

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE’DE BIM (YAPI BİLGİ MODELLEMESİ)’İN
BENİMSENMESİNİ ENGELLEYEN FAKTÖRLERİN
ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Neslihan EREN

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

TEMMUZ 2023

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE’DE BIM (YAPI BİLGİ MODELLEMESİ)’İN
BENİMSENMESİNİ ENGELLEYEN FAKTÖRLERİN
ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Neslihan EREN

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Esra DOBRUCALI

TEMMUZ 2023

Neslihan EREN tarafından hazırlanan “TÜRKİYE’DE BIM (YAPI BİLGİ MODELLEMESİ)’İN BENİMSENMESİNİ ENGELLEYEN FAKTÖRLERİN ARAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması 27.07.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Jüri Başkanı : **Dr. Öğr. Üyesi Esra DOBRUCALI (Danışman)**
Sakarya Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Doç. Dr. Zeynep YAMAN**
Sakarya Üniversitesi

Jüri Üyesi : **Dr. Öğr. Üyesi Sedat Semih ÇAĞLAYAN**
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğine ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesine uygun olarak hazırlamış olduğum “TÜRKİYE’DE BIM (YAPI BİLGİ MODELLEMESİ)’İN BENİMSENMESİNİ ENGELLEYEN FAKTÖRLERİN ARAŞTIRILMASI” başlıklı tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın tüm aşamalarında yukarıda belirtilen yönetmelik ve yönergeye uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, bu tezi başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve 20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince Sakarya Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Enstitü tarafından belirlenmiş ölçütlere uygun rapor alındığını, etik kurul onay belgesi aldığımı, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun ortaya çıkması halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

(09/06/2023).

(imza)

Neslihan EREN



TEŞEKKÜR

Yaşamım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, bugünlere gelmemi sağlayan, hayatımın her anında koşulsuz yanımda olan ve sevgilerini sürekli hissettiğim değerli annem Ayten GÜVEN'e ve kardeşim Aslıhan EREN'e minnettarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bana destek olan, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında beni yönlendiren saygıdeğer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Esra DOBRUCALI'ya teşekkürlerimi sunarım. Akademik çalışmalarım için beni teşvik eden, bu süreçte anlayış ve yardımlarını esirgemeyen ve bana yol gösteren saygıdeğer hocam Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Mehmet EMİROĞLU'na teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamıza büyük katkısı ve desteği olan, deneyimleriyle bana ışık tutan saygıdeğer hocam Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Sedat Semih ÇAĞLAYAN'a teşekkürlerimi sunarım. İleriye yönelik akademik çalışmalarım için beni teşvik eden saygıdeğer hocam Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Zeynep YAMAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Anketimizin üyeleriyle paylaşılmasında destek olan İnşaat Mühendisleri Odası'na, Mimarlar Odası'na ve ankete katılım sağlayarak çalışmamıza katkıda bulunan tüm meslek odası üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

Neslihan EREN



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
SİMGELER	xv
TABLO LİSTESİ	xvii
ŞEKİL LİSTESİ	xix
ÖZET	xxi
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Literatür	2
1.2. Tezin Amacı ve Özgün Değeri	14
2. BİNA YAŞAM DÖNGÜSÜ	17
2.1. Tanım	17
2.2. Aşamalar	17
3. YAPI BİLGİ MODELLEMESİ (BIM)	19
3.1. Tanım	19
3.2. Dünya’da BIM	20
3.3. Türkiye’de BIM	31
3.4. Kullanım Alanları	33
3.4.1. Prosedür alanı	34
3.4.2. Süreç alanı	34
3.4.3. Teknoloji alanı	34
4. METODOLOJİ	35
4.1. Metodolojinin Oluşturulması	35
4.2. Anket Sayısının Belirlenmesi	35
4.3. Anket Sorularının Hazırlanması ve Anketin Uygulanması	36
5. ANKET VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	39
5.1. Katılımcılar Hakkında Genel Bilgiler	40
5.2. Tasarım Evresi Analizler	42
5.3. Projelendirme ve Yapım Evresi Analizler	46
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	51
KAYNAKLAR	55
EKLER	61
ÖZGEÇMİŞ	71



KISALTMALAR

AEC	: Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat (Architecture, Engineering & Construction)
AIA	: Amerikan Mimarlar Enstitüsü (American Institute of Architects)
AGC	: Amerika'nın Birleşmiş Genel Müteahhitleri (Associated General Contractors of America)
BCA	: Singapur Yapı ve İnşaat Kurumu (Singapour Building and Construction Authority)
BICP	: Yapı Bilgi Modelleme İnovasyon Yeteneği Programı (BIM Innovation Capability Programme)
BIM	: Building Information Modeling (Yapı Bilgi Modellemesi)
BSI	: İngiliz Standartları Enstitüsü (Institute of British Standards)
CIBSDR	: Çin Bina Standartları Tasarım ve Araştırma Enstitüsü (China Institute of Building Standard Design and Research)
CIC	: Birleşik Krallık (İngiltere) Toplum Yararına Şirketler (UK Community Interest Companies)
CPIC	: Birleşik Krallık (İngiltere) İnşaat Projesi Bilgi Komitesi (UK Construction Project Information Committee)
CSC	: Kritik Başarı Kriteri (Critical Success Criteria)
DEMATEL	: Karar Verme Denemesi ve Değerlendirme Laboratuvarı (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory)
EFA	: Açıklayıcı Faktör Analizi (Explanatory Factor Analysis)
FIAPP	: Tamamen Entegre ve Otomatik Proje Süreçleri (Fully Integrated and Automated Project Processes)
FM	: Tesis Yönetimi (Facility Management)
G-BIM	: Üretken Yapı Bilgi Modellemesi (Generative Building Information Modelling)
GSA	: ABD Genel Hizmetler İdaresi (US General Services Administration)
HA	: Hong Kong Konut Otoritesi (Hong Kong Housing Authority)
IC	: Etken Faktör, Engel (Influencing Cause)
HKIBIM	: Hong Kong Yapı Bilgi Modellemesi Enstitüsü (Hong Kong Institute

	of Building Information Modeling)
ICC	: Sınıfıç Korelasyon Katsayısı (Intraclass Coelation Coefficient)
IFC	: Endüstri Temel Sınıflamaları (Industry Foundation Class)
ISM	: Yorumlayıcı Yapısal Modelleme (Interpretive Structural Modeling)
IU	: ABD Indiana Üniversitesi (US Indiana University)
JFCC	: Japonya İnşaat Müteahhitleri Federasyonu (Japan Federation of Construction Contractors)
JIA	: Japonya Mimarlar Enstitüsü (Japan Institute of Architects)
JMA	: John McCall Mimarlık Şirketi (John McCall Architects, JMA)
KICT	: Kore İnşaat Mühendisliği ve Yapı Teknolojisi Enstitüsü (Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)
KICTEP	: Kore İnşaat, Ulaştırma ve Teknoloji Değerlendirme ve Planlama Enstitüsü (Korea Institute of Construction and Transportation Technology Evaluation and Planning)
KTP	: Bilgi Aktarım Ortaklığı Projesi (Knowledge Transfer Partnership)
LACCD	: ABD Los Angeles Toplum Yüksekokulu Bölgesi (US Los Angeles Community College District)
MICMAC	: Sınıflandırmaya Uygulanan Çapraz Etki Matrisi Çarpımı (Cross Impact Matrix Multiplication Applied to Classification)
MLTM	: Kore Zemin, Altyapı ve Ulaştırma Bakanlığı (Korean Ministry of Land, Infrastructure and Transport)
NDSM	: N-Boyutlu proje Planlama ve Yönetim Sistemi (N-Dimensional project Scheduling and Management System)
NIBS	: ABD Ulusal Yapı Bilimleri Enstitüsü (US National Institute of Building Sciences)
NIST	: ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (US National Institute of Standards and Technology)
NTU	: Ulusal Tayvan Üniversitesi (National Taiwan University)
NYC-DDC	: ABD New York Tasarım ve İnşaat Bakanlığı (US New York City Department of Design and Construction)
NYC-DOB	: ABD NewYork Yapı Bakanlığı (US New York City Department of Buildings)
NYC-SCA	: ABD Seattle Pasifik Üniversitesi (US Seattle Pacific University)
PH-AHP	: Bulanık Mantık-Analitik Hiyerarşi Prosesi Yaklaşımı (Parsimonious Fuzzy Analytical Hierarchy Process Approach)

PLS-SEM	: Kısmi En Küçük Kareler-Yapısal Eşitlik Modellemesi (Partial Least Squares-Structural Equation Modeling)
PPS	: Kore Kamu Alım Hizmetleri (Korean Public Procurement Service)
PSU	: ABD Pensilvanya Eyalet Üniversitesi (US Penn State University)
RII	: Göreceli Önem İndeksi (Relative Importance Index)
SC	: Başarı Kriteri (Success Criteria)
SEM	: Yapısal Eşitlik Modellemesi (Structural Equation Modeling)
SLR	: Sistemik Literatür Taraması (Systematic Literature Review)
SMART	: Basit Çoklu Değerlendirme Yöntemi (Simple Multi Rating Technique)
SPU	: ABD Seattle Pasifik Üniversitesi (US Seattle Pacific University)
UF	: Florida Üniversitesi (University of Florida)
VA	: ABD Gazi İşleri Bakanlığı (US Department of Veterans Affairs)



SİMGELER

α	: Anlamlılık düzeyi [Yüzde]
d	: Araştırma hata payı [Yüzde]
N	: Örneklem büyüklüğü (Katılımcı Sayısı) [Kişi]
p	: Görülme sıklığı [Yüzde]
q	: Görülmeme sıklığı [Yüzde]
n	: Anket sayısı [Adet]
Z	: İki taraflı test için sabit katsayı
RII	: Göreli önem katsayısı (Relative Importance Index) [Birimsiz]
A	: En yüksek önem derecesi [Birimsiz]
$n1$	: Faktörün önem derecesini “1” olarak belirten katılımcı sayısı [Kişi]
$n2$	: Faktörün önem derecesini “2” olarak belirten katılımcı sayısı [Kişi]
$n3$	: Faktörün önem derecesini “3” olarak belirten katılımcı sayısı [Kişi]
$n4$	: Faktörün önem derecesini “4” olarak belirten katılımcı sayısı [Kişi]
$n5$	: Faktörün önem derecesini “5” olarak belirten katılımcı sayısı [Kişi]



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Avrupa ülkelerindeki BIM standartları/yönergeleri zaman çizelgesi (“*”, standardın hazırlanmakta olduğu anlamına gelir) [53].	22
Tablo 3.2. Asya ülkelerindeki BIM standartları/yönergeleri zaman çizelgesi (“*”, standardın hazırlanmakta olduğu anlamına gelir) [53].	24
Tablo 3.3. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki ulusal kamu sektörü BIM standartları/yönergeleri zaman çizelgesi (“*”, standardın hazırlanmakta olduğu anlamına gelir) [53].	26
Tablo 3.4. Türkiye’de BIM ile yürütülen proje örnekleri [59].	32
Tablo 4.1. Literatür taramasından elde edilen bilgilerin ışığında anket sorularının hazırlanması.	37
Tablo 5.1. Cronbach alfa Katsayısı Güvenilirlik Düzeyleri [39, 65].	39
Tablo 5.2. Katılımcıların eğitim aldıkları alanlar.	41
Tablo 5.3. Katılımcıların eğitim seviyeleri.	41
Tablo 5.4. Katılımcıların sektördeki tecrübeleri.	41
Tablo 5.5. Katılımcıların sektördeki görevleri.	41
Tablo 5.6. Katılımcıların BIM konusundaki uzmanlık süreleri.	42
Tablo 5.7. Katılımcıların BIM konusundaki eğitim bilgileri.	42
Tablo 5.8. Tasarım Evresi Cronbach alfa (α) analizi faktörlere ilişkin sonuçlar.	42
Tablo 5.9. Tasarım Evresi Cronbach alfa (α) analizi güvenilirlik istatistikleri.	43
Tablo 5.10. Tasarım Evresi Cronbach alfa (α) analizi ölçek istatistikleri.	43
Tablo 5.11. Tasarım evresine ilişkin alınan yanıtların önem derecelerinin toplamının hesaplanması.	44
Tablo 5.12. Tasarım evresine ilişkin alınan yanıtların göreceli önem katsayılarının ve önem sıralarının hesaplanması.	45
Tablo 5.13. Projelendirme ve Yapım Evresi Cronbach alfa (α) analizi faktörlere ilişkin sonuçlar.	46
Tablo 5.14. Projelendirme ve Yapım Evresi Cronbach alfa (α) analizi güvenilirlik istatistikleri.	47
Tablo 5.15. Projelendirme ve Yapım Evresi Cronbach alfa (α) analizi ölçek istatistikleri.	47
Tablo 5.16. Projelendirme ve Yapım evresine ilişkin alınan yanıtların önem derecelerinin toplamının hesaplanması.	48
Tablo 5.17. Projelendirme ve Yapım evresine ilişkin alınan yanıtların göreceli önem katsayılarının ve önem sıralarının hesaplanması.	49



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1. BIM (Yapı Bilgi Modellemesi) kavramı [51].	19
Şekil 3.2. Dünya’da BIM uygulamasının benimsenme durumu, standartları ve zorunlulukları [52, 54].	21
Şekil 3.3. BIM operasyonel uygulama çerçevesi [63].	34
Şekil 4.1. Metodoloji.	35





TÜRKİYE’DE YAPI BİLGİ MODELLEMESİ (BIM)’İN BENİMSENMESİNİ ENGELLEYEN FAKTÖRLERİN ARAŞTIRILMASI

ÖZET

BIM (yapı bilgi modellemesi) , dijital çağın yeni ve öncü teknolojilerinden biridir. Yeni teknolojilerin uygulanmasında meydana gelebilecek zorluklar, bu teknolojilerin benimsenmesini geciktirebilir. Bu nedenle bu zorlukların önceden tespit edilmesi risklere karşı erken önlem alınmasını sağlayarak başarılı olma olasılığını artırması açısından oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, BIM teknolojisinin Türk inşaat sektöründe benimsenmesini ve uygulanmasını zorlaştıran faktörler araştırılmıştır. Çalışmanın amacı, uygulayıcılar ve araştırmacılar için inşaat projelerinde bina yaşam döngüsünün tasarım ve projelendirme-yapım aşamalarında BIM’in benimsenmesi önündeki zorlukların daha iyi anlaşılmasını sağlamak ve bu zorluklar karşısında hazırlanacak plan ve stratejilere uzman görüşleri ile rehberlik etmektir.

Bu çalışma öncesinde gerçekleştirilen literatür taraması ile BIM’in benimsenmesine engel olan değişkenler incelenmiştir. Bu değişkenlerin Türkiye’deki önem derecelerinin yanı sıra, Türkiye’deki güncel gelişmelere dayalı olarak BIM’in tercih edilmemesi üzerinde başka faktörlerin etkili olup olmadığının araştırılmaya açık bir konu olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma tamamlandığında, Türkiye’de BIM kullanımının yaygınlaşmamasının arkasındaki güncel nedenleri ortaya çıkarması ve sorunların çözümüne yönelik atılacak adımlarda yol gösterici niteliği sebebiyle literatürde önemli bir boşluğu doldurması hedeflenmektedir.

BIM (Bina Bilgi Modelleme) hakkında bilgi ve tecrübe sahibi olan ve İnşaat mühendisliği veya mimarlık alanlarında eğitim almış uzmanlar anket çalışması için hedef kitle olarak belirlenmiştir. Anket sonucunda elden edilen verilere Cronbach alfa (α), frekans, göreceli önem indeksi (RII) analizleri uygulanmıştır.

Yapılan analizler sonucunda, BIM kullanımını engelleyen faktörler arasında en fazla etkiye sahip olan 5 faktör, bina yaşam döngüsünün "Tasarım Evresi" ile "Projelendirme ve Yapım Evresi" için ayrı ayrı elde edilmiştir.

Göreceli önem indeksi (RII) analiz sonuçlarına göre, Tasarım Evresi’nde BIM kullanımında en etkili 5 faktör sırasıyla; "BIM anlayışı ve farkındalığında eksiklik", "BIM’in benimseme, yazılım, uygulama ve tasarım aşamalarında maliyetleri arttırması", "geleneksel uygulama ve standartların benimsenmesi (BIM talep eksikliği, isteksizlik veya zorluk) ", "uygulayıcıların becerilerindeki farklılıklar ve kullanabilirlik sorunları (deneyim eksikliği) " ve "İşverenin (sahibinin) farkındalığının ve pazar talebinin olmamasıdır (dış motivasyon eksikliği) ".

Öte yandan, Projelendirme ve Yapım Evresi’nde BIM kullanımında en etkili 5 faktör sırasıyla; "BIM kullanımı ile iş yükünün artması", "BIM anlayışı ve farkındalığında eksiklik", "değişime karşı direnç", "uygulayıcıların becerilerindeki farklılıklar ve kullanabilirlik sorunları (deneyim eksikliği), BIM eğitimi eksikliği" ve "geleneksel

uygulama ve standartların benimsenmesidir (BIM talep eksikliği, isteksizlik veya zorluk)".

Sonuç olarak, "Tasarım Evresi" ile "Projelendirme ve Yapım Evresi"nde BIM kullanımını etkileyen faktörler arasında önemli farklılıkların da mevcut olduğu söylenebilir. Elde edilen bu sonuç, bina yaşam döğüsündeki her iki evrenin ayrı ayrı dikkate alınmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. BIM'in benimsenmesi önündeki zorlukların önlenmesi için BIM uzmanı katılımcılar tarafından her iki evreye özgü olarak öneriler sunulmuştur.

Tasarım Evresi'nde BIM'in kullanımını artırmak için katılımcılar tarafından sunulan önerileri; "devlet teşviki ve maliyetlerin düşürülmesi, standart ve mevuzat, lisans düzeyinde BIM eğitimi ve semineri" başlıkları altında toplamak mümkündür. Projelendirme ve Yapım Evresi için BIM uzmanları tarafından sunulmuş olan önerilerin yanısıra, çok daha fazla paydaşın işbirliği içinde olmasını gerektiren Yapım Evresi'nde BIM uygulamasının maliyeti ve inşaat süresini düşüreceği, geriye dönük imalatları ve dolayısıyla iş yükünü azaltacağı ve diğer avantajları hakkında daha fazla bilgilendirme yapılması gerektiği ifade edilmektedir.

Bu faktörlerin iki evre için ayrı ayrı ele alınması ve her evreye özgü çözüm önerilerinin geliştirilmesi ile BIM kullanımını artırmak üzere atılabilecek adımlardan daha fazla verim alınmasının sağlanması beklenmektedir.

INVESTIGATION OF THE FACTORS BARRING THE ADOPTION OF BIM (BUILDING INFORMATION MODELLING) IN TURKEY

SUMMARY

The construction sector has a very important place for the Turkish economy, it contributes approximately 30% to Turkey's Gross Domestic Product. At the same time, Turkey was ranked 2nd in the Top 250 International Contractors List published by Engineering News Record in 2018. For this reason, the construction sector can be described as the locomotive sector of the Turkish economy.

BIM (building information modeling) is one of the new and leader technologies of the digital age. BIM was defined as "a working approach that creates a three-dimensional model of the building, consisting of graphical and alphanumeric data, and enables the common use of this model by the project stakeholders".

BIM execution provides the opportunity to monitor a project at each phase of the design and construction processes and to intervene when necessary. With this feature, BIM offers the possibility of revision even during construction. Thanks to the BIM execution, the ability of different stakeholders to use the same model increases the consistency in representation, provides ease of revision, and facilitates coordination.

BIM technology has a great importance in the construction industry in the world. It was adopted early in the early 2000s by European countries such as Finland, Sweden, Norway, Denmark and many other developed countries.

In the Turkish construction industry, awareness of the advantages of BIM is increasing rapidly. In 2022 "Project Management Procedure" and "BIM Technical Specification" were prepared by T.R. Ministry of Transport and Infrastructure and with this development, BIM execution in transportation projects became mandatory.

The ability of the construction sector in Turkey to continue to progress and to survive in an international competitive environment depends on the rapid adaptation to today's technologies that are changing and developing at every moment. The adoption and spread of BIM technology in Turkey is important in this respect.

Challenges in implementing new technologies can delay their adoption. For this reason, early detection of these difficulties is quite important in terms of increasing the probability of success by providing early measures against risks.

The Building Life Cycle is defined as "the various stages that all materials and systems go through in a building's conversion cycle to waste". Buildings, like living things, have life cycles that have a beginning, a usage period, and an end. The Building Life Cycle briefly refers to the process that a building goes through from its design to its demolition.

When the articles, theses and other academic studies on BIM in the literature are examined, it is seen that there are studies on the benefits of BIM, obstacles in adopting, critical success factors, etc., and some of these studies are summarized above.

However, it is concluded that in these studies, general evaluations were made for the Building Life Cycle.

However, Bim can be used for different purposes at every stage of building life cycle. For this reason, it is necessary to examine BIM processes separately at different stages of the Building Lifecycle.

As a result of the literature review, no detailed study was found in which the "Design Phase" and "Projecting and Construction Phase" were taken into account, and it was aimed to fill this literature gap.

A literature review was made and in the light of the information obtained, 25 questions were selected to be used in the survey study. Experts who have knowledge and experience about BIM (Building Information Modeling) and have received training in Civil engineering or architecture were determined as the target group for the survey. The prepared survey was sent to the members of the Chamber of Civil Engineers and Architects via an online access link.

This study has 2 original values. Firstly, the survey study was applied only to BIM experts in the public and private sectors. Secondly, the use of BIM in the "Design" and "Design and Construction" phases of the project life stages was evaluated separately. Cronbach's alpha (α), frequency, relative importance index (RII) analyzes were applied to the data obtained as a result of the survey.

As a result of the performed analyses, 5 factors that have the most impact among the factors that prevent the use of BIM have been obtained for the "Design Phase" and "Projecting and Construction Phase" of the life cycle of a building independently.

According to the results of the relative importance index (RII), the most influential factors on BIM use in Design Phase are "lack of BIM understanding and awareness", "increased costs with BIM in adoption, software, implementation and design phases", "adoption of traditional practices and standards (lack of BIM demand, reluctance or difficulty)", "differences in practitioners' skills and usability issues (lack of experience)" and "lack of employer (owner) awareness and market demand (lack of external motivation)" respectively.

On the other hand, the most influential factors on BIM use in Projecting-Design Phase are "increased workload with BIM use", "lack of BIM understanding and awareness", "resistance to change", "differences in practitioners' skills and usability issues (lack of experience)", "lack of BIM education" and "adoption of traditional practices and standards (lack of BIM demand, reluctance or difficulty)" respectively.

In conclusion, it can be stated that there are prominent differences between the factors affecting BIM use in the "Design Phase" and "Projecting and Construction Phase". This result obtained reveals the necessity of considering both phases in the life cycle of a building independently.

Proposals specific to both phases have been submitted by the participants who are BIM specialists in order to prevent the challenges to BIM adoption.

The proposals submitted by the participants to increase BIM usage in "Design Phase" can be gathered under the titles of "government incentive and cost reduction, standards and regulation, undergraduate BIM education and seminar". For "Projecting and Construction Phase", in addition to the proposals submitted by the BIM specialists, it is stated that more information should be provided about how BIM application will reduce costs and construction time, diminish retrospective productions and

therefore the workload ,and its other advantages in Constrcution Phase which requires the cooperation of many more stakeholders.

It is expected that more efficiency will be obtained from the steps that can be taken to increase the use of BIM, by considering two phases separately and developing solutions specific to each phase.





1. GİRİŞ

İnşaat endüstrisi, Türkiye'nin Gayri Safi Yurtiçi Hasılasına yaklaşık %30 katkı sağlamaktadır [1]. 2020 verilerine göre inşaat endüstrisinin, Türkiye'nin Türkiye'nin Gayri Safi Yurtiçi Hasılasına doğrudan %5.4 ve diğer endüstrilerle birlikte yaklaşık %30 katkısı bulunmaktadır [2]. Bu nedenle inşaat sektörü, Türk ekonomisinin lokomotif sektörü olarak tabir edilebilir [3].

Ayrıca Türkiye, uluslararası inşaat endüstrisine de katkı sağlayan ülkelerden biridir. 2018 yılında Engineering News Record tarafından yayınlanan En Büyük 250 Uluslararası Müteahhit Listesi'nde Türkiye, 44 müteahhit ile 2.sırada yer almaktadır [4].

BIM teknolojisi, dünyada inşaat sektöründe büyük bir öneme sahiptir. Finlandiya, İsveç, Norveç, Danimarka gibi çok sayıda gelişmiş ülke tarafından 2000'li yılların başında erken benimsenmiş olup, gelişmekte olan diğer ülkeler tarafından da uygulama süreci yıllar geçtikçe hız kazanmaktadır [5].

Türk inşaat sektöründe ise BIM'in avantajlarına yönelik farkındalık son yıllarda hızla yükselmektedir. 2022 yılında, ulaşım projeleri yapım ihalelerinde kullanılmak üzere T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından "Proje Yönetimi Prosedürü" ve "BIM Teknik Şartnamesi" hazırlanmıştır. Türkiye'de gerçekleştirilen ulaşım projelerinde BIM uygulaması zorunlu hale getirilmiştir [3,6].

Uluslararası rekabetçi ortamda Türk inşaat endüstrisinin ayakta kalabilmesi için BIM gibi teknolojileri hızlı bir şekilde benimsenmesi ve uygulamada daha fazla alanda yer verilmesi önem arz etmektedir.

Bu bağlamda, uluslararası düzeyde rekabet halindeki inşaat endüstrisinde BIM'in benimsenmesi için yapılacak çalışmalara yönelik olarak Türkiye'de yapılan araştırmalar, gelişmekte olan diğer ülkelere de rehberlik edebilir.

1.1. Literatür

Türk inşaat sektöründe BIM kullanımının yaygınlaşmasının önündeki engelleri belirlemek amacıyla, öncelikle dünya çapında bu konuyla ilgili geçmişte yazılmış makaleleri incelemek üzere literatür taraması yapılmıştır. Tarama sonucunda farklı ülkelerde BIM'in kullanımında etkili olan faktörler ve kullanımını zorlaştıran engeller derlenmiştir. Sonrasında bu bilgiler ışığında tasarlanan anket katılımcılara yöneltilmiş ve veriler elde edilmiştir.

Dünya çapında BIM konusunda yapılan çalışmalar, tarihsel akışı göstermek adına kronolojik olarak sıralanmıştır.

Arayıcı Y. ve ark., BIM'in benimsenmesinin, inşaat projelerinde yönetim ve iletişim sorunlarını azaltmaya nasıl yardımcı olduğunu göstermek amacıyla 2012 yılında yapmış oldukları, aynı zamanda Salford Üniversitesi ile John McCall Mimarlık Şirketi (John McCall Architects, JMA) arasında bir Bilgi Aktarım Ortaklığı Projesi (Knowledge Transfer Partnership, KTP) olan bir vaka çalışmasının sonucunda ; "inşaat işlerinin kalitesiz olması" , "malzemelerin bulunmaması" , "etkisiz planlama ve çizelgeleme" gibi temel yönetim ve iletişim sorunlarının , BIM'in "Tasarım Aşamasında" benimsenmesiyle büyük ölçüde azaltılabileceğini tespit etmişlerdir [7].

Chen S. M. ve ark., İngiltere'de FIAPP ve BIM'de inşaat süreçlerinin simülasyon modellemesini birleştirerek, inşaat süreçlerinin veri yönetimini iyileştirmek amacıyla 2013 yılında yapmış oldukları "N-Boyutlu proje Planlama ve Yönetim Sistemi" (N-Dimensional project Scheduling and Management System, NDSM) isimli bir bilgisayar programı geliştirmiş ve bir inşaat projesinde uygulamışlardır. Çalışma kapsamında yapılan analizler, NDSM'nin gelişmiş sistemler tarafından sunulan özellikleri kolaylaştırıcı potansiyele sahip olduğu kanıtlanmıştır [8].

Eadie ve ark. 2013 yılında yaptıkları çalışmada, BIM sürecinin finansal yönüne odaklanmışlardır. Bu araştırma için web tabanlı bir anket paketi (LimesurveyTM) kullanılmıştır. Anket, 04/07/2011 tarihinde LinkedIn'deki BIM Uzmanları grubundaki 6958 üye ile paylaşılmıştır. Çalışmanın sonucunda, BIM'in kullanımında etkili olan faktörlerin sırasıyla; "paydaşların işbirliği", "sürecin yönetim açıları" , "israfın azaltılması" , "doğruluk" ve "3D modellerin sunduğu görselleştirme imkanı" olduğu belirlenmiştir [9].

Gardezi S. ve ark., Malezya inşaat sektöründe BIM'in uygulanmasını zorlaştıran faktörleri belirlemek amacıyla 2014 yılında yaptıkları anket çalışmasının sonucunda, en etkili faktörlerin ; "maliyet" , "pazar eğilimleri" ve "organizasyonel davranışlar" başlıkları altında toplanabileceği tespit edilmiştir. BIM uygulamasının avantajlarından yararlanmak için; Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat Topluluğu (Architecture, Engineering & Construction Collection, AEC) endüstrisinde sektör paydaşları arasında yakın bir koordinasyonun geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır [10].

Chien K. F. ve ark., Tayvan'da BIM'in risk faktörlerinin tam olarak anlaşılmasını sağlamak amacıyla 2014 yılında yaptıkları çalışmada; Tayvan'daki mimarlık, mühendislik ve inşaat endüstrisindeki mimarlara, mühendislik danışmanlarına, akademisyenlere ve inşaat şirketlerine dağıtılan bir anketin sonuçlarına dayanarak, Karar Verme Denemesi ve Değerlendirme Laboratuvarı (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory, DEMATEL) yöntemiyle risk faktörleri arasındaki ilişki belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda Tayvan endüstrisindeki BIM risk faktörlerinin en önemli olanlarının, "yetersiz proje deneyimi" ve "nitelikli personel eksikliği" olduğu sonucuna varılmıştır [11].

Karahan U., Türk inşaat sektöründe BIM'in araştırılması amacıyla 2015 yılında hazırlamış olduğu Yüksek Lisans tezi kapsamında, planlanmış bir çevrimiçi anket çalışmasını 244 katılımcıya uygulamış, 11 inşaat projesini vaka çalışması olarak seçmiş, 25 ülkedeki BIM kılavuzlarını değerlendirmiştir. BIM projelerinin başarıyla tamamlanmasına katkıda bulunan en önemli 3 kritik başarı faktörünün; "nitelikli personel durumu" , "etkili liderlik" , "bilgi ve teknoloji kullanılabilirliği" olduğunu tespit etmiştir. Çalışmada, toplam 16 kritik başarı faktörünün genel olarak "insan ile ilgili faktörler" , "sanayi ile ilgili faktörler" , "proje ile ilgili faktörler" , "politika ile ilgili faktörler" ve "kaynak ile ilgili faktörler" başlıkları altında toplanabileceği sonucuna varılmıştır. İşbirlikçi çalışma sorunlarına rağmen, BIM'in "zamandan tasarruf sağladığı" , "maliyetleri düşürdüğü" ve "inşaat projelerinin kalitesini artırdığı" belirlenmiştir [12].

Liu S. ve ark., Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat Topluluğu (Architecture, Engineering & Construction Collection, AEC) endüstrisinde BIM uygulamasının önündeki engelleri tanımlamak, sınıflandırmak ve öncelik sırasına koymak amacıyla 2015 yılında yapmış oldukları 4 sorudan oluşan anket çalışmasının sonucunda , BIM uygulamasının önündeki kritik engellerin sırasıyla "yüksek uygulama maliyeti" ,

"ulusal standartların eksikliği" ve "nitelikli personel eksikliği" olduğu tespit edilmiştir [13].

Aladağ H. ve ark., Türk inşaat sektöründe BIM uygulamasının zorluklarını ve faydalarını araştırmak ve buna yönelik öneriler sunmak amacıyla 2016 yılında yapmış oldukları çalışmada, inşaat sektörü ve üniversitelerden uzmanlarla odak grup görüşmeleri yapılmıştır. Elde edilen veriler daha sonra Basit Çoklu Değerlendirme Yöntemi (Simple Multi Rating Technique, SMART) ile analiz edilerek Türk inşaat sektörü için önemleri tespit edilmiştir. SMART analizi verilerine dayanarak, Türk inşaat sektöründe BIM'in benimsenmesindeki itici güçler arasında "firmaların satın alması" en yüksek öneme sahipken, BIM kullanımını zorlaştıran en önemli engelin "organizasyon yapısı ve kültürü" olduğu belirlenmiştir. Endüstriyel gereksinimlerle ilgili en önemli faktörlerin "müşteri talebi/sözleşme yükümlülükleri" ve "paydaşlar arasında işbirliği, koordinasyon, iletişim ve birlikte çalışabilme ihtiyacı" olduğu anlaşılmıştır. Ortak kazanım olarak en önemli faktörün "müşteri memnuniyeti" olduğu belirtilmiştir. Proje kazanımları ile ilgili en önemli faktörlerin "verimli izleme ve raporlama", bütçeleme ve maliyet tahmin yeteneklerinin geliştirilmesi", "proje yaşam döngüsü boyunca verimli proje yönetimi", "çizelgeleme yeteneklerinin geliştirilmesi", "inşaat esnasında yapılan değişikliklerin azaltılması" şeklindedir. Türk inşaat sektörünün karşılaştığı en önemli engeller "BIM'in sektördeki katma değerinin bilinmemesi", "standart/mevzuat eksikliği" olarak sıralanmıştır. Proje ile ilgili en önemli engelin "zorunlu/teşvik edici sözleşme yükümlülüklerinin olmaması" olduğu tespit edilmiştir. Kaynaklarla ilgili en önemli engellerin "BIM yazılım ve donanımının ilk yatırım maliyetinin yüksek olması" ve "paydaşların teknolojik eksiklikleri" olduğu gösterilmektedir [14].

Vass S. ve ark., İsveç'teki Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat Topluluğu (Architecture, Engineering & Construction Collection, AEC) endüstrisinde BIM uygulamasında ortaya çıkan kurumiçi ve kurumlararası zorlukların anlaşılmasını anlamak amacıyla 2017 yılında literatür taraması çalışma yapmışlardır ve sonuçları yorumlamışlardır. Çalışmanın sonucunda BIM uygulamasında karşılaşılan zorlukların "farklı uygulama yaklaşımları", "çelişen beklentiler" ve "değişimi yönetme zorluğu" olduğu tespit etmişlerdir. BIM uygulamasının daha iyi yönetilebilmesi için şu öneriler derlenmiştir: "iş uygulamalarını değiştirmek", "eğitim sağlamak", "ortak bir BIM tanımı geliştirmek", "BIM'in katma değerini değerlendirmek", "satın almada BIM'i talep

etmek" , "sürdürülebilirlik departmanı da dahil olmak üzere teşvikler oluşturmak" , "yeni roller oluşturmak" , "birlikte çalışabilirliği yönetmek" , "farklı uygulamalara farklı bakış açıları geliştirmek" olarak sıralanmıştır [15].

Liao L. Ve ark., Singapur'da BIM uygulamasını geliştirmek amacıyla yapmış oldukları literatür taramasında 32 başarı faktörü belirlemiş ve aralarındaki ilişkiyi anlamak için 2017 yılında bir anket çalışması gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada anket verileri Açıklayıcı Faktör Analizi (Explanatory Factor Analysis, EFA) ve Kısmi En Küçük Kareler-Yapısal Eşitlik Modellemesi (Partial Least Squares-Structural Equation Modelling, PLS-SEM) yöntemleriyle analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda 32 başarı faktöründen 15 tanesinin kritik başarı faktörü olduğu tespit edilmiştir. Açıklayıcı Faktör Analizi (Explanatory Factor Analysis, EFA) yöntemiyle; 15 kritik başarı faktörünün, "Modellerin Entegrasyonu ve Doğruluğu", "Yönetimin Taahhüdü ve Eğitimi" , "Uygulama Avantajları ve Destek" başlıkları altında toplanabileceği gösterilmiştir. Yapısal Eşitlik Modellemesi (SEM) analizinden elde edilen sonuçlar, "Yönetimin Taahhüdü ve Eğitimi"nin, "Modellerin Entegrasyonu ve Doğruluğu" ile sonuçlandığını ve "Uygulama Avantajları ve Desteği"nin "Modellerin Entegrasyonu ve Doğruluğu"nu kolaylaştırdığını göstermektedir [16].

Alreshidia E. ve ark., Bulut teknolojilerinin desteğiyle şu bir BIM yönetim çerçevesinin (G-BIM) geliştirilmesini sağlamak amacıyla 2017 yılında Birleşik Krallık'taki BIM uzmanlarıyla görüşmeler neticesinde "aktörler ve ekip" , "veri yönetimi ve Bilgi İletişim Teknolojileri" , "süreçler ve sözleşmeler" bileşenlerini içeren bir G-BIM geliştirilmesini sağlamışlardır.

Elde edilen sonuçlar, tamamen entegre ve işbirliğine dayalı bir BIM ortamına ulaşmanın, Bulut teknolojileriyle desteklenen işbirliği sürecini ve veri akışını yönetmeyi gerektireceğini göstermektedir [17].

Hatem W. A. ve ark., Irak'ta BIM'in benimsenmesinin önündeki potansiyel engelleri araştırmak amacıyla, 2018 yılında kamu ve özel sektördeki inşaat projeleri alanında uzman 300 kişiye yönelik bir anket çalışması yapılmıştır. Elde edilmiş olan veriler, istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Çalışmanın sonucunda, Irak'ta BIM kullanımının önündeki en büyük 3 potansiyel engelin , "hükümetin çabalarının yetersizliği" , "BIM'in faydaları hakkında bilgi eksikliği" ve "değişime direnç" olduğu belirlenmiştir [18].

Zhou Y. ve ark., Çin’de BIM’in uygulanmasını ve geliştirilmesini teşvik etmek için kamu ve özel sektörde uygun stratejilere yönelik öneriler sunmak amacıyla, 2018 yılında diğer ülkelerdeki mevcut stratejiler araştırmış ve önceki çalışmalarda bahsedilen BIM uygulamasının önündeki engeller 18 maddede özetlemiştir. Çalışmada, bu 18 engelden 9 tanesi, stratejiler ve engeller arasındaki ilişkinin analizi için seçilmiştir. Ardından, Çin’de BIM uygulamasının önündeki en büyük 6 engel tespit edilmiştir: "hükümet yönlendirmesinin yetersizliği" , "organizasyonel sorunlar" , "yasal sorunlar" , "yüksek uygulama maliyeti" , "değişikliğe direnç" , "dış motivasyon yetersizliği" [19].

Oteng D. ve ark., Gana inşaat sektöründe BIM’in benimsenmesini engelleyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla 2018 yılında yaptıkları çalışmada, sektördeki profesyonellerden 299 veri seti elde etmiştir. Elde edilen veriler Açıklayıcı Faktör Analizi (Explanatory Factor Analysis, EFA) kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, Gana’da BIM’in benimsenmesinin önündeki en büyük 5 engel , "insan kaynakları ile ilgili engeller" , "teknik engeller" , "sözleşme ile ilgili engeller" , "ekonomik engeller" ve "yönetimsel engeller" olarak sıralanmıştır [20].

Antwi-Afari M. F. ve ark., 2005-2015 yılları arasında BIM uygulaması için kritik başarı faktörleri üzerine yayınlanmış olan çalışmaları incelemek ve yorumlamak amacıyla 2018 yılında Scopus arama motorunu kullanarak konuyla ilgili 35 makaleye ulaşmışlardır.

Çalışmanın sonucunda, BIM uygulaması için kritik başarı faktörlerinde artan bir eğilim olduğu tespit edilmiştir. ABD, İngiltere, Güney Kore gibi gelişmiş ülkeler, başarılı bir BIM uygulaması için kritik başarı faktörlerinin çoğunu yayınlamışlardır. 5 ortak ana kritik başarı faktörü "tasarım, mühendislik ve inşaat paydaşlarının işbirliği" , "tasarımın daha erken ve doğru 3D görselleştirilmesi" , "inşaat sürecinin koordinasyonu ve planlanması" , "bilgi alışverişini ve bilgi yönetimini geliştirmek" , "iyileştirilmiş saha planlaması ve saha güvenliği" olarak sıralanmıştır [21].

BIMGenious Topluluğu, Türkiye’de BIM teknolojisinin kullanımı konusunda durum tespiti yapmak, bu konuda farkındalığın nasıl artırılabilirliğini belirlemek ve deneyimli insan kaynağının nasıl yetiştirilebileceğine dair öneriler sunmak amacıyla, 2018 yılında Google Forms platformunda hazırlanmış olan bir çevrimiçi anketi,

Makine Mühendisleri Odası ve Elektrik Tesisat Mühendisleri Derneği üyelerine ulaştırmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre , katılımcıların %79,9'u BIM'in saha koordinasyon problemlerini azalttığını %75,4'ü BIM 'in iş süreçlerinin etkin bir şekilde yönetilmesini yardımcı olduğunu %45,14'ü BIM'in proje süreçlerini kısaltması konusunda yardımcı olduğunu %15,55'i, BIM'in proje maliyetlerini artırdığını, %24,14'ü yazılım maliyetlerinin çok fazla olduğunu, %18,81'i BIM'in ancak büyük projeler için anlamlı olduğunu düşünmektedir, %5,64'ü zorunluluk olmadığı sürece BIM ile çalışmayı tercih etmeyeceğini belirtmiştir [22].

Elmalı Ö., Türkiye'de BIM uygulamaları için bir standart oluşturulması gerekliliğini ve yapı ruhsatı aşamasında olası bir BIM gereksinimini değerlendirmek amacıyla 2018 yılında hazırlamış olduğu Yüksek Lisans tezi kapsamında, Türkiye'nin 10 şehrinde (Adana, Ankara, Antalya, Gaziantep, İstanbul, Kayseri, Malatya, Samsun) kamuda ve özel sektörde çalışan 280 inşaat mühendisi ve mimara, 8 bölüm ve 52 sorudan oluşan bir anket çalışması uygulamıştır. Çalışmanın sonucunda, Türkiye'de BIM kavramı bilincinin artırılması konusunda eğitici ve teşvik edici çalışmaların yapılması gerektiği tespit edilmiştir. BIM konusunda hükümetin teşvik edici çalışmalarının olmamasının ve çalışanların bu konuda dünyadaki gelişmeleri takip etmemesinin BIM farkındalık düzeyinin yetersiz olmasında büyük bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır [23].

Tan T. ve ark., Çin'de prefabrike inşaatında BIM uygulamasının önündeki engelleri tespit etmek ve bunlarla başa çıkmak için 3 seviyeli bir strateji oluşturmak amacıyla 2019 yılında yapmış oldukları çalışmada, BIM'in uygulanmasının önündeki 12 engel belirlenmiş, bu engeller "Yorumlayıcı Yapısal Modelleme" (Interpretive Structural Modeling, ISM) yöntemiyle 6 seviyeden oluşacak şekilde yapılandırılmış, ardından "Sınıflandırmaya Uygulanan Çapraz Etki Matrisi Çarpımı" (Cross Impact Matrix Multiplication Applied to Classification, MICMAC) yöntemi kullanılarak 12 engel, 3 yönetici değişken, 4 bağımlı değişken, 5 bağlantı değişkeni olarak sınıflandırılmıştır. Çalışmanın sonucunda engellerin arasındaki ilişki keşfedilmiş, BIM uygulamasının teşvik edilmesinin birden fazla strateji seviyesi gerektirdiği sonucuna ulaşılmıştır [24].

Chan D. W. M ve ark., Hong Kong'da BIM uygulamasının projelerin tasarım, inşaat ve yönetim aşamalarında koordinasyon ve işbirliği geliştirme konusundaki önemini irdelemek amacıyla, 2019 yılında yapılandırılmış ampirik anket ve uzman görüşmeleri yoluyla kritik başarı faktörlerini belirlemişlerdir. En etkili başarı faktörlerinin,

"müşterinin BIM projelerini kabul etmesi" , "şirket içinde uygun organizasyonel yapının bulunması" ve "devletin maddi desteği" , "projede çalışanların BIM'i öğrenme ve kullanma konusunda istekli olması" , "endüstri için BIM standartlarının olması" olduğu sonucuna varılmıştır [25].

Chan D. W. M ve ark., Hong Kong inşaat endüstrisinde BIM uygulamasının faydalarını ve önündeki engelleri değerlendirmek amacıyla, 2019 yılında yapılandırılmış bir ampirik anket kullanmış ve elde edilen verilen karşılaştırmalı analizini yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda, BIM uygulamasının önündeki en büyük 5 engel , "değişime direnç" , "BIM'i desteklemeyen organizasyonel yapı" , "bilgisayar yazılımının birlikte çalışabilirliğinin yetersiz olması" , "endüstri için standartların eksikliği" , "BIM'in etkilerini ölçmedeki zorluk" olarak sıralanmıştır [26].

Erdik M. ve ark., Türk inşaat sektöründe BIM'in benimsenmesine engel olan faktörlerin değerlendirilmesi amacıyla 2019 yılında yapılan literatür taramasından elde edilen verilere dayalı olarak bir anket çalışması gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda BIM'in benimsenmesindeki en önemli faktörlerin "paydaşların ve taşeronların teknik yetersizliği" , "BIM'in potansiyel faydalarının şirketler tarafından anlaşılmaması" , "nitelikli personel eksikliği" ve "standart eksikliği" olduğu tespit edilmiştir [27].

Ma X. ve ark., Çin'de BIM uygulamasının önündeki engellerin değerlendirilmesi amacıyla, 2020 yılında bir anket deneyimli BIM uygulayıcılarına dağıtılmıştır. Elden edilen 166 veri, istatistiksel analiz, parametrik olmayan analiz ve ana bileşen analizi yöntemleriyle işlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, tanımlayıcı analiz yöntemiyle BIM uygulamasının önündeki 14 kritik engel tespit edilmiştir. Bu engeller temel bileşen analizi yöntemiyle gruplandırıldığında, benzer engellerin arkasındaki ortak faktörlere ulaşılmıştır. Bu faktörler "deneyim ve yetenekler" , "teknik koşullar" , "sistemin değişime direnci" , "ekstra girdiler" , "iş rutinlerinin değişimi" ve "uygulama riskleri" olarak sıralanmıştır [28].

Evans M. ve ark., Temel inşaat paydaşlarının BIM ve LC uygulamalarını mega inşaat projelerine entegre etmede karşılaşılan zorlukların ve engellerin değerlendirilmesi amacıyla, 2020 yılında iki turda dağıtılan Deplhi anketi uygulamış ve 28 engel tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen verilen analizi için tanımlayıcı analiz ve çıkarımsal analiz, sonuçları detaylandırmak için uzlaştırma analizi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda BIM önündeki temel engellerin sırasıyla "endüstri için standartların ve

hükümet düzenlemelerinin olmaması" , "değişime direnç" , "yüksek BIM yazılım maliyeti" , "eğitim maliyeti" olduğu belirlenmiştir [29].

Khoshfetrat R. ve ark., BIM uygulamasının benimsenmesi için kritik risk faktörlerinin belirlenmesi amacıyla, 2020 yılında literatür taraması yaparak 52 risk faktörü tespit etmişlerdir. Ardından 3 turda dağıtılan Delphi anketi uygulamış ve 52 risk faktöründen 36 tanesini ana risk faktörü olarak belirlemişlerdir. Bu faktörler arasındaki ilişki Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı Yöntemiyle (Decision-Making Trial Evaluation Laboratory, DEMATEL) analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, BIM uygulamasında en büyük etkiye sahip risk faktörleri önem sırasıyla "bilgi eksikliği" , "yazılım eğitimi ihtiyacı" , "değişime direnç" , "nitelikli personel eksikliği" , "veri ve bilgi alışverişinde verimsizlik" , "yöneticilerin teknolojik bilgi eksikliği" , "BIM'in potansiyel faydalarına ilişkin bilgi eksikliği" , "standartların eksikliği" olarak sıralanmıştır [30].

Olanrewaju O. I. ve ark., Nijerya inşaat sektöründe BIM uygulamasının önündeki engelleri tespit etmek amacıyla, 2020 yılında literatür taraması yaparak 14 engeli belirlemiştir.

Çalışmada elde edilen veriler, tanımlayıcı analiz, ortalama skor, Kruskal-Wallis testi, varyans analizi ve Açıklayıcı Faktör Analizi gibi çok değişkenli teknikler kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, BIM uygulamasının önündeki 14 engel, Açıklayıcı Faktör Analizi yöntemiyle 4 ana gruba ayrılmıştır: "teknolojik ve işle ilgili engeller" , "eğitim ve insanlarla ilgili engeller" , "maliyet ve standartlarla ilgili engeller" , "süreçle ilgili ve ekonomik engeller". BIM uygulamasının önündeki en büyük 5 engel sırasıyla "bilgi eksikliği" , "hükümet politikalarını yetersizliği" , "yüksek yazılım maliyeti" , "talep eksikliği" , "sözleşme koordinasyonu eksikliği" olarak belirtilmiştir [31].

Demircan K ve ark., BIM hakkında yazılmış makaleleri, 2020 yılında detaylı bir literatür çalışması ile irdelemiş, BIM uygulamasının avantaj ve dezavantajlarını incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda BIM uygulamasındaki anlaşmazlıkların nedenleri "sözleşmeden kaynaklanan uyuşmazlıklar" , "tecrübesizlikten kaynaklanan uyuşmazlıklar" , "iletişimden kaynaklanan uyuşmazlıklar" , "beklenti ve risklerden kaynaklanan uyuşmazlıklar" , "maliyetten kaynaklanan uyuşmazlıklar" , "tasarım hatalarından kaynaklanan uyuşmazlıklar" , "süreç yönetiminden kaynaklanan

uyuşmazlıklar" , "kültürel farklılıklardan kaynaklanan uyuşmazlıklar" , "hukuksal nedenlerden kaynaklanan uyuşmazlıklar" olarak gösterilmiştir. Her bir madde için BIM uygulamasının avantajı detaylı olarak açıklanmıştır [32].

Tezel E. ve ark., Türkiye’de BIM uygulamasının tesis yönetimi (Facility Management, FM) amaçlarıyla kullanılmasını engelleyen faktörlerin değerlendirilmesi amacıyla, 2021 yılında bir anket çalışması yapmış ve ardından FM uzmanlarıyla yapı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, FM uygulamasında kullanılmasını engelleyen faktörlerin, "bina sahiplerinin FM uygulamalarına yönelik şüpheli yaklaşımları" ve "bina yaşam döngüsü boyunca bilginin süreksizliği" olduğu tespit edilmiştir [33].

Saka A. B. ve ark., Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat Topluluğu (Architecture, Engineering & Construction Collection, AEC) endüstrisinde BIM uygulamasının önündeki engellere yönelik firmaların algıları değerlendirmek amacıyla, 2021 yılında 6 kıtadaki 26 ülkeden 228 firmanın algılarını, uluslararası ampirik bir anket yoluyla derlemişlerdir.

Elde edilen veriler, ortalama skor, sıra uyum analizi, Mann-Whitney U testi ve Açıklayıcı Faktör Analizi yöntemleriyle analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda KOBİ’ler ile büyük firmalar arasında ve gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkeler arasında derin bir uçurumun olduğu görülmüştür. Bunlar arasında BIM uygulamasının önündeki engellere ilişkin algılarda farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Gelişmekte olan ülkeler, engelleri daha ağır algılamaktadır [34].

Dao T. N. Ve ark., Vietnam’da BIM uygulamasının önündeki yasal engelleri ve çözümlerini değerlendirmek amacıyla, 2021 yılında 2008-2021 yılları arasında yazılmış olan makaleleri ve bildirileri incelemek üzere 2021 yılında literatür taraması yapmışlardır. Ardından bir anket uygulanmış ve elde edilen verilerde tespit edilen sorunları önem sırasına koymak için hem Friedman testi he de Wilcoxon işaretli sıralama testi gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda BIM uygulamasının önündeki en büyük engelin "paydaşların tutarsızlığı ve katılım yetersizliği" olduğu öne sürülmüştür. Bilgi alışverişini kolaylaştırmak ve fikri mülkiyet haklarını korumak için bir sözleşme çerçevesi önerilmiştir [35].

Tam N. V. ve ark., BIM ile ilgili faktörlerin, inşaat projesinin performansı üzerinde etkisini incelemek amacıyla 2021 yılında 134 BIM kullanıcılarından verileri

toplamışlardır. Bu veriler Yapısal Eşitlik Modellemesi (Structural Equation Modelling, SEM) yöntemiyle 5 ana gruba ayrılmıştır. Çalışmanın sonucunda, inşaat projesinin performansını etkileyen kümeler "BIM ile ilgili dış etkenler kümesi" , "BIM ile ilgili proje faktörleri" , "BIM ile ilgili teknolojik faktörler" , "BIM ile ilgili yönetim faktörleri" , "BIM ile ilgili insan faktörleri" olarak sıralanmıştır [36].

Olugboyega O. ve ark., Güney Afrika inşaat sektöründe öncü ve sürekli BIM uygulamasının benimsenmesinin önündeki engelleri belirlemek amacıyla 2021 yılında yapmış oldukları çalışmada, Uygulama Süreci Teorisi'ni kullanarak teorik engel modelini geliştirmişlerdir. Ardından iki hipotez formüle edilmiştir. "iki altyapının tanımlanması: öncü BIM'in benimsenmesinin önündeki engeller ve sürekli BIM'in benimsenmesini önündeki engeller" ve "Yapısal Eşitlik Modellemesi (Structural Equation Modelling, SEM) yöntemiyle geçerli hale getirilen 5 değişkenin tanımlanması: kaynaklar, bilgi, iş süreci, organizasyonel ve planlama engelleri".

SEM analizi sonuçları, iki altyapının ve 5 değişkenin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu doğrulamaktadır [37].

Cavlak H., BIM uygulamasında kritik başarı faktörlerini ve anahtar performans göstergelerini incelemek amacıyla 2021 yılında yapmış olduğu çalışmada bu unsurları ve birbirleriyle olan ilişkilerini bir havayolu işletmesi örneği üzerinden açıklamıştır. Çalışmanın sonucunda, BIM uygulamasının önündeki en büyü engellerin "proje paydaşları" ve "teknoloji kullanımı" ile ilgili olduğu belirtilmiştir [38].

Elmalı Ö. ve ark., Türk AEC sektöründe BIM kavramının tanınma düzeyi, olası yasal zorunlulukları, BIM uygulamasının önündeki engelleri ve çözüm önerilerini değerlendirmek amacıyla 2022 yılında yapmış olduğu çalışmada kamuda ve özel sektörde çalışan 280 inşaat mühendisi ve mimar ile bir anket gerçekleştirmişlerdir. Güvenilirlik indeksleri olarak, "Cronbach alfa (α) " , "sınıf içi korelasyon katsayısı (Intraclass Coelation Coefficient, ICC) " , "göreceli önem indeksi (Relative Importance Index, RII)" kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda inşaat mühendisleri-mimarlar ve kamu-özel sektör arasında BIM farkındalığı konusunda farklılık olduğu anlaşılmış, bu nedenle BIM konusunda ortak bir dil geliştirilemediği sonucuna varılmıştır. BIM uygulamasının önündeki en büyük engellerin sırasıyla, "3D tasarımın gereksiz olarak algılanması" , "BIM kavramının tanıtılmaması" , "BIM'in faydaları hakkında çok az bilgi sahibi olunması" , "BIM'e geçiş süreci için bir yol haritasının olmaması" ,

"BIM'de uzmanlaşma konusunda isteksizlik" , "nitelikli personel eksikliği" olarak belirlenmiştir [39].

Akçay E. C. ve ark., mega inşaat projelerinde BIM uygulamasının önündeki engelleri araştırmak amacıyla 2022 yılında yapmış oldukları çalışmada, literatür taramasının ardından bir anket çalışması yaparak BIM uygulayıcılarından veri toplamışlardır. Elde edilen veriler tanımlayıcı analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda BIM uygulamasının önündeki en büyük 5 engelin "nitelikli personel eksikliği" , "BIM hakkında bilgi eksikliği" , "standartların ve mevzuatın eksikliği" , "BIM kullanımında deneyim eksikliği" , "değişime direnç" olduğu tespit edilmiştir [40].

Durdyev S. ve ark., Yeni Zelanda'da tesis yönetimi (Facility Management, FM) aşamasında BIM uygulamasının benimsenmesini engelleyen faktörleri değerlendirmek amacıyla, 2022 yılında yapmış oldukları çalışmada 26 potansiyel engeli belirlemişlerdir. Çalışmada ardından sektörden ve akademiden uzmanlarla yapı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak engel sayısı 20'ye indirilmiştir. 20 engel Bulanık Mantık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yaklaşımıyla (Parsimonious Fuzzy Analytical Hierarchy Process Approach, PH AHP) önceliklendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda tesis yönetimi (Facility Management, FM) uygulamalarında BIM uygulamasının önündeki zorluklar "yüksek maliyet" , "BIM 'e aşına olmama" , "nitelikli personel eksikliği" olarak gösterilmiştir [41].

Tan S. ve ark., Türk AEC sektöründe BIM uygulamasına yönelik kritik başarı kriterlerini (Critical Success Criteria, CSC) ve önem sıralarını belirlemek amacıyla 2022 yılında yapmış oldukları çalışmada sistematik bir literatür taraması (Systematic Literature Review, SLR) yoluyla 41 başarı kriteri (Success Criteria, SC) tanımlamışlardır. Çalışmada bu kriterlerle oluşturulan bir anket inşaat mühendisi ve mimar olan BIM uygulayıcıları ile paylaşılmıştır. 243 yanıt alınmıştır. Başarı kriterleri (SC) ve kritik başarı kriterleri (CSC) arasındaki ayrım, ortalama kesme değeri kullanılarak yapılmıştır. Kritik başarı kriterleri , (CSC) Açıklayıcı Faktör Analizi yöntemiyle belirlenmiştir. Bu kritik başarı kriterlerinin arkasındaki ortak başarı kriterini belirlemek için Yapısal Eşitlik Modellemesi (Structural Equation Modelling, SEM) kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda Türk inşaat sektöründe BIM uygulaması için 3 kritik başarı faktörü (CSC) belirlenmiştir: "teknolojik faydaları hakkında farkındalık" , "kurumsal hazırlık ve rekabet avantajları" , "Yönetimin BIM ile ilgili motivasyonu". Bunlar da 2 kategoriye ayrılmıştır: "teknolojik faydaları hakkında

farkındalık" ve "kurumsal hazırlık ve rekabet avantajları" 1. kategoride; "Yönetimin BIM ile ilgili motivasyonu" 2. kategoride yer almaktadır [3] .

Tan S.ve ark., Türk AEC sektöründe BIM uygulamasını zorlaştıran engelleri tespit etmek amacıyla 2022 yılında yapmış oldukları çalışmada sistematik bir literatür taraması (Systematic Literature Review, SLR) yoluyla 46 engel (Influencing Cause, IC) tanımlamışlardır. Çalışmada bu kriterlerle oluşturulan bir anket inşaat mühendisi ve mimar olan BIM uygulayıcıları ile paylaşılmıştır.

141 yanıt alınmıştır. Güvenilirlik analizi, Açıklayıcı Faktör Analizi, Doğrulayıcı Faktör Analizi yapılmıştır. Bu engellerin arkasındaki ortak engeli belirlemek için Yapısal Eşitlik Modellemesi (Structural Equation Modelling, SEM) kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda Türk inşaat sektöründe BIM uygulamasının önündeki 8 ortak engel (kök faktör) belirlenmiştir: "BIM'e geçiş sürecindeki sorunlar" , "yönetim desteği eksikliği" , "teşvik eksikliği" , "BIM eğitimi eksikliği" , "önyargı" , "yazılım sorunları" , "paydaşların farkındalık eksikliği" , "iletişim eksikliği". Bunlar da 3 kategoriye ayrılmıştır. "BIM'e geçiş sürecindeki sorunlar" , "yönetim desteği eksikliği" 1. kategoride ; "teşvik eksikliği" , "BIM eğitimi eksikliği" , "önyargı" , "yazılım sorunları" 2. kategoride ; "paydaşların farkındalık eksikliği" , "iletişim eksikliği" 3. kategoride yer almaktadır [42].

Şahinkaya G. ve ark., Türk inşaat sektörü çalışanlarının BIM farkındalığı, BIM uygulamasının avantajları, uygulamanın önündeki engelleri ve bunlara yönelik önerileri belirlemek amacıyla 2022 yılında yapmış oldukları çalışmada, literatür taramasının ardından sorular hazırlanarak bir anket gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre Türkiye'de BIM henüz yeterince bilinmemektedir (%50) ve kullanılmamaktadır (%67). Katılımcıların %70'i BIM uygulamasının nasıl kullanıldığını bilmemektedir, %41'i BIM uygulamasını proje maliyetlerini kesinlikle azaltacağını belirtmiştir, %58'i BIM uygulaması ile sorunun inşaat yapım aşamasından önce belirlenebileceğini düşünmektedir, %61'i BIM uygulamasının yaygınlaşmasında en büyük katkıyı devletin yapabileceğini belirtmiştir, %41'i sektördeki rekabetin BIM uygulamasını yaygınlaştıracığı görüşündedir [43].

Literatürde BIM konusunda günümüze kadar yazılmış makaleler, tezler ve diğer akademik çalışmalar incelendiğinde, BIM in faydaları benimsenmesindeki engeller, kritik başarı faktörleri vb. konularda çalışmalar yapıldığı görülmüştür ve yukarıda bu

Çalışmaların bir kısmı özetlenmiştir. Ancak bu çalışmalarda genel olarak Bina Yaşam Döngüsü'nn her evresi için genel değerlendirmeler yapıldığı görülmektedir. Halbuki Bina yaşam döngüsünün her aşamasında farklı amaçlarla kullanılabilir.

Tasarım Sürecinde Fizibilite sonrası sisteme eklenecek belediye evrakları, ihtiyaç listesi, avan proje tasarımı, kesin proje tasarımı, statik-elektrik-mekanik projeleri gibi amaçlarla; evresel Analizlerde Işık analizi, ısıyalıtım analizi gibi amaçlarla; Bina Yapım Sürecinde Malzeme tedariki, revizyon kontrolü, depolama kontrolü gibi amaçlarla; Bina İşletiminde Arıza tespiti, revizyon kontrolü, yıkım gibi amaçlarla kullanılarak farklı alanlarda çeşitli faydalar sağlar [44]. Bu nedenle Bina Yaşam Döngüsü'nn farklı evrelerinde BIM süreçlerini ayrı ayrı incelemek gerekmektedir.

Literatür taraması sonucunda "Tasarım Evresi" ile "Projelendirme ve Yapım Evresi" nin dikkate alındığı detaylı bir çalışmaya rastlanmamış ve bu literatür açığının doldurulması hedeflenmiştir.

1.2. Tezin Amacı ve zgn Değeri

Türkiye'de inşaat sektörünün ilerlemeye devam edebilmesi ve uluslararası düzeyde rekabet ortamında ayakta kalabilmesi; her an değişen ve gelişen günümüz teknolojilerine hızla uyum sağlamasına bağlıdır. İnşaatın her aşamasında kullanım olanağı ve çeşitli avantajları bulunan BIM teknolojisinin Türkiye'de benimsenmesi ve yaygınlaşması bu açıdan önem arz etmektedir.

Türkiye'de ve dünyada BIM uygulanmasına neden olan faktörler ve çözüm önerilerine ilişkin yapılmış olan çalışmalarda, Bina Yaşam Döngüsü'nn "Tasarım Evresi" ve "Projelendirme ve Yapım Evresi"ne ait detaylı bilgilerin mevcut olmadığı görülmüştür. Bina Yaşam Döngüsü'nn farklı evrelerine odaklanıldığı takdirde, o evreye özel daha spesifik sorunlara çözüm geliştirmek mümkün olabilecektir.

Bu alışmada, Türkiye'de BIM'in gelişmesine ve yaygın olarak kullanılmasına engel olan güncel faktörlerin, Bina Yaşam Döngüsü'nn "Tasarım Evresi" ile "Projelendirme ve Yapım Evresi"nin her ikisi için de ayrı ayrı ele alınarak bunların önem derecelerinin anket soruları vasıtasıyla araştırılması ve tespit edilecek sorunlara çözüm nerileri geliştirilmesi hedeflenmekte ve literatürde önemli bir boşluğu doldurması beklenmektedir.

Bu çalışmanın 2 adet özgün değeri bulunmaktadır:

- 1) Anket çalışması, kamu ve özel sektörde yalnızca BIM konusunda uzman kişilere uygulanmıştır. Sadece uzmanlara yapılan anket çalışmaları sınırlı sayıdadır.
- 2) Proje yaşam evrelerinden "Tasarım" ve "Projelendirme ve Yapım" evrelerinde BIM kullanımı ayrı ayrı değerlendirilmiştir.





2. BİNA YAŞAM DÖNGÜSÜ

2.1. Tanım

Bina Yaşam Döngüsü, 'bir binanın atık haline dönüşme döngüsünde tüm malzeme ve sistemlerin geçtiği çeşitli aşamalar' olarak tanımlanmaktadır [45]. Binaların da tıpkı canlılar gibi bir başlangıç evresi, kullanım süreci ve sonu bulunan yaşam döngüleri vardır [46]. Bina Yaşam Döngüsü, kısaca bir yapının tasarımından yıkımına kadar geçirdiği süreci ifade etmektedir.

2.2. Aşamalar

Bina yaşam döngüsünü 4 evrede incelemek mümkündür.

2.2.1. Tasarım evresi

Tasarım Evresi'nde BIM, sırasıyla "geometrik kütle oluşturma komutları ile tasarımın meydana getirilmesi", "bir skript dili kullanılarak parametrik tasarım ilkeleriyle tasarımın BIM modeline dönüştürülmesi" ve "performans analizi yapılarak tasarımın geliştirilmesi" adımlarında rehber olarak kullanılmaktadır [47].

2.2.2. Projelendirme ve yapım evresi

Projelendirme ve Yapım Evresi'nde BIM, Revit ortamında BIM modelinin animasyon için hazırlanması için kullanılmaktadır.(4B) zaman, (5B) maliyet, (6B) sürdürülebilirlik, (7B) tesis yönetimi alanlarında animasyonlar oluşturulabilir. İnşaat esnasında meydana gelebilecek sorunlar bina yapım ve iş akış süreçlerini gösteren animasyonlarda belirlenebilir [47].

2.2.3. Bina/tesis yönetimi evresi

Bina/Tesis Yönetimi Evresi'nde BIM, yapım sonrası bakım ve işletim amaçlı kullanılır [47].

2.2.4. Yeniden kullanım (onarım) veya yıkım evresi

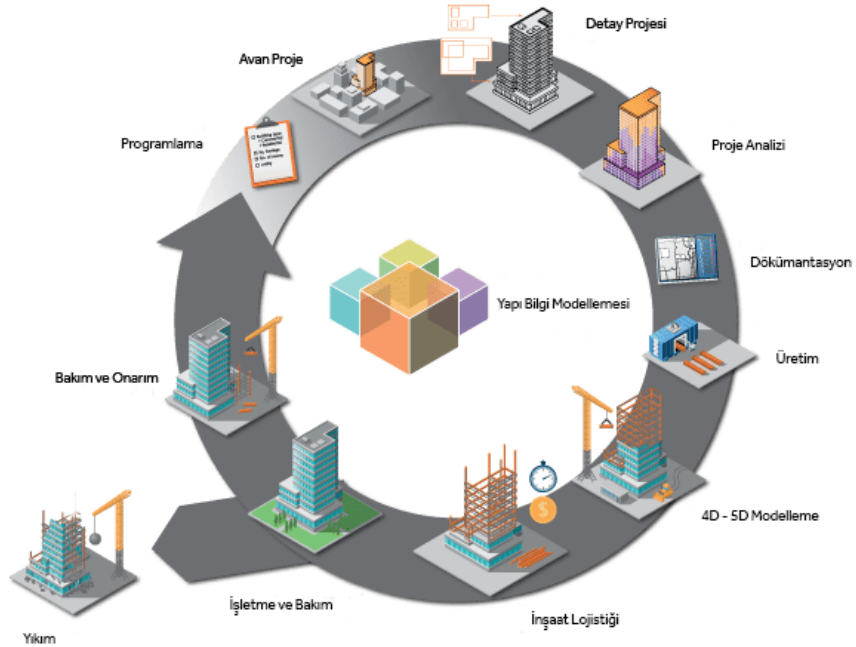
Yeniden Kullanım (Onarım) veya Yıkım Evresi'nde BIM, "bina onarımı ve güçlendirilmesi" , "mekansal performans geliştirimi", "yeni işlev çerçevesinde kullanım" ve "yıkım ve malzemenin geri dönüşümü" amaçlarıyla kullanılmaktadır [47].



3. YAPI BİLGİ MODELLEMESİ (BIM)

3.1. Tanım

Ofluoğlu S. (2014), Yapı Bilgi Modellemesi'ni şu şekilde tanımlamıştır: "BIM, bina ile ilgili grafik ve alfasayısal veriden oluşan üç boyutlu bir model meydana getirerek, bu modelin proje paydaşları tarafından ortak kullanımını sağlayan bir çalışma yaklaşımıdır" [48]. Yapı bilgi modellemesi (BIM) bir yapının yaşam döngüsünün tamamında (tasarım evresi, projelendirme ve yapım evresi, tesis yönetimi evresi, yeniden kullanım evresi, yıkım evresi) kullanılabilir. BIM uygulaması bir projeyi tasarım ve yapım sürecinin her adımında izleyebilme ve gerektiğinde müdahale edebilme imkanı sunar. Bu özelliği ile BIM yapım aşamasında bile revizyon imkanı sunar [49]. BIM uygulaması sayesinde farklı paydaşların aynı modeli kullanabilmesi, temsilde tutarlılığı artırmakta, revizyon kolaylığı sağlamakta, koordinasyonu kolaylaştırmaktadır [50]. Yapı Bilgi Modellemesi'nin , inşaat sürecinin farklı aşamalarında kullanımı Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. BIM (Yapı Bilgi Modellemesi) kavramı [51].

3.2. Dünya’da BIM

Dünya günden güne teknolojik olarak geliştikçe büyük ülkelerde BIM'in benimsenmesi ivme kazanmış ve her geçen yıl BIM uygulamasının avantajları, benimsenmesine engel olan faktörleri, kritik başarı faktörler vb. konular hakkında daha fazla sayıda araştırmacı çalışma yapmıştır.

McAuley B. ve ark. (2017) tarafından BICP Programı (BIM Inovation Capability Programme) kapsamında BIM kullanımının benimsenme durumunu değerlendirmek amacıyla yapılmış olan araştırmada yer alan haritada (Şekil 3.2.) , BIM uygulamasında öncü ülkeler ve bu ülkelerde BIM uygulamasının benimsenme düzeyleri gösterilmektedir [52].

Cheng J. C. P. ve Lu Q. (2015) tarafından yazılmış olan makalede, farklı ülkelerin BIM standartları ve yönergeleri hakkında özet tablolara (Tablo 3.1. , Tablo 3.2. , Tablo 3.3. , Tablo A.1.) yer verilmiştir [53].

Tablo 3.1. Avrupa ülkelerindeki BIM standartları/yönergeleri zaman çizelgesi (“*”, standardın hazırlanmakta olduğu anlamına gelir) [53].

Yıl	BIM Standartları/Yönergeleri	PEP	Modelleme Yöntemi	LoD’ler	Bileşen Sunum Türü ve Veri Düzenleme
2007	[Danimarka, Byggestrelsen (Bina Yönetimi)] 3D CAD Elkitabı 2006		✓	✓	✓
2007	[Danimarka, Byggestrelsen (Bina Yönetimi)] 3D Çalışma Yöntemi 2006	Bulunamamıştır.			
2007	[Danimarka, Byggestrelsen (Bina Yönetimi)] 3D CAD Proje Sözleşmesi 2006	Bulunamamıştır.			
2007	[Danimarka, Byggestrelsen (Bina Yönetimi)] Katman ve Nesne Yapıları 2006	Bulunamamıştır.			
2007	[Finlandiya, Senate Properties (Senato Mülkleri)] Mimari Tasarım için BIM Zorunluluğu	Bulunamamıştır.			
2007	[Birleşik Krallık (İngiltere), BSI] BSI 1192:2007				✓
2008	[Norveç, Statsbygg (Devlet)] BIM Elkitabı v1.0	İngilizce değildir.			
2009	[İsveç, SSI] Bygghandlingar (İnşaat Belgeleri) 90	Bulunamamıştır.			
2009	[Norveç, Statsbygg (Devlet)] BIM Elkitabı v1.1	İngilizce değildir.			
2009	[Birleşik Krallık (İngiltere), AEC] BIM Standardı v1.0	✓	✓	✓	✓
2010	[Birleşik Krallık (İngiltere), BSI, CPIC] Bina Bilgi Yönetimi BS1192 için Standart Çerçevesi ve Kılavuzu		✓		✓
2011	[Norveç, Statsbygg (Devlet)] BIM Elkitabı v1.2		✓	✓	✓
2011	[Norveç, Norwegian Home Builders’ Association (Norveç İnşaatçılar Derneği)] BIM Elkitabı v1	✓	✓		✓
2011	[Birleşik Krallık (İngiltere), BSI] BSI 8541-2	Bulunamamıştır.			
2012	[Finlandiya, Senate Properties (Senato Mülkleri) vd.] Ortak BIM Zorunlulukları 2012 v1		✓		
2012	[Birleşik Krallık (İngiltere), BSI] BSI 8541-1: 2012	Bulunamamıştır.			
2012	[Birleşik Krallık (İngiltere), BSI] BSI 8541-3: 2012	Bulunamamıştır.			
2012	[Birleşik Krallık (İngiltere), BSI] BSI 8541-4: 2012	Bulunamamıştır.			
2012	[Birleşik Krallık (İngiltere), AEC] BIM Protokolü v2	✓	✓	✓	✓
2012	[Birleşik Krallık (İngiltere), AEC] Autodesk Revit v2 için BIM Protokolü v2	✓	✓	✓	✓
2012	[Birleşik Krallık (İngiltere), AEC] Bentley AECosim Building Designer v2 için BIM Protokolü v2	✓	✓	✓	✓

Tablo 3.1. (Devamı) Avrupa ülkelerindeki BIM standartları/yönergeleri zaman çizelgesi (“*”, standardın hazırlanmakta olduğu anlamına gelir) [53].

Yıl	BIM Standartları/Yönergeleri	PEP	Modelleme Yöntemi	LoD’ler	Bileşen Sunum Türü ve Veri Düzenleme
2012	[Hollanda, Rijksgebowendienst (Altyapı ve Su Yönetimi Bakanlığı)] Rgd BIM Normu v1		✓	✓	✓
2012	[Norveç, Norwegian Home Builders’ Association (Norveç İnşaatçılar Derneği)] BIM Elkitabı v2	Bulunamamıştır.			
2013	[Birleşik Krallık (İngiltere), BSI] PAS 1192-2: 2013	✓	✓	✓	✓
2013	[Birleşik Krallık (İngiltere), CIC] BIMs v1’i kullanırken Mesleki Sorumluluk Sigortası için En İyi Uygulama Kılavuzu				
2013	[Birleşik Krallık (İngiltere), CIC] Yapı Bilgi Modeli Protokolü, v1		✓	✓	
2013	[Birleşik Krallık (İngiltere), AEC] Graphisoft ArciCAD v1 için BIM Protokolü v2	✓	✓	✓	✓
2013	[Birleşik Krallık (İngiltere), CIC] Bilgi Yönetimi Rolü için Hizmetler Kapsamı Taslağı				
2013	* [Finlandiya, Finlandiya Beton Birliği] beton yapılar için BIM kılavuzu	Yayınlanmamıştır.			
2013	[Norveç, Statsbygg (Devlet)] BIM Elkitabı v1.2.1		✓		✓
2013	[Hollanda, Rijksgebowendienst (Altyapı ve Su Yönetimi Bakanlığı)] Rgd BIM Normu v1.1		✓	✓	✓
2014	*[Birleşik Krallık (İngiltere), BSI] PAS 1192-3: 2014				
2014	*[Birleşik Krallık (İngiltere), BSI] BS 1192-4: 2014				✓
2015	*[Birleşik Krallık (İngiltere), BSI] BS 7000-4: 1996	Yayınlanmamıştır.			

Tablo 3.2. Asya ülkelerindeki BIM standartları/yönergeleri zaman çizelgesi (“*”, standardın hazırlanmakta olduğu anlamına gelir) [53].

Yıl	BIM Standartları/Yönergeleri	PEP	Modelleme Yöntemi	LoD’ler	Bileşen Sunum Türü ve Veri Düzenleme
2008	[Singapur, BCA] BIM Mimari Disiplin için e-Sunum Kılavuzu v3.0		√		√
2009	[Hong Kong, HA] BIM Standartları Elkitabı v1.0		√		√
2009	[Hong Kong, HA] BIM Kullanıcı Rehberi	√	√	√	√
2009	[Hong Kong, HA] BIM Kütüphane Bileşenleri Tasarım Rehberi v1.0	√	√		√
2009	[Kore, MLTM] Ulusal Mimari BIM Rehberi	Bulunamamıştır.			
2010	[Hong Kong, HA] BIM Kütüphane Bileşenleri Kaynağı v1.0				√
2010	[Tayvan, NTU] AEC (UK) Autodesk Revit (çeviri) için BIM Standartları	√	√	√	√
2010	[Kore, PPS] Kılavuz V1: Mimari BIM Rehberi	Bulunamamıştır.			
2010	[Singapur, BCA] BIM Mimari Disiplin için e-Sunum Kılavuzu v3.5		√		√
2011	[Singapur, BCA] BIM e-Sunum Kılavuzu Yapısal v2.1		√		√
2011	[Singapur, BCA] BIM e-Sunum MEP v3		√		√
2011	[Kore, KICTEP] BIM Kılavuzu	Bulunamamıştır.			
2011	[Kore, KICT] Ulusal Düzeyde Yapılı Çevre BIM Kılavuzu Geliştirme	Bulunamamıştır.			
2011	[Kore, PPS] Kılavuz V2: BIM Maliyet Yönetimi Rehberi	Bulunamamıştır.			
2011	[Hong Kong, HKIBIM] BIM Proje Şartnamesi		√	√	√
2011	[Tayvan, NTU] AEC (Birleşik Krallık(İngiltere)) Bentley Yapı (çeviri) için BIM Standartları	√	√	√	√
2012	[Japonya, JIA] BIM Kılavuzları	Bulunamamıştır.			
2012	[Singapur, BCA Bir Organizasyonda BIM’in Benimsenmesi için BEG	√			√

Tablo 3.2. (Devamı) Asya ülkelerindeki BIM standartları/yönergeleri zaman çizelgesi (“*”, standardın hazırlanmakta olduğu anlamına gelir) [53].

Yıl	BIM Standartları/Yönergeleri	PEP	Modelleme Yöntemi	LoD’ler	Bileşen Sunum Türü ve Veri Düzenleme
2012	[Singapur, BCA] BIM Uygulama Planı için BEG	√			
2012	[Singapur, BCA] Mimari Danışmanlar için BEG		√		√
2012	[Singapur, BCA] Müteahhitler için BEG		√		√
2012	[Singapur, BCA] CS Danışmanları için BEG		√		√
2012	[Singapur, BCA] MEP Danışmanları için BEG		√		√
2012	[Singapur, BCA] BIM Rehberi v1.0	√	√		√
2013	[Singapur, BCA] BIM Rehberi v2.0	√	√	√	√
2013	[Çin, Pekin Keşif ve Tasarım Birliği] İnşaat İşleri için Yapı Bilgi Modelleme Tasarım Standardı		√	√	√
2014	[Çin, CIBSDR vd.] Bina Tasarım-Bilgi Modellemesi Teslim Standardı (taslak)		√	√	√
2014	[Çin, CIBSDR vd.] yapı inşaatı tasarım bilgi-modelinin sınıflandırılması ve kodlanması için standart (taslak)				
2014	[Hong Kong, CIC] CIC Yapı Bilgi Modelleme Standartları Taslağı 6.2	√	√	√	√
2014	[Tayvan, NTU] Geliştirme Düzeyi Şartnamesi (V.2014)				
2013	*[Japonya, JFCC] İnşaat Aşamasında BIM İşbirliği için Kılavuzlar	Yayınlanmamıştır.			
2013	*[Japonya, JFCC] İnşaat Aşamasında BIM İşbirliği için Kılavuzlar	Yayınlanmamıştır.			
2013	*[Japonya, buildingSMART Japonya vd.] Kamu Binaları için BIM Kılavuzu	Yayınlanmamıştır.			
2013	*[Kore, KICTEP] Çok Yüksek Binalar için BIM Standardı Geliştirme ve Uygulama	Yayınlanmamıştır.			
2015	[Çin, Şangay] Şangay Yapı Bilgi Modellemesi Uygulama Rehberi				

Tablo 3.3. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki ulusal kamu sektörü BIM standartları/yönergeleri zaman çizelgesi (“*”, standardın hazırlanmakta olduğu anlamına gelir) [53].

Yıl	BIM Standartları/Yönergeleri	PEP	Modelleme Yöntemi	LoD'ler	Bileşen Sunum Türü ve Veri Düzenleme
2007	[NIBS] NBIMS v1.0	√	√		√
2007	[NIST] Genel Yapı Bilgisi Devir Rehberi		√		√
2007	[GSA] BIM Rehber Serisi 01 v0.6				
2007	[GSA] BIM Rehber Serisi 02 v0.96	√	√		√
2007	[AIA] Belge E201™–2007, Dijital Veri Protokolü Sergisi	√			
2007	[AIA] Belge C106™–2007 Dijital Veri Lisans Sözleşmesi	Bulunamamıştır.			
2008	[AIA] Belge E202-2008 BIM protokolü sergisi		√	√	√
2008	[AGC] Müteahhit için BIM Rehberi v1	√	√	√	
2009	[Wisconsin] Mimarlar ve Mühendisler için BIM Kılavuzları ve Standartları		√		√
2009	[PSU] BIM PEP Rehberi v0.1	√	√		
2009	[PSU] BIM PEP Rehberi v0.2	√	√		
2009	[PSU] BIM PEP Rehberi v1.0	√	√		
2009	[GSA] BIM Rehber Serisi 03 v1.0		√		√
2009	[GSA] BIM Rehber Serisi 04 v1.0		√		
2009	[GSA] BIM Rehber Serisi 05 v1.0		√		√
2010	[VA] The VA BIM Rehberi v1.0	√	√	√	√
2010	[LACCD] LACCD BIMS v3	√	√		√
2010	[PSU] BIM PEP Rehber v2.0	√	√		
2010	[AGC] Müteahhit için BIM Rehberi v2	√	√	√	
2011	[PSU] BIM PEP Rehberi v2.1	√	√		
2011	[UF] BIM Uygulama Planı v1.1	√			
2011	[University of Connecticut] CAD Standartları Kılavuzu				√
2011	[GSA] BIM Rehber Serisi 08 v1.0	√	√		√
2011	[Ohio] Ohio Eyaleti BIM Protokolü	√	√		
2012	[NIBS] NBIMS v2.0	√			√
2012	[NYC DDC] BIM Kılavuzları	√	√	√	√
2012	[IU] Mimarlar, Mühendisler ve İnşaatçılar için BIM Kılavuzları ve Standartları	√	√	√	√
2012	[PSU] İşletme Sahipleri için BIM Planlama Rehberi v1.0	√	√	√	√
2012	[PSU] İşletme Sahipleri için BIM Planlama Rehberi v1.01	√	√	√	√

Tablo 3.3. (Devamı) Amerika Birleşik Devletleri'ndeki ulusal kamu sektörü BIM standartları/yönergeleri zaman çizelgesi (“*”, standardın hazırlanmakta olduğu anlamına gelir) [53].

Yıl	BIM Standartları/Yönergeleri	PEP	Modelleme Yöntemi	LoD'ler	Bileşen Sunum Türü ve Veri Düzenleme
2012	[PSU] İşletme Sahipleri için BIM Planlama Rehberi v1.02	✓	✓	✓	✓
2012	[University at Albany] AECM BIM Kılavuzları 2012		✓	✓	
2013	[NYC DOB] BIM Site Güvenliği Teslim Kılavuzları ve Standartları		✓	✓	✓
2013	[NYC SCA] Mimarlar ve Mühendisler için BIM Kılavuzları ve Standartları v1.1	✓	✓	✓	✓
2013	[SPU/SDoT] CAD Elkitabı SPU/SDoT Departmanlar Arası CAD Standardı				✓
2013	[Tennessee] BIM Zorunlulukları V1.0	✓	✓		✓
2013	[PSU] İşletme Sahipleri için BIM Planlama Rehberi v2.0	✓	✓	✓	✓
2013	[PSU] BIM Kullanımları v0.9		✓		
2013	[NYC DDC] Tasarım Danışmanı Rehberi Eki		✓		
2013	[AIA] Belge E203™–2013, BIM ve Dijital Veri Sergisi				✓
2013	[AIA] Belge G201™–2013, Proje Dijital Veri Protokolü Formu				✓
2013	[AIA] Belge G202™–2013, Proje BIM Protokolü Formu			✓	
2013	[AIA] Rehber, 2013 AIA Dijital Uygulama Belgelerine Yönelik Talimatlar ve Açıklamalar			✓	✓
2013	[AGC, BIMForum] Geliştirme Düzeyi Şartnamesi v2013		✓	✓	✓
2015	[AGC, BIMForum] Geliştirme Düzeyi Şartnamesi v2015 (taslak)		✓	✓	✓
2015	*[NIBS] NBIMS v3.0	Yayınlanmamıştır.			
2015	*[GSA] BIM Rehber Serisi 06 v1.0	Yayınlanmamıştır.			
2015	*[GSA] BIM Rehber Serisi 07 v1.0	Yayınlanmamıştır.			

3.2.1. Farklı ülkelerde BIM uygulamasının benimsenme durumu hakkında ek bilgiler

3.2.1.1. Finlandiya

Finlandiya İnşaat Endüstrileri Konfederasyonu 2002’de BIM’in sektörde kullanımı için ilk çalışmaları başlatmıştır. Senato, 2007’den itibaren bütün tasarım yazılım

paketlerinin BIM yönergesine uygun olarak Endüstri Temel Sınıflamaları'nı (Industry Foundation Class, IFC) geçmesini zorunlu kılmıştır [5].

3.2.1.2. İsveç

İsveç Ulaştırma İdaresi, 2015'ten itibaren tüm yatırım projelerine BIM'i dahil etmek üzere 2013 yılında BIM Stratejisi'ni yayınlamıştır [5].

3.2.1.3. Norveç

Norveç Hükümeti, Kamu İnşaat ve Mülkiyet Müdürlüğü dahil olmak üzere, proje katılımcılarının 2016'ya kadar açık standartları kullanmaları için özel gereksinimlerini belirleyen ortak bir bildiri yayınlamıştır [5].

3.2.1.4. Danimarka

2011'de Danimarka Parlamentosu BIM'i bütün yerel ve bölgesel projelerde zorunlu hale getirmiştir [5].

3.2.1.5. İskoçya

İskoçya 2015 yılında 2. Seviye BIM Uygulama Programı'nı başlatarak 2017'ye kadar zorunlu hale getirmiştir; değerlendirmeyi kolaylaştırmak için BIM Seviye 2 Değerlendirme Aracı ile BIM Pusulası'nı tanıtmıştır [5].

3.2.1.6. İngiltere

2017'den itibaren BIM Seviye 2 Programının kullanılması zorunlu tutulmuştur [5].

3.2.1.7. Hollanda

Hollanda, 2012'de Karayolları ve Su Yolları BIM Programı'nın bir parçası olarak Yapı Bilgi Konseyi'ni kurmuştur. 2015'ten itibaren Hollanda Mimarlık Enstitüsü, Hollanda'daki mimarlık uygulamalarının %76'sının BIM uygulamasının avantajları ile gerçekleştirildiğini ifade etmiştir [5].

3.2.1.8. Almanya

İnşaat Planlaması (Planen-bauen) Limited Şirketi'nin kurulmasıyla birlikte, 2020'de BIM uygulaması zorunlu tutulmuştur [5].

3.2.1.9. ek Cumhuriyeti

İnşaat sürecinin çoğu alanında hla 2 boyutlu modelleri tercih etmektedir. 2016 NBS Uluslararası BIM Raporu'na göre, ek Cumhuriyeti'nde 157 katılımcıdan yalnızca %13'ü BIM'i kullanmaktadır [5].

3.2.1.10. Belçika

2015'te yayınlanan Belçika BIM Kılavuzu tüm paydaşlar için kuralları ve pratik tavsiyeleri içermektedir [5].

3.2.1.11. Fransa

Fransa Hükümeti 2017 yılına kadar 500,000 konutta BIM kullanılması için Yol Haritası'nı belirlemiştir [5].

3.2.1.12. İsviçre

Cenevre Teknoloji Fakültesi tarafından ilk BIM Raporu yayınlanmıştır. İsviçre Mühendisler ve Mimarlar Derneği, İsviçre İçin bir Açık BIM Kılavuzu paylaşmıştır [5].

3.2.1.13. Avusturya

Herhangi bir resmi BIM stratejisi yoktur ancak Avusturya Standartları Enstitüsü tarafından BIM kullanımına ilişkin standart 2015 yılında yayınlanmıştır [5].

3.2.1.14. İtalya

Milano'daki opera binasının restorasyonu ve Fuimicino Roma Havaalanı'nın genişletilmesi gibi projelerde BIM kullanılmıştır [5].

3.2.1.15. İspanya

2018'den 2019 yılına kadar daha fazla altyapı projesinde BIM kullanma zorunluluğu getirilmiştir. İspanya inşaat sektöründe BIM kullanımını teşvik etmek için Yönetim Kurulu kurulmuştur [5].

3.2.1.16. Portekiz

Tüm kamu ihaleleri için e-İhale kullanılmaktadır. Portekiz inşaat endüstrisinde BIM'in benimsenmesini teşvik etmek amacıyla çalışan kuruluşlar arasında BIM standardizasyonu için Teknik Kurul bulunmaktadır [5].

3.2.1.17. Katar

2016 yılı boyunca Katar'da BIM kullanımında artış görülmüştür. 2030 Ulusal Vizyonu kapsamında, projelerin sayısının artmasıyla birlikte, projelerin inşaatını kolaylaştırmak üzere BIM kullanımı artmıştır [5].

3.2.1.18. Dubai

2015 yılında Dubai Belediyesi BIM kullanımına dair bir genelge yayınlamıştır [5].

3.2.1.19. Çin

Kentsel ve Kırsal Kalkınma ve Şehircilik Bakanlığı 12. Ulusal Beş Yıllık Planı'nda BIM'e yer vermiştir [5].

3.2.1.20. Hong Kong

İnşaat Endüstrisi Konseyi Çalışma Grubu , 2014 yılında BIM stratejik uygulaması için yol haritasını yayınlamıştır [5].

3.2.1.21. Singapur

Yapı ve İnşaat Yönetimi, 2015 yılına kadar BIM'i yaygın olarak kullanmaya teşvik eden bir yol haritası yayınlamıştır [5].

3.2.1.22. Avustralya

Avustralya ve Yeni Zelanda'nın ortak McGraw Hill Akıllı Pazar Raporu 2014 yılında yayınlanmıştır. Avustralya Altyapı Kuruluşu, 15 yıllık planında BIM'e yer vermiştir [5].

3.2.1.23. Yeni Zelanda

BIM Hızlandırma Kurulu, Yeni Zelanda BIM el kitabını yayınlamıştır [5].

3.2.1.24. Kanada

Kanada BIM Enstitüsü (Institute for BIM in Canada, IBC) , BIM kullanımına öncülük etmek üzere bir Kanada Yol Haritası oluşturmuştur [5].

3.2.1.25. Amerika Birleşik Devletleri

Gazi İşleri İnşaat ve Tesis Yönetimi Ofisi, New York Şehri Tasarım ve İnşaat Departmanı ve Ohio Eyaleti BIM Protokolü, BIM yetkilerini temsil etmektedir [5].

3.2.1.26. Brezilya

Ulusal Ulaştırma ve Altyapı Departmanı, BIM uygulamasına öncülük etmektedir [5].

3.2.1.27. Şili

Şili hükümeti, kamu projeleri için 2020 yılına kadar ve özel projeler için 2025 yılına kadar uygulanacak olan bir BIM Uygulama Planı başlatmıştır [5].

3.3. Türkiye’de BIM

Türkiye’de, BIM kullanımının yüksek olduğu ülkelere kıyasla, BIM projelerinde referans alınacak BIM standartları ve kılavuzları bulunmamaktadır [55]. Türkiye’de BIM sistemine geçişin yavaş gerçekleşmesi, standart ve kılavuz eksikliğinden kaynaklanmaktadır [56].

Türkiye’de henüz oluşturulmuş bir BIM standardı yoktur, öte yandan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB), Türk Standartları Enstitüsü (TSE) gibi kuruluşlar BIM standart dokümanları içerisinde referans gösterilebilecek ulusal tasarım ve yapım standartları üreten kuruluşlardır [54].

Türkiye’de yapı bilgi modellemesi süreçleriyle yürütülen havalimanı, hastane, alt yapı projesi, konut, karma yapı gibi projelere ilişkin yapılmış çalışmalar sonucunda [57, 58] 2018 yılına kadar elde edilmiş olan verileri Tablo 3.4’te sunulmaktadır [59].

Tablo 3.4. Türkiye’de BIM ile yürütülen proje örnekleri [59].

Proje adı	Proje Yılı	Proje Türü
Darıca-Gebze Metro Hattı	2018 -	Altyapı projesi
Kaynarca – Pendik – Tuzla Metro Hattı	2017-	Altyapı projesi
Göztepe – Ataşehir – Ümraniye Metro Hattı	2017-	Altyapı projesi
Çekmeköy – Sultanbeyli Metro Hattı	2017-	Altyapı projesi
Kirazlı – Halkalı Metro Hattı	2017-	Altyapı projesi
Kayaşehir – Başakşehir Metro Hattı	2017-	Altyapı projesi
Mahmutbey – Esenyurt Metro Hattı	2017-	Altyapı projesi
Vakıfbank Genel Müdürlüğü İstanbul Finans Merkezi	2017-	Ticari yapı
Galataport İstanbul Projesi	2015-	Karma yapı
İstanbul Sağlık Yönetim Ofisi	2017-2019	Sağlık Tesisi
Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi	2016-2020	Hastane
Dudullu-Bostancı Metro Hattı	2016-2020	Altyapı projesi
Ataköy – İkitelli Metro Hattı	2016-2019	Altyapı projesi
Bursa Şehir Hastanesi	2016 - 2019	Hastane
AND Frekans Residence Projesi	2016-2018	Konut
Akbank Yeni Veri Merkezi	2016-2018	Karma yapı
Elazığ Fethi Sekin Şehir Hastanesi	2016 -2018	Hastane
Kabataş-Mecidiyeköy-Mahmutbey Metro Hattı	2015-2020	Altyapı projesi
KKTC Ercan Havalimanı	2015-2019	Havalimanı
Adana Entegre Sağlık Kampüsü	2015-2018	Hastane
İş GYO Kartal Manzara Adalar	2015-2018	Konut
Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi	2015-2018	Hastane
Abdullah Gül Cumhurbaşkanlığı Müzesi ve Kütüphanesi	2014-2016	Kültür yapısı
Renovasyon Projesi		
İstanbul Yeni Havalimanı	2014-2018	Havalimanı
İzmir Adnan Menderes Havalimanı	2012-2014	Havalimanı
İstanbul Emaar Square	2012-2018	Karma yapı

ABD'deki 7 üniversitenin yayınlamış olduğu BIM standartları incelendiğinde, Türkiye'de BIM standart ve kılavuz oluşturulmasına yönelik çalışmaların hızlandırılmasına ihtiyaç duyulduğu, dokümanların öncelikle "Uygulama plan", "Roller ve sorumluluklar", "Gelişim seviyeleri", "Teknoloji platformu ve yazılım bilgileri", "Analiz ve simülasyonlar", "Proje evreleri", "Koordinasyon", "Model ve veri teslim süreçleri" ile "Arşivleme" içerikleri üzerine yoğunlaşmaları gerektiği sonucuna varılmaktadır [60].

3.4. Kullanım Alanları

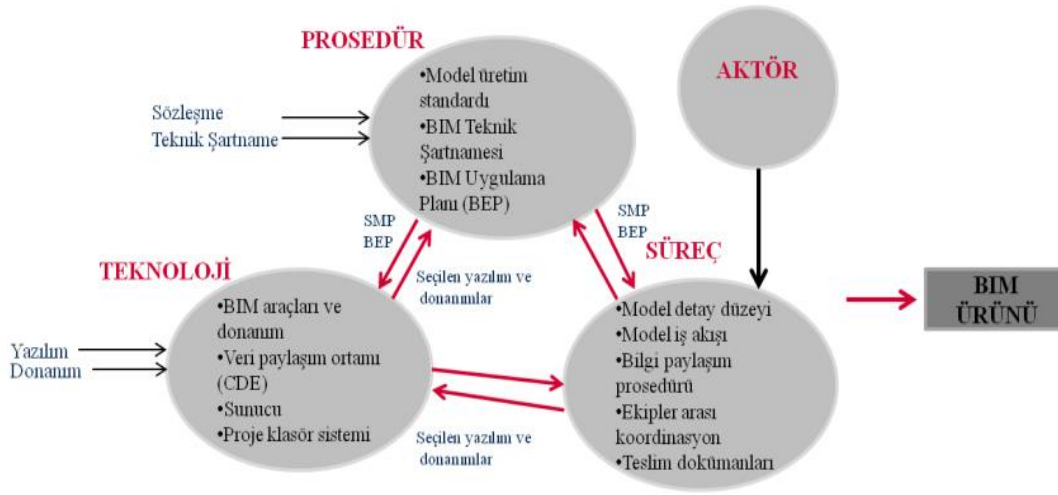
BIM'in geniş kullanım alanları sistemin farklı boyutlarını temsil etmektedir. 2 boyutlu CAD uygulamaları BIM konseptinin temelini oluştururken, BIM kullanımları 7. boyuta kadar ulaşabilmektedir [61, 62].

BIM kullanım boyutları;

- 2B (Dokümantasyon),
- 3B (Modelleme),
- 4B (Süre),
- 5B (Maliyet),
- 6B (Sürdürülebilirlik),
- 7B (Tesis Yönetimi)

şeklinde sıralanmaktadır [61, 62].

BIM'e geçişin operasyonel uygulama çerçevesi çıkarıldığında; BIM alanları prosedür, süreç ve teknoloji olarak tanımlanmaktadır. Bu operasyonel uygulama çerçevesinde; prosedür, teknoloji ve süreç alanları birbirleriyle etkileşim içerisinde. Aktör (insan) faktörü de bazı çalışmalarda önemli ek bir bileşen olarak göz önüne alınmaktadır. Örneğin, projenin teknik şartnamesindeki BIM kullanımı "prosedür alanı" , gerekli yazılımlar "teknoloji alanı", projeden sorumlu olacak aktörler "aktör" alanı, projenin hangi safhasında ne yapılacağı ise "süreç" alanını temsil etmektedir [63].



Şekil 3.3. BIM operasyonel uygulama çerçevesi [63].

3.4.1. Prosedür alanı

Prosedür alanı; dokümanları; sözleşmeleri, şartnameleri, kılavuzları, mevzuatları, standartları kapsamaktadır. Bu alandan görevli organizasyonlar, kılavuz ve standartları oluşturan kurum ve kuruluşlar ve eğitim kurumları (üniversiteler, araştırma merkezleri vb.)dır. Bu alanın alt başlıkları; model üretim standardı, BIM Teknik Şartnamesi ve BIM Uygulama Planı (BEP) olarak sıralanabilir [63].

3.4.2. Süreç alanı

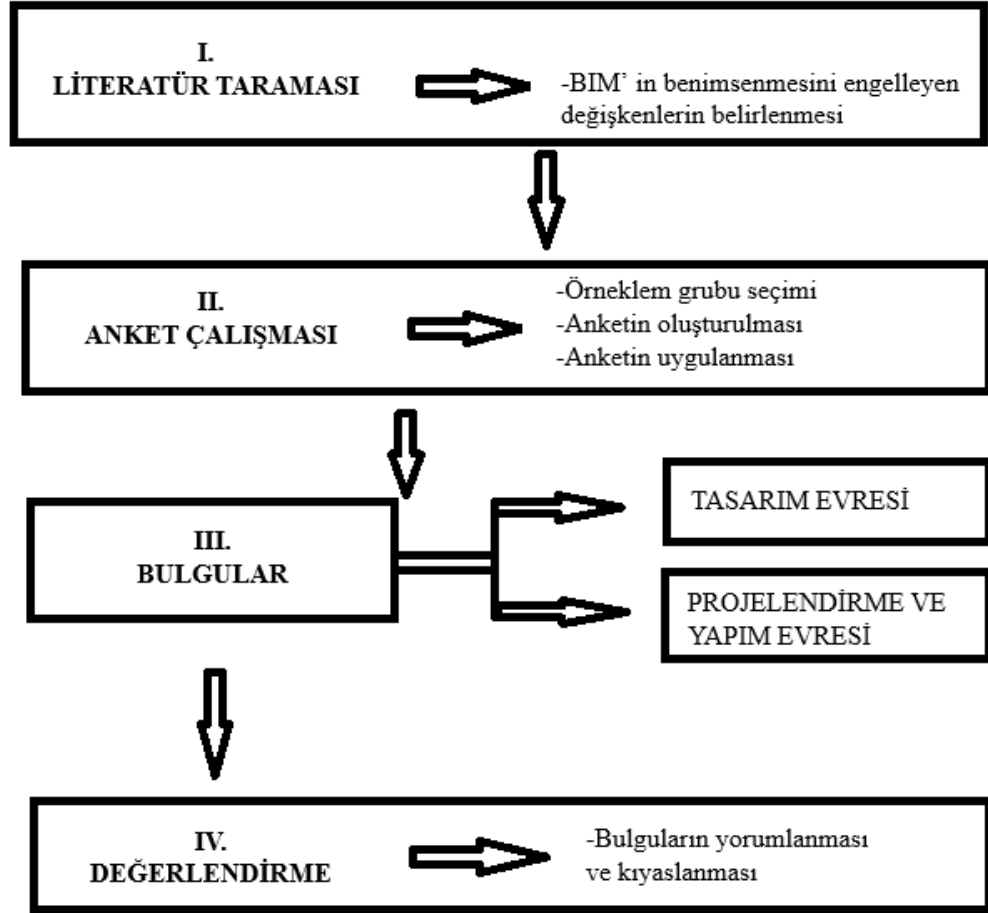
BIM'in süreç alanı; yapının tasarımı, inşaatı, tedarik aşaması, işletilmesi ve bakımı gibi süreçlerden oluşmaktadır. Süreç içerisinde meydana gelecek değişimler diğer alanları etkileyebilir ve diğer alanlarda revizyon gerekebilir. Bu alanın alt başlıkları; model detay düzeyi, model iş akışı, bilgi paylaşım prosedürü, ekipler arası koordinasyon ve teslim dokümanları olarak sıralanabilir [63].

3.4.3. Teknoloji alanı

BIM'in yazılımlar ile yönetilen bir süreç olması sebebiyle, Teknoloji alanı kapsamında aşağıdaki konular için alınan kararlar ve seçilen yazılımlar, süreç alanı için de önemli bir bilgi olacaktır. Seçilebilecek yazılımlar, "Tasarım Araçları", "Koordinasyon Araçları", "Ortak Veri Paylaşım Araçları", "Detay/Görüntülemek Araçları" başlıkları altında gruplandırılabilir. Bu alanın alt başlıkları; BIM araçları ve donanım, veri paylaşma ortamı (CDE), sunucu ve proje klasör sistemi olarak sıralanabilir [63].

4. METODOLOJİ

4.1. Metodolojinin Oluşturulması



Şekil 4.1. Metodoloji.

4.2. Anket Sayısının Belirlenmesi

Türkiye’de 2021 yılı verilerine göre İnşaat Mühendisleri ve Mimarlar odasına kayıtlı yaklaşık olarak 200.000 kişi bulunmaktadır. Şahinkaya ve ark. (2022) tarafından yapılan bir çalışmaya göre BIM’i kullanmayı bilen uzman kişilerin oranı %30’dur.

Bu bilgiler ışığında örneklem büyüklüğü 60.000, anlamlılık düzeyi %5, araştırma hata payı %10, görülme sıklığı %90, görülme sıklığı %10 alındığında, çalışmada en az 35 adet anket yapılması gerektiği ortaya çıkmaktadır (Denklem 4.1) [64].

Türkiye’de 2021 yılında İnşaat Mühendisi sayısı= 137365

Türkiye’de 2021 yılında Mimar Sayısı = 63628

Toplam = 137365 + 63628 = 200993 kişi

BIM’i kullanmayı bilen uzman kişilerin oranı %30 ise;

BIM’i kullanmayı bilen İnşaat Mühendisi ve Mimar sayısı= 200993*0,30 = 60297 kişi

Örneklem Büyüklüğü 60000 kişi olarak alınabilir.

Anlamlılık düzeyi (α) = %5 İki taraflı test için Z değeri= 1,96

Araştırma hata payı (d) = %10

Örneklem büyüklüğü (N) = 60000

Görülme sıklığı (p) = %90

Görülmemeye sıklığı (q) = %10

Anket sayısı (n) = ?

$$n = \frac{N * Z * p * q}{d^2 * (N - 1) * Z^2 * p * q} \quad (4.1)$$

$$n = \frac{60000 * 1,96 * 0,90 * 0,10}{0,10^2 * (60000 - 1) * 1,96^2 * 0,90 * 0,10} = 35 \text{ adet anket yapılmalıdır.}$$

4.3. Anket Sorularının Hazırlanması ve Anketin Uygulanması

BIM’in benimsenmesine engel olan faktörlerin Türkiye’deki önem derecelerinin araştırılması amacıyla literatür taraması yapılarak bir anket çalışması oluşturulmuştur. Anketin ilk bölümünde, katılımcıların eğitim düzeyi ve konuyla ilgili deneyimlerini anlamaya yönelik bilgileri içeren 6 soru yöneltilmiştir. Anketin ikinci bölümünde, katılımcıların BIM’in benimsenmesine engel olan faktörler hakkındaki görüşlerini belirtmelerine olanak tanıyan 5’li Likert Ölçeği ile hazırlanmış 25 adet soru, inşaat süreçlerinin "Tasarım Evresi" ile "Projelendirme ve Yapım Evresi" için ayrı ayrı sorularak önem derecesine göre puanlandırmaları istenmiştir. Anketin son bölümünde ise, katılımcıların bu zorluklara çözüm önerilerini belirtebilmelerini sağlayan 4 adet açık uçlu soru sorulmuştur.

Anket çalışması İnşaat Mühendisliği ve Mimarlık alanlarında lisans, yüksek lisans ve doktora düzeylerinde eğitim almış BIM hakkında bilgi ve tecrübe sahibi olan BIM sorumlusu, BIM yöneticisi, BIM müdürü, BIM koordinatörü veya Akademisyenler'den oluşan hedef kitledeki katılımcılara uygulanacaktır. Hazırlanan anketin İnşaat Mühendisleri ve Mimarlar Odalarının üyelerine çevrimiçi erişim linki ile gönderilmesi planlanmıştır.

Literatür taraması yapılmış ve elde edilen bilgiler ışığında 25 adet soru anket çalışmasında kullanılmak üzere seçilmiştir. (Tablo 4.1)

Tablo 4.1. Literatür taramasından elde edilen bilgilerin ışığında anket sorularının hazırlanması.

BIM'in Benimsenmesine Engel Olan Faktörler	Referans Numarası
Değişime karşı direnç	18, 19, 20, 24,26, 27, 29, 30, 40
BIM anlayışı ve farkındalığında eksiklik	18, 20, 24, 26, 27, 29, 30, 39, 40, 41, 42
Uygulayıcıların becerilerindeki farklılıklar ve kullanabilirlik sorunları (deneyim eksikliği)	11, 18, 26, 27, 28, 29, 30, 39, 40, 41, 42
BIM eğitimi eksikliği	18, 20, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 41, 42
İşverenin (sahibinin) farkındalığının ve pazar talebinin olmaması (dış motivasyon eksikliği)	18, 19, 20, 24, 26, 29, 30, 31, 41
BIM'in benimseme, yazılım, uygulama ve tasarım aşamalarında maliyetleri arttırması	11, 13, 18, 19, 20, 24, 27, 29, 30, 31, 40, 41
BIM eğitim maliyeti	13, 18, 24, 27, 29, 40, 41
Geleneksel uygulama ve standartların benimsenmesi (BIM talep eksikliği, isteksizlik veya zorluk)	18, 20, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 39, 40, 41, 42
Veri ve yazılımların birlikte çalışabilirlik sorunları	11, 18, 19, 26, 29, 30, 31, 40, 41, 42
Çalışanların birlikte çalışabilirlik sorunları	20, 24, 26, 30, 42
Mevcut BIM modelleme ve işbirliği araçlarıyla ilgili sorunlar	11, 18, 19, 20, 24, 28, 29, 30, 40, 41
Veri paylaşım mekanizmalarının eksikliği ve maliyeti	11, 13, 18, 19, 20, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 41
BIM sözleşmelerinin henüz olgunlaşmamış olması, standart sözleşme ve sigorta eksikliği	18, 19, 20, 24, 28, 29, 30
Mevcut sözleşmelerde BIM ile ilgili hususların eksikliği	18, 20, 28, 30, 31, 41
BIM modelleri sahipliği: fikri mülkiyet ve telif hakkı	18, 19, 24, 27, 29, 30, 31

Tablo 4.1. (Devamı) Literatür taramasından elde edilen bilgilerin ışığında anket sorularının hazırlanması.

BIM'in Benimsenmesine Engel Olan Faktörler	Referans Numarası
Yanlış veya eksik veriler için sorumluluk	20, 27, 28, 41
Mevcut BIM sözleşmelerinde yasal hususların eksikliği	11, 18, 20, 24, 28, 29, 30, 41
Veri kaybı ve güvenlik sorunları	19, 26, 27, 28, 29, 30, 41
BIM standart ve mevzuat eksikliği	11, 13, 18, 19, 20, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 40
Üst yönetim desteğinde ve taahhüdünde eksiklik	11, 20, 28, 29, 30, 41, 42
BIM hakkında araştırma, bilgi ve uygulama eksikliği	18, 19, 26, 28, 29, 30, 31, 39, 40, 41
BIM konusunda uzman eksikliği	11, 13, 18, 19, 20, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 39, 40
BIM başlangıç maliyetlerinin yüksek olması	11, 13, 20, 26, 27, 28, 29, 30
BIM kullanımı ile iş yükünün artması	11, 18, 19, 24, 28, 29, 30
BIM konusunda devlet desteğinin yetersiz olması	18, 19, 29, 31

5. ANKET VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu tez kapsamında oluşturulan anket çalışması üç aşamadan oluşmaktadır. 1. Aşamada katılımcıların genel bilgileri, 2. aşamada bina yaşam döngüsünün tasarım aşamasında BIM'in benimsenmesi zorlukları ve son olarak 3. aşamada ise bina yaşam döngüsünün projelendirme ve yapım aşamasında BIM'in benimsenmesi zorlukları hakkında sorular yer almaktadır. BIM uzmanları ile yapılan anket sonucu elde edilen veriler çok değişkenli istatistik programı olan SPSS 29.0.0.0 ile değerlendirilmiştir. Bu ham verilere, Cronbach alfa (α), frekans ve göreceli önem indeksi (RII) analizleri uygulanmıştır. Katılımcılar hakkında genel bilgiler ve analizler sonuçları aşağıdaki bölümlerde detaylı olarak verilmektedir.

Cronbach alfa (α) analizi, ölçeklerin güvenilirlik düzeylerinin belirlenmesini sağlayan bir yöntemdir. Alfa (α) katsayısı 0 ile 1 arasında değer alabilir, burada 1 en yüksek güvenilirlik düzeyine karşılık gelmektedir. Bu yöntemde, anket sonuçları kullanılarak her bir faktör için ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanır. Sonucunda bir alfa (α) değeri elde edilir. Sonuçlar Tablo 5.1'deki gibi yorumlanır [39, 65].

Tablo 5.1. Cronbach alfa Katsayısı Güvenilirlik Düzeyleri [39, 65].

alfa (α) Değeri	Güvenilirlik Düzeyi
$(\alpha) \geq 0.80$	Mükemmel
$0.80 > (\alpha) \geq 0.60$	İyi
$0.60 > (\alpha) \geq 0.40$	Zayıf
$0.40 > (\alpha)$	Kabul edilemez

Bu çalışmada anket verilerine Tasarım Evresi ile Projelendirme ve Yapım Evresi için ayrı ayrı Cronbach alfa (α) Analizi yapılmıştır. Frekans, bir olayın tekrarlanma sıklığıdır [66]. Frekans Analizi, bir anket veya ölçekte katılımcılar tarafından seçilen her yanıtın tekrarlanma sayısının ve yüzdesel dağılımının gösterilmesini sağlayan (Tablo 5.11 ve Tablo 5.17) bir Tanımlayıcı İstatistiksel Analiz yöntemidir [67, 68]. Bu yöntemde yalnızca verilerin özetlenmesi amaçlanmaktadır, çok değişkenli formüller kullanılmadığı için yorumlaması en basit istatistiksel analiz yöntemlerinden biridir [69, 70].

Bu çalışmada anket verilerine Tasarım Evresi ile Projelendirme ve Yapım Evresi için ayrı ayrı Frekans Analizi yapılmıştır.

Görelî önem katsayısı (RII), anket veya ölçekte yer alan bir faktörün diğer faktörlere kıyasla önem sırasının belirlenmesini sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntemde, Denklem 5.1 kullanılarak her bir faktör için RII katsayılarını içeren tablo elde edilir. RII katsayısı 0 ile 1 arasında değer alabilir. Tabloda ‘‘RII’’ sütunundaki en büyük değer, en yüksek öneme sahip olan faktöre; en küçük değer ise en az öneme sahip olan faktöre karşılık gelmektedir [71, 72].

Bu yöntemle, 25 faktörün her biri için görelî önem katsayısı hesaplanmıştır (Denklem 5.1).

$$RII = \frac{((5 * n5) + (4 * n4) + (3 * n3) + (2 * n2) + (1 * n1))}{A * N} \quad (5.1)$$

n5 : Önem derecesini ‘‘5’’ olarak belirten katılımcı sayısı

n4 : Önem derecesini ‘‘4’’ olarak belirten katılımcı sayısı

n3 : Önem derecesini ‘‘3’’ olarak belirten katılımcı sayısı

n2 : Önem derecesini ‘‘2’’ olarak belirten katılımcı sayısı

n1 : Önem derecesini ‘‘1’’ olarak belirten katılımcı sayısı

A : En yüksek önem derecesi (Burada 5’tir.)

N : Toplam katılımcı sayısı (Burada 35 kişidir.)

5.1. Katılımcılar Hakkında Genel Bilgiler

Çevrimiçi anket çalışması hedef kitledeki bilgi ve BIM konusunda deneyim sahibi kişilerle paylaşılmış ve ankete 35 katılımcıdan yanıt alınmıştır.

Katılımcılar, İnşaat Mühendisliği veya Mimarlık alanlarında (Tablo 5.2); Lisans, Yüksek Lisans veya Doktora düzeylerinde eğitim almış olan (Tablo 5.3) ; sekörde BIM sorumlusu, BIM yöneticisi, BIM koordinatörü veya Akademisyen gibi unvanlarla (Tablo 5.5) farklı sürelerde görev yapmakta olan (Tablo 5.4) BIM hakkında bilgi ve tecrübe sahibi (Tablo 5.6 ve Tablo 5.7) kişilerden oluşmaktadır.

Tablo 5.2. Katılımcıların eğitim aldıkları alanlar.

Soru 1: Üniversitede eğitim aldığınız bölüm nedir?	Soruyu Yanıtlayan Katılımcı Sayısı	Soruyu Yanıtlayan Katılımcı Oranı (%)
Mimarlık	25	71,4
İnşaat Mühendisliği	10	28,6
TOPLAM	35	100

Tablo 5.3. Katılımcıların eğitim seviyeleri.

Soru 2: Eğitim durumunuz nedir?	Soruyu Yanıtlayan Katılımcı Sayısı	Soruyu Yanıtlayan Katılımcı Oranı (%)
Doktora	9	25,7
Yüksek Lisans	11	31,4
Lisans	15	42,9
TOPLAM	35	100

Tablo 5.4. Katılımcıların sektördeki tecrübeleri.

Soru 3: Ne kadar süredir inşaat sektöründe çalışıyorsunuz?	Soruyu Yanıtlayan Katılımcı Sayısı	Soruyu Yanıtlayan Katılımcı Oranı (%)
20 yıldan daha fazla	10	29,4
16-20 yıl	7	20,6
11-15 yıl	5	14,7
6-10 yıl	5	11,8
0-5 yıl	8	23,5
TOPLAM	35	100

Tablo 5.5. Katılımcıların sektördeki görevleri.

Soru 4: Şu anki göreviniz nedir?	Soruyu Yanıtlayan Katılımcı Sayısı	Soruyu Yanıtlayan Katılımcı Oranı (%)
Akademisyen	9	25,7
Diğer	9	25,7
BIM Sorumlusu	6	17,1
Şirket Sahibi	3	8,5
BIM Yöneticisi	2	5,7
BIM Koordinatörü	2	5,7
Mimar	1	2,9
Şantiye Şefi	1	2,9
Yönetici Ortak	1	2,9
4D BIM ve Planlama Mühendisi	1	2,9
TOPLAM	35	100

Tablo 5.6. Katılımcıların BIM konusundaki uzmanlık süreleri.

Soru 5: Kaç yıldır BIM konusunda çalışıyorsunuz?	Soruyu Yanıtlayan Katılımcı Sayısı	Soruyu Yanıtlayan Katılımcı Oranı (%)
Diğer	1	2,9
16-20 yıl	2	5,7
11-15 yıl	6	17,1
6-10 yıl	9	25,7
0-5 yıl	17	48,6
TOPLAM	35	100

Tablo 5.7. Katılımcıların BIM konusundaki eğitim bilgileri.

Soru 6: BIM konusundaki bilginizi nasıl geliştirdiniz?	Soru Yanıtlanma Sayısı*	Soru Yanıtlayan Oranı (%)
Lisans eğitimi sayesinde	8	15,7
Lisansüstü eğitimi sayesinde	6	11,8
Staj sayesinde	4	7,8
Sektörde çalışma ortamında	16	31,4
Özel kurs ve eğitimler alarak	14	27,5
Bireysel çabayla	2	3,9
Akademik çalışmaları inceleyerek	1	1,9
TOPLAM	51	100

* Bu soruda katılımcılar BIM konusunda birden fazla eğitim aldığı için sorunun toplam yanıtlanma sayısı katılımcı sayısından fazla verilmiştir.

5.2. Tasarım Evresi Analizler

5.2.1. Cronbach alfa (α) analizi sonuçları

Tablo 5.8. Tasarım Evresi Cronbach alfa (α) analizi faktörlere ilişkin sonuçlar.

Faktör	Ortalama	Standart Sapma	Faktör Sayısı
Değişime karşı direnç	3.714	1.202	35
BIM anlayışı ve farkındalığında eksiklik	4.086	.951	35
Uygulayıcıların becerilerindeki farklılıklar ve kullanabilirlik sorunları (deneyim eksikliği)	4.000	.804	35
BIM eğitimi eksikliği	3.886	.796	35
İşverenin (sahibinin) farkındalığının ve pazar talebinin olmaması (dış motivasyon eksikliği)	4.000	.939	35
BIM'in benimseme, yazılım, uygulama ve tasarım aşamalarında maliyetleri arttırması	4.057	1.083	35
BIM eğitim maliyeti	3.171	1.294	35

Tablo 5.8.(Devamı). Tasarım Evresi Cronbach alfa (α) analizi faktörlere ilişkin sonuçlar

Faktör	Ortalama	Standart Sapma	Faktör Sayısı
Geleneksel uygulama ve standartların benimsenmesi (BIM talep eksikliği, isteksizlik veya zorluk)	4.029	.891	35
Veri ve yazılımların birlikte çalışabilirlik sorunları	2.800	1.183	35
Çalışanların birlikte çalışabilirlik sorunları	2.686	1.157	35
Mevcut BIM modelleme ve işbirliği araçlarıyla ilgili sorunlar	3.143	1.061	35
Veri paylaşım mekanizmalarının eksikliği ve maliyeti	3.714	1.073	35
BIM sözleşmelerinin henüz olgunlaşmamış olması, standart sözleşme ve sigorta eksikliği	3.657	1.162	35
Mevcut sözleşmelerde BIM ile ilgili hususların eksikliği	3.114	.993	35
BIM modelleri sahipliği: fikri mülkiyet ve telif hakkı	2.743	1.010	35
Yanlış veya eksik veriler için sorumluluk	3.229	1.140	35
Mevcut BIM sözleşmelerinde yasal hususların eksikliği	2.457	1.010	35
Veri kaybı ve güvenlik sorunları	3.429	1.119	35
BIM standart ve mevzuat eksikliği	3.714	1.017	35
Üst yönetim desteğinde ve taahhüdünde eksiklik	3.343	1.259	35
BIM hakkında araştırma, bilgi ve uygulama eksikliği	3.829	1.175	35
BIM konusunda uzman eksikliği	3.886	1.207	35
BIM başlangıç maliyetlerinin yüksek olması	2.857	1.192	35
BIM kullanımı ile iş yükünün artması	3.914	1.173	35
BIM konusunda devlet desteğinin yetersiz olması	2.629	1.165	35

Tablo 5.9. Tasarım Evresi Cronbach alfa (α) analizi güvenilirlik istatistikleri.

Standart Faktörlere Dayalı		
Cronbach Alfa	Cronbach Alfa Değeri	Faktör Sayısı
.865	.860	25

Tablo 5.10. Tasarım Evresi Cronbach alfa (α) analizi ölçek istatistikleri.

Ortalama	Varyans	Std. Sapma	Faktör Sayısı
86.0857	175.551	13.24958	25

Tasarım Evresi'nde Cronbach alfa (α) katsayısı 0.865 olarak elde edilmiştir (Tablo 5.9). Bu katsayının 0.8'den daha büyük olması sebebiyle, yapılan analizin mükemmel düzeyde güvenilir bir sonuç verdiği ifade edilebilir (Tablo 5.1).

5.2.2. Frekans analizi sonuçları

Tasarım Evresi'nde 25 faktörün her biri için katılımcıların yanıtları dikkate alınarak Frekans Analizi yapılmış ve analiz sonuçlarına Tablo A.2.'de yer verilmiştir.

5.2.3. Göreceli önem katsayısı (RII)

Excel'de formül yazılarak her bir faktörün göreceli önem katsayısı (RII) hesaplanmıştır (Tablo 5.11 ve Tablo 5.12).

Tablo 5.11. Tasarım evresine ilişkin alınan yanıtların önem derecelerinin toplamının hesaplanması.

TASARIM EVRESİNDE BIM'İN BENİMSENMESİNİ ENGELLEYEN FAKTÖRLER	(Önem Derecesi)*(Yanıtı Veren Katılımcı Sayısı)					Satırın Toplamı
	(5) 5*n5	(4) 4*n4	(3) 3*n3	(2) 2*n2	(1) 1*n1	
Değişime karşı direnç	55	40	30	3	3	131
BIM anlayışı ve farkındalığında eksiklik	65	60	15	3	1	144
Uygulayıcıların becerilerindeki farklılıklar ve kullanabilirlik sorunları (deneyim eksikliği)	45	76	15	6	0	142
BIM eğitimi eksikliği	40	64	30	3	0	137
İşverenin (sahibinin) farkındalığının ve pazar talebinin olmaması (dış motivasyon eksikliği)	65	44	27	6	0	142
BIM'in benimseme, yazılım, uygulama ve tasarım aşamalarında maliyetleri arttırması	80	36	21	6	1	144
BIM eğitim maliyeti	40	24	27	27	3	121
Geleneksel uygulama ve standartların benimsenmesi (BIM talep eksikliği, isteksizlik veya zorluk)	60	56	21	6	0	143
Veri ve yazılımların birlikte çalışabilirlik sorunları	10	36	30	24	6	106
Çalışanların birlikte çalışabilirlik sorunları	5	32	33	21	8	99
Mevcut BIM modelleme ve işbirliği araçlarıyla ilgili sorunlar	10	20	48	12	8	98
Veri paylaşım mekanizmalarının eksikliği ve maliyeti	15	44	33	24	2	118
BIM sözleşmelerinin henüz olgunlaşmamış olması, standart sözleşme ve sigorta eksikliği	45	52	24	12	1	134
Mevcut sözleşmelerde BIM ile ilgili hususların eksikliği	50	44	21	18	1	134
BIM modelleri sahipliği: fikri mülkiyet ve telif hakkı	15	36	39	27	1	118
Yanlış veya eksik veriler için sorumluluk	10	20	39	36	3	108
Mevcut BIM sözleşmelerinde yasal hususların eksikliği	20	52	21	27	2	122
Veri kaybı ve güvenlik sorunları	5	8	51	21	8	93

Tablo 5.11. (Devamı) Tasarım evresine ilişkin alınan yanıtların önem derecelerinin toplamının hesaplanması.

TASARIM EVRESİNDE BIM'İN BENİMSENMESİNİ ENGELLEYEN FAKTÖRLER	(Önem Derecesi)*(Yanıtı Veren Katılımcı Sayısı)					Satırın Toplamı
	(5) 5*n5	(4) 4*n4	(3) 3*n3	(2) 2*n2	(1) 1*n1	
BIM standart ve mevzuat eksikliği	30	44	39	6	3	122
Üst yönetim desteğinde ve taahhüdünde eksiklik	40	56	27	9	1	133
BIM hakkında araştırma, bilgi ve uygulama eksikliği	35	44	21	21	3	124
BIM konusunda uzman eksikliği	55	60	9	12	2	138
BIM başlangıç maliyetlerinin yüksek olması	65	52	9	12	2	140
BIM kullanımı ile iş yükünün artması	10	40	30	21	6	107
BIM konusunda devlet desteğinin yetersiz olması	80	20	30	9	1	140

Tablo 5.12. Tasarım evresine ilişkin alınan yanıtların göreceli önem katsayılarının ve önem sıralarının hesaplanması.

TASARIM EVRESİNDE BIM'İN BENİMSENMESİNİ ENGELLEYEN FAKTÖRLER	(En Büyük Önem Derecesi)*(Toplam Katılımcı Sayısı) A*N	RII = (5*n5+4*n4+3*n3+2*n2+1*n1) /A*N	Önem Sırası
BIM anlayışı ve farkındalığında eksiklik	175	0.823	1
BIM'in benimseme, yazılım, uygulama ve tasarım aşamalarında maliyetleri arttırması	175	0.823	2
Geleneksel uygulama ve standartların benimsenmesi (BIM talep eksikliği, isteksizlik veya zorluk)	175	0.817	3
Uygulayıcıların becerilerindeki farklılıklar ve kullanabilirlik sorunları (deneyim eksikliği)	175	0.811	4
İşverenin (sahibinin) farkındalığının ve pazar talebinin olmaması (dış motivasyon eksikliği)	175	0.811	5
BIM başlangıç maliyetlerinin yüksek olması	175	0.800	6
BIM konusunda devlet desteğinin yetersiz olması	175	0.800	7
BIM konusunda uzman eksikliği	175	0.789	8
BIM eğitimi eksikliği	175	0.783	9
BIM sözleşmelerinin henüz olgunlaşmamış olması, standart sözleşme ve sigorta eksikliği	175	0.766	10
Mevcut sözleşmelerde BIM ile ilgili hususların eksikliği	175	0.766	11
Üst yönetim desteğinde ve taahhüdünde eksiklik	175	0.760	12
Değişime karşı direnç	175	0.749	13

Tablo 5.12. (Devamı) Tasarım evresine ilişkin alınan yanıtların göreceli önem katsayılarının ve önem sıralarının hesaplanması.

TASARIM EVRESİNDE BIM'İN BENİMSENMESİNİ ENGELLEYEN FAKTÖRLER	(En Büyük Önem Derecesi)*(Toplam Katılımcı Sayısı) A*N	RII = (5*n5+4*n4+3*n3+2*n2+1*n1) /A*N	Önem Sırası
BIM hakkında araştırma, bilgi ve uygulama eksikliği	175	0.709	14
Mevcut BIM sözleşmelerinde yasal hususların eksikliği	175	0.697	15
BIM standart ve mevzuat eksikliği	175	0.697	16
BIM eğitim maliyeti	175	0.691	17
Veri paylaşım mekanizmalarının eksikliği ve maliyeti	175	0.674	18
BIM modelleri sahipliği: fikri mülkiyet ve telif hakkı	175	0.674	19
Yanlış veya eksik veriler için sorumluluk	175	0.617	20
BIM kullanımı ile iş yükünün artması	175	0.612	21
Veri ve yazılımların birlikte çalışabilirlik sorunları	175	0.606	22
Çalışanların birlikte çalışabilirlik sorunları	175	0.566	23
Mevcut BIM modelleme ve işbirliği araçlarıyla ilgili sorunlar	175	0.560	24
Veri kaybı ve güvenlik sorunları	175	0.531	25

5.3. Projelendirme ve Yapım Evresi Analizler

5.3.1. Projelendirme ve yapım evresi Cronbach alfa (α) analizi sonuçları

Tablo 5.13. Projelendirme ve Yapım Evresi Cronbach alfa (α) analizi faktörlere ilişkin sonuçlar.

Faktör	Ortalama	Standart Sapma	Faktör Sayısı
Değişime karşı direnç	4.171	.923	35
BIM anlayışı ve farkındalığında eksiklik	4.343	.838	35
Uygulayıcıların becerilerindeki farklılıklar ve kullanabilirlik sorunları (deneyim eksikliği)	4.000	.907	35
BIM eğitimi eksikliği	4.000	.907	35
İşverenin (sahibinin) farkındalığının ve pazar talebinin olmaması (dış motivasyon eksikliği)	3.886	1.132	35
BIM'in benimseme, yazılım, uygulama ve tasarım aşamalarında maliyetleri arttırması	3.800	1.208	35
BIM eğitim maliyeti	3.257	1.314	35
Geleneksel uygulama ve standartların benimsenmesi (BIM talep eksikliği, isteksizlik veya zorluk)	3.971	1.014	35
Veri ve yazılımların birlikte çalışabilirlik sorunları	3.086	1.197	35
Çalışanların birlikte çalışabilirlik sorunları	2.771	1.215	35
Mevcut BIM modelleme ve işbirliği araçlarıyla ilgili sorunlar	3.029	1.071	35
Veri paylaşım mekanizmalarının eksikliği ve maliyeti	3.486	1.147	35
BIM sözleşmelerinin henüz olgunlaşmamış olması, standart sözleşme ve sigorta eksikliği	3.486	1.222	35

Tablo 5.13. (Devamı) Projelendirme ve Yapım Evresi Cronbach alfa (α) analizi faktörlere ilişkin sonuçlar.

Faktör	Ortalama	Standart Sapma	Faktör Sayısı
Mevcut sözleşmelerde BIM ile ilgili hususların eksikliği	3.171	1.361	35
BIM modelleri sahipliği: fikri mülkiyet ve telif hakkı	2.829	1.175	35
Yanlış veya eksik veriler için sorumluluk	3.343	1.211	35
Mevcut BIM sözleşmelerinde yasal hususların eksikliği	2.600	1.117	35
Veri kaybı ve güvenlik sorunları	3.514	1.173	35
BIM standart ve mevzuat eksikliği	3.857	1.089	35
Üst yönetim desteğinde ve taahhüdünde eksiklik	3.571	1.290	35
BIM hakkında araştırma, bilgi ve uygulama eksikliği	3.886	1.183	35
BIM konusunda uzman eksikliği	3.600	1.376	35
BIM başlangıç maliyetlerinin yüksek olması	3.029	1.272	35
BIM kullanımı ile iş yükünün artması	3.914	1.314	35
BIM konusunda devlet desteğinin yetersiz olması	2.886	1.231	35

Tablo 5.14. Projelendirme ve Yapım Evresi Cronbach alfa (α) analizi güvenilirlik istatistikleri.

Standart Faktörlere Dayalı		
Cronbach Alfa	Cronbach Alfa Değeri	Faktör Sayısı
.888	.881	25

Tablo 5.15. Projelendirme ve Yapım Evresi Cronbach alfa (α) analizi ölçek istatistikleri.

Ortalama	Varyans	Std. Sapma	Faktör Sayısı
87.4857	230.257	15.17423	25

Projelendirme ve Yapım Evresi'nde Cronbach alfa (α) katsayısının 0.888 olarak hesaplanmıştır (Tablo 5.14). Bu katsayının, 0.8'den daha büyük olması sebebiyle, yapılan analizin mükemmel düzeyde güvenilir bir sonuç verdiği ifade edilebilir (Tablo 5.1).

5.3.2. Frekans analizi sonuçları

Projelendirme ve Yapım Evresi'nde 25 faktörün her biri için katılımcıların yanıtları dikkate alınarak Frekans Analizi yapılmış ve analiz sonuçlarına Tablo A.3'te yer verilmiştir.

5.3.3. Projelendirme ve yapım evresi göreli önem katsayısı (RII)

Excel'de formül yazılarak her bir faktörün göreceli önem katsayısı (RII) hesaplanmıştır (Tablo 5.16 ve Tablo 5.17).

Tablo 5.16. Projelendirme ve Yapım evresine ilişkin alınan yanıtların önem derecelerinin toplamının hesaplanması.

Faktör	(Önem Derecesi)*(Yanıtı Veren Katılımcı Sayısı)					Satırın Toplamı
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
	5*n5	4*n4	3*n3	2*n2	1*n1	
Değişime karşı direnç	80	44	18	6	0	148
BIM anlayışı ve farkındalığında eksiklik	90	52	6	6	0	154
Uygulayıcıların becerilerindeki farklılıklar ve kullanılabilirlik sorunları (deneyim eksikliği)	60	52	24	6	0	142
BIM eğitimi eksikliği	60	52	24	6	0	142
İşverenin (sahibinin) farkındalığının ve pazar talebinin olmaması (dış motivasyon eksikliği)	70	32	27	9	1	139
BIM'in benimseme, yazılım, uygulama ve tasarım aşamalarında maliyetleri arttırması	65	36	24	9	2	136
BIM eğitim maliyeti	45	20	30	24	3	122
Geleneksel uygulama ve standartların benimsenmesi (BIM talep eksikliği, isteksizlik veya zorluk)	65	44	27	3	1	140
Veri ve yazılımların birlikte çalışabilirlik sorunları	20	40	30	21	4	115
Çalışanların birlikte çalışabilirlik sorunları	20	24	39	18	6	107
Mevcut BIM modelleme ve işbirliği araçlarıyla ilgili sorunlar	20	16	39	24	6	105
Veri paylaşım mekanizmalarının eksikliği ve maliyeti	10	44	33	24	3	114
BIM sözleşmelerinin henüz olgunlaşmamış olması, standart sözleşme ve sigorta eksikliği	40	36	36	12	2	126
Mevcut sözleşmelerde BIM ile ilgili hususların eksikliği	45	36	27	18	2	128
BIM modelleri sahipliği: fikri mülkiyet ve telif hakkı	40	24	30	18	5	117
Yanlış veya eksik veriler için sorumluluk	10	32	42	12	7	103
Mevcut BIM sözleşmelerinde yasal hususların eksikliği	35	40	24	24	2	125

Tablo 5.16. (Devamı) Projelendirme ve Yapım evresine ilişkin alınan yanıtların önem derecelerinin toplamının hesaplanması.

Faktör	(Önem Derecesi)*(Yanıtı Veren Katılımcı Sayısı)					Satırın Toplamı
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
	5*n5	4*n4	3*n3	2*n2	1*n1	
Mevcut BIM sözleşmelerinde yasal hususların eksikliği	35	40	24	24	2	125
Veri kaybı ve güvenlik sorunları	5	24	42	18	8	97
BIM standart ve mevzuat eksikliği	45	36	27	21	1	130
Üst yönetim desteğinde ve taahhüdünde eksiklik	50	64	15	6	2	137
BIM hakkında araştırma, bilgi ve uygulama eksikliği	45	52	18	9	4	128
BIM konusunda uzman eksikliği	65	48	15	9	2	139
BIM başlangıç maliyetlerinin yüksek olması	65	32	9	27	2	135
BIM kullanımı ile iş yükünün artması	70	40	30	15	6	161
BIM konusunda devlet desteğinin yetersiz olması	85	24	21	6	3	139

Tablo 5.17. Projelendirme ve Yapım evresine ilişkin alınan yanıtların göreceli önem katsayılarının ve önem sıralarının hesaplanması.

PROJELENDİRME VE YAPIM EVRESİNDE BIM'İN BENİMSENMESİNİ ENGELLEYEN FAKTÖRLERİ	(En Büyük Önem Derecesi)*(Toplam Katılımcı Sayısı) A*N	RII = (5*n5+4*n4+3*n3+2*n2+1*n1) /A*N	Önem Sırası
BIM kullanımı ile iş yükünün artması	175	0.920	1
BIM anlayışı ve farkındalığında eksiklik	175	0.880	2
Değişime karşı direnç	175	0.846	3
Uygulayıcıların becerilerindeki farklılıklar ve kullanılabilirlik sorunları (deneyim eksikliği)	175	0.811	4
BIM eğitimi eksikliği	175	0.811	4
Geleneksel uygulama ve standartların benimsenmesi (BIM talep eksikliği, isteksizlik veya zorluk)	175	0.800	5
İşverenin (sahibinin) farkındalığının ve pazar talebinin olmaması (dış motivasyon eksikliği)	175	0.794	6
BIM konusunda uzman eksikliği	175	0.794	6
BIM konusunda devlet desteğinin yetersiz olması	175	0.794	6
Veri ve yazılımların birlikte çalışabilirlik sorunları	175	0.657	16
Veri paylaşım mekanizmalarının eksikliği ve maliyeti	175	0.651	17
Çalışanların birlikte çalışabilirlik sorunları	175	0.611	18
Mevcut BIM modelleme ve işbirliği araçlarıyla ilgili sorunlar	175	0.600	19
Yanlış veya eksik veriler için sorumluluk	175	0.589	20
Veri kaybı ve güvenlik sorunları	175	0.554	21

Tablo 5.17. (Devamı) Projelendirme ve Yapım evresine ilişkin alınan yanıtların göreceli önem katsayılarının ve önem sıralarının hesaplanması.

PROJELENDİRME VE YAPIM EVRESİNDE BIM'İN BENİMSENMESİNİ ENGELLEYEN FAKTÖRLERİ	(En Büyük Önem Derecesi)*(Toplam Katılımcı Sayısı) A*N	RII = (5*n5+4*n4+3*n3+2*n2+1*n1) /A*N	Önem Sırası
Veri ve yazılımların birlikte çalışabilirlik sorunları	175	0.657	16
Veri paylaşım mekanizmalarının eksikliği ve maliyeti	175	0.651	17
Çalışanların birlikte çalışabilirlik sorunları	175	0.611	18
Mevcut BIM modelleme ve işbirliği araçlarıyla ilgili sorunlar	175	0.600	19
Yanlış veya eksik veriler için sorumluluk	175	0.589	20
Veri kaybı ve güvenlik sorunları	175	0.554	21

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

BIM hakkında literatür taraması yapılarak günümüze kadar yayınlanmış olan makale, tez ve diğer akademik çalışmalar incelendiğinde, BIM'in benimsenmesine engel olan faktörlerin inşaat sürecinin farklı evrelerine özgü olarak ayrı ayrı incelenmemiş olduğu görülmüştür. Bu konudaki literatür boşluğunu doldurması amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada, Türkiye 'de BIM'in benimsenmesine ve yaygın olarak kullanılmasına engel olan güncel faktörler ile bunların önem dereceleri, "Tasarım Evresi" ile "Projelendirme ve Yapım Evresi" için ayrı ayrı elde alınmıştır.

İlk olarak, literatür taraması yapılarak, BIM hakkında daha önce yayınlanmış olan çalışmalarda hangi faktörlerin sıklıkla dikkate alındığı ve BIM kullanımında genel olarak hangi faktörlerin etkisinin daha fazla olduğu araştırılmıştır. Araştırmanın sonucunda, tüm çalışmalarda ortak olarak yer almış olan 25 faktör, bu çalışmada kullanılmak üzere seçilmiştir.

Bu çalışma kapsamında hazırlanan çevrimiçi anketin ilk bölümü, katılımcılar hakkında genel bilgiler alınmasını hedefleyen, "Eğitim alınan bölüm" , "eğitim düzeyi", "inşaat sektöründe çalışma süresi", "inşaat sektöründeki görev/unvanı", "BIM konuda çalışma süresi" ve "BIM konusundaki bilgilerini geliştirme yöntemi" maddelerinden oluşmaktadır. Hazırlanan anketin ikinci bölümü, katılımcıların BIM konusundaki görüşlerini anlayama yönelik olarak, literatür taraması yoluyla hazırlanmış 25 adet sorudan meydana gelmektedir. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise katılımcılardan BIM kullanımını engelleyen faktörlerin ortadan kaldırılabilmesi için çözüm önerileri sunmaları istenmiştir.

Çevrimiçi anket, yalnızca kamu ve özel sektörde görev yapan BIM konusunda uzman kişilere uygulanmış ve 35 katılımcıdan yanıt alınmıştır. Elde edilen anket verilerine, Cronbach alfa (α), frekans ve göreceli önem indeksi analizleri uygulanmıştır.

Anket verilerine uygulanan Cronbach alfa (α) analizi sonuçlarına göre, alfa katsayıları (α) her iki evre için de 0.8'den büyüktür ve bu anketin mükemmel düzeyde güvenilir bir sonuç verdiğini göstermektedir.

Göreceli önem indeksi (RII) analiz sonuçlarına göre, Tasarım Evresi'nde BIM kullanımında en etkili 5 faktör sırasıyla, "BIM anlayışı ve farkındalığında eksiklik", "BIM'in benimseme, yazılım, uygulama ve tasarım aşamalarında maliyetleri arttırması", "geleneksel uygulama ve standartların benimsenmesi (BIM talep eksikliği, isteksizlik veya zorluk) ", "uygulayıcıların becerilerindeki farklılıklar ve kullanılabilirlik sorunları (deneyim eksikliği)" ve "İşverenin (sahibinin) farkındalığının ve pazar talebinin olmamasıdır (dış motivasyon eksikliği) ".

Öte yandan, Projelendirme ve Yapım Evresi'nde BIM kullanımında en etkili 5 faktör sırasıyla, "BIM kullanımı ile iş yükünün artması", "BIM anlayışı ve farkındalığında eksiklik", "değişime karşı direnç" , "uygulayıcıların becerilerindeki farklılıklar ve kullanılabilirlik sorunları (deneyim eksikliği), BIM eğitimi eksikliği" ve "geleneksel uygulama ve standartların benimsenmesidir (BIM talep eksikliği, isteksizlik veya zorluk) ".

Bu sonuçlara göre, "BIM anlayışı ve farkındalığında eksiklik", "geleneksel uygulama ve standartların benimsenmesi (BIM talep eksikliği, isteksizlik veya zorluk) " ve "uygulayıcıların becerilerindeki farklılıklar ve kullanılabilirlik sorunları (deneyim eksikliği)" inşaat sürecinin tüm aşamalarında BIM kullanımı en çok etkileyen ortak faktörlerdir.

Ancak Tasarım Evresi ile Projelendirme ve Yapım Evresi'nde BIM kullanımını etkileyen faktörler arasında önemli farklılıkların da mevcut olduğu söylenebilir. Örneğin, "BIM'in benimseme, yazılım, uygulama ve tasarım aşamalarında maliyetleri arttırması" ve "işverenin (sahibinin) farkındalığının ve pazar talebinin olmaması (dış motivasyon eksikliği)" Tasarım Evresi'nde etkili olurken, "BIM kullanımı ile iş yükünün artması", "değişime karşı direnç" ve "BIM eğitimi eksikliği" nin Projelendirme ve Yapım Evresi'nde etkili olduğu ifade edilebilir.

Elde edilen bu sonuç, bina yaşam döğüsündeki her iki evrenin ayrı ayrı dikkate alınmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, bu çalışmanın özgün değerini kanıtlamaktadır ve amacına ulaştığını göstermektedir.

Bu faktörlerin iki evre için ayrı ayrı ele alınması ve her evreye özgü çözüm önerilerinin geliştirilmesi, BIM kullanımını artırmak üzere atılabilecek adımlardan daha fazla verim alınmasını sağlayabilir.

Tasarım Evresi'nde BIM'in kullanımını artırmak için BIM uzmanı katılımcılar tarafından sunulan önerileri; "devlet teşviki ve maliyetlerin düşürülmesi, standart ve mevuzat, lisans düzeyinde BIM eğitimi ve semineri" başlıkları altında toplamak mümkündür. BIM yazılım maliyetlerinin yüksek olmasının, BIM kullanımını olumsuz yönde etkilediği düşünülerek, devlet teşviki verilmesinin yanısıra başlangıç maliyetlerinin de azaltılmasının BIM kullanımını artıracığı ifade edilmiştir. Ayrıca, yasal mevuzat sağlanması, resmi çerçeveye BIM konusunun dahil edilmesi, şartnameler ile belirli bir m²'den büyük projelerde BIM kullanımının zorunlu hale getirilmesi önerilmiştir. Lisans düzeyinde müfredatta ders olarak yer alması ve bunun yanında meslek odalarının düzenleyeceği seminerler ile semineler ile inşaat mühendisi ve mimarlara BIM kullanımının aşılması gerektiği belirtilmektedir.

Projelendirme ve Yapım Evresi için BIM uzmanları tarafından sunulmuş olan önerilerin yanısıra, çok daha fazla paydaşın işbirliği içinde olmasını gerektiren Yapım Evresi'nde BIM uygulamasının maliyeti ve inşaat süresini düşüreceği, geriye dönük imalatları ve dolayısıyla iş yükünü azaltacağı ve diğer avantajları hakkında daha fazla bilgilendirme yapılması gerektiği ifade edilmektedir.



KAYNAKLAR

- [1] Kalkınma Bakanlığı (2014). Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) *İnşaat Mühendislik Mimarlık Teknik Müşavirlik ve Müteahhitlik Hizmetleri Özel İhtisas Komisyonu Raporu*.
- [2] Avrupa İnşaat Sektörü Federasyonu, ECIF (2020), *Overall Construction Activity in Turkey*, <https://fiiec-statistical-report.eu/2021/turkey> adresinden 27 Nisan 2023 tarihinde alınmıştır.
- [3] Tan, S. & Gümüşburun Ayalp, G. & Tel, M. & Serter, M. & Metinal, Y. (2022). *Modeling the Critical Success Factors for BIM Implementation in Developing Countries: Sampling the Turkish AEC Industry*. Sustainability. 14. 9537. <https://doi.org/10.3390/su14159537>.
- [4] Engineering News Record, (2018) *ENR's 2018 Top 250 International Contractors*, <https://www.enr.com/toplists/2018-Top-250-International-Contractors-1> adresinden 27 Nisan 2023 tarihinde alınmıştır.
- [5] CITA: BIM Innovation Capability Programme (2019) *Global BIM Report*, <http://www.bicp.ie/bicp-global-bim-study>
- [6] Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (2022), Stratejik Yönetim, <https://www.uab.gov.tr/stratejik-yonetim>
- [7] Arayıcı, Y. & Egbu, C. & Coates, S. (2012). *Building information modelling (BIM) implementation and remote construction projects: issues, challenges, and critiques..* Electronic Journal of Information Technology in Construction. 17.
- [8] Chen, S.-M. & Griffis, F. & Chen, P.-H. & Chang, L.-M. (2013). *A framework for an automated and integrated project scheduling and management system*. Automation in Construction. 35. 89-110. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.04.002>.
- [9] Eadie, R. & Browne, M. & Odeyinka, H. & Mckeown, C. & McNiff, S. (2013). *BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis*. Automation in Construction. 36. 145-151. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.09.001>.
- [10] Gardezi, S & Shafiq, N. & Nurudinn, M. & Farhan 法韩, Ts. Syed A. & Aminu Umar, U. (2014). *Challenges for Implementation of Building Information Modeling (BIM) in Malaysian Construction Industry*. Applied Mechanics and Materials. 567. 559-564. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.567.559>.
- [11] 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. 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.04.012>.
- [12] Karahan, U. (2015) *Building Information Modeling (BIM) Implementations in The Turkish Construction Industry*. [Yüksek Lisans Tezi] Boğaziçi University

- [13] Liu, S. & Xie, B. & Tivendale, L. & Liu, C. (2015). *Critical Barriers to BIM Implementation in the AEC Industry*. International Journal of Marketing Studies. 7. 162. <https://doi.org/10.5539/ijms.v7n6p162>.
- [14] Aladag, H. & Demirdöğen, G. & Işık, Z.. (2016). *Building Information Modeling (BIM) Use in Turkish Construction Industry*. Procedia Engineering. 161. 174-179. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.520>.
- [15] Vass, S. & Karrbom Gustavsson, T. (2017). *Challenges when implementing BIM for industry change*. Construction Management and Economics. 35. 1-14. <https://doi.org/10.1080/01446193.2017.1314519>.
- [16] Liao, L. & Teo, E. (2017). *Critical Success Factors for enhancing the Building Information Modelling implementation in building projects in Singapore*. Journal of Civil Engineering and Management. 23. 1029-1044. <https://doi.org/10.3846/13923730.2017.1374300>.
- [17] Alreshidi, E. & Mourshed, M. & Rezgui, Y. (2017). *Factors for effective BIM governance*. Journal of Building Engineering. 10. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2017.02.006>.
- [18] Amer, W. & Abd, A. & Nawwar, N. (2018). *Barriers of Adoption Building Information Modeling (BIM) in Construction Projects of Iraq*. Engineering Journal. 22. <https://doi.org/10.4186/ej.2018.22.2.59>.
- [19] Zhou, Y. & Yang, Y. & Yang, J.-B.. (2018). *Barriers to BIM implementation strategies in China*. Engineering, Construction and Architectural Management. 26. <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2018-0158>.
- [20] Oteng, D. & Ansah, M. & Kissi, E. & Eshun, B. (2018). *Barriers to the adoption of Building Information Modelling in Developing Countries: The Case of Ghana*.
- [21] Antwi-Afari, M. & Li, H. & Pärn, E. & Edwards, D. (2018). *Critical success factors for implementing building information modelling (BIM): A longitudinal review*. Automation in Construction. 91. 100-110. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.010>.
- [22] Basyazıcı, U. (2018). *BIMgenius Türkiye BIM Raporu Genel Eğilim ve Beklentiler 2018*.
- [23] Elmalı, Ö. (2018) , *Türkiye’de Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) Farkındalığının ve Hukuki Zorunluluğunun Araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi] Erciyes Üniversitesi
- [24] Tan, T. & Chen, K. & Xue, F. & Lu, W. (2019). *Barriers to Building Information Modeling (BIM) implementation in China’s prefabricated construction: An interpretive structural modeling (ISM) approach*. Journal of Cleaner Production. 219. 949-959. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.141>.
- [25] Chan, D. & Olawumi, T. & Ho, A. (2019). *Critical success factors for building information modelling (BIM) implementation in Hong Kong*. Engineering, Construction and Architectural Management. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/ECAM-05-2018-0204>.

- [26] Chan, D. & Olawumi, T. & Ho, A. (2019). *Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: The case of Hong Kong*. Journal of Building Engineering. 25. 100764. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100764>.
- [27] Erdik, M. & Tulubas Gokuc, Y. (2020). *Türk yapı sektöründe yapı bilgi modellemesinin adaptasyonu*. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 159-171. <https://doi.org/10.25092/baunfbcd.679588>.
- [28] Ma, X. & Darko, A. & Chan, A. & Wang, R. & Zhang, B. (2020). *An empirical analysis of barriers to building information modelling (BIM) implementation in construction projects: Evidence from the Chinese context*. International Journal of Construction Management. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1842961>.
- [29] Evans, M. & Farrell, P. (2020). *Barriers to integrating building information modelling (BIM) and lean construction practices on construction mega-projects: a Delphi study*. Benchmarking: An International Journal. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2020-0169>.
- [30] Khoshfetrat, R. & Sarvari, H. & Chan, D. & Rakhshanifar, M. (2020). *Critical risk factors for implementing building information modelling (BIM): a Delphi-based survey*. International Journal of Construction Management. 22. 11. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1788759>.
- [31] Olanrewaju, O. & Chileshe, N. & Sunday, B. & Sandanayake, M. (2020). *Investigating the barriers to building information modeling (BIM) implementation within the Nigerian construction industry*. Engineering Construction & Architectural Management. 27. 2931-2958. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2020-0042>.
- [32] Demircan, K. & Çakıcı Alp, N. (2020). *Yapı Bilgi Modellemesine Geçiş Sürecinde Yaşanan Anlaşmazlık ve Uyuşmazlıklar*. Artium, 8 (2), 135-144. Retrieved from <http://artium.hku.edu.tr/tr/pub/issue/56173/774645> adresinden 27 Nisan 2023 tarihinde alınmıştır.
- [33] Tezel, E. & Alatli, L. & Giritli, H. (2021). *Awareness and Use of BIM for FM: Empirical Evidence from Turkey*.
- [34] Saka, A. & Chan, D. (2021). *BIM divide: an international comparative analysis of perceived barriers to implementation of BIM in the construction industry*. Journal of Engineering, Design and Technology. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/JEDT-07-2021-0348>.
- [35] Dao, TN., Chen, PH. & Nguyen, TQ. (2021). *Critical Success Factors and a Contractual Framework for Construction Projects Adopting Building Information Modeling in Vietnam*. Int J Civ Eng 19, 85–102. <https://doi.org/10.1007/s40999-020-00542-3>
- [36] Nguyen, P. & Toan, N. & Phong, V. & Durdyev, S. (2021). *Impact of BIM-related Factors Affecting Construction Project Performance*. International Journal of Building Pathology and Adaptation. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-05-2021-0068>.

- [37] Olugboyega, O. & Windapo, Abimbola O. (2022), "Structural equation model of the barriers to preliminary and sustained BIM adoption in a developing country", *Construction Innovation*, Vol. 22 No. 4, pp. 849-869. <https://doi.org/10.1108/CI-04-2021-0061>.
- [38] Cavlak, H. (2021). *Temel Performans Göstergeleri ile Kritik Başarı Faktörleri İlişkisi: Bir Havayolu İşletmesi Uygulaması [The Relationship of Key Performance Indicators and Critical Success Factors: An Airline Business Application]*. M U İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. 43. 78-99. <https://doi.org/10.14780/muiibd.960283>.
- [39] Elmalı, Ö., Bayram, S. (2022). *Adoption of BIM Concept in the Turkish AEC Industry*. Iran J Sci Technol Trans Civ Eng 46, 435–452. <https://doi.org/10.1007/s40996-021-00768-8>.
- [40] Akcay, E. C. (2022), *Analysis of Challenges to BIM Adoption in Mega Construction Projects*, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1218 012020. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1218/1/012020>.
- [41] Durdyev, S. & Ashour, M. & Connelly, S. & Mahdiyar, A. (2022). *Barriers to the implementation of Building Information Modelling (BIM) for Facility Management*. Journal of Building Engineering. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103736>.
- [42] Tan, S. & Gümüşburun Ayalp, G. (2022). *Root factors limiting BIM implementation in developing countries: sampling the Turkish AEC industry*. Open House International. 47. <https://doi.org/10.1108/OHI-12-2021-0273>.
- [43] Şahinkaya, G. & Sesli, F. & Koç, V. & Uzun, Ö. (2022). *Investigation of Application of Building Information Modeling for Turkey*. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.1099947>.
- [44] Atabay, Ş. & Öztürk, M. B. (2019). *Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Uygulama Planı Üzerine İnceleme*. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi , 7 (2) , 418-430 <https://doi.org/10.21923/jesd.431262>
- [45] Erickson Brownell, B. (2020). *Examining the Environmental Impacts of Materials and Buildings / Chapter 4: Toxicity in Architectural Plastics: Life-Cycle Index of Human Health in Building*
- [46] Giresun Erdoğan, B. & Tönük, S. (2018). *Binalarda İşlev Dönüşümünün Yaşam Döngüsündeki Yeri ve Etkisinin Örnekler Üzerinden İncelenmesi*, Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. 39-62. <https://doi.org/10.20854/bujse.306660>.
- [47] Ofluoglu, S. (2014). *Bina Yaşam Döngüsünde BIM Uygulamaları*.
- [48] Ofluoglu, S. (2014). *Yapı Bilgi Modelleme: Gereksinim ve Birlikte Çalışabilirlik*. Mimarist, Ocak.
- [49] Epstein, E. (2012) *Implementing Successful Building Information Modeling*, Artech House, USA
- [50] Ofluoglu, S. (2016). *Yapı Bilgi Modelleme ve Kullanım Alanları / Timöb Dergisi*. 2016.

- [51] Dorce, *Yapı Bilgi Modellemesi BIM İle Tasarım*, https://www.dorce.com.tr/yapi-bilgi-modellemesi-bim-ile-tasarim-uretim-insaat-veisletme/?doing_wp_cron=1683114144.5321469306945800781250 adresinden 30 Nisan 2023 tarihinde alınmıştır.
- [52] McAuley, B. & Hore, A. & West, R. (2017) *BICP Global BIM Study - Lessons for Ireland's BIM Programme*. pp.9. Published by Construction IT Alliance (CitA) Limited, 2017. <https://doi.org/10.21427/D7M04>.
- [53] Cheng, J. C. P. & Lu, Q. (2015). *A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide*, ITcon Vol. 20, pg. 442-478, <https://www.itcon.org/2015/27> adresinden 30 Nisan 2023 tarihinde alınmıştır.
- [54] Atay Tosun, B. (2019) , *Ybm Standartlarının Karşılaştırmalı İncelenmesi ve Ulusal Standardizasyon Çalışmaları Açısından Değerlendirilmesi* [Yüksek Lisans Tezi] İstanbul Teknik Üniversitesi
- [55] Öktem, S. & Ergen Pehlevan, E. (2017), *BIM'e Geçiş Sürecinin Operasyonel Çerçevesi*, Uluslararası Katılımlı 7. İnşaat Yönetimi Kongresi, Samsun, 627-635s.
- [56] Ademci, M. E. (2018), *An Analysis of BIM Adoption in Turkish Architectural, Engineering and Construction (AEC) Industry* [Yüksek Lisans Tezi] Mimar Sinan Fine Arts University
- [57] Öner, F. (2019). *İBB Raylı Sistem Projelerinde BIM Uygulamaları*. <https://www.ibb.istanbul/Uploads/2019/10/1.-FAHRETTİN-ÖNER---İBB-RAYLI-SİSTEM-PROJELERİNDE-BIM-UYGULAMALARI.pdf>
- [58] Özorhon, B. (2018). *BIM - Yapı Bilgi Modellemesi* (U. Karahan (ed.)). Abaküs Kitap
- [59] Akbay, R. B. (2021) , *Türk inşaat sektöründe yapı bilgi modellemesinin şantiyede kullanımına yönelik bir inceleme* [Yüksek Lisans Tezi] Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi
- [60] Selçuk, O. & Çalış, G. (2022). *Yapı Bilgi Modelleme Standart ve Kılavuzların İçeriklerinin İncelenmesi*. *Yapı Bilgi Modelleme*, 4 (1) , 1-13. <https://doi.org/10.53033/ybm.909453>
- [61] Araç, E. (2018) , *Türkiye'de raylı sistem sektöründe yapı bilgi modellemesine geçiş süreçleri üzerine bir örnek olay inceleme ve yönetsel öneriler* [Yüksek Lisans Tezi] İstanbul Teknik Üniversitesi
- [62] Silva, V. (2011). *BIM The summary of a long history*. Retrieved April 8, 2018 from <https://tr.scribd.com/doc/76835106/BIM-The-Summary-of-a-LongHistory> adresinden 30 Nisan 2023 tarihinde alınmıştır.
- [63] Öktem, S. (2019) , *BIM'e Geçiş Sürecinin Organizasyonel ve Operasyonel Çerçevesi* [Yüksek Lisans Tezi] İstanbul Teknik Üniversitesi
- [64] Şahinkaya, G. & Sesli, F. A. & Koç, V. & Uzun, Ö. F. (2022). *Yapı Bilgi Modellemesi'nin Türkiye için Uygulanabilirliğinin Araştırılması* . Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 9 (1) , 555-563. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.1099947>
- [65] Cronbach, L. J. (1951). *Coefficient alpha and the internal structure of tests*. *Psychometrika* 16, 297–334 <https://doi.org/10.1007/BF02310555>

- [66] Tavşancıl, E.. Temel İstatistik Ders Notları, *Frekans Dağılımı, Frekans Tabloları ve Dağılımın Grafiklerle Gösterilmesi* <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=141501> adresinden 30 Nisan 2023 tarihinde alınmıştır.
- [67] Tez Analiz Merkezi , *İstatistiksel Veri Analizi*, <https://www.tezanalizmerkezi.com/istatistikselverianalizi> adresinden 30 Nisan 2023 tarihinde alınmıştır.
- [68] Autodesk Instructables, *Frequency Analysis*, <https://www.instructables.com/Frequency-Analysis-SPSS-15/> adresinden 30 Nisan 2023 tarihinde alınmıştır.
- [69] Richland Community College, *SPSS Analyze Descriptive Statistics* <https://people.richland.edu/james/lecture/spss/analyze/descriptive.html> adresinden 30 Nisan 2023 tarihinde alınmıştır.
- [70] Akbulut, Ö. Biyoistatistik Ders Notları, Ünite 2 <https://silo.tips/download/nte-byostatstk-prof-dr-mer-akbulut-ndekler-hedefler-tablolar-ve-grafkler-giri-tablo> adresinden 30 Nisan 2023 tarihinde alınmıştır.
- [71] Youssefi, I. & Celik, T. (2023), *Comparative analysis between different risk score calculation approache*, Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/ECAM-11-2022-1097>
- [72] Adam, S. U. & Shamsudin, M. N. & Sidique, S. F. & Rahim, K. A. & Radam, A. (2013). *Attribute prioritization in choice experiment pre-design: suggested method and application to solid waste management service improvement*. Journal of Energy Technologies and Policy, 3, 291-298.
- [73] Ofluoglu, S. (2018). *Bina Yaşam Döngüsünde BIM*. 10.5281/zenodo.1490857.
- [74] Silver, P. & Whitsett, D. & McLean, W. (2013). *Introduction to Architectural Technology* (Vol. 2nd ed), Laurence King Publishing, England
- [75] Ofluoglu, S. (2015) *Design Together With BIM Yarışması Sunumu*

EKLER



Tablo A. 1. BIM'in Dünya Çapında Benimsenme Durumu [53].

Bölge	Ülke, Şehir veya Organizasyon			Hedefler ve Vaatler	BIM'in uygulanması	BIM standartları ve Kılavuzları
ABD	Ülke çapında	NIBS, USACE, GSA, VA, AIA, NIST, AGC	Projelerde BIM zorunluluğu	BIM programları, kurulları, BIM semineleri ve eğitimleri, BIM ve R&D projeleri, USACE-BIM yol haritaları	NBIMS-USTM V1, V2, BIM kılavuz serisi 01-08	
	Eyalet çapında	Wisconsin, Ohio, Tennessee	Projelerde BIM zorunluluğu	BIM projeleri	Ohio Eyaleti BIM Protokolü	
	Ülke çapında	New York, Seattle	Projelerde BIM zorunluluğu	BIM projeleri	NYC BIM kılavuzları	
	Üniversite çapında	PSU, LACCD, IU, vd.	Projelerde BIM zorunluluğu	BIM projeleri	BIM PEP Kılavuzu V1, 2, JU BIM Kılavuzları ve Standartları	
Avrupa	Birleşik Krallık (İngiltere)	BSI, CIC, AEC-UK	2016'ya kadar Seviye 2 BIM'in benimsenmesi	BIM Çalışma Grubu, BIM toplantıları, BIM eğitim programları	BS serileri, AEC-UK BIM Standardı v1.0	
	Norveç	Statsbygg (Devlet), vd.	2010, Devletin BIM Taahhüdü 2010, Statsbygg (Devlet) yeni binalar için BIM zorunluluğu	BIM programları, kılavuz ve R&D projeleri	Statsbygg (Devlet)-SBM , BIM Elkitabı v1.2.1	
	Finlandiya	Senate Properties (Senato Mülkleri)	2007, projeleri için IFC/BIM kullanma zorunluluğu	BIM projeleri	Senate Properties (Senato Mülkleri) Mimari Tasarım için BIM Zorunlulukları, COBIM	

Tablo A.1. (Devamı) BIM'in Dünya Çapında Benimsenme Durumu [53].

Bölge	Ülke, Şehir veya Organizasyon	Hedefler ve Vaatler	BIM'in uygulanması	BIM standartları ve Kılavuzları
Asya	Danimarka	Saraylar&Mülkler Ajansı vd.	Saraylar&Mülkler Ajansı gibi Danimarka eyalet müşterileri için BIM zorunluluğu	Dijital İnşaat projesi 3D CAD Elkitabı 2006, 3D Çalışma Yöntemi 2006
	İsveç	Ulaştırma İdaresi	2015, bütün yatırım projlerinde BIM kullanımı	BIM uygulama projesi, örnek kılavuz projeleri Ulusal BIM standardı yok, BH90 Serisi 8 – CAD kılavuzu
Asya	Hollanda	Rijkseaterstaat (Hükümet Binaları Ajansı) Rijksgebouwendienst (Altyapı ve Su Yönetimi Bakanlığı)	2011, 7000000 m ² 'li bina projelerinde BIM zorunluluğu	BIM 2012-2014 programı, kılavuz projeleri, BIM veritabanı Rijksgebouwendienst (Altyapı ve Su Yönetimi Bakanlığı) BIM Standardı
Asya	Singapur	BCA	2015, endüstrinin %80'i BIM ve BIM e-sunumu kullanmaktadır.	BIM merkezi, kılavuz projeleri, BIM eğitim programları, eğitim çerçevesi, konferans, BIM yönetim kurulu, BIM fonu, ulus çapında BIM yarışmaları, BIM yol haritası BIM Mimari Disiplin için e-Sunum Kılavuzu, Singapur BIM Kılavuzu
	Kore	MLTM, PPS, KICT, KICTEP	MLTM, PPS 2016'dan önce BIM zorunluluğu	MLTM-BIM uygulama yol haritası, BIM programı, BIM R&D projeleri, PPS-BIM fonu Ulusal Mimari BIM Kılavuzu, PPS Kılavuzları
Asya	Japonya	MLIT, JFCC, JIA	2010, MLIT devlet projelerinde BIM zorunluluğu getirmiştir.	MLIT-BIM kılavuz projeleri, JFCC-BIM özel bölümü, BIM semineri Ulusal BIM standardı yok, JIA-BIM kılavuzları

Tablo A.1. (Devamı) BIM'in Dünya Çapında Benimsenme Durumu [53].

Bölge	Ülke, Şehir veya Organizasyon		Hedefler ve Vaatler	BIM'in uygulanması	BIM standartları ve Kılavuzları
Asya	Çin	İskan ve Kırsal Kentsel Gelişim Bakanlığı	2012, Ulusal 12. 5 Yıllık Plan yayınlanmıştır. (2011-2015)	BIM'e ilişkin ulusal standartlar programı	2 adet ulusal BIM Standardının taslak versiyonları, Pekin ve Şangay BIM Standartları
	Tayvan	NTU, vd.	BIM için hükümet taahhüdü yok.	BIM projeleri fonu, BIM merkezleri, NTU-BIM konferansları, sorumluları, eğitim seminerleri, yayınları ve araştırma projeleri	LOD Şartname,BIM Kılavuzlarını hazırlamak için Kullanıcı Kılavuzu
	Hong Kong	HA, ArchSD, MTRC, HKIBIM, HKCIC, vd.	2014'e kadar tüm yeni projelerde HA-BIM	BIM projeleri, konferansları, ArchSD-BIM geliştirme birimi, eğitimleri, kılavuz projeleri, Toprak İşleri Departmanı-3D uzaysal veritabanı, BIM semineri, HKIBIM-BIM kurulları	HA-BIM Standartları Elkitabı v1, BIM Proje Şartnamesi Rev 3
Bölge	Ülke, Şehir veya Organizasyon		Hedefler ve Vaatler	BIM'in uygulanması	BIM standartları ve Kılavuzları
Okyanusya	Avusturalya		2016'ya kadar devlet projeleri için 3D BIM zorunluluğu	BEIIC,-BIM planı, kılavuz projeleri, AMCA-BIM girişimleri, forumlar, eğitim planları	NATSPEC Ulusal BIM Kılavuzu, ANZRS

Tablo A. 2. Tasarım Evresi Frekans Analizi Sonuçları.

Faktör	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde
Değişime karşı direnç	Hiç önemli değil	3	8.6
	Biraz önemli	1	2.9
	Önemli	10	28.6
	Çok önemli	10	28.6
	Aşırı önemli	11	31.4
	Toplam	35	100.0
BIM anlayışı ve farkındalığında eksiklik	Hiç önemli değil	1	2.9
	Biraz önemli	1	2.9
	Önemli	5	14.3
	Çok önemli	15	42.9
	Aşırı önemli	13	37.1
	Toplam	35	100.0
Uygulayıcıların becerilerindeki farklılıklar ve kullanılabilirlik sorunları (deneyim eksikliği)	Hiç önemli değil	0	0
	Biraz önemli	2	5.7
	Önemli	5	14.3
	Çok önemli	19	54.3
	Aşırı önemli	9	25.7
	Toplam	35	100.0
BIM eğitimi eksikliği	Hiç önemli değil	0	0
	Biraz önemli	1	2.9
	Önemli	10	28.6
	Çok önemli	16	45.7
	Aşırı önemli	8	22.9
	Toplam	35	100.0
İşverenin farkındalığının ve pazar talebinin olmaması (dış motivasyon eksikliği)	Hiç önemli değil	0	0
	Biraz önemli	2	5.7
	Önemli	9	25.7
	Çok önemli	11	31.4
	Aşırı önemli	13	37.1
	Toplam	35	100.0
BIM'in benimsenme, yazılım, uygulama ve tasarım aşamalarında maliyeti arttırması	Hiç önemli değil	1	2.9
	Biraz önemli	2	5.7
	Önemli	7	20.0
	Çok önemli	9	25.7
	Aşırı önemli	16	45.7
	Toplam	35	100.0
BIM eğitim maliyeti	Hiç önemli değil	3	8.6
	Biraz önemli	9	25.7
	Önemli	9	25.7
	Çok önemli	6	17.1
	Aşırı önemli	8	22.9
	Toplam	35	100.0
Geleneksel uygulama ve standartların benimsenmesi (BIM talep eksikliği, isteksizlik veya zorluk)	Hiç önemli değil	0	0
	Biraz önemli	2	5.7
	Önemli	7	20.0
	Çok önemli	14	40.0
	Aşırı önemli	12	34.3
	Toplam	35	100.0
Veri ve yazılımların birlikte çalışabilirlik sorunları	Hiç önemli değil	6	17.1
	Biraz önemli	8	22.9
	Önemli	10	28.6
	Çok önemli	9	25.7
	Aşırı önemli	2	5.7
	Toplam	35	100.0

Tablo A. 2. (Devamı) Tasarım Evresi Frekans Analizi Sonuçları.

Faktör		Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde
Çalışanların birlikte çalışabilirlik sorunları	Hiç önemli değil	8	22.9	22.9
	Biraz önemli	7	20.0	20.0
	Önemli	11	31.4	31.4
	Çok önemli	8	22.9	22.9
	Aşırı önemli	1	2.9	2.9
	Toplam	35	100.0	100.0
Mevcut BIM modelleme ve işbirliği araçlarıyla ilgili sorunlar	Hiç önemli değil	8	22.9	22.9
	Biraz önemli	4	11.4	11.4
	Önemli	16	45.7	45.7
	Çok önemli	5	14.3	14.3
	Aşırı önemli	2	5.7	5.7
	Toplam	35	100.0	100.0
Veri paylaşım mekanizmalarının eksikliği ve maliyeti	Hiç önemli değil	2	5.7	5.7
	Biraz önemli	8	22.9	22.9
	Önemli	11	31.4	31.4
	Çok önemli	11	31.4	31.4
	Aşırı önemli	3	8.6	8.6
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM sözleşmelerinin henüz olgunlaşmamış olması (standart sözleşme ve sigorta eksikliği)	Hiç önemli değil	1	2.9	2.9
	Biraz önemli	4	11.4	11.4
	Önemli	8	22.9	22.9
	Çok önemli	13	37.1	37.1
	Aşırı önemli	9	25.7	25.7
	Toplam	35	100.0	100.0
Mevcut sözleşmelerde BIM ile ilgili hususların eksikliği	Hiç önemli değil	1	2.9	2.9
	Biraz önemli	6	17.1	17.1
	Önemli	7	20.0	20.0
	Çok önemli	11	31.4	31.4
	Aşırı önemli	10	28.6	28.6
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM modelleri sahipliği (fikri mülkiyet ve telif hakkı)	Hiç önemli değil	1	2.9	2.9
	Biraz önemli	9	25.7	25.7
	Önemli	13	37.1	37.1
	Çok önemli	9	25.7	25.7
	Aşırı önemli	3	8.6	8.6
	Toplam	35	100.0	100.0
Yanlış veya eksik veriler için sorumluluk	Hiç önemli değil	3	8.6	8.6
	Biraz önemli	12	34.3	34.3
	Önemli	13	37.1	37.1
	Çok önemli	5	14.3	14.3
	Aşırı önemli	2	5.7	5.7
	Toplam	35	100.0	100.0
Mevcut sözleşmelerde yasal hususların eksikliği	Hiç önemli değil	2	5.7	5.7
	Biraz önemli	9	25.7	25.7
	Önemli	7	20.0	20.0
	Çok önemli	13	37.1	37.1
	Aşırı önemli	4	11.4	11.4
	Toplam	35	100.0	100.0

Tablo A.2. (Devamı) Tasarım Evresi Frekans Analizi Sonuçları.

Faktör		Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde
Veri kaybı ve güvenlik sorunları	Hiç önemli değil	8	22.9	22.9
	Biraz önemli	7	20.0	20.0
	Önemli	17	48.6	48.6
	Çok önemli	2	5.7	5.7
	Aşırı önemli	1	2.9	2.9
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM standart ve mevzuat eksikliği	Hiç önemli değil	3	8.6	8.6
	Biraz önemli	2	5.7	5.7
	Önemli	13	37.1	37.1
	Çok önemli	11	31.4	31.4
	Aşırı önemli	6	17.1	17.1
	Toplam	35	100.0	100.0
Üst yönetim desteğinde ve taaahhüdünde eksiklik	Hiç önemli değil	1	2.9	2.9
	Biraz önemli	3	8.6	8.6
	Önemli	9	25.7	25.7
	Çok önemli	14	40.0	40.0
	Aşırı önemli	8	22.9	22.9
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM hakkında araştırma, bilgi ve uygulama eksikliği	Hiç önemli değil	3	8.6	8.6
	Biraz önemli	7	20.0	20.0
	Önemli	7	20.0	20.0
	Çok önemli	11	31.4	31.4
	Aşırı önemli	7	20.0	20.0
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM konusunda uzman eksikliği	Hiç önemli değil	2	5.7	5.7
	Biraz önemli	4	11.4	11.4
	Önemli	3	8.6	8.6
	Çok önemli	15	42.9	42.9
	Aşırı önemli	11	31.4	31.4
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM başlangıç maliyetlerinin yüksek olması	Hiç önemli değil	2	5.7	5.7
	Biraz önemli	4	11.4	11.4
	Önemli	3	8.6	8.6
	Çok önemli	13	37.1	37.1
	Aşırı önemli	13	37.1	37.1
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM kullanımı ile işyükünün artması	Hiç önemli değil	6	17.1	17.1
	Biraz önemli	7	20.0	20.0
	Önemli	10	28.6	28.6
	Çok önemli	10	28.6	28.6
	Aşırı önemli	2	5.7	5.7
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM konusunda devlet desteğinin yetersiz olması	Hiç önemli değil	1	2.9	2.9
	Biraz önemli	3	8.6	8.6
	Önemli	10	28.6	28.6
	Çok önemli	5	14.3	14.3
	Aşırı önemli	16	45.7	45.7
	Toplam	35	100.0	100.0

Tablo A. 3. Projelendirme ve Yapım Evresi Frekans Analizi Sonuçları.

Faktör		Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde
Değişime karşı direnç	Hiç önemli değil	0	0	0
	Biraz önemli	2	5.7	5.7
	Önemli	6	17.1	17.1
	Çok önemli	11	31.4	31.4
	Aşırı önemli	16	45.7	45.7
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM anlayışı ve farkındalığında Eksiklik	Hiç önemli değil	0	0	0
	Biraz önemli	2	5.7	5.7
	Önemli	2	5.7	5.7
	Çok önemli	13	37.1	37.1
	Aşırı önemli	18	51.4	51.4
	Toplam	35	100.0	100.0
Uygulayıcıların becerilerindeki farklılıklar ve kullanılabilirlik sorunları (deneyim eksikliği)	Hiç önemli değil	0	0	0
	Biraz önemli	2	5.7	5.7
	Önemli	8	22.9	22.9
	Çok önemli	13	37.1	37.1
	Aşırı önemli	12	34.3	34.3
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM eğitimi eksikliği	Hiç önemli değil	0	0	0
	Biraz önemli	2	5.7	5.7
	Önemli	8	22.9	22.9
	Çok önemli	13	37.1	37.1
	Aşırı önemli	12	34.3	34.3
	Toplam	35	100.0	100.0
İşverenin farkındalığının ve pazar talebinin olmaması (dış motivasyon eksikliği)	Hiç önemli değil	1	2.9	2.9
	Biraz önemli	3	8.6	8.6
	Önemli	9	25.7	25.7
	Çok önemli	8	22.9	22.9
	Aşırı önemli	14	40.0	40.0
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM'in benimsenme, yazılım, uygulama ve tasarım aşamalarında maliyeti arttırması	Hiç önemli değil	2	5.7	5.7
	Biraz önemli	3	8.6	8.6
	Önemli	8	22.9	22.9
	Çok önemli	9	25.7	25.7
	Aşırı önemli	13	37.1	37.1
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM eğitim maliyeti	Hiç önemli değil	3	8.6	8.6
	Biraz önemli	8	22.9	22.9
	Önemli	10	28.6	28.6
	Çok önemli	5	14.3	14.3
	Aşırı önemli	9	25.7	25.7
	Toplam	35	100.0	100.0
Geleneksel uygulama ve standartların benimsenmesi (BIM talep eksikliği, isteksizlik veya zorluk)	Hiç önemli değil	1	2.9	2.9
	Biraz önemli	1	2.9	2.9
	Önemli	9	25.7	25.7
	Çok önemli	11	31.4	31.4
	Aşırı önemli	13	37.1	37.1
	Toplam	35	100.0	100.0
Veri ve yazılımların birlikte çalışabilirlik sorunları	Hiç önemli değil	4	11.4	11.4
	Biraz önemli	7	20.0	20.0
	Önemli	10	28.6	28.6
	Çok önemli	10	28.6	28.6
	Aşırı önemli	4	11.4	11.4
	Toplam	35	100.0	100.0

Tablo A.3. (Devamı) Projelendirme ve Yapım Evresi Frekans Analizi Sonuçları.

Faktör		Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde
Çalışanların birlikte çalışabilirlik sorunları	Hiç önemli değil	6	17.1	17.1
	Biraz önemli	6	17.1	17.1
	Önemli	13	37.1	37.1
	Çok önemli	6	17.1	17.1
	Aşırı önemli	4	11.4	11.4
	Toplam	35	100.0	100.0
Mevcut BIM modelleme ve işbirliği araçlarıyla ilgili sorunlar	Hiç önemli değil	6	17.1	17.1
	Biraz önemli	8	22.9	22.9
	Önemli	13	37.1	37.1
	Çok önemli	4	11.4	11.4
	Aşırı önemli	4	11.4	11.4
	Toplam	35	100.0	100.0
Veri paylaşım mekanizmalarının eksikliği ve maliyeti	Hiç önemli değil	3	8.6	8.6
	Biraz önemli	8	22.9	22.9
	Önemli	11	31.4	31.4
	Çok önemli	11	31.4	31.4
	Aşırı önemli	2	5.7	5.7
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM sözleşmelerinin henüz olgunlaşmamış olması (standart sözleşme ve sigorta eksikliği)	Hiç önemli değil	2	5.7	5.7
	Biraz önemli	4	11.4	11.4
	Önemli	12	34.3	34.3
	Çok önemli	9	25.7	25.7
	Aşırı önemli	8	22.9	22.9
	Toplam	35	100.0	100.0
Mevcut sözleşmelerde BIM ile ilgili hususların eksikliği	Hiç önemli değil	2	5.7	5.7
	Biraz önemli	6	17.1	17.1
	Önemli	9	25.7	25.7
	Çok önemli	9	25.7	25.7
	Aşırı önemli	9	25.7	25.7
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM modelleri sahipliği (fikri mülkiyet ve telif hakkı)	Hiç önemli değil	5	14.3	14.3
	Biraz önemli	6	17.1	17.1
	Önemli	10	28.6	28.6
	Çok önemli	6	17.1	17.1
	Aşırı önemli	8	22.9	22.9
	Toplam	35	100.0	100.0
Yanlış veya eksik veriler için sorumluluk	Hiç önemli değil	7	20.0	20.0
	Biraz önemli	4	11.4	11.4
	Önemli	14	40.0	40.0
	Çok önemli	8	22.9	22.9
	Aşırı önemli	2	5.7	5.7
	Toplam	35	100.0	100.0
Mevcut sözleşmelerde yasal hususların eksikliği	Hiç önemli değil	2	5.7	5.7
	Biraz önemli	8	22.9	22.9
	Önemli	8	22.9	22.9
	Çok önemli	10	28.6	28.6
	Aşırı önemli	7	20.0	20.0
	Toplam	35	100.0	100.0
Veri kaybı ve güvenlik sorunları	Hiç önemli değil	8	22.9	22.9
	Biraz önemli	6	17.1	17.1
	Önemli	14	40.0	40.0
	Çok önemli	6	17.1	17.1
	Aşırı önemli	1	2.9	2.9
	Toplam	35	100.0	100.0

Tablo A.3. (Devamı) Projelendirme ve Yapım Evresi Frekans Analizi Sonuçları.

Faktör		Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde
BIM standart ve mevzuat eksikliği	Hiç önemli değil	1	2.9	2.9
	Biraz önemli	7	20.0	20.0
	Önemli	9	25.7	25.7
	Çok önemli	9	25.7	25.7
	Aşırı önemli	9	25.7	25.7
	Toplam	35	100.0	100.0
Üst yönetim desteğinde ve taaahhüdünde eksiklik	Hiç önemli değil	2	5.7	5.7
	Biraz önemli	2	5.7	5.7
	Önemli	5	14.3	14.3
	Çok önemli	16	45.7	45.7
	Aşırı önemli	10	28.6	28.6
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM hakkında araştırma, bilgi ve uygulama eksikliği	Hiç önemli değil	4	11.4	11.4
	Biraz önemli	3	8.6	8.6
	Önemli	6	17.1	17.1
	Çok önemli	13	37.1	37.1
	Aşırı önemli	9	25.7	25.7
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM konusunda uzman eksikliği	Hiç önemli değil	2	5.7	5.7
	Biraz önemli	3	8.6	8.6
	Önemli	5	14.3	14.3
	Çok önemli	12	34.3	34.3
	Aşırı önemli	13	37.1	37.1
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM başlangıç maliyetlerinin yüksek olması	Hiç önemli değil	2	5.7	5.7
	Biraz önemli	9	25.7	25.7
	Önemli	3	8.6	8.6
	Çok önemli	8	22.9	22.9
	Aşırı önemli	13	37.1	37.1
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM kullanımı ile işyükünün artması	Hiç önemli değil	6	17.1	17.1
	Biraz önemli	5	14.3	14.3
	Önemli	10	28.6	28.6
	Çok önemli	10	28.6	28.6
	Aşırı önemli	4	11.4	11.4
	Toplam	35	100.0	100.0
BIM konusunda devlet desteğinin yetersiz olması	Hiç önemli değil	3	8.6	8.6
	Biraz önemli	2	5.7	5.7
	Önemli	7	20.0	20.0
	Çok önemli	6	17.1	17.1
	Aşırı önemli	17	48.6	48.6
	Toplam	35	100.0	100.0

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Neslihan EREN

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2018, İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü (%100 Burslu)
- **Yüksek Lisans** : 2023, Sakarya Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2018 yılında İstanbul Aydın Üniversitesi'nden Onur öğrencisi olarak mezun oldu.
- 2020-2022 yılları arasında İstanbul Aydın Üniversitesi İnşaat Mühendisliği (İngilizce) Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalıştı.

TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER:

Dobrucalı E., Eren N. (17, 06, 2023). *BIM Barriers and Solution Proposals According to Building Information Modelling Experts*. 5. International Marmara Scientific Research and Innovation Congress.

DİĞER ESERLER: