BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin olması	Azhar, 2011; Tsai vd., 2014a; Attarzadeh vd., 2015
BF7	BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının olması	Eastman ve ark., 2009; Azhar, 2011; Zhong vd., 2012; Tsai vd., 2014a; Sunil vd., 2017
BF8	BIM'in bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çok çeşitli dosya formatlarını destekleyebilir olması	Hope ve Alwan, 2012; Kivits ve Furneaux, 2013; Aibinu ve Venkatesh, 2014; Chien vd., 2014; Sunil vd., 2017
BF9	BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânı ve uyarlanabilir olması	Ofluoğlu, 2009; Azhar, 2011; Forbes ve Ahmed, 2011
BO1	BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmesi	NIBS, 2007; Won ve Lee, 2010; Gambatese ve Hallowell, 2011; HM Hükümeti, 2012; Won vd., 2013; Tsai vd., 2014a; Chien vd., 2014; Lee vd., 2015; Attarzadeh vd., 2015; Ding vd., 2015; Liu vd., 2015
BO2	BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına dahil olmaya başlaması	Aghion vd., 2014; Tsai vd., 2014a; Gokuç ve Arditi, 2016; Lindblad ve Guerrero, 2020
BO3	BIM uygulamalarında yetkin personelin kurum içindeki varlığı	Baiden vd., 2006; Yeomans vd., 2006; Suermann ve Issa, 2009; Gu ve Londra, 2010; Arayıcı vd. 2011; Kassem vd., 2012; Ganah ve John, 2013; Succar vd., 2013; Won vd., 2013; Chien vd., 2014; Abubakar vd., 2014; Tsai vd., 2014a; Lee vd., 2015; Liu vd., 2015; Attarzadeh vd., 2015

BO4	BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması	Manning ve Messner, 2008; Ganah ve John, 2013; Bryde vd., 2013; Linderoth, 2010; Succar vd., 2013; Won vd., 2013; Kivits ve Furneaux, 2013; Aibinu ve Venkatesh, 2014; McGraw Hill, 2014; Liu vd., 2015
BO5	Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi	Won ve Lee, 2010; Chien vd., 2014; Tsai vd., 2014a; Attarzadeh vd., 2015
BO6	BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması	Bryde vd., 2013; Chien vd., 2014; Tsai vd., 2014a; Attarzadeh vd., 2015
BO7	BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılama yeteneği	Ugwu ve Kumaraswamy, 2007; Won ve Lee, 2010; Fox, 2014; Dainty vd., 2015; Bui vd., 2016; Vass ve Gustavsson, 2017
BO8	BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi	Ugwu ve Kumaraswamy, 2007; Tsai vd., 2014a; Ding vd., 2015
BO9	Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun kolaylığı	Sunil vd., 2017; Hochscheidung ve Halin, 2018
BO10	İşveren/kullanıcının BIM uygulamalarını yeterince iyi bilmesi ve talep etmesi	NIBS, 2007; Linderoth, 2011; Amponsah, 2010; Won ve Lee, 2010; Arayıcı ve Coates, 2012; HM Hükümeti, 2012; Ganah ve John, 2013; Succar vd., 2013; Eadie vd., 2013; Tsai vd., 2014a; Lee vd., 2015; Vass ve Gustavsson, 2017; Lindblad ve Guerrero, 2020
BO11	BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)	Bryde vd., 2013; Arayıcı vd., 2011; Tsai vd., 2014a
BO12	Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması ile genç ve dinamik bir ekibin oluşması	Gu ve Londra, 2010; Mäki ve Kerosuo, 2015; Vass ve Gustavsson, 2017

BO13	İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırlamaması	Sunil vd., 2017
BO14	BIM uygulamaları için gerekli bilgi ve teknolojik alt yapısının kurum içinde bulunması, BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi	Bernstein ve Pittman, 2004; Autodesk, 2008; Becerik-Gerber ve Rice, 2010; Sacks vd., 2010; Azhar, 2011; Hanna vd., 2012; HM Hükümeti, 2012; Arayıcı ve Coates, 2012; Khosrowshahi ve Arayıcı, 2012; Boktor vd., 2014; Sunil vd., 2017
BO15	Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi	Won vd., 2013; Bryde vd., 2013; Eadie vd., 2013; Chien vd., 2014; Tsai vd., 2014a
BO16	BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması	Luthra, 2010; Won vd., 2013; Bryde vd., 2013; Migilinskas vd., 2013; Chien vd., 2014
BO17	Daha önce yapılmış işlerde BIM uygulamalarının kullanılmasıyla deneyim kazanılması	Gu vd., 2007; McGraw Hill, 2007; Won ve Lee, 2010; Won vd., 2013; Bryde vd., 2013; Chien vd., 2014; Antón ve Díaz, 2014; Adamus, 2013; Tsai vd., 2014a; Attarzadeh vd., 2015
BO18	BIM uygulamalarına geçiş için danışmanlık veya eğitim verecek (üniversiteler ya da uzman firmalar) birimlerin varlığı/sayısı	Gu vd., 2007; Işıkdag vd., 2009; Succar, 2009; Suermann ve Issa, 2009; Singh vd., 2011; Khosrowshahi ve Arayıcı, 2012; Redmond vd., 2012; Wong ve Fan, 2013; Antón ve Díaz, 2014; RICS, 2015; Vass ve Gustavsson, 2017
E1	Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik derslerin olması/sayısı	McGraw-Hill, 2008; Türkyılmaz, 2016
E2	Üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi bulunması	Wong ve Fan, 2013; NATSPEC, 2013; Aibinu ve Venkatesh, 2014
E3	İnşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki	Akipek ve İnceoğlu, 2007

	farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmalara yeni yeni de olsa ulaşılabilmesi	
E4	İnşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmaların yapılması	Wong ve Fan, 2013; Aibinu ve Venkatesh, 2014
E5	BIM uygulamalarıyla ilgili yeterli dil seçeneği ile /Türkçe kaynaklara ulaşılabilmesi	BIM-genius, 2018
E6	Yaşanılan şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunması	BIM-genius, 2018

4.2.4. Verilerin toplanması

Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etki eden faktörleri belirlemeye yönelik oluşturulmuş anketler mimarlık ofislerinde ve inşaat şirketlerinde çalışan, mimar ve mühendislere uygulanmıştır.

Veri toplanması için hazırlanan anket formu 7 Temmuz 2020 – 14 Kasım 2020 tarihleri arasında internet yoluyla ülke genelindeki katılımcılara elektronik posta aracılığıyla ulaştırılmıştır. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği üyeleri olan mimar ve mühendislere elektronik posta ile ulaştırılmıştır. Bununla birlikte, Türkiye Mimarlar Odası ve Türkiye İnşaat Mühendisleri Odası'ndan anketleri üyelerine ulaştırmaları konusunda destek alınmıştır. Örneklem grubu mimar ve mühendislerden oluşan anket toplamda 600 kişiye e-posta yoluyla ulaştırılmış, 152 form dönüş alınmıştır. Dönüş alınan 152 anket formundan, veri analizi uygulanabilecek nitelikteki 141 form kabul edilmiştir. 11 anket formu ise eksik veri miktarı ve belirli bir meslek grubunu temsil etmek için yeterli olmayan sayıdaki farklı meslekleri olan anket katılımcılarını (makine mühendisi, elektrik mühendisi, iç mimar vb.) içermesi sebebiyle veri analizine dahil edilmemiştir.

4.2.5. Verilerin analizi

Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etki eden faktörleri belirlemeye yönelik oluşturulmuş anketler mimarlık ofislerinde ve inşaat şirketlerinde çalışan, mimar ve mühendislere uygulanmış, toplanan veriler ise çeşitli istatistik yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir.

Örneklemeden toplanan verilerin istatistiksel analizleri “Office 365 Excel 2019”, “SPSS 22.0 for Windows” ve “LISREL 8.7 for Windows” paket programları aracılığı ile yapılmıştır. Tez çalışmasının amacına uygun olarak kullanılan analizlerin ana başlıkları ve içerikleri aşağıdaki gibidir:

4.2.5.1. Güvenilirlik analizi

Araştırmacı tarafından hazırlanan anketin içsel tutarlılığını ölçebilmek amacıyla, BIM uygulamalarını kullanmayan mimar ve mühendislerden toplanan verilere ortak olarak güvenilirlik analizi yapılmış ve hazırlanan anketin güvenilirliği bir bütün olarak ölçülmüştür. Verilerin güvenilirlik analizinde ölçeğin güvenilirliğinin ölçülmesi için “İçsel Tutarlılık Yöntemi” kapsamında hesaplanan Alfa (Cronbach’ s Alpha) katsayısı kullanılmıştır. Ağırlıklı bir standart değişim ortalaması olan Cronbach Alpha Katsayısı, “0” ile “1” arasında bir değer almaktadır.

Alfa (α) katsayısına bağlı olarak ölçeğin güvenilirliği aşağıdaki gibi yorumlanır:

- $\leq \alpha < 0.40$ ise ölçek güvenilir değildir,
- $0.40 \leq \alpha < 0.60$ ise ölçeğin güvenilirliği düşük,
- $0.60 \leq \alpha < 0.80$ ise ölçek oldukça güvenilir,
- $0.80 \leq \alpha < 1.00$ ise ölçek yüksek derecede güvenilir bir ölçektir (Kalaycı, 2008).

4.2.5.2. Tanımlayıcı istatistikler

Tanımlayıcı istatistikler kapsamında örneklem grubundan elde edilen verilerin ilk olarak normal dağılıma sahip olup olmadıkları araştırılmış, daha sonra yüzde ve frekans dağılımlarına yer verilmiştir.

Normallik Dağılımları: Araştırmanın hipotezlerinin test edilmesinde uygun istatistiksel yöntemin belirlenebilmesi için verilerin normal dağılıma sahip olup olmadıkları araştırılmıştır. Anket çalışması sonucunda elde edilen verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığını belirlemek için değişkenlere ait verilerin çarpıklık (Skewness) ve basıklık (Kurtosis) değerleri

belirlenmiştir. Çarpıklık ve basıklık ölçüleri veri setinin normal dağılıp dağılmadığını göstermektedir (Kalaycı, 2008). Veri dağılımının normal dağılıma yakınlığının gözlemlenmesi amacıyla, çarpıklık ve basıklık değerleri aralığı -2 ve +2 kabul edilmektedir (George ve Mallery, 2010; Khan, 2015).

Örnekleme Ait Yüzde ve Frekans Dağılımları: Verilerin dağılımını ve değişkenliğini gözlemlemek amacıyla, elde edilen verilerden demografik soruların ve BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etken faktörleri belirlemeye yönelik kriterlerin yüzde ve frekans dağılımları incelenmiş ve ilgili bölüm başlıkları altında tablolar halinde verilmiştir.

Örnekleme Ait Ortalama ve Standart Sapma Değerleri: Elde edilen verilerden BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etken faktörleri belirlemeye yönelik kriterlerin ortalama ve standart sapma değerleri incelenmiş ve ilgili bölüm başlıkları altında tablolar halinde verilmiştir. 5' li Likert ölçeği puanlamasına göre cevaplanacak kriterlerin aritmetik ortalama sonuçlarının değerlendirilebilmesi için kriter değerlendirme puan aralık genişliği ve puan aralıkları belirlenmiştir. Değerlendirme puan aralık genişliğinin belirlenmesi amacıyla Gökdaş (1996) ve Tekin (1996)'in önermiş olduğu formül kullanılmıştır (Formül 3.1.).

$$\text{Aralık Genişliği} = (\text{Dizi Genişliği}) / (\text{Yapılacak Grup Sayısı}) \quad (3.1.)$$

Formülde yer alan dizi genişliği, Likert ölçekte kullanılan en düşük derece ile en yüksek derece arasındaki farkı ifade etmektedir. Yapılacak grup sayısı ise Likert ölçekte kullanılan derecenin sayısını ifade etmektedir. 5' li Likert ölçeği puanlaması kullanılan bu çalışma için yapılacak grup sayısı 5'tir. Formülden yararlanarak bu çalışma için aralık genişliği, $4/5 = 0,80$ olmak üzere puan aralıkları belirlenmiştir. Aralık genişliğine göre, cevaplara ve puan aralıklarına karşılık gelen değerlendirme kriteri Tablo 4.2'de gösterilmektedir.

Tablo 4.2: Anketlerin değerlendirilmesinde kullanılan değerlendirme kriterleri

Likert Ölçeği	Puan Aralıkları	Değerlendirme Kriterleri
1	1,00 – 1,79	Hiç Etkilemedi
2	1,80 – 2,59	Az Düzeyde Etkiledi
3	2,60 – 3,39	Orta Düzeyde Etkiledi
4	3,40 – 4,19	Çok Etkiledi
5	4,20 – 5,00	Pek Çok Etkiledi

4.2.5.3. Göreceli önem sıralaması (IRI- *The Index of Relative Importance*)

Çalışma kapsamında tüm anket katılımcılarının anket sorularına 5’ li Likert ölçeği puanlamasına göre vermiş oldukları cevaplara puanlamalar yapılmıştır. Yapılan puanlamaya göre katılımcıların, BIM uygulamalarını kullanmamasını etkileyen her bir kriterin göreceli önem düzeyi ölçülmüştür. Katılımcıların, BIM uygulamalarını kullanmamasını etkileyen her bir kriterin göreceli önem düzeyine ilişkin algılarını ölçmek için öncelikle, Zhao ve Chen (2018) tarafından geliştirilen formül kullanılmıştır. Sonrasında ise, El-Gohary ve Aziz (2013) tarafından geliştirilen denklem kullanılarak çalıştığı şirkette BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların vermiş oldukları cevaplara göre gruplar için en önemli ve en önemsiz kriterler belirlenmiştir.

4.2.5.4 Hipotez testleri

Hipotez testi ile iki veya daha çok değişken arasındaki ilişkinin biçimi ve gücü grupların ortalamasına göre araştırılır. Hipotez testleri kapsamında, BIM uygulamalarını çalıştıkları şirkette kullanmayanlara yönelik 46 kriter ile demografik özellikler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Bu çerçevede her bir örneklem grubunda elde edilen veriler normal dağılımda olduğu için parametrik hipotez testlerinden “Bağımsız İki Örnek T-Testi (Independent-sample t-test) ve Tek Yönlü ANOVA (One-Way ANOVA) kullanılmıştır.

Bağımsız İki Örnek t-Testi: İki farklı örneklem grubunun ortalaması arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için yapılan çalışmalarda t-testi kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında araştırılan hipotezlerin BIM bilgisi ile

cinsiyet, meslek ve hizmet verilen sektör ile ilgili sorular için Bağımsız İki Örnek T-Testi kullanılarak kriterler için ayrı ayrı analizler yapılmıştır.

Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA): Çalışma kapsamında ikiden fazla grup içeren değişkenler için bir tür varyans analizi olan tek yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Varyans analizi iki ya da daha fazla grubun ortalaması arasında fark olup olmadığı ile ilgili hipotezleri test etmek için kullanılır. Varyans analizinde temel hedef grup ortalamaları arasında fark olup olmadığını anlamaktır. Örneklem grubuna ait iki ortalama arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için t-testi de kullanılabilmesine karşın t-testi ikiden fazla değişkenin ortalamasının karşılaştırılması gerektiği durumlarda değişkenin yapısına göre ANOVA veya MANOVA kullanılmaktadır (Kalaycı, 2008). Çalışma kapsamındaki hipotezlerden BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründeki kullanım düzeyi ile eğitim seviyesi, tecrübe, görev pozisyonu, çalışılan proje türleri ve personel sayısı ile ilgili sorular için tek yönlü ANOVA testi kullanılarak kriterler için ayrı ayrı analizler yapılmıştır.

4.2.5.5. Açıklayıcı faktör analizi (AFA)

Faktör (gizli faktör, gizli yapı, yapı ya da boyut olarak da adlandırılan) teorik bir kavram olmakla birlikte doğrudan ölçülemez, ama bir ya da daha fazla gösterge ile dolaylı bir şekilde ölçülebilir (Hair vd., 2009). Gösterge ise (değişken, ölçü ya da alan olarak da adlandırılan) doğrudan gözlemlenebilir ya da ölçülebilirdir ve bir faktörü ölçmek için kullanılır (Hair vd., 2009).

Faktör analizi, açıklayıcı veya doğrulayıcı gibi istatistiksel teknikler (Büyüköztürk, 2002; Çokluk vd., 2010), gözlemlenen yanıtların altında yatan gizli yapıların sayısını incelemek ve ölçmeleri beklenen gizli yapılar için gösterge olarak tek tek öğelerin veya değişkenlerin yeterliliğini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Lei ve Wu, 2007). Açıklayıcı faktör analizi (AFA), birleşik kavramların parçası olan maddeler ve grup öğeleri arasındaki karmaşık ilişkileri belirlemek için kullanılan ve faktörler arasındaki ilişkiler hakkında herhangi bir ön varsayımda bulunulmadığı (Polit ve Beck, 2012), temel amacı ölçülen değişkenler arasındaki temel ilişkileri tanımlamak olan faktör analizi içinde bir tekniktir (Norris ve Lecavalier, 2009).

Faktör analizi, birbiriyle ilişkili çok sayıdaki değişkeni az sayıda, anlamlı ve birbirinden bağımsız faktörler haline getiren ve yaygın olarak kullanılan çok değişkenli istatistik tekniklerden biridir (Kleimbaum vd, 1998; Kalaycı, 2008). Bu araştırmada açıklayıcı faktör analizi, çok sayıda değişkeni daha az sayıda bileşene indirgeyerek BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe yaygın kullanılmamasına neden olan faktörleri belirlemek için kullanılmıştır (Yavuz, 2007). Literatürde, elde edilen yeni faktörlerin birbirleriyle ilişkisiz olduğu dik (*orthogonal*) ve faktörlerin birbiriyle ilişkili olduğu eğik (*oblique*) rotasyon olmak üzere iki tür rotasyon işlemi bulunmaktadır (Stevens, 2009). Araştırmada en çok tercih edilen ve dik rotasyon yöntemlerinden birisi olan Varimax rotasyon yöntemi kullanılmıştır. Faktör analizinde, örneklem uygunluğunu belirlemek için KaiserMeyer-Olkin (KMO) testi yapılmıştır. KMO testi, faktör analizinin yürütülmesi için değerlerin dağılımı açısından bir örneklemin yeterliliğini ölçer (George ve Mallery, 1999). Bu araştırmada faktör analizinin örnekleme uygun olması için KMO değerinin %50 ve üzerinin yeterli olduğu kabul edilmiştir (George ve Mallery, 1999; Field, 2000; Ghosh ve Jintanapakanont, 2004; Kalaycı, 2008). Ana kitlenin bütünlüğünü test etmek için ise Bartlett tarafından geliştirilmiş olan Küresellik (*Sphericity*) Testi kullanılmaktadır (Yavuz, 2007). Aynı zamanda bu testler yardımıyla Açıklayıcı Faktör Analizinin (AFA) yapılabilmesi için verilerin faktör analizine uygunluğu incelenmiştir. Çalışma kapsamında, faktör çıkarım yöntemi olarak Öz değer (*Eigen*) kullanılmıştır. Öz değer (*Eigen*) ise her faktör tarafından açıklanan toplam varyansı göstermektedir (Thompson, 2004). Öz değerler yaklaşımında, görece büyük öz değerlere sahip faktörler korunur ve nispeten küçük öz değerlere sahip olanlar ihmal edilir (Field, 2000). Çalışma kapsamında öz değeri bir ve birden büyük olan değişkenler faktör olarak kabul edilmiştir.

Faktör yük değeri, kriterlerin faktörlerle olan ilişkisinin açıklanmasına yardımcı olan bir katsayıdır (Kline, 1994; Çokluk vd., 2010). Faktör analizi çalışması sırasında faktör yükü 0,40'tan büyük olan kriterler üzerinde işlem yapılmıştır (Nunnally ve Bernstein, 2007). Bununla birlikte bir kriterin birden fazla faktörde faktör yükü 0,40'tan büyük olması ve iki faktör arasındaki yük değeri farkı 0,10'un altında olması durumunda binişik olarak kabul edilen kriterler modelden çıkarılır (Çokluk vd., 2010). Analizler sonucunda ortaya çıkan faktör/faktörler en yüksek yük

değerine sahip kriterlerden başlayarak kriterlerin kümelenmesini sağlayan ortak özellik araştırmacı tarafından belirlenerek isimlendirilmiştir (Çokluk vd., 2010).

4.2.5.6. Doğrulayıcı faktör analizi (DFA)

Doğrulayıcı faktör analizi (DFA), kriterlerin belirli faktörlerle ilişkili olduğu hipotezini test eden daha karmaşık bir yaklaşım olarak, bir ölçüm modelini test etmek için yapısal eşitlik modellemesini kullanarak faktörlerin yüklenmesi, gözlemlenen değişkenler ve gözlemlenmemiş (gizli) değişkenler arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesini (Polit ve Beck, 2012), bununla birlikte gözlemlenmemiş (gizli) değişkenlerin ise kendi aralarında kurulan ilişkilerin değerlendirilmesini sağlar (Çelik, 2013). Bir yapıya ait ölçümlerin, bir araştırmacının o yapıdan (veya faktörden) çıkardığı anlamla tutarlı olup olmadığını test etmek amacıyla kullanılır. Doğrulayıcı faktör analizinin amacı, verilerin önceki analitik araştırmaya ve/veya teoriye dayanan varsayılmış bir ölçüm modeline uyup uymadığını test etmektir (Preedy ve Watson, 2009). Doğrulayıcı faktör analizi, belirli bir hipotezi olan faktör yapısını test etmek için en iyi bilinen istatistiksel prosedür olarak kabul edilir (Schumacker ve Lomax, 1996; Byrne, 2001).

Araştırmacının DFA yapabilmesi için araştırma öncesinde, test etmek üzere oluşturacağı modelde tanımlamış olduğu değişkenlerin yapısı hakkında bilgi sahibi olması ve modelini sağlam bir kuramsal ve deneysel temele dayandırması gerekmektedir (Stevens, 1996; Raykov ve Marcoulides, 2008; Çokluk vd, 2010; Çelik, 2013). DFA’da gözlenen değişkenler ile ölçülen faktör sayısına göre iki düzeyden söz edilebilir. Birinci düzey DFA, gözlenen değişkenler ile tek faktörün ölçülmesi durumunda uygulanır. İkinci düzey DFA uygulamasından söz edebilmek için ise gözlenen değişkenlerin birden fazla faktöre sahip olması ve bu faktörlerin de ifade ettiği başka bir gözlemlenmemiş değişkenin olması gerekmektedir. Bu şekilde gereken şartlar sağlandığında, öncelikle birinci düzey faktör analizi uygulanır, sonrasında ikinci düzey faktör analizi uygulanır (Çelik, 2013).

Bu araştırma kapsamında, açıklayıcı faktör analizi sonuçlarına göre belirlenen gözlemlenmemiş değişkenlerin tanımlandığı model doğrulayıcı faktör analiziyle test edilmiştir. Yapısal eşitlik modelinin bir parçası olarak araştırmacının varsayımına dayanarak oluşturulan ölçüm modelinin test edilerek sonuçların yorumlanabilmesi

amacıyla uygulanan DFA, çeşitli adımlardan oluşmakla birlikte DFA adımları temelde kabul gören ve olması gereken değerlerin elde edilebilmesi için geri beslemeler ile geriye dönük tekrar eden uygulamaları da içermektedir. İlk olarak test edilen ölçüm modelinin değişkenlerin t değerlerine bakılarak 0,05 anlamlılık düzeyinde anlamlılığı test edilir. Değişkenlerin t değerleri $|1,96|$ 'dan yüksek olanlar anlamlı kabul edilir (Kocagöz, 2010), $|1,96|$ 'dan küçük olanları varsa modelden çıkarılarak analize devam edilir (Şimşek, 2007). Sonrasında değişkenlerin hata varyansı incelenerek hata varyans değeri $\geq 0,95$ olan değişkenlerin belirlenmesinin ardından hata varyans değeri en büyük değişkenin modelden çıkarılması ile analiz tekrar edilir (Çelik, 2013). Analizin tekrarında herhangi bir problem olmadıysa bu aşamadan sonra, modelin uyum ölçütlerine bakılarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde ise model yorumlanır. Eğer model uyum ölçütleri kabul edilebilir sınırlar içerisinde değil ise kabul edilebilir sınırlar içerisinde yer alması için çeşitli modifikasyon indeksleri uygulanır. Uygulanan indeksler sonucunda hala uyum ölçütleri kabul edilebilir değil ise hata varyans değeri en yüksek olan değişkeni çıkarmakla başlayarak bütün koşullar sağlanana kadar geri beslemelerle analiz tekrarlanır.

Analiz sonucunda elde edilen yol katsayıları (*path coefficients*) değişkenler arasındaki etkinin büyüklüğünü, okun yönü etkinin yönünü ifade etmekle birlikte, çoklu belirlilik katsayısı olarak ifade edilen R^2 ise ilgili değişkenin gözlenmemiş değişkenine ait yüzde (%) kaç oranında (0,05 anlamlılık düzeyinde) açıkladığını belirtmektedir (Çelik, 2013).

Uyum, bir modelin veriyi başka bir deyişle varyans kovaryans matrisi yeniden üretebilme yeteneği olarak adlandırılmakla birlikte yapısal eşitlik modeli literatüründe çok sayıda uyum iyiliği vardır ve sürekli olarak yenileri geliştirilmektedir (Erkorkmaz vd., 2011). Çoğu araştırmacı, uyum iyiliğinin birden fazlasını gözlemleyerek modellerin değerlendirilmesini önermektedir (Hair vd., 1998; Bentler ve Wu, 2002). Uyum iyiliği kriterleri oluşturulan modeldeki ilişkilerin, verilerle tutarlılığını belirlemeye yardımcı olmaktadır (Şimşek, 2007). DFA ve yapısal eşitlik modeli için model uyumunun değerlendirilmesine çerçeve oluşturan uyum ölçütlerinin sınıflandırılması, kriterleri ve kabulü için kesme noktaları Tablo 4.3'te gösterilmektedir.

Tablo 4.3: Yapısal eşitlik modeli için uyum ölçütlerinin sınıflandırılması, kriterleri ve model kabulü gerekli uyum değerleri

Model Uyum İndeksi	Kriterler	Model Kabulü İçin Gerekli Uyum Değerleri	Kaynak
χ^2/sd (Ki-kare / serbestlik derecesi)		≤ 3 = mükemmel uyum (büyük örneklem için)	Lohmöller,1982
		≤ 5 = orta düzeyde uyum	Lohmöller,1982
Kahınlara Dayanan Uyum İndeksi			
RMR ve SRMR	0 (mükemmel uyum)	$\leq 0,05$ = mükemmel uyum	Byrne, 1994; Brown, 2006
	1 (uyum yok)	$\leq 0,08$ = iyi uyum	Hu ve Bentler, 1999; Brown, 2006
GFI ve AGFI	0 (uyum yok)	$\geq 0,90$ = iyi uyum	Kelloway, 1989; Schumaker ve Lomax, 1996; Hooper vd., 2008
	1 (mükemmel uyum)	$\geq 0,95$ = mükemmel uyum	Sümer, 2000; Hooper vd., 2008
		$\geq 0,85$ = kabul edilebilir uyum	Jöreskog ve Sörbom, 1996; Hair vd., 1998; Schermelleh-Engel vd., 2003; Raykov ve Marcoulides, 2006
Bağımsız Modele Dayanan Uyum İndeksleri			
NFI ve NNFI	1 (mükemmel uyum)	$\geq 0,95$ = mükemmel uyum	Hu ve Bentler, 1999; Sümer, 2000
	1 (uyum yok)	$\geq 0,90$ = iyi uyum	Kelloway, 1989; Schumacker ve Lomax, 1996; Sümer, 2000; Tabachnick ve Fidell, 2001; Thompson,2004
CFI	0 (uyum yok)	$\geq 0,95$ = mükemmel uyum	Hu ve Bentler, 1999; Sümer, 2000; Thompson, 2004
	1 (mükemmel uyum)	$\geq 0,90$ = iyi uyum	Hu ve Bentler, 1999; Sümer, 2000; Tabachnick ve Fidell, 2001
Yaklaşık hataların ortalama karekökü			
RMSEA	0 (mükemmel uyum)	$\leq 0,05$ = mükemmel uyum	Jöreskog ve Sörbom, 1996; Schumacker ve Lomax, 1996; Sümer, 2000; Brown, 2006
	1 (uyum yok)	$0,05 \leq RMSEA \leq 0,08$ = kabul edilebilir uyum	Jöreskog and Sörbom, 1996; Hair vd., 1998; Schermelleh-Engel vd., 2003; Raykov ve Marcoulides, 2006

4.2.6. Verilerin değerlendirilmesi

Araştırmada, BIM uygulamalarını kullanmayan katılımcılardan oluşan örneklem grubuna ait verilere çok sayıda istatistiksel analiz uygulanmıştır. Yapılan analizlerin sonuçlarının değerlendirilmesinde sistematik bir değerlendirme yöntemi belirlenmiştir. Bu kapsamda çalışmanın “Bulgular” bölümünde yer alan verilerin değerlendirilmesinde izlenen yöntem aşağıdaki gibidir:

“Araştırma Bulguları” bölümünde izlenen değerlendirme yöntemi altı aşamadan oluşmaktadır. Bu kapsamda ilk olarak, mimarlık ofislerinde ve inşaat şirketlerinde alışan, BIM uygulamalarını kullanmayan mimar ve mühendislere uygulanan anketlerin güvenilirliği ölçülmüştür. İkinci aşamada katılımcıların anket sorularına verdikleri cevapların tanımlayıcı istatistiklerine yer verilmiştir. Üçüncü aşamada göreceli önem sıralaması yapılmıştır. Dördüncü aşamada her grup için ayrı ayrı hipotez testleri uygulanmıştır. Beşinci ve son aşamada faktör analizleri (açıklayıcı ve doğrulamayı faktör analizi) uygulanarak veriler değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 5

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmanın bu bölümünde Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına neden olan faktörleri belirlemeye yönelik oluşturulmuş anketlerle mimarlık ofislerinde ve inşaat şirketlerinde çalışan, mimar ve mühendislerden toplanan verilerin analizine ve bu analiz sonuçlarının değerlendirilmesine yer verilmiştir.

Araştırmada Türk inşaat sektöründe yer alan firmalardan toplanan veriler üzerinde çeşitli istatistiksel analizler yapılmıştır. Bu analizler; güvenilirlik analizi, tanımlayıcı istatistikler, göreceli önem sıralaması ve hipotez testleri ile faktör analizlerinden oluşmaktadır.

5.1. BIM uygulamalarını kullanmayan firma çalışanlarına uygulanan anketin güvenilirlik analizi

Bu çalışmada Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına neden olan faktörlerin belirlenebilmesi için literatür taraması sonucunda araştırmacı tarafından oluşturulan kriterlerin içsel tutarlığının ölçülmesi gerekmektedir.

BIM uygulamalarını kullanmayan inşaat firmalarında yer alan örneklem grubuna uygulanan anket altı ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde inşaat sektöründeki BIM uygulamaları ve kullanım düzeyiyle ilgili 6 soru bulunmaktadır; ikinci bölümde BIM uygulamaları ile ilgili kriterler (13 madde); üçüncü bölümde BIM farkındalığı ile ilgili kriterler (dokuz madde); dördüncü bölümde organizasyon bazındaki kriterler (18 madde); beşinci bölümde eğitim ile ilgili kriterler (altı madde); altıncı bölümde katılımcıların sosyo-demografik özelliklerini tayin etmek üzere dokuz soru yer almaktadır. Anket formunun 2-5. bölümlerinde yer alan sorular 46 maddeden oluşmaktadır. Belirtilen 46 kriter 5'li Likert tipi ölçek kullanılarak kurgulanmıştır.

Literatürde yapılan pek çok araştırmaya göre Likert ölçeği kullanılan ve algıya dayalı soruların içsel tutarlılığının belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla anket formunda yer alan demografik sorular dışındaki algıya dayalı 46 adet kritere ve BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe kullanılma düzeyi ile ilgili soruya güvenilirlik analizi uygulanmıştır. Anketin bu bölümünde yer alan algıya dayalı sorular olan BIM uygulamalarının kullanımını etkileyen BIM uygulamaları, BIM farkındalığı, organizasyon ve eğitim ile ilgili kriterler ve BIM kullanım düzeyi ile ilgili soru için hesaplanan güvenilirlik analizi sonuçları EK-3' te yer almaktadır. EK-3'teki değerler incelendiğinde, Cronbach's Alpha değerinin $\alpha=0,961$ olarak oluştuğu görülmektedir. Cronbach alfa katsayısı 0 ve 1 arasında değerler almakla birlikte değer 0,70'e eşit veya daha büyük olduğunda yüksek derece güvenilirlikten söz edilebilir (Cronbach, 1951; Tavakol ve Dennick, 2011). Elde edilen bu değere göre anketin yüksek derecede güvenilir olduğu söylenebilir.

5.2. Türk İnşaat Sektöründe BIM kullanılmama nedenlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan anket katılımcılarına ait verilerin tanımlayıcı istatistikleri iki başlık altında incelenmiştir. Bu bölümde ilk olarak toplanan verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığı incelenmiş ve sonrasında ise demografik özellikler ile literatür taramasından yararlanılarak elde edilen BIM uygulamalarının kullanımı ile ilgili 46 kriter yüzde ve frekans dağılımları bakımından değerlendirilmiştir.

5.2.1. Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcılara ait verilerin normallik testleri

Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan anket katılımcılarına ait verilerin tanımlayıcı istatistikleri kapsamında ilk olarak verilerin normal dağılıma uyup uymadığını belirlemek amacıyla normallik testleri yapılmıştır. Bu kapsamda, değişkenlere ait verilerin çarpıklık (*Skewness*) ve basıklık (*Kurtosis*) değerleri belirlenmiştir. Veri dağılımının normal dağılıma yakınlığının gözlemlenebilmesi amacıyla, çarpıklık ve basıklık değerleri aralığı -2 ve +2 kabul edilmektedir (George ve Mallery, 2010; Khan, 2015). Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan 141 firma çalışanına uygulanan anketlerden elde edilen verilerin çarpıklık ve basıklık

değerleri EK-4'te yer almaktadır. İlgili ekte yer alan değerlere göre BIM kullanılmamasına kaynaklık eden değişkenlerle ilgili elde edilen verilerin tamamının normal dağılıma sahip olduğu belirlenmiştir.

5.2.2. Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan anket katılımcılarına ait yüzde (%) ve frekans dağılımları

Verilerin dağılımını, değişkenliklerini analiz etmek amacıyla frekans ve yüzde dağılımları kullanılmıştır. Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcılara uygulanan anketlerden elde edilen verilerin yüzde ve frekans dağılımları katılımcıların demografik özelliklerine ve BIM uygulamalarının kullanımı ile ilgili kriterleri içeren sorulara verdikleri yanıtlara göre ara başlıklar halinde incelenmiştir.

5.2.2.1. Örneklem grubunun demografik özellikleri

Örneklem grubunun demografik özelliklerine ilişkin yüzde ve frekans dağılımları Tablo 5.1'de yer almaktadır.

- Verilerin dağılımı cinsiyete göre incelendiğinde, katılımcıların %49,6'sının (70 kişi) erkek, %46,1'inin (65 kişi) kadın olduğu görülmektedir. Çalışmada, erkek katılımcı sayısı yüksek olmakla birlikte kadın katılımcı sayısının azımsanmayacak büyüklükte olduğu ifade edilebilir.
- Verilerin dağılımı eğitim seviyesine göre incelendiğinde, katılımcıların %74,5'inin (105 kişi) lisans, %21,3'ünün (3 kişi) yüksek lisans, %1,4'ünün (2 kişi) doktora derecesine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu verilere göre katılımcıların büyük çoğunluğunun lisans derecesine sahip olduğu ancak lisansüstü dereceye sahip katılımcıların da çalışmaya katıldıkları görülmektedir.
- Örneklem grubu meslek gruplarına göre incelendiğinde, katılımcıların %74,5'i (105 kişi) mimar, %22,7'sinin (32 kişi) inşaat mühendisi olduğu gözlemlenmiştir.
- Verilerin dağılımı meslekteki deneyime göre incelendiğinde, katılımcıların %61,0'ının (86 kişi) 0 -5 yıl, %14,9'unun (21 kişi) 6 -10 yıl, %12,1'inin (17 kişi) 11 -15 yıl, %5,7'sinin (8 kişi) 16 -10 yıl, %3,5'inin (5 kişi) ise 21 yıl ve üzeri mesleki tecrübeye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu verilere göre katılımcıların büyük çoğunluğunun 0 – 10 yıl tecrübeye sahip olduğu bununla

birlikte inşaat sektöründe deneyimi fazla olan katılımcıların da çalışmaya katılım gösterdiği gözlemlenmiştir.

- Verilerin dağılımı firmadaki görev pozisyonuna göre incelendiğinde, katılımcıların %62,4'ünün (88 kişi) çalışan, %19,9'unun (28 kişi) firma sahibi, %12,8'inin (18 kişi) proje yöneticisi, %2,1'inin (3 kişi) müteahhit olduğu belirlenmiştir.
- Verilerin dağılımı hizmet verilen sektör türüne göre incelendiğinde, %83,7'sinin (118 kişi) özel sektöre, %13,5'inin (19 kişi) kamuya hizmet verdiği belirlenmiştir. Bu verilere göre katılımcıların büyük çoğunluğunun özel sektörde çalıştığı gözlemlenmiştir.
- Verilerin dağılımı çalışılan proje türüne göre incelendiğinde, katılımcıların %50,4'ünün (71 kişi) konut, %24,1'inin (34 kişi) konut dışı bina veya tesis (turistik tesis, hastane, iş merkezi, spor, eğitim ve kültür yapıları), %14,9'unun (21 kişi) adı geçen projeler haricindeki diğer projelerde, %5,0'ünün (7 kişi) enerji ve endüstriyel tesisler (HES, arıtma tesisi, boru hattı), %2,8'inin (4 kişi) ulaştırma (yol, köprü, havalimanı, raylı sistemler, liman) projelerinde ağırlıklı olarak çalıştığı belirlenmiştir.
- Verilerin dağılımı katılımcının çalıştığı firmadaki çalışan sayısına göre incelendiğinde, katılımcıların %51,1'inin (72 kişi) 1 – 3, %20,6'sının (29 kişi) 4 – 6, %8,5'inin (12 kişi) 7 – 9, %17,0'ünün (24 kişi) ise 10 kişi ve üzeri çalışan sayısına sahip olan firmalarda çalıştığı belirlenmiştir.
- Verilerin dağılımı katılımcının BIM uygulamalarını kullanmayı bilip bilmeme durumuna göre incelendiğinde, katılımcıların %50,4'ünün (71 kişi) BIM uygulamalarını bilmediği, %49,6'sının (70 kişi) BIM uygulamalarını bildiği tespit edilmiştir. Katılımcıların neredeyse yarısının BIM uygulamalarını kullanmayı bilmelerine rağmen, çalıştıkları firmalarda BIM uygulamalarının kullanılmaması dikkat çekmektedir.
- Verilerin dağılımı katılımcıların Türk inşaat sektöründeki BIM kullanım düzeyi ile ilgili görüşlerine göre incelendiğinde, katılımcıların %13,5'i (19 kişi) BIM uygulamalarının hiç kullanılmadığını, %58,2'si (82 kişi) ara sıra kullanıldığını, %26,2'si (37 kişi) orta düzeyde kullanıldığını, %2,1'i (3 kişi) sıklıkla kullanıldığını ifade etmişlerdir. Bu verilere göre katılımcıların büyük

çoğunluğunun az da olsa sektörde BIM kullanıldığı bilincinde olduğu ifade edilebilir.

Tablo 5.1: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların demografik değişkenleri

Demografik değişkenler	Frekans	Yüzde (%)
Cinsiyet		
Erkek	70	49,6
Kadın	65	46,1
Cevap Vermeyen	6	4,3
Eğitim Seviyesi		
Lisans	105	74,5
Yüksek Lisans	30	21,3
Doktora	2	1,4
Cevap Vermeyen	4	2,8
Meslek		
Mimar	105	74,5
İnşaat Mühendisi	32	22,7
Cevap Vermeyen	4	2,8
İnşaat sektöründeki Deneyim		
0 – 5 yıl	86	61,0
6 – 10 yıl	21	14,9
11 – 15 yıl	17	12,1
16 – 20 yıl	8	5,7
21 yıl ve üzeri	5	3,5
Cevap Vermeyen	4	2,8
Firmadaki Görev Pozisyonu		
Çalışan	88	62,4
Proje Yöneticisi	18	12,8
Müteahhit	3	2,1
Firma Sahibi	28	19,9
Cevap Vermeyen	4	2,8
Hizmet Verilen Sektör		
Kamu	19	13,5
Özel Sektör	118	83,7
Cevap Vermeyen	4	2,8

Tablo 5.1 (devam): Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların demografik değişkenleri

Demografik değişkenler	Frekans	Yüzde (%)
Ağırlıklı olarak Çalışılan Proje Türü		
Konut	71	50,4
Konut Dışı Bina veya Tesis (Turistik tesis, Hastane, İş Merkezi, Spor, Eğitim ve Kültür Yapıları)	34	24,1
Ulaştırma (Yol, Köprü, Havalimanı, Raylı Sistemler, Liman)	4	2,8
Enerji ve Endüstriyel Tesisler (HES, Arıtma Tesisi, Boru Hattı)	7	5,0
Diğer	21	14,9
Cevap Vermeyen	4	2,8
Katılımcının Çalıştığı Firmadaki Çalışan Sayısı		
1 – 3	72	51,1
4 – 6	29	20,6
7 – 9	12	8,5
10 kişi ve üzeri	24	17,0
Cevap Vermeyen	4	2,8
BIM bilgisi		
Evet	70	49,6
Hayır	71	50,4
Türk İnşaat Sektöründeki BIM Kullanım Düzeyi		
Hiç kullanılmıyor	19	13,5
Ara sıra kullanılıyor	82	58,2
Orta düzeyde kullanılıyor	37	26,2
Sıklıkla kullanılıyor	3	2,1
Yaygın bir şekilde kullanılıyor	0	0,0
Toplam	141	100,0

Tablo 5.1’de yer alan demografik özelliklere ek olarak, örneklem grubunun hangi şehirde bulunduğu araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, Türkiye genelinde 29 ilden veriler toplanmıştır (EK-5). Toplanan bu veriler ile çalışmanın ülke genelini belirli bir oranda temsil edebilecek nitelikte olduğu düşünülmektedir.

5.2.2.2. Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, BIM uygulamalarının yaygın kullanılmaması ile ilgili kriterlerin değerlendirmeleri

Literatür taraması ile elde edilen 46 kritere katılımcıların verdikleri yanıtlara göre verilerin dağılımını ve değişkenliğinin analiz etmek için yüzde (%) ve frekans dağılımları kullanılmıştır. 5’ li Likert ölçeği kullanılarak algısal düzeyde ölçümü yapılan değişkenlerin yüzde (%) ve frekans değerleri Tablo 5.2 - 5.5’te yer almaktadır.

Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, uygulamalar/BIM teknolojisi ile ilgili kriterlerin değerlendirmeleri

BIM uygulamalarına yönelik *BIM teknolojisi* ile ilgili olarak belirlenmiş kriterler (13 madde) doğrultusunda, çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların verdiği yanıtların yüzde (%) ve frekans (f) dağılımları Tablo 5.2’ de görülmektedir. Bu tabloda yer alan değerlere göre;

1. Katılımcıların %43,2’si (61 kişi) “BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracığı düşüncesi (BU1)” nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; buna karşın katılımcıların büyük çoğunluğu %56,8’inin (80 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=2,49$) BU1’in BIM uygulamalarının kullanılmamasında az düzeyde etkili olduğu görülmektedir.
2. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%30,5+%12,1+%12,8) %55,4’ü (78 kişi) “BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi (BU2)” nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; buna karşın katılımcıların %44,7’si (63 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=2,67$) BU2’nin BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir.

3. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%27,0+%18,4+%19,9) %65,3'ü (86 kişi) “geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu (BU3)” nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %34,7'si (49 kişi) ise geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusunun BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,07$) BU3'ün BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir.
4. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%24,9+%15,6+%26,2) %66,7'si (94 kişi) “devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi (BU4)” nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %33,3'ü (45 kişi) ise adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,20$) BU4'ün BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir.
5. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%23,4+%22,0+%30,5) %75,9'u (107 kişi) “BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması (BU5)” nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; buna karşın katılımcıların %24,1'i (34 kişi) BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmamasının BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,46$) BU5'in BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok etkili olduğu görülmektedir.
6. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%17,7+%25,5+%33,3) %76,5'i (108 kişi) “çalıştığı paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması (BU6)” nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; buna karşın katılımcıların %23,4'ü (33 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,58$) BU6'nın BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok etkili olduğu belirlenmiştir.
7. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%22,7+%19,9+%19,9) %62,5'i (88 kişi) “BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi (BU7)”

nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; buna karşın katılımcıların %37,6'sı (53 kişi) BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesinin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,00$) BU7'nin BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir.

8. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%29,1+%14,9+%16,3) %60,3'ü (85 kişi) "proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi (BU8)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; bunun yanı sıra katılımcıların %39,7'si (56 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=2,86$) BU8'in BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu görülmektedir.
9. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%31,3+%14,2+%17,0) %62,5'i (88 kişi) "BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması (BU9)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; bunun yanı sıra katılımcıların %37,6'sı (53 kişi) BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olmasının BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=2,88$) BU9'un BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir.
10. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%17,8+%17,7+%31,9) %67,4'ü (95 kişi) "BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu (BU10)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %32,6'sı (46 kişi) ise adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,32$) BU10'un BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir.
11. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%33,4+%9,2+%14,9) %57,5'i (81 kişi) "farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali (BU11)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %42,5'i (60 kişi) ise adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını

belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=2,76$) BU11'in BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu görülmektedir.

12. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%30,5+%17,7+%17,7) %65,9'u (93 kişi) "proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması (BU12)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %34,1'i (48 kişi) ise adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,07$) BU12'nin BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir.

13. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%34,1+%13,5+%12,8) %60,4'ü (85 kişi) "model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma (BU13)" ihtimali nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %39,7'si (56 kişi) ise adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=2,85$) BU13'ün BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.2: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, uygulamalar/BIM teknolojisi ile ilgili kriterlerin değerlendirmeleri

UYGULAMALAR/BIM TEKNOLOJİSİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	Frekans ve yüzde (%)	Hiç Etkilemedi	Az Düzeyde Etkiledi	Orta Düzeyde Etkiledi	Çok Etkiledi	Pek Çok Etkiledi	Toplam	Ortalama (\bar{X})	
								\bar{X}	σ
BU1- BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracak düşüncesi	f	40	40	26	26	9	141	2,49	1,25
	%	28,40	28,40	18,40	18,40	6,40	100,0		
BU2- BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi	f	34	29	43	17	18	141	2,67	1,30
	%	24,10	20,60	30,50	12,10	12,80	100,0		
BU3- Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu	f	23	26	38	26	28	141	3,07	1,35
	%	16,30	18,40	27,00	18,40	19,90	100,0		

Tablo 5.2 (devam): Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, uygulamalar/BIM teknolojisi ile ilgili kriterlerin değerlendirmeleri

BU4- Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi	f	22	25	35	22	37	141	3,20	1,40
	%	15,60	17,70	24,90	15,60	26,20	100,0		
BU5- BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması	f	21	13	33	31	43	141	3,46	1,39
	%	14,90	9,20	23,40	22,00	30,50	100,0		
BU6- Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması	f	14	19	25	36	47	141	3,58	1,33
	%	9,90	13,50	17,70	25,50	33,30	100,0		
BU7- BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi	f	31	22	32	28	28	141	3,00	1,42
	%	22,00	15,60	22,70	19,90	19,90	100,0		
BU8- Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi	f	30	26	41	21	23	141	2,86	1,35
	%	21,30	18,40	29,10	14,90	16,30	100,0		
BU9- BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması	f	31	22	44	20	24	141	2,88	1,36
	%	22,00	15,60	31,30	14,20	17,00	100,0		
BU10- BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu	f	26	20	25	25	45	141	3,32	1,50
	%	18,40	14,20	17,80	17,70	31,90	100,0		
BU11- Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali	f	27	33	47	13	21	141	2,76	1,28
	%	19,10	23,40	33,40	9,20	14,90	100,0		
BU12- Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması	f	18	30	43	25	25	141	3,07	1,27
	%	12,80	21,30	30,50	17,70	17,70	100,0		
BU13- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali	f	19	37	48	19	18	141	2,85	1,19
	%	13,50	26,20	34,10	13,50	12,80	100,0		

f: frekans, %: yüzde, \bar{X} : aritmetik ortalama, σ : standart sapma

Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, farkındalık/BIM bilgi düzeyi ile ilgili kriterlerin değerlendirmeleri

BIM farkındalığına yönelik *BIM bilgi düzeyi* ile ilgili olarak belirlenmiş kriterler (9 madde) doğrultusunda, çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların verdiği yanıtların yüzde (%) ve frekans (f) dağılımları Tablo 5.3'te görülmektedir. Bu tabloda yer alan değerlere göre;

1. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%31,2+%21,3+%11,3) %63,8'i (90 kişi) "tasarım aşamasında tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması (BF1)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %36,1'i (51 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=2,89$) BF1'in BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir.
2. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%34,1+%22,7+%10,6) %67,4'ü (95 kişi) "yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinden haberdar olunmaması (BF2)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %32,6'sı (46 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=2,93$) BF2'nin BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu görülmektedir.
3. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%29,8+%27,0+%17,7) %74,5'i (105 kişi) "yönetim aşamasında performans, kullanışlılık ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinin bilinmemesi (BF3)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %25,5'i (36 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,24$) BF3'ün BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir.
4. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%31,9+%27,0+%18,4) %77,3'ü (109 kişi) "BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin

seçilebileceğinin bilinmemesi (BF4)” nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %22,7’si (32 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,31$) BF4’ün BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu görülmektedir.

5. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%27,0+%26,2+%19,9) %73,1’i (103 kişi) “BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi (BF5)” nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %26,9’u (38 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,25$) BF5’in BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir.
6. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%32,6+%22,7+%15,6) %70,9’u (100 kişi) “BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi (BF6)” nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %29,1’i (41 kişi) ise BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesinin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,13$) BF6’nın BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu görülmektedir.
7. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%24,8+%27,0+%17,7) %69,5’i (98 kişi) “BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi (BF7)” nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %30,5’i (43 kişi) ise adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,19$) BF7’nin BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir.
8. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%31,2+%24,8+%14,9) %70,9’u (100 kişi) “BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi (BF8)” nedeniyle

çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %29,1'i (41 kişi) ise adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,14$) BF8'in BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir.

9. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%31,9+%23,4+%15,6) %70,9'u (100 kişi) "BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi (BF9)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %29,1'i (41 kişi) ise adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,10$) BF9'un BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu görülmektedir.

Tablo 5.3: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, farkındalık/BIM bilgi düzeyi ile ilgili kriterlerin değerlendirmeleri

FARKINDALIK/BIM BİLGİ DÜZEYİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	Frekans ve yüzde (%)	Hiç Etkilemedi	Az Düzeyde Etkiledi	Orta Düzeyde Etkiledi	Çok Etkiledi	Pek Çok Etkiledi	Toplam	Ortalama (\bar{X})	Standart Sapma
								\bar{X}	σ
BF1- Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması	f	25	26	44	30	16	141	2,89	1,24
	%	17,70	18,40	31,20	21,30	11,30	100,0		
BF2- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinden haberdar olunmaması	f	25	21	48	32	15	141	2,93	1,23
	%	17,70	14,90	34,10	22,70	10,60	100,0		
BF3- Yönetim aşamasında performans, kullanışlılık ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinin bilinmemesi	f	20	16	42	38	25	141	3,24	1,27
	%	14,20	11,30	29,80	27,00	17,70	100,0		

Tablo 5.3 (devam): Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, farkındalık/BIM bilgi düzeyi ile ilgili kriterlerin değerlendirmeleri

BF4- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi	f	17	15	45	38	26	141	3,31	1,23
	%	12,10	10,60	31,90	27,00	18,40	100,0		
BF5- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi	f	22	16	38	37	28	141	3,25	1,32
	%	15,60	11,30	27,00	26,20	19,90	100,0		
BF6- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi	f	18	23	46	32	22	141	3,13	1,23
	%	12,80	16,30	32,60	22,70	15,60	100,0		
BF7- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi	f	20	23	35	38	25	141	3,19	1,29
	%	14,20	16,30	24,80	27,00	17,70	100,0		
BF8- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi	f	17	24	44	35	21	141	3,14	1,22
	%	12,10	17,00	31,20	24,80	14,90	100,0		
BF9- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi	f	23	18	45	33	22	141	3,10	1,28
	%	16,30	12,80	31,90	23,40	15,60	100,0		

f: frekans, %: yüzde, \bar{X} : aritmetik ortalama, σ : standart sapma

Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, organizasyon ile ilgili kriterlerin değerlendirmeleri

BIM uygulamalarının kullanımında *organizasyon* ile ilgili kriterler (18 madde) doğrultusunda, çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların verdiği yanıtların yüzde (%) ve frekans (f) dağılımları Tablo 5.4'te görülmektedir. Bu tabloda yer alan değerlere göre;

1. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%34,1+%25,5+%16,3) %75,9'u (107 kişi) "BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi (BO1)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %24,2'si (34 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,24$) BO1'in BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir.
2. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%32,6+%22,7+%17,7) %73,0'ı (103 kişi) "BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması (BO2)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %26,9'u (38 kişi) ise BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmamasının BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,25$) BO2'nin BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir.
3. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%17,7+%39,7+%24,1) %81,5'i (115 kişi) "BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması (BO3)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %18,5'i (26 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,61$) BO3'ün BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok etkili olduğu görülmektedir.
4. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%32,6+%24,1+%23,4) %80,1'i (113 kişi) "BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması (BO4)" sebebiyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %19,9'u (28 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,48$) BO4'ün BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok etkili olduğu tespit edilmiştir.
5. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%19,1+%36,9+%23,4) %79,4'ü (112 kişi) "şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim

ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi (BO5)” sebebiyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %20,6’sı (29 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,52$) BO5’in BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok etkili olduğu görülmektedir.

6. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%31,2+%24,1+%23,4) %78,7’si (111 kişi) “BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması (BO6)” sebebiyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %21,3’ü (30 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,45$) BO6’nın BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok etkili olduğu tespit edilmiştir.
7. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%32,6+%27,7+%18,4) %78,7’si (111 kişi) “BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali (BO7)” sebebiyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %21,3’ü (30 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,35$) BO7’nin BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu görülmektedir.
8. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%29,8+%27,7+%16,3) %73,8’i (103 kişi) “BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi (BO8)” sebebiyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %27,0’ı (38 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,20$) BO8’in BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir.
9. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%34,1+%29,1+%16,3) %79,5’i (112 kişi) “çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi (BO9)” nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını;

- katılımcıların %20,5'i (29 kişi) çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesinin BIM uygulamalarının kullanılmasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,33$) BO9'un BIM uygulamalarının kullanılmasında orta düzeyde etkili olduğu görülmektedir.
10. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%22,0+%31,2+%27,0) %80,2'si (113 kişi) "işveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi (BO10)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %19,9'u (28 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,55$) BO10'un BIM uygulamalarının kullanılmasında çok etkili olduğu tespit edilmiştir.
11. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%31,9+%30,5+%17,0) %79,4'ü (112 kişi) "BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.) (BO11)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %20,6'sı (29 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,42$) BO11'in BIM uygulamalarının kullanılmasında çok etkili olduğu görülmektedir.
12. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%34,1+%22,7+%17,0) %73,8'i (104 kişi) "yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması (BO12)" sebebiyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %26,2'si (37 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,21$) BO12'nin BIM uygulamalarının kullanılmasında orta düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir.
13. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%12,8+%36,9+%30,5) %80,2'si (113 kişi) "inşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri" nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayrılamaması (BO13)" sebebiyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının

kullanılmadığını; katılımcıların %19,8'i (28 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,67$) BO13'ün BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok etkili olduğu tespit edilmiştir.

14. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%31,9+%27,0+%17,0) %75,9'u (107 kişi) "BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi (BO14)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %24,1'i (38 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,31$) BO14'ün BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu görülmektedir.
15. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%30,5+%24,1+%19,9) %68,1'i (105 kişi) "yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi (BO15)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %25,5'i (36 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,31$) BO15'in BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir.
16. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%27,7+%24,8+%14,2) %66,7'si (94 kişi) "BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü artırması (BO16)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %33,4'ü (47 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,07$) BO16'nın BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu görülmektedir.
17. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%34,1+%24,1+%14,9) %73,1'i (103 kişi) "kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali (BO17)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %26,9'u (38 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,20$)

BO17'nin BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir.

18. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%27,7+%27,7+%17,7) %73,1'i (101 kişi) "BIM uygulamalarına geçmek istediklerini, ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması (BO18)" nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığını; katılımcıların %28,3'ü (40 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde (\bar{X} =3,24) BO18'nin BIM uygulamalarının kullanılmamasında orta düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5.4: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, organizasyon bazındaki kriterlerin değerlendirmeleri

ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	Frekans ve yüzde (%)	Hiç Etkilemedi	Az Düzeyde Etkiledi	Orta Düzeyde Etkiledi	Çok Etkiledi	Pek Çok Etkiledi	Toplam	Ortalama (\bar{X})	Standart Sapma
								\bar{X}	σ
BO1- BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi	f	17	17	48	36	23	141	3,24	1,21
	%	12,10	12,10	34,10	25,50	16,30	100,0		
BO2- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması	f	11	27	46	32	25	141	3,25	1,17
	%	7,80	19,10	32,60	22,70	17,70	100,0		
BO3- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması	f	8	18	25	56	34	141	3,61	1,14
	%	5,70	12,80	17,70	39,70	24,10	100,0		
BO4- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması	f	9	19	46	34	33	131	3,48	1,16
	%	6,40	13,50	32,60	24,10	23,40	92,90		
BO5- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi	f	11	18	27	52	33	141	3,52	1,19
	%	7,80	12,80	19,10	36,90	23,40	100,0		

Tablo 5.4 (devam): Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, organizasyon bazındaki kriterlerin değerlendirmeleri

BO6- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması	f	11	19	44	34	33	141	3,45	1,20
	%	7,80	13,50	31,20	24,10	23,40	100,0		
BO7- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali	f	15	15	46	39	26	141	3,35	1,20
	%	10,60	10,60	32,60	27,70	18,40	100,0		
BO8- BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi	f	19	19	42	38	23	141	3,20	1,25
	%	13,50	13,50	29,80	27,70	16,30	100,0		
BO9- Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi	f	14	15	48	41	23	141	3,33	1,16
	%	9,90	10,60	34,10	29,10	16,30	100,0		
BO10- İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi	f	9	19	31	44	38	141	3,55	1,19
	%	6,40	13,50	22,00	31,20	27,00	100,0		
BO11- BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)	f	7	22	45	43	24	141	3,42	1,08
	%	5,00	15,60	31,90	30,50	17,00	100,0		
BO12- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması	f	15	22	48	32	24	141	3,21	1,20
	%	10,60	15,60	34,10	22,70	17,00	100,0		
BO13- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırlamaması	f	13	15	18	52	43	141	3,67	1,26
	%	9,20	10,60	12,80	36,90	30,50	100,0		

Tablo 5.4 (devam): Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, organizasyon bazındaki kriterlerin değerlendirmeleri

BO14- BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi	f	12	22	45	38	24	141	3,31	1,17
	%	8,50	15,60	31,90	27,00	17,00	100,0		
BO15- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi	f	13	23	43	34	28	141	3,31	1,22
	%	9,20	16,30	30,50	24,10	19,90	100,0		
BO16- BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması	f	19	28	39	35	20	141	3,07	1,24
	%	13,50	19,90	27,70	24,80	14,20	100,0		
BO17- Kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali	f	12	26	48	34	21	141	3,20	1,15
	%	8,50	18,40	34,10	24,10	14,90	100,0		
BO18- BIM uygulamalarına geçmek istiyoruz. Ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması	f	16	24	38	38	25	141	3,24	1,24
	%	11,30	17,00	27,00	27,00	17,70	100,0		

f: frekans, %: yüzde, \bar{X} : aritmetik ortalama, σ : standart sapma

Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, BIM eğitimi ile ilgili kriterlerin değerlendirmeleri

BIM uygulamalarının kullanımına yönelik *BIM eğitimi* ile ilgili olarak belirlenmiş kriterler (6 madde) doğrultusunda, çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların verdiği yanıtların yüzde (%) ve frekans (f) dağılımları Tablo 5.5'te görülmektedir. Bu tabloda yer alan değerlere göre;

1. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%12,8+%27,0+%38,3) %78,1'i (111 kişi) "üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması (BE1)" sebebiyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığı; buna karşın katılımcıların %21,3'ü (30 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde (\bar{X} =3,75)

BE1'in BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok etkili olduğu belirlenmiştir.

2. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%13,5+%32,6+%36,2) %82,3'ü (115 kişi) “ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması (BE2)” sebebiyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığı; buna karşın katılımcıların %18,4'ü (26 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,74$) BE2'nin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok etkili olduğu tespit edilmiştir.
3. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%16,3+%32,6+%33,3) %82,2'si (116 kişi) “ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması (BE3)” nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığı; buna karşın katılımcıların %17,7'si (25 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,71$) BE3'ün BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok etkili olduğu görülmektedir.
4. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%21,3+%39,9+%27,7) %88,3'ü (121 kişi) “ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması (BE4)” nedeniyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığı; buna karşın katılımcıların %14,2'si (20 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,69$) BE4'ün BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok etkili olduğu tespit edilmiştir.
5. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%31,9+%19,9+%27,0) %71,7'si (101 kişi) “BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması (BE5)” sebebiyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığı; buna karşın katılımcıların %21,2'si (30 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler.

Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,45$) BE5'in BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok etkili olduğu görülmektedir.

6. Katılımcıların büyük çoğunluğu (%25,5+%17,7+%31,2) %74,4'ü (105 kişi) “yaşadığı şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması (BE6)” sebebiyle çalıştığı firmada BIM uygulamalarının kullanılmadığı; buna karşın katılımcıların %25,6'sı (36 kişi) adı geçen kriterin BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli bir etken olmadığını belirtmektedirler. Değişkene ait ortalama değeri incelendiğinde ($\bar{X}=3,45$) BE6'nın BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok etkili olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5.5: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, BIM eğitimi ile ilgili kriterlerin değerlendirmeleri

BIM EĞİTİMİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	Frekans ve yüzde (%)	Hiç Etkilemedi	Az Düzeyde Etkiledi	Orta Düzeyde Etkiledi	Çok Etkiledi	Pek Çok Etkiledi	Toplam	Ortalama (\bar{X})	Standart Sapma
								\bar{X}	σ
BE1- Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması	f	11	19	18	38	55	141	3,75	1,30
	%	7,80	13,50	12,80	27,00	38,3	100,0		
BE2- Ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması	f	14	12	19	45	51	141	3,74	1,29
	%	9,90	8,50	13,50	32,60	36,20	100,0		
BE3- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması	f	12	13	23	46	47	141	3,71	1,25
	%	8,50	9,20	16,30	32,60	33,30	100,0		

Tablo 5.5 (devam): Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların, BIM eğitimi ile ilgili kriterlerin değerlendirmeleri

BE4- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması	f	10	10	30	52	39	141	3,69	1,15
	%	7,10	7,10	21,30	39,90	27,70	100,0		
BE5- BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması	f	15	15	45	28	38	141	3,45	1,27
	%	10,60	10,60	31,90	19,90	27,00	100,0		
BE6- Yaşadığım şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması	f	18	18	36	25	44	141	3,45	1,37
	%	12,80	12,80	25,50	17,70	31,20	100,0		

f: frekans, %: yüzde, \bar{X} : aritmetik ortalama, σ : standart sapma

5.3. Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcılara ait verilerin göreceli önem sıralaması

Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların anket sorularına 5'li Likert ölçeği puanlamasına göre vermiş oldukları cevaplara göre göreceli önem sıralaması yapılmıştır. Anket katılımcılarının, çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmamasına neden olan her bir kriterin önem düzeyine ilişkin algılarını ölçmek amacıyla öncelikle Zhao ve Chen (2018) tarafından geliştirilen aşağıdaki eşitlik kullanılarak Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının kullanım düzeyi veri setindeki her bir faktör için IRI_k (%) değerleri hesaplanmıştır (Formül 3.2.).

$$IRI_k (\%) = \frac{5(n_5) + 4(n_4) + 3(n_3) + 2(n_2) + 1(n_1)}{5(n_5 + n_4 + n_3 + n_2 + n_1)} \times 100 \quad (3.2)$$

Denklemden yer alan IRI_k (%) = çalıştığı şirkette BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının kullanım düzeyi ile ilgili görüşlerine göre dahil oldukları her bir grup (k) için ayrı olarak hesaplanan, her faktörün IRI 'sinin yüzdesini; k = çalıştığı şirkette BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının kullanım düzeyi ile ilgili görüşlerine göre dahil olduğu grubu temsil eden grup sayısını (k = 1, hiç kullanılmıyor; k = 2, ara sıra kullanılıyor; k = 3, orta düzeyde kullanılıyor; k = 4,

sıklıkla kullanılıyor; k = 5, yaygın bir şekilde kullanılıyor); n₁ = “hiç etkilemedi”, n₂ = “az düzeyde etkiledi”, n₃ = “orta düzeyde etkiledi”, n₄ = “çok etkiledi”, n₅ = “pek çok etkiledi” için geçerli olan frekansı ifade etmektedir. Denklemin paydasında yer alan; 5 sayısı en büyük Likert değerini; n₁'den n₅'e kadar olan toplam ise katılımcıların toplam sayısını temsil etmektedir.

Katılımcıların, BIM uygulamalarını kullanmamasını etkileyen her bir kriterin göreceli önem düzeyine ilişkin algılarını ölçmek amacıyla ikinci olarak, El-Gohary ve Aziz (2013) tarafından geliştirilen aşağıdaki ikinci eşitlik kullanılarak (Formül 3.3.) çalıştığı şirkette BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının kullanım düzeyi ile ilgili görüşlerine göre dahil oldukları gruplar baz alınarak hesaplanan ilk denklemden grup sayılarına göre elde edilen her bir IRI_k (%) sonucu denklem üzerindeki işleme dahil edilerek her bir faktör için genel göreceli önem düzeyi (Overall IRI) hesaplanmıştır (Formül 3.3.).

$$\text{Overall IRI (\%)} = \frac{\sum_{k=1}^{k=4} (k \times \text{IRI}_k)}{\sum_{k=1}^{k=4} k} \quad (3.3)$$

Formülde yer alan Genel IRI (%) = çalıştığı şirkette BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının kullanım düzeyi ile ilgili görüşlerine göre dahil oldukları her bir grup (k) için ayrı olarak hesaplanan, her bir faktörün IRI'sinin toplam ağırlıklı ortalama yüzdesi; IRI_k her bir denklem için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Çalıştığı şirkette BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların cevaplarına göre oluşan göreceli önem sıralaması Tablo 5.6'da gösterilmiştir.

Çalıştığı şirkette BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların cevaplarına göre oluşan göreceli önem sıralamasına bakıldığında;

- “Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması (**BE1**)” kriterinin en önemli kriter olduğu görülmektedir.
- “Ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması (**BE2**)” kriterinin önem sıralamasında ikinci sırada olduğu tespit edilmiştir.

- “Çalışılan paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması (BU6)” kriterinin önem sıralamasında üçüncü sırada olduğu belirlenmiştir.
- “İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayrılamaması (BO13)” kriterinin önem sıralamasında dördüncü sırada olduğu görülmektedir.
- “Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi (BO5)” kriterinin önem sıralamasında beşinci sırada olduğu tespit edilmiştir.
- “BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracacağı düşüncesinin (BU1)” en önemsiz kriter olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5.6: Örneklem grubun BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterler ile ilgili göreceli önem sıralaması

UYGULAMALAR/BIM TEKNOLOJİSİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	TOPLAM IRI	ÖNEM SIRASI
BU1- BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracacağı düşüncesi	45,92	46
BU2- BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi	46,01	45
BU3- Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu	51,52	37
BU4- Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi	58,55	12
BU5- BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması	58,53	13
BU6- Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması	62,61	3
BU7- BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi	53,65	32
BU8- Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi	51,35	38
BU9- BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması	49,70	42
BU10- BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu	57,32	17
BU11- Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali	48,81	44

BU12- Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması	54,38	28
BU13- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali	49,09	43
FARKINDALIK/BIM BİLGİ DÜZEYİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	TOPLAM IRI	ÖNEM SIRASI
BF1-Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması	50,37	41
BF2- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinden haberdar olunmaması	50,58	40
BF3- Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinin bilinmemesi	54,34	29
BF4- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi	56,43	21
BF5- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi	54,49	26
BF6- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi	53,77	31
BF7- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi	53,57	33
BF8- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi	52,30	35
BF9- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi	51,13	39
ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	TOPLAM IRI	ÖNEM SIRASI
BO1- BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi	54,51	25
BO2- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması	56,84	19
BO3- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması	61,66	6
BO4- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması	58,62	11
BO5- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi	61,78	5

BO6- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması	59,23	10
BO7- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali	57,68	14
BO8- BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi	55,78	23
BO9- Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi	57,67	15
BO10- İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi	60,84	9
BO11- BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)	57,36	16
BO12- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması	54,00	30
BO13- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayıramaması	62,18	4
BO14- BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi	54,99	24
BO15- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi	56,28	22
BO16- BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması	51,81	36
BO17- Kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali	54,48	27
BO18- BIM uygulamalarına geçmek istiyoruz. Ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması	52,51	34
BIM EĞİTİMİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	TOPLAM IRI	ÖNEM SIRASI
BE1- Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması	64,06	1
BE2- Ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması	62,75	2

BE3- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması	61,50	7
BE4- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması	61,05	8
BE5- BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması	56,81	20
BE6- Yaşadığım şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması	57,10	18

5.4. Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcılara ait verilerin hipotez testleri

Hipotez testleri kapsamında, BIM uygulamaları kullanılmamasına etki eden 46 kriter ile çeşitli demografik özellikler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcılara ait veriler normal dağılımı sahip olduğu için bu bölümde parametrik hipotez testlerinden “Bağımsız İki Örnek T-Testi (Independent-sample t-test)” ve “Tek Yönlü ANOVA (One-Way ANOVA)” kullanılmıştır. Bağımsız İki Örnek T-Testi, iki farklı örneklem grubunun ortalamalarını karşılaştırdığı için BIM bilgisi ile cinsiyet, meslek ve hizmet verilen sektör türü ile ilgili hipotezleri test etmek için Bağımsız İki Örnek t-testi kullanılmıştır. BIM uygulamalarını öğrenme süresi, kullanma süresi, BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründeki kullanım düzeyi ile eğitim seviyesi, inşaat sektöründeki tecrübe, görev pozisyonu, ağırlıklı olarak çalışılan proje türleri ve çalışılan firmadaki personel sayısı ile ilgili hipotezler için ise bir tür varyans analizi olan tek yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Kullanılan her iki tür hipotez testinde de 46 tane kriter için ayrı ayrı ve her bir demografik değişkene göre hipotezlerin kurularak analizler yapılmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulan hipotezler aşağıdaki gibidir.

H₀₁: BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların BIM uygulamalarının kullanımı ile ilgili bilgi sahibi olup olması arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

H₀₂: BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründeki kullanım düzeyi arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

H₀₃: BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların cinsiyetleri arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

H₀₄: BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların eğitim seviyesi arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

H₀₅: BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların mesleği arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

H₀₆: BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların inşaat sektöründeki deneyim süresi arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

H₀₇: BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların görev pozisyonu arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

H₀₈: BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların hizmet verdiği sektör türü arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

H₀₉: BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların ağırlıklı olarak yaptığı proje türleri arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

H₀₁₀: BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların çalıştığı firmadaki personel sayısı arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcılara yönelik kurulan hipotezlerin doğruluğunu ispat etmek amacıyla yapılan hipotez testleri Tablo 5.7- Tablo 5.16 olmak üzere 10 tabloda görülmektedir. Bu tablolarda belirtilen Anlamlılık düzeyi (p) değerlerinin 0,05'e eşit ve küçük olan değişkenler işaretlenerek ifade edilmiştir. Anlamlılık düzeyi (p) değerlerinin 0,05 değerinden küçük olması H₁ hipotezinin kabul edilmesi gerektiğini, diğer bir ifade ile H₀ hipotezinin reddedilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

5.4.1. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların BIM uygulamalarının kullanımı ile ilgili bilgi sahibi olup olması arasındaki ilişkinin belirlenmesi

Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriter ile BIM uygulamalarının

kullanımı ile ilgili bilgi sahibi olup olmaması arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılan Bağımsız İki Örnek t-testi sonuçlarına göre; **BU9** (BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması, Sig=0,00), **BE1** (Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması, Sig=0,01), **BE3** (Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması, Sig=0,00), **BE5** (BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması, Sig=0,03) kriterlerinin Anlamlılık değerleri 0,05'ten küçük olduğundan H_{01} hipotezini kabul edecek yeterli delil yoktur. Diğer bir ifadeyle, H_{01} 'in alternatif hipotezi kabul edilir; BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriterin 4'ü ile katılımcıların BIM uygulamalarının kullanımı ile ilgili bilgi sahibi olup olması arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır. İlişki belirlenen kriterlerin gruplar arası ortalama değerleri incelendiğinde;

- BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması,
- Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması,
- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması,
- BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması kriterleri BIM uygulamalarını bilmeyen katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanmaktadır.

Bununla birlikte diğer 42 kriter ile BIM uygulamalarının kullanımı ile ilgili bilgi sahibi olunup olunmaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.

Tablo 5.7: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların BIM bilgisi ile kriterlerin hipotez testleri

BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Kriterler		BIM Bilgisi		
		Kullanan	Kullanmayan	Sig.
		\bar{X}	\bar{X}	
UYGULAMALAR/BIM TEKNOLOJİSİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BU1- BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracığı düşüncesi	2,32	2,65	0,12
	BU2- BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileyeceği düşüncesi	2,76	2,59	0,44
	BU3- Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu	3,14	3,00	0,53
	BU4- Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi	3,25	3,16	0,69
	BU5- BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması	3,46	3,46	1,00
	BU6- Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması	3,57	3,58	0,97
	BU7- BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi	3,06	2,94	0,63
	BU8- Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi	2,85	2,86	0,95
	BU9- BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması	2,51	3,25	0,00*
	BU10- BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu	3,16	3,48	0,19
	BU11- Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali	2,60	2,92	0,14
	BU12- Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması	3,13	3,01	0,55
	BU13- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali	2,81	2,89	0,66
BF1-Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması	2,82	2,97	0,48	

FARKINDALIK/BIM BILGI DÜZEYİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BF2- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinden haberdar olunmaması	2,88	2,98	0,61
	BF3- Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinin bilinmemesi	3,16	3,32	0,45
	BF4- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi	3,30	3,32	0,90
	BF5- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi	3,16	3,33	0,44
	BF6- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi	3,08	3,17	0,66
	BF7- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi	3,02	3,36	0,11
	BF8- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi	3,07	3,22	0,47
	BF9- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi	3,04	3,16	0,57
	ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO1- BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi	3,22	3,25
BO2- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması		3,19	3,31	0,57
BO3- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması		3,60	3,63	0,85
BO4- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması		3,61	3,36	0,21
BO5- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi		3,55	3,49	0,74
BO6- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması		3,37	3,53	0,43

ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO7- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılamama ihtimali	3,36	3,34	0,92	
	BO8- BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi	3,07	3,33	0,22	
	BO9- Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi	3,43	3,24	0,33	
	BO10- İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi	3,50	3,59	0,67	
	BO11- BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)	3,35	3,49	0,43	
	BO12- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması	3,10	3,32	0,28	
	BO13- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırlamaması	3,69	3,65	0,86	
	BO14- BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi	3,25	3,36	0,61	
	BO15- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi	3,28	3,34	0,79	
	BO16- BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması	2,99	3,14	0,46	
	BO17- Kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali	3,22	3,18	0,84	
	BO18- BIM uygulamalarına geçmek istiyoruz. Ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması	3,15	3,33	0,38	
	BİM EĞİTİMİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BE1- Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması	3,47	4,02	0,01*
		BE2- Ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması	3,61	3,87	0,23
BE3- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM		3,42	4,00	0,00*	

uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması			
BE4- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması	3,59	3,79	0,29
BE5- BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması	3,22	3,68	0,03*
BE6- Yaşadığım şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması	3,29	3,61	0,16

* $p \leq 0,05$

5.4.2. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe kullanım düzeyi arasındaki ilişkinin belirlenmesi

Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriter ile BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe kullanım düzeyi arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılan ANOVA sonuçlarına göre; **BU3** (Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu, Sig=0,01), **BU4** (Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi, Sig=0,01), **BU5** (BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması, Sig=0,00), **BU6** (Çalışılan paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması, Sig=0,00), **BU7** (BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi, Sig=0,02), **BF1** (Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması, Sig=0,04), **BF2** (Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabilirliğinden haberdar olunmaması, Sig=0,04), **BF3** (Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabilirliğinin bilinmemesi, Sig=0,02), **BF4** (BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi, Sig=0,02), **BF5** (BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi, Sig=0,02), **BF7** (BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının

bilinmemesi, Sig=0,02), **BF8** (BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi, Sig=0,01), **BF9** (BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi, Sig=0,01), **BO1** (BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi, Sig=0,01), **BO2** (BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması, Sig=0,00), **BO3** (BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması, Sig=0,00), **BO4** (BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması, Sig=0,00), **BO5** (Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi, Sig=0,01), **BO6** (BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması, Sig=0,01), **BO7** (BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali, Sig=0,00), **BO9** (Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi, Sig=0,02), **BO10** (İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi, Sig=0,01), **BO11** (BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.), Sig=0,00), **BO12** (Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması, Sig=0,01), **BO13** (İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayıramaması, Sig=0,00), **BO14** (BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi, Sig=0,01), **BO15** (Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi, Sig=0,01), **BO16** (BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması, Sig=0,03), **BO17** (Kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali, Sig=0,03), **BO18** (BIM uygulamalarına geçilmek istenmesi, ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması, Sig=0,00), **BE1** (Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması, Sig=0,01), **BE2** (Ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması, Sig=0,00), **BE3** (Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili

meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması, Sig=0,00), **BE4** (Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması, Sig=0,00), **BE5** (BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması, Sig=0,00), **BE6** (İkamet edilen şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması, Sig=0,02) kriterlerinin anlamlılık değerleri 0,05'ten küçük olduğu için H_{02} hipotezini kabul edecek yeterli delil yoktur. Diğer bir ifadeyle, H_{02} 'nin alternatif hipotezi kabul edilir; BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriterin 36'sı ile katılımcıların BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe kullanım düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır. İlişki belirlenen kriterlerin gruplar arası ortalama değerleri incelendiğinde;

- Çalışılan paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması,
- BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi,
- Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması,
- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabilirdiğinden haberdar olunmaması,
- BIM uygulamalarının kullanımının sektörteki rekabet ortamına henüz dahil olmaması,
- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi,
- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali olması kriterleri BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe hiç kullanılmadığını düşünen katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanırken; sıklıkla kullanıldığını düşünen katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.
- Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu,
- BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması,
- Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabilirdiğinin bilinmemesi,

- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi,
- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi,
- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi,
- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi,
- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi,
- BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi,
- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması,
- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması,
- İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi,
- BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.),
- BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi,
- BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması,
- Kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali,
- BIM uygulamalarına geçilmek istenmesi, ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/sayısının az olması,
- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması,
- BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması,
- İkamet edilen şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması kriterleri BIM uygulamalarının Türk inşaat

sektöründe ara sıra kullanıldığını düşünen katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanırken; sıklıkla kullanıldığını düşünen katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.

- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi,
- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması,
- Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi,
- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması,
- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırlamaması,
- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi,
- Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması,
- Ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması,
- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması kriterleri BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe orta düzeyde kullanıldığını düşünen katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanırken; sıklıkla kullanıldığını düşünen katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.
- Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi kriteri ise BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe sıklıkla kullanıldığını düşünen katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanırken; orta düzeyde kullanıldığını düşünen katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.

Bununla birlikte diğer 10 kriter ile BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe kullanım düzeyi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.

Tablo 5.8: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe kullanım düzeyi ile BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterlerin hipotez testleri

BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Kriterler		BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe kullanım düzeyi					
		Hiç Kullanılmıyor	Ara sıra kullanılıyor	Orta düzeyde kullanılıyor	Sıklıkla kullanılıyor	Yaygın bir şekilde kullanılıyor	Sig.
		\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	
UYGULAMALAR/BIM TEKNOLOJİSİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BU1- BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracığı düşüncesi	2,68	2,46	2,47	2,00	---	0,81
	BU2- BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi	2,53	2,75	2,69	1,33	---	0,30
	BU3- Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu	2,89	3,33	2,74	1,33	---	0,01*
	BU4- Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi	3,05	3,49	2,59	3,67	---	0,01*
	BU5- BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması	3,58	3,62	3,24	1,00	---	0,00*
	BU6- Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması	3,89	3,73	3,26	1,33	---	0,00*
	BU7- BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi	3,53	3,02	2,84	1,00	---	0,02*
	BU8- Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi	3,21	2,90	2,71	1,33	---	0,13
	BU9- BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması	2,63	2,93	3,01	1,63	---	0,30

FARKINDALIK/BIM BILGI DÜZEYİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BU10- BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu	3,39	3,32	3,44	1,33	---	0,13
	BU11- Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali	2,84	2,73	2,89	1,33	---	0,24
	BU12- Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması	3,37	3,11	2,96	1,33	---	0,06
	BU13- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali	2,89	2,87	2,93	1,00	---	0,06
	BF1-Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması	3,11	2,97	2,77	1,00	---	0,04*
	BF2- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabileninden haberdar olunmaması	3,05	2,99	2,88	1,00	---	0,04*
	BF3- Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabileninin bilinmemesi	3,00	3,36	3,27	1,33	---	0,02*
	BF4- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi	3,32	3,46	3,14	1,33	---	0,02*
	BF5- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi	3,16	3,33	3,30	1,00	---	0,02*
	BF6- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi	3,11	3,19	3,15	1,33	---	0,08
	BF7- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi	3,05	3,21	3,40	1,00	---	0,02*

	BF8- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi	2,95	3,24	3,20	1,00	---	0,01*
	BF9- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi	2,84	3,25	3,06	1,00	---	0,01*
ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO1- BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi	3,21	3,33	3,21	1,00	---	0,01*
	BO2- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması	3,53	3,37	2,99	1,33	---	0,00*
	BO3- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması	3,53	3,70	3,64	1,33	---	0,00*
	BO4- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması	3,37	3,60	3,44	1,33	---	0,00*
	BO5- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi	3,68	3,50	3,66	1,33	---	0,01*
	BO6- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması	3,47	3,44	3,63	1,33	---	0,01*
	BO7- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali	3,53	3,32	3,51	1,00	---	0,00*
	BO8- BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademede	3,32	3,21	3,29	1,33	---	0,07

	çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi						
	BO9- Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi	3,42	3,34	3,43	1,33	---	0,02*
ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO10- İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi	3,47	3,63	3,57	1,33	---	0,01*
	BO11- BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)	3,26	3,58	3,33	1,33	---	0,00*
	BO12- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması	3,11	3,25	3,37	1,00	---	0,01*
	BO13- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayıramaması	3,47	3,71	3,86	1,33	---	0,00*
	BO14- BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi	3,00	3,42	3,36	1,33	---	0,01*
	BO15- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi	3,37	3,35	3,38	1,00	---	0,01*
	BO16- BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması	3,00	3,14	3,11	1,00	---	0,03*
	BO17- Kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali	3,11	3,27	3,23	1,33	---	0,03*
	BO18- BIM uygulamalarına geçmek istiyoruz. Ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması	2,79	3,38	3,34	1,00	---	0,00*

BİM EĞİTİMİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BE1- Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BİM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması	3,68	3,77	3,93	1,33	---	0,01*
	BE2- Ülkemizdeki üniversitelerde BİM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması	3,58	3,78	3,97	1,00	---	0,00*
	BE3- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BİM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması	3,42	3,80	3,90	1,00	---	0,00*
	BE4- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BİM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması	3,42	3,83	3,73	1,00	---	0,00*
	BE5- BİM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması	3,21	3,56	3,52	1,00	---	0,00*
	BE6- Yaşadığım şehirde BİM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması	3,11	3,57	3,54	1,33	---	0,02*

* $p \leq 0,05$

5.4.3. BİM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların cinsiyetleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi

Çalıştığı firmada BİM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların BİM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriter ile katılımcıların cinsiyetleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılan Bağımsız İki Örnek t-testi sonuçlarına göre; **BO18** (BİM uygulamalarına geçilmek istenmesi, ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/sayısının az olması, Sig=0,00) kriterinin anlamlılık değeri 0,05'ten küçük olduğu için H_0 hipotezini kabul edecek yeterli delil yoktur. Diğer bir ifadeyle, H_0 'in alternatif hipotezi kabul edilir; BİM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriterin yalnızca 1'i ile

katılımcıların cinsiyetleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır. İlişki belirlenen kriterin gruplar arası ortalama değerleri incelendiğinde;

- BIM uygulamalarına geçilmek istenmesi, ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/sayısının az olması kriteri kadın katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanmaktadır.

Bununla birlikte diğer 45 kriter ile katılımcıların cinsiyeti arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.

Tablo 5.9: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların cinsiyetleri ile BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterlerin hipotez testleri

BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Kriterler		Cinsiyet		
		Erkek	Kadın	Sig.
		\bar{X}	\bar{X}	
UYGULAMALAR/BIM TEKNOLOJİSİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BU1- BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracak düşüncesi	2,53	2,48	0,81
	BU2- BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi	2,93	2,51	0,06
	BU3- Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu	3,23	2,94	0,21
	BU4- Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi	3,16	3,26	0,65
	BU5- BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması	3,41	3,48	0,79
	BU6- Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması	3,67	3,49	0,44
	BU7- BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi	3,09	2,95	0,59
	BU8- Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi	2,89	2,89	0,99
	BU9- BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması	2,68	3,02	0,14
	BU10- BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu	3,28	3,37	0,74
	BU11- Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali	2,74	2,68	0,78
	BU12- Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması	3,19	2,94	0,25
	BU13- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali	2,77	2,83	0,78

FARKINDALIK/BIM BILGI DÜZEYİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BF1- Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması	2,95	2,91	0,84
	BF2- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinden haberdar olunmaması	2,99	2,98	0,96
	BF3- Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinin bilinmemesi	3,28	3,16	0,57
	BF4- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi	3,34	3,33	0,95
	BF5- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi	3,36	3,23	0,56
	BF6- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi	3,21	3,11	0,64
	BF7- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi	3,32	3,13	0,40
	BF8- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi	3,16	3,20	0,82
	BF9- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi	3,07	3,17	0,64
ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO1- BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi	3,36	3,21	0,49
	BO2- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması	3,26	3,35	0,64
	BO3- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması	3,51	3,80	0,14
	BO4- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması	3,35	3,65	0,13
	BO5- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi	3,44	3,67	0,26
	BO6- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması	3,37	3,62	0,22
	BO7- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali	3,41	3,34	0,75
	BO8- BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi	3,17	3,35	0,40
	BO9- Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi	3,45	3,26	0,36

ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO10- İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi	3,48	3,71	0,26
	BO11- BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)	3,48	3,71	0,73
	BO12- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması	3,23	3,27	0,84
	BO13- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırlamaması	3,72	3,74	0,94
	BO14- BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi	3,27	3,39	0,58
	BO15- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi	3,25	3,46	0,31
	BO16- BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması	2,95	3,30	0,10
	BO17- Kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali	3,24	3,19	0,82
	BO18- BIM uygulamalarına geçmek istiyoruz. Ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması	2,99	3,60	0,00*
BİM EĞİTİMİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BE1- Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması	3,85	3,78	0,76
	BE2- Ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması	3,75	3,84	0,68
	BE3- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması	3,72	3,79	0,72
	BE4- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması	3,74	3,66	0,68
	BE5- BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması	3,43	3,49	0,77
	BE6- Yaşadığım şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması	3,29	3,67	0,11

* $p \leq 0,05$

5.4.4. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların eğitim seviyesi arasındaki ilişkinin belirlenmesi

Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriter ile katılımcıların eğitim seviyesi arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılan ANOVA sonuçlarına göre; **BU6** (Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması, Sig=0,04), **BF1** (Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması, Sig=0,00), **BF2** (Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinden haberdar olunmaması, Sig=0,00), **BF3** (Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinin bilinmemesi, Sig=0,00), **BF4** (BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi, Sig=0,00), **BF5** (BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi, Sig=0,00), **BF6** (BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi, Sig=0,00), **BF7** (BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi, Sig=0,00), **BF8** (BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi, Sig=0,00), **BF9** (BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi, Sig=0,00), **BO1** (BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi, Sig=0,02), **BO2** (BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması, Sig=0,00), **BO4** (BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması, Sig=0,04), **BO6** (BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması, Sig=0,01), **BO7** (BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali, Sig=0,00), **BO13** (İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayıramaması, Sig=0,04), **BO15** (Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar

gerektirmesi, Sig=0,04) kriterlerinin anlamlılık değeri 0,05'ten küçük olduğu için H₀₄ hipotezini kabul edecek yeterli delil yoktur. Diğer bir ifadeyle, H₀₄'ün alternatif hipotezi kabul edilir; BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriterin 17'si ile katılımcıların eğitim seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır. İlişki belirlenen kriterlerin gruplar arası ortalama değerleri incelendiğinde;

- Çalışılan paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması,
- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi,
- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi,
- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi,
- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması,
- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması,
- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi kriterleri eğitim seviyesi olarak yüksek lisans derecesine sahip katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanırken; lisans derecesine sahip katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.
- Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması,
- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabilceğinden haberdar olunmaması,
- Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabilceğinin bilinmemesi,
- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi,
- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi,

- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi,
- BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi,
- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması,
- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması,
- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali,
- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayıramaması kriterleri ise eğitim seviyesi olarak yüksek lisans derecesine sahip katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanmasına karşın; doktora derecesine sahip katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.
- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi kriteri ise eğitim seviyesi olarak doktora derecesine sahip katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanırken; lisans derecesine sahip katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.

Bununla birlikte diğer 29 kriter ile katılımcıların eğitim seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.

Tablo 5.10: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların eğitim seviyeleri ile BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterlerin hipotez testleri

BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Kriterler		Eğitim Seviyesi			
		Lisans	Yüksek Lisans	Doktora	Sig.
		\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	
BU1-	BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracacağı düşüncesi	2,45	2,55	4,00	0,21
BU2-	BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkilenacağı düşüncesi	2,65	2,82	3,50	0,56

UYGULAMALAR/BIM TEKNOLOJİSİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BU3- Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu	3,03	3,24	4,00	0,49	
	BU4- Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi	3,11	3,41	3,00	0,58	
	BU5- BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması	3,30	3,92	3,50	0,10	
	BU6- Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması	3,40	4,09	4,00	0,04*	
	BU7- BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi	2,90	3,43	3,50	0,17	
	BU8- Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi	2,73	3,30	4,00	0,06	
	BU9- BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması	2,88	2,73	2,50	0,81	
	BU10- BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu	3,14	3,81	3,50	0,09	
	BU11- Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali	2,61	3,03	3,00	0,27	
	BU12- Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması	2,96	3,37	3,50	0,26	
	BU13- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali	2,68	3,23	3,00	0,07	
	FARKINDALIK/BIM BİLGİ DÜZEYİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BF1-Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması	2,70	3,70	2,50	0,00*
		BF2- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabilceğinden haberdar olunmaması	2,73	3,80	2,50	0,00*
BF3- Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabilceğinin bilinmemesi		3,03	3,91	3,00	0,00*	
BF4- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi		3,15	3,98	3,00	0,00*	
BF5- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi		3,06	4,01	3,00	0,00*	

ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BF6- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi	2,93	3,87	3,56	0,00*
	BF7- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi	2,99	3,94	3,50	0,00*
	BF8- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi	2,98	3,80	3,00	0,00*
	BF9- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi	2,94	3,77	2,50	0,00*
	BO1- BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi	3,14	3,78	2,50	0,02*
	BO2- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması	3,10	3,88	3,00	0,00*
	BO3- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması	3,59	3,84	3,00	0,42
	BO4- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması	3,35	3,97	3,50	0,04*
	BO5- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi	3,39	3,97	4,00	0,06
	BO6- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması	3,29	4,03	3,50	0,01*
	BO7- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali	3,24	3,92	2,00	0,00*
BO8- BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi	3,15	3,51	2,50	0,27	
BO9- Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi	3,27	3,66	3,00	0,26	
BO10- İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi	3,48	3,90	3,00	0,19	
BO11- BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)	3,34	3,83	3,00	0,08	

ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO12- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması	3,17	3,45	3,00	0,53
	BO13- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırlamaması	3,57	4,18	3,00	0,04*
	BO14- BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi	3,27	3,55	3,00	0,46
	BO15- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi	3,19	3,82	3,50	0,04*
	BO16- BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması	3,00	3,40	2,50	0,24
	BO17- Kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali	3,11	3,61	2,50	0,07
	BO18- BIM uygulamalarına geçmek istiyoruz. Ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması	3,21	3,42	3,50	0,71
	BİM EĞİTİMİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BE1- Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması	3,71	3,42	3,50
BE2- Ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması		3,68	4,12	4,00	0,23
BE3- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması		3,65	3,98	3,00	0,33
BE4- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması		3,57	4,12	3,50	0,07
BE5- BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması		3,34	3,85	3,50	0,16
BE6- Yaşadığım şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması		3,39	3,68	3,00	0,54

* $p \leq 0,05$

5.4.5. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların mesleği arasındaki ilişkinin belirlenmesi

Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriter ile katılımcıların mesleği arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılan Bağımsız İki Örnek T-Testi sonuçlarına göre; **BU1** (BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracığı düşüncesi, Sig=0,03), **BU4** (Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi, Sig=0,03), **BU5** (BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması, Sig=0,00), **BU6** (Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması, Sig=0,01), **BO3** (BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması, Sig=0,02), **BO9** (Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi, Sig=0,03), **BO13** (İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayrılamaması, Sig=0,02), **BO16** (BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması, Sig=0,04), **BO18** (BIM uygulamalarına geçilmek istenmesi, ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/sayısının az olması, Sig=0,00) kriterlerinin anlamlılık değeri 0,05'ten küçük olduğu için H_{05} hipotezini kabul edecek yeterli delil yoktur. Diğer bir ifadeyle, H_{05} 'in alternatif hipotezi kabul edilir; BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriterin 9'u ile katılımcıların mesleği arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır. İlişki belirlenen kriterlerin gruplar arası ortalama değerleri incelendiğinde;

- BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracığı düşüncesi kriteri inşaat mühendisi olan katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanmaktadır.
- Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi,
- BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması,
- Çalışılan paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması,
- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması,

- Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi,
- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırlamaması,
- BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması,
- BIM uygulamalarına geçilmek istenmesi, ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/sayısının az olması kriterleri ise mimar olan katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanmaktadır.

Bununla birlikte 37 kriter ile katılımcıların mesleği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.

Tablo 5.11: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların mesleği ile kriterlerin hipotez testleri

BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Kriterler		Meslek		
		Mimar	İnşaat Mühendisi	Sig.
		\bar{X}	\bar{X}	
UYGULAMALAR/BIM TEKNOLOJİSİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BU1- BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracığı düşüncesi	2,37	2,91	0,03*
	BU2- BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileceği düşüncesi	2,70	2,72	0,93
	BU3- Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu	3,15	2,91	0,38
	BU4- Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi	3,32	2,72	0,03*
	BU5- BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması	3,61	2,88	0,00*
	BU6- Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması	3,72	3,03	0,01*
	BU7- BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi	3,06	2,91	0,60
	BU8- Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi	2,96	2,59	0,17
	BU9- BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması	2,96	2,47	0,07
	BU10- BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu	3,36	3,07	0,35

	BU11- Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali	2,73	2,63	0,66
	BU12- Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması	3,15	2,75	0,12
	BU13- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali	2,86	2,63	0,33
FARKINDALIK/BIM BİLGİ DÜZEYİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BF1-Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması	2,82	3,22	0,11
	BF2- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinden haberdar olunmaması	2,90	3,16	0,30
	BF3- Yönetim aşamasında performans, kullanılışlık ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinin bilinmemesi	3,20	3,28	0,77
	BF4- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi	3,31	3,41	0,69
	BF5- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi	3,25	3,34	0,71
	BF6- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi	3,13	3,19	0,69
	BF7- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi	3,17	3,34	0,71
	BF8- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi	3,15	3,19	0,88
	BF9- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi	3,15	3,00	0,56
ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO1- BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi	3,35	3,00	0,14
	BO2- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması	3,34	3,03	0,19
	BO3- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması	3,76	3,25	0,02*
	BO4- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması	3,59	3,16	0,07

ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO5- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi	3,60	3,28	0,26
	BO6- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması	3,53	3,22	0,21
	BO7- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali	3,41	3,22	0,42
	BO8- BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi	3,32	2,91	0,10
	BO9- Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi	3,47	2,97	0,03*
	BO10- İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi	3,62	3,41	0,38
	BO11- BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)	3,49	3,28	0,39
	BO12- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması	3,21	3,29	0,76
	BO13- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırlamaması	3,83	3,25	0,02*
	BO14- BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi	3,39	3,13	0,27
	BO15- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi	3,42	3,03	0,11
	BO16- BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması	3,21	2,69	0,04*
	BO17- Kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali	3,30	2,94	0,12
	BO18- BIM uygulamalarına geçmek istiyoruz. Ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması	3,43	2,72	0,00*
	BE1- Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması	3,83	3,66	0,50
	BE2- Ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması	3,88	3,47	0,10

BİM EĞİTİMİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BE3- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması	3,76	3,56	0,44
	BE4- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması	3,73	3,56	0,48
	BE5- BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması	3,44	3,50	0,80
	BE6- Yaşadığım şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması	3,47	3,38	0,72

* $p \leq 0,05$

5.4.6. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların inşaat sektöründeki deneyim süresi arasındaki ilişkinin belirlenmesi

Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriter ile katılımcıların inşaat sektöründeki deneyim süresi arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılan ANOVA sonuçlarına göre; **BU1** (BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracığı düşüncesi, Sig=0,04), **BU2** (BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi, Sig=0,01), **BU10** (BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu, Sig=0,00), **BU11** (Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali, Sig=0,02), **BU12** (Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması, Sig=0,00), **BU13** (Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali, Sig=0,04), **BF1** (Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması, Sig=0,01), **BF2** (Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabilceğinden haberdar olunmaması, Sig=0,00), **BF4** (BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi, Sig=0,00), **BF5** (BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi, Sig=0,00), **BF6** (BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi, Sig=0,01), **BF7** (BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının

bilinmemesi, Sig=0,00), **BF8** (BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi, Sig=0,01), **BF9** BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi, Sig=0,02), **BO4** (BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması, Sig=0,03), **BO5** (Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi, Sig=0,00), **BO6** (BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması, Sig=0,02), **BO7** (BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali, Sig=0,03), **BO8** (BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi, Sig=0,00), **BO15** (Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi, Sig=0,05) kriterlerinin anlamlılık değerleri 0,05' e eşit ya da 0,05'ten küçük olduğu için H_{06} hipotezini kabul edecek yeterli delil yoktur. Diğer bir ifadeyle, H_{06} 'nın alternatif hipotezi kabul edilir; BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriterin 20'si ile katılımcıların inşaat sektöründeki deneyim süresi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır. İlişki belirlenen kriterlerin gruplar arası ortalama değerleri incelendiğinde;

- BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracacağı düşüncesi,
- BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi kriterleri inşaat sektöründe 6 – 10 yıl deneyime sahip katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanırken; 0 – 5 yıl deneyime sahip katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.
- Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali kriterinin inşaat sektöründe 6 – 10 yıl deneyime sahip katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanmasına karşın; 11 – 15 yıl deneyime sahip katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.
- BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi kriterinin ise inşaat sektöründe 6 – 10 yıl deneyime sahip katılımcılar için daha

fazla sorun olarak algılanmasına karşın; 16 – 20 yıl deneyime sahip katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.

- BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu,
- Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması,
- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi,
- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi,
- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi,
- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi,
- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi,
- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması,
- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi,
- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması,
- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi kriterleri ise inşaat sektöründe 6 – 10 yıl deneyime sahip katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanmasına karşın; 21 yıl ve üzeri deneyime sahip katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.
- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi,
- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali kriterleri inşaat sektöründe 11 – 15 yıl deneyime sahip katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanmasına karşın; 21 yıl ve üzeri deneyime sahip katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.

- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali,
- Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması,
- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabilceğinden haberdar olunmaması kriterleri inşaat sektöründe 16 – 20 yıl deneyime sahip katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanmasına karşın; 21 yıl ve üzeri deneyime sahip katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.

Bununla birlikte diğer 26 kriter ile katılımcıların inşaat sektöründeki deneyim süresi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.

Tablo 5.12: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların inşaat sektöründeki deneyim süresi ile BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterlerin hipotez testleri

BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Kriterler		İnşaat Sektöründeki Deneyim Süresi					Sig.
		0 – 5 yıl	6 – 10 yıl	11 – 15 yıl	16 – 20 yıl	21 yıl ve üzeri	
		\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	
UYGULAMALAR/BIM TEKNOLOJİSİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BU1- BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracacağı düşüncesi	2,28	3,19	2,65	2,63	2,59	0,04*
	BU2- BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi	2,45	3,49	2,82	3,00	2,87	0,01*
	BU3- Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu	3,11	3,34	2,94	2,63	3,03	0,76
	BU4- Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi	3,20	3,16	3,35	2,38	3,48	0,54
	BU5- BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması	3,39	3,76	3,65	3,00	2,89	0,54
	BU6- Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması	3,40	4,22	3,47	3,75	3,52	0,16

	BU7- BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi	2,92	3,52	2,47	3,50	3,80	0,09
	BU8- Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi	2,79	3,08	2,71	3,13	3,74	0,48
	BU9- BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması	2,70	2,89	3,53	2,86	2,78	0,24
	BU10- BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu	2,94	4,22	4,12	3,54	2,26	0,00*
	BU11- Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali	2,55	3,41	2,41	3,38	2,50	0,02*
	BU12- Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması	2,84	3,96	2,88	3,63	2,63	0,00*
	BU13- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali	2,66	3,27	2,94	3,38	1,94	0,04*
FARKINDALIK/BIM BİLGİ DÜZEYİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BF1- Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması	2,76	3,37	3,29	3,38	1,58	0,01*
	BF2- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabilirliğinden haberdar olunmaması	2,78	3,56	3,35	3,38	1,59	0,00*
	BF3- Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabilirliğinin bilinmemesi	3,15	3,56	3,35	3,63	1,85	0,07
	BF4- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi	3,27	3,95	3,29	3,50	1,66	0,00*
	BF5- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabilirliğinin bilinmemesi	3,15	3,89	3,47	3,63	1,45	0,00*

	BF6- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi	3,08	3,49	3,41	3,50	1,43	0,01*
	BF7- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi	3,09	3,60	3,82	3,25	1,44	0,00*
	BF8- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi	3,12	3,59	3,24	3,38	1,43	0,01*
	BF9- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi	3,08	3,54	3,18	3,25	1,42	0,02*
ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO1- BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi	3,08	3,80	3,71	3,00	3,25	0,06
	BO2- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması	3,09	3,89	3,41	3,25	3,25	0,08
	BO3- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması	3,54	4,04	3,71	3,50	3,52	0,50
	BO4- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması	3,41	4,21	3,32	3,13	2,90	0,03*
	BO5- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi	3,36	4,31	3,68	3,50	2,70	0,00*
	BO6- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması	3,25	4,11	3,71	3,75	2,89	0,02*
	BO7- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik	3,22	3,81	3,88	3,25	2,47	0,03*

	etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali						
ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO8- BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi	3,15	3,93	3,41	2,25	2,44	0,00*
	BO9- Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi	3,30	3,33	3,65	3,13	3,67	0,75
	BO10- İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi	3,58	3,99	3,24	3,38	3,02	0,27
	BO11- BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)	3,35	3,82	3,71	3,00	3,28	0,24
	BO12- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması	3,22	3,17	3,29	3,50	3,04	0,96
	BO13- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırlamaması	3,60	3,86	4,00	3,75	3,33	0,70
	BO14- BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi	3,33	3,28	3,59	2,88	3,26	0,72
	BO15- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi	3,13	3,90	3,76	3,25	3,06	0,05*
	BO16- BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması	2,95	3,34	3,53	3,50	2,21	0,11
	BO17- Kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali	3,10	3,55	3,41	3,25	3,04	0,52
BO18- BIM uygulamalarına geçmek istiyoruz. Ancak bu konuda danışmanlık	3,29	3,32	3,41	2,50	3,25	0,52	

	veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması						
BİM EĞİTİMİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BE1- Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması	3,68	4,27	4,12	3,38	3,15	0,14
	BE2- Ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması	3,76	4,07	4,12	3,13	2,90	0,14
	BE3- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması	3,60	3,99	4,22	3,63	2,94	0,18
	BE4- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması	3,64	3,92	3,88	3,50	3,14	0,60
	BE5- BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması	3,23	3,71	4,12	3,75	3,49	0,07
	BE6- Yaşadığım şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması	3,40	3,69	3,47	3,50	3,09	0,90

* $p \leq 0,05$

5.4.7. BİM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların görev pozisyonu arasındaki ilişkinin belirlenmesi

Çalıştığı firmada BİM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların BİM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriter ile katılımcıların görev pozisyonu arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılan ANOVA sonuçlarına göre; **BU2** (BİM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi, Sig=0,00), **BU10** (BİM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu, Sig=0,00), **BU12** (Proje başlangıcında BİM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması, Sig=0,01), **BU13** (Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali, Sig=0,02), **BO2** (BİM uygulamalarının

kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması, Sig=0,04), **BO3** (BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması, Sig=0,03), **BO7** (BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali, Sig=0,05), **BO12** (Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması, Sig=0,03), **BO15** (Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi, Sig=0,02), **BE3** (Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması, Sig=0,05), **BE5** (BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması, Sig=0,00) kriterlerinin anlamlılık değerleri 0,05'e eşit ya da 0,05'ten küçük olduğu için H₀₇ hipotezini kabul edecek yeterli delil yoktur. Diğer bir ifadeyle, H₀₇'nin alternatif hipotezi kabul edilir; BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriterin 11'i ile katılımcıların görev pozisyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır. İlişki belirlenen kriterlerin gruplar arası ortalama değerleri incelendiğinde;

- BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi kriteri anket katılımcıları arasında müteahhitler için daha fazla sorun algılanırken; proje yöneticisi olan katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.
- Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması,
- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali,
- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali,
- BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması kriterleri ise anket katılımcıları arasında müteahhitler için daha fazla sorun olarak algılanmasına karşın; firmada çalışan pozisyonundaki katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.
- BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu,
- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi kriterleri anket katılımcıları arasında firma sahibi olan

katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanırken; firmada çalışan pozisyonundaki katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.

- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması,
- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması,
- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması,
- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması kriterleri anket katılımcıları arasında proje yöneticisi olan katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanırken; firmada çalışan pozisyonundaki katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.

Bununla birlikte diğer 35 kriter ile katılımcıların görev pozisyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.

Tablo 5.13: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların görev pozisyonu ile BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterlerin hipotez testleri

BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Kriterler		Görev Pozisyonu				
		Çalışan	Proje Yöneticisi	Müteahhit	Firma sahibi	Sig.
		\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	
UYGULAMALAR/BIM TEKNOLOJİSİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BU1- BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracığı düşüncesi	2,39	2,58	2,67	2,75	0,59
	BU2- BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi	2,53	2,48	4,67	3,16	0,00*
	BU3- Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu	3,08	2,78	4,00	3,22	0,47
	BU4- Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi	3,12	3,23	2,33	3,41	0,58

	BU5- BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması	3,37	3,28	3,00	3,78	0,49
UYGULAMALAR/BIM TEKNOLOJİSİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BU6- Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması	3,39	3,61	4,00	4,02	0,16
	BU7- BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi	2,88	2,83	4,00	3,50	0,12
	BU8- Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi	2,78	2,77	4,00	3,13	0,30
	BU9- BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması	2,69	3,11	2,67	3,17	0,32
	BU10- BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu	2,96	3,83	3,67	3,95	0,00*
	BU11- Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali	2,50	3,04	3,00	3,13	0,07
	BU12- Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması	2,84	3,11	4,67	3,50	0,01*
	BU13- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali	2,62	3,32	4,00	2,92	0,02*
	FARKINDALIK/BIM BİLGİ DÜZEYİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BF1-Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması	2,92	2,99	2,00	2,96
BF2- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinden haberdar olunmaması		2,91	3,11	3,64	2,96	0,71
BF3- Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinin bilinmemesi		3,21	3,24	3,75	3,17	0,90
BF4- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en		3,36	3,02	4,10	3,34	0,50

	uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi					
	BF5- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi	3,22	3,18	4,08	3,38	0,69
	BF6- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi	3,09	3,28	4,38	3,12	0,33
	BF7- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi	3,12	3,29	3,73	3,37	0,72
	BF8- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi	3,15	3,12	3,38	3,19	0,98
	BF9- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi	3,13	2,89	3,70	3,15	0,76
ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO1- BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi	3,09	3,78	4,08	3,41	0,07
	BO2- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması	3,09	3,94	3,42	3,38	0,04*
	BO3- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması	3,44	4,22	3,87	3,87	0,03*
	BO4- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması	3,35	4,00	4,16	3,53	0,12
	BO5- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi	3,36	3,89	3,84	3,79	0,18

	BO6- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması	3,25	3,89	3,82	3,78	0,06
ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO7- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali	3,16	3,78	4,12	3,67	0,05*
	BO8- BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademede çalışanlara kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi	3,13	3,61	3,73	3,19	0,45
	BO9- Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi	3,23	3,56	4,11	3,52	0,34
	BO10- İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi	3,57	3,75	3,85	3,43	0,81
	BO11- BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)	3,35	3,72	4,14	3,49	0,37
	BO12- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması	3,07	4,00	3,40	3,23	0,03*
	BO13- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırlamaması	3,51	4,06	3,89	4,01	0,15
	BO14- BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi	3,16	3,85	3,44	3,49	0,11
	BO15- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi	3,09	3,67	3,77	3,81	0,02*

BİM EĞİTİMİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BO16- BİM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması	2,97	2,89	3,69	3,50	0,17
	BO17- Kuruluşun BİM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali	3,11	3,28	4,07	3,41	0,37
	BO18- BİM uygulamalarına geçmek istiyoruz. Ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması	3,25	3,39	3,75	3,16	0,84
	BE1- Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BİM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması	3,64	4,43	4,58	3,75	0,07
	BE2- Ülkemizdeki üniversitelerde BİM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması	3,64	4,49	4,25	3,73	0,06
	BE3- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BİM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması	3,50	4,26	4,24	3,96	0,05*
	BE4- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BİM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması	3,60	3,93	4,23	3,77	0,55
	BE5- BİM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması	3,14	4,03	4,48	3,94	0,00*
	BE6- Yaşadığım şehirde BİM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması	3,33	3,97	4,48	3,39	0,18

* $p \leq 0,05$

5.4.8. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların hizmet verdiği sektör arasındaki ilişkinin belirlenmesi

Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriter ile katılımcıların hizmet verdiği sektör arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılan Bağımsız İki Örnek t-testi sonuçlarına göre; **BF1** (Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması, Sig=0,00), **BF2** (Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabilirdiğinden haberdar olunmaması, Sig=0,00), **BF3** (Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabilirdiğinin bilinmemesi, Sig=0,00), **BF4** (BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi, Sig=0,00), **BF5** (BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi, Sig=0,00), **BF6** (BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi, Sig=0,00), **BF7** (BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi, Sig=0,00), **BF8** (BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi, Sig=0,00), **BF9** (BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi, Sig=0,02), **BO2** (BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması, Sig=0,05) kriterlerinin anlamlılık değerleri 0,05' e eşit ya da 0,05'ten küçük olduğu için H_{08} hipotezini kabul edecek yeterli delil yoktur. Diğer bir ifadeyle, H_{08} 'in alternatif hipotezi kabul edilir; BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriterin 10'u ile katılımcıların hizmet verdiği sektör arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır. İlişki belirlenen kriterlerin gruplar arası ortalama değerleri incelendiğinde;

- Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması,
- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabilirdiğinden haberdar olunmaması,

- Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinin bilinmemesi,
- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi,
- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi,
- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi,
- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi,
- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi,
- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi,
- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması kriterleri kamu sektörüne hizmet veren anket katılımcıları için daha fazla sorun olarak algılanmaktadır.

Bununla birlikte diğer 36 kriter ile katılımcıların hizmet verdiği sektör arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.

Tablo 5.14: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların hizmet verdiği sektör ile BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterlerin hipotez testleri

BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Kriterler		Hizmet Verilen Sektör		
		Kamu	Özel Sektör	Sig.
		\bar{X}	\bar{X}	
UYGULAMALAR/ BIM	BU1- BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracığı düşüncesi	2,53	2,49	0,90
	BU2- BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi	2,74	2,70	0,89
	BU3- Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu	3,16	3,08	0,81

	BU4- Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi	3,21	3,17	0,91
	BU5- BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması	3,53	3,42	0,76
	BU6- Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması	3,47	3,57	0,76
	BU7- BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi	3,11	3,01	0,78
	BU8- Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi	2,62	2,92	0,38
	BU9- BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması	3,16	2,79	0,27
	BU10- BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu	3,44	3,27	0,65
	BU11- Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali	2,47	2,75	0,38
	BU12- Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması	2,89	3,08	0,55
	BU13- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali	2,79	2,80	0,95
FARKINDALIK/BIM BİLGİ DÜZEYİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BF1-Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması	3,95	2,75	0,00*
	BF2- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabilirliğinden haberdar olunmaması	3,89	2,81	0,00*
	BF3- Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabilirliğinin bilinmemesi	4,11	3,08	0,00*
	BF4- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi	4,00	3,22	0,00*
	BF5- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi	4,05	3,14	0,00*
	BF6- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi	4,16	2,98	0,00*
	BF7- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi	4,21	3,05	0,00*
	BF8- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi	3,95	3,03	0,00*
	BF9- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi	3,74	3,01	0,02*

	BO1- BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi	3,42	3,24	0,55
	BO2- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması	3,63	3,21	0,05*
	BO3- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması	3,68	3,63	0,84
ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO4- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması	3,79	3,44	0,23
	BO5- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi	3,84	3,48	0,22
	BO6- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması	3,84	3,39	0,13
	BO7- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali	3,32	3,38	0,83
	BO8- BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademede çalışanlara kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi	3,42	3,19	0,46
	BO9- Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi	3,63	3,31	0,26
	BO10- İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi	3,74	3,54	0,50
	BO11- BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)	3,62	3,41	0,44
	BO12- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması	3,05	3,26	0,49
	BO13- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayıramaması	3,58	3,71	0,67
	BO14- BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi	2,95	3,39	0,13
	BO15- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi	3,32	3,33	0,95
	BO16- BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması	2,95	3,11	0,61
	BO17- Kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali	3,00	3,25	0,38

	BO18- BIM uygulamalarına geçmek istiyoruz. Ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması	3,16	3,28	0,70
	BE1- Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması	4,00	3,75	0,30
	BE2- Ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması	4,00	3,75	0,24
BIM EĞİTİMİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BE3- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması	3,88	3,69	0,35
	BE4- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması	4,00	3,64	0,08
	BE5- BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması	3,68	3,41	0,39
	BE6- Yaşadığımız şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması	3,79	3,40	0,25

* $p \leq 0,05$

5.4.9. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların ağırlıklı olarak yaptığı proje türleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi

Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriter ile katılımcıların ağırlıklı olarak yaptığı proje türleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılan ANOVA sonuçlarına göre; **BU1** (BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracığı düşüncesi, Sig=0,04), **BU6** (Çalışılan paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması, Sig=0,03), **BU8** (Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi, Sig=0,04), **BU13** (Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali, Sig=0,04) kriterlerinin anlamlılık değerleri 0,05'ten küçük olduğu için H_{09} hipotezini kabul edecek yeterli delil yoktur. Diğer bir ifadeyle, H_{09} 'un alternatif hipotezi kabul edilir; BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriterin 4'ü ile katılımcıların ağırlıklı olarak yaptığı

proje türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır. İlişki belirlenen kriterlerin gruplar arası ortalama değerleri incelendiğinde;

- BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracacağı düşüncesi,
- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali anket katılımcıları arasında ağırlıklı olarak ulaştırma projelerinde yer alan katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanırken; konut dışı bina veya tesis projelerinde yer alan katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.
- Çalışılan paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması anket katılımcıları arasında ağırlıklı olarak enerji ve endüstriyel tesis projelerinde yer alan katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanırken; ulaştırma projelerinde yer alan katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.
- Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi anket katılımcıları arasında ağırlıklı olarak enerji ve endüstriyel tesis projelerinde yer alan katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanmasına karşın; konut dışı bina veya tesis projelerinde yer alan katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.

Bununla birlikte diğer 42 kriter ile katılımcıların ağırlıklı olarak yaptığı proje türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.

Tablo 5.15: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların ağırlıklı olarak yaptığı proje türleri ile BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterlerin hipotez testleri

BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Kriterler	Ağırlıklı Olarak Yapılan Proje Türleri						Sig.
	Konut	Konut Dışı Bina veya Tesis	Ulaştırma	Enerji ve Endüstriyel Tesisler	Diğer		
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}		
BU1- BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracacağı düşüncesi	2,37	2,25	3,75	3,07	2,90	0,04*	

UYGULAMALAR/BİM TEKNOLOJİSİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BU2- BİM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileeneceği düşüncesi	2,74	2,53	3,25	3,10	2,62	0,73
	BU3- Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu	3,07	2,95	3,00	2,58	3,57	0,41
	BU4- Devlet tarafından BİM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi	3,37	3,11	2,50	3,17	2,76	0,39
	BU5- BİM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması	3,57	3,23	2,75	3,92	3,29	0,49
	BU6- Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BİM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması	3,85	3,09	3,00	4,08	3,29	0,03*
	BU7- BİM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi	3,10	2,56	2,75	3,86	3,29	0,13
	BU8- Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi	3,05	2,31	3,00	3,69	2,90	0,04*
	BU9- BİM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması	2,83	2,82	4,75	2,84	2,57	0,06
	BU10- BİM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu	3,35	2,93	4,75	3,47	3,35	0,20
	BU11- Farklı BİM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali	2,78	2,49	3,50	2,97	2,57	0,5
	BU12- Proje başlangıcında BİM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması	3,20	2,77	3,75	3,30	2,81	0,31
	BU13- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali	2,89	2,51	4,25	3,12	2,62	0,04*
	BF1-Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BİM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması	2,77	2,78	3,75	3,56	3,23	0,17
BF2- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BİM uygulamaları ile ulaşılabilceğinden haberdar olunmaması	2,88	2,73	3,75	3,28	3,33	0,24	

FARKINDALIK/BIM BILGI DÜZEYİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BF3- Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinin bilinmemesi	3,18	3,08	4,00	3,32	3,39	0,66	
	BF4- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi	3,28	3,20	3,50	3,47	3,63	0,75	
	BF5- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi	3,13	3,26	4,00	3,46	3,54	0,57	
	BF6- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi	3,09	2,98	4,00	3,16	3,44	0,43	
	BF7- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi	3,02	3,31	4,50	3,03	3,49	0,15	
	BF8- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi	3,03	3,16	4,00	3,16	3,44	0,45	
	BF9- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi	3,02	3,24	3,25	2,44	3,43	0,41	
	ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO1- BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi	3,25	3,12	3,25	4,14	3,29	0,37
		BO2- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması	3,27	3,08	3,00	3,86	3,43	0,53
BO3- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması		3,63	3,79	3,50	3,86	3,38	0,74	
BO4- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması		3,48	3,37	3,75	3,43	3,69	0,88	
BO5- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim		3,44	3,60	4,25	3,57	3,55	0,74	

	ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi						
ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO6- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması	3,43	3,36	4,00	3,43	3,57	0,88
	BO7- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali	3,36	3,38	3,75	3,14	3,38	0,95
	BO8- BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi	3,05	3,40	3,50	3,29	3,43	0,61
	BO9- Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi	3,34	3,44	3,50	3,57	3,14	0,88
	BO10- İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi	3,55	3,38	3,50	4,14	3,76	0,55
	BO11- BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)	3,36	3,56	3,50	3,57	3,48	0,92
	BO12- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması	3,25	2,88	4,00	3,71	3,43	0,18
	BO13- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırlamaması	3,74	3,56	3,50	3,57	3,81	0,93
	BO14- BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi	3,30	3,24	3,00	3,71	3,48	0,80
	BO15- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi	3,30	3,32	3,50	3,57	3,33	0,98

BİM EĞİTİMİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BO16- BİM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması	3,15	2,92	3,00	2,86	3,24	0,86
	BO17- Kuruluşun BİM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali	3,35	2,96	3,50	3,57	3,00	0,38
	BO18- BİM uygulamalarına geçmek istiyoruz. Ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması	3,31	3,29	3,00	3,57	3,00	0,81
	BE1- Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BİM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması	3,71	3,90	3,50	4,57	3,67	0,48
	BE2- Ülkemizdeki üniversitelerde BİM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması	3,71	4,01	3,50	4,14	3,62	0,66
	BE3- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BİM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması	3,73	3,89	3,50	4,00	3,29	0,47
	BE4- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BİM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması	3,61	3,83	3,25	4,29	3,62	0,50
	BE5- BİM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması	3,24	3,60	3,75	4,14	3,62	0,31
	BE6- Yaşadığım şehirde BİM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması	3,41	3,47	3,75	3,43	3,52	0,98

* $p \leq 0,05$

5.4.10. BİM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterler ile katılımcıların çalıştığı firmadaki personel sayısı arasındaki ilişkinin belirlenmesi

Çalıştığı firmada BİM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların BİM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriter ile katılımcıların çalıştığı

firmadaki personel sayısı arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılan ANOVA sonuçlarına göre; **BF2** (Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinden haberdar olunmaması, Sig=0,01), **BF5** (BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi, Sig=0,05), **BF8** (BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi, Sig=0,05), **BF9** (BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi, Sig=0,01), **BO12** (Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması, Sig=0,05), **BO13** (İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayıramaması, Sig=0,03), **BE6** (İkamet edilen şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması, Sig=0,00) kriterlerin anlamlılık değerleri 0,05'e eşit ya da 0,05'ten küçük olduğu için H_{010} hipotezini kabul edecek yeterli delil yoktur. Diğer bir ifadeyle, H_{010} 'un alternatif hipotezi kabul edilir; BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 46 kriterin 7'si ile katılımcıların çalıştığı firmadaki personel sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki vardır. İlişki belirlenen kriterlerin gruplar arası ortalama değerleri incelendiğinde;

- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinden haberdar olunmaması kriteri çalıştığı firmanın personel sayısı 10 kişi ve üzeri olan katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanırken; çalıştığı firmanın personel sayısı 7 – 9 kişi olan katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.
- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi kriteri ise çalıştığı firmanın personel sayısı 10 kişi ve üzeri olan katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanmasına karşın; çalıştığı firmanın personel sayısı 1 – 3 kişi olan katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.
- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi,

- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi,
- Yaşanılan şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması kriterleri çalıştığı firmanın personel sayısı 7 – 9 kişi olan katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanırken; çalıştığı firmanın personel sayısı 1 – 3 kişi olan katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.
- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması,
- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırlamaması kriterleri ise çalıştığı firmanın personel sayısı 7 – 9 kişi olan katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılanmasına karşın; çalıştığı firmanın personel sayısı 10 kişi ve üzeri olan katılımcılar için daha az sorun olarak algılanmaktadır.

Bununla birlikte diğer 39 kriter ile katılımcıların çalıştığı firmadaki personel sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.

Tablo 5.16: Çalıştığı firmada BIM uygulamaları kullanılmayan katılımcıların çalıştığı firmadaki personel sayısı ile BIM uygulamalarının kullanılmamasına etki eden kriterlerin hipotez testleri

BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Kriterler		Personel Sayısı				
		1 – 3 kişi	4 – 6 kişi	7 – 9 kişi	10 kişi ve üzeri	Sig.
		\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	
UYGULAMALAR/BIM TEKNOLOJİSİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BU1- BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracacağı düşüncesi	2,55	2,22	2,50	2,67	0,59
	BU2- BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi	2,57	2,99	2,67	2,76	0,53
	BU3- Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu	3,07	2,93	3,50	3,13	0,68
	BU4- Devlet tarafından BIM uygulamalarının desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi	3,05	3,41	3,25	3,23	0,70
	BU5- BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması	3,27	3,59	3,75	3,60	0,51

	BU6- Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması	3,50	3,69	3,67	3,52	0,92
	BU7- BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi	2,89	3,34	2,92	3,08	0,53
	BU8- Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi	2,95	2,86	2,90	2,65	0,83
	BU9- BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması	2,74	2,93	2,92	3,00	0,84
	BU10- BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu	3,29	3,36	3,42	3,15	0,95
	BU11- Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali	2,69	2,93	2,67	2,52	0,69
	BU12- Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması	3,00	3,32	3,25	2,80	0,46
	BU13- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali	2,75	2,83	3,25	2,70	0,55
FARKINDALIK/BIM BİLGİ DÜZEYİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BF1-Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması	2,78	2,79	2,75	3,54	0,06
	BF2- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabileninden haberdar olunmaması	2,79	2,93	2,67	3,66	0,01*
	BF3- Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabileninin bilinmemesi	3,01	3,18	3,58	3,72	0,08
	BF4- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi	3,10	3,38	3,92	3,68	0,06
	BF5- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi	2,99	3,38	3,67	3,76	0,05*
	BF6- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi	2,96	3,24	3,00	3,67	0,09
	BF7- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi	3,00	3,25	3,42	3,67	0,16

	BF8- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi	2,91	3,31	3,83	3,38	0,05*
	BF9- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi	2,83	3,24	4,00	3,38	0,01*
ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO1- BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi	3,29	3,21	3,25	3,30	0,99
	BO2- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması	3,27	3,03	3,33	3,51	0,54
	BO3- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması	3,55	3,62	4,25	3,61	0,27
	BO4- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması	3,50	3,46	3,50	3,48	0,99
	BO5- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi	3,38	3,78	3,67	3,60	0,46
	BO6- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması	3,36	3,62	3,42	3,56	0,75
	BO7- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali	3,22	3,66	3,75	3,26	0,25
	BO8- BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi	3,07	3,45	3,75	3,13	0,57
	BO9- Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi	3,26	3,45	3,75	3,31	0,10
	BO10- İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi	3,42	3,57	4,33	3,63	0,31
	BO11- BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)	3,37	3,38	4,00	3,47	0,31
	BO12- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması	3,16	3,38	4,02	2,88	0,05*

ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	BO13- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırlamaması	3,51	4,03	4,42	3,44	0,03*
	BO14- BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi	3,27	3,52	3,83	3,01	0,18
	BO15- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi	3,28	3,45	3,58	3,22	0,77
	BO16- BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması	2,92	3,31	3,83	2,92	0,13
	BO17- Kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali	3,07	3,28	3,92	3,22	0,13
	BO18- BIM uygulamalarına geçmek istiyoruz. Ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması	3,21	3,10	3,83	3,30	0,38
BİMEĞİTİMİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	BE1- Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması	3,67	3,76	4,17	3,98	0,54
	BE2- Ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması	3,62	3,83	4,17	4,02	0,38
	BE3- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması	3,52	3,72	4,00	4,13	0,18
	BE4- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması	3,50	3,66	4,17	4,06	0,09
	BE5- BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması	3,43	3,48	2,83	3,79	0,22
	BE6- Yaşadığım şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması	3,12	3,55	4,42	3,83	0,00*

* $p \leq 0,05$

5.5. BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Faktörlerin Belirlenmesi

Tablo 5.17’de BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterlerle ilgili olarak değişkenlere uygulanan açıklayıcı faktör analizi (AFA) sonucunda, toplam 8 adet faktör ortaya çıkmıştır. Analize ait Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test değeri %86,5 (0,865)’tir. KMO değeri veri setinin büyüklüğünün faktör analizi için yeterli olup olmadığını belirten bir göstergedir ve 0,5’in üzerinde olması gerekmektedir (George ve Mallery, 1999; Field, 2000; Ghosh ve Jintanapakanont, 2004; Kalaycı, 2008). KMO değeri 0,865 > 0,50 olduğu için veri setinin faktör analizi için yeterli büyüklükte olduğu ifade edilebilir. İkinci olarak örneklemin bütünlüğünün test edilmesi amacıyla, faktör analizine ait Bartlett testi (ki-kare) değerleri $\chi^2= 6345,315$ ($p<0,000$) olarak elde edilmiştir. Elde edilen değerlere göre, değişkenler arasında yüksek korelasyon mevcuttur, başka bir ifade ile veri seti faktör analizi için uygundur.

Analizlerde faktör çıkarım yöntemi olarak kullanılan Öz değer (Eigen), her faktör tarafından açıklanan toplam varyansı göstermektedir (Thompson, 2004). Çalışma kapsamında öz değeri 1 ve 1’den büyük olan değişkenler faktör olarak kabul edilmiştir. Tablo 5.17’de öz değer istatistiği 1’den büyük olan 8 faktör bulunmaktadır. Birinci faktör toplam varyansın %17,22’sini; ikinci faktör toplam varyansın %12,35’ini; üçüncü faktör toplam varyansın %10,99’ünü; dördüncü faktör toplam varyansın %10,22’sini; beşinci faktör toplam varyansın %7,63’ünü; altıncı faktör toplam varyansın %5,81’ini; yedinci faktör toplam varyansın %5,01’ini; sekizinci faktör toplam varyansın %4,34’ünü açıklamaktadır. Sekiz faktör ise toplam varyansın %73,59’ünü açıklamaktadır. BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan faktör yükleri, varyans yüzdeleri, öz değerler ve faktör isimleri Tablo 5.17’de görülmektedir.

Açıklayıcı faktör analizi kapsamında her bir kriterin faktör yükü aldığı analizde, bir kriterin ilgili faktör altında yüklenebilmesi için eşik faktör yükü değeri 0,40 alınmıştır. En küçük faktör yükü olan değer 0.499 olarak belirmiş, hiçbir kriter bu nedenle analiz dışı bırakılmamıştır.

Açıklayıcı faktör analizinde önem arz eden diğer bir konu ise binişik faktörlerin nasıl değerlendirileceğidir. Bir kriterin birden fazla faktörde faktör yükü 0,40’tan

büyük olması ve iki faktör arasındaki yük değeri farkı 0,10'un altında olması durumunda binişik olarak kabul edilen kriterler modelden çıkarılır (Çokluk vd., 2010). Bu çalışma kapsamında yapılan açıklayıcı faktör analizinde binişik faktör olmadığı için hiçbir kriter analiz ve değerlendirme dışı bırakılmamıştır.

Faktör analizi sonucunda Tablo 5.17'de BF8 (0,869), BF6 (0,864), BF4 (0,862), BF2 (0,860), BF3 (0,857), BF7 (0,849), BF5 (0,843), BF1 (0,839), BF9 (0,833) değişkenleri faktör yüklerine göre birinci faktör altında gruplanmıştır. Faktöre yüklenen değişkenlerin yapısı ve içeriği incelendiğinde faktör "**BIM Uygulamaları ile ilgili Farkındalık/bilgi Düzeyi (BUFD)**" olarak isimlendirilmiştir. BO6 (0,823), BO5 (0,809), BO4 (0,766), BO7 (0,681), BO8 (0,678), BO1 (0,598), BO3 (0,559), BO9 (0,554), BO2 (0,490) değişkenleri faktör yüklerine göre ikinci faktör altında gruplanmıştır. Faktöre yüklenen değişkenlerin yapısı ve içeriği incelendiğinde faktör "**BIM Uygulamalarının sektördeki Kullanım sürecinde Yönetim Eksikliği (BUKYE)**" olarak isimlendirilmiştir. BO17 (0,716), BO14 (0,702), BO16 (0,676), BO18 (0,655), BO13 (0,604), BO15 (0,576), BO12 (0,556), BO11 (0,499), BO10 (0,478) değişkenleri faktör yüklerine göre üçüncü faktör altında gruplanmıştır. Faktöre yüklenen değişkenlerin yapısı ve içeriği incelendiğinde faktör "**BIM Uygulamalarına Geçiş Sürecinin yürütülmesinde yaşanan Sorunlar (BUGSS)**" olarak isimlendirilmiştir. BE4 (0,807), BE1 (0,803), BE2 (0,800), BE3 (0,793), BE6 (0,682), BE5 (0,629) değişkenleri faktör yüklerine göre dördüncü faktör altında gruplanmıştır. Faktöre yüklenen değişkenlerin yapısı ve içeriği incelendiğinde faktör "**BIM Uygulamaları ile ilgili Eğitimin Niteliği ve eğitim imkanlarının Yetersizliği (BUENY)**" olarak isimlendirilmiştir. BU11 (0,785), BU13 (0,780), BU12 (0,724), BU10 (0,670), BU9 (0,554) değişkenleri faktör yüklerine göre beşinci faktör altında gruplanmıştır. Faktöre yüklenen değişkenlerin yapısı ve içeriği incelendiğinde faktör "**BIM Tabanlı çalışan Programlarla ilgili olarak oluşabilecek Problemler (BTTP)**" olarak isimlendirilmiştir. BU4 (0,736), BU5 (0,725), BU6 (0,508) değişkenleri faktör yüklerine göre altıncı faktör altında gruplanmıştır. Faktöre yüklenen değişkenlerin yapısı ve içeriği incelendiğinde faktör "**BIM Kullanımına yönelik Teşvik Eksikliği (BKTE)**" olarak isimlendirilmiştir. BU7 (0,777) ve BU8 (0,745) değişkenleri faktör yüklerine göre yedinci faktör altında gruplanmıştır. Faktöre yüklenen değişkenlerin yapısı ve içeriği incelendiğinde faktör "**BIM Kullanımı ile ilgili proje Paydaşları arası İletişim Eksikliği (BKPIE)**" olarak isimlendirilmiştir.

BU1 (0,790), BU2 (0,685), BU3 (0,543) değişkenleri faktör yüklerine göre sekizinci faktör altında gruplanmıştır. Faktöre yüklenen değişkenlerin yapısı ve içeriği incelendiğinde faktör “**BIM Uygulamaları ile ilgili Önyargı (BUÖ)**” olarak isimlendirilmiştir.

Tablo 5.17: BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Faktörler

BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Faktörler		Öz değer	Varyansın yüzdesi (%)	Faktör yükü
Faktör 1	BIM Uygulamaları ile ilgili Farkındalık/bilgi Düzeyi (BUFD)	17,564	17,225	
BF8	BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi			0,869
BF6	BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi			0,864
BF4	BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi			0,862
BF2	Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinden haberdar olunmaması			0,860
BF3	Yönetim aşamasında performans, kullanılışlılık ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinin bilinmemesi			0,857
BF7	BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi			0,849
BF5	BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi			0,843
BF1	Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması			0,839
BF9	BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi			0,833
Faktör 2	BIM Uygulamalarının sektördeki Kullanım sürecinde Yönetim Eksikliği (BUKYE)	4,814	12,354	

BO6	BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması	0,823
BO5	Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi	0,809
BO4	BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması	0,766
BO7	BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali	0,681
BO8	BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi	0,678
BO1	BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi	0,598
BO3	BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması	0,559
BO9	Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi	0,554
BO2	BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması	0,490
Faktör 3	BIM Uygulamalarına Geçiş Sürecinin yürütülmesinde yaşanan Sorunlar (BUGSS)	3,511 10,991
BO17	Kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali	0,716
BO14	BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi	0,702
BO16	BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması	0,676
BO18	BIM uygulamalarına geçmek istiyoruz. Ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması	0,655
BO13	İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayıramaması	0,604
BO15	Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi	0,576

BO12	Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması			0,556
BO11	BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)			0,499
BO10	İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi			0,478
Faktör 4 BIM Uygulamaları ile ilgili Eğitimin Niteliği ve eğitim imkanlarının Yetersizliği (BUENY)		2,311	10,227	
BE4	Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması			0,807
BE1	Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması			0,803
BE2	Ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması			0,800
BE3	Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması			0,793
BE6	Yaşadığım şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması			0,682
BE5	BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması			0,629
Faktör 5 BIM Tabanlı çalışan Programlarla ilgili olarak oluşabilecek Problemler (BTPP)		1,851	7,631	
BU11	Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali			0,785
BU13	Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali			0,780
BU12	Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması			0,724
BU10	BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu			0,670
BU9	BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması			0,554
Faktör 6 BIM Kullanımına yönelik Teşvik Eksikliği (BKTE)		1,481	5,812	
BU4	Devlet tarafından BIM uygulamalarını desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi			0,736

BU5	BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması		0,725
BU6	Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması		0,508
Faktör 7	BIM Kullanımı ile ilgili proje Paydaşları arası İletişim Eksikliği (BKPIE)	1,169	5,014
BU7	BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi		0,777
BU8	Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi		0,745
Faktör 8	BIM Uygulamaları ile ilgili Önyargı (BUÖ)	1,154	4,342
BU1	BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracak düşüncesi		0,790
BU2	BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi		0,685
BU3	Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu		0,543
Toplam Açıklanan Varyans			73,597
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test değeri			0,865
Bartlett	Yaklaşık ki-kare (χ^2)		6345,315
Küresellik	sd		1035
Test Değerleri	p (Sig.)		0,000

5.6. Doğrulayıcı Faktör Analizi

Araştırma kapsamında, BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan kriterlerle ilgili olarak değişkenlere uygulanan açıklayıcı faktör analizi (AFA) sonuçlarına göre belirlenen gözlemlenmemiş değişkenlerin tanımlandığı model doğrulayıcı faktör analiziyle test edilmiştir. Bu amaçla tez çalışmasında, LISREL 8.7 yazılımı kullanılmıştır. Yakınsak geçerlilik, değişkenlerle ilgili ifadelerin birbirleri arasında ve oluşturdukları faktör ile ilişkili olduklarını belirtirken; ıraksak geçerlilik, değişkenlerle ilgili ifadelerin kendi buldukları faktörün dışındaki diğer faktörlerle ait oldukları faktörden daha az ilişkili olması gerektiğidir (Yaşlıoğlu, 2017). Doğrulayıcı faktör analizi (DFA) kullanılarak yakınsak ve ıraksak geçerlilik analizleri (Liu vd., 2018), ölçüm modelinin kalitesini ve yeterliliğini doğrulamak için büyük önem taşımaktadır. DFA adımlarından öncelikle test edilen ölçüm modelinde, değişkenlerin t değerlerine bakılır. 0,05 anlamlılık düzeyinde (%95 güven aralığında),

değişkenlerin t değerleri |1,96|'dan yüksek olanlar anlamlı kabul edilir (Kocagöz, 2010). 0,01 anlamlılık düzeyinde (%99 güven aralığında) ise |2.56|' dan yüksek olanlar anlamlı kabul edilir ve anlamsız değerler ölçekten çıkarılır (Şimşek 2007; Schumacker ve Lomax 2010). Bu çalışma kapsamında ise 0,01 anlamlılık düzeyindeki diğer bir ifadeyle %99 güven aralığındaki t değerleri dikkate alınmıştır.

Analizlerin sonucunda ise modele ilişkin uyum iyiliği indeksleri incelenmiştir. Elde edilen modelin ki-kare uyum değeri ($\chi^2=2105,00$, $p<0,00$) anlamlı bulunmuştur. Ki-kare istatistiğinin örneklem büyüklüğünden çok çabuk etkilenmesi sebebiyle örneklem büyüklüğünden daha az etkilenen χ^2/sd oranı bunun yerine kullanılabilir bir ölçüttür (Şimşek 2007; Waltz vd., 2010). Ki-kare/serbestlik derecesinin ($2105,00/956=2,201$) 3 değerinden düşük çıkması sebebiyle modelin mükemmel bir uyuma sahip olduğu ifade edilebilir (Lohmöller, 1982). Uyum iyiliği kriterleri oluşturulan modeldeki ilişkilerin, verilerle tutarlılığını belirlemeye yardımcı olmaktadır (Şimşek, 2007). Çoğu araştırmacı, uyum iyiliği indekslerinin birden fazlasını gözlemleyerek modellerin değerlendirilmesini önermektedir (Hair vd., 1998; Bentler ve Wu, 2002). Önerilen modelin uygunluğunu test etmek için model uyum indeksleri (χ^2 / sd , uyum iyiliği indeksi “GFI”, ayarlanmış uyum iyiliği indeksi “AGFI”, normlu uyum indeksi “NFI”, karşılaştırmalı uyum indeksi “CFI” ve yaklaşık hataların ortalama karekökü “RMSEA”) kullanılmıştır. Uyum indeks değerlerinin RMSEA=0,043, CFI=0,96, AGFI=0,91, GFI=0,97 ve NFI=0,98 bulunması modelin gözlenen yapıya uygun olduğunu göstermektedir (Marsh ve Hocevar, 1988). Bu durumda uyum indekslerine bağlı olarak DFA modelinin iyi bir uyum sağladığı ve ölçüm ölçeklerinin geçerlilik testi için kullanılacağı ifade edilebilir. Modelin uyum iyiliği testinin ana indeksleri Tablo 5.18’de gösterilmiş ve model sonucu ise Şekil 5.1’de sunulmuştur.

Tablo 5.18: Model Uyum İndekslerinin Özet İstatistikleri

Uyum İndeksi	Beklenen Değerler	Gözlenen Değerler
χ^2 / sd	$\chi^2 / sd \leq 3$	2,20
GFI	$0,95 \leq GFI \leq 1,00$	0,97
AGFI	$0,90 \leq AGFI \leq 1,00$	0,91
NFI	$0,95 \leq NFI \leq 1,00$	0,98
CFI	$0,95 \leq CFI \leq 1,00$	0,96
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq 0,05$	0,04

Ölçüm modeli üzerinde tanımlanan sekiz gizil faktör grubu arasındaki ilişkiler, her faktör için artık varyans (*residual variance*) terimlerinin de yer aldığı Şekil 5.1’de gösterilmektedir. 0,1 veya daha büyük yol katsayıları önemli olarak kabul edilmiştir; Şekil 5.1’de tüm yol katsayılarının 0,1’den büyük olduğu görülmektedir. Bu nedenle, Şekil 5.1’de yer alan veriler, sekiz faktör grubunun tamamının iyi korelasyon gösterdiğini göstermektedir. Uygun bir ölçme modeli için faktör yüklerinin yüksek olması beklenirken; hata varyanslarının düşük olması beklenir. Bununla birlikte, faktörler arası ilişkilerin 0,85’ten küçük olması beklenir. Faktörler arası ilişkilerin 0,85’i geçmesi durumunda ise varlığı iddia edilen faktörlerin birbirinden farklı olmadığı ve daha az faktörle model veri uyumunun sağlanabileceğini düşünülür.

Şekil 5.1’de yer alan verilere göre en önemli ilişki, **Faktör 2** (BIM uygulamalarının sektördeki kullanım sürecinde yönetim eksikliği) ve **Faktör 3** (BIM uygulamalarına geçiş sürecinin yürütülmesinde yaşanan sorunlar) arasında olup patika katsayısı 0,85’tir. Diğer bir ifade ile BIM uygulamalarına geçiş süreci yürütülürken yaşanan sorunlar arttıkça, BIM uygulamaların kullanım sürecindeki yönetim eksikliği de artmaktadır. Bununla birlikte, Şekil 5.1’de yer alan verilere göre faktörler arasındaki diğer önemli ilişkiler şu şekildedir:

- **Faktör 7** (BIM kullanımı ile ilgili proje paydaşları arası iletişim eksikliği) ve **Faktör 8** (BIM uygulamaları ile ilgili önyargı) arasındaki patika katsayısı 0,64’tür. Diğer bir ifade ile BIM uygulamaları ile ilgili önyargı arttıkça, BIM kullanımı ile ilgili proje paydaşları arası iletişim eksikliği de artmaktadır.
- **Faktör 5** (BIM tabanlı çalışan programlarla ilgili olarak oluşabilecek problemler) ve **Faktör 7** (BIM kullanımı ile ilgili proje paydaşları arası iletişim eksikliği) arasındaki patika katsayısı 0,63’tür. Diğer bir ifade ile BIM kullanımı ile ilgili proje paydaşları arası iletişim eksikliği arttıkça, BIM tabanlı çalışan programlarla ilgili olarak oluşabilecek problemler de artar.
- **Faktör 3** (BIM uygulamalarına geçiş sürecinin yürütülmesinde yaşanan sorunlar) ve **Faktör 4** (BIM uygulamaları ile ilgili eğitimin niteliği ve eğitim imkanlarının yetersizliği) arasındaki patika katsayısı 0,63’tür. Diğer bir ifade ile BIM uygulamaları ile ilgili eğitimin niteliği ve eğitim imkanlarının yetersizliği arttıkça, BIM uygulamalarına geçiş sürecinin yürütülmesinde yaşanan sorunlar da artar.

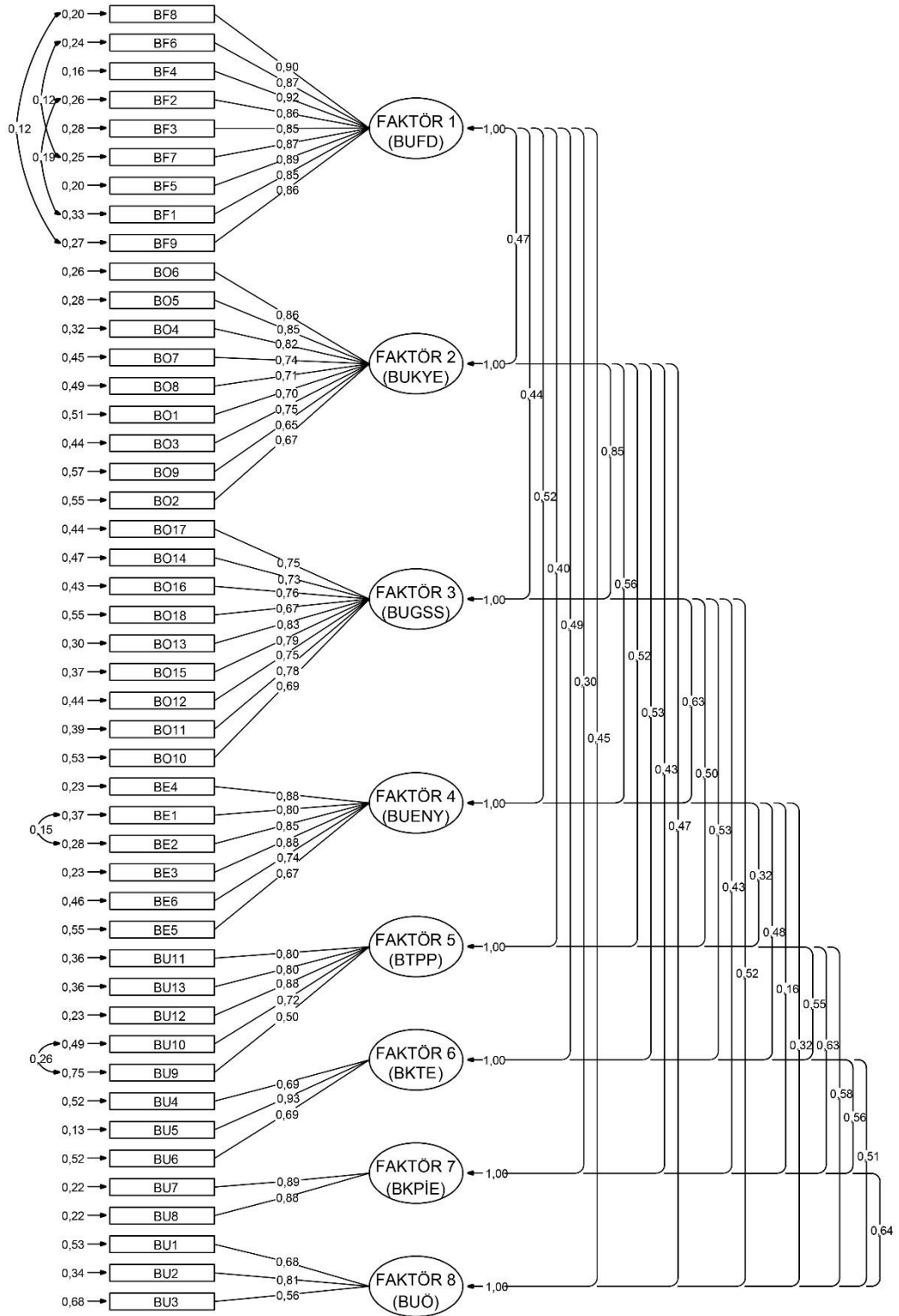
- **Faktör 5** (BIM tabanlı çalışan programlarla ilgili olarak oluşabilecek problemler) ve **Faktör 8** (BIM uygulamaları ile ilgili önyargı) arasındaki patika katsayısı 0,58'dir. Diğer bir ifade ile BIM uygulamaları ile ilgili önyargı arttıkça, BIM tabanlı çalışan programlarla ilgili olarak oluşabilecek problemler de artar.

Elde edilen faktörlere yüklenmiş gözlenen değişkenlerin faktörlerin ne kadarını açıkladığı ve faktör altında yer alan değişkenler arasında oynadığı rol, standardize edilmiş katsayılar doğrultusunda incelendiğinde;

- BF4 değişkeninin tek başına Faktör 1'in %92'sini açıkladığı; diğer bir ifade ile (BF4) BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi değişkeninin, Faktör 1 "BIM Uygulamaları ile ilgili Farkındalık/bilgi Düzeyi (BUFD)" için çok önemli rol oynadığı söylenebilir. Bununla birlikte, BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi (BF8) ve BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi (BF7) değişkenleri de sırasıyla tek başlarına Faktör 1'in %90 ve %89'unu açıkladığı ve önemli rol oynadıkları ifade edilebilir.
- BO6 değişkeninin tek başına Faktör 2'nin %86'sını açıkladığı; diğer bir ifade ile (BO6) BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması değişkeninin, Faktör 2 "BIM Uygulamalarının sektördeki Kullanım sürecinde Yönetim Eksikliği (BUKYE)" için önemli rol oynadığı söylenebilir.
- BO13 değişkeninin tek başına Faktör 3'ün %83'ünü açıkladığı; diğer bir ifade ile (BO13) İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayrılamaması değişkeninin, Faktör 3 "BIM Uygulamalarına Geçiş Sürecinin yürütülmesinde yaşanan Sorunlar (BUGSS)" için önemli rol oynadığı ifade edilebilir.
- BE4 değişkeninin tek başına Faktör 4'ün %88'ini açıkladığı; diğer bir ifade ile (BE4) Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler

için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması değişkeninin, Faktör 4 “BIM Uygulamaları ile ilgili Eğitimin Niteliği ve eğitim imkanlarının Yetersizliği (BUENY)” için önemli rol oynadığı söylenebilir. Bununla birlikte, BE3 değişkeni de tek başına Faktör 4’ün %88’ini açıkladığı; diğer bir ifade ile (BE3) ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması değişkeninin de Faktör 4 için önemli rol oynadığı ifade edilebilir.

- BU12 değişkeninin tek başına Faktör 5’in %88’ini açıkladığı; diğer bir ifade ile (BU12) Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması değişkeninin Faktör 5 “BIM Tabanlı çalışan Programlarla ilgili olarak oluşabilecek Problemler (BTPP)” için önemli rol oynadığı söylenebilir.
- BU5 değişkeninin tek başına Faktör 6’nın %93’ünü açıkladığı; diğer bir ifade ile (BU5) BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması değişkeninin Faktör 6 “BIM Kullanımına yönelik Teşvik Eksikliği (BKTE)” için önemli rol oynadığı söylenebilir. Bununla birlikte, BU5 değişkeninin açıkladığı yüzde (%93) sebebiyle diğer değişkenler arasında BIM uygulamalarının kullanılmamasında çok önemli rol oynadığı ifade edilebilir.
- BU7 değişkeninin tek başına Faktör 7’nin %89’unu açıkladığı; diğer bir ifade ile (BU7) BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi değişkeninin Faktör 7 “BIM Kullanımı ile ilgili proje Paydaşları arası İletişim Eksikliği (BKPIE)” için önemli rol oynadığı söylenebilir. Bununla birlikte, BU8 değişkeninin de tek başına Faktör 7’nin %88’unu açıkladığı; diğer bir ifade ile (BU8) Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi değişkeninin de yine Faktör 7 için önemli rol oynadığı ifade edilebilir.
- Son olarak, BU2 değişkeninin ise tek başına Faktör 8’in %81’ini açıkladığı; diğer bir ifade ile (BU2) BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi değişkeninin, Faktör 8 “BIM Uygulamaları ile ilgili Önyargı (BUÖ)” için önemli rol oynadığı söylenebilir.



Şekil 5.1: BIM Uygulamalarının Kullanılmamasına Neden Olan Faktörlerin Belirlenmesine Yönelik Modele İlişkin Standardize Edilmiş Katsayı Değerlerinin Diyagram Gösterimi

BÖLÜM 6

6. TARTIŞMA

Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına neden olan faktörleri belirlemeye yönelik yapılan bu çalışma kapsamında, sektörde çalışan mimar ve mühendislere literatür taraması sonucu elde edilen olası kriterler anket aracılığıyla ölçülerek veri toplanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda katılımcıların BIM bilgi düzeyi, sektördeki BIM kullanım ile ilgili düşünceleri ve demografik özellikleri ile BIM uygulamalarının kullanılmamasında etkili olan engeller/kriterler arasındaki ilişki; BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan faktörler araştırılmıştır.

BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına neden olan *uygulamalar/BIM teknolojisi* ile ilgili engeller incelendiğinde, en önemli engelin Türk inşaat sektöründeki kişi ve kuruluşların BIM uygulamalarını kullanımına yönelik teşvik eksikliği olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, BIM kullanımı ile ilgili proje paydaşları arası iletişim eksikliğinin de bu konuda önemli bir etkisi bulunmaktadır. Literatürde konu ile ilgili yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde mevcut çalışmalarda elde edilen sonuçların çoğu bu çalışmanın bulgularını desteklemektedir.

Erdik (2018) çalışmasında, BIM uygulamalarını kullanan ve kullanmayan şirketler için adaptasyon sürecinde en önemli etkenin inşaat sektöründeki paydaşların ve alt yüklenicilerin BIM ile ilgili yetersizliği olduğunu vurgulamıştır. Bununla birlikte, ulusal bir standardın olmamasının BIM uygulamalarıyla ilgili en büyük engellerden olduğunu ifade etmiştir. Aladağ vd. (2016), standartların/mevzuatın eksikliğini en önemli engeller arasında değerlendirirken; Chien vd. (2014)'ün Tayvan inşaat sektöründe bağlamındaki çalışmalarında, özellikle tasarımcılar açısından tasarımlarının yasal sorumlulukları/yükümlülükleri nedeniyle BIM standartları eksikliğini çok önemli bir risk faktörü olarak değerlendirmişlerdir.

BIM uygulamalarıyla ilgili proje paydaşları arasındaki iletişim göz önünde bulundurulduğunda, Won ve Lee (2010)'un uluslararası BIM uzmanlarıyla yaptıkları çalışmaları kapsamında bilgi paylaşımı en önemli kritik başarı faktörleri arasında tanımlanırken; Aladağ vd. (2016)'nın Türk inşaat sektöründeki firmalarla ve üniversitelerdeki uzmanlarla yapmış oldukları çalışmalarında ise paydaşlar arasındaki iş birliği, koordinasyon, iletişim ve birlikte çalışabilirlik ihtiyacı BIM benimsenmesindeki endüstriyel ihtiyaçlar bağlamında en önemli faktörler arasında tanımlanmaktadır. Bununla birlikte, Kıvırcık (2016) Türkiye'deki çalışmasında BIM benimsenmesinde BIM uygulamalarının kullanımı için proje paydaşlarının tümünün iş birliği içerisinde çalışmasının gerekliliğini vurgulamıştır. Bu nedenle adı geçen çalışmaların, proje paydaşları arasındaki iletişim eksikliğinin BIM uygulamalarının yaygın kullanımına engel niteliğinde olduğu bulgusunu desteklediği ifade edilebilir.

Sarıççek (2018)'in çalışmasının sonucunda elde ettiği BIM engelleri arasında kişisel engeller bazında, inşaat sektöründeki profesyonellerin önemli ölçüde BIM uygulamalarının öğrenilmesinin zor olacağı düşüncesine sahip olduğu yönündeki bulguları benzer şekilde bu çalışmanın bulgularını destekler niteliktedir.

Bu çalışmanın bulguları arasında, BIM uygulamaları ile ilgili tasarım maliyetini ve süresini arttıracak önyargısının BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına neden olan önemli engellerden olduğu yer almaktadır. Kıvırcık (2016)'nın BIM uygulamalarını kullanan şirketlerle yaptığı çalışmasında ise bu çalışmadan farklı olarak, BIM kullanımının tasarımın maliyeti, süresi ve kalitesindeki olumlu etkisinin şirketler tarafından anlaşıldığı sonucuna ulaşmıştır. Elde edilen sonucun farklılığı örneklem grubunun niteliğinden kaynaklandığı ifade edilebilir.

BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına neden olan engeller arasında en önemli engelin *BIM farkındalığı* ile ilgili olduğu ve BIM uygulamalarının kullanımı ile sağlanan faydanın bilinmemesi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde konu ile ilgili yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde mevcut çalışmalarda elde edilen sonuçlar bu çalışmanın bulgularını desteklemektedir.

Akkaya (2012) çalışmasında Türk inşaat sektöründe BIM ile ilgili yeterince bilgi sahibi olunmadığı ve sadece program olarak algılanması nedeniyle BIM uygulamalarından yeterince yararlanılmadığını iddia etmiştir. Benzer şekilde

Sarıçiçek (2018), kişisel engeller kapsamında BIM'in yararlarının anlaşılmasının ve profesyonellerin BIM farkındalığı konusundaki eksikliklerinin BIM engelleri arasında önemli ölçüde öne çıktığını ifade etmiştir.

BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına neden olan *organizasyon* bazındaki engeller incelendiğinde, BIM'e geçiş ve BIM kullanımı sürecindeki en önemli engellerin bu konudaki nitelikli personel sayısı, yönetim desteği, ilk yatırım maliyeti ve ek maliyetler, işverenin talebi, organizasyon yapısı gibi değişimin gereksinimleri ile ilgili konuların en önemli engeller olduğu tespit edilmiştir. Literatürde konu ile ilgili yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde mevcut çalışmalarda elde edilen sonuçlar bu çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir.

Ademci (2018), BIM uygulamalarını kullanan ve kullanmayan sektör paydaşları bakımından en önemli iki engelden birinin nitelikli personel eksikliği olduğunu vurgularken; Sarıçiçek (2018)'in çalışmasında da BIM kullanımı açısından önemi vurgulanmaktadır. Bununla birlikte, Özorhon ve Karahan (2016) nitelikli personel varlığının, başarılı BIM kullanımındaki en önemli üç itici bir gücün arasında olduğuna yönelik bulgular elde etmişlerdir. Chien vd. (2014) ise mevcut nitelikli personel eksikliği ile ilgili olarak BIM kullanımı açısından tüm seviyeler için en yaygın iki risk faktöründen biri olduğunu öne sürmüşlerdir.

Attarzadeh vd. (2015) Singapur'da yaptıkları çalışmalarında devlet desteğinin yanı sıra organizasyonun üst yönetiminin desteğinin farklı disiplinler de dahil olmak üzere BIM'in benimsemesinde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Tsai vd., (2014a)'ün Tayvan'daki çalışmalarında ise üst yönetim desteğinin en önemli üç faktör arasında olduğu ifade edilmiştir. Tayvan ve Singapur örneğine benzer şekilde Türkiye'de BIM kullanımında, yönetim desteği organizasyon bazındaki önemli bir etkidir (Tsai vd., 2014a; Attarzadeh vd., 2015). Türkiye'de yapılan çalışmalar arasında Sarıçiçek (2018)'in çalışmasında da organizasyon bazında ilk engel olarak üst yönetim desteğinin eksikliği vurgulanmıştır. Bununla birlikte, Sarıçiçek (2018) ve Aladağ vd. (2016) BIM uygulamalarına geçiş için yazılım ve donanımın ilk yatırım maliyetinin yüksek olacağı düşüncesinin BIM kullanımı ile ilgili önemli bir engel olduğunu belirtmişlerdir.

Aladağ vd. (2016) BIM benimsenmesinde endüstriyel ihtiyaçlarla ilgili olarak en önemli iki faktörden bir diğerinin ise işveren talebi ya da sözleşme yükümlülükleri olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, Ademci (2018) çalışmasında BIM için en önemli iki engelden birinin işveren talebi eksikliği olduğunu; talebi arttırmak için ise mevzuat ve ulusal BIM standartlarının oluşturulmasının bu konuda teşvik edici nitelikte olabileceğini ifade etmiştir.

Sunil vd. (2017)'in Birleşik Krallık' ta yaptıkları çalışmalarında BIM uygulamalarının en önemli engelleri arasında organizasyon yapısı ve bu konudaki stratejisinin yer aldığını belirtmektedirler. BIM uygulamalarının, organizasyon bazındaki engellerden biri ise Türk inşaat sektöründeki rekabet ortamına henüz dahil olmamış olmasıdır. Ademci (2018) ve Erdem (2018) çalışmalarında, BIM kullanımında bu konunun önemi vurgulamışlardır. Ademci (2018), Türk inşaat sektöründeki paydaşların sektördeki değişken rekabet ortamı için BIM kullanımı ile elde edilecek avantajların farkında olmadıklarını ifade etmiştir. Erdem (2018) ise Türkiye'de BIM'in standart haline gelmesi, lisans programlarında yer alması ve birlikte çalışabilirliği yönetmesi ile rekabet ortamının oluşturularak rekabetin artmasını sağlayacağını öne sürmüştür.

BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına neden olan *BIM eğitimi* ile ilgili engeller incelendiğinde, en önemli engelin BIM uygulamaları ile ilgili eğitimin niteliği ve eğitim imkanlarının yetersizliği olduğu sonucuna varılmıştır. Literatürde konu ile ilgili yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde mevcut çalışmalarda elde edilen sonuçlar bu çalışmanın bulgularını desteklemektedir.

Sarıççek (2018) çalışmasında, BIM eğitiminin eksikliğini BIM kullanımındaki en önemli engel olduğunu iddia etmektedir. Bununla birlikte, Olawumi ve Chan (2018) BIM ve sürdürülebilirlik alanında eğitim programlarının sayısının fazla olmasının bu konuda başarılı olmak için en önemli faktörler arasında olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, Ademci (2018) çalışmasında BIM kullanıcısı olan kişilerde dahil olmak üzere BIM uygulamalarında yetkin olmak konusunda yetersiz kaldığı ve eğitim/danışmanlık hizmetlerinin bu konuda önemli olduğu yönünde katılımcıların sektör paydaşlarına yönelik değerlendirmelerde bulduklarını ortaya koymuştur.

BÖLÜM 7

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

7.1. Sonuç

Dünyada ve Türkiye’de, teknolojik gelişmelerin beraberinde değişen inşaat sektörü ve karmaşık inşaat projelerinin gereksinimleri doğrultusunda BIM, sunduğu imkanlarla inşaat sektöründe yeni bir ufuk açmıştır. BIM, Bina yaşam döngüsü içerisinde müşteri ile yapının inşasında rol oynayan paydaşlar arasındaki iletişim ve karşılıklı anlayış ile iş birliği sonucunda oluşan etkileşimin beraberinde yapının inşa edilmesi sürecini, meydana getirilen yapının kullanım veya işletim aşamasını da etkilemektedir. Bununla birlikte, oluşturulan üç boyutlu bina bilgi modeli üzerinde farklı disiplinlerin bir arada çalışmasına imkân tanımaktadır. BIM uygulamalarının tanıdığı bu imkân doğrultusunda, farklı disiplinler arası iletişim ve bilgi paylaşımı ile özellikle çok fonksiyonlu inşaat projelerinde inşaat verimi açısından birçok avantaj sağlamaktadır. Parametrik modellemeyi temel alan yaklaşımı ile BIM uygulamalarının kullanımı kontrollü değişim olanağı ve bu değişimi yaparken de hata payının düşmesini sağlar. BIM uygulamalarının inşaat sektörü için sağladığı olanaklar, faydalar ve getirdiği kolaylıklar olmasına karşın Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarıyla ilgili olarak uygulamalar, farkındalık, organizasyon ve BIM eğitimi bazında oluşan çeşitli engeller uygulamaların kullanılmasını olumsuz yönde etkilemektedir.

Yukarıda ifade edilen sebeplerle bu çalışma kapsamında, Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına neden olan faktörleri belirlemeye yönelik uygulanan ankette, literatür taraması ile elde edilen 46 kriter katılımcılar tarafından değerlendirilmek üzere yer verilmiştir. Anket yöntemiyle örneklem grubundan toplanan veriler ile yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Anket katılımcılarının BIM bilgi düzeyi ve sektördeki BIM kullanımıyla ilgili değerlendirmeleri incelendiğinde:

- Türk inşaat sektöründe çalışan mimar ve mühendislerin hemen hemen yarısı BIM uygulamalarını kullanmayı bilmelerine rağmen, çalıştıkları firmalarda BIM uygulamalarının kullanılmaması dikkat çekmektedir.
- Katılımcıların az da olsa sektörde BIM kullanıldığı bilincinde olduğu ifade edilebilir.
- BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etki eden 46 kriterden “Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması” en önemli kriter olarak belirmektedir.
- “BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracak düşüncesi” kriteri ise BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasında en önemsiz kriter olarak belirmektedir.
- Anket katılımcılarının BIM bilgi düzeyiyle ilişkili olduğu tespit edilen BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etki eden 4 kriterin içerikleri incelendiğinde, program öğrenimi ve BIM eğitimi arasında anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, BIM uygulamalarını bilmeyen katılımcılar için bu konuların daha fazla sorun olarak algılandığı tespit edilmiştir.
- Anket katılımcılarının Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının kullanım düzeyi hakkındaki görüşleri ile ilişkili olduğu tespit edilen BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etki eden 36 kriterin içerikleri incelendiğinde, önyargı, teşvik eksikliği, proje paydaşlarının BIM bilgisi ve paydaşlar arası iletişim, farkındalık, kullanım ve geçiş süreci yönetimi (mali konular, iş veren talebi, sektör yapısı, motivasyon, rekabet, nitelikli personel ve danışman desteği), BIM eğitimi ile arasında anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, proje paydaşlarının BIM bilgisi ve paydaşlar arası iletişim, farkındalık, süreç yönetimi (rekabet, nitelikli personel ve mali konular) BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe hiç kullanılmadığını düşünen katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılandığı; önyargı, teşvik eksikliği, farkındalık, süreç yönetimi (organizasyon yapısı, mali konular, iş veren talebi, nitelikli personel ve danışman desteği) ve BIM

eğitiminin BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe ara sıra kullanıldığını düşünen katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılandığı; ön yargı, farkındalık, süreç yönetimi (mali konular, motivasyon, sektör yapısı) ve BIM eğitiminin BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe orta düzeyde kullanıldığını düşünen katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılandığı; teşvik eksikliğinin ise BIM uygulamalarının Türk inşaat sektöründe sıklıkla kullanıldığını düşünen katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılandığı tespit edilmiştir.

- Anket katılımcılarının cinsiyetleri ile ilişkili olduğu tespit edilen BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etki eden yalnızca 1 kriter olduğu ve bu kriterin içeriği incelendiğinde, geçiş süreci yönetimi (danışmanlık desteği) arasında anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, bu konuyu kadın katılımcıların daha fazla sorun olarak algılandığı tespit edilmiştir.
- Anket katılımcılarının eğitim seviyesi ile ilişkili olduğu tespit edilen BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etki eden 17 kriterin içerikleri incelendiğinde, proje paydaşlarının BIM bilgisi, farkındalık, teşvik eksikliği, kullanım süreci yönetimi (rekabet, nitelikli personel, mali konular ve yatırım dönüşü) arasında anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, proje paydaşlarının BIM bilgisi, farkındalık, teşvik eksikliği, kullanım süreci yönetiminin (rekabet, nitelikli personel, mali konular) yüksek lisans derecesine sahip katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılandığı; mali konuların ise doktora derecesine sahip katılımcılar için daha fazla sorun olarak algılandığı belirlenmiştir.
- Anket katılımcılarının mesleği ile ilişkili olduğu tespit edilen BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etki eden 9 kriterin içerikleri incelendiğinde, önyargı, teşvik eksikliği, proje paydaşlarının BIM bilgisi, kullanım ve geçiş süreci yönetimi (nitelikli personel, sektör yapısı, danışmanlık desteği) arasında anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, önyargıyı inşaat mühendisi olan katılımcılar daha fazla sorun olarak algılarken; teşvik eksikliği, proje paydaşlarının BIM bilgisi, kullanım ve geçiş süreci yönetimi (nitelikli personel, sektör yapısı, danışmanlık desteği) ise mimar olan katılımcıların daha fazla sorun olarak algıladığı tespit edilmiştir.

- Anket katılımcılarının inşaat sektöründeki deneyim süresi ile ilişkili olduğu tespit edilen BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etki eden 20 kriterin içerikleri incelendiğinde, önyargı, programlarla ilgili sorunlar (lisans, transfer, kütüphane ve güncelleme), farkındalık, kullanım ve geçiş süreci yönetimi (mali konular, nitelikli personel, motivasyon) ile arasında anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, önyargı, programlarla ilgili sorunlar (lisans, transfer, kütüphane), farkındalık, süreç yönetimini inşaat sektöründe 6 – 10 yıl deneyime sahip katılımcılar daha fazla sorun olarak algılamak; farkındalık ve kullanım süreci yönetimini inşaat sektöründe 11 – 15 yıl deneyime sahip katılımcılar daha fazla sorun olarak algılamak; programlarla ilgili sorunlar (güncelleme), farkındalığı inşaat sektöründe 16 – 20 yıl deneyime sahip katılımcıların daha fazla sorun olarak algıladığı belirlenmiştir.
- Anket katılımcılarının görev pozisyonu ile ilişkili olduğu tespit edilen BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etki eden 11 kriterin içerikleri incelendiğinde, önyargı, programlarla ilgili sorunlar (lisans, kütüphane ve güncelleme), kullanım ve geçiş süreci yönetimi (rekabet, nitelikli personel, görev dağılımı, mali konular), BIM eğitimi ile arasında anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, önyargı, programlarla ilgili sorunlar (kütüphane ve güncelleme), süreç yönetimi (mali konular), BIM eğitimi müteahhitler daha fazla sorun algılamak; programlarla ilgili sorunlar (lisans), süreç yönetimini (mali konular) firma sahibi olan katılımcılar daha fazla sorun olarak algılamak; kullanım ve geçiş süreci yönetimi (rekabet, nitelikli personel, görev dağılımı, BIM eğitimi proje yöneticisi olan katılımcıların daha fazla sorun olarak algıladığı tespit edilmiştir.
- Anket katılımcılarının hizmet verdiği sektör ile ilişkili olduğu tespit edilen BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etki eden 10 kriterin içerikleri incelendiğinde, farkındalık ve geçiş süreci yönetimi (rekabet) ile arasında anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, bu konuları kamu sektörüne hizmet veren anket katılımcılarının daha fazla sorun olarak algıladığı belirlenmiştir.
- Anket katılımcılarının ağırlıklı olarak yaptığı proje türleri ile ilişkili olduğu tespit edilen BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etki eden 4

kriterin içerikleri incelendiğinde, önyargı, proje paydaşlarının BIM bilgisi ve paydaşlar arası iletişim, programlarla ilgili sorunlar (güncelleme) ile arasında anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, önyargı, programlarla ilgili sorunları (güncelleme) ağırlıklı olarak ulaştırma projelerinde yer alan katılımcılar daha fazla sorun olarak algılarken; proje paydaşlarının BIM bilgisi ve paydaşlar arası iletişimi enerji ve endüstriyel tesis projelerinde yer alan katılımcıların daha fazla sorun olarak algıladığı belirlenmiştir.

- Anket katılımcılarının çalıştığı firmadaki personel sayısı ile ilişkili olduğu tespit edilen BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına etki eden 7 kriterin içerikleri incelendiğinde, farkındalık, geçiş süreci yönetimi (görev dağılımı ve sektör yapısı), BIM eğitimi ile arasında anlamlı bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, farkındalığı çalıştığı firmanın personel sayısı 10 kişi ve üzeri olan katılımcılar daha fazla sorun olarak algılarken; farkındalık, geçiş süreci yönetimi (görev dağılımı ve sektör yapısı) ve BIM eğitimini çalıştığı firmanın personel sayısı 7 – 9 kişi olan katılımcıların daha fazla sorun olarak algıladığı tespit edilmiştir.

BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan 8 faktör bulunmaktadır. Bu faktörler:

- BIM Uygulamaları ile ilgili Farkındalık/bilgi Düzeyi (BUFD)
- BIM Uygulamalarının sektördeki Kullanım sürecinde Yönetim Eksikliği (BUKYE)
- BIM Uygulamalarına Geçiş Sürecinin yürütülmesinde yaşanan Sorunlar (BUGSS)
- BIM Uygulamaları ile ilgili Eğitimin Niteliği ve eğitim imkanlarının Yetersizliği (BUENY)
- BIM Tabanlı çalışan Programlarla ilgili olarak oluşabilecek Problemler (BTPP)
- BIM Kullanımına yönelik Teşvik Eksikliği (BKTE)
- BIM Kullanımı ile ilgili proje Paydaşları arası İletişim Eksikliği (BKPIE)
- BIM Uygulamaları ile ilgili Önyargı (BUÖ) olarak belirlemektedir.

- BIM kullanımına yönelik teşvik eksikliği (Faktör 6) faktörüne ait olan BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması (BU5) değişkeni, diğer tüm değişkenler arasında öne çıkması sebebiyle BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan çok önemli bir engel olduğu ifade edilebilir.
- Bununla birlikte, her bir faktör için o faktöre ait diğer değişkenler arasında öne çıkan değişken ya da değişkenler şu şekildedir;
- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi (BF4), BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi (BF8), BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi (BF7) değişkenlerinin ise BIM uygulamaları ile ilgili farkındalık/bilgi düzeyi (Faktör 1) faktörüne ait değişkenler arasında öne çıkarak BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan önemli engeller oldukları ifade edilebilir.
- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması (BE4) değişkeni, BIM uygulamaları ile ilgili eğitimin niteliği ve eğitim imkanlarının yetersizliği (Faktör 4) faktörüne ait olan değişkenler arasında BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan önemli bir engel olarak öne çıkmaktadır.
- Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması (BU12) değişkeni, BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan BIM tabanlı çalışan programlarla ilgili olarak oluşabilecek problemler (Faktör 5) faktörü içerisinde yer alan diğer değişkenler arasında BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan önemli bir engel olarak öne çıkmaktadır.
- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması (BO6), şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi (BO5) değişkenleri ise BIM uygulamalarının sektördeki kullanım sürecinde yönetim eksikliği (Faktör 2) faktörü altındaki değişkenler arasında BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan önemli birer engel olarak öne çıkmaktadırlar.

- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırlamaması (BO13) değişkeninin, BIM uygulamalarına geçiş sürecinin yürütülmesinde yaşanan sorunlar (Faktör 3) faktörü içerisinde yer alan değişkenler arasında BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan önemli bir engel olarak öne çıktığı ifade edilebilir.
- BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi (BU7), proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi (BU8) değişkenleri, BIM kullanımı ile ilgili proje paydaşları arası iletişim eksikliği (Faktör 7) faktörüne ait diğer değişkenler arasında BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan önemli birer engel olarak öne çıkmaktadırlar.
- BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi (BU2) değişkeni ise BIM uygulamaları ile ilgili önyargı (Faktör 8) faktörüne ait değişkenler arasında BIM uygulamalarının kullanılmamasına neden olan önemli bir engel olarak öne çıkmaktadır.
- BIM uygulamalarına geçiş süreci yürütülürken yaşanan sorunlar arttıkça, BIM uygulamaların kullanım sürecindeki yönetim eksikliği de artmaktadır.
- BIM uygulamaları ile ilgili önyargı arttıkça, BIM kullanımı ile ilgili proje paydaşları arası iletişim eksikliği de artmaktadır.
- BIM kullanımı ile ilgili proje paydaşları arası iletişim eksikliği arttıkça, BIM tabanlı çalışan programlarla ilgili olarak oluşabilecek problemler de artmaktadır.
- BIM uygulamaları ile ilgili eğitimin niteliği ve eğitim imkanlarının yetersizliği arttıkça, BIM uygulamalarına geçiş sürecinin yürütülmesinde yaşanan sorunlar da artmaktadır.
- BIM uygulamaları ile ilgili önyargı arttıkça, BIM tabanlı çalışan programlarla ilgili olarak oluşabilecek problemler de artmaktadır.

Bu çalışmanın sonuçları doğrultusunda, Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına neden olan en önemli engellerin: BIM kullanımına yönelik teşvik eksikliği, BIM farkındalığının eksikliği, BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması, BIM

tabanlı çalışan programlarla ilgili olarak oluşabilecek problemler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

7.2. Öneriler

İnşaat sektörünün genel yapısı ve diğer sektörler arasındaki konumu itibariyle, ülkedeki ekonomik gelişmelerden eklenen ve ülkenin ekonomisini etkileyen bir sektör olduğu ifade edilebilir. Bu açıdan inşaat sektöründe inşaat verimliliği çok büyük önem kazanmaktadır. İnşaat verimliliğinin artması ve ortaya çıkarılan ürünlerin yapım ve yönetim aşamasında minimum kayıp ile maksimum kazanç elde etmek önemlidir. Gelişen teknoloji ve değişen koşullar her alanda olduğu gibi inşaat sektörünü de yeniliğe yönlendirmektedir. BIM uygulamaları da inşaat sektörü için, verimliliğin artması açısından önemli bir yeniliktir. Ancak, her yenilik için geçerli olan bir durum olmak üzere BIM uygulamalarının da benimsenmesi ve yaygın kullanılmasında engeller meydana gelmektedir. Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının yaygın kullanılmamasına neden olan engellerin çeşitli çözüm yolları ile ortadan kaldırılması gerekmektedir. Böylece, BIM uygulamalarının sektörde yaygın kullanılması sağlanabilecektir.

Yapılan literatür taraması ve anket çalışmaları sonucunda elde edilen bilgiler doğrultusunda sektöre yönelik belirlenmiş olan sorunlara çözüm yolu olarak aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

- BIM eğitimi ile ilgili olarak öncelikle, üniversitelerin mimarlık ve mühendislik fakültelerinde hali hazırda var olan belirli sayıdaki BIM derslerinin yanı sıra ülke çapındaki üniversitelerin çoğunda zorunlu ya da seçmeli olarak verilmek üzere BIM ile ilgili dersler eklenebilir. Bu şekilde inşaat sektörünün yeni üyelerinin BIM ile ilgili bilgi sahibi olması sağlanarak, sektör için eğitilmiş bu konuda nitelikli personel yetiştirilmesi sağlanabilir.
- İnşaat sektöründeki verimlilik artışının yalnızca firmalar için değil, yapının kullanıcılarının ve dolayısıyla milli kaynakların verimli kullanımını açısından faydalı olacağına bilinciyle; firmaları BIM kullanımına teşvik etmek amacıyla BIM uygulamalarına geçiş yapmak isteyen firmaların ilk yatırım maliyetini karşılamakta zorluk yaşamamaları için belirli bir kısmının karşılanması şeklinde devlet tarafından teşvik verilebilir.

- BIM uygulamalarına geçiş için gerekli danışmanlık hizmeti alabilmeleri için firmalara destekler verilebilir, mevcut danışmanlık firmalarının haricinde yeni danışmanlık firmaları kurulması için destek verilebilir. Bu şekilde, ilk yatırım maliyetinin ve ek maliyetlerin azaltılması ile firmalar BIM uygulamalarına geçiş için istekli hale getirilebilir.
- BIM uygulamalarını ülke genelinde yaygınlaştırmak amacıyla devlet tarafından çeşitli uygulamalar yapılarak, firmaların BIM kullanımına geçişi için gerekli süre ve imkanlar göz önünde bulunarak planlanan süre ve koşullar dahilinde, kamu projelerinde zorunlu hale getirilmesi ile başlayarak sonrasında işvereni tüzel kişi ya da kuruluşlar olan projeler için çeşitli yükümlülükler/ mevzuatlar/standartlar ile firmaların BIM uygulamalarının kullanımına geçişi sağlanabilir.
- İnşaat sektöründe potansiyel işverenlere/kullanıcılara yönelik olarak bu kişi ya da kurumların BIM ve BIM'in faydaları ile ilgili bilgi sahibi olabilecekleri çeşitli organizasyonlar/seminerler gerçekleştirilmesi, platformların kurulması gibi çalışmalar yürütülebilir. Bu şekilde, işveren/kullanıcı talebinin artışı ve bu doğrultuda firmalar BIM kullanımına yönlendirilebilir.
- Organizasyonların haricinde, sektördeki profesyonelleri kişisel olarak BIM eğitimi almaya teşvik etmek amacıyla, meslek odaları aracılığıyla BIM ile ilgili eğitim veren kurumlar ile anlaşılarak eğitim için ödenen ücretlerde yapılabilecek indirimlerle sektördeki kişiler eğitim almaya yönlendirilebilir. BIM uygulamaları için nitelikli personel ihtiyaı karşılanması ve beraberinde BIM eğitimi veren yeni birimlerin aılması sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- Abubakar, M., Ibrahim, Y. M., Kado, D., Bala, K. (2014). Contractors Perception of the Factors Affecting Building Information Modelling (BIM) Adoption in the Nigerian Construction Industry, *Computing in Civil and Building Engineering* ©ASCE, 167–178.
- Adamus, L. W. (2013). BIM: Interoperability for Sustainability Analysis in Construction, *Central Europe towards Sustainable Building 2013: Integrated building design BIM*, 1–4.
- Ademci, M. E. (2018). An Analysis of BIM Adoption in Turkish Architectural, Engineering and Construction (AEC) Industry. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- AEC (UK) BIM Protocol, (2012). Implementing UK BIM Standards for the Architectural, Engineering and Construction industry. Version 2.0, September 2012. <https://aecuk.files.wordpress.com/2012/09/aecukbimprotocol-v2-0.pdf>, 19.01.2021.
- Aghion, P., Akcigit U., Howitt P. (2014). Chapter 1 - What do we learn from Schumpeterian growth theory? *Handbook of Economic Growth*, Elsevier, **2**, 515–563.
- Ahn, K., Kim, Y., Park, C., Kim, I. and Lee, K. (2014). BIM Interface for Full vs. Semiautomated Building Energy Simulation, *Energy & Buildings*, Elsevier B.V., **68**, 671–678.
- AIA. The American Institute of Architects. 2007. Integrated Project Delivery: A Guide, AIA California Council. ss. 62.
- Aibinu, A., Ventkatesh, S. (2014). Status of BIM adoption and the BIM experience of cost consultants in Australia, *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, **140** (3), 3021-10.
- Akipek, F. Ö., İnceoğlu, N. (2007). Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim Teknolojilerinin Mimarlıktaki Kullanımları. *Megaron*, **2** (4), 237- 253.
- Akkaya, D. (2012). İnşaat Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesi Hakkında İnceleme. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akkoyunlu, T. (2015). Kentsel Dönüşüm Projeleri İçin BIM Uygulama Planı Önerisi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aksamija, A. (2012). BIM-Based Building Performance Analysis: Evaluation and Simulation of Design Decisions, *2012 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*, 1–12.
- Aladağ, H., Demirdögen, G., Isik, Z. (2016). Building Information Modeling (BIM) Use in Turkish Construction Industry. *Procedia Engineering*, **161**, 174–179.

- Alkawi, G. (2016). Mimarlık Eğitiminde BIM Tabanlı Disiplinler Arası İş Birliği Önerisi. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Ortamında Sanat ve Tasarım Anabilim Dalı, İstanbul.
- Amuda-Yusuf, G. (2018). Critical Success Factors for Building Information Modelling Implementation. *Construction Economics and Building*, **18** (3), 55-74.
- Antón, L. Á., Díaz, J. (2014). Integration of LCA and BIM for Sustainable Construction, *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, **8** (5), 1378–1382.
- Antwi-Afari, M. F., Li, H., Pärn, E.A., Edwards, D.J. (2018). Critical Success Factors for Implementing Building Information Modelling (BIM): A Longitudinal Review. *Automation in Construction*, **91** (2018), 100–110.
- Anumba, C. J., Evbuomwan, N. F. O. (1997). Concurrent Engineering in Design-Build Projects, *Construction Management and Economics*, **15** (3), 271-281.
- Anumba C. J., Baugh C., Khalfan, M. M. A., (2002). Organisational Structures to Support Concurrent Engineering in Construction, *Industrial Management and Data Systems*, **102** (5-6), 260-270.
- Arayıcı, Y, Khosrowshahi, F, Ponting, A. M., Mihindu, S.A. (2009). Towards implementation of building information modelling in the construction industry. Fifth International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-V) “Collaboration and Integration in Engineering, Management and Technology”, May 20-22, 2009, İstanbul, Türkiye.
- Arayıcı, Y., Coates, P., Koskela L., Kagioglou M., Usher C., O’reilly K. (2011). Building Information Modeling adoption and Implementation for Architectural Practices, *Structural Survey*. **29** (1), 7-25.
- Arayıcı, Y., Egbu, C., Coates, P. (2012). Building Information Modelling (BIM) Implementation and Remote Construction Projects: Issues, Challenges, and Critiques, *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, **17**, 75 - 59.
- Arayıcı, Y., P. Coates (2013). Operational Knowledge for Building Information Modeling Adoption and Implementation for Lean Efficiency Gains, *Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, **1** (2), 1-22.
- Armutlu, S. G., Gülten, A. (2019). The Lifecycle Cost and CO2 Emission Analysis with The Building Information Modeling Applications. *International Journal of Innovative Engineering Applications*, **3** (2), 48-60.
- Atabay, Ş., Öztürk, M. B. (2019). Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Uygulama Planı Üzerine İnceleme. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, **7** (2), 418 – 430.
- Atay Tosun, B. (2019). YBM Standartlarının Karşılaştırmalı İncelenmesi ve Ulusal Standardizasyon Çalışmaları Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Attarzadeh, M., Nath, T., Tiong, R. L. K. (2015). Identifying Key Factors for Building Information Modelling Adoption in Singapore. *Management, Procurement and Law*, **168** (MP5), 220-231.
- Azhar, S., Nadeem, A., Mok, J. Y. N., Leung, B. H. Y. (2008). Building information modeling (BIM): A new paradigm for visual interactive modeling and simulation for construction projects, *In Proceedings of the First International Conference on*

Construction in Developing Countries: Advancing and Integrating Construction Education, Research & Practice, Karachi, Pakistan, 435–446.

Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry, *Leadership and Management in Engineering*, **11** (3), 241–252.

Bahadur, İ. (2018). Yapı Bilgi Modellemesi Uygulama Planının Yapı Bilgi Modellemesi Yazılımı Kullanılabilirliğine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bayraktar Sarı, A. Ö. (2018). Yapı Bilgi Modelleme Tabanlı Hesaplamalı Tasarım Yaklaşımı ile Mimari Tasarım İş Akışlarının Verimliliğinin Sağlanması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bazjanac, V. (2004). Virtual building environments (VBE)—Applying information modeling to buildings, University of California.

Becerik-Gerber, B., Rice, S. (2010). The Perceived Value of Building Information Modeling in The U.S. Building Industry. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, ISSN 1874-4753 (15), 185-201.

Becerik-Gerber, B., Gerber, D., Ku, K. (2011). The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: integrating recent trends into the curricula. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, **16**, 411-432.

Bentler, P. M., Wu E. J. C., 2002. EQS 6 for Windows User's Guide. Encino, CA: Multivariate Software.

Bernstein P.G., Jezyk M., 2014. Chapter 6 - Model and measurement: Changing design value with simulation, analysis, and outcomes. *Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice*. Somerset, NJ, USA: Wiley, 79-94.

Beveridge, S. 2012. Best Practices Using Building Information Modeling in Commercial Construction, Brigham Young University, Yüksek lisans tezi, Provo.

BIM-Forum 2019. Level of Development Specification Guide. https://bimforum.org/resources/Documents/BIMForum_LOD_2019_reprint.pdf, 19.01.2021.

bimSCORE, 2013. <http://www.bimscore.com/>. 19.01.2021.

Boktor, J., Hanna, A., Menassa, C. C. (2014). State of Practice of Building Information Modeling in the Mechanical Construction Industry. *Journal of Management in Engineering*, **30** (1), 78– 85.

Bollen, K. A. (1989). *Structural equations with latent variables*. New York: Wiley.

Bolpagni, M. (2013). The implementation of BIM within the public procurement. Yüksek Lisans Tezi, VTT Technical Research Centre of Finland.

Bolpagni, M., Ciribini A. (2016). The Information Modeling and the Progression of Data-Driven Projects. *Conference: CIB World Building Congress 2016*, **3**, 296-307.

Boon, J., Prigg, C. (2012). Evolution of quantity surveying practice in the use of BIM - the New Zealand experience. *Management of Construction: Research to Practice*, Montreal, Canada, CIB, 84-98.

- Borst, T. C., Mayer, H. G., Frey, C., Klein, W. 2015. BIM for Simulation. The International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) Symposium 2015, Future Visions 17 - 20 August 2015, Amsterdam, The Netherlands.
- Bosch-Sijtsema, P.M. (2014). Temporary Interorganisational Collaboration Practices in Construction Design – The Use of 3D-IT. *Conference proceedings: European group of organization studies, EGOS 2014 Rotterdam*, 1–18.
- Bossink, B.A.G., (2004). Managing Drivers of Innovation in Construction Networks. *Journal of Construction Engineering and Management*, **130** (3), 337-345.
- Brown, T.A., 2006. Confirmatory Factor Analysis for Applied Research. 1st edition. NY: Guilford Publications, Inc.
- Bryde, D., M. Broquetas and J.M. Volm, 2012, “The project Benefits of Building Information Modelling, Elsevier.
- Building-Smart. (2011). BIM in the Middle East 2011: The reality and the way forward. *BuildingSMART ME*. 20.01.2021. <http://www.bimjournal.com/wpcontent/uploads/2011/05/Full-BIM-Report-Web.pdf>.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). Faktör analizi: temel kavramlar ve ölçek geliştirmede kullanımı. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, **32**, 470-483.
- Byrne, B.M., 1994. Structural Equation Modeling with EQS and EQS/Windows: Basic Concepts, Applications and Programming. 1st edition. California: Sage Publication, Inc.
- Byrne, B.M. 2001. Structural Equation Modeling with AMOS: Basic Concepts, Applications and Programming. 1st edition. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ.
- Charef, R., Alaka, H., Emmitt, S. (2018). Beyond the third dimension of BIM: a systematic review of literature and assessment of professional views. *Journal of Building Engineering*, **19**, 242–257.
- Chang, C. -Y., Pan, W., Howard, R. (2017). Impact of Building Information Modeling Implementation on the Acceptance of Integrated Delivery Systems: Structural Equation Modeling Analysis. *Journal of Construction Engineering and Management*, **143** (8): 04017044. 1-10.
- Chen, Y., Dib, H., Cox, R. F., Shaurette, M., Vorvoreanu, M. (2016). Structural Equation Model of Building Information Modeling Maturity. *Journal of Construction Engineering and Management*, **142** (9):04016032. ss. 52.
- Chien, K. -F., Wu, Z. -H., Huang, S. -C. (2014). Identifying and Assessing Critical Risk Factors for BIM Projects: Empirical Study. *Automation in Construction*, **45** (2014), 1–15.
- CURT. Construction Users Roundtable. (2005). Optimizing the Construction Process: An Implementation Strategy, CURT, Cincinnati, OH.
- Çelik, G. (2013). Türk İnşaat Sektörü Çalışanlarının Kişilik Özelliklerinin, Örgütsel Bağlılık ve İş Tatmini ile İlişkisi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Çoban, D. (2019). Approximate Cost Preparation in a BIM-based Architectural Modelling Program. Yüksek Lisans Tezi. Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.

- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., Büyüköztürk, Ş., 2010. Sosyal Bilimler için Çok Değişkenli İstatistik, Pegem Akademi, Ankara, ss. 424.
- Dainty, A., Leiringer, R., Fernie, S., Harty, C., (2015). Don't believe the (BIM) hype: the unexpected corollaries of the UK 'BIM revolution'. The 2015 Engineering Project Organizations Conference, The University of Edinburgh, Scotland, UK. 24 - 26 Haziran 2015.
- Dave, B., Koskela, L., Kiviniemi, A., Owen, R. L., Tzortzopoulos Fazenda, P., (2013). Implementing lean in construction: Lean construction and BIM. CIRIA Guide C725, CIRIA - Construction Industry Research and Information Association, United Kingdom. ss. 52.
- Demirdoven, J. (2015). An Interdisciplinary Approach to Integrate BIM in the Construction Management and Engineering Curriculum. Proceedings of 9th BIM Academic Symposium (BIMAS2015) & Job Task Analysis Review, 7-8 April, Washington, DC, USA.
- Demirdoven, J., Arditi, D. (2014). Advancing BIM in the Construction Management and Engineering Curriculum. Proceedings of 11th International Congress on Advances in Civil Engineering, 21-25 Ekim, İstanbul, Türkiye.
- Ding, L., Zhou, Y., Akinci, B. (2014). Building Information Modeling (BIM) application framework: The process of expanding from 3D to computable nD. *Automation in Construction*, **46** (82–93), 82–93.
- Ding, Z., Zuo, J., Wu, J., Wang, J.Y. (2015). Key Factors for The BIM Adoption by Architects: A China Study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, **22** (6), 732-748.
- Dispenza, K. (2010). The Daily Life of Building Information Modeling (BIM), <http://buildipedia.com/aec-pros/design-news/the-daily-life-of-building-information-modeling-bim>. 17.01.2021.
- Dodge (2015). SmartMarket Report: The Business Value of BIM in China. Dodge Data & Analytics, Bedford, Massachusetts.
- Dodge (2017). SmartMarket Report: The Business Value of BIM in Middle East. Dodge Data & Analytics, Bedford, Massachusetts.
- Eadie, R., Odeyinka, H., Brown, M., Mckeown, C., Yohanis, M. (2013). An analysis of the drivers for adopting building information modeling. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, **18**, 338-352.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. 2008. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modelling for Owners, Manager, Designers, Engineers, and Contractors. 1st Edition, John Wiley & Sons, Inc., USA.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. 2011. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. 2nd Edition, John Wiley & Sons, Hoboken.
- Egan, J. (1998). Rethinking construction: The report of the construction task force Department of the Environment, Transport and the Regions. London.
- Egan, J. (2002). Accelerating change, Strategic Forum for Construction, London.

- Elmalı, Ö. (2018). Türkiye’de Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) Farkındalığının ve Hukuki Zorunluluğunun Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- El-Gohary, K.M., Aziz, R.F., (2013). Factors influencing construction labor productivity in Egypt. *Journal of Construction Engineering and Management*, **30** (1), 1-9. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000168](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000168).
- Emrah TÜRKYILMAZ, (2016). YBM’nin Mimarlık Eğitim Programı ile Bütünleşmesi Üzerine Bir Çalışma. *Megaron 2016*, **11** (1), 78-88.
- Erdem, B. (2018). Yapı Bilgi Modellemesi Tabanlı Yalın Tasarım Yönetimi Üzerine Bir İnceleme. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erdik, M. (2018). Yapı Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesinin Adaptasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Erkorkmaz, Ü., Etikan, İ., Demir O., Özdamar, K., Sanisoğlu, S.Y., (2011). XIII. Ulusal Biyoistatistik Kongresi (12-14 Eylül 2011, Ankara) sözlü bildiri. *Türkiye Klinikleri J Med Sci 2013*; **33** (1), 210-23.
- Evbomwan N. F. O., Anumba C. J., (1998). An Integrated Framework for Concurrent Life-Cycle Design and Construction. *Advances in Engineering Software*, **29** (7-9), 587-597.
- Fadeyi, M. O. (2017). The Role of Building Information Modeling (BIM) in Delivering the Sustainable Building Value. *International Journal of Sustainable Built Environment*, **6** (2017), 711–722.
- Fernandez, S., Rainey, H.G. (2006). Managing successful organizational change in the public sector. *Public administration review*, **66** (2), 168–176.
- Field, A. P. (2000). *Discovering Statistics Using SPSS for Windows: Advanced Techniques for Beginners*, Sage Publications, Inc. 2455 Teller Road Thousand Oaks, CA United States, s. 496. ISBN:978-0-7619-5755-3
- Fox, S., (2014). Getting real about BIM. *International journal of managing projects in business*, **7**, 405–422.
- Fox, S., Hietanen, J. (2007). Interorganizational Use of Building Information Models: Potential for Automational, Informational and Transformational Effects. *Construction Management and Economics*, **25** (3), 289–296.
- George D, Mallery P., 1999. *SPSS for windows step by step: a simple guide and reference*. USA: Allyn and Bacon.
- George, D., Mallery, M. 2010. *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*. 17.0 update, 10th edition, Boston: Pearson.
- Ghosh S., Jintanapakanont J. (2004). Identifying and Assessing the Critical Risk Factors in An Underground Rail Project in Thailand: A Factor Analysis Approach. *International Journal of Project Management*, **22** (8), 633-643.
- Glick, S., Guggemos, A. (2009). IPD and BIM: Benefits and opportunities for regulatory agencies. 45th Associated Schools of Construction National Conference, Gainesville, FL.

- Gökdaş, İ. (1996). Bilgisayar Eğitimi Öğretim Teknolojisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara. s. 148.
- Gökuç, Y.T., Arditi, D. (2016). Adopting BIM in Architectural Design Offices. *Interaction between Theory and Practice in Civil Engineering and Construction*, ISBN: 978-0-9960437-2-4, 533-538.
- Gu, N., London, K. (2010). Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. *Automation in Construction*, **19** (8), 988–999.
- Hair, J. F. Jr., Anderson, R. E., Tatham, R. L. and Black, W. C. (1998). *Multivariate Data Analysis*. 5th edition, New Jersey: Prentice-Hall. ss. 928.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E. (2009). *Multivariate Data Analysis: A Global Perspective*. 7th edition, Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Hardin, B. (2009). *BIM and construction management*, Wiley, Indianapolis, IN.
- Harris, J. (2010). *Integration of BIM and Business Strategy*. McCormick School of Engineering and Applied Science, Northwestern University, Evanston, IL.
- Hendrickson, C., Au, T. (2000). *Project Management for Construction, Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects and Builder*. Carnegie Mellon University, 2nd edition. Pittsburgh, PA.
- HM Government. (2012). *Industrial Strategy: Government and Industry in Partnership, Building Information Modeling*. Crown Copyright. United Kingdom.
- Hochscheida, E., Halinb, G. (2018). A Model to Approach BIM Adoption Process and Possible BIM Implementation Failures. Creative Construction Conference 2018, CCC 2018, 30 June - 3 July 2018, Ljubljana, Slovenia. 257-264.
- Hooper, D., Coughlan, J., Mullen, M., (2008). Structural Equation Modeling: Guidelines for Determining Model Fit. *The Electronic Journal of Business Research Methods*, **6** (1), 53-60.
- Hope, A., Alwan, Z. (2012). *Building the Future: Integrating Building Information Modelling and Environmental Assessment Methodologies*. Northumbria Research Link, <https://core.ac.uk/download/pdf/8790178.pdf>. 19.05.2020.
- Howard, R., Björk, B.C. (2008). Building Information Modelling–Experts’ Views on Standardisation and Industry Deployment. *Advanced engineering informatics*, **22** (2), 271–280.
- Hu, L., Bentler, P.M. (1999). Cutoff Criteria for Fit Indexes in Covariance Structure Analysis: Conventional Criteria Versus New Alternatives. *Structural Equation Modeling*, **6**, 1-55.
- Inusah, Y. (2018). *Türk İnşaat Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Uygulamalarının Yaygınlığı ve Uygulamalardaki Başarı Düzeyleri Üzerine Bir İnceleme*. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Isikdag, U., J. Underwood, M. Kuruoglu, (2009). *Construction Informatics in Turkey: Strategic Role of Ict and Future Research Directions*, University of Salford.
- İnceoğlu, M., (2004), *Tutum Algı İletişim*. 1.Baskı, Ankara: Elips Kitap.
- Jensen, P. A., Jóhannesson, E. I. (2013). Building information modelling in Denmark and Iceland. *Engineering. Construction and Architectural Management*, **20**(1),99-110.

- Joannides, M. M., Olbina, S., Issa, R. R. A. (2012). Implementation of Building Information Modeling into Accredited Programs in Architecture and Construction Education. *International Journal of Construction Education and Research*, **8** (2), 83–100.
- Jöreskog, K.G., Sörbom, D. 1996. LISREL 8: User References Guide, Scientific Software International, Chicago, ss. 378.
- Jung W., Lee G. (2015). The Status of BIM Adoption on Six Continents. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil and Environmental Engineering*, **9** (5), 512-516.
- Kaçmaz, Ş. (2019). Parametrik Tasarım ve BIM. Yapı Bilgi Modelleme, Nisan 2019, 3-9.
- Kalaycı, E., 2008. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. 3. Baskı, Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Kamardeen, I. (2010). 8D BIM modelling tool for accident prevention through design. 26th Annual ARCOM Conference, Leeds, Association of Researchers in Construction Management, **1**, 281-289.
- Karakurt, A. (2019). Benefit of BIM Technology on Construction Management. Yüksek Lisans Tezi. Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Karataş, İ. (2018). Danışmanlık Hizmetlerinde Yapı Bilgi Modelleme (Building Information Modeling-BIM) Sisteminin Uygulanabilirliğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Osmaniye.
- Kassem, M., Brogden, T., Dawood, N. (2012). BIM and 4D planning: a holistic study of the barriers and drivers to widespread adoption. *Journal of Construction Engineering and Project Management*, **2** (4), 1–10.
- Kelloway, K.E., 1989. Using Lisrel for Structural Equation Modelling: A Researcher's Guide. London: Sage.
- Khan, A. F. (2015). Assessment of Midlife career Stress on Indian Managers. Doktora Tezi. Aligarh Muslim University, Hindistan.
- Khanzadi, M., Sheikhhoshkar, M., Banihashemi, S. (2018). BIM Applications Toward Key Performance Indicators of Construction Projects in Iran. *International Journal of Construction Management*, **20** (4), 305–320.
- Khosrowshahi F., Arayici, Y. (2012). Roadmap for Implementation of Building Information Modeling in the UK Construction Industry, *Engineering, Construction and Architectural Management*, **19** (6), 610 – 635.
- Kıvırcık, İ. (2016). An Investigation into the Building Information Modeling Applications in the Construction Project Management. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kivits, R. A., Furneaux, C. (2013). BIM: Enabling sustainability and asset management through knowledge management. *The Scientific World Journal*, **2013**, ID:983721, ss. 14.
- Kline, P., 1994. An Easy Guide to Factor Analysis. New York: Routledge.

- Kocagöz, E.S. (2010). Kadınların Makyaj Malzemelerini Satın Alma Davranışlarının İncelenmesi: Planlanmış Davranış Teorisinin Bir Uygulaması. Doktora Tezi. Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.
- Kutlu, A. (2019). Yapı Bilgi Modellemesi Benimsenme Sürecinin İşveren Açısından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kymmell, W. (2008). Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations. eBook, McGraw Hill.
- Latham, M. (1994). Constructing the Team: Joint review of the procurement and contractual arrangements in the UK construction industry, Final Report. HMSO, London, UK.
- Lee, S., Yu, J., Jeong, D. (2014). BIM Acceptance Model in Construction Organizations. *Journal of Management in Engineering*, **31** (3): 04014048, 1-13.
- Lei, P.-W., Wu, Q. (2007). Introduction to Structural Equation Modeling: Issues and Practical Considerations. *Educational Measurement: Issues and Practice*, **26** (3), 33-44.
- Li, J., Wang, Y., Wang, X., Luo, H., Kang, S.-C., Wang, J., Guo, J., Jiao, Y. (2014). Benefits of building information modelling in the project lifecycle: Construction projects in Asia. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, **11** (1). s. 11.
- Lindblad, H., Guerrero, J. R. (2020). Client's Role in Promoting BIM Implementation and Innovation in Construction. *Construction Management and Economics*, ISSN: 0144-6193, 1466-433X.
- Ling, F.Y.Y., (2003). Managing the implementation of construction innovations. *Construction Management and Economics*, **21**, 635-649.
- Liu, S., Xie, B., Tivendal, L., Liu, C. (2015). Critical Barriers to BIM Implementation in the AEC Industry. *International Journal of Marketing Studies*, **7**.
- Liu, B., Li, Y., Xue, B., Li, Q., Zou, P.X.W., Li, L. (2018). Why do individuals engage in collective actions against major construction projects?- an empirical analysis based on Chinese data. *International Journal of Project Management*, **36** (4), 612-626.
- Lohmöller, J.B. (1982). An overview of latent variables path analysis. The Annual Meeting of the American Educational Research Association, 19–23 March, New York, NY.
- Maçka Kalfa, S. (2018). Building information modeling (BIM) systems and their applications in Turkey. *Journal of Construction Engineering, Management & Innovation*, **1** (1), 55-66.
- Marsh, H. W., Hocevar, D. (1985). Application of confirmatory factor analysis to the study of selfconcept: First and higher order factor models and their invariance across groups. *Psychological Bulletin*, **97**, 562–582.
- Masood, R., Kharal, M.K.N., Nasir, A.R., (2014). “Is BIM Adoption Advantageous for Construction Industry of Pakistan?”. *Procedia Engineering*, **77** (2014), 229 – 238.
- MasterSpec. (2012). New Zealand national BIM survey 2012. Master Spec Construction Information Ltd., Auckland. <https://masterspec.co.nz/>

- McArthur, J.J. (2015). A Building Information Management (BIM) framework and supporting case study for existing building operations, maintenance and sustainability. *Procedia Engineering*, **118**, 1104–11.
- McGraw-Hill. (2008). SmartMarket report: BIM: Transforming design and construction to achieve greater industry productivity. McGraw-Hill Construction, Bedford, Massachusetts.
- McGraw-Hill. (2009). SmartMarket report: The Business Value of BIM. McGraw-Hill Construction, Bedford, Massachusetts.
- McGraw-Hill. (2010). SmartMarket report: The business value of BIM in Europe. McGraw-Hill Construction, Bedford, Massachusetts.
- McGraw-Hill. (2012a). SmartMarket report: The business value of BIM in North America multiyear trend analysis and user ratings (2007-2012). McGraw-Hill Construction, Bedford, Massachusetts.
- McGraw-Hill. (2012b). SmartMarket report: The business value of BIM for infrastructure. McGraw-Hill Construction, Bedford, Massachusetts.
- McGraw-Hill. (2012c). SmartMarket report: The business value of BIM in South Korea how building information modelling is driving positive change in the South Korean construction industry. McGraw-Hill Construction, Bedford, Massachusetts.
- McGraw-Hill. (2014a). SmartMarket report: The Business Value of BIM for Construction in Major Global Market: How Constructors Around the World Are Driving Innovation With Building Information Modeling. McGraw-Hill Construction, Bedford, Massachusetts.
- McGraw-Hill. (2014b). SmartMarket report: The Business Value of BIM in Australia and New Zealand: How Building Information Modeling is Transforming the Design and Construction Industry. McGraw-Hill Construction, Bedford, Massachusetts.
- Migilinskas, D., Popov, V., Juocevicius, V., Ustinovichius, L. (2013). The Benefits, Obstacles and Problems of Practical BIM Implementation. *Procedia Engineering*, **57**, 767–774.
- Miozzo, M., Dewick, P. (2002). Building competitive advantage: innovation and corporate governance in European construction. *Research Policy*, **31** (6), 989-1008.
- Morlhona, R., Pellerin, R., Bourgault, M. (2014). Building Information Modeling Implementation Through Maturity Evaluation and Critical Success Factors Management. *Procedia Technology*, **16** (2014), 1126 – 1134.
- NATSPEC. The Australian National Building Specification system (2013). BIM education - global - summary report.
- NBIMS. National Building Information Modelling Standard. (2007). Version 1 – Part 1: Overview, Principal, and Methodologies. An Authoritative Source of Innovative Solutions for the Built Environment Final report. *National Institute of Building Sciences (NIBS)*. United States.
- NBS - National Building Specification. (2011). Building Information Modeling Report 2011. RIBA Enterprises Ltd.
- Neeley D., (2010). BIM 1.0, BIM 2.0, BIM 3.0 - 2010 Update. 2010 AIA National Convention, Miami.

- Norris, M., Lecavalier, L., (2009). Evaluating the Use of Exploratory Factor Analysis in Developmental Disability Psychological Research. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, **40** (1), 8–20.
- Nunnally, J.C., Bernstein, I.H. (2007). *Psychometric Theory*. McGraw-Hill Construction, New York, NY.
- Nurtan Güneş, E. T. (2018). Analysis of Mobile BIM Adoption at Construction Site: A Case Study of a Complex Infrastructure Project. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ofluoğlu, S. (2009). Yapı Bilgi Modelleme: Yeni Nesil Mimari Yazılımlar. Mimar Sinan Üniversitesi, Enformatik Bölümü.
- Oğur, R., Tekbaş, Ö.F. (2003). Anket nasıl hazırlanır? *Sted Dergisi*, **12** (9), 338.
- Olawumi, T. O., Chan, D.W.M. (2018). Critical Success Factors (CSFs) for Amplifying the Integration of BIM and Sustainability Principles in Construction Projects: A Delphi Study. COBRA 2018 Conference Paper. ss. 11.
- Öktem, S. (2016). BIM'e Geçiş Sürecinin Organizasyonel ve Operasyonel Çerçevesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özener, O. Ö., Temiz, G. (2016). Mimarlık ve İnşaat Sektöründe YBM Odaklı Dönüşüm. *Ege Mimarlık*, **Nisan 2016**, 34-37.
- Özcan, H. (2010). Yapı Bilgi Sistemleri ve Mimarlıktaki Yeri. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özorhon, B., Karahan U. (2016). Critical Success Factors of Building Information Modeling Implementation. *Journal of Management in Engineering*, **33** (3): 04016054. 1-10.
- Özorhon, B., (2018). BIM-Yapı Bilgi Modellemesi, İstanbul: Abaküs Kitap.
- Özge, R. E. (2009). Mimarlık Pratiğinde Yapı Bilgi Sistemleri. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özperçin, G. D. (2016). Integrated Project Delivery Method Using BIM to Support of Sustainable Design and Construction. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Pehlevan, E. E., Kazado, D., 2018. YBM Uzmanı Sertifika Programı 1. Modül: YBM Süreçleri Eğitimi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Pekeriçli, M. K., Sarı, R., Tanyer A. M. (2017). Türkiye'deki Mimarlık ve Mühendislik Firmalarında Yapı Bilgi Modellemesi Olgunluğu Üzerine Bir Araştırma. *İmkânsız Mekanlar - Olanaksızın Olanağı*, **MSTAS.2017**, 214-227.
- PMI. The Project Management Body of Knowledge. (2008). PMBOK® Guide. 5th Edition. Project Management Institute, Newton Square, Pennsylvania, USA.
- PMI. The Project Management Body of Knowledge. (2017). PMBOK® Guide. 6th Edition. Project Management Institute, Newton Square, Pennsylvania, USA.
- Preedy, V. R., Watson, R. R. 2009. Handbook of Disease Burdens and Quality of Life Measures. New York: Springer.

- Polit, D. F., Beck, C. T. (2012). *Nursing Research: Generating and Assessing Evidence for Nursing Practice*, 9th edition. Philadelphia, USA: Wolters Klower Health, Lippincott Williams & Wilkins.
- Popov, V., Juocevicius, V., Migilinskas, D., Ustinovichius, L., Mikalauskas, S. (2010). The use of a virtual building design and construction model for developing an effective project concept in 5D environment. *Automation in Construction*, **19** (3), 357–367.
- Raykov, T., Marcoulides, G.A., 2006. *A First Course in Structural Equation Modeling*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, ss. 238.
- Raykov, T., Marcoulides, G.A., 2008. *An Introduction to Applied Multivariate Analysis*. 1st Edition. NY: Taylor & Francis Group.
- Redmond, A., Hore, A., Alshawi, M., West, R. (2012). Exploring how information exchanges can be enhanced through Cloud BIM. *Automation in Construction*, **24**, 175–183.
- RICS, 2014. How can building information modelling (BIM) support the new rules of measurement (NRM), Report for Royal Institution of Chartered Surveyors, London: RICS.
- RICS, 2015. Collaborative Building Information Modelling (BIM): Insights from Behavioural Economics and Incentive Theory. Report for Royal Institution of Chartered Surveyors, London: RICS.
- Sarı, R. (2017). An Investigation of Building Information Modeling Maturity in Turkish Small-Medium Size Enterprises Architectural and Engineering Firms. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sarıççek, T. (2019). Türkiye’de Mimarlık Şirketleri İçin BIM Uygulama Yol Haritası. Yüksek Lisans Tezi. Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., Müller, H., (2003). Evaluating the Fit of Structural Equation Models: Test of Significance and Descriptive Goodness of Fit Measures. *Methods of Psychological Research – Online*, **8** (2), 23-74.
- Schumacker, R.E., Lomax, R.G. 1996. *A Beginner’s Guide to Structural Equation Modeling*. 1st Edition. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ.
- Selim, S. (2019). Türkiye’de Yapı Bilgi Modellemesinin Mimari Projelerde Kullanımı Üzerine Bir Uygulama Çalışması. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Silva, M.J.F., Salvado, F., Couto, P., Azevedo, Á. L., (2016). Roadmap Proposal for Implementing Building Information Modelling (BIM) in Portugal. *Open Journal of Civil Engineering*, **6** (3), 475-481.
- Singh, K. (1997). The impact of technological complexity and interfirm cooperation on business survival. *The Academy of Management Journal*, **40** (2), 339-367.
- Singh, V., Gu, N., Wang, N., (2011). A theoretical framework of a bim-based multi-disciplinary collaboration platform. *Automation in Construction*, **20**, 134-144.
- Slaughter, E.S. (2000). Implementation of construction innovations. *Building Research & Information*, **28** (1), 2–17.
- Sharif, T. (2011). BIM in the Middle East. Middle-East BIM report, buildingSMART, ME, ss. 64.

- Smith, D. K., Tardif, M. 2009. Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide. Wiley, Hoboken, New Jersey.
- Smith, P. (2014). BIM & The 5D Project Cost Manager. 27th IPMA World Congress, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **119**, 475-484.
- Stevens, J. P. (1996). Applied Multivariate Statistics for Social Sciences. 3rd Edition. NJ:Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Stevens, J. P. (2009). Applied multivariate statistics for the social sciences. 5th Edition. New York: Routledge.
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: a research and delivery foundation to industry stakeholders. *Automation in Construction*, **18**, 357–375.
- Succar, B. 2010. Chapter- Building Information Modelling Maturity Matrix. Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies. ChangeAgents AEC, Australia. ss. 50.
- Succar, B., Sher, W. (2013). A Competency knowledge-base for BIM learning in Australasian Universities Building Education (AUBEA2013). Auckland, New Zealand, November 20-22, 2013. <http://bimexcellence.net>
- Succar, B., W. Sher, A. Williams, (2013). An Integrated Approach to Building Information Modeling Competency Assessment, Acquisition and Application. School of Architecture and Built Environment.
- Suermann, P., R. Issa, (2009). Evaluating Industry Perceptions of Building Information Modeling. *Journal of Information Technology in Construction*,
- Sunil K., Pathirage, C., Underwood, J. (2017). Factors Impacting Building Information Modelling (BIM) Implementation in Cost Monitoring and Control. *13th International Postgraduate Research Conference (IPGRC)*, 14-15 September 2017, University of Salford, UK. 210- 224.
- Sümer, N. (2000). Yapısal Eşitlik Modelleri. *Türk Psikoloji Yazıları*, **3** (6), 49-74.
- Şimşek, Ö. F. 2007. Yapısal eşitlik modellemesine giriş, temel ilkeler ve LISREL uygulamaları. Ankara: Ekinoks Eğitim ve Danışmanlık Hizmetleri, Siyasal Basın ve Dağıtım.
- Tabachnick, Barbara G., Fidell, Linda S. 2001. Using Multivariate Statistics. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon, Inc.
- Tekin, H., 1996. Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme. Ankara: Yargı Yayınları. ss. 312.
- Thompson, B., 2004. Exploratory and Confirmatory Factor Analysis: Understanding Concepts and Applications. 1st Edition. Washington: American Psychological Association.
- Toole, T.M., (1998). Uncertainty and home builders' adoption of technological innovations. *Journal of Construction Engineering and Management*, **124** (4), 323-332.
- Tsai, M. -H., Mom M., Hsieh, S. -H. (2014a). Developing Critical Success Factors for The Assessment of BIM Technology Adoption: Part I. Methodology and Survey. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, **37** (7), 845–858.
- Tsai, M. -H., Mom M., Hsieh, S. -H. (2014b). Developing Critical Success Factors for The Assessment of BIM Technology Adoption: Part II. Analysis and Results. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, **37** (7), 859–868.

Turk, Ž. (2006). Construction Informatics: Definition and Ontology. *Advanced Engineering Informatics*, **20** (2), 187-199.

Ugwu, O., Kumaraswamy, M. (2007). Critical success factors for construction ICT projects- some empirical evidence and lessons for emerging economies. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, **12**, 231-249.

Underwood J., Isikdag U. 2009. Handbook of research on building information modeling and construction informatics: Concepts and technologies: Concepts and Technologies. The USA: Information Science of Reference.

URL 1, <https://ytong.com.tr/blog-detay.asp?blogID=.44>. 30.10.2020.

URL 2, <https://www.truecadd.com/level-of-development-lod.php>. 19.01.2021.

Vass, S., Gustavsson, T. K. (2017). Challenges When Implementing BIM for Industry Change. *Construction Management and Economics*, **35** (10), 597–610.

Yalçınkaya, M., Öztürk, G. B., Arditi, D. (2014). Yapı İşletmesi ve Bakımı için Bilgi Gereksinimlerinin Belirlenmesi ve Yapı Bilgi Modelleme Araçları ile Otomatik Transferi. 3. Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi, 6-8 Kasım 2014. Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

Yan, H., Damian P. (2008). Benefits and Barriers of Building Information Modelling. 12th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, Beijing, 2008. ss. 5.

Yatich, P. B. (2018). Initiatives for BIM Adoption in the Leading Countries. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yeomans, S. G., Bouchlaghem, N. M., El-Hamalawi, A. (2006). An evaluation of current collaborative prototyping practices within the AEC industry. *Automation in Construction*, **15** (2), 139–149.

Yer, B. (2017). BIM Uygulamalarında Sözleşmelerden Kaynaklanan Sorunların İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yılmaz, V., Çelik H.E., 2009. Lisrel ile Yapısal Eşitlik Modellemesi – 1. Baskı. Ankara: Pegem Akademi, ss. 186.

Yoders, J. (2013). Level of Development: Will a new standard bring clarity to BIM model detail? <https://www.bdcnetwork.com/level-development-will-new-standard-bring-claritybim-model-detail>. 18.01.2021

Young, N. W., Jr., Jones, S. A., Bernstein, H. M. (2007). Interoperability in the Construction Industry. SmartMarket Report, McGraw Hill Construction, Bedford, MA, ss. 36.

Yung, P., Wang, X. (2014). A 6D CAD model for the automatic assessment of building sustainability. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, **11** (1), 1–8.

Zhao, Z.Y., Chen, Y.L., 2018. Critical factors affecting the development of renewable energy power generation: evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, **184**, 466-480.

Zontul, K. (2019). Yapım Maliyetlerinin Hesaplanmasında Yapı Bilgi Modelleme (YBM) Sisteminin Örnek Uygulama Üzerinden İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Wang, J., Ding, Z., Zou, L., Zhang, L., Wang, G., Liu, H. (2014). The Development Trend and Government Policies of Open BIM in China. The 17th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate, 981–993.

Won, J., Lee, G. (2010). Identifying the Consideration Factors for Successful BIM Projects. Conference of 17th International Workshop on Intelligent Computing in Engineering, EG-ICE 2010, United Kingdom, Nottingham. ss. 6.

Wong, J., Wang, X., Li, H., Chan, G., Li, H. (2014). A review of cloud-based BIM technology in the construction sector. *Journal of Information Technology in Construction*, **19** (August), 281–291.

Wong, K., Fan, Q. (2013). Building information modelling (BIM) for sustainable building design. *Facilities*, **31** (3), 138–157.

Wong, J., Yang, J. (2010). Research and Application of Building Information Modelling (BIM) in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry: a review and direction for future research. The 6th International Conference on Innovation in Architecture, Engineering & Construction (AEC), Loughborough University, U.K., Pennsylvania State University, 356–365.

EKLER

EK-1 Anket Bilgilendirme Yazısı

TÜRKİYE’DE BIM UYGULAMALARININ YAYGIN KULLANILMAMASINA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ

Değerli Katılımcı;

Hasan Kalyoncu Üniversitesi Mimarlık Bölümünde “Türkiye’de BIM Uygulamalarının Yaygın Kullanılmamasına Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi” konusunda Yüksek Lisans çalışması yürütmekteyiz. Türk inşaat sektöründe yer alan mimarlık ve mühendislik kurumları tarafından BIM (Yapı Bilgi Modelleme) uygulamalarının kullanılmasındaki ve kullanılmamasındaki etken faktörlerin belirlenmesi amacıyla hazırlanmış olan bu anket ile sizin de değerli görüşlerinize başvurulmuştur.

Ankette kişi ya da kurumlar hakkında bilgi toplamak amaçlanmamış olup verilen yanıtların istatistiksel olarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle, anketi şirketi adına cevaplayan kişi ve şirketinin ismi sorulmamıştır. Anketi cevapladıktan sonra en altta bulunan "GÖNDER/SUBMIT" butonuna tıkladığınızda anketler elimize ulaşmış olacaktır. Çalışmaya göstermiş olduğunuz ilgi ve yardımlarınız için teşekkür ederiz.

Mimar Seda TAN (sedataann@gmail.com)

Doç. Dr. Gülden GÜMÜŞBURUN AYALP (Tez Danışmanı)

EK-2 Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılar İçin Araştırmada Kullanılan Anket Formu

1. BIM tabanlı çalışan uygulamaları kullanmayı biliyor musunuz? (Autodesk Revit • Graphisoft ArchiCAD • Bentley • Nemetschek Allplan • Tekla • Navisworks • EcoDomus • Green Building Studio • Design Builder • IES Solutions adındaki uygulamalardan birini ya da birden fazlasını)

Evet Hayır

Eğer cevabınız ‘Evet’ ise 2. Sorudan devam ediniz;

Eğer cevabınız ‘Hayır’ ise 5. Sorudan devam ediniz;

2. Lütfen kullanmayı bildiğiniz program veya programları belirtiniz.

.....

3. Ne kadar sürede öğrendiniz?

0 – 6 ay 6 – 12 ay 1 – 2 yıl 2 – 3 yıl 3+

4. Ne kadar süredir kullanıyorsunuz/biliyorsunuz?

0 – 6 ay 6 – 12 ay 1 – 2 yıl 2 – 3 yıl 3+

5. Türk inşaat sektöründe sizce BIM uygulamalarının kullanılma düzeyi nedir?

Hiç Kullanılmıyor Ara sıra kullanılıyor Orta düzeyde kullanılıyor
 Sıklıkla kullanılıyor Yaygın bir şekilde kullanılıyor

6. Çalıştığınız şirkette/firmada BIM uygulamaları kullanılıyor mu?

Evet Hayır

Eğer cevabınız “Evet” ise A bölümünden devam ediniz.

Eğer cevabınız “Hayır” ise B bölümünden devam ediniz.

B. BIM uygulamalarını sizin/şirketinizin kullanılmamasında aşağıdaki Kriterler/sorunlar/engeller ne kadar etki etmektedir?

Tablo 7.1. Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılar İçin Araştırmada Kullanılan Anket Formu Kriterler

UYGULAMALAR/BIM TEKNOLOJİSİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	Hiç Etkilemedi	Az Düzeyde Etkiledi	Orta Düzeyde Etkiledi	Çok Etkiledi	Pek Çok Etkiledi
1. BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracacağı düşüncesi					
2. BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi					
3. Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu					
4. Devlet tarafından BIM uygulamalarını desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi					
5. BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması					
6. Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması					
7. BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi					
8. Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi					
9. BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması					
10. BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu					
11. Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali					
12. Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması					
13. Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali					

FARKINDALIK/BIM BİLGİ DÜZEYİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	Hiç Etkilemedi	Az Düzeyde Etkiledi	Orta Düzeyde Etkiledi	Çok Etkiledi	Pek Çok Etkiledi
1. Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması					
2. Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinden haberdar olunmaması					
3. Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinin bilinmemesi					
4. BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi					
5. BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi					
6. BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi					
7. BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi					
8. BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi					
9. BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi					

ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	Hiç Etkilemedi	Az Düzeyde Etkiledi	Orta Düzeyde Etkiledi	Çok Etkiledi	Pek Çok Etkiledi
1. BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi					
2. BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması					
3. BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması					
4. BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması					
5. Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi					
6. BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması					
7. BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali					
8. BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi					
9. Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi					
10. İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi					
11. BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)					

12. Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması					
13. İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırlamaması					
14. BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi					
15. Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi					
16. BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması					
17. Kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali					
18. BIM uygulamalarına geçmek istiyoruz. Ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması					

BIM EĞİTİMİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	Hiç Etkilemedi	Az Düzeyde Etkiledi	Orta Düzeyde Etkiledi	Çok Etkiledi	Pek Çok Etkiledi
1. Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması					
2. Ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması					
3. Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması					

4. Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıttıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması					
5. BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması					
6. Yaşadığım şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması					

7. Cinsiyetiniz?

- Erkek Kadın

8. Eğitim seviyeniz nedir?

- Lisans Yüksek Lisans Doktora

9. Mesleğiniz nedir?

- Mimar İnşaat Mühendisi Elektrik Mühendisi Makine Mühendisi
 Diğer

10. İnşaat sektöründe kaç yıllık tecrübeniz bulunmaktadır?

- 0 – 5 yıl 6 – 10 yıl 11 – 15 yıl 16 – 20 yıl 20+

11. Görev pozisyonunuz nedir? (Yalnızca bir şıkkı işaretleyiniz)

- Çalışan Proje Yönetici Müteahhit Firma sahibi

12. Hangi sektörde hizmet vermekttesiniz?

- Kamu Özel Sektör

13. Ağırlıklı olarak ne tür projeler yapıyorsunuz/uyguluyorsunuz? (Yalnızca bir şıkkı işaretleyiniz)

- Konut
 Konut Dışı Bina veya Tesis (Turistik Tesis, Hastane, İş Merkezi,

Spor, Eğitim ve Kültür Yapıları)

- Ulaştırma (Yol, Köprü, Havalimanı, Raylı Sistemler, Liman)
- Enerji ve Endüstriyel Tesisler (HES, Arıtma Tesisi, Fabrikalar, Boru Hattı)
- Diğer

14. Çalıştığınız kuruluşteki teknik personel (mimar, inşaat mühendisi, elektrik mühendisi, makine mühendisi) sayısı kaçtır?

- 1 – 3
- 4 – 6
- 7 – 9
- 10+

15. Yaşadığınız/çalıştığınız şehir neresidir?

.....



EK-3 Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılara Ait Verilerin Güvenilirlik Analizi

Tablo 7.2. Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılara Ait Verilerin Güvenilirlik Analizi (Alfa ölçeği)

UYGULAMALAR/BIM TEKNOLOJİSİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	Madde Silinir İse Cronbach's Alpha Değeri
Türk inşaat sektöründe BIM uygulamalarının kullanım düzeyi	0,962
BU1- BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracığı düşüncesi	0,961
BU2- BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi	0,961
BU3- Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu	0,961
BU4- Devlet tarafından BIM uygulamalarını desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi	0,961
BU5- BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması	0,960
BU6- Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması	0,960
BU7- BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi	0,961
BU8- Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi	0,961
BU9- BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması	0,961
BU10- BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu	0,960
BU11- Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali	0,961
BU12- Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması	0,960
BU13- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali	0,961
FARKINDALIK/BIM BİLGİ DÜZEYİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	Madde Silinir İse Cronbach's Alpha Değeri
BF1-Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması	0,960
BF2- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabilirliğinden haberdar olunmaması	0,960
BF3- Yönetim aşamasında performans, kullanılabilirlik ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabilirliğinin bilinmemesi	0,960

BF4- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi	0,960
BF5- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi	0,960
BF6- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi	0,960
BF7- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi	0,960
BF8- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi	0,960
BF9- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi	0,960
ORGANİZASYON BAZINDAKİ KRİTERLER	Madde Silinir İse Cronbach's Alpha Değeri
BO1- BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi	0,960
BO2- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması	0,960
BO3- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması	0,960
BO4- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması	0,960
BO5- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi	0,960
BO6- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması	0,960
BO7- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali	0,960
BO8- BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi	0,960
BO9- Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi	0,960
BO10- İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi	0,960

BO11- BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)	0,960
BO12- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması	0,960
BO13- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayrılamaması	0,960
BO14- BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi	0,960
BO15- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi	0,960
BO16- BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması	0,960
BO17- Kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali	0,960
BO18- BIM uygulamalarına geçmek istiyoruz. Ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması	0,960
BIM EĞİTİMİ İLE İLGİLİ KRİTERLER	Madde Silinir İse Cronbach's Alpha Değeri
BE1- Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması	0,960
BE2- Ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması	0,960
BE3- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması	0,960
BE4- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması	0,960
BE5- BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması	0,961
BE6- Yaşadığım şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması	0,960
Güvenilirlik Katsayısı Croanbach' s Alfa = 0,961 Madde Sayısı = 47	

EK-4 Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılara Ait Verilerin Normallik Dağılımları

Tablo 7.3. Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılara Ait Verilerin Normallik Dağılımları (Alfa ölçeği)

	Çarpıklık	Basıklık
BIM bilgisi	-0,014	-2,029
BIM Uygulamalarını Öğrenme Süresi	1,475	1,287
BIM Uygulamalarını Kullanma Süresi	-0,732	-0,591
Türk İnşaat Sektöründeki BIM Kullanım Düzeyi	0,204	0,042
Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılara Yönelik BIM Kullanımı ile İlgili Kriterler (BU)	Çarpıklık	Basıklık
BU1- BIM uygulamalarının tasarım maliyetini ve süresini arttıracığı düşüncesi	0,378	-0,956
BU2- BIM uygulamalarına geçişte iş akışı, üretkenlik ve verimliliğin etkileneceği düşüncesi	0,326	-0,891
BU3- Geleneksel proje teslim sisteminden vazgeçme korkusu	-0,049	-1,126
BU4- Devlet tarafından BIM uygulamalarını desteklenmemesi/ yasal mevzuatlar ile zorunlu hale getirilmemesi	-0,135	-1,235
BU5- BIM uygulamasını özendirici hale getirecek teşviklerin olmaması	-0,511	-0,946
BU6- Çalıştığım paydaşlar/firmalar ve alt yüklenicilerin BIM uygulamalarını kullanım oranının az olması ya da hiç kullanmaması	-0,551	-0,878
BU7- BIM uygulamalarının paydaşlar arası bilgi paylaşımını gerektirmesi	-0,045	-1,290
BU8- Proje paydaşlarının tasarım aşamasında projeye katılımını, koordinasyonunu ve denetimini gerektirmesi	0,144	-1,082
BU9- BIM tabanlı çalışan programların öğrenilmesinin zor olması	0,099	-1,086
BU10- BIM tabanlı çalışan programların lisansını alma sorunu	-0,324	-1,332
BU11- Farklı BIM uygulamaları arası dosya transferinde veri kayıpları oluşma ihtimali	0,348	-0,776
BU12- Proje başlangıcında BIM kütüphanesi hazırlanmasının iş yükünü arttırması	0,015	-0,968
BU13- Model güncellemelerinden kaynaklı sürüm kontrolünde zorluklar oluşma ihtimali	0,274	-0,679
Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılara Yönelik BIM Kullanımı ile İlgili Kriterler (BF)	Çarpıklık	Basıklık
BF1-Tasarım aşamasında; tasarıma, programa ve bütçe bilgilerine BIM uygulaması ile erişilebileceğinden haberdar olunmaması	0,004	-0,930

BF2- Yapım aşamasında kalite, program ve maliyet bilgilerine BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinden haberdar olunmaması	-0,098	-0,862
BF3- Yönetim aşamasında performans, kullanılışlık ve finansla ilgili bilgilere BIM uygulamaları ile ulaşılabileceğinin bilinmemesi	-0,373	-0,792
BF4- BIM ile alternatif tasarım seçeneklerinin analiz edilerek ve en uygun projenin seçilebileceğinin bilinmemesi	-0,414	-0,634
BF5- BIM uygulamaları ile iş kalitesi artışı ve planlanan süreye uyum sağlanabileceği, oluşturulan bina bilgi modeli ile hatasız metraj ve maliyet tahmini yapılabileceğinin bilinmemesi	-0,366	-0,925
BF6- BIM uygulamalarının projeler arası çakışma algılama özelliğinin bilinmemesi	-0,163	-0,821
BF7- BIM uygulamaları ile 3 boyutlu modelde, tüm sistemlere anında ve otomatik müdahale ile kontrol imkanının bilinmemesi	-0,268	-0,994
BF8- BIM uygulamalarının bilgi yapısını standart hale getirebilme ve çeşitli dosya formatlarını destekleyebilme özelliğinin bilinmemesi	-0,189	-0,814
BF9- BIM uygulamaları ile olası arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını vb. bilgilerin grafiksel olarak gösterim imkânının ve uyarlanabilir olmasının bilinmemesi	-0,210	-0,901
Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılara Yönelik BIM Kullanımı ile İlgili Kriterler (BO)	Çarpıklık	Basıklık
BO1- BIM uygulamaları kullanımının, üst ve orta yönetim tarafından desteklenmemesi	-0,329	-0,647
BO2- BIM uygulamalarının kullanımının sektördeki rekabet ortamına henüz dahil olmaması	-0,137	-0,782
BO3- BIM uygulamalarını kullanabilecek nitelikli personel sayısının çok az olması	-0,633	-0,345
BO4- BIM uygulamalarının kullanımı için gerekli danışman desteğinin ek maliyete neden olması	-0,377	-0,604
BO5- Şirket içi personelin BIM uygulamalarını kullanabilmesi için eğitim ihtiyacının ekstra maliyet ve zaman kaybı olarak görülmesi	-0,552	-0,520
BO6- BIM uygulamalarına geçilebilmesi için ilk yatırım maliyetinin (yazılım, donanım, eğitim) fazla olması ve şirketimizin mali kaynaklarının geçiş için yeterli olmaması	-0,385	-0,666
BO7- BIM uygulamalarına geçiş için yapılan yatırımın beklenen ekonomik etkiyi (yatırım geri dönüşü) karşılayamama ihtimali	-0,438	-0,533
BO8- BIM benimsenmesi için üst yönetimden başlayarak organizasyon içerisindeki en alt kademedeki çalışana kadar bireysel ve grup motivasyonu gerektirmesi	-0,313	-0,811
BO9- Çalışanların BIM uygulamalarına adaptasyonunun zor olacağı düşüncesi	-0,443	-0,422

BO10- İşveren/kullanıcı tarafından BIM uygulamalarının yeterince iyi bilinmemesi ve talep edilmemesi	-0,445	-0,644
BO11- BIM uygulamalarına entegrasyon için organizasyon yapısında önemli boyutlarda değişiklik gereksinimi (organizasyon türünün boyutu, yapısı, kültürü vb.)	-0,356	-0,481
BO12- Yeni iş modelinin karar mekanizması ve iş yükü dağılımında değişime neden olması	-0,206	-0,732
BO13- İnşaat sektöründeki hızlı döngü, fazla iş yükü ve katı teslim tarihleri nedeniyle, BIM uygulamalarını öğrenmeye ve geliştirmeye zaman ayırlamaması	-0,783	-0,390
BO14- BIM'e geçiş sürecinde alınan eğitimlerden sonra hemen uygulamaya geçilememesi	-0,305	-0,642
BO15- Yasal anlaşmazlıkların, yazılım güncellemelerinin ve diğer masrafların ek fonlar gerektirmesi	-0,268	-0,793
BO16- BIM uygulamalarına geçiş sonrasında, veri aktarımının iş yükünü arttırması	-0,112	-0,954
BO17- Kuruluşun BIM proje deneyiminin azlığı ve bunun olumsuz sonuç oluşturma ihtimali	-0,148	-0,684
BO18- BIM uygulamalarına geçmek istiyoruz. Ancak bu konuda danışmanlık veya eğitim verecek birimlerin bulunmaması/ sayısının az olması	-0,278	-0,878
Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılara Yönelik BIM Kullanımı ile İlgili Kriterler (BE)	Çarpıklık	Basıklık
BE1- Üniversitelerin mimarlık ve mühendislik bölümlerinin eğitim programlarında BIM uygulamalarına yönelik hiçbir dersin veya yeterli sayıda dersin bulunmaması	-0,742	-0,655
BE2- Ülkemizdeki üniversitelerde BIM uygulamalarına hâkim öğretim üyesi sayısının az olması veya hiç olmaması	-0,862	-0,326
BE3- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili meslek odalarının geleneksel yöntemlerle ve BIM uygulamalarının tasarım sürecindeki farklılıkların anlaşılmasına yönelik çalışmaların yetersiz olması	-0,784	-0,336
BE4- Ülkemizdeki inşaat sektörü ile ilgili mesleki odaların/Devletin, şirketler için BIM uygulamalarına geçiş aşamasını tanıtıcı nitelikte çalışmalarının yetersiz olması	-0,784	-0,336
BE5- BIM uygulamalarıyla ilgili Türkçe kaynakların yetersiz olması	-0,772	-0,004
BE6- Yaşadığım şehirde BIM ile ilgili sektörel veya akademik eğitim olanaklarının bulunmaması	-0,430	-0,740
Demografik Değişkenler	Çarpıklık	Basıklık
Cinsiyet	0,075	-2,025
Eğitim Seviyesi	1,612	1,620

Meslek	1,273	-0,384
İnşaat Sektöründeki Tecrübe Yılı	1,470	1,194
Firmadaki Görev Pozisyonu	1,137	-0,462
Hizmet Verilen Sektör	-2,114	2,506
Ağırlıklı olarak Çalışılan Proje Türü	1,172	-0,161
Katılımcının Çalıştığı Firmadaki Çalışan Sayısı	0,886	-0,748



EK-5 Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılara Ait Verilerin İllere Göre Dağılımı

Tablo 7.4. Çalıştığı Firmada BIM Uygulamaları Kullanılmayan Katılımcılara Ait Verilerin İllere Göre Dağılımı

İller	Frekans	Yüzde (%)
Adana	5	3,4
Ankara	9	6,0
Balıkesir	1	0,7
Batman	1	0,7
Bursa	9	6,0
Denizli	1	0,7
Diyarbakır	3	2,0
Erbaa/ Tokat	1	0,7
Erzurum	1	0,7
Eskişehir	6	4,0
Gaziantep	54	36,3
Kocaeli	1	0,7
Gümüşhane	1	0,7
Hakkâri	1	0,7
Hatay	3	2,0
İstanbul	16	10,8
İzmir	3	2,0
İzmir- Gaziantep- Kahramanmaraş- Sivas	1	0,7
Kahramanmaraş	4	2,7
Kayseri	2	1,3
Kilis	3	2,0
Konya	1	0,7
Kütahya	1	0,7
Malatya	1	0,7
Mardin	1	0,7
Muğla	1	0,7
Samsun	2	1,3
Sivas	1	0,7
Şanlıurfa	1	0,7
Tekirdağ	1	0,7
Tüm Türkiye	1	0,7
Toplam	138	92,6