

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KAMU İHALE SİSTEMİNDE YAPI BİLGİ MODELLEMESİNİN
UYGULANMASI VE KULLANIMI İÇİN YOL HARİTASI: GANA ÖRNEĞİ**

Yusif INUSAH

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

EKİM 2025

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**KAMU İHALE SİSTEMİNDE YAPI BİLGİ MODELLEMESİNİN
UYGULANMASI VE KULLANIMI İÇİN YOL HARİTASI: GANA ÖRNEĞİ**

Yusif INUSAH

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

EKİM 2025

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAMU İHALE SİSTEMİNDE YAPI BİLGİ MODELLEMESİNİN
UYGULANMASI VE KULLANIMI İÇİN YOL HARİTASI: GANA ÖRNEĞİ

Yusif INUSAH
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

Bu tez 31/10/2025 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Aynur KAZAZ (Danışman)
Prof. Dr. Serdar ULUBEYLİ
Doç. Dr. Sevil KÖFTECİ
Prof. Dr. İkbâl ERBAŞ
Prof. Dr. Gökhan ARSLAN

ÖZET

KAMU İHALE SİSTEMİNDE YAPI BİLGİ MODELLEMESİNİN UYGULANMASI VE KULLANIMI İÇİN YOL HARİTASI: GANA ÖRNEĞİ

Yusif INUSAH

Doktora Tezi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aynur KAZAZ

Ekim 2025; 344 sayfa

Bu doktora tezi, BIM'i geleneksel ihale sistemine entegre etmek için bir yol haritası geliştirmeye odaklanarak, BIM'i Gana'nın inşaat sektörüne entegre etmek için stratejik bir plan sunmaktadır. Bu çalışma, sözleşme yönetiminin yetersizliği, siyasi müdahale ve yolsuzluk gibi Gana'nın alım sisteminde süregelen verimsizlikler ışığında, dijital dönüşüm yoluyla altyapı hizmetlerinin sunumunu iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Araştırma, karma yöntemler yaklaşımı kullanarak mevcut ihale uygulamalarını gözden geçiriyor, BIM'in benimsenmesini kolaylaştıran veya engelleyen faktörleri belirliyor ve BIM'in proje sonuçlarını iyileştirme potansiyelini değerlendiriyor. Karşılaştırmalı vaka çalışmaları, geleneksel proje teslim yöntemlerinin, parçalı iş akışları ve iletişim sorunları nedeniyle %12'lik bütçe aşımalarına ve gecikmelere yol açtığını göstermektedir. Buna karşılık, YBM tarafından desteklenen projeler, daha iyi koordinasyon, %40 daha az yeniden çalışma ve önemli maliyet tasarrufları sağlamıştır. Bir proje 1 milyon dolar tasarruf sağladı ve bütçenin %3 altında kalmıştır. 25 paydaşla yapılan görüşmeler, manuel ihale sürecinin sınırlamalarını ve YBM'nin faydalarını daha da vurgulamakta, aynı zamanda yüksek maliyetler, standartların eksikliği ve sınırlı teknik uzmanlık gibi zorlukları da ortaya koymaktadır. Önerilen yol haritası şunları içermektedir: Bağımsız IFC süreçleri; dijital denetimler; standartlaştırılmış YBM nesne kütüphaneleri; ortak veri ortamları (CDE'ler); YBM Konseyi'nin kurulması; bağımsız incelemelerle deneme teklifleri; ihale kurallarının reformu; eğitim ve dijital altyapıya yatırımlar. Canlı YBM İhale Değerlendirmeleri, şeffaflığı ve paydaş katılımını artırmak için gerçek zamanlı, model tabanlı ihale değerlendirmeleri ve etkileşimli savunma oturumları sunarak temel bir yenilik getirmiştir. Çalışma, YBM entegrasyonu için geniş bir çerçeve sunmakla birlikte, yalnızca ihale aşamasına odaklanmakta ve Gana ile sınırlıdır. Gelecekteki araştırmalar, YBM'nin tüm proje yaşam döngüsü boyunca rolünü incelemeli ve benzer ekonomilerle karşılaştırmalıdır. Kısacası, bu tez, Gana'nın inşaat sektörünün dijitalleşmesi için bağlama özgü bir yol haritası sunarak politika yapıcılar, sektör oyuncularını, kalkınma ortakları ve akademik kurumlara pratik bilgiler sağlamaktadır.

ANAHTAR KELİMELELER: Gana, İhale, Yapı Bilgi Modellemesi, Yol Haritası.

JÜRİ: Prof. Dr. Aynur KAZAZ

Prof. Dr. Serdar ULUBEYLİ

Doç. Dr. Sevil KÖFTECİ

Prof. Dr. İkbâl ERBAŞ

Prof. Dr. Gökhan ARSLAN

ABSTRACT

ROADMAP FOR IMPLEMENTING BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) IN GHANA: FOCUSING ON THE TENDERING PROCESS

Yusif INUSAH

PhD Thesis in Civil Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Aynur KAZAZ

October 2025; 344 pages

This doctoral thesis has proposed a strategic plan to integrate BIM into Ghana's construction industry by developing a roadmap to integrate BIM into the traditional procurement system. The aim of this study is to enhance infrastructure delivery through digital transformation, addressing ongoing challenges in Ghana's procurement, including corruption, poor contract management, political interference. It reviews current procurement methods using a mixed-methods approach, identifies factors that help or hinder BIM adoption, and evaluates BIM's potential to improve project results. Comparative case studies reveal that traditional project delivery methods cause 12% budget overruns and delays due to fragmented workflows and communication problems. In contrast, projects supported by YBM achieve better coordination, 40% less rework, and notable cost savings. BIM-based project was completed 3% under budget and US\$1 million was saved. 25 stakeholders highlighted the limitations of traditional bidding and the benefits of BIM, while also uncovering challenges like high costs, absence of standards, and limited technical expertise through interviews. This thesis has proposed roadmap which includes: digital audits; standardized BIM object libraries; forming a BIM Council; independent IFC processes; common data environments (CDEs); trial bids with independent reviews; reform of procurement rules; and investments in training and digital infrastructure. Live BIM Tender Evaluations introduce a key innovation by providing real-time, model-based tender evaluations and interactive defense sessions to boost transparency and stakeholder engagement. While this study offers a comprehensive framework for BIM integration, it focuses only on the tender phase and is specific to Ghana. Future research should explore YBM's role throughout the entire project lifecycle and compare it with similar economies. In summary, this thesis offers practical insights for policymakers, industry stakeholders, development partners, and academic institutions by providing a context-specific roadmap for digitizing Ghana's construction sector.

KEYWORDS: Building Information Modelling, Ghana, Roadmap, Tendering

COMMITTEE: Prof. Dr. Aynur KAZAZ

Prof. Dr. Serdar ULUBEYLİ

Assoc. Prof. Dr. Sevil KÖFTECİ

Prof. Dr. İkbâl ERBAŞ

Prof. Dr. Gökhan ARSLAN

ÖNSÖZ

Bu doktora çalışmasının hazırlanmasında katkı sağlayan tüm kişi ve kurumlara en içten teşekkürlerimi sunarım.

Öncelikle, yüksek lisans eğitimimden itibaren akademik gelişimime rehberlik eden ve doktora sürecim boyunca bilgi, deneyim ve desteğini esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Aynur KAZAZ'a en derin şükranlarımı sunarım. Kendisinin akademik rehberliği ve yönlendirmeleri, bu çalışmanın bilimsel temellerinin sağlamlaştırılmasında belirleyici rol oynamıştır.

Ayrıca, hayatım boyunca bana sevgi, destek ve ilham veren aileme teşekkür etmek isterim. Başta rahmetli babam Issifu ASUORE, annem Adisah AYAMA, eşim Naila IDDRİSU, çocuklarımız Hakima Awinbor INUSAH ve Abdulrahman Adelwin INUSAH ve kardeşlerime içten minnettarlığımı ifade etmek isterim. Onların sabrı, anlayışı ve manevi desteği, bu akademik yolculuğun en zorlu anlarında dahi bana güç ve motivasyon sağlamıştır. Bu çalışmayı onların sarsılmaz desteğine ithaf ediyorum.

Bu tez, Paul Frimpong SIAW, Mustafa ULUÇAY, Mustafa GÖNÜL, Dr. Esra KAYA, Dt. Rıza AYDIN, Dt. Mühsin ÖZDEMİR ve Boğaziçi Proje Mühendislik A.Ş. başta olmak üzere, birçok kişinin ortak çabaları ve desteklerinin bir ürünü olarak ortaya çıkmıştır. Akademik danışmanlarımın, meslektaşlarımla ve araştırmamı kolaylaştıran kurumların paha biçilmez katkılarını takdirle anıyorum.

Son olarak, doktora sürecimin finansal olarak mümkün kılınmasında büyük katkı sağlayan Dt. Yavuz Salim MUZ'a (Dental Centre Turkey sahibi) en içten teşekkürlerimi sunarım. Kendisinin cömert desteği, bu araştırmanın hayata geçirilmesini sağlamış; yeteneklerime olan inancı ve teşviki ise bu sürecin her aşamasında bana ilham vermiştir.

Bu doktora sürecinin başlamasına vesile olan Türk devletine ve YTB'ye, yüksek lisans bursu aracılığıyla sağladıkları destek için özel olarak teşekkür ederim. Bu burs, akademik yolculuğumun temel taşlarından biri olmuş ve bu çalışmanın gerçekleşmesine doğrudan katkı sağlamıştır.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
AKADEMİK BEYAN	xi
KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	5
2.1. Yapı Bilgi Modellemesi: Kavram ve Gelişimi	5
2.1.1. Yapı bilgi modellemesi tanımı.....	5
2.1.2. YBM'in genel bakışı ve tarihsel gelişimi.....	6
2.2. YBM'in Küresel Benimseme ve Algısı	21
2.2.1. YBM'in benimsenmesinde küresel eğilimler.....	22
2.2.2. Avrupa'da YBM'in benimsenmesine genel bakış	22
2.2.3. Asya'da YBM'in benimsenmesine genel bakış	26
2.2.4. Kuzey Amerika'da YBM'in benimsenmesine genel bakış.....	27
2.2.5. Orta Doğu ve Afrika Bölgelerinde YBM'e Genel Bakış	30
2.2.6. Uygulama yaklaşımları.....	35
2.3. Gelişmekte Olan Ülkelerde YBM Uygulaması.....	37
2.3.1. İnşaat sektöründe YBM'in benimsenmesinin potansiyel faydaları.....	38
2.3.2. YBM Uygulamasındaki Zorluklar	44
2.3.3. Gelişmekte olan ülkelerde YBM'in itici güçleri ve kolaylaştırıcıları	45
2.3.4. Zorlukların üstesinden gelmek için stratejiler	47
2.4. Gana'daki İnşaat Sektörüne Genel Bakış	48
2.4.1. Kamu İhale/İhale Uygulamaları ve Prosedürleri	56
2.4.2. Kamu alımlarının aktörleri, paydaşları ve yararlanıcıları.....	58
2.4.3. Kamu ihale sistemleri ve prosedürleri	69
2.4.4. Yenilikçi ihale veya tedarik yöntemleri.....	69
2.5. Gana'da İhale Süreçleri.....	72

2.5.1. Yasal ve kurumsal çerçeve	73
2.5.2. PPA'nın temel işlevleri	74
2.5.3. Gana'daki müteahhitlerin sınıflandırılması.....	75
2.5.4. Yasal çerçeve	75
2.5.5. Yükleneci sınıfları	76
2.5.6. Gana'da İhale Yöntemleri	77
2.5.7. Gana'da ihale (İhale sistemi) zorlukları	79
2.5.8. Literatür incelemesinden elde edilen öneriler.....	92
2.5.9. Kamu-özel sektör ortaklığı (PPP).....	92
2.5.10. Kamu-özel sektör ortaklığı (PPP) sözleşmelerine genel bakış	94
2.5.11. PPP türleri.....	96
2.5.12. Sözleşmeye dayalı PPP modelleri	97
2.5.13. Gana'daki PPP türleri.....	98
2.5.14. Gana'da PPP'lerin önemi.....	99
2.5.15. Gana'da PPP'nin zorlukları	100
2.6. E-İhale	100
2.6.1. İnşaat sektöründe e-ihaleyi etkileyen faktörler.....	102
2.6.2. E-ihale zorlulukları	103
2.6.3. E-ihale sisteminin avantajları	105
2.6.4. Gana'da e-ihale durumu	106
2.6.5. Gana'da e-ihale zorlulukları.....	108
2.7. İhalede YBM uygulaması.....	108
2.7.1. İhale sürecinde YBM'in rolü.....	109
2.7.2. Mevcut YBM tabanlı sözleşme uygulamaları	110
2.7.3. Tarihsel gelişme.....	111
2.7.4. Teorik temeller.....	111
2.7.5. Çağdaş YBM sözleşme türleri ve yapıları	112
2.7.6. Sözleşmeye dayalı model sınıflandırması	112
2.7.7. Temel sözleşme hükümleri	115
2.7.8. YBM sözleşmelerinde bölgesel farklılıklar	117
2.7.9. Kamu sektörü ve bölgesel politika girişimleri.....	118
2.7.10. Zorluklar ve sınırlamalar	119

2.7.11. Sözleşmeye dayalı risk dağıtım stratejileri	121
2.7.12. Fikri mülkiyet hususları	120
2.7.13. Kritik BEP bileşenleri	124
2.7.14. Teknolojiye özgü sözleşme hususları	125
2.7.15. Pratik uygulamalar ve çerçeveler	129
2.7.16. İnşaat projelerinde ihale süreci	131
2.7.17. hale öncesi aşamada YBM uygulamaları	132
2.7.18. İhale değerlendirmesi sırasında YBM uygulamaları	138
2.7.19. İhale verimliliğini ve doğruluğunu artırma	139
2.7.20. Karar verme ve değerlendirmeyi destekleme	140
2.7.21. Geleneksel ihale süreçleriyle entegrasyon	140
2.7.22. Zorlukları aşmak ve işbirliğini geliştirmek	140
2.8. Kamu İhalelerinde YBM Uygulama Yol Haritaları	141
2.8.1. Birleşik Krallık Kamu alımlarında YBM uygulama yol haritaları	142
2.8.2. Kamu alımlarında Avrupa Birliği YBM uygulama yol haritaları	142
2.8.3. ABD'de kamu alımlarında YBM uygulama yol haritaları	143
2.8.4. Singapur Kamu İhalelerinde YBM Uygulama Yol Haritaları	143
2.8.5. Japonya'da kamu alımlarında YBM uygulama yol haritaları	144
2.8.6. Danimarka Kamu ihalelerinde YBM uygulama yol haritaları	144
2.8.7. Norveç Kamu ihalelerinde YBM uygulama yol haritaları	145
2.8.8. İtalya Kamu alımlarında YBM uygulama yol haritaları	145
2.8.9. Polonya Kamu alımlarında YBM uygulama yol haritaları	146
2.8.10. Brezilya Kamu alımlarında YBM uygulama yol haritaları	146
2.9. Uluslararası YBM Uygulamasının Karşılaştırmalı Analizi	147
2.9.1. Gana inşaat sektöründe YBM'in benimsenmesi	148
2.9.2. Mevcut durum değerlendirmesi	148
2.9.3. Gana'da devam eden YBM projelerinin vaka çalışmaları veya örnekleri	150
2.9.4. YBM uygulamasının zorlukları	155
2.9.5. YBM zorlukları gruplandırma ve uygulaması için stratejiler	158
2.9.6. İhale süreçlerinde YBM uygulamasının vaka çalışmaları	164
2.10. Teorik Çerçeve	169
2.10.1. Teknoloji kabul modeli (TAM)	169

2.10.2. TAM araştırmasının kronolojik gelişimi	170
2.10.3. Yenilik yayılımı (DOI) teorisi	173
2.10.4. Paydaş teorisi	174
2.10.5. Değişim yönetimi teorisi.....	177
2.11. Literatürdeki Boşluklar.....	180
3. MATERYAL VE METOT	181
3.1. Aşama 1 - Geleneksel İhale, E-ihale ve PPP Zorlulukları	181
3.1.1. Anketin geliştirilmesi ve veri toplama.....	181
3.1.2. Veri Analizi	182
3.2. Aşama 2 - YBM İhale Metodolojisi.....	182
3.3. Araştırma felsefesi.....	183
3.4. Araştırma yaklaşımı	188
3.4.1. Tümdengelsel yaklaşım.....	189
3.4.2. Araştırma yaklaşımları.....	192
3.5. Araştırma Yöntemleri.....	192
3.5.1. Anket araştırması	193
3.5.2. Görüşmeler	195
3.6. Veri Toplama.....	196
3.6.1. Nüfus ve örnekleme teknikleri	198
3.6.2. Anket temelli nicel veri toplama ve örnekleme yöntemi.....	199
3.6.3. Nitel veri toplama	203
3.7. Veri Analizi Teknikleri	205
3.7.1. Nicel veri analizi.....	206
3.8. Etik Hususlar	208
3.9. Geçerlilik ve Güvenilirlik.....	209
4. BULGULAR.....	211
4.1. Gana'da İhale Sürecinin Mevcut Durumu	211
4.1.1. Kuruluşların demografik profilleri	211
4.1.2. Ankete katılanların deneyimleri	212
4.1.3. Daha fazla zaman alan ihale aşamaları	213
4.1.4. Daha fazla etki elde etmek için beklenen ihale aşaması.....	215
4.1.5. YBM tabanlı ihalelerden beklentiler	216

4.1.6. Sektör paydaşlarının ihale yöntemlerine ilişkin tercihleri	218
4.1.7. Geleneksel kağıt tabanlı ihalelerin önündeki zorlukları	219
4.2. Gana'da E-İhale Sürecinin Mevcut Durumu	227
4.3. Gana'da PPP'nin Önündeki Zorlukları	235
4.4. Gana'da YBM Benimsenmesi ve İhale Süreci	245
4.5. 2D ve YBM Tabanlı İhale Süreçlerinin Karşılaştırması.....	260
4.5.1. Projeye genel bakış	260
4.5.2. Kriterlere göre karşılaştırmalı analiz	263
5. TARTIŞMA	271
5.1. Zamana göre karşılaştırmalı analiz	271
5.2. Maliyet bazında karşılaştırmalı analiz.....	272
5.3. Kaliteye Göre Karşılaştırmalı Analiz	273
5.4. Risklere göre karşılaştırmalı analiz	274
5.5. YBM'in İhale Sürecine Etkisi.....	275
5.5.1. Doğruluk ve teklif kalitesinde iyileşme.....	275
5.5.2. Gelişmiş şeffaflık ve değerlendirme	276
5.5.3. Risk yönetimi ve uyumsuzlukların azaltılması.....	276
5.6. Gana'da YBM Yol Haritası ve İhale Süreci	277
5.6.1. Yol haritasının temel aşamaları	278
5.6.2. Uygulama için araçlar ve teknolojiler.....	285
5.6.3. Paydaşlar ve rolleri	286
5.6.4. Öngörülen zorluklar ve zorlukları ile hafifletme stratejileri.....	288
5.6.5. Doğrulama: yol haritasının değerlendirilmesi ve onaylanması	289
5.6.6. Tartışma: teorik temeller.....	290
5.6.7. Yol haritasının sürdürülebilirliği	292
6. SONUÇLAR	301
7. KAYNAKLAR	303
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Tezi olarak sunduğum “Kamu İhale Sisteminde Yapı Bilgi Modellemesinin Uygulanması ve Kullanımı İçin Yol Haritası: Gana Örneği.” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

31/10/2025

Öğrencinin Adı Soyadı

Yusif INUSAH

İmzası

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

AFDB : Afrika Kalkınma Bankası

AI : Yapay Zeka

AR : Artırılmış Gerçeklik

AÜ : Akdeniz Üniversitesi

BCA : Yapı ve İnşaat Otoritesi

BDT : Bilgisayar Destekli Tasarım

BT : Bilgi Teknolojisi

BY : Bilgi Yönetimi

CDBB : Dijital Yapılı İngiltere Merkezi

CDE : Ortak Veri Ortamı

CLP : Maliyet Odaklı Tedarik

CT : Rekabetçi İhale

DB : Tasarım ve Yapım

DBB : Tasarım-İhale-İnşaat

TYİB : Tasarım, Yapım, İşletme, Bakım

EBP : Erken YBM Ortaklığı

GHANEPS : Gana Elektronik İhale Sistemi

GSA : Genel Hizmetler İdaresi

GSY : Gayri Safi Yurt İçi Hasıla

IFC : Endüstri Temel Sınıfı

IoT : Nesnelerin İnterneti

IPD : Entegre Proje Teslimi (IPD)

IPI : Entegre Proje Sigortası (IPI)

KÖO : Kamu-Özel Sektör Ortaklığı

MMİ : Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat

OECD : Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü

PA : Proje İttifakı

PPA : Kamu İhale Kurumu

PUFMARP : Kamu Mali Yönetimi Reform Programı

USACE : ABD Ordusu Mühendisler Birliği

VfM : Paranın Karşılığı

YBM : Yapı Bilgi Modellemesi



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. YBM'in (üstte) ve sürdürülebilirliğin (altta) evrim sürecinin zaman çizelgesi	7
Şekil 2.2. Teknoloji ve kronoloji	8
Şekil 2.3. YBM olgunluk modeli	10
Şekil 2.4 İnşaat YBM süreci	11
Şekil 2.5. 2D YBM modeli	13
Şekil 2.6. 3D YBM modeli	14
Şekil 2.7. BEXEL Manager YBM yazılımındaki maliyet tahmincisi	16
Şekil 2.8. 6D YBM sürdürülebilirlik.	17
Şekil 2.9. 7D YBM - tesis yönetimi	18
Şekil 2.10. 8D YBM - güvenlik	19
Şekil 2.11. 9D YBM - yalın inşaat	20
Şekil 2.12. 10D YBM - inşaat endüstrileşmesi	21
Şekil 2.13. YBM'in 7 Avrupa ülkesinde benimsenme yılları	25
Şekil 2.14. AECO kuruluşları içinde YBM kullanımının dağılımı.	37
Şekil 2.15. Zaman içinde YBM'in benimsenmesi	38
Şekil 2.16. Gana Haritası.	49
Şekil 2.17. Gana İnşaat sektörünün büyüme oranı (2020-2024)	51
Şekil 2.18. Geleneksel proje teslim sistemindeki katılımcıların ilişki diyagramı	62
Şekil 2.19. Tasarım-inşaat yöntemi	64
Şekil 2.20. Riskli inşaat müdürü yöntemi	65
Şekil 2.21. Gana'nın kamu ihale sürecinin temel aşamaları	79
Şekil 2.22. Açık YBM YBM tabanlı metraj hesaplama süreci	135
Şekil 2.23. Proje yaşam döngüsü boyunca metraj hesaplamalarının süreç akışı	136
Şekil 2.24. Akra'daki GNPC genel merkezinin YBM projesi	150
Şekil 2.25. Akra'daki Kotoka uluslararası Havalimanı'ndaki Terminal 3	152
Şekil 2.26. Teknoloji kabul modeli (TAM)	170
Şekil 2.27. TAM araştırmasının kronolojik gelişimi	172
Şekil 2.28. İnovasyonun yayılması (DOI) teorisi	174
Şekil 2.29. Gana'da YBM tabanlı ihale uygulamasının temel paydaşları	176
Şekil 2.30. Kotter'ın değişimi yönetmek için 8 adımlı süreci	179
Şekil 3.1. Veri Toplama Süreci	197
Şekil 3.2. Örneklem Süreci	199
Şekil 3.3. Gana'nın 16 bölgesi	202
Şekil 4.1. Deneyim Yılları	213
Şekil 4.2. Daha fazla zaman alan ihale aşamaları	214
Şekil 4.3. Daha fazla etki elde etmek için beklenen ihale aşaması	215
Şekil 4.4. YBM tabanlı ihalelerden beklentiler	217
Şekil 4.5. İhale yöntemi tercihi	218
Şekil 4.6. İhale yanıtlayıcılarının pozisyonları	228
Şekil 4.7. Katılımcıların deneyim seviyeleri	229

Şekil 4.8. E-ihale yanıtlayıcılarının çalıştığı kurum kategorileri.....	230
Şekil 4.9. E-ihale kullanılarak yürütülen proje sayısı.....	231
Şekil 4.10. Devam eden e-ihale projelerinin yüzdesi	232
Şekil 4.11. Katılımcının mesleği/rolü	236
Şekil 4.12. Uzmanların deneyim yılları	237
Şekil 4.13. Katılımcıların çalıştığı kurumların kategorileri	238
Şekil 4.14. Gana'daki PPP projelerinin türleri	239
Şekil 4.15 a). 2D tasarım çizimi, Şekil 4.15b). 3D yapısal model.....	261
Şekil 4.16 a). Mimari model	261
Şekil 4.17. 3D HVAC modeli	262
Şekil 4.18. Zemin kat planı	262
Şekil 4.19. Mimari tasarım	263
Şekil 4.20. Revit çakışma algılama ve YBM ihale aşaması dijital simülasyonları.....	265
Şekil 5.1. Gana için YBM tabanlı nihai ihale yol haritası	292
Şekil 5.2. Canlı dijital ihale platformu	300

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. YBM olgunluk seviyelerinin evrimi.....	9
Çizelge 2.2. Birleşik Krallık'taki YBM girişimleri.....	23
Çizelge 2.3. İskandinavya bölgesinde YBM'in benimsenmesi.....	24
Çizelge 2.4. Orta Avrupa ülkelerinde YBM'in benimsenmesi	25
Çizelge 2.5. Avrupa'da YBM uygulama durumu	26
Çizelge 2.6. Asya-Pasifik bölgesi	27
Çizelge 2.7. ABD'de YBM'in benimsenme durumu.....	28
Çizelge 2.8. Kanada'da YBM'in özeti.....	30
Çizelge 2.9. Orta Doğu ve Afrika'da YBM'in benimsenmesi.....	32
Çizelge 2.10. Küresel YBM zorunluluğu durumu	32
Çizelge 2.11. Seçilmiş ülkelerde YBM zorunluluğu	35
Çizelge 2.12. Ükelere göre YBM uygulama yaklaşımları.....	35
Çizelge 2.15. Bir inşaat projesinde YBM'in kullanım alanları/faydaları.....	42
Çizelge 2.16. YBM'in benimsenmesinin gerçek faydaları	43
Çizelge 2.17. YBM uygulamasındaki temel zorluklar.....	45
Çizelge 2.18. Gelişmekte olan ülkelerde YBM uygulamasının temel itici güçleri.	46
Çizelge 2.19. Gelişmekte olan ülkelerde YBM uygulamasının temel kolaylaştırıcıları.	46
Çizelge 2.20. Gana inşaat sektörünün 2019'dan 2024'e kadar GSYİH'sına katkısı.....	51
Çizelge 2.21. Gana inşaat sektöründeki önemli zorluklar	53
Çizelge 2.22. Proje teslim yöntemlerinin karşılaştırması	68
Çizelge 2.23. İhale döngüsü.....	71
Çizelge 2.24. Gana'daki tedarik sürecinin zorlukları	86
Çizelge 2.25. Gana'da ihale süreci zorlukları – kategorik özet.....	91
Çizelge 2.26. PPP'lerin zorlukları	95
Çizelge 2.27. PPP modelleri	97
Çizelge 2.28. Gana'daki PPP türleri.....	99
Çizelge 2.29. E-ihale önündeki zorlulukları	104
Çizelge 2.30. E-İhalenin faydaları	106
Çizelge 2.31. GHANEPS'te kullanılan ihale yöntemleri	107
Çizelge 2.32. İhale sürecinde YBM'in gerçek faydaları	110
Çizelge 2.33. YBM sözleşme uygulamalarının temel evrim aşamaları.....	111
Çizelge 2.34. YBM sözleşme yaklaşımlarının benimsenmesi.....	114
Çizelge 2.35. Önemli Sözleşme Hükümleri.....	115
Çizelge 2.36. Endüstri standartları protokolleri ve anlaşmaları.....	116
Çizelge 2.37. YBM sözleşmelerinde bölgesel farklılıklar	118
Çizelge 2.38. Mevcut YBM sözleşmelerindeki zorluklar.....	121
Çizelge 2.39. Sözleşmeye dayalı risk dağıtım stratejileri	122
Çizelge 2.40. Sözleşmeye dayalı entegrasyon yaklaşımları	124
Çizelge 2.41. YBM ihalelerinin farklı aşamaları	132
Çizelge 2.42. Pazar testi ve ön maliyet tahmini.....	133

Çizelge 2.43. Geleneksel ve YBM Destekli Metraj Süreçlerinin Karşılaştırılması.....	137
Çizelge 2.44. İhale öncesi çakışma tespiti ve inşa edilebilirlik analizi Error! Bookmark not defined.	
Çizelge 2.45. YBM zaman çizelgesi doğrulama.....	139
Çizelge 2.46. Gana inşaat sektöründe YBM benimseme düzeyi	148
Çizelge 2.47. Gana'da ihale sürecinde YBM uygulamasının önündeki zorlukları	149
Çizelge 2.48. Gelişmekte Olan Ülkelerde YBM Benimsenme Engelleri.....	159
Çizelge 2.49. Gelişmiş Ülkelerde YBM Benimsenme Engelleri.....	162
Çizelge 2.50. Crossrail Projesi: Elizabeth Hattı Verileri ve Sonuçları.....	165
Çizelge 2.51. Birleşik Krallık'taki Crossrail Projesinin faydaları.....	166
Çizelge 2.52. Brezilya'daki İhale Süreçlerinde YBM Uygulamasının Özeti.....	168
Çizelge 2.53. Melzo Okulu Projesinde YBM Tabanlı İhale.....	169
Çizelge 2.54. TAM'ye göre teknoloji kabulünü etkileyen faktörler	170
Çizelge 2.55. DOI Teorisine Göre Teknoloji Benimseme Aşamaları	174
Çizelge 2.56. YBM Uygulamasındaki Temel Paydaşlar ve Roller	177
Çizelge 2.57. YBM Değişiminde Kotter'ın 8 Adımlı Modeli	179
Çizelge 3.1. İki Ana Araştırma Paradigmasının Özellikleri	188
Çizelge 3.2. Karma Yöntem Araştırma Tasarımının Özellikleri	192
Çizelge 3.3. Veri Toplama Yöntemleri.....	197
Çizelge 3.4. Anket dağıtımının yanıt oranı.....	202
Çizelge 3.5. Nüfus ve Örnek Dağılımı.....	205
Çizelge 3.6. Veri analiz teknikleri	206
Çizelge 3.7. Etik Hususlar	209
Çizelge 3.8. Geçerlilik ve güvenilirliği artırma stratejileri.....	210
Çizelge 4.1. Katılımcıların geçmişleri	212
Çizelge 4.2. Gana'da kamu ihalelerine katılımı zorluk kategorileri.....	220
Çizelge 4.3. Gana'da E-İhalenin gerçek faydaları.....	233
Çizelge 4.4. Gana'da e-ihale zorlukları.....	234
Çizelge 4.5. Gana'da PPP'nin önündeki siyasi zorlukları	240
Çizelge 4.6. Gana'da PPP uygulamasının önündeki finansal zorlukları.....	241
Çizelge 4.7. Gana'da PPP'nin uygulanmasının önündeki yasal zorlukları.....	242
Çizelge 4.8. Gana'da PPP'nin önündeki operasyonel zorlukları	243
Çizelge 4.9. Katılımcıların yaş grupları.....	246
Çizelge 4.10. Katılımcıların resmi eğitim düzeyi	246
Çizelge 4.11. Ankete katılanların deneyim seviyesi.....	247
Çizelge 4.12. Katılımcıların çalıştıkları kuruluş türleri	248
Çizelge 4.13. Katılımcıların bölgesel dağılımı ve kuruluşun konumu	249
Çizelge 4.14. Katılımcıların mesleği/rolü.....	250
Çizelge 4.15. YBM hazırlık düzeyi	250
Çizelge 4.16. YBM ile aşinalık düzeyi	251
Çizelge 4.17. Kuruluşlarda YBM'in en çok uygulandığı proje aşamaları	252
Çizelge 4.18. Kuruluşların YBM'i kullanmama nedenleri	252

Çizelge 4.19. YBM yazılımı/aracının farkındalık düzeyi.....	253
Çizelge 4.20. En yaygın YBM yazılım programları.....	254
Çizelge 4.21. Çeşitli kuruluşlarda YBM'in kullanılma nedenleri.....	255
Çizelge 4.22. YBM'in uygulandığı inşaat projelerinin sayısı.....	255
Çizelge 4.23. İhalelerde YBM'in faydaları.....	256
Çizelge 4.24. YBM uygulamasının önündeki zorlukları.....	257
Çizelge 4.25. İhalelerde YBM'in benimsenmesini destekleyecek stratejiler.....	258
Çizelge 4.26. 25 Görüşmeye Dayalı Niteliksel Bulgular.....	259
Çizelge 4.27. Projelerin özellikleri.....	263
Çizelge 4.28. Geleneksel ve YBM tabanlı ihale projelerinin özet karşılaştırması.....	269
Çizelge 5.1. YBM tabanlı ihale sürecinin temel bileşenlerinin özeti.....	278
Çizelge 5.2. Yol haritasının özeti.....	284
Çizelge 5.3. Önemli paydaşlar ve rolleri.....	286
Çizelge 5.4. YBM tabanlı ihale yol haritasının sürdürülebilirliği.....	293
Çizelge 5.5. Planlanmış canlı ihale savunma oturumunun tipik bir örnek gündemi.....	297
Çizelge 5.6. Uygulama zaman çizelgesi.....	299
Çizelge 5.7. Uygulamada karşılaşılabilecek potansiyel zorluklar.....	300
Çizelge 5.8. Paydaş haritalama.....	300

1. GİRİŞ

GSYİH'nın yaklaşık %10'unu ve işgücünün %7'sini istihdam eden Gana'nın inşaat sektörü, ülkenin kalkınmasında önemli bir rol oynamaktadır (Weparia vd. 2024). Bununla birlikte, sektör, özellikle gelişmekte olan ülkelerde kamu harcamalarının %70'ini oluşturan kamu ihale sisteminde, projelerin tamamlanmasında zorluklarla karşılaşmaya devam etmektedir (World Bank 2003).

Akademik araştırmalar ve kurumsal raporlar, Gana'nın ihale ve ihale prosedürlerinde yaygın olarak görülen verimsizliklere sık sık dikkat çekmiştir. Dünya Bankası'nın Gana İhale Değerlendirme Raporu'na göre, yetersiz sözleşme yönetimi ve standartların altında süreçler, altyapı başarısızlığının ana nedenleridir (World Bank 2003). IMANI Afrika ve Afrika Enerji Politikası Merkezi (IMANI ve ACEP 2022) tarafından hazırlanan ortak rapora göre, kamu kurumları ve şirketleri tarafından yapılan İhale usulsüzlükleri 2020 yılında %800'ün üzerinde artışla 846 milyon GHC'ye ulaşırken, bakanlıklar, Aynı yıl, bu kayıplar sağlık harcamalarındaki artışın %42'sini oluşturmuştur.

Yönetişim zorluklarının yanı sıra, proje performans ölçütleri de endişe vericidir. 37 yol altyapı projesinin incelendiği bir ankete göre, bu projelerin %68'inde maliyet aşımı, %84'ünde ise zamanlama gecikmesi yaşanmıştır (Otoo ve Fanta 2021). Sektördeki inşaat projelerinin %40'ından fazlası bütçe ve zaman tahminlerinin üzerine çıkmış, aşımalar genellikle başlangıç bütçesinin %40'ını aşmıştır (Bentil vd. 2017). Afrika Kalkınma Bankası'nın (AfDB) 2023 Ülke Portföy İncelemesinde, birkaç projenin yetersiz planlama, gecikmeli tedarik ve yetersiz sözleşme yönetimi nedeniyle ilerlemeyi önemli ölçüde engellediği belirtilmiştir (AfDB 2023). Ulusal Katedral ve Pwalugu Barajı projeleri, Gana'nın kamu altyapı hizmetlerindeki verimsizliği örneklemektedir. Katedralin maliyeti, İhale ihlalleri ve belgelenmemiş ödemeler nedeniyle 100 milyon dolardan 400 milyon doların üzerine çıkarken, 900 milyon dolar olarak tahmin edilen Pwalugu Barajı, görünür bir ilerleme kaydedilmeden yaklaşık 100 milyon dolar harcadı ve bu durum, mali denetim ve projenin uygulanabilirliği konusunda ciddi endişelere yol açmıştı (IMANI ve ACEP 2022).

Manuel ihale prosedürleri, kopuk iletişim ve dijital araçların kullanılmaması, bu zorlukları daha da kötüleştiriyor. Öte yandan YBM, altyapı teslimatında zamanlama, maliyet tahmini, şeffaflık ve takım çalışmasını iyileştiren, oyunun kurallarını değiştiren bir teknoloji haline gelmiştir. Gana'da YBM'in benimsenmesi, özellikle dijital dönüşüm sürecinin önemli bir ilk adımı olan ihale sürecinde gösterdiği avantajlara rağmen, hala düşük ve yapılandırılmamış durumdadır. YBM'i kamu alımlarına entegre etmek için resmi bir çerçeve bulunmadığından, proje sonuçlarını iyileştirme, israfı azaltma ve yönetişimi güçlendirme fırsatı kaçırılmaktadır.

Bu çalışma, Gana'nın inşaat sektöründe YBM'in uygulanması için bağlama özgü bir yol haritası oluşturmayı ve özellikle kamu ihale sürecinde iyileştirmeler sağlamayı amaçlamaktadır. Bu yol haritası, kurumsal, teknik ve politika zorluklarını belirleyecek ve İhale verimliliğini, şeffaflığı ve proje sonuçlarını iyileştirmek için uygulanabilir stratejiler önerecektir.

Bu çalışma dört temel hedefe ulaşmayı amaçlamaktadır.

- Gana'nın inşaat sektöründe kamu alımları ve ihale uygulamalarının mevcut durumunu değerlendirmek.
- Gana'da YBM'in benimsenmesini etkileyen zorlukları ve kolaylaştırıcı faktörleri belirlemek.
- İhale aşamasında şeffaflığı, maliyet tahminini ve proje teslimatını iyileştirmek için YBM'in potansiyelini değerlendirmek.
- Gana'nın kamu alımları sistemi içinde YBM'in uygulanması için aşamalı bir yol haritası önermek.

Araştırmaya rehberlik etmek için aşağıdaki araştırma soruları sorulmuştur:

1. Gana'nın inşaat projeleri için kamu ihale sürecindeki temel zorluklar nelerdir?
2. YBM, ihale aşamasındaki verimsizlikleri ve düzensizlikleri nasıl çözebilir?
3. Gana'da YBM'in benimsenmesinin önünde hangi kurumsal, teknik ve politik zorlukları bulunmaktadır?
4. Gana'nın YBM yol haritasının geliştirilmesinde diğer ülkelerin en iyi uygulamaları nasıl yol gösterici olabilir?

YBM, gelişmiş ülkelerde yaygın olarak araştırılmış ve uygulanmıştır; ancak, Sahra Altı Afrika'da, özellikle Gana'da kamu ihale sistemlerine dahil edilmesi henüz yeterince incelenmemiştir. Mevcut literatür, YBM'in teknik yönlerini ağırlıklı olarak vurgulamakta, ancak yönetim ve ihale reformu için stratejik etkilerini yeterince ele almamaktadır. Bu çalışma, YBM uygulamasını Gana'nın altyapı sektöründe dijital dönüşümün hayati bir yönü olan ihale reformuyla ilişkilendirmektedir (Wireko 2020).

Bu araştırma birkaç yeni yön sunmaktadır. Bu çalışma, YBM literatüründe sıklıkla ihmal edilen bir konu olan YBM'in benimsenmesi ile ihale süreci arasında doğrudan bir bağlantı kurmaktadır. Öneri, gelişmiş ekonomilerin modellerinin basitçe kopyalanmasından kaçınarak, Gana'nın kurumsal ve düzenleyici çerçevesi için özel olarak tasarlanmış bir yol haritası sunmaktadır. Bu çalışma, altyapı yönetimi için kapsamlı bir çerçeve geliştirmek amacıyla, Genel Denetçi, Dünya Bankası, IMANI ve ACEP tarafından bildirilen ihale usulsüzlükleri ve proje verimsizliklerine ilişkin bulguları içermektedir. Bu çalışma, gelişmekte olan ülkelerde YBM bağlamında dijital inovasyon ve kamu sektörü reformunun kesişimine ilişkin farklı bir bakış açısı sunmaktadır.

Bu araştırma, Gana'nın kamu ihale sürecine YBM'in dahil edilmesini incelemek için vaka çalışması analizi ve uzman görüşmelerinden yararlanan nitel bir metodoloji kullanmaktadır. Mevcut ihale uygulamalarını değerlendirmek, verimsizlikleri belirlemek ve YBM'in bu sorunları çözme potansiyelini değerlendirmek için tanımlayıcı ve keşifsel bir tasarım kullanılmaktadır. Veri toplama, hükümet raporlarının, Genel Denetçi denetimlerinin, Dünya Bankası değerlendirmelerinin ve IMANI Afrika ve ACEP'nin yayınlarının analizini içermektedir. Ek olarak, iki büyük altyapı projesi (Yurtlar) vaka çalışması olarak analiz edilerek, geleneksel proje teslim yöntemleri ile YBM tabanlı ihaleler karşılaştırılmakta ve ihale aşamasına odaklanılmaktadır. Amaçlı örnekleme yoluyla seçilen İhale görevlileri, mühendisler, danışmanlar ve YBM uzmanları gibi kilit paydaşlarla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmaktadır. Verilerden kalıpları ve içgörülerini belirlemek için tematik analiz kullanılmakta ve geçerliliği sağlamak için

kaynaklar arasında üçgenleme yapılmaktadır. Tüm katılımcılar için bilgilendirilmiş onam ve gizlilik dahil olmak üzere etik hususlar sıkı bir şekilde korunmaktadır.

Bu çalışmanın bulguları, çeşitli alanlarda önemli etkilere sahip olacaktır. Bu, YBM'in Gana'nın Kamu İhale Kanunu ve altyapı politikalarına entegrasyonu için kanıta dayalı öneriler sağlayacaktır. Bu, müteahhitler, danışmanlar ve devlet kurumları için ihale sürecinde YBM'i uygulamak için bir çerçeve sağlayacaktır. Bu araştırma, gelişmekte olan ülkelerde YBM ve kamu sektörü inovasyonu hakkında mevcut bilgileri artırmasına katkısı sağlayacak olup, aynı zamanda kalkınma ortaklarına dijital altyapı reformu ve kapasite geliştirme konusunda stratejik yatırım kararları almaları konusunda rehberlik edeceği düşünülmektedir.

Bu çalışma, Gana inşaat sektöründe ihale sürecinde YBM'in uygulanması için bir yol haritası geliştirmeye odaklanmaktadır. Gana'daki ihale uygulamalarının mevcut durumunu incelemekte, YBM'in benimsenme düzeyini değerlendirmekte ve YBM'in uygulanmasındaki zorlukları ve fırsatları belirlemektedir. Çalışma ayrıca, Gana bağlamında uygulanabilecek dersler çıkarmak için uluslararası vaka çalışmalarını analiz etmektedir. Çalışmayı sınırlayan birkaç faktör bulunmaktadır. İlk olarak, araştırma ihale sürecine odaklanmaktadır ve bu nedenle, tüm proje yaşam döngüsü boyunca YBM uygulamalarının tüm yelpazesini incelememektedir. İkinci olarak, çalışma coğrafi olarak Gana ile sınırlıdır ve uluslararası vaka çalışmalarından yararlanmasına rağmen, bulgular farklı inşaat sektörü dinamiklerine sahip diğer ülkelere doğrudan uygulanamayabilir.

Son olarak, çalışma, temsil gücü açısından önyargılara ve sınırlamalara tabi olabilecek görüşmeler, anketler ve vaka çalışmaları yoluyla toplanan verilere dayanmaktadır. Bu çalışma, Gana'nın kamu ve özel inşaat sektörlerindeki ihale sürecinde YBM'in uygulanmasına odaklanmaktadır. Araştırma, proje aşamalarının birbiriyle bağlantılı doğasını kabul etmekle birlikte, tasarım, inşaat ve tesis yönetimi aşamalarında YBM uygulamasının ayrıntılı olarak incelenmesi bu çalışmanın kapsamı dışındadır. Araştırma, öncelikle ihale sürecine dahil olan devlet kurumları, müteahhitler, danışmanlar ve müşteriler gibi kilit paydaşları hedeflemektedir.

Bu tezin kapsamı altı bölümden oluşmaktadır. 1. bölümde, arka plan, problem tanımı, araştırma amaçları, araştırma soruları, metodoloji, önemi, kapsamı ve sınırlamaları içeren çalışmanın girişini sunulmaktadır. 2. Bölüm, YBM, ihale süreci ve YBM'in ihaleye entegrasyonu hakkında kapsamlı bir literatür incelemesi sunulmaktadır. Bu bölüm, ilgili teorileri ve modelleri kapsayan, araştırmanın temelini oluşturan teorik çerçeveyi özetlemektedir. 3. bölüm, araştırma tasarımını, veri toplama prosedürlerini ve veri analizi yaklaşımlarını kapsayan araştırma metodolojisini özetlemektedir. Ayrıca, 4. bölüm, Gana'daki YBM ve ihale sürecinin mevcut durumuna ilişkin bulguları ve ihale çerçevesi içinde YBM'in uygulanmasına ilişkin bir vaka çalışmasını sunmaktadır. Ek olarak, bu bölüm Gana'nın ihale sürecinde YBM'i uygulamak için bir strateji özetlemektedir. Bu strateji, hem teknik hem de kurumsal düzeyde uygulanabilirlik analizlerini içermektedir. Ayrıca, önerilen yaklaşımın sürdürülebilirlik ve maliyet etkinliği açısından değerlendirilmesi yapılmaktadır.

Bölüm 5, bulguları, bunların sonuçlarını ve olası zorlukları tartışmaktadır. Son olarak, bu çalışmanın bir sonuca ihtiyaç duyması nedeniyle, Bölüm 6, temel bulguları, bilgiye katkıları, pratik çıkarımları, politika önerilerini ve ileride yapılacak çalışmalara

ışık tutacak varsayımları özetlemektedir.



2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Yapı Bilgi Modellemesi: Kavram ve Gelişimi

Yapı Bilgi Modellemesi (YBM), dünya çapında inşaat sektöründe en ilgi çekici ve en çok araştırılan konulardan biridir. “YBM, ilk gerçek anlamda küresel dijital inşaat teknolojisi ve yakında dünyanın her ülkesinde kullanılmaya başlanacaktır. Bu teknoloji, 'oyunun kurallarını değiştiren' bir unsurdur ve kalıcı olduğunu kabul etmemiz gerekir. Ancak tüm yeniliklerde olduğu gibi, bu teknoloji de hem riskler hem de fırsatlar sunmaktadır” (Department for Business, Innovation and Skills 2012). İnşaat sektörünün dijital teknoloji açısından diğer sektörlerin gerisinde kaldığı algısı, COVID-19 pandemisi sırasında inşaat sektörünün dijital teknolojiye kararlı bir şekilde bağlılığını göstermesiyle birlikte giderek yanlış olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunu desteklemek için, (NBS 2020) tarafından yapılan bir ankette, katılımcılar dijital teknolojinin yapıyı çevreye fayda sağlayabileceği konusunda hemfikir olup, %70'i sağlık ve güvenliği iyileştireceğini, %69'u sürdürülebilirlik sorunlarını çözme potansiyeli olduğunu ve %81'i verimlilik artışları beklediğini belirtmiştir.

2.1.1. Yapı bilgi modellemesi tanımı

Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat (MMİ) sektöründe oyunun kurallarını değiştiren bir unsur olarak YBM'in ortaya çıkışı, akademi ve paydaşlar arasında yaygın bir araştırma konusu olmuştur. Sonuç olarak, YBM'e çeşitli tanımlar atfedilmiştir. Bu bölüm, YBM'in tanımına ayrılmıştır.

YBM, bina modellerini üretmek, iletmek ve analiz etmek için kullanılan bir modelleme teknolojisi ve ilgili süreçler kümesi olarak tanımlanmaktadır. Mimari, mühendislik ve inşaat (MMİ) sektörü, bir projenin yaşam döngüsünün her aşamasında, ilk kavramsal aşamalardan tasarım, inşaat, işletme ve bakıma kadar karar verme sürecini iyileştirmek için YBM'i giderek daha fazla benimsemektedir (Sacks vd. 2018). YBM, Bina Bilgi Modellemesinin kısaltmasıdır ve Yapı Bilgi Modelinden ziyade süreç yönlerini vurgular. YBM süreçlerinin temel nesneleri, YBM modelleri olarak da bilinen bina modelleridir. Bina modelleri şu özelliklerle tanımlanır:

- Yazılım uygulamaları tarafından tanımlanabilen hesaplanabilir grafik ve veri özellikleri taşıyan dijital temsiller (nesneler) ile akıllı bir şekilde manipüle edilebilmelerini sağlayan parametrik kurallarla temsil edilen bina bileşenleri.
- Metraj hesaplaması, şartname ve enerji analizi gibi analizler ve iş süreçleri için gerekli olan, davranışlarını açıklayan veriler içeren bileşenler.
- Bileşen verilerindeki değişikliklerin, bileşenin ve bileşenin parçası olduğu montajların tüm görünümünde temsil edildiği tutarlı ve yinelenmesi veriler (Sacks vd. 2018).

Diğer önde gelen YBM kurumları, YBM tanımlarının farklı versiyonlarına sahiptir. Bunlar arasında, YBM'i bina modellerini üretmek, iletmek ve analiz etmek için kullanılan bir modelleme teknolojisi ve ilgili süreçler kümesi olarak tanımlayan Azhar (2011) dikkat çekmektedir. Geleneksel 2D çizimlerden 3D modellemeye geçiş sayesinde projelerin daha iyi görselleştirilmesini ve anlaşılmasını sağlar. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Ulusal Yapı Bilgi Modelleme Standardı (NBIMS 2022), Yapı Bilgi

Modellemesini (YBM), bir tesis hakkındaki bilgiler için paylaşılan bir bilgi kaynağı olarak tanımlamakta ve en erken konsept aşamasından yıkıma kadar tüm yaşam döngüsü boyunca kararlar için güvenilir bir temel sağlamaktadır (NBIMS 2022). Yapı Bilgi Modeli (YBM), NBIMS Girişimi tarafından üç kategoriye ayrılmıştır.

1. Bir ürün olarak YBM
2. Bilgi Teknolojisi (BT) destekli, açık standartlara dayalı bir çıktı ve işbirliğine dayalı bir süreç olarak YBM
3. Tesis yaşam döngüsü yönetimi gerekliliği olarak YBM.

(Autodesk 2021) göre, YBM, bir projenin tasarım, inşaat ve işletme aşamaları boyunca verileri oluşturmak ve yönetmek için kullanılır. YBM, gerçek zamanlı işbirliği için açık bir bulut platformunda yönetilen ayrıntılı dijital temsiller oluşturmak üzere birden fazla disiplinden gelen verileri birleştirir. AEC projelerinde YBM'in kullanılması, daha fazla görünürlük, gelişmiş karar verme, daha sürdürülebilir seçenekler ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Bu kategoriler, YBM'in nihai evrimi olan endüstri bilgi değer zincirinin oluşturulmasını destekler.

YBM kavramını anlamak için, terime anlam kazandırmak üzere birkaç tanım sunulmuştur. ISO 19650 serisine göre, "Yapı bilgi modellemesi (YBM), uygun teknolojileri kullanarak binaların ve altyapının tasarımı, inşası, işletimi ve bakımı ile ilgili doğru metrajda bilginin daha iyi belirtilmesi ve sunulması yoluyla fayda elde etmekle ilgilidir" (UK BIM Framework 2023). Avrupa Birliği'nde (AB) YBM, "tüm paydaşlara bir binanın tüm yaşam döngüsü boyunca özelliklerinin dijital bir temsilini sunan ve böylece büyük verimlilik artışları vaat eden, merkezi entegre tasarım, modelleme, varlık planlama ve işbirliği platformu olarak inşaat sektörünü kökünden değiştiren dijital bir araç" olarak tanımlanmaktadır (Poljanšek 2017). NBS tanımına göre, "YBM, bir inşaat projesinin tüm yaşam döngüsü boyunca bilgi oluşturma ve yönetme sürecidir. Bu sürecin bir parçası olarak, bir dizi uygun teknoloji kullanılarak, inşa edilen varlığın her yönünün koordineli bir dijital açıklaması geliştirilmektedir. Bu dijital açıklama, muhtemelen bilgi açısından zengin 3D modeller ile ürün, uygulama ve teslimat bilgileri gibi ilgili yapılandırılmış verilerin bir kombinasyonunu içermektedir" (Hamil 2021). YBM'i tanımladıktan sonra, bir sonraki bölümde YBM'in arka planı, benimsenme düzeyi, faydaları, benimsenme zorlukları ve diğer ilgili konular ele alınmaktadır.

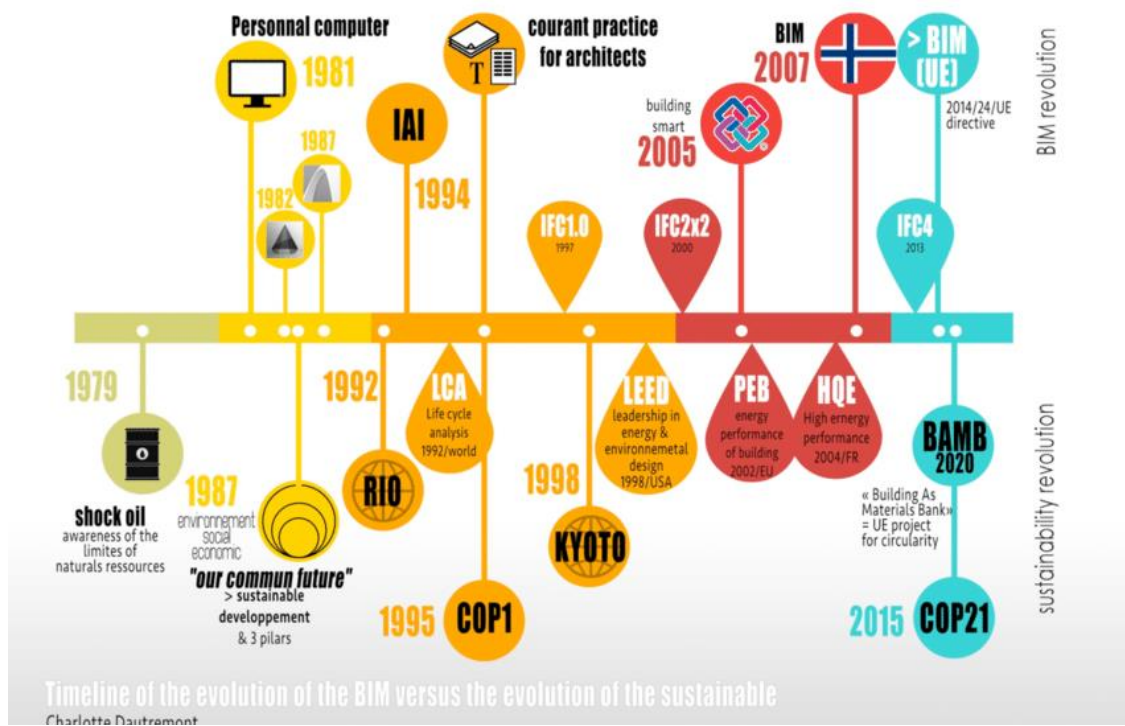
2.1.2. YBM'in genel bakışı ve tarihsel gelişimi

YBM'i, benimsenmesini ve uygulanmasını daha iyi anlamak için, dünyanın çeşitli yerlerinde birçok çalışma yürütülen YBM ile ilgili literatürü ve tarihsel kayıtları incelemek önemlidir. YBM, son zamanlarda dünya çapında inşaat sektöründe en trend kelimelerden biri olmuştur. Ghaffarianhoseini vd. (2017), YBM kullanımının küresel olarak hızla yaygınlaştığını belirtmişlerdir.

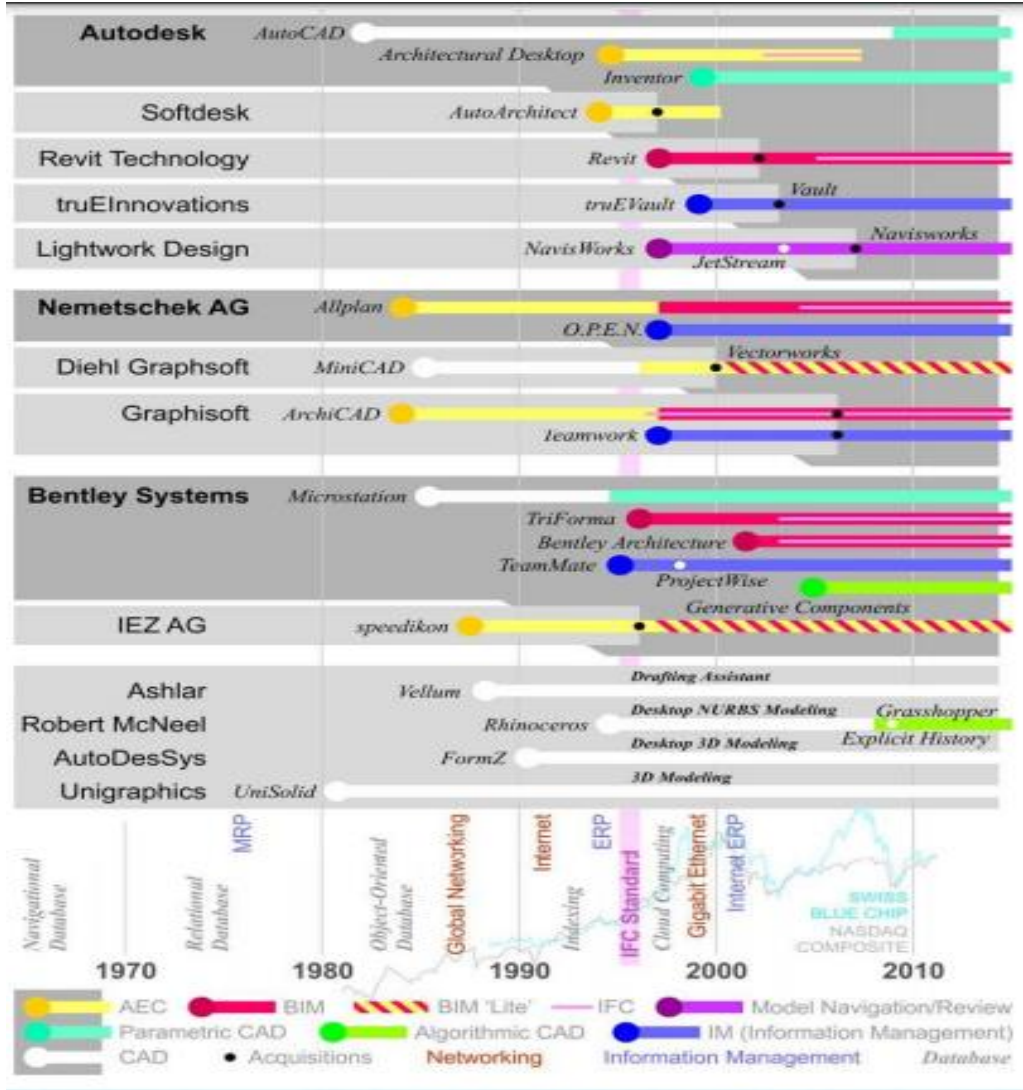
Yapı Bilgi Modellemesi (YBM), büyük miktarda yapı projesi bilgisini yönetmek için yenilikçi fırsatlar sunan, yaygın olarak tanınan ve kabul gören bir dijital paradigma değişimidir. 1970'lerde Profesör Charles M. Eastman tarafından ortaya atılan YBM, bir tesisle ilgili tüm bilgileri düzenleyen bir prosedüre dayanan, bilgisayarlı bir yapı modellemesidir (Vignali vd. 2021). YBM, parametrik yeteneklere sahip entegre 3D modellemeyi destekleyen teknolojinin gelişmesiyle 2000'li yılların başında öne çıkmıştır

(Autodesk 2003).

Wierzbicki vd. (2011) göre, sektörün önde gelen oyuncular ve paydaşları YBM uygulaması için farklı stratejiler benimsemiştir. Bazıları geleneksel bilgisayar destekli tasarım (CAD) platformlarına güvenerek bu platformlar etrafında YBM çözümleri geliştirirken, diğerleri tamamen yeni modelleme motorları geliştirmiştir. Her durumda, CAD ve AEC teknolojilerinin karmaşık bir karışımı, 3D parametrik modellemenin temelini oluşturmuştur. Seçilen bir Bilgi Yönetimi sistemi ile entegre edildiğinde, bu sistem nihai YBM çözümü haline gelmiştir (Wierzbicki vd. 2011). Bilgi Yönetimi (BY) teknolojileri 1990'ların sonlarında ivme kazanmış ve aynı dönemde CAD ve AEC giderek daha parametrik hale gelmiştir (Wierzbicki vd. 2011). AEC ve Bilgi Yönetimi entegre edilerek YBM haline gelmiştir (Wierzbicki vd. 2011). Bu yoğun yazılım geliştirme faaliyeti, 2001 yılına kadar devam eden birkaç on yıllık katlanarak artan ekonomik büyüme ile aynı zamana denk gelmiştir. Daha sonra, teknoloji gelişimi kademeli iyileştirmelerle sınırlı kalma eğilimi gösterilmektedir. Piyasa faaliyeti öncelikle İhalelere odaklanmıştır. Bu tür bir İhale, önemli YBM yazılımı öncüsü Graphisoft'un bağımsızlığını sona erdirmiştir (Wierzbicki vd. 2011). Şekil 2.1, YBM'in (üstte) ve sürdürülebilirliğin (altta) evrimini gösteren zaman çizelgesini (Dautremont vd. (2019) kaynaklı) gösterirken, Şekil 2.2, YBM'in teknolojisini ve kronolojisini (Wierzbicki vd. 2011) kaynaklı olarak göstermektedir.



Şekil 2.1. YBM'in (üstte) ve sürdürülebilirliğin (altta) evrim sürecinin zaman çizelgesi



Şekil 2.2. Teknoloji ve kronoloji

Ayrıca, Smith (2014), YBM'in gelişmesiyle birlikte inşaat süreçlerinin daha otomatik hale gelmesi nedeniyle, inşaat profesyonellerinin rollerinin 3D, 4D zaman, 5D maliyet modelleme ve 6D tesis yönetimi gibi daha sofistike hizmetler sunmak ve YBM entegre proje teslim yaklaşımının bir parçası olarak proje ekibiyle maliyet bilgilerini paylaşmak için uyum sağlaması gerekeceğini ortaya koymuştur. Bu evrim, Dijital İkizler ve 3D'nin ötesinde zaman (4D), maliyet (5D), sürdürülebilirlik (6D) ve tesis yönetimi (7D) gibi YBM boyutları gibi yeni kavramlarla devam etmektedir (Charef vd. 2018).

YBM olgunluk seviyelerinin evrimi aşağıdaki Çizelge 2.1'de özetlenmiştir (Bew ve Richards 2008; Succar 2009; Sacks vd. 2018).

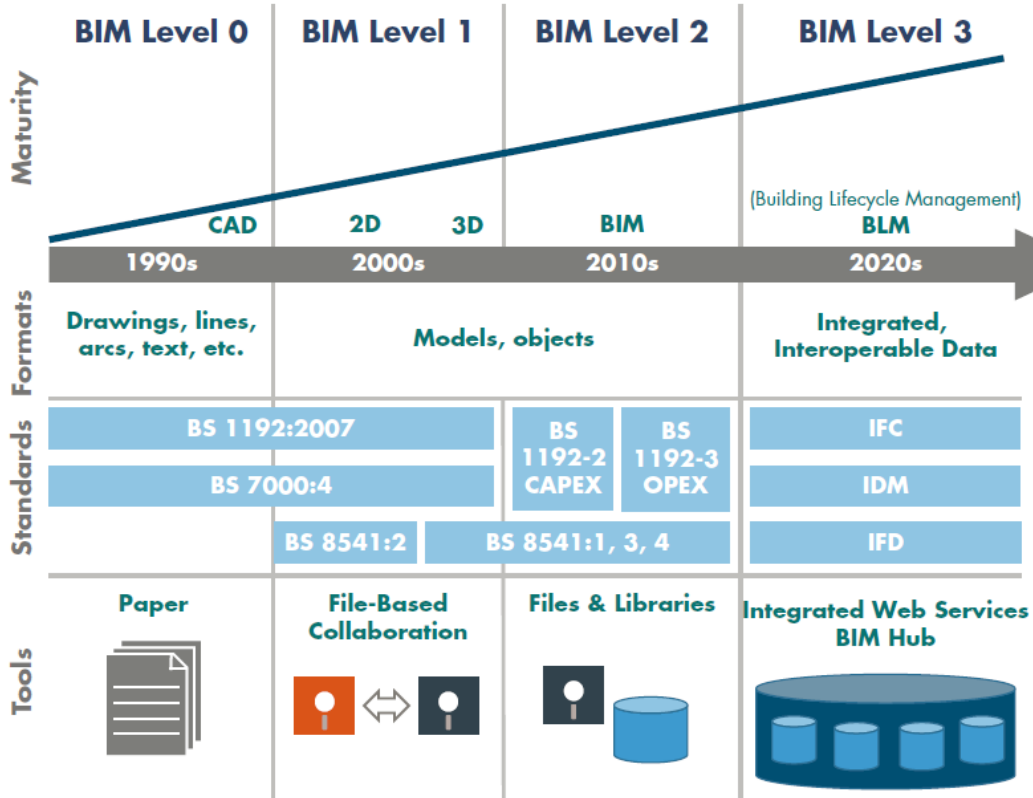
Çizelge 2.1. YBM olgunluk seviyelerinin evrimi

Seviye	Açıklama
Seviye 0	Bu seviye, yönetilmeyen CAD, öncelikle kağıt veya elektronik ortamda paylaşılan 2D çizimlerden oluşur. Ekip arasındaki bilgi alışverişi genellikle geleneksel kağıt çizimlerle veya en iyi durumda elektronik ortamda sınırlıdır, ancak ortak bir ortamda çalışma imkanı yoktur.
Seviye 1	Seviye 1, standartlaştırılmış veri yapıları ile 2D veya 3D formatlarında CAD'yi yönetir, ancak ayrı disiplin modelleri kullanır. Bu, birçok şirketin şu anda faaliyet gösterdiği seviyedir. Bu genellikle konsept çalışması için 3D CAD ve yasal onay belgeleri ile Üretim Bilgilerinin hazırlanması için 2D CAD'nin bir karışımını içerir. Birleşik Krallık'ta CAD standartları BS 1192:2007'ye göre yönetilir ve elektronik veri paylaşımı genellikle yüklenici tarafından yönetilen Ortak Veri Ortamı (CDE) üzerinden gerçekleştirilir. Modeller proje ekibi üyeleri arasında paylaşılmaz.
Seviye 2	Seviye 2 de, paylaşılan bir veri ortamına bağlı disiplinlere özgü modellerle 3D ortamı yönetir. Bu aşama, tüm tarafların kendi 3D modellerini kullandığı ancak tek bir paylaşılan model üzerinde çalışmadığı işbirliğine dayalı çalışma ile karakterize edilir. İşbirliği, farklı taraflar arasında bilgi alışverişi yoluyla gerçekleşir ve bu, bu seviyenin en önemli özelliğidir. Tasarım bilgileri, Industry Foundation Class (IFC) veya COBie (Construction Operations Building Information Exchange) gibi ortak bir dosya formatı aracılığıyla paylaşılır. Bu, herhangi bir kuruluşun verilerini diğerlerinin verileriyle birleştirerek birleşik bir YBM modeli oluşturmaya ve sorgulama kontrolleri gerçekleştirmesine olanak tanır. Kullanılan herhangi bir CAD yazılımı, bu ortak dosya formatlarına dışa aktarım yapabilmelidir. Bu çalışma yöntemi, Birleşik Krallık hükümeti tarafından 2016 yılına kadar tüm kamu sektörü çalışmaları için asgari hedef olarak belirlenmiştir (Sacks vd. 2018). Bu yöntem, çeşitli uzmanların farklı programlar kullanarak modelle etkileşime girmesine olanak tanır. Veriler, ortak bir dosya formatı kullanılarak bir yazılım uygulamasında bir araya getirilebilir, böylece ekipler sistemler arasındaki çakışmaları kontrol edebilir, olası senaryoları test edebilir ve tasarım aşamasında nelerin iyileştirilmesi veya değiştirilmesi gerektiğini analiz edebilir. Bu seviyede, zaman ve maliyet (4D ve 5D) gibi ek parametreler de izlenebilir ve YBM teknolojisinin somut faydaları ortaya çıkarılabilir.
Seviye 3	Bu, tüm proje katılımcılarının aynı anda erişebileceği modellerin bulunduğu, tamamen entegre ve işbirliğine dayalı bir modeldir. Tek bir paylaşılan proje modelinin kullanımıyla tüm disiplinler arasında tam işbirliği sağlanır ve model, genellikle bulut depolamadaki bir nesne veritabanı olan merkezi bir depoda saklanır. Tüm taraflar aynı modele erişebilir ve onu değiştirebilir; bunun avantajı, çelişkili bilgilerle ilişkili son risk katmanını ortadan kaldırmasıdır. Bu, "Açık YBM" olarak bilinir. Bu aşama, mimarlardan sistem mühendislerine, müteahhitlerden bina sahiplerine ve tesis yöneticilerine kadar tüm proje katılımcılarının çalışmalarını entegre eden çok düzeyli, birleşik bir ortam gerektirir. Bu, uluslararası bir standartlar seti kullanarak ve tüm verilerin IFC formatıyla uyumlu olmasını sağlayarak tüm proje verilerinin ve sürecin tüm aşamalarının entegrasyonunu gerektirir. Bu düzeyde, bilgi modeli, sadece tasarım ve inşaat aşamalarında değil, aynı zamanda bir binanın tüm yaşam döngüsünü kapsayan operasyonel aşamada da kullanılabilen canlı, gerçek zamanlı verilerle doldurulur. Büyük miktarda proje verisi, herhangi bir yapının yönetimi, işletimi ve optimizasyonunda yeni fırsatların kapısını açacaktır.

YBM'i tanımlamanın bir başka yolu da, inşaatta bilgi teknolojisinin uygulanmasındaki olgunluk düzeylerinin ilerlemesini tanımlamaktır. Bu, süreçteki

işbirliği derecesini ve bireysel araçların kullanımındaki gelişmişlik düzeylerini ifade eder. Bu bakış açısına göre, YBM, bilgisayar destekli çizim ile başlayan ve sektörü dijital çağa taşıyan bir yolculuğun bir dizi farklı aşaması olarak görülmektedir.

YBM Görev Grubu, "YBM Seviyeleri" kavramını benimsemiştir ve aşağıdaki Çizelge, tanımladığı dört seviye (Seviye 0 ila Seviye 3) ile birlikte, bir projenin YBM uyumlu kabul edilmesi için kriterlerin yaygın olarak kabul gören tanımı haline gelmiştir. Mark Bew ve Mervyn Richards'ın (Sacks vd. 2018) YBM olgunluk modeli Şekil 2.3'de gösterilmektedir.



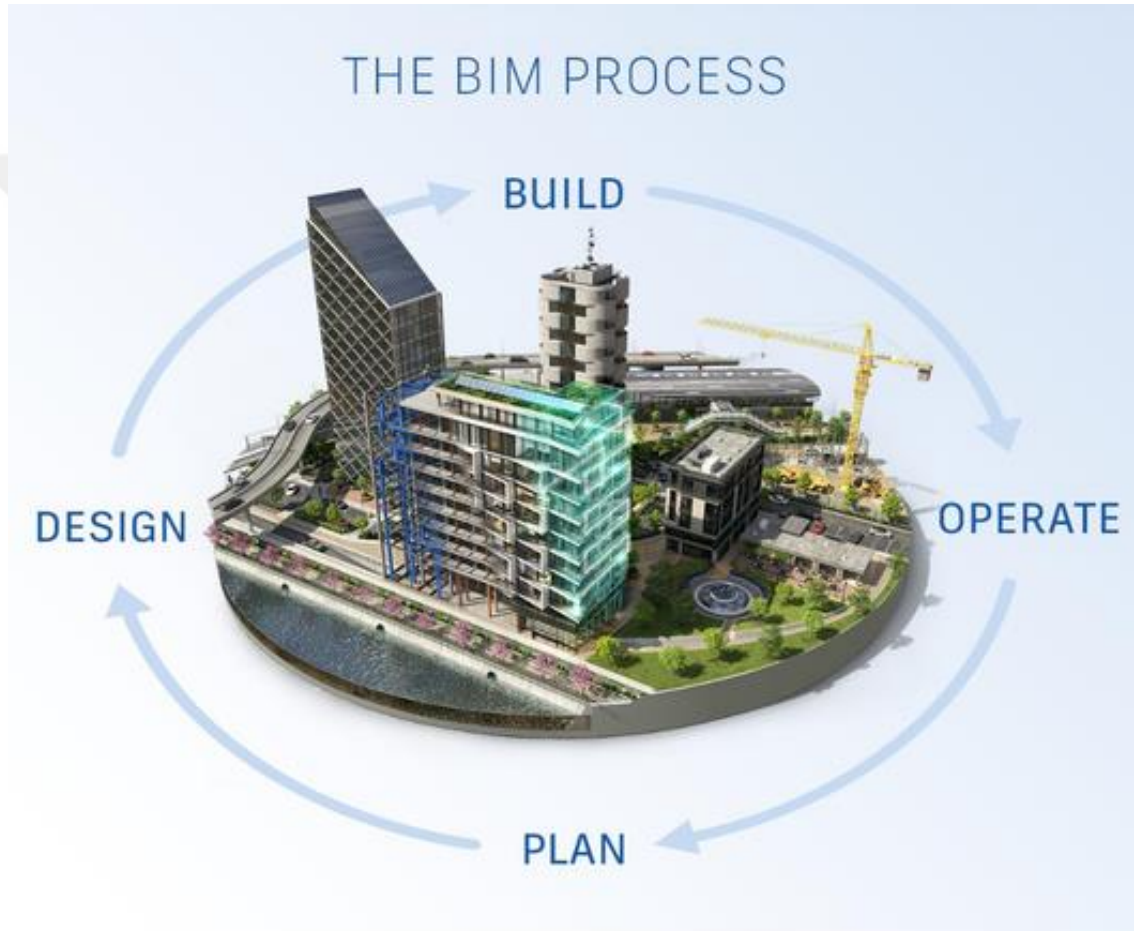
Şekil 2.3. YBM olgunluk modeli

➤ İnşaatta YBM süreci

YBM, inşaat projelerinin yaşam döngüsü boyunca işbirliğini, görselleştirmeyi ve karar vermeyi iyileştirmek için dijital teknolojileri kullanan bir metodolojidir. YBM süreci, dairesel modelde gösterildiği gibi Şekil 2.4 birbiriyle bağlantılı dört aşamadan oluşur: Planlama, Tasarım, İnşaat ve İşletme. Bu yaşam döngüsü yaklaşımı, paydaşların proje başlangıcından tesis yönetimine kadar verileri ve iş akışlarını daha verimli bir şekilde yönetmelerini sağlamaktadır.

➤ Planlama aşaması

Planlama aşaması, fizibilite çalışmaları, saha analizi ve ön modellemeyi kapsayan YBM süreci için çok önemlidir. Eastman vd. (2011), YBM'in paydaşların tasarım başlamadan önce proje senaryolarını simüle etmelerine, riskleri değerlendirmelerine ve kaynak tahsisini iyileştirmelerine olanak tanıdığını belirtmektedir. Bu aşama genellikle roller, sorumluluklar ve veri alışverişi protokollerini ayrıntılı olarak açıklayan bir YBM Uygulama Planı (BEP) oluşturulmasını içerir (Succar 2009). Planlama aşamasında YBM'in erken entegrasyonu, projenin öngörülebilirliğini artırır ve paydaşların beklentilerini uyumlu hale getirir. İnşaatta YBM Süreci (Kaynak: Autodesk 2024) Şekil 2.4'de gösterilmektedir.



Şekil 2.4. İnşaatta YBM süreci

➤ Tasarım aşaması

Tasarım aşamasında YBM, mimari, yapısal ve MEP (mekanik, elektrik, sıhhi tesisat) sistemlerini entegre eden kapsamlı 3D modellerin geliştirilmesini kolaylaştırır. Modeller parametrik, yani bir bileşende yapılan değişiklikler ilgili öğeleri otomatik olarak ayarlar. Barlish ve Sullivan (2012), bu özelliğin tasarım hatalarını en aza indirdiğini ve disiplinler arası koordinasyonu iyileştirdiğini belirtmektedir. Bu aşamada 4D (zaman) ve 5D (maliyet) YBM'in uygulanması, zamanlama ve bütçeleme doğruluğunu artırarak karar verme sürecini kolaylaştırır.

➤ İnşaat aşaması

İnşaat aşamasında YBM, sıralama, lojistik planlama ve gerçek zamanlı işbirliği için kullanılır. 4D YBM'in dahil edilmesi inşaat programlarının görselleştirilmesini kolaylaştırırken, 5D YBM maliyet izleme ve tedarik yönetimini geliştirir (Azhar 2011). YBM, çakışma tespitini geliştirerek yeniden çalışma ve gecikmeleri en aza indirmektedir. Marcellino vd. (2023), YBM'in müteahhitler ve alt yükleniciler arasındaki iletişimi geliştirerek inşaat ve tasarım amaçları ile düzenleyici standartlar arasındaki uyumu kolaylaştırdığını belirtmektedir.

➤ İşletme aşaması

İşletme aşaması, YBM'in yararını inşaatın ötesine taşıyarak tesis yönetimi ve yaşam döngüsü bakımını destekler. Önceki aşamalarda oluşturulan dijital ikiz, varlık verileri, bakım programları ve performans ölçütleri için bir depo görevi görmektedir. Becerik-Gerber vd. (2012), işletmede YBM'in enerji verimliliğini artırdığını, bakım maliyetlerini azalttığını ve yenileme ve modernizasyonları kolaylaştırdığını vurgulamaktadır. Bu aşama, YBM'in uzun vadeli bir varlık yönetimi aracı olarak değerini göstermektedir.

Planlama, Tasarım, İnşaat ve İşletme döngüsel aşamaları halinde organize edilen YBM süreci, inşaat projelerinin tesliminde dönüştürücü bir değişim temsil etmektedir. Her aşama, yapı çevrenin yönetiminde entegrasyon, verimlilik ve sürdürülebilirliği artırmaktadır. İşbirliği ve eğitim gibi zorluklar devam etse de, literatür YBM'in süreç odaklı çerçevesinin inşaat yaşam döngüsü boyunca proje sonuçlarını önemli ölçüde iyileştirdiğini doğrulamaktadır. Bir sonraki bölümde YBM'in boyutları ve uygulamaları daha ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

➤ YBM boyutları ve uygulamaları

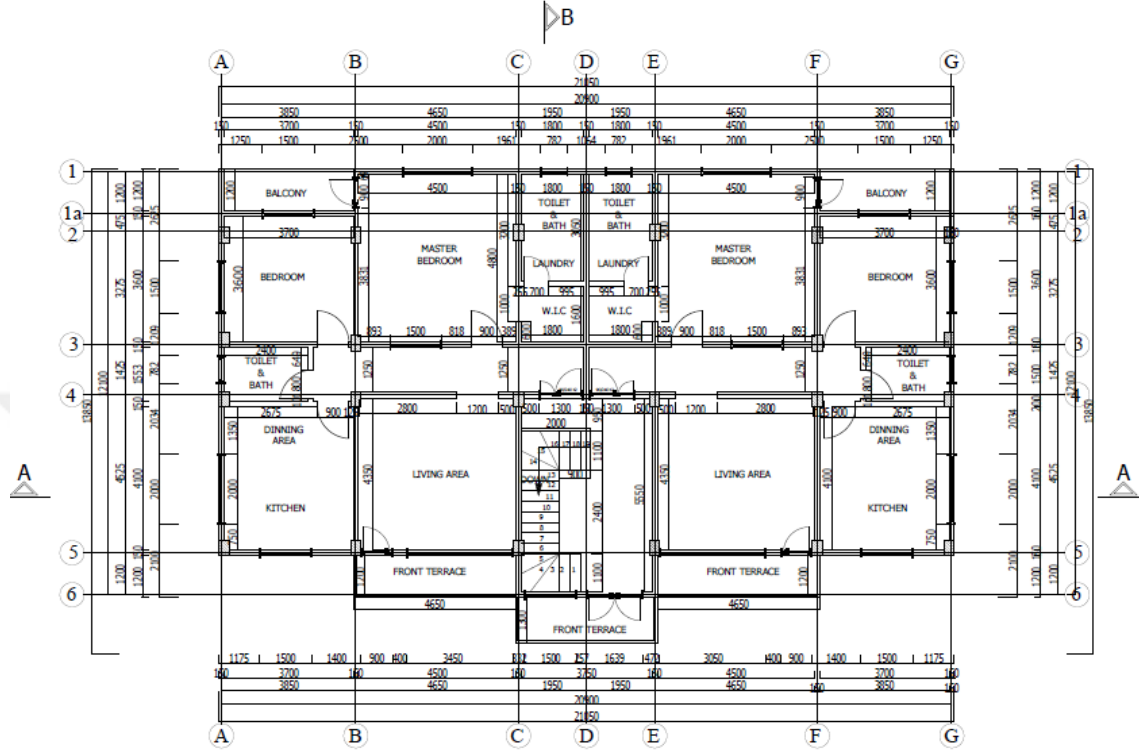
YBM boyutları, iki veya üç boyutlu modelleme geometrisini ayırt etme ihtiyacından doğmuştur. Bu, çizim tahtalarından ilk 2D CAD sistemlerine ve ardından 3D modelleme paketlerine doğru ilerleyen modelleme evriminin bir parçası olmuştur (Hamil 2021A). YBM, inşaat sektöründe dönüştürücü bir teknolojidir ve proje yönetimi ve yürütülmesine çok boyutlu bir yaklaşım sağlar. Aşağıda YBM boyutları ve kullanımları hakkında ayrıntılı bir açıklama bulunmaktadır.

YBM boyutları, geleneksel 3D modelin ötesine geçerek zaman, maliyet, sürdürülebilirlik ve tesis yönetimini de kapsar ve her biri farklı avantajlar ve uygulamalar sunar. Bu boyutlar, daha etkili proje planlama, yürütme ve yönetimini kolaylaştırarak akıllı ve çevre dostu binaların geliştirilmesine yardımcı olur. YBM geliştikçe, diğer teknolojilerle entegrasyonu ve çeşitli alanlarda uygulaması artacak ve inşaat sektörü için yeni fırsatlar ve zorluklar ortaya çıkacaktır.

➤ 2D YBM

2D YBM, X ve Y eksenleri ile ek bilgiler içeren dijital bir geometrik modeldir. İlk CAD sistemleri, planların ve kesitlerin çizim tahtasında elle yapılmasına göre daha hızlı ve doğru bir şekilde bilgisayarda oluşturulabildiği 2D modellerden oluşuyordu.

Daha gelişmiş modelleme araçları artık parametrelerin, kısıtlamaların ve kavramların 2D modele bağlanmasını sağlıyor. Ancak, sektördeki çoğu kişi 2D geometri modellerini YBM olarak kabul etmiyor (Hamil 2021A). Tipik bir 2D geometri modeli Şekil 2.5'te göstermektedir.



Şekil 2.5. 2D YBM modeli

➤ 3D YBM - geometrik model

YBM'in temel boyutu, bir binanın fiziksel ve işlevsel yapısı ve özelliklerinin üç boyutlu dijital temsilini oluşturmayı içerir. Bileşenler arasında duvarlar, kapılar, pencereler ve kolonlar gibi fiziksel unsurlar bulunur. Bu model, bir tesis hakkındaki bilgiler için ortak bir bilgi kaynağı görevi görür ve tesisin yaşam döngüsü boyunca kararlar için güvenilir bir temel sağlamaktadır (Charef vd. 2018). 3D YBM, daha fazla bilgiyle ilişkili X, Y ve Z eksenlerini oluşturan dijital bir geometrik modeldir. 3D modelleme araçları, aşağıdaki nedenlerle büyük bir başarı elde etmiştir:

- 3D modelden farklı ayrıntı düzeylerinde geometrik bilgilerin 2D görünümü oluşturulabilir.
- 3D model içindeki farklı türdeki nesneler hakkında raporlar içeren çizelgeler oluşturulabilir.
- Birden fazla 3D model birleştirilerek geometrik çakışmalar hakkında raporlar oluşturulabilir.

Bu özellikler, doğruluğu ve verimliliği önemli ölçüde artırırken, projelerde hata oluşma riskini de azaltır. Ayrıca, bu modellere belirli bilgiler eklendiğinde veya bu modellerle bağlantılandırıldığında, daha fazla fayda gözlemlenebilir (Hamil 2021A).

Üç boyutlu YBM, fiziksel yapı elemanlarının geometrik temsilini sağlayarak, sonraki tüm boyutların temelini oluşturur (Parsamehr vd. 2023). Geleneksel 3D CAD'den farklı olarak, YBM, model elemanlarının ilişkisel ilişkileri sürdürmesini sağlayan parametrik zeka ve ilişkisel veritabanlarını içerir (Pärn ve Edwards 2021). 3D YBM'deki son gelişmeler şunlardır:

- LiDAR ve fotogrametri dahil olmak üzere gerçeklik yakalama teknolojileriyle entegrasyon, Fotogrametri ile detaylı yüzey modelleme, BIM ile veri eşleştirme, Makine öğrenimi destekli veri füzyonu (Maskeliūnas vd. 2025)
- IFC şema geliştirmeleri yoluyla geliştirilmiş birlikte çalışabilirlik (BuildingSMART International 2024)
- Gerçek zamanlı model koordinasyonunu destekleyen bulut tabanlı işbirliği platformları (Martinez-Aires vd. 2018)

Das vd. (2025) tarafından yapılan araştırma, etkili 3D YBM uygulamasının, geleneksel dokümantasyon yöntemlerine kıyasla tasarım hatalarını yaklaşık %40 oranında azalttığını ve koordinasyon verimliliğini %30 oranında artırdığını göstermiştir. 3D YBM modeline bir örnek olarak Şekil 2.6'da 3D YBM Modeli göstermektedir.

Şekil 2.6 3D YBM Modeli



➤ **4D YBM - planlama ve zamanlama**

4D YBM, model inşaat sıralamalarına zamanlama bilgileri ekler. Zaman boyutunun eklenmesi, proje ekibinin inşaatın nasıl sıralanacağını daha iyi görselleştirmesini sağlar. Müteahhitlerin bakış açısından bu çok önemlidir. 4D YBM, yeni modelleme araçları kullanılarak ilk kez mümkün hale geldiğinde sektör için önemli bir ilerlemeyi temsil etmiş, 3D modellerin koordinasyonu ve paylaşımı yoluyla tasarım ve inşaat ekipleri arasındaki işbirliğini göstermiştir (Hamil 2021A). Bu boyut, 3D modele zaman unsurunu ekleyerek inşaat sürecinin zaman içinde görselleştirilmesini sağlar. Öncelikle planlama ve zamanlama için kullanılır ve paydaşların inşaat faaliyetlerinin sırasını ve bunlara karşılık gelen zaman çizelgelerini anlamalarına yardımcı olur (Charef vd. 2018).

Zamanlama verilerinin 3D modellerle entegrasyonu, inşaat sıralamalarının ve proje zaman çizelgelerinin görselleştirilmesini sağlayan 4D YBM'i oluşturur (Zhang vd. 2018). Kim vd. (2023) göre, 4D simülasyonu şunları sağlamaktadır:

- Lojistik çatışmaların proaktif olarak belirlenmesi
- Kaynak tahsisinin optimizasyonu
- İlgili taraflara inşaat aşamalarının daha iyi iletilmesi
- İşgücü planlaması ve şantiye lojistiğinde iyileştirme

4D YBM'deki son gelişmeler arasında, bilgisayar görme sistemleri ile entegrasyon yoluyla otomatik ilerleme izleme ve program optimizasyonu için makine öğrenimi algoritmaları bulunmaktadır (Elghaish vd. 2023; Pan ve Zhang 2023).

➤ 5D YBM - maliyet tahmini ve bütçe yönetimi

5D YBM genellikle bir modele maliyet bilgilerinin eklenmesi olarak kabul edilir. 5D YBM'i tartışırken, bu özel gereksinimleri açıkça belirtmek tavsiye edilir. Örneğin, ekibin sermaye veya işletme maliyetlerini sağlaması bekleniyor mu? Bu maliyetlerin ihale öncesi tahminler mi yoksa inşa edilmiş maliyetlerin kaydı mı olması bekleniyor? Bu bilgileri eklemek kimin sorumluluğundadır? Hangi ölçüm yöntemi kullanılacaktır? (Hamil 2021A). 5D YBM, maliyet verilerini YBM modeline entegre ederek doğru maliyet tahmini ve etkili bütçe yönetimi sağlar. Bu boyut, inşaat süreci boyunca proje maliyetlerinin izlenmesini ve yönetilmesini sağlayarak daha kapsamlı bir finansal genel bakış sunar (Charef vd. 2018).

Charef vd. (2018), akademisyenler ve uygulayıcılar arasında 6D ve 7D YBM boyutları konusunda karışıklık olduğunu tespit etmişlerdir. 6D kullanan profesyonellerin %86'sı sürdürülebilirliğe, %85'i ise tesis yönetimine odaklanmaktadır. Bu nedenle, temel olarak YBM 6D sürdürülebilirlik, YBM 7D ise tesis yönetimi olarak kabul edilmektedir.

Beşinci boyutlu YBM, maliyet parametrelerini model öğeleriyle birleştirerek tasarım süreci boyunca otomatik metraj hesaplamaları ve finansal analizler yapılmasını sağlar (Vigneault vd. 2020). Elghaish vd. (2020) tarafından vurgulandığı gibi, 5D YBM şunları kolaylaştırmaktadır:

- Tasarım geliştirme sırasında gerçek zamanlı maliyet geri bildirimi
- Metraj hesaplamasında daha yüksek doğruluk
- Geliştirilmiş finansal tahmin ve nakit akışı analizi
- Daha iyi değer mühendisliği karar desteği

Son zamanlarda yapılan araştırmalar, inşaat projelerinde maliyet şeffaflığını ve ödeme otomasyonunu artırmak amacıyla blok zinciri teknolojisinin 5D Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) ile entegrasyonuna odaklanmaktadır. Bu kapsamda geliştirilen bir çalışma çerçevesi: Gerçek zamanlı ilerleme verilerini yakalamak için scan-to-BIM teknolojisini kullanmakta, Doğrulan verileri blok zinciri sistemine aktarmakta, Tamamlanan işlere dayalı olarak akıllı sözleşmeler aracılığıyla otomatik ödemeleri gerçekleştirmektedir (Elsharkawi vd. 2025). Şekil 2.7 BEXEL Manager YBM Yazılımındaki Maliyet Tahmincisini göstermektedir.



Şekil 2.7. BEXEL Manager YBM yazılımındaki maliyet tahmincisi

➤ 6D YBM - tesis sürdürülebilirliği

Genellikle YBM'in "sürdürülebilirlik boyutu" olarak adlandırılan 6D YBM, sürdürülebilirlik hususlarını YBM sürecine dahil etmektedir. Bu boyut, sadece veri eklemekten daha fazlasını içerir; enerji verimliliği, yaşam döngüsü maliyetleri, karbon ayak izi ve diğer sürdürülebilirlik ölçütlerini hesaba katmak için modeli geliştirmeyi içerir (Thaarrini 2024). Sürdürülebilirlik verilerini doğrudan YBM modeline entegre ederek, 6D YBM bir binanın tüm yaşam döngüsü boyunca performansının daha doğru analizini ve simülasyonunu sağlar. Bu entegrasyon, binanın çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik standartlarını karşılamasını sağlayarak sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olmaktadır (Thaarrini 2024). Çevresel sürdürülebilirlik, 6D YBM'in odaklandığı temel konulardan biridir. Proje ekiplerinin bir binanın enerji tüketimi, su kullanımı ve karbon emisyonlarını değerlendirip iyileştirmelerini sağlamaktadır. 6D YBM kullanarak tasarımcılar çeşitli enerji senaryoları modelleyebilir, en sürdürülebilir malzemeleri seçebilir ve binanın çevresel etkisini azaltabilir. Model ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları, atık yönetimi ve su tasarrufu ile ilgili verileri de içerebilir ve böylece gerçek anlamda sürdürülebilir bir binaya daha da yaklaşılabılır (Thaarrini 2024). Lu vd. (2017) ve Charef vd. (2018) genellikle sürdürülebilirlikle bağlantılı olan bu boyutun, YBM modeli içinde enerji analizi ve sürdürülebilirlik önlemlerini birleştirdiğini vurgulamaktadır. Bu boyut, bir binanın çevresel ayak izini değerlendirmeye olanak tanır ve enerji verimli, sürdürülebilir binaların tasarlanmasını destekler (Lu vd. 2017; Charef vd. 2018).

6D YBM'in temel faydalarından bazıları sürdürülebilirliğin ötesine geçerek binanın tüm yaşam döngüsünü kapsamaktadır (Thaarrini 2024):

- Bilgiye Dayalı Karar Verme: Modele entegre edilen kapsamlı sürdürülebilirlik verileri sayesinde, paydaşlar proje boyunca bilgiye dayalı kararlar alabilirler.
- Yaşam Döngüsü Optimizasyonu: 6D YBM, yaşam döngüsü planlaması ve yönetimini geliştirerek çevresel etkiyi ve işletme giderlerini azaltır.
- Gelişmiş İşbirliği: Sürdürülebilirliği YBM sürecine entegre ederek, mimarlardan

tesis yöneticilerine kadar çeşitli paydaşlar daha verimli bir şekilde işbirliği yapabilir.

- Uyumluluk ve Sertifikasyon: 6D YBM, LEED veya BREEAM gibi sürdürülebilirlik standartlarına ve sertifikalarına uyumu kolaylaştırarak yeşil bina statüsünün elde edilmesini basitleştirmektedir. Şekil 2.8 Thaarrini (2024) tarafından geliştirilen 6D YBM – Sürdürülebilirliği göstermektedir.



Şekil 2.8. 6D YBM sürdürülebilirlik.

Literatürde bazı tanım farklılıkları olsa da, 6D YBM genel olarak sürdürülebilirlik ve enerji performansının modellenmesini ifade etmektedir (Montiel-Santiago vd. 2020). Bu boyut şunları destekler:

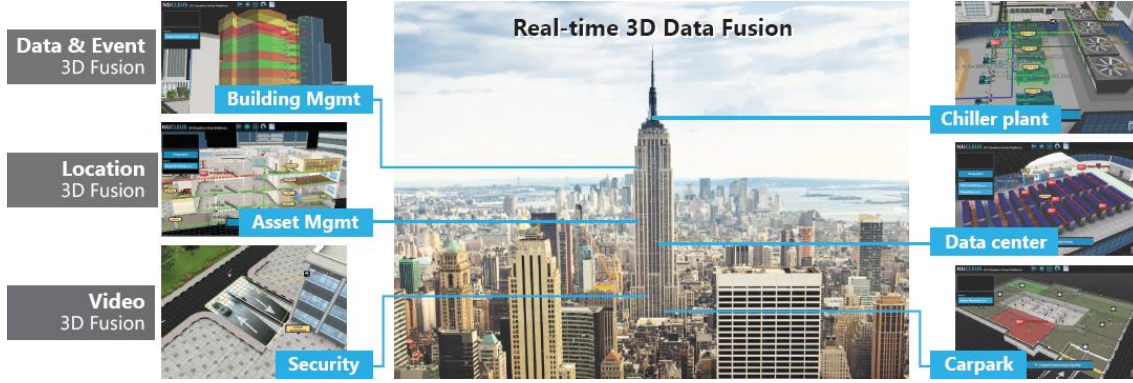
- Enerji tüketimi simülasyonu
- Gün ışığı analizi
- Karbon ayak izi hesaplaması
- Yeşil bina sertifikasyon belgeleri

Kaewunruen vd. (2024) tarafından yapılan araştırma, 6D YBM'in uygulanmasının, erken tasarım aşamalarında bina kabuklarının ve sistemlerinin optimizasyonu yoluyla bina enerji tüketimini %30'a kadar azaltılabileceğini göstermiştir.

➤ **7D YBM - tesis yönetimi**

7D YBM, tesis yönetimine odaklanır ve inşaatın tamamlanmasından sonra binanın işletimi ve bakımını desteklemek için veri sağlar. Bu boyut, bina performans yönetimi ve yaşam döngüsü yönetimini kolaylaştırır (Charef vd. 2018). Yedinci boyutlu YBM, modelin kullanılabilirliğini işletim aşamasına genişleterek, bir binanın yaşam döngüsü boyunca tesis yönetimi faaliyetlerini destekler (Matarneh vd. 2022). Sacks (2018) tarafından yapılan kapsamlı çalışmalara göre, 7D YBM uygulamaları şunları içerir:

- Dijital varlık yönetimi
- Önleyici bakım planlaması
- Alan yönetimi ve kullanım analizi
- Bina sistemleri performans izleme



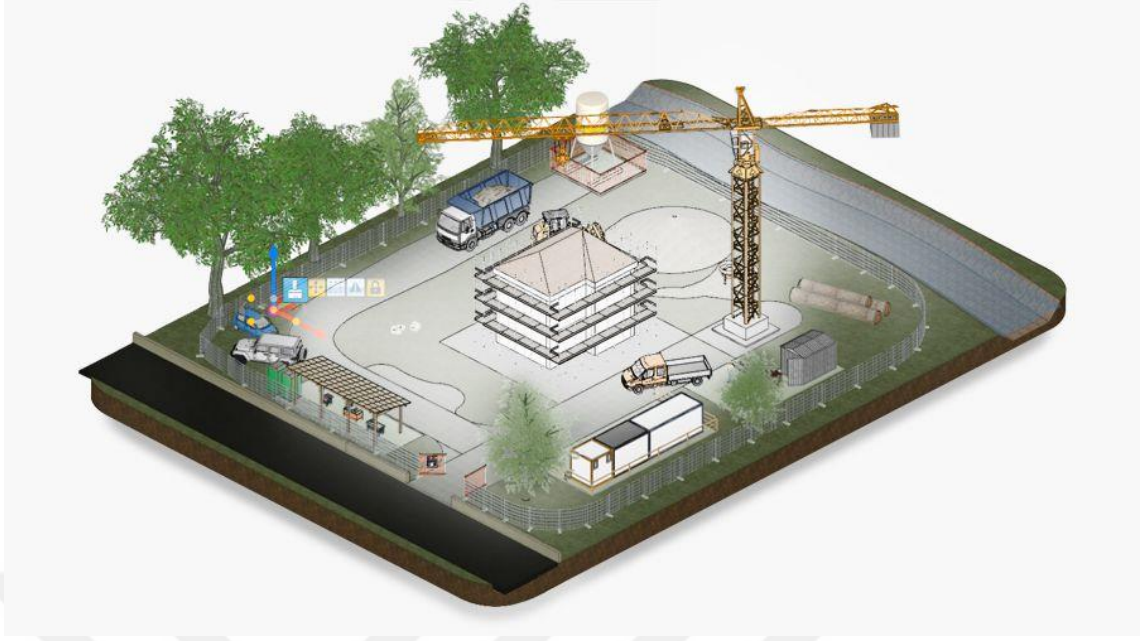
Şekil 2.9. 7D YBM - tesis yönetimi

Das vd. (2025), sistematik incelemeler ve vaka çalışmalara göre, YBM'in benimsenmesinin (tesis yönetimi için 7 boyut dahil) uygulama kalitesine ve erken tasarım kararlarına bağlı olarak proje maliyetlerini %15'e kadar ve işletme maliyetlerini %5–33 oranında azaltılabileceğini göstermektedir. Şekil 2.9 BIM Life (2025) tarafından tek bir birleşik görünümde kapsamlı bir gerçek zamanlı durum farkındalığı göstermektedir.

➤ 8D YBM - Güvenlik

8D YBM, sağlık ve güvenlik bilgilerini veri setine dahil eder. Tesis yönetimi (6D YBM) ile benzer şekilde, veri türleri, kapsam, birimler, ölçüm kuralları ve diğer ilgili bilgiler dahil olmak üzere gerekli ayrıntıları açıkça belirtin (Hamil 2021A). Bu boyut, güvenlik özelliklerini baştan itibaren bir binanın tasarımına entegre ederek kazaları ve olayları önlemeyi amaçlamaktadır. 8D YBM, tasarımcıların geliştirdikleri tesisteki her bir bileşenin kapsamlı bir risk değerlendirmesini yapmalarını sağlar. Bu süreç, inşaat başlamadan önce potansiyel tehlikeleri belirlemeye ve ortadan kaldırmaya yardımcı olur, böylece inşaat işçileri için daha güvenli bir çalışma ortamı sağlanır (The BIM Engineers 2023). YBM'in ortaya çıkan sekizinci boyutu, inşaat ve işletme sırasında iş güvenliği ve sağlığını vurgular (Martínez-Aires vd. 2018). Bu, aşağıdakileri içerir:

- Tehlike belirleme ve risk değerlendirmesi
- Güvenlik planlaması ve simülasyonu
- Acil durum müdahale koordinasyonu
- Mevzuata uygunluk belgeleri



Şekil 2.10. 8D YBM - güvenlik

Zhang vd. (2013) 8D YBM'in uygulanmasının inşaat projelerinde kaydedilebilir güvenlik olaylarında %25'lik bir azalma ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Şekil 2.10 ACCA yazılımı BibLus'un güvenliği artırmak, şantiyelerde güvenlik yönetimini desteklemek ve tasarım aşamasından itibaren çalışanlar için risk ve tehlikeleri önlemeye yardımcı olmak için nasıl kullanıldığını göstermektedir (BibLus 2024).

➤ 9D YBM - Yalın İnşaat

9D, yalın inşaat üzerine odaklanır. YBM aracılığıyla, bu boyut inşaat tekniklerini en üst düzeye çıkarmayı ve atık oluşumunu azaltmayı amaçlamaktadır. Yalın inşaat, çıktıyı en üst düzeye çıkarmaktan atığı en aza indirmeye geçişi vurgular. Değer akışı haritalama gibi yalın kavramlar, inşaat sürecini kullanarak bunu gerçekleştirmeye yardımcı olur. 9D YBM aracılığıyla, yeniden çalışma ve bekleme süreleri dahil olmak üzere inşaat sürecindeki atık alanları tespit edilebilir ve böylece iyileştirmeler yapılabilir (The BIM Engineers 2023). Şekil 2.11 9D YBM - Yalın İnşaat.



Şekil 2.11. 9D YBM - yalın inşaat

➤ 10D YBM - İnşaat Endüstrileşmesi

10D, inşaat endüstrileşmesine odaklanır. Bu boyut, şantiye dışı inşaat yöntemleri ve prefabrikasyon kullanarak inşaat sektöründe verimliliği ve üretkenliği artırmayı amaçlamaktadır. 10D YBM, tasarımcıların bina bileşenlerinin ayrıntılı dijital modellerini oluşturmalarını sağlar ve bu modeller daha sonra bileşenlerin şantiye dışında üretilmesi ve monte edilmesi için kullanılabilir. Bu, daha az gecikme ve kesinti ile daha hızlı ve daha verimli bir inşaat süreci sağlamaktadır. YBM, profesyonellerin yaşam döngüleri boyunca binaların ve altyapının dijital modelleri üzerinde işbirliği yapmalarını sağlayarak inşaat sektöründe devrim yaratmıştır. Çeşitli YBM boyutlarının tanıtılması, YBM'in uygulamalarını daha da genişleterek inşaat sektörünün daha güvenli, daha yalın ve daha verimli hale gelmesini sağlamıştır. 8D, 9D ve 10D YBM'in tanımlarını anlayarak, inşaat profesyonelleri YBM'in avantajlarından tam olarak yararlanabilir ve daha iyi proje sonuçları elde edebilir (The BIM Engineers 2023). 10D YBM - İnşaat Endüstrileşmesi Şekil 2.12'de gösterilmektedir (Autodesk 2025).



Şekil 2.12. 10D YBM - inşaat endüstrileşmesi

(Smith 2014) göre, YBM geliştikçe ve inşaat süreçleri daha otomatik hale geldikçe, inşaat profesyonellerinin rolleri, 3D, 4D zaman, 5D maliyet modelleme ve 6D tesis yönetimi gibi daha sofistike hizmetler sunmak ve YBM entegre proje teslim yaklaşımının bir parçası olarak proje ekibiyle maliyet bilgilerini paylaşmak için uyum sağlamalıdır. YBM'de 3D'den hesaplanabilir nD modellerine geçiş, güvenlik, kalite ve karbon emisyonu değişkenlerini entegre ederek inşaat sektörüne fayda sağlayabilir ve tüm proje katılımcılarının karar verme sürecini kolaylaştırabilir.

YBM'in Kuzey Amerika'da benimsenmesi önemli ölçüde artmıştır. YBM kullanıcıları arasında en büyük pazar ABD'ye aittir. Bu fenomen, öncelikle ABD hükümetinin tüm büyük altyapı sözleşmelerinin YBM uyumlu olması şartını getirmesiyle tetiklenmiştir (Ghaffarianhoseini vd. 2017). Küresel olarak, müteahhitler tarafından YBM uygulama düzeyleri çok yüksek benimseme oranlarını göstermektedir. Ayrıca, farklı ülkeler arasında gözlemlenen benimseme yüzdeleri arasındaki fark da azalmıştır. YBM'in çeşitli ülkelerde kapsamlı bir şekilde kullanılması beklenmektedir ve bu kullanım oranı hızla artmaktadır (Ghaffarianhoseini vd. 2017).

2.2. YBM'in Küresel Benimseme ve Algısı

YBM, inşaat projeleri için işbirliğine dayalı proje yönetimini destekleyen dijital bir platform sağlayarak dünya çapında inşaat sektörünü dönüştürmektedir. Bu yöntem, tasarım görselleştirmesini iyileştirmek, proje verimliliğini artırmak ve paydaşların etkili bir şekilde iletişim kurmasını kolaylaştırmak için karmaşık 3D modeller kullanır.

YBM'in proje planlama ve yönetimini iyileştirme yeteneği, yaygın olarak benimsenmesini sağlamaktadır. Sonuç olarak, YBM operasyonları daha üretken, verimli ve işbirliğine dayalı hale getirerek iyileştirmektedir. Zaman, maliyet, sürdürülebilirlik ve tesis yönetimi dahil olmak üzere proje verilerinin çeşitli yönlerini entegre ederek, bir

projenin yaşam döngüsü hakkında kapsamlı bir anlayış geliştirir. YBM'in daha akıllı ve daha sürdürülebilir projeler oluşturma yeteneği, dünya çapında hükümetler, kamu kurumları ve müteahhitler tarafından giderek daha fazla kabul görmektedir. Dijital teknolojideki ilerlemeler sayesinde, binaların ve altyapının tasarımı, inşası ve yönetimi yeniden tanımlanmakta ve YBM, modern inşaat süreçlerinin vazgeçilmez bir parçası haline gelmektedir.

Bu bölümde, küresel inşaat sektöründe Yapı YBM'in uygulanmasıyla ilgili zorluklar ile dünya çapında ülkelerin kendi inşaat sektörlerinde etkili YBM uygulamasını teşvik etmek için kullandıkları çeşitli girişimler ve yaklaşımlar incelenmektedir. Bu nedenle, bölüm dört (4) kısma ayrılmıştır. İlk kısımda, YBM'in uygulanmasıyla ilgili temel küresel eğilimler incelenmektedir. İkinci kısımda, pratik YBM uygulamasını teşvik etmek için dünya çapında çeşitli ülkelerde kullanılan YBM girişimleri, yaklaşımları ve uygulama stratejileri araştırılmaktadır. Üçüncü bölümde Gana'da YBM'in benimsenmesi ele alınmakta, son bölümde ise inşaat sektöründe YBM tabanlı ihaleler üzerinde durulmaktadır.

2.2.1. YBM'in benimsenmesinde küresel eğilimler

YBM'in küresel olarak benimsenmesi, kurumsal baskılar ve hükümetin zorunlu kıldığı düzenlemeler nedeniyle büyük ölçüde hızlanmıştır. Bu bölümde, hükümet yayınları, politika belgeleri ve hakemli akademik çalışmalar kullanılarak farklı bölgelerde YBM'in uygulanmasına ilişkin zaman çizelgesi ve stratejiler incelenmektedir. YBM'in benimsenmesi, daha iyi proje sonuçları, paydaşlar arasında daha iyi işbirliği ve maliyet tasarrufu gibi belirgin faydaları nedeniyle hız kazanmıştır (McGraw-Hill Construction 2014). Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık ve Avustralya gibi ülkeler, hükümetlerinin kamu projelerinde YBM'i zorunlu kılmasıyla bu değişime öncülük etmiştir (Succar 2009; Eadie vd. 2013).

Ghaffarianhoseini vd. (2017) göre, YBM'in küresel olarak benimsenmesi hızla artmaya devam etmektedir. Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri, Singapur ve İskandinav ülkeleri gibi yargı bölgeleri, hükümetin öncülüğündeki stratejik girişimler yoluyla YBM'in uygulanmasında öncü rol oynamıştır (Cheng ve Lu 2015). Örneğin, Birleşik Krallık'ın 2011 Hükümet İnşaat Stratejisi, 2016 yılına kadar merkezi olarak ihale edilen tüm kamu projelerinde Seviye 2 YBM kullanımını zorunlu kılmış ve etkili bir ulusal uygulama standardı olarak hizmet etmiştir (Cabinet Office 2016). Benzer şekilde, Singapur'un YBM Yol Haritası (2010-2020), sektör genelinde dijital dönüşümü teşvik etmek için güçlü hükümet desteğiyle desteklenen aşamalı bir uygulama yaklaşımı sergilemektedir (BCA 2013).

2.2.2. Avrupa'da YBM'in benimsenmesine genel bakış

Birleşik Krallık, tarihsel olarak YBM teknolojisinde lider olarak kabul edilmektedir. Birleşik Krallık, daha sonra YBM bilgi yönetimi konusunda uluslararası ISO 19650 serisinin temelini oluşturan BS 1192:2007 standardını oluşturmuştur (Borrmann vd. 2021). Diğer yeni teknolojiler gibi YBM'in anlaşılması ve kullanımı da zamanla gelişerek işlevselliği ve yetenekleri iyileştirilmiştir. Birçok ülke hala YBM'in benimsenmesinin erken aşamalarında olduğundan, daha gelişmiş pazarların izlediği yolları incelemek faydalı olacaktır (Hasek 2021). Bu bölümde, YBM'in benimsenmesinin

çeşitli aşamalarında olan Avrupa ülkeleri incelenmektedir.

Birleşik Krallık, 1980'lerde YBM'i keşfetmeye başlamış ve daha sonra ulusal stratejiler ve zorunluluklar yoluyla kullanımını resmileştirmiştir. Önemli bir dönüm noktası, Nisan 2016'ya kadar merkezi olarak yönetilen tüm kamu finansmanlı projeler için Seviye 2 YBM'in benimsenmesini gerektiren Birleşik Krallık Hükümeti İnşaat Stratejisi'nin (2011) yayınlanması olmuştur (Borrmann vd. 2018). Bu zorunluluk, tek bir modele entegre edilmesi gerekmesinde de, bağlantılı verilerle işbirliğine dayalı 3D YBM'i gerektiren, dünya çapında en kapsamlı zorunluluklardan biriydi (HM Government 2015).

Birleşik Krallık'ın YBM zorunluluğu, daha sonra uluslararası ISO 19650 serisinin temelini oluşturan PAS 1192-2:2013 gibi standartların geliştirilmesiyle desteklendi (Borrmann vd. 2018). Bu standartlar, YBM proje yürütme ve bilgi yönetimi için ayrıntılı spesifikasyonlar sağlayarak yapılandırılmış ve ölçeklenebilir bir uygulama çerçevesine katkıda bulundu.

Centre for Digital Built Britain (CDBB) göre, YBM zorunluluğunun uygulanması birkaç önemli fayda sağlamıştır:

- Kamu sektörü projelerinde sermaye harcamalarında %20 azalma
- Proje sonuçlarının öngörülebilirliğinin artması
- Dijital inşaat uygulamalarında sektörün kapasitesinin artırılması (HM Government 2015)

Sacks vd. (2020) tarafından belirtildiği gibi, "Birleşik Krallık YBM zorunluluğu, sadece hükümet projelerinin ötesinde dijital dönüşüm için bir katalizör görevi görerek, Birleşik Krallık inşaat sektöründe özel sektörün benimsemesini etkilemiştir." Bu dalga etkisi, daha geniş inşaat ekosisteminde teknolojik değişimi hızlandırmada hükümet öncülüğündeki girişimlerin stratejik rolünü vurgulamaktadır.

Birleşik Krallık, küresel ölçekte en erken ve en kapsamlı YBM zorunluluklarından birini oluşturarak, çok sayıda uluslararası girişimi etkileyen stratejik bir uygulama çerçevesi oluşturmuştur (HM Government 2012). Çizelge 2.2 Birleşik Krallık'taki YBM girişimlerini göstermektedir.

Çizelge 2.2. Birleşik Krallık'taki YBM girişimleri

Uygulama Aşaması	Yıl	Gerekliklik	Etkilenen Sektörler
Seviye 2 YBM Zorunluluğu	2016	Merkezi olarak ihale edilen projeler için zorunlu	Merkezi hükümet projeleri > 5 milyon £
Birleşik Krallık YBM Çerçevesi	2018	ISO 19650 uygulaması	Tüm kamu sektörü projeleri
İngiltere YBM İttifakı	2021	Değeri ne olursa olsun tüm kamu projelerine genişletilmiştir	Tüm kamu inşaat projeleri

Birleşik Krallık, 2011 yılında Hükümet İnşaat Stratejisini açıklayarak yapılandırılmış, çok aşamalı bir uygulama yolu oluşturdu ve 2016 yılında Seviye 2 YBM

zorunlu hale gelmiştir. Ayrıca, 2018 yılında ISO 19650 standartlarına geçiş gerçekleştirilirken, 2021 ile 2025 yılları arasında kamu sektörünün ötesinde aşamalı uygulama gerçekleştirilmiştir (UK BIM Framework 2023).

İskandinavya Bölgesi'nde, Norveç, İsveç, Danimarka ve Finlandiya gibi İskandinav ülkeleri yüksek düzeyde YBM benimseme oranları sergilemektedir. Güçlü hükümet desteği, kapsamlı ulusal dijitalleşme stratejileri ve buildingSMART Nordic ve ulusal YBM ittifakları gibi kuruluşların proaktif katılımı bu ilerlemeyi desteklemektedir. Bu ülkeler, AçıkYBM standartlarının ve yaşam döngüsü dijital varlık yönetiminin benimsenmesini teşvik eden kapsamlı düzenleyici çerçeveler ve kamu sektörü zorunlulukları oluşturmuştur (buildingSMART International 2023). İskandinavya Bölgesi'ndeki YBM benimseme durumunun özetini Çizelge 2.3'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.3. İskandinavya bölgesinde YBM'in benimsenmesi

Ülke	Benimsenme Yılı	Zorunluluk Durumu	Sektör Uygulaması
Filanda	2007	Zorunlu	Kamu binaları ve altyapı
Norveç	2010	Zorunlu	Kamu projeleri > 2,7 milyon avro
Danimarka	2013	Zorunlu	Merkezi hükümet projeleri > 2,7 milyon avro
İsveç	2015	Gerekli	Kamu projeleri > 5 milyon avro

Finlandiya, hükümetin YBM gerekliliklerinde öncü olmuştur. Senato Mülkleri (hükümetin emlak ajansı), 2007 yılından bu yana tüm projeler için IFC uyumlu YBM'i zorunlu kılmaktadır (Kiviniemi vd. 2019; buildingSMART Finland 2023).

Sacks vd. (2020) tarafından yapılan araştırma, büyük kamu altyapı projelerine odaklanan yapılandırılmış hükümet yaklaşımlarının Orta Avrupa'daki uygulamayı karakterize ettiğini göstermektedir. Çizelge 2.4 Orta Avrupa ülkelerinde YBM'in benimsenmesini özetlemektedir.

Almanya'nın gelişmiş inşaat sektöründe mimarlar ve tasarımcılar tarafından YBM yaygın olarak benimsenmiştir. Ancak, kapsamlı disiplinler arası işbirliği hala sınırlıdır. Almanya Federal Ulaştırma ve Dijital Altyapı Bakanlığı, YBM'in benimsenmesi için ulusal bir yol haritası oluşturan YBM4INFRA2020 girişimini başlatmıştır. Bu yol haritası, sektör genelinde değişimi teşvik etmek için pilot projeler, kılavuzlar ve eğitim programları da dahil olmak üzere, 2020 yılına kadar tüm federal altyapı projelerinde YBM'in kullanılmasını zorunlu kılmayı amaçlamaktadır (Borrmann vd. 2021).

Norveç'in 2010 yılında başlayan YBM zorunluluğunun hızlı benimsenmesi, açık YBM standartlarına, özellikle de Endüstri Temel Sınıflarına (IFC) odaklanmıştır. Zorunluluk, Norveç hükümetinin inşaat ajansı Statsbygg tarafından inşa edilen tüm kamu binalarını kapsamaktadır (Statsbygg 2022). Mejlaender-Larsen'in (2021) araştırması, Norveç'in açık standartlara odaklanmasının, projenin tüm yaşam döngüsü boyunca birlikte çalışabilirliği ve bilgi paylaşımını iyileştirdiğini göstermektedir. Direktif şunları gerektirmektedir:

- Belirli nesne adlandırma kuralları

- Proje aşamasına göre tanımlanmış geliştirme seviyeleri
- Varlık yönetimi için COBie verileri
- IFC tabanlı model paylaşımı

Hükümet müdahalesi ve yatırım düzeyi, bu ülkelerde YBM'in benimsenmesini büyük ölçüde etkilemektedir. Birleşik Krallık'ta 2016 yılında çıkarılan yasa, YBM teknolojilerinin bilinirliğini ve benimsenmesini önemli ölçüde artırmıştır. Bu araştırma, çeşitli Avrupa hükümetlerinin bakış açılarını ve resmi tutumlarını inceleyerek, politika desteği ile endüstriyel dönüşüm arasındaki bağlantıları belirlemektedir (Hasek 2021).

Çizelge 2.4. Orta Avrupa ülkelerinde YBM'in benimsenmesi

Ülke	İlk Benimseme	Yönetmelik Uygulaması	Kapsam
Fransa	2014	2017	5 milyon avronun üzerindeki kamu konut projeleri
Almanya	2015	2020	Federal altyapı projeleri > 5 milyon avro
Hollanda	2012	2017	Tüm kamu projeleri
İspanya	2018	2020	Kamu projeleri > 2 milyon €

Buna karşılık, Rusya ilk YBM projelerine yaklaşık olarak 2014 ve 2015 yılları arasında başlamıştır. Uygulama henüz başlangıç aşamasında olsa da, ülke son yıllarda özellikle kamu altyapısı ve kentsel gelişim alanlarında kayda değer bir büyüme göstermiştir (Hasek 2021).

Nüfus büyüklüğü, inşaat sektörü yapısı ve teknolojik yatırım kapasitesi gibi ulusal farklılıklar, YBM'in benimsenmesini önemli ölçüde etkilemektedir. Bölgelerin önde gelen firmaları, dijital dönüşümü benimsememiş yerel firmalarla kıyaslandığında genellikle birbirleriyle daha fazla benzerlik göstermektedir. Sonuç olarak, YBM söyleminin kapsamını değerlendirmek ve beklenen büyüme alanlarını belirlemek, Avrupa'da YBM'in geleceğini anlamak için çok önemlidir (Hasek 2021). Şekil 2.13 7 Avrupa ülkesinde YBM'in ilk kez kullanıldığı yılları göstermektedir (Hasek 2021).



Şekil 2.13. YBM'in 7 Avrupa ülkesinde benimsenme yılları

İngiltere, Almanya, Polonya, Fransa, Hırvatistan, Avusturya ve Rusya'yı içeren

bu araştırmanın genel bulguları şunlardır. Çizelge, en sık kullanılan YBM olgunluk seviyesini, Avrupa inşaat şirketlerinde YBM'in benimsenme derecesini ve belirli proje türleri için YBM kullanımının zorunlu hale geldiği tarihi göstermektedir (Hasek 2021). Çizelge 2.5 Avrupa'da YBM uygulama durumunu ayrıntılı olarak göstermektedir.

Çizelge 2.5. Avrupa'da YBM uygulama durumu

Ülke	En yaygın YBM olgunluk seviyesi	YBM'in zorunlu hale geldiği tarih	YBM kullanan inşaat şirketlerinin yüzdesi
İngiltere	2, 3'e doğru gelişme	2016, devlet projeleri için	%73
Almanya	2, bazıları 1 ve 3	2017, 100 milyon Euro'nun üzerindeki projeler için	%70
Polonya	1, %2 büyüme oranı	2030 devlet bütçesi ile sermaye inşaat projeleri için	%43
Fransa	2	Ocak 2022	35 – gayrimenkul İnşaat şirketlerinin %50-60'ı
Hırvatistan	0, bazı durumlarda 1	Şu anda zorunlu değil	Tasarımcıların %25'i Müteahhitlerin %4'ü
Avusturya	1, yerel standartlar 3'ü zorluyor	2018-20 kamu binalarında maliyet kontrolü için	%20
Rusya	1, 2 ve 3 oranlarında artış	1 st Mart 2022, tüm devlet tarafından finanse edilen projeler için	%12

2.2.3. Asya'da YBM'in benimsenmesine genel bakış

Asya'da, Güney Kore gibi ülkeler de kamu projelerine entegrasyonunu vurgulayan ve sektör için kriterler belirleyen sağlam YBM politikaları uygulamıştır (Lee ve Yu 2016). Singapur, sektör genelinde tam uygulama hedefiyle kapsamlı bir YBM yol haritası geliştirmiştir (BCA 2016). Küresel YBM benimsenmesi, eğilimler ve zorunlu statü ile ilgili ayrıntılar aşağıda belirtilmiştir.

➤ Singapur

Singapur Yapı ve İnşaat Otoritesi (BCA), aşamalı uygulama içeren kapsamlı bir YBM yol haritası oluşturmuştur. 2010 yılında YBM Yol Haritası duyurulmuş ve 2012 yılında 20.000 m²'den büyük tüm yeni bina projeleri için zorunlu hale gelmiştir. Ayrıca, 2013 yılında 10.000 m²'den büyük tüm yeni bina projeleri için zorunlu hale gelmiştir. Ardından, 2015 yılında 5.000 m²'den büyük tüm yeni bina projeleri için zorunlu hale gelmiştir (BCA 2022). Zorunluluğun uygulanması aşamalı olarak gerçekleşmiştir:

- 2013: 20.000 m²'yi aşan projeler
- 2014: 10.000 m²'yi aşan projeler
- 2015: 5.000 m²'yi aşan projeler

Singapur, mimari, yapısal ve MEP planlarının YBM modelleri şeklinde elektronik olarak sunulmasını zorunlu kılmaktadır (BCA 2022A). Bu zorunluluk, eğitim ve sertifika programları sunan BCA Akademisi tarafından desteklenmektedir. Jiang vd. (2021), Singapur'un aşamalı uygulama stratejisinin, sektör paydaşlarının yeteneklerini geliştirirken düzenleyici gerekliliklere kademeli olarak uyum sağlamalarını mümkün kıldığını belirtmiştir. Çizelge 2.6 Asya-Pasifik Bölgesi'ni göstermektedir.

Çizelge 2.6. Asya-Pasifik bölgesi

Ülke	İlk Politika	Yürütme Yetkisi	Etkilenen Sektörler
Singapur	2010	2015	5.000 m ² 'den büyük tüm projeler
Güney Kore	2010	2016	Kamu projeleri > 50 milyon dolar
Hong Kong	2014	2018	Büyük sermaye işleri projeleri
Japonya	2012	2022	Ulusal kamu işleri > 2 milyar yen
Çin	2015	Eyaletlere göre değişir	1. kademe şehirlerdeki kamu binaları
Avustralya	2012	Eyaletlere göre değişir	Federal altyapı projeleri
Malezya	2013	2019	Kamu projeleri > 50 milyon RM

2.2.4. Kuzey Amerika'da YBM'in benimsenmesine genel bakış

➤ Amerika

Amerika Birleşik Devletleri'nde, Genel Hizmetler İdaresi (GSA) erken benimseyen kurumlardan biri olup, 2007 yılından bu yana tüm önemli projelerde YBM modellemesini zorunlu kılmaktadır (GSA 2018). Amerika Birleşik Devletleri, YBM'in benimsenmesi konusunda parçalı bir yaklaşım sergilemekte ve federal, eyalet ve belediye düzeylerinde gereklilikler önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde ulusal düzeyde tutarlı bir YBM zorunluluğu bulunmamakla birlikte, kurumlara özgü hükümler bulunmaktadır. Bunlar arasında şunlar yer almaktadır:

- Genel Hizmetler İdaresi (GSA), 2007 yılından bu yana tüm projeler için Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) zorunluluğu getirmiştir.

- Amerika Birleşik Devletleri Ordusu Mühendisler Birliği (USACE), tüm askeri inşaat girişimleri için YBM'i zorunlu kılmaktadır.
- Gaziler İşleri Bakanlığı (VA), tüm önemli projeler için YBM'i zorunlu kılmaktadır.
- Eyalet düzeyinde zorunluluklar: Wisconsin, Teksas ve Ohio eyalet düzeyinde YBM zorunluluğu getirmiştir (GSA 2018).

NIBS (2022), "ABD'de YBM uygulamasının merkezi olmayan yaklaşımı inovasyonu teşvik etmiş, ancak merkezi yetki alan ülkelere kıyasla ulusal standardizasyon çabalarını engellemiş olabilir" görüşünü belirtmiştir. Çizelge 2.7'de ABD'deki YBM benimseme durumunu göstermektedir.

Çizelge 2.7. ABD'de YBM'in benimsenme durumu

Kurum/Eyalet	Benimseme Yılı	Gereklilik Durumu	Sektör Uygulaması
GSA (Genel Hizmetler İdaresi)	2007	Zorunlu	Federal binalar
ABD Ordusu Mühendisler Birliği	2012	Zorunlu	Askeri tesisler ve altyapı
Gaziler İşleri	2010	Zorunlu	Sağlık tesisleri
Wisconsin Eyaleti	2010	Zorunlu	Eyalet projeleri > 5 milyon dolar
Teksas Eyaleti	2013	Zorunlu	Devlet tarafından finanse edilen projeler > 10 milyon dolar

Merkezi YBM zorunluluklarını uygulayan birçok Avrupa ülkesinin aksine, Amerika Birleşik Devletleri'nde tutarlı bir ulusal YBM politikası bulunmamaktadır. YBM uygulaması, yargı yetkisi alanına özgü bir dizi gereklilik ve kurum düzeyinde girişimlerden etkilenmektedir, bu da eyaletler ve federal kurumlar arasında uygulama zaman çizelgeleri ve standartlarında tutarsızlıklara yol açmaktadır (Koutamanis vd. 2023).

➤ Kanada

YBM, küresel inşaat sektörünün dijital dönüşümü için temel öneme sahiptir. Kanada'da YBM kullanımı, hem kamu hem de özel sektörün girişimleri sayesinde artmaktadır. Kanada, diğer Avrupa ülkeleri aksine ulusal bir YBM zorunluluğuna sahip değildir, bu da merkezi olmayan ve coğrafi olarak değişken bir uygulama ortamı yaratmaktadır.

Kanada'da YBM'in benimsenmesi, sektör paydaşları, eyalet hükümetleri ve özellikle kamu altyapı sektöründeki büyük müşterilerin YBM uygulamalarının teşvik edilmesinde önemli bir rol oynadığı, aşağıdan yukarıya bir yaklaşımla karakterize edilmektedir. Ullah vd. (2023), Kanada'da YBM uygulamasının temel olarak proje

gereklilikleri tarafından yönlendirildiğini ve özellikle büyük ölçekli altyapı ve kamu-özel sektör ortaklığı (P3) projelerinde müşteri spesifikasyonlarının etkisinde olduğunu belirtmektedir. Kanada inşaat sektörü, proje koordinasyonunu iyileştirme, hataları azaltma ve yaşam döngüsü varlık yönetimini geliştirme yeteneği nedeniyle YBM'e artan bir ilgi göstermektedir. Birleşik bir ulusal politikanın olmaması, eyaletler ve sektörler arasında YBM'in benimsenmesinde eşitsizliğe yol açmıştır. Örneğin, Alberta ve British Columbia gibi eyaletler YBM entegrasyonunda önemli ilerlemeler kaydetmişken, diğerleri kurumsal destek eksikliği ve tutarsız standartlar nedeniyle geride kalmıştır (Ullah vd. 2023).

Federal YBM zorunluluğunun olmamasına rağmen, YBM'in benimsenmesini teşvik etmek için birçok girişimde bulunulmuştur. BuildingSMART International'ın bir şubesi olan BuildingSMART Canada, ulusal kılavuzların geliştirilmesinde ve açık YBM standartlarının savunulmasında önemli bir rol oynamıştır. Bu çabalar arasında, varlık yaşam döngüsü boyunca YBM'i entegre etmek için stratejik hedefleri özetleyen AECOO Topluluğunda Yaşam Döngüsü YBM için Kanada Yol Haritası bulunmaktadır. YBM gereklilikleri, özellikle karmaşık altyapı projeleri için, Infrastructure Ontario ve Defence Construction Canada gibi kamu sektörü müşterileri tarafından ihale süreçlerine de dahil edilmiştir. Yukarıdan aşağıya bir düzenleyici çerçeve olmasa da, bu çabalar YBM'in değerinin giderek daha fazla kabul gördüğünü göstermektedir.

Kanada'da YBM'in benimsenmesinin merkezi olmayan yapısı hem zorluklar hem de fırsatlar sunmaktadır. Ulusal bir zorunluluk olmaması, kuruluşlar ve bölgeler arasında farklı olgunluk düzeyleri ile tutarsız bir uygulamaya yol açmıştır. Bu esneklik, bağlama özgü yeniliklere ve yerel proje ihtiyaçlarına uyum sağlanmasına olanak tanır. Ullah vd. (2023), Kanadalı firmaların genellikle yetersiz eğitim, yüksek uygulama maliyetleri ve değişime direnç gibi zorluklarıyla karşılaştığını belirtmektedir. YBM eğitim programlarının artan kullanılabilirliği ve dijital proje teslimatına olan talebin artması, bu zorlukların üstesinden gelinmesine yardımcı olmaktadır.

Kanada'da YBM'in benimsenmesi, sektör liderliği, bölgesel girişimler ve müşteri odaklı talepler sayesinde ilerlemektedir. Ulusal bir zorunluluğun olmaması, uygulamada parçalanmış bir manzara yaratmıştır; ancak buildingSMART Canada ve kamu sektörü müşterileri gibi kuruluşların çabaları, daha koordineli bir yaklaşımı teşvik etmektedir. Devam eden dijital dönüşüm, inşaat sektörünü önemli ölçüde değiştirirken, Kanada'nın gelişen YBM ekosistemi, gelecekteki büyüme için hem zorluklar hem de fırsatlar sunmaktadır. Kanada YBM Konseyi'ne (2023) göre, Kanada'da YBM'in benimsenmesi, federal zorunluluklardan çok eyalet girişimleri tarafından yönlendirilmiştir. Kanada'da YBM'in benimsenmesi, Çizelge 2.8'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.8. Kanada'da YBM'in özeti

Eyalet/Kuruluş	Benimseme Yılı	Yönetmelik Durumu	Sektör Uygulaması
Federal	-	Önerilen	Federal altyapı
Alberta Altyapısı	2018	Gerekli	Projeler > 10 milyon Kanada doları
Quebec	2021	Zorunlu	Kamu altyapısı > 5 milyon Kanada doları
Britanya Kolombiyası	2022	Gerekli	Sağlık ve eğitim tesisleri

2.2.5. Orta Doğu ve Afrika Bölgelerinde YBM'e Genel Bakış

Gelişmiş ülkeler YBM'in benimsenmesinde önemli ilerlemeler kaydetmiştir; ancak Orta Doğu ve Afrika (MEA) bölgeleri daha karmaşık ve çeşitli bir durum sergilemektedir. Bu inceleme, bu bölgelerde YBM'in benimsenmesinin mevcut durumunu incelemekte, başlıca zorlukları belirlemekte ve hükümetlerin YBM uygulamasını ne ölçüde zorunlu kıldığını değerlendirmektedir.

➤ Orta Doğu'da YBM'in benimsenmesinin genel eğilimleri.

Orta Doğu'da, özellikle Birleşik Arap Emirlikleri, Katar ve Suudi Arabistan'da BIM'in benimsenmesi, dijital dönüşüm ve kapsamlı altyapı ve akıllı şehir girişimlerinin uygulanması için kurumsal baskılar nedeniyle artmaktadır (Alghamdi vd. 2022; El Hajj vd. 2023; Al-Saidi ve Zaidan 2024).

BAE, bölgede YBM'in benimsenmesinde liderlik göstermektedir. 2013 yılında Dubai Belediyesi, Orta Doğu'da çoğu büyük ölçekli proje, özellikle 40 kattan fazla olan veya hükümet binalarıyla ilgili projeler için YBM'i zorunlu kılan ilk kamu kurumu oldu (Gerges vd. 2017). Bu gereklilik, bölgede YBM'in benimsenmesini önemli ölçüde etkilemiştir. Katar ve Suudi Arabistan gibi diğer Körfez İşbirliği Konseyi (GCC) ülkeleri de YBM kılavuzları ve pilot programlar uygulamaya koymuştur; ancak, geniş kapsamlı zorunluluklar hâlâ eksiktir. YBM, NEOM ve Kızıldeniz Projesi gibi Suudi Arabistan'daki büyük projelerde giderek daha fazla kullanılmaktadır, ancak kullanımı çoğunlukla gönüllü olup projeye göre değişiklik göstermektedir (Alwafi 2025).

➤ Kuzey Afrika'da YBM'in benimsenmesi

Mısır, Fas ve Cezayir dahil olmak üzere Kuzey Afrika ülkelerinde YBM'in benimsenmesi henüz başlangıç aşamasındadır. Mısır, kamu altyapı projelerinde YBM kullanımını teşvik eden hükümet destekli girişimler sayesinde önemli ilerleme kaydetmiştir (El Hajj vd. 2023). Şu anda YBM için ulusal bir zorunluluk bulunmamaktadır. El Hajj vd. (2023) ve Das vd. (2025), Orta Doğu ve Kuzey Afrika (MENA) bölgesinde YBM'in benimsenmesinin önündeki birkaç önemli engeli belirlemiştir. Bu zorlukları arasında farkındalık eksikliği, sınırlı eğitim, yüksek uygulama maliyetleri ve düşük müşteri talebi sayılabilir. Özellikle kamu sektörü alımlarında yapısal ve teknolojik zorluklar bu sorunları daha da kötüleştirmektedir.

➤ Sahra Altı Afrika'da YBM'in benimsenmesi

Sahra Altı Afrika, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'ya kıyasla YBM'in benimsenme hızının daha yavaş olduğu bir bölge. Güney Afrika, Nijerya ve Kenya gibi ülkeler, özellikle özel sektörün çabaları ve akademik araştırmaların etkisiyle YBM'e olan ilginin arttığını görmektedir. Şu anda bu ülkelerde YBM için resmi bir zorunluluk bulunmamaktadır. Güney Afrika'da YBM bazı kamu ve özel projelerde kullanılmaktadır; ancak, daha yaygın olarak benimsenmesi, ulusal politika eksikliği, sınırlı teknik uzmanlık ve altyapı sorunları gibi zorluklarıyla karşılaşmaktadır (Abdullah vd. 2024). Nijerya ve Kenya'da YBM genellikle uluslararası işbirlikleri veya bağışçılar tarafından finanse edilen projeler aracılığıyla kullanılmaktadır. MEA bölgesinde YBM'in benimsenmesinde karşılaşılan yaygın zorluklar şunlardır:

- Nitelikli profesyonel ve eğitim programlarının eksikliği
- Yüksek başlangıç maliyetleri ve sınırlı finansman
- Değişime direnç ve farkındalık eksikliği
- Ulusal standartların ve düzenleyici çerçevelerin olmaması

Bu zorluklara rağmen, YBM'in proje koordinasyonunun iyileştirilmesi, maliyet tasarrufu ve sürdürülebilirliğin artırılması gibi potansiyel faydaları giderek daha fazla kabul görmektedir. Akademisyenler, YBM'in benimsenmesini hızlandırmak için hükümet desteği, kapasite geliştirme ve bölgesel işbirliğinin gerekliliğini vurgulamaktadır (El Hajj vd. 2023; Abdullah vd. 2024). YBM'in Orta Doğu ve Afrika'da benimsenmesi, tutarsız da olsa ilerlemektedir. BAE resmi zorunluluklar getirmiş olsa da, diğer ülkelerin çoğu hala keşif veya gönüllü aşamalarda bulunmaktadır. Literatür, mevcut zorlukların aşılmasında politika geliştirme, eğitim ve altyapı yatırımlarının önemini vurgulamaktadır. Dijital dönüşümün ulusal kalkınma gündemlerinde öncelikli hale gelmesiyle, YBM'in MEA bölgesindeki inşaat sektörünün geleceğini önemli ölçüde etkileyeceği öngörülmektedir.

Son araştırmalar, Orta Doğu'da YBM'in benimsenmesinin, özellikle BAE ve Suudi Arabistan gibi Körfez ülkelerinde kapsamlı altyapı geliştirme projelerinden büyük ölçüde etkilendiğini göstermektedir. Afrika'da YBM uygulaması, kıtada düzensiz benimsenme ve önemli farklılıklar ile karakterize edilen erken aşamalarda bulunmaktadır (Das vd. 2025; Kaur vd. 2025). Çizelge 2.9 Orta Doğu ve Afrika'da YBM'in benimsenmesini gösterirken, Çizelge 2.10 küresel YBM zorunluluğunun durumunu sunmaktadır. Ayrıca, Çizelge 2.11 bazı seçilmiş ülkelerde YBM'in benimsenme düzeylerini yüzde olarak göstermektedir.

Çizelge 2.9. Orta Doğu ve Afrika'da YBM'in benimsenmesi

Ülke	Benimseme Yılı	Zorunluluk Durumu	Sektör Uygulaması
Birleşik Arap Emirlikleri	2013	Zorunlu (Dubai)	40 kattan fazla veya 25.000 m ² 'den büyük tüm binalar
Katar	2015	Zorunlu	Kamu altyapı projeleri
Suudi Arabistan	2019	Aşamalı uygulama	Hükümet projeleri > 50 milyon SAR
Güney Afrika	2016	Önerilen	Kamu işleri (zorunlu değil)
Kenya	2020	Çerçeve geliştirme	Kamu altyapı projeleri
Gana	2022	Politika geliştirme aşamasında	Henüz zorunlu değil

Çizelge 2.10. Küresel YBM zorunluluğu durumu

Ülke/ Bölge	Zorunluluk Durumu	Uygulama Yılı	Kapsam	Minimum Proje Değeri	Gerekli YBM Seviyesi	Anahtar Politika/Belge
Birleşik Krallık	Zorunlu	2016	Merkezi olarak ihale edilen tüm kamu projeleri	5 milyon £ ve üzeri	Birleşik Krallık YBM Seviye 2	Birleşik Krallık Hükümeti İnşaat Stratejisi
Amerika	Kuruma göre değişir	2007	Federal projeler (GSA, USACE, VA vb.)	Kurumlara göre değişiklik gösterir	Min. LOD 300-350	GSA YBM Kılavuz Serisi
Singapur	Zorunlu	2015	Tüm yeni bina projeleri	5.000 m ² üzere	Min. YBM e-başvuru	BCA tarafından hazırlanan YBM Yol Haritası
Norveç	Zorunlu	2010	Kamu binaları ve altyapı	Tüm kamu projeleri	Açık YBM (IFC)	Statsbygg YBM Kılavuzu
Finland	Zorunlu	2007	Devlet mülkiyetin deki binalar	Tüm projeler	COYBM standartları	Senato Mülkiyetleri gereklilikleri
Danimarka	Zorunlu	2007	Kamu projeleri	>2,7 milyon DKK (devlet); >20 milyon DKK (bölgesel)	BİT Düzenlemel eri standartları	Danimarka Yapı ve Emlak Ajansı
Hollanda	Zorunlu	2012	Merkezi hükümet binaları	Tüm merkezi hükümet projeleri	Açık YBM	Rijkswaterstaat ve; Rijksvastgoedbe drif

Çizelge 2.10. devamı

Ülke/ Bölge	Zorunluluk Durumu	Uygulama Yılı	Kapsam	Minimum Proje Değeri	Gerekli YBM Seviyesi	Anahtar Politika/Belge
Fransa	Zorunlu	2017	Kamu konut projeleri	Aşamalı uygulama	PTNB standartlarına göre	Dijital Geçiş Planı
Almanya	Zorunlu	2020	Federal altyapı projeleri	Aşamalı uygulama	Planen-bauen 4.0 temel alınarak	Dijital Yapı Platformu
İspanya	Zorunlu	2018	Kamu sektörü projeleri	>2 milyon avro	es.YBM standartlarına göre	es.YBM Komisyonu
Çin	Kısmen zorunlu	2015	Büyük ölçekli kamu projeleri	Eyalet göre değişiklik gösterir	Bölgesel standartlara göre	13. Beş Yıllık Plan
Hong Kong	Zorunlu	2018	Sermaye işleri projeleri	Tüm devlet projeleri	CIC YBM standartları	CIC YBM Politikası
Güney Kore	Zorunlu	2016	Kamu projeleri	>50 milyar KRW	KYBMS standartları	MOLIT Bildirimi
Avustralya	Eyalet göre değişir	2016 (QLD); 2019 (VIC)	Hükümet projeleri	Eyalet göre değişir	Çeşitli eyalet standartları	Eyalet hükümeti politikaları
Brezilya	Kısmen zorunlu	2021	Federal projeler	Aşamalı uygulama	ABNT standartlarına göre	YBM BR Stratejisi
Şili	Kısmen zorunlu	2020	Kamu projeleri	Aşamalı uygulama	Plan YBM standartları	Plan YBM Şili
Birleşik Arap Emirlikleri	Zorunlu (Dubai)	2013	Tüm binalar	>40 kat veya >300.000 fit kare	Dubai Belediyesi standartları	Dubai Belediyesi Genelgesi
Rusya	Zorunlu	2022	Devlet tarafından finanse edilen projeler	Tüm federal projeler	Ulusal standartlara göre	331 sayılı Kararname

Çizelge 2.10. devamı

Ülke/ Bölge	Zorunluluk Durumu	Uygulama Yılı	Kapsam	Minimum Proje Değeri	Gerekli YBM Seviyesi	Anahtar Politika/Belge
Japonya	Önerilen	2020	Kamu işleri	Kademeli olarak genişletiliyor	MLIT standartları	i-Construction girişimi
Kanada	Eyaletlere göre değişiklik gösterir	Ulusal bir zorunluluk yok	Hükümet projeleri	Eyaletlere göre değişir	Çeşitli eyalet standartları	Eyalet hükümeti politikaları
İtalya	Zorunlu	2019	Kamu işleri	>100 milyon avro (2019); aşamalı uygulama	UNI 11337 standartları	Bakanlık Kararı DM 560/2017
Yeni Zelanda	Önerilen	Zorunlu değil	Hükümet projeleri	Yok	NZCIC YBM el kitabı	YBM Hızlandırma Komitesi
Hindistan	Kısmen zorunlu	2022	Bazı kamu projeleri	Eyalet/kurumlara göre değişiklik gösterir	Ulusal YBM standartları	İskan ve Şehircilik Bakanlığı
İsveç	Zorunlu	2015	Ulaşım altyapısı	Tüm kamu projeleri	Trafikverket standartları	İsveç Ulaştırma İdaresi
Meksika	Kısmen zorunlu	2022	Federal altyapı	Aşamalı uygulama	Ulusal standartlar	Maliye Bakanlığı
Türkiye	Kısmen Zorunlu	2014 (metro), 2022 taslak plan)	Kamu altyapı projeleri (özellikle metro ve raylı sistemler)	Belirtilmemiş (genelde büyük ölçekli kamu projeleri)	ISO 19650 uyumlu, min. LOD 300-350	ÇŞİDB BIM Entegrasyon Çalıştay Raporu, UAB Taslak BIM Uygulama Planı

Çizelge 2.11. Seçilmiş ülkelerde YBM zorunluluğu

Ülke	Yükümlülük Yılı	YBM Benimseme Düzeyi (%)	Kaynak
Amerika	2007	%74	(Safour vd. 2021)
Birleşik	2016	%73	(Safour vd. 2021)
Singapur	2015	%65	(Safour vd. 2021)
Avustralya	2019	%62	(Safour vd. 2021)
Almanya	2017	%57	(Safour vd. 2021)
Fransa	2018 (Plan YBM 2022)	%35	(Safour vd. 2021)
Kanada	Ulusal zorunluluk yok	≈ 60%	(Safour vd. 2021)
Çin	2021 (kısmi)	≈ 55%	(Zhang vd. 2014)
Güney Kore	2016	≈ 60%	(Safour vd. 2021)
Birleşik Arap Emirlikleri	2014 (Dubai)	≈ 50%	(Safour vd. 2021)
Finland	2007	≈ %70	Kaur vd. (2025)
Norveç	2010	≈ %68	Kaur vd. (2025)
Brezilya	2021 (aşamalı)	≈ %40	Safour vd. (2021)
Türkiye	Ulusal zorunluluk yok	~%35–40	(Elmalı ve Bayram 2022)
Gana	Ulusal zorunluluk yok	<%20	(Asare vd. 2020)
Sahra Altı Afrika	Ülkeye göre değişir	Genel olarak <%25	(Sudarsan ve Gavali 2024)
Notlar: - Kabul yüzdeleri yaklaşık değerlerdir ve anketler ile sektör raporlarına dayanmaktadır. - Yükümlülük yılları, YBM'in kamu sektörü projelerinde zorunlu hale geldiği veya hükümet politikası tarafından resmi olarak teşvik edildiği yılları ifade eder.			

2.2.6. Uygulama yaklaşımları

Succar ve Kassem (2015), küresel olarak YBM zorunluluklarına yönelik üç temel yaklaşım belirlemiştir. Bunlar arasında ayrıntılı teknik özellikler ve teslim edilecekler içeren Kuralcı Yaklaşım bulunmaktadır. Birleşik Krallık ve Singapur bu yöntemi kullanmaktadır. İkinci yaklaşım Performansa Dayalı Yaklaşımdır. Bu yaklaşım, belirli yöntemlerden ziyade sonuçlara odaklanmaktadır. Bu yaklaşımı kullanan ülkelere örnek olarak Norveç ve Danimarka verilebilir. Üçüncü yaklaşım Aşamalı Uygulama'dır. Brezilya ve Fransa, zaman içinde gereksinimleri kademeli olarak artırmaya odaklanan bu yaklaşımı kullanmaktadır. Çizelge 2.12'de seçilen ülkelerdeki uygulama stratejilerini karşılaştırmaktadır (Kassem vd. 2013).

Çizelge 2.12. Ülkelere göre YBM uygulama yaklaşımları

Uygulama Yaklaşımı/ Stratejisi	Bu Yaklaşımı Kullanan Ülkeler	Temel Özellikler	Belgelenmiş Sonuçlar	YBM Uygulama Yaklaşımı
Merkezi Yetki	İngiltere, Singapur, Norveç, BAE	YBM politikasından sorumlu tek devlet kurumu	Uygulamada tutarlılık; sektörde daha hızlı benimsenme	Kurulum
Merkezi olmayan/Ajans tabanlı	ABD, Avustralya, Kanada	Çeşitli kurumlar veya eyaletler ayrı gereklilikler belirler	Özel ihtiyaçlara uyum; potansiyel parçalanma	Performansa dayalı
Açık Standartlara Odaklanma	Norveç, Danimarka, Hollanda	IFC ve diğer tescilli olmayan formatlara vurgu	Gelişmiş birlikte çalışabilirlik; satıcıdan bağımsız ekosistem	Performansa Dayalı

Çizelge 2.12. Davamı

Uygulama Yaklaşımı/ Stratejisi	Bu Yaklaşımı Kullanan Ülkeler	Temel Özellikler	Belgelenmiş Sonuçlar	YBM Uygulama Yaklaşımı
Tescilli Standartlara İzin Verilir	ABD, Çin, BAE	Açık standartların yanı sıra belirli özel formatların kabul edilmesi	Mevcut yazılım yeteneklerinden yararlanma; potansiyel tedarikçi bağımlılığı	Performansa Dayalı
Proje Değeri Eşiği	İngiltere (5 milyon £+), İspanya (2 milyon €+), Güney Kore (50 milyar ₩+)	YBM yalnızca belirli proje değerlerinin üzerinde gereklidir	Uygulama maliyetlerini proje karmaşıklığı ile dengeler	Aşamalı Uygulama
Proje Türü Odak	Finlandiya (binalar), İsveç (altyapı), Japonya (kamu işleri)	YBM gereksinimleri proje kategorisine göre değişir	En yüksek ROI beklenen sektörleri hedefler	Aşamalı Uygulama
Eğitim Destekli	Singapur, Birleşik Krallık, Hong Kong	Yükümlülüklerin yanı sıra eğitime önemli yatırım	Beceri eksikliğini giderir; uyum oranlarını artırır	Kurulum
Sektör Öncülüğünde Standartlar	ABD, Avustralya, Yeni Zelanda	Standart geliştirmede endüstri kuruluşlarının yoğun katılımı	Uygulamaya dayalı gereklilikler; uygulayıcıların daha fazla katılımı	Performansa Dayalı
Aşamalı Uygulama Takvimi	Brezilya, İtalya, Fransa, Almanya	Birkaç yıl boyunca gereksinimlerin kademeli olarak artırılması	Sektörün uyum sağlamasına olanak tanır; ekonomik aksaklıkları azaltır	Aşamalı Uygulama
Kamu-Özel Sektör Ortaklığı	İngiltere, Singapur, Hollanda	Yönetmelik geliştirmede hükümet ve özel sektör arasında işbirliği	Düzenleme ihtiyaçları ile pratik hususlar arasında denge sağlar	Kurulum

➤ YBM zorunluluklarının ekonomik etkisi

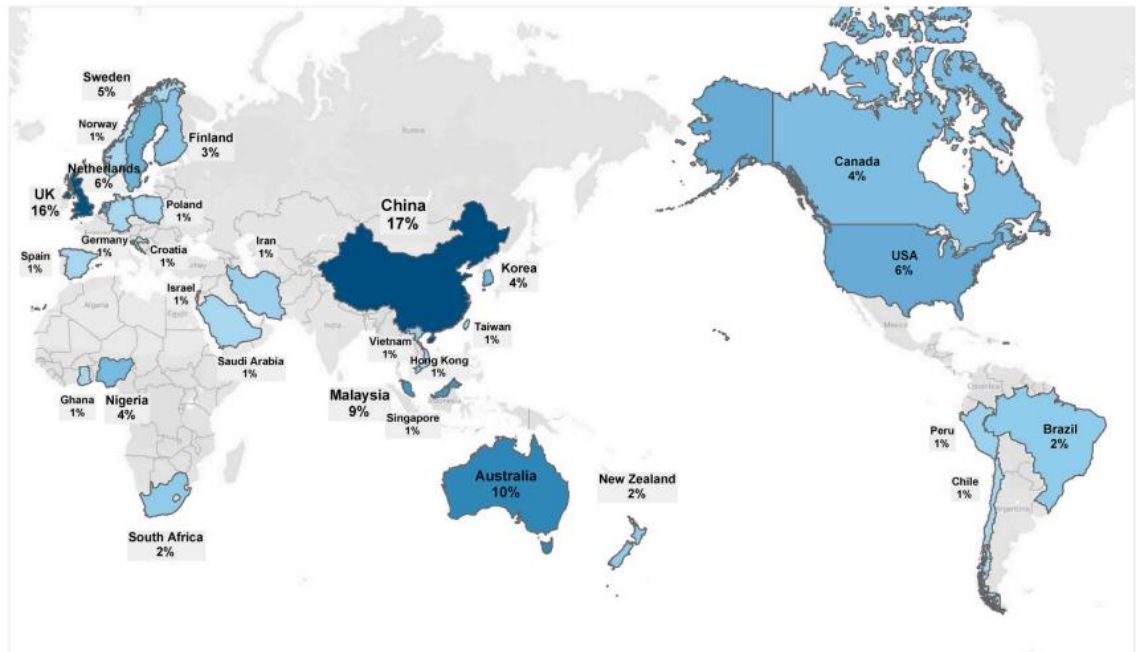
YBM zorunluluklarının uygulanması, çeşitli ulusal bağlamlarda açık ekonomik ve operasyonel faydalar sağlamıştır. PwC (2023) tarafından zorunlulukların uygulandığı altı ülkede YBM'in benimsenmesi üzerine yapılan bir araştırma, sermaye harcamalarında %15-25, bina yaşam döngüsü boyunca operasyonel maliyetlerde %10-20 ve inşaat süresinde %15-30 azalma olduğunu göstermiştir. İlk tasarım maliyetleri %5-10 oranında artmış, ancak bu artış, YBM entegrasyonunun finansal sürdürülebilirliğini destekleyen önemli uzun vadeli tasarruflarla dengelenmiştir (PwC 2023). YBM zorunlulukları, inşaat sektöründe sadece finansal ölçütlerin ötesine geçen bir dijital dönüşümü tetiklemiştir. Charef vd. (2019), YBM politikaları olan ülkelerin sektör genelinde inovasyon yaşadığını ve bireysel projelerin ötesinde faydalar sağladığını belirtmektedir. Bu değişim, dijital uygulamaların standartlaştırılması ve paydaşlar arasında işbirliğine dayalı iş akışlarının teşvik edilmesinden kaynaklanmaktadır.

YBM zorunluluklarının etkinliği, tasarım ve uygulama stratejileriyle yakından bağlantılıdır. Kaur vd. (2025), etkili zorunlulukların düzenleyici gereklilikleri sektörün hazırlığıyla senkronize ettiğini, net uygulama yolları sunduğunu ve eğitim materyalleri,

standartlaştırılmış protokoller ve teknik rehberlik gibi kapsamlı kaynaklarla desteklendiğini belirtmektedir. Bu yaklaşım, sektör genelinde katılımı ve kapasite geliştirmeyi teşvik ederken uyumluluğu da sağlamaktadır. Bu bulgular, yapıli çevrede ekonomik verimliliği ve dijital inovasyonu teşvik etmek için iyi yapılandırılmış YBM zorunluluklarının önemini vurgulamaktadır.

2.3. Gelişmekte Olan Ülkelerde YBM Uygulaması

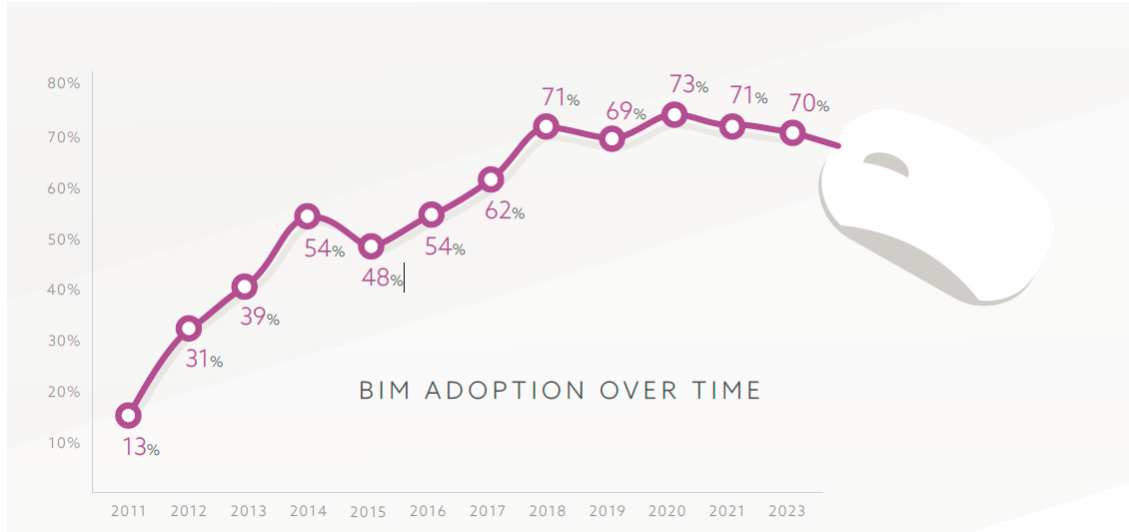
Gelişmekte olan ülkeler, farkındalık eksikliği, yetersiz teknik beceriler ve sınırlı finansal kaynaklar gibi zorluklar nedeniyle YBM'i benimsemekte daha yavaş davranmaktadır (Succar 2009). YBM'in benimsenmesi, Hindistan, Brezilya ve Afrika dahil olmak üzere gelişmekte olan ekonomilerde giderek daha fazla kabul görmektedir. Bu ülkelerdeki paydaşlar, özellikle proje koordinasyonu, maliyet kontrolü ve sürdürülebilirlik açısından inşaat süreçlerindeki verimsizlikleri azaltma konusunda YBM'in potansiyelini giderek daha fazla kabul etmektedir. Sınırlı teknik uzmanlık, yetersiz düzenleyici çerçeveler ve altyapı kısıtlamaları gibi zorluklarla karşılaşılmasına rağmen, son araştırmalar YBM'in entegrasyonunda olumlu bir eğilim olduğunu göstermektedir. Tikate vd. (2025), Hindistan ve Brezilya'nın inşaat verimliliğini artırmak ve israfı en aza indirmek için stratejik bir araç olarak YBM'i araştırdığını belirtmektedir. Olugboyega ve Windapo (2022), Güney Afrika'da YBM'in benimsenmesini teşvik etmede hükümet politikasının ve sektörün hazırlıklı olmasının önemini vurgulamakta ve sistemik zorlukların üstesinden gelmek için organize uygulama stratejilerinin gerekli olduğunu savunmaktadır. AECO kuruluşları içinde YBM kullanımının dağılımı Şekil 2.14'de gösterilmektedir (Chowdhury vd. 2024).



Şekil 2.14. AECO kuruluşları içinde YBM kullanımının dağılımı.

NBS (2023) raporuna göre, inşaat profesyonellerinin %70'i YBM'i benimsediklerini belirtmiştir. Bu, 2018'den bu yana son beş yılda YBM'i benimseyenlerin oranının neredeyse hiç değişmediği anlamına gelir. Roller arasında bazı farklılıklar

vardır; danışmanlar arasında benimseme oranı %73'e yükselirken, belki de şaşırtıcı olmayan bir şekilde, müşterilerde bu oran daha düşüktür (%53). Şekil 2.15 zaman içinde YBM'in benimsenme oranını göstermektedir (NBS 2023).



Şekil 2.15. Zaman içinde YBM'in benimsenmesi.

YBM, mimarlık, mühendislik ve inşaat (MMİ) sektöründe proje yönetimi, maliyet tasarrufu ve işbirliği açısından önemli avantajlar sunan dönüştürücü bir teknolojidir. Ancak, gelişmekte olan ülkelerde benimsenmesi benzersiz fırsatlar ve zorluklar sunmaktadır. Bu bölüm, gelişmekte olan ekonomilerde YBM uygulamasının kendine özgü manzarasını araştırarak, inşaat sektörlerinde dijital dönüşümün potansiyel faydaları, zorlukları ve stratejik yaklaşımlarını vurgulamaktadır.

2.3.1. İnşaat sektöründe YBM'in benimsenmesinin potansiyel faydaları

YBM, hem akademi hem de inşaat sektöründen büyük ilgi görmüş ve inşaat sektörünün geleceği olarak kabul edilmektedir (Liu vd. 2010). Yapı Bilgi Modellemesi, inşaat sektöründe sistematik iyileştirme için son zamanlarda kaydedilen en önemli gelişmelerden biridir. YBM, verimliliği artırarak, kalite ve güvenliği iyileştirerek ve karlılığı artırarak inşaat projelerinin tesliminde önemli bir rol oynamaktadır. Literatüre göre, YBM'in sayısız faydası bulunmaktadır. Bu çalışmada, YBM'in algılanan faydaları ve gerçek faydaları, YBM'in faydalarına ilişkin anlayışı geliştirmek amacıyla tartışılacaktır. Bu bölüm, YBM uygulamasının ekonomik, operasyonel ve stratejik avantajlarını incelemek için son zamanlarda yapılan çalışmalardan elde edilen bulguları bir araya getirmektedir.

İlk olarak, Ekonomik ve Maliyetle İlgili Avantajlar. Birçok çalışma, YBM'in çeşitli proje aşamalarında maliyet tasarrufuna ulaşmada önemli bir rol oynadığını göstermektedir. PwC (2023) tarafından yapılan bir çalışma, ulusal zorunlulukların olduğu ülkelerde YBM uygulamasının sermaye harcamalarında %15-25, operasyonel maliyetlerde %10-20 ve inşaat süresinde %15-30 azalma sağladığını göstermektedir. İlk tasarım maliyetleri %5-10 oranında artmıştır; ancak bu artışlar, sonraki verimlilik artışlarıyla dengelenmiştir (Baracho vd. 2025).

Das vd. (2025) tarafından yapılan araştırma, YBM'in bilgi işleme verimliliğini artırarak, erken çakışma tespitini mümkün kılarak ve paydaşlar arasındaki koordinasyonu iyileştirerek maliyet kontrolünü iyileştirdiğini göstermektedir. Bu iyileştirmeler, tasarım hatalarının azalmasına, RFI'ların (Bilgi Talepleri) azalmasına ve yeniden çalışmanın en aza indirilmesine yol açarak, sonuçta ortalama maliyetlerde %15'lik bir azalma ve proje süresinde %20'lik bir azalma sağlamaktadır. Baracho vd. (2025) bu bulguları doğrulayarak, Revit ve Microsoft Project gibi YBM destekli planlama araçlarının maliyet yönetimi doğruluğunu artırdığını ve uygulama hatalarını azalttığını belirtmektedir.

Ayrıca, zaman verimliliği ve proje planlaması da YBM uygulamasının ek faydalarıdır. Zaman tasarrufu, YBM'in ana avantajlarından biri olarak sıklıkla belirtilmektedir. Baracho vd. (2025), YBM'in inşaat aşamalarının gerçek zamanlı görselleştirilmesi ve simülasyonu yoluyla plan optimizasyonunu iyileştirdiğini ve böylece olası gecikmelerin ve darboğazların ortaya çıkmadan önce tespit edilmesini sağladığını belirtmektedir. Zaman boyutunu da içeren 4D YBM'in kullanılması, proje yöneticilerinin inşaat faaliyetlerini zaman çizelgeleriyle daha etkili bir şekilde koordine etmelerini sağlamaktadır. Das vd. (2025) tarafından yapılan araştırmaya göre, YBM, genellikle zaman çizelgesinin aşılmasına neden olan tasarım hatalarını ve bütçeye dahil olmayan değişiklikleri en aza indirerek proje gecikmelerini etkili bir şekilde azaltır.

YBM'in bir diğer avantajı, kalitenin iyileştirilmesi ve risklerin azaltılmasıdır. YBM, daha doğru tasarım yoluyla inşaat kalitesini artırır ve inşaat sırasında hata olasılığını azaltır. Hemanth Kumar and Sreenivas Padala (2023), YBM'in inşaat başlamadan önce mimari, yapısal ve MEP sistemleri arasındaki çakışmaları tespit eden çakışma tespiti gibi özelliklerle kalite kontrolünü desteklediğini belirtmektedir. YBM ayrıca, veri paylaşımını ve daha iyi karar almayı sağlayan merkezi bir platform sunarak risk yönetimini iyileştirir. Bu şeffaflık, iletişim hatası olasılığını azaltır ve tüm paydaşların en güncel bilgilere sahip olmasını sağlamaktadır.

YBM, proje paydaşları arasındaki işbirliğini büyük ölçüde iyileştirir. Paylaşılan dijital ortam, mimarların, mühendislerin, müteahhitlerin ve müşterilerin proje verilerine gerçek zamanlı olarak erişmesine ve bunları güncellemesine olanak tanır. Bu takım çalışması yaklaşımı, yanlış anlaşılmalara azaltır ve daha iyi karar almayı destekler. Baracho vd. (2025), YBM'in, birden fazla disiplini içeren karmaşık projelerde hayati önem taşıyan ekipler arasındaki iletişim ve koordinasyonu iyileştirdiğini vurgulamaktadır. Bu, işbirliğinin başarının anahtarı olduğu entegre proje teslimi (IPD) modellerinde özellikle faydalıdır.

Ayrıca, YBM yaşam döngüsü yönetimi ve sürdürülebilirlik açısından önemli faydalar sağlar. Yararı, inşaat aşamasının ötesine geçerek tesis yönetimi ve işletimini de kapsar. Binanın dijital ikizini korumak, bakımın verimli bir şekilde planlanmasını, enerji kullanımının izlenmesini ve alan kullanımının analiz edilmesini sağlar. Bu, kaynak kullanımını optimize ederek ve çevresel etkiyi azaltarak sürdürülebilirlik hedeflerini destekler. Kaur vd. (2025), YBM'in yaşam döngüsü maliyet analizi ve sürdürülebilirlik değerlendirmelerini desteklediğini ve bu nedenle uzun vadeli varlık yönetimi için vazgeçilmez bir araç olduğunu belirtir.

Son olarak, YBM stratejik ve sektörel dönüşümüyle bilinir. YBM zorunlulukları, tek tek projelerin ötesine geçerek tüm inşaat sektörlerinde dijital dönüşümü teşvik etme

yeteneğini göstermiştir. Charef vd. (2019), YBM zorunluluklarını uygulayan ülkelerin, zorunlu projelerin ötesine geçen faydalarla birlikte inovasyon ve modernizasyonun arttığını vurgulamaktadır. Kaur vd. (2025), sektörün hazırlık durumuna uygun olan ve eğitimsel ve teknik destek sağlayan etkili YBM zorunluluklarının, yaygın benimsenmeyi teşvik edebileceğini ve ulusal inşaat standartlarını iyileştirebileceğini vurgulamaktadır.

Literatür, YBM uygulamasının ekonomik, operasyonel ve stratejik alanlarda önemli faydalar sağladığını tutarlı bir şekilde göstermektedir. YBM, maliyet ve zaman verimliliğini artırarak, kaliteyi, işbirliğini ve yaşam döngüsü yönetimini iyileştirerek inşaat projelerinin tasarlanma, yürütülme ve sürdürülme biçiminde devrim yaratmaktadır. Dijital dönüşüm ilerledikçe, YBM inşaat sektöründe inovasyonun temel itici gücü olmaya devam edecektir.

➤ YBM'in benimsenmesinin algılanan faydaları

İnşaat sektörü, farklı çıkarları ve sorumlulukları olan birçok paydaşın dahil olduğu karmaşıklığıyla bilinir. YBM, koordinasyonu iyileştirerek, hataları ve gecikmeleri azaltarak ve proje ekipleri arasındaki iletişimi geliştirerek bu karmaşıklığı yönetmek için güçlü bir araç haline gelmiştir (Azhar 2011). YBM kullanımı, daha iyi planlama ve tahmin yapılmasına olanak tanıyarak daha doğru proje zaman çizelgeleri ve maliyet tahminleri, iyileştirilmiş proje sonuçları, gelişmiş işbirliği ve daha düşük maliyetler sağlar (Bryde vd. 2013). Ayrıca YBM, sürdürülebilirlik hususlarının tasarım ve inşaat sürecine entegre edilmesini destekleyerek projelerin çevresel etkisini en aza indirmeye yardımcı olur (Wong ve Zhou 2015).

YBM ayrıca, tasarım aşamasında enerji performansı, malzeme kullanımı ve çevresel etkilerin analizini kolaylaştırarak sürdürülebilir inşaat uygulamalarında da önemli bir rol oynar (Bynum vd. 2013). Bu, paydaşların projelerinin çevresel ayak izini en aza indirmeye yönelik çabalarının artmasıyla birlikte, inşaat sektöründe sürdürülebilirliğe verilen önemin artmasıyla da uyumludur (Wong ve Zhou 2015).

(Liu vd. 2010) göre YBM, inşaat süreci boyunca iş bilgilerinin aktarımını geliştirmek için sayısız fırsat sunmaktadır. Ahuja vd. (2018), YBM'in benimsenmesinin, üretimde iyileşme, daha yüksek kalite, yeni iş fırsatlarının artması ve küçük ve orta ölçekli firmalarda verimlilik artışı gibi sayısız avantaj sağladığını vurgulamıştır. Ayrıca, proje yürütmede YBM uygulamaları, paydaşlar arasında iletişimin iyileştirilmesi ve tasarım kararlarının daha hızlı alınmasının kolaylaştırılması, tasarım süresinin en aza indirilmesi ve aynı zamanda inşaat maliyetlerinin ve süresinin azaltılması dahil olmak üzere inşaat paydaşlarına sayısız fayda sağlamaktadır (Latiffi vd. 2013). YBM'in diğer faydaları arasında hızlı tasarım çakışması tespiti, artırılmış/sanal gerçeklik görselleştirme, otomatik tasarım düzenleme kontrol algoritması ve işbirliğine dayalı çalışma ortamı sayılabilir (Yigitbas vd. 2023).

YBM, ilgili bir işbirliği süreci olarak kabul edildiğinden, birçok inşaat firması bu avantajlardan yararlanmak için YBM'e yatırım yapmıştır. Bu firmalar, yeni edindikleri YBM teknolojilerini konsept oluşturma ve tasarım, ihale, inşaat, işletme ve tesis yönetimi gibi çeşitli aşamalarda kullanmaktadır.

İnşaat projesi aşamaları çeşitli şekillerde sınıflandırılmıştır. Gadlage vd. (2020),

proje aşamalarını proje öncesi planlama, kavramsal tasarım, tasarım tanımı, inşaat belgesi, saha inşaat yönetimi, işletme ve bakım vd. olarak sınıflandırmıştır. Noor ve Yi (2018), YBM'in proje yürütmenin çeşitli aşamalarında farklı taraflarca farklı amaçlarla kullanılabileceğini eklemiştir: proje gereksinimlerini anlamak için mal sahibi; projeyi analiz etmek, tasarlamak ve geliştirmek için tasarım ekibi; inşaatı yönetmek için yüklenici; ve işletme ve hizmetten çıkarma aşamalarında tesis yöneticisi. Latiffi vd. (2013) göre, YBM, inşaat öncesi, inşaat ve inşaat sonrası dahil olmak üzere bir inşaat projesinin tüm aşamalarında kullanılabilir. Bu çalışmada, inşaat öncesi, inşaat ve inşaat sonrası, bir inşaat projesinin üç ana aşaması olarak kabul edilmektedir. Çizelge 2.15'de, bir inşaat projesinde YBM uygulamasını gösterir ve inşaat öncesi, inşaat ve inşaat sonrası dahil olmak üzere her aşamayı ayrıntılı olarak açıklar. Bir inşaat projesinde YBM'in uygulanmasının daha etkili proje yönetimine katkıda bulunduğu gözlemlenebilir.

Bir projenin inşaat öncesi aşamasında, YBM'in faydaları arasında inşaat öncesinde tasarım çakışmalarının belirlenmesi, inşaat öncesinde bileşenlerin ön imalatının sağlanması, bir tesisin tüm parçalarının doğru geometrik temsili ve tasarım ve inşaat sırasında kararları daha iyi destekleyen daha yüksek hassasiyet sayılabilir (Leite vd. 2011).

Planlama aşamasında, Model Tabanlı Maliyet Tahmini, daha etkili inşaat maliyet tahmini yapılmasına olanak tanır. Bir projenin bir diğer önemli aşaması ise inşaat aşamasıdır. Bu aşamadaki faydalar arasında daha az yeniden çalışma, bilgi taleplerinde ve değişiklik siparişlerinde azalma, görselleştirme yoluyla müşteri memnuniyeti, aşamalandırma ve planlamada üretkenliğin artırılması, daha kolay bilgi alışverişi ile daha hızlı ve daha etkili inşaat yönetimi ve son olarak, bir projenin tüm yaşam döngüsü boyunca, tüm yaşam döngüsü maliyetlerinin kontrolü, entegre yaşam döngüsü verileri, kavramsal geliştirme boyunca yaygın olan değişikliklerin hızlı ve doğru bir şekilde güncellenmesi sayılabilir (Leite vd. 2011). YBM'in çeşitli inşaat aşamalarındaki rolü, Çizelge 2.15'te aşağıda özetlenmiştir.

Çizelge 2.15. Bir inşaat projesinde YBM'in kullanım alanları/faydaları

Proje Aşaması	Proje Aşaması	Kullanım
İnşaat Öncesi	Mevcut koşulların modellenmesi	➤ Mevcut koşulların belgelendirilmesinin doğruluğunu artırır.
	Planlama	➤ Program sıralaması veya aşamalandırma sorunlarını belirler.
	Tasarım	➤ Daha iyi iletişim ve daha hızlı tasarım kararları alınmasını kolaylaştırır. ➤ Çakışma tespiti ve çakışma analizi gerçekleştirir. ➤ Tasarım etkinliğini artırır.
	Planlama	➤ Proje yöneticisi ve yüklenicinin inşaat işlerinin sırasını, ekipmanları, malzemeleri görmesini ve ilerlemeyi tekrar takip etmesini sağlar
	Tahmin	➤ 3 boyutlu (3D) proje modelinden doğrudan kalkış, sayım ve ölçümlerin oluşturulmasını sağlar.
	Saha analizi	➤ Kamu hizmetleri talebi ve yıkım maliyetlerini azaltır.
İnşaat	İnşaat	➤ Erişim ve çıkış yolları, trafik akışı, saha malzemeleri ve makineler dahil olmak üzere inşaat sürecinin gösterilmesini sağlar. ➤ Maliyet kontrolü ve nakit akışının daha iyi takip edilmesini sağlar. ➤ İşlerin gerçek zamanlı olarak izlenmesini ve kaynakların daha hızlı akışını sağlar.
İnşaat sonrası	İşletme / Tesis yönetimi	➤ İnşa edilen varlıkları takip eder. Tesisleri proaktif olarak yönetir. Planlı bakım yapılmasını sağlar ve bakım geçmişinin incelenmesini sağlar.

➤ YBM'in benimsenmesinin gerçek faydaları

YBM kullanımının faydalarını anlamak için literatür kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. (Chan vd. 2019) Hong Kong inşaat sektöründe YBM uygulamasının algılanan faydalarını ve zorluklarını belirlemek ve değerlendirmek için bir araştırma yürütmüştür. Belirlenen temel faydalar arasında daha iyi maliyet tahmini ve kontrolü, verimli inşaat planlaması ve yönetimi ile tasarım ve proje kalitesinde iyileşme yer almaktadır. Alqahtani vd. (2022), Suudi Arabistan'daki yeşil bina inşaat sözleşmelerinde bina bilgi modellemesini değerlendirmiştir. Çalışma, Yeşil Binalarda YBM uygulamasının yedi faydasını ortaya koymuş ve sıralamıştır: Yüksek tasarım ve inşaat kalitesi, proje paydaşları arasında daha güvenilir ve zamanında bilgi alışverişi, Minimum toplam proje maliyeti, müteahhit ve tasarımcı anlaşmazlıklarının azaltılması, Minimum proje zaman çizelgesi, Azaltılmış proje riskleri ve Minimum değişiklik siparişleri. Katılımcılar, kalite iyileştirmesini en önemli fayda olarak algılamış, bunu doğruluk artışı,

bilgiye erişimin iyileştirilmesi ve iletişimin iyileştirilmesi izlemiştir. Çizelge 2.16 YBM uygulamasının gerçek faydalarını özetlemektedir.

Çizelge 2.16. YBM'in benimsenmesinin gerçek faydaları

Faydaları	Kaynak
Tasarımla İlgili Avantajlar	
Hızlı ve verimli tasarım süreci	(Cao vd. 2019)
Görselleştirmeyi iyileştirme	
Maliyet verimliliği sağlama	
Uluslararası işbirliğini mümkün kılma	
Kârlılığı artırın	
Teslimat hızını artırın	
Yeni proje türlerini mümkün kılın	
YBM, inşa edilmiş varlıkların tasarımı, planlaması ve bütçelendirilmesine destek sağlar.	(Latiffi vd. 2013)
YBM, mimarların evrimsel tasarım sürecini başlatmalarına yardımcı olacak bir platform sağlar	
YBM araçları tarafından sağlanan veritabanı kullanıldığında, mühendislerle daha az iletişim gerektirdiği için tasarım hızı artırılabilir	
4D model aracılığıyla inşaat sürecinin görselleştirilmesi, süreçlerin anlaşılmasını büyük ölçüde artırır ve inşaat sorunlarının yanı sıra bina varlıkları sürecinde olası sorunların tespit edilmesine yardımcı olur.	
Kalite İyileştirme Doğrulukta İyileştirme Bilgiye erişimin iyileştirilmesi Daha İyi İletişim Rekabet Gücünün Artırılması Entegre Çalışma Süreci Artan karlılık Zaman tasarrufu Azalan talep ve hukuk sorunları Azalan İletişim Maliyetleri	(Liu vd. 2010)
<i>İnşaatla ilgili faydalar</i> İnşaat programının uygulanabilirliği İnşaat güvenliğinin artırılması Etkili inşaat sıralaması, tutarlılık ve malzeme tedariki. Yapısal elemanların otomatikleştirilmiş üretimi/montajı sayesinde inşaat sürecinin hızlandırılması ve inşaat kalitesinin iyileştirilmesi	Al-Yami ve Sanni-Anibire (2021)
<i>İşle ilgili faydalar</i> Binaların daha iyi görselleştirilmesi ve anlaşılması, dolayısıyla müşteri memnuniyeti	Al-Yami ve Sanni-Anibire, (2021)

Çizelge 2.16. Devamı

Faydaları	Kaynak
<i>İşle ilgili faydalar</i> Binaların daha iyi görselleştirilmesi ve anlaşılması, dolayısıyla müşteri memnuniyeti	Al-Yami ve Sanni-Anibire, (2021)
<i>Finans ile ilgili faydalar</i> Genel proje maliyetinde azalma İletişim maliyetinde azalma (dış paydaşlara etkili bilgi dağıtımı) ve personel sayısında azalma	Al-Yami ve Sanni-Anibire, (2021)
<i>Performansla ilgili faydalar</i> Bilgi veritabanı, ev tipleri, kullanılan malzemeler, sürdürülebilir ev derecelendirme kodu ve müşteriler gibi bilgileri merkezi olarak depoladığından, bilgilerin etkili bir şekilde yeniden kullanılması. Geçmiş projelerden öğrenilen derslerin ve deneyimlerin şirket varlığı olarak depolanması. Şirket performansının iyileştirilmesi. Standart bina prototiplerinin saha koşullarına uyarlanması Bina işletimi ve tesis yönetimi için yaşam döngüsü verilerinin kullanılabilirliği (geliştirilmiş dokümantasyon). Ayrıca, yaşam döngüsü maliyet analizi Saha dışında mühendislik çalışmalarının yanı sıra saha içindeki işgücü girdisinin azaltılması (işgücü verimliliği ve ön imalat tasarrufu)	Al-Yami ve Sanni-Anibire, (2021)

Bu avantajlara rağmen, inşaat sektöründe YBM'in benimsenmesi birkaç zorlukla karşı karşıyadır. Bunlar arasında yüksek ilk uygulama maliyeti, eğitim ve beceri geliştirme ihtiyacı ve sektör profesyonelleri arasında değişime direnç sayılabilir (Aranda-Mena vd. 2009). Ayrıca, YBM'in hassas proje bilgilerinin birden fazla platform ve paydaş arasında paylaşılmasını gerektirmesi nedeniyle veri güvenliği ve fikri mülkiyet hakları konusunda endişeler bulunmaktadır (Jin vd. 2017).

2.3.2. YBM uygulamasındaki zorluklar

Birçok çalışma, gelişmekte olan ülkelerde YBM'in benimsenmesindeki zorlukları vurgulamıştır. Bu zorluklar arasında yüksek maliyetler, standartlaştırılmış süreçlerin olmaması, yetersiz eğitim ve sınırlı teknolojik altyapı sayılabilir (Olanrewaju vd. 2021; Tan ve Ayalp 2022). Ayrıca, yaygın benimsenme, yönetim desteği ve teşviklerin eksikliği nedeniyle sıklıkla engellenmektedir (Tan ve Ayalp 2022). Uyumlu yazılımların mevcudiyeti ve net veri alışverişi protokolleri gibi teknolojik faktörler, YBM'in başarılı bir şekilde uygulanması için kritik öneme sahiptir. Bu kaynakların eksikliği, YBM'in mevcut iş akışlarına entegrasyonunu engelleyebilir (Adetoro vd. 2025; Olanrewaju vd. 2021).

Gelişmekte olan ülkeler, sınırlı teknolojik altyapı, beceri eksikliği ve finansal

kısıtlamalar dahil olmak üzere YBM'in benimsenmesinde belirgin zorluklarla karşı karşıyadır (Chan vd. 2019). Bununla birlikte, Malezya, Brezilya ve Çin gibi ülkeler, hedefli stratejilerle önemli ilerlemeler kaydetmiştir (Ahmad Huzaimi Abd Jamil ve Fathi 2016; Wang 2018; Brühl 2024). Malezya'nın beş yıllık YBM yol haritası (2014-2019), yasal zorunluluklardan önce kapasite geliştirme ve pilot projelere vurgu yapmıştır (CIDB Malezya 2015). Bu kademeli yaklaşım, Gana ve benzer bağlamlar için değerli dersler sunmaktadır (Itanola vd. 2020). Çizelge 2.17, YBM uygulamasındaki temel zorlukları beş kategoriye ayırarak göstermektedir.

Çizelge 2.17. YBM uygulamasındaki temel zorluklar

Zorluluk	Açıklama	Kaynak
Bilgi ve Eğitim Eksiklikleri	Önemli bir engel, profesyonel YBM bilgisi ve eğitiminin eksikliğidir. Birçok gelişmekte olan ülke, profesyonellere gerekli YBM becerilerini kazandırmak için yeterli eğitim programlarına ve eğitim kurumlarına sahip değildir.	(Liu 2023; Girginkaya Akdag ve Maqsood 2020; Tan ve Ayalp, 2022).
Teknolojik ve Altyapı Zorlukları	YBM yazılımının kullanılabilirliği ve mevcut sistemlerle entegrasyonu kritik öneme sahip konulardır. Gelişmekte olan ülkeler genellikle etkili YBM uygulaması için gerekli teknolojik altyapı ve standartlaştırılmış süreçlerden yoksundur.	Adetoro vd. 2025; Kineber vd. 2023; Ismail vd. 2017
Maliyet ve Yatırım Endişeleri	YBM yazılımının yüksek maliyeti ve teknolojik yükseltmeler için gereken ilk yatırım, önemli zorlukları teşkil etmektedir. Gelişmekte olan ülkelerdeki birçok kuruluş, bu mali kısıtlamalar nedeniyle YBM'e yatırım yapmaktan çekinmektedir.	Liu 2023; Girginkaya Akdag ve Maqsood 2020
Kültürel ve Örgütsel Direnç	Kültürel faktörler ve yönetim desteğinin eksikliği, geleneksel yöntemlerden YBM'e geçişe karşı direnişe sıklıkla katkıda bulunur. Teşviklerin ve YBM'in faydalarının farkındalığının eksikliği, bu direnişi daha da artırır.	Tan ve Ayalp 2022; Kineber vd. 2023
Yasal ve Düzenleyici Zorluklar	İnşaat projelerinde YBM kullanımına ilişkin yasal çerçeve ve düzenlemelerin olmaması önemli bir zorluk oluşturmaktadır. Bu düzenleme eksikliği, YBM'in benimsenmesinde belirsizliklere ve tereddütlere yol açabilir.	Liu 2023

2.3.3. Gelişmekte olan ülkelerde YBM'in itici güçleri ve kolaylaştırıcıları

YBM yazılımının kullanılabilirliği, bilgi kaynakları ve standartlaştırılmış veri

setlerinin geliştirilmesi, YBM uygulamasının önemli itici güçleridir. Bu faktörler, paydaşlar arasında daha sorunsuz bir entegrasyon ve işbirliğini kolaylaştırır (Adetoro vd. 2025; Ariono 2022). Çizelge 2.18’de Gelişmekte olan ülkelerde YBM uygulamasının temel itici güçlerini ve kolaylaştırıcılarını göstermektedir. Ayrıca, Çizelge 2.19’da Gelişmekte olan ülkelerde YBM uygulamasının temel kolaylaştırıcıları göstermektedir.

Çizelge 2.18. Gelişmekte olan ülkelerde YBM uygulamasının temel itici güçleri.

Etkenler	Açıklama	Kaynak
Maliyet ve Zaman Verimliliği	YBM, gelişmekte olan ülkelerde benimsenmesi için kritik öneme sahip olan proje maliyetlerini ve teslimat sürelerini azaltmaya yardımcı olur.	Famakin vd. 2023; Babatunde vd. 2020
İletişim ve İşbirliğinin İyileştirilmesi	YBM'in paydaşlar arasındaki iletişimi geliştirme yeteneği, daha iyi proje sonuçları elde edilmesini kolaylaştıran önemli bir faktördür.	Babatunde vd. 2020
Teknolojik ve Süreç Entegrasyonu	Diğer araçlarla sorunsuz bir şekilde entegre olan YBM yazılımının mevcudiyeti ve standartlaştırılmış veri setlerinin geliştirilmesi, YBM'in uygulanması için çok önemlidir.	Adetoro vd. 2025
Hükümet Desteği ve Politikası	Hükümetin girişimleri ve desteği, gerekli kılavuzlar ve çerçeveler sağlayarak YBM'in benimsenmesini teşvik etmek açısından hayati önem taşır.	(Babatunde vd. 2020; Olanrewaju vd. 2021A)
Farkındalık ve Eğitim	YBM'in faydalarının farkındalığını artırmak ve paydaşlara eğitim sağlamak, YBM'in benimsenmesini teşvik etmek için çok önemlidir.	(Semaan vd. 2021; Zahedi 2022)

Çizelge 2.19. Gelişmekte olan ülkelerde YBM uygulamasının temel kolaylaştırıcıları

Etkenler	Açıklama	Kaynak
Ekonomik ve Süreç Faktörleri	Ekonomik faydalar ve süreç iyileştirmeleri, inşaat projelerindeki verimlilik ve sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu oldukları için güçlü kolaylaştırıcı faktörlerdir.	(Olanrewaju vd. 2021A)
Paydaşların İstekli Olması	Paydaşların YBM yöntemlerini öğrenme ve benimseme istekliliği, YBM'in başarılı bir şekilde uygulanması için çok önemlidir.	Al-Mohammad vd. 2022

İletişimi iyileştirme, maliyetleri düşürme ve verimliliği artırma potansiyeli, gelişmekte olan ülkelerde YBM'in uygulanmasının arkasındaki itici güçtür. Teknolojik kaynakların mevcudiyeti, paydaşların istekliliği ve hükümet desteği, önemli kolaylaştırıcı faktörlerdir. Bu faktörler ele alındığında, YBM'in benimsenmesi önemli ölçüde artırılabilir ve bu da daha sürdürülebilir ve verimli inşaat uygulamalarıyla sonuçlanabilir.

2.3.4. Zorlukların üstesinden gelmek için stratejiler

Literatürde, bilgi eksiklikleri, teknolojik ve altyapı sınırlamaları, finansal kısıtlamalar ve kültürel dirençlerin gelişmekte olan ülkelerde YBM'in uygulanmasını engellediği belirtilmektedir. Eğitim, politika desteği ve teknolojik yatırım yoluyla bu zorlukların üstesinden gelinmesi, gelişmekte olan ülkelerde YBM'in benimsenmesini ve faydalarını önemli ölçüde artırılabilir. Kineber (2023A) göre, YBM uygulamasındaki zorlukların üstesinden gelinmesi, gelişmekte olan ülkelerde bir projenin uzun vadeli sürdürülebilirliğine %40,7 oranında katkıda bulunmaktadır. Bu bağlamda, bu zorlukların üstesinden gelinmesi için aşağıda ayrıntılı olarak açıklanan eğitim ve öğretimin yanı sıra hükümet ve politika desteği ile teknolojik yatırım gereklidir.

Özel eğitim programları oluşturmak ve YBM'i akademik müfredata entegre etmek, profesyoneller arasında gerekli becerilerin geliştirilmesine yardımcı olabilir (Girginkaya Akdag ve Maqsood 2020; Tan ve Ayalp 2022). Ayrıca, hükümet ve politika desteği ile net politikalar geliştirilmesi ve YBM'in benimsenmesi için teşvikler sağlanması, kuruluşların YBM'e geçişini teşvik edebilir (Adetoro vd. 2025; Ariono vd. 2022). Dahası, gerekli teknolojik altyapıya yatırım yapmak ve uyumlu yazılımların kullanılabilirliğini sağlamak, YBM'in daha sorunsuz bir şekilde uygulanmasını kolaylaştırabilir (Adetoro vd. 2025; Kineber 2023).

Stratejik planlama, riskleri azaltmak ve YBM'in benimsenmesinden elde edilen faydaları en üst düzeye çıkarmak için çok önemlidir. Etkili planlama, proje kilometre taşları, düzenleyici sistemler ve projelerde işbirliği ve entegrasyon düzeyi arasındaki ilişkileri anlamayı içerir (Olugboyega ve Windapo 2022). Bir diğer önemli faktör ise Aşamalı Yol Haritalarıdır. Mısır'da görüldüğü gibi YBM'i aşamalı olarak uygulamak, YBM'in başarılı bir şekilde uygulanması için hayati önem taşıyan araştırma ve geliştirme yatırımları, üst yönetim desteği ve finansal destek gibi kritik başarı faktörlerinin (KSF) önceliklendirilmesine yardımcı olmaktadır (Akal vd. 2022).

Kıyaslama ve değerlendirme modelleri de önemli stratejilerdir. Değerlendirme şablonları ve kıyaslama modelleri oluşturmak, gelişmekte olan ülkelerdeki firmaların YBM uygulama süreçlerini değerlendirip iyileştirmelerine yardımcı olabilmektedir. Bu yöntemler, ilerlemeyi ölçmek ve sorunları belirlemek için bir çerçeve sağlar (Olawumi ve Chan 2019). AEC sektöründeki profesyonellerin bilgi eksikliklerini gidermek ve becerilerini güçlendirmek için eğitim ve öğretime yatırım yapmak gereklidir. Bu, nitelikli işgücü yetiştirmek için YBM eğitim programlarına ve kaynaklarına erişim sağlamayı içermektedir (Akdag ve Maqsood 2020).

Gelecekteki yönelimleri ve önerileri etkileyebilecek birkaç faktör vardır. YBM'in inşaat projelerinde sürdürülebilirliği iyileştirmedeki rolünün sürdürülebilirliği ve uzun vadeli benimsenmesi önemlidir. Mısır inşaat sektöründe görüldüğü gibi, uygulama zorluklarının aşılması uzun vadeli sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olabilir (Kineber

2023A). Ayrıca, politika yapıcılar ve paydaşların katılımıyla, YBM uygulamasını yerel endüstri ihtiyaçlarıyla uyumlu hale getirmek için açık kılavuzlar, standart sözleşmeler ve risk dağıtım çerçeveleri geliştirilmelidir (Al-Mohammad vd. 2022).

Gelişmekte olan ülkelerde YBM'in uygulanması hem zorluklar hem de fırsatlar sunmaktadır. Yüksek maliyetler, eğitim eksikliği ve teknolojik sınırlamalar gibi zorlukların aşılması, başarılı bir benimseme için gereklidir. Stratejik planlama, eğitim ve kıyaslama modelleri oluşturmak, etkili YBM uygulamasını destekleyebilecek ve nihayetinde daha iyi proje sonuçları ve sektörde ilerleme sağlayabilecek temel stratejilerdir (Olawumi ve Chan 2019; Girginkaya Akdag ve Maqsood 2020; Olanrewaju vd. 2021; Olugboyega ve Windapo 2022; Adetoro vd. 2025).

2.4. Gana'daki İnşaat Sektörüne Genel Bakış

Gana'daki inşaat sektörü, son yıllarda GSYİH'nın yaklaşık %15'ini oluşturarak ve yaklaşık 420.000 kişiye istihdam sağlayarak ulusal ekonomi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (U.S. Commercial Service 2025). Bu sektör, binalar, yollar, köprüler, demiryolları ve sanitasyon sistemleri gibi yapıların inşası, onarımı ve bakımı gibi faaliyetleri içerir. Anahtar alt sektörler arasında konut ve kentsel gelişim, su ve kanalizasyon altyapısı ve ulaşım ağları bulunmaktadır (Owoo ve Lambon-Quayefio 2020). Sektör, diğer sektörlerle güçlü geriye ve ileriye dönük bağlantılara sahiptir ve genel ekonomik büyümeyi artıran çarpan etkileri yaratmaktadır (Osei 2020). Devletin ödemelerindeki gecikmeler ve artan malzeme maliyetleri gibi zorluklarla karşı karşıya olmasına rağmen, sektör dirençli olmaya devam etmektedir.

İnşaat faaliyetlerinin önemli bir göstergesi olan çimento talebi, 2010 yılında 4,8 milyon metrik tondan 2012 yılında 5,5 milyon metrik tona yükselerek sürdürülebilir bir büyüme göstermiştir (Owoo ve Lambon-Quayefio 2020). Agenda 111 hastane projesi, Petrol Merkezi (Petroleum Hub), demiryolu genişletme ve hükümetin “Big Push” altyapı yatırımları gibi girişimler, sektördeki yatırım ve kalkınmayı teşvik etmede kritik rol oynamaktadır (Citi Newsroom 2024; U.S. Commercial Service 2025; Petroleum Hub Development Corporation 2025; Ministry of Finance 2025; Investment Times 2025; Ecofin Agency 2025). Şekil 2.16 Gana haritasını göstermektedir.



Şekil 2.16. Gana Haritası

➤ Yapı ve özellikler

Gana inşaat sektörü, çeşitli teknolojik ve operasyonel kapasiteye sahip küçük ve orta ölçekli firmalar (KOBİ'ler) başta olmak üzere çeşitli organizasyonel birimlerden oluşan karmaşık bir ekosistemdir. Daha gelişmiş inşaat pazarlarından farklı olarak, Gana'nın inşaat sektörü önemli bir kayıt dışı sektör ve çeşitli organizasyonel yapıya sahiptir.

➤ Zorluklar ve fırsatlar

Gana'daki inşaat sektörü, ülkenin ekonomik büyümesine büyük katkı sağlayan önemli bir sektördür. Gana'nın GSYİH'sına en büyük katkı sağlayan ikinci sektör olarak, ekonomik faaliyetleri ve büyümeyi teşvik etmedeki hayati rolünü vurgulamaktadır (Frimpong vd. 2020). Önemine rağmen, sektör ödeme gecikmeleri, siyasi müdahale ve kredi elde etmedeki zorluklar gibi, özellikle küçük ve orta ölçekli inşaat firmalarını etkileyen birçok zorlukla karşı karşıyadır (Moo ve Eyiah 2020). Küreselleşme nedeniyle yabancı firmaların rekabeti de yerel müteahhitlerin kamu ihalelerinde etkili bir şekilde rekabet etmesini zorlaştırmıştır (Assibey-Mensah 2009). Ayrıca, sektör vasıflı işçi eksikliği, emek yoğun yöntemlere bağımlılık ve zayıf düzenleyici çerçevelerle mücadele etmektedir ve bunların tümü sağlık ve güvenlik yönetimine önemli zorluklar getirmektedir (Boadu vd. 2020).

Ayrıca, Gana'daki inşaat sektörü geleneksel olarak, gelişme yolunu şekillendiren sömürge dönemi bağımlılıkları ve Soğuk Savaş dinamikleri gibi dış faktörlerden etkilenmiştir (Stanek 2024). Bu zorluklara rağmen, sektör, özellikle inovasyon, insan

kaynakları geliştirme ve sektördeki yüksek standartları denetlemek ve teşvik etmek için bir inşaat sektörü geliştirme kurulu oluşturulması yoluyla önemli büyüme fırsatları sunmaktadır (Frimpong vd. 2020; Arthur-Aidoo vd. 2016). Genel olarak, inşaat sektörü Gana ekonomisinin hayati bir parçası olmaya devam etmekte ve uygun şekilde desteklenip reformdan geçirilirse, daha fazla ekonomik büyüme ve kalkınmayı teşvik etme potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, inovasyon, insan kaynakları geliştirme ve politika uygulamalarına yönelik stratejik yatırımlar yoluyla iyileştirme fırsatları bulunmaktadır (Frimpong vd. 2020).

➤ Ortaya çıkan eğilimler ve itici güçler

Gana'daki inşaat sektörü, diğer sektörlerle olan bağlantıları sayesinde istihdama önemli katkı sağlıyor, yoksulluğun azaltılmasına ve ekonomik büyümenin hızlanmasına yardımcı oluyor (Arthur-Aidoo vd. 2016). Ancak sektör, kredi olanaklarına erişimde zorluklar ve yolsuzluk ve çalışan yönetimi ile ilgili sorunlar gibi zorluklarla karşı karşıyadır (Arthur-Aidoo vd. 2016). Bu sorunlar, sektörün performansını ve sosyo-ekonomik kalkınmadaki rolünü iyileştirmek için kapasite geliştirme ve güçlü politika girişimlerinin geliştirilmesi gibi stratejik eylemler gerektirmektedir (Osei 2013).

Ayrıca, Gana inşaat sektöründe ortaya çıkan eğilimler, çevresel bozulma ve teknolojik yenilik gibi itici faktörler ile toplumsal kalkınma ve ekonomik büyüme gibi çekici faktörler tarafından yönlendirilmektedir. Bu eğilimler, güçlü bir inşaat sektörünü teşvik etmek için teknolojik gelişmeler ile sosyoekonomik hedefler arasında denge kurmanın önemini vurgulamaktadır (Mustapha vd. 2024). Ayrıca, ihale süreçlerindeki zorluklar da 2019 yılında Gana Elektronik İhale Sisteminin (GHANEPS) kurulmasına katkıda bulunmuş ve daha sonra Ekim 2023'te zorunlu hale getirilmiştir (PPA 2023).

➤ COVID-19'un Etkisi

COVID-19 salgını, Gana'daki inşaat sektörünü önemli ölçüde etkilemiş, sınırların kapatılması nedeniyle iş hızının düşmesine, ödemelerin gecikmesine ve malzeme maliyetlerinin artmasına neden olmuştur. İnşaat firmaları, KKD sağlama ve düzenli sağlık kontrolleri yapma gibi sağlık önlemleri olarak bu duruma yanıt vermiştir (Agyekum vd. 2021).

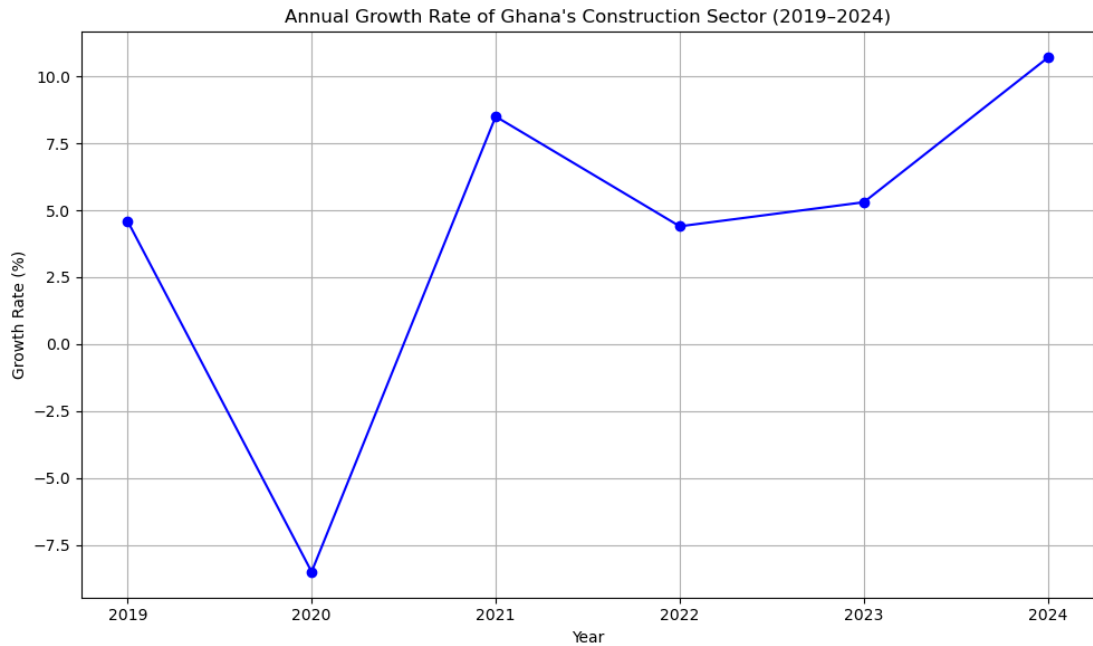
➤ Ekonomik önemi

Gana'daki inşaat sektörü, ülke ekonomisinin önemli bir parçasıdır ve ülkenin GSYİH'sına ve endüstriyel üretimine önemli katkılar sağlamaktadır. GSYİH'ya en büyük ikinci katkı sağlayan sektör olup, ekonomik faaliyetlerde önemli bir rol oynamaktadır (Frimpong vd. 2020; Osei 2013). Sektör, ekonomik büyümenin önemli bir itici gücü olarak kabul edilmektedir. Araştırmalar, inşaat sektöründeki büyümenin, GSYİH büyümesi ile Granger nedensel ilişkisiyle gösterildiği gibi, genel ekonomik büyümeye yol açabileceğini göstermektedir (Anaman ve Osei-Amponsah 2007; Osei 2013). Son yıllarda, yaklaşık 8 milyar dolarlık Gana inşaat sektörü, ülkenin yıllık GSYİH'sinin %15'inden fazlasını oluşturmaktadır. Bu sektörde yaklaşık 420.000 kişi istihdam edilmektedir. Gana pazarında tahmini 2.500 aktif bina ve inşaat müteahhidi faaliyet göstermektedir (Essilfie-Baiden 2020; Osei 2013). Gana inşaat sektörünün 2010'dan 2025'e kadar GSYİH'ye katkısı Çizelge 2.20'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Ayrıca Şekil

2.17'de Gana inşaat sektörünün 2020'den 2024'e kadar büyüme oranını göstermektedir.

Çizelge 2.20. Gana inşaat sektörünün 2019'dan 2024'e kadar GSYİH'sına katkısı

Yıl	İnşaat Sektörü Büyüme Oranı (%)	Not	Kaynak
2019	4	Sanayi sektörünün bir parçası (GSYİH'nin %34,2'si)	GSS Yıllık GSYİH Raporu 2019
20	-8,5	COVID-19'un etkisiyle geçen yıl	[GSS GSYİH Raporu 2020]
20	%	Toparlanma yılı	[GSS GSYİH Raporu 2021]
2022	%	İlımlı büyüme	[GSS GSYİH Raporu 2022]
2023	5,3	İyileşmenin devamı	[GSS GSYİH Raporu 2023]
2024	10,7	Güçlü büyüme, sanayiye önemli katkı	(GSS 2024 4. Çeyrek Bülteni, World Bank 2025)



Şekil 2.17. Gana İnşaat Sektörünün Büyüme Oranı (2020-2024)

➤ Sağlık ve güvenlik endişeleri

Kazalar ve tehlikeler, sektörde kritik sorunlar olmaya devam etmekte ve proje gecikmelerine ve maliyet artışlarına yol açmaktadır. Kaza oranlarını düşürmek ve sektörün genel performansını iyileştirmek için inşaat sağlığı ve güvenliği uygulamalarının daha sıkı bir şekilde uygulanması gerekmektedir (Osei-Asibey vd. 2023; Boadu vd. 2020). Gana'daki inşaat sektörü, ekonomiye önemli katkı sağlayan hayati bir sektördür. Finansal sınırlamalar ve sağlık ve güvenlik endişeleri gibi zorluklarla karşı karşıya olmasına rağmen, sektörün büyüme ve gelişme potansiyeli oldukça yüksektir.

Stratejik eylemler, politika iyileştirmeleri ve inovasyon ve beceri geliştirmeye odaklanmak, sektörün tam potansiyelini ortaya çıkarmak için kilit öneme sahiptir.

➤ İhale ve tedarik zorlukları

Gana'daki yerel inşaat firmaları, finansman sorunları, rüşvet, yolsuzluk, yabancı rekabet, ihale kapasitesi eksikliği, ödeme gecikmeleri ve zahmetli ihale süreçleri dahil olmak üzere kamu alım sistemlerinde önemli zorluklarla karşı karşıyadır (Amoah ve Shakantu 2019). (Laryea 2008) tarafından yapılan bir araştırma, Gana'daki bir kamu inşaat projesinin ihale süreci ve performansının, değişiklikler ve yetersiz tasarım nedeniyle projenin beklenen maliyetini %18 ve planlanan süresini %210 aştığını ortaya koymuş ve alternatif bir ihale mekanizması önermiştir (Laryea 2008). Gana'nın ihale sisteminde, ihale süreçlerinde adalet, şeffaflık ve hesap verebilirliği artırmak için daha iyi kaynak tahsisi, daha fazla şeffaflık önlemi ve daha güçlü hesap verebilirlik mekanizmaları gerekmektedir (Asare vd. 2025). Gana'daki devlet konut projelerindeki gecikmeler, temel olarak ödeme gecikmeleri, enflasyon, fiyat artışları, yetersiz fonlar, değişiklik siparişleri ve kötü finansal ve sermaye piyasası koşullarından kaynaklanmaktadır (Amoatey vd. 2015).

Ayrıca, Gana'nın inşaat sözleşmelerindeki etik suistimaller arasında yolsuzluk, dolandırıcılık ve rüşvet yer almaktadır, bu da bu sorunları çözmek için acil müdahalelerin gerekliliğini vurgulamaktadır (Agyekum vd. 2021). Proje prosedürleri ve proje yönetimi gibi dış faktörler, Gana'nın kamu işçiliği temelli inşaat projelerinde yüklenici seçim aşamasının başarısını büyük ölçüde etkilemektedir (Barajei 2024). Kültürel, müşteri, yüklenici ve proje özellikleri Ganalı inşaat sektöründe ihale fiyatlarını olumlu yönde etkilerken, dolandırıcılık özellikleri olumsuz etki yaratmaktadır (Kissi vd. 2017). Gana'daki kamu bina projelerinde zaman aşımına yol açan beş temel faktör, ara ödemelerde tekrarlanan temerrütler, hükümetin geciken ödemeler için faiz ödemeyi reddetmesi, uzun ödeme süreçleri ve ek fonların ayarlanmasındaki zorluklardır (Asiedu ve Alfen 2016).

Gana'da yol yapımında gecikmelerin beş ana nedeni, finansman ve iş sahipleri tarafından tamamlanan işlerin ödemelerinde gecikmeler, müteahhitlerin yetersiz deneyimi, inşaat sırasında kapsam değişiklikleri ve proje kalemleri için esnek olmayan fon tahsisi (Amoatey ve Ankrah 2017). Gana'da devlet tarafından finanse edilen inşaat projelerinde gecikmelere neden olan başlıca faktörler arasında uzun bürokratik süreçler, değişiklik emirleri, nakit akışı sorunları, gevşek tutumlar, karar verme gecikmeleri, yetersiz tesis ve ekipman verimliliği ve likidite sıkıntıları sayılabilir (Ampadu-Asiamah ve Ampadu-Asiamah 2013). Gana'daki kamu sektörü projelerinde gecikmelere ayrıca siyasi müdahale, geç ödemeler, partizan siyaset, bürokrasi, yolsuzluk, yetersiz denetim, proje liderlerinin taahhüt eksikliği, zayıf planlama ve hükümet değişiklikleri de neden olmaktadır (Damoah ve Kumi 2018). Gana kamu sektörü projelerinde ödeme gecikmelerinin kritik nedenleri arasında sertifikasyon gecikmeleri, zayıf finansal yönetim, müşteri ödeme gecikmeleri, belirsiz sözleşme hükümleri ve taraflar arasındaki çatışmalar sayılabilir (Wuni vd. 2017). Ganalı kamu projelerinde inşaat süresinin aşılmasının temel nedenleri arasında finansal sorunlar, gerçekçi olmayan sözleşme süreleri, kötü tanımlanmış proje kapsamı, müşteri tarafından başlatılan değişiklikler, danışmanlar tarafından maliyetlerin hafife alınması, yetersiz denetim ve gözetim ve standartların altında inşaat yöntemleri bulunmaktadır (Famiyeh vd. 2017; Ametepey vd.

2017).

Gana'daki inşaat projelerinde gecikmelere neden olan en önemli üç faktör, inşaat malzemesi kıtlığı, yetersiz şantiye yönetimi uygulamaları ve yetersiz denetimdir (Addo 2015). Gana'daki yol inşaatı projelerinde gecikmelerin en önemli beş nedeni, ödeme sertifikalarındaki gecikmeler, ekipman arızaları, malzeme kıtlığı, yetersiz şantiye yönetimi ve malzemelerin şantiyeye geç teslim edilmesidir (Aforla vd. 2016). Gana inşaat sektöründeki başlıca zorlukla Çizelge 2.21'da özetlenmiştir.

Çizelge 2.21. Gana inşaat sektöründeki önemli zorluklar

Önemli Zorluklar	Kaynak
Finansman, rüşvet, yolsuzluk, yabancı rekabet, ihale kapasitesi eksikliği, ödeme gecikmeleri ve zahmetli ihale süreçleri	(Amoah ve Shakantu, 2019)
Ödeme gecikmeleri, enflasyon, fiyat artışları, yetersiz fonlar, değişiklik siparişleri ve zayıf finansal/sermaye piyasası koşulları	(Amoatey vd. 2015)
Finansal sorunlar, gerçekçi olmayan sözleşme süreleri, yetersiz tanımlanmış proje kapsamı, müşteri tarafından başlatılan değişiklikler, danışmanlar tarafından proje maliyetinin düşük tahmin edilmesi, yetersiz denetim/gözetim, yetersiz inşaat yöntemleri	(Famiyeh vd. 2017)
Yolsuzluk, dolandırıcılık ve rüşvet dahil etik suistimaller	(Agyekum vd. 2021)
Yabancı rekabet, ihaleye girme kapasitesinin eksikliği, müteahhitlerin yetersiz deneyimi	(Amoah ve Shakantu 2019)
Zorlu ihale süreçleri, uzun bürokratik süreçler, uzun ödeme süreçleri	(Ampadu-Asiamah ve Ampadu-Asiamah 2013)
Proje, değişiklikler ve yetersiz tasarım nedeniyle beklenen maliyetini %18, planlanan süresini ise %210 aştı	(Laryea 2008)
İnşaat sırasında kapsamda değişiklikler, kötü tanımlanmış proje kapsamı	(Amoatey ve Ankrah 2017)
Yetersiz denetim, yetersiz şantiye yönetimi uygulamaları, yetersiz denetim/gözetim	(Addo 2015)
Proje prosedürleri ve proje yönetimi gibi dış faktörler yüklenici seçim aşamasını etkiler	(Barajei 2024)
Siyasi müdahaleler, ödemelerde gecikmeler, partizan siyaset, bürokrasi, yolsuzluk, yetersiz denetim, proje liderlerinin taahhüt eksikliği, yetersiz planlama, hükümet değişikliği	(Damoah ve Kumi 2018)
İnşaat malzemesi kıtlığı, ekipman arızası	(Aforla vd. 2016)

Zorluklar, finansman sorunları, yolsuzluk ve etik ihlaller, rekabet ve kapasite eksikliği, süreç verimsizlikleri, tasarım ve kapsam sorunları, yönetim ve denetim, dış faktörler, siyasi ve bürokratik sorunlar ile malzeme ve ekipman sorunları ile ilgilidir. (Olanrewaju ve Abdul-Aziz 2015; Afolabi vd. 2019) Kağıt tabanlı süreçlere ve 2D çizimlere büyük ölçüde dayanan geleneksel ihale yöntemleri, modern inşaat projelerinin karmaşıklığını yeterince yönetememektedir.

➤ **Gana'nın inşaat sektöründe dijitalleşme çabaları - mevcut dijitalleşme girişimlerine genel bakış**

Dijitalleşme, verimlilik, şeffaflık ve sürdürülebilirliği artırmayı amaçlayan çeşitli girişimlerle Gana'nın inşaat sektörünü giderek daha fazla etkilemektedir. Sektör, gelişmiş dijital araçlar ve platformlar kullanmaya başlamış olsa da, beceri eksikliği, yüksek maliyetler ve sınırlı altyapı gibi sorunlar hala yaygın olarak benimsenmesini engellemektedir.

➤ **Önemli dijitalleşme girişimleri**

Gana inşaat sektörü, üretkenliği, sürdürülebilirliği ve verimliliği artırmak için dijital dönüşümü benimsiyor. Önemli girişimler arasında, üretim süreçlerini iyileştiren ve malzeme kullanımını optimize eden Endüstri 4.0 ve Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojilerinin uygulanması yer almaktadır. Yapı Bilgi Modellemesi (YBM), projelerin ayrıntılı dijital modellerini oluşturmak için giderek daha fazla kullanılıyor ve daha iyi planlama ve ekip çalışmasını destekliyor. Otomasyon ve robotik, prosedürleri kolaylaştıran ve işçilik maliyetlerini azaltan akıllı inşaat araçları olarak hizmet ediyor. E-İhale sistemleri, ihalede şeffaflığı ve verimliliği artırırken, dijital proje yönetimi araçları izleme ve iletişimi geliştirir. Ayrıca, profesyonellere bu dijital teknolojileri etkili bir şekilde kullanmak için gerekli becerileri kazandırmak amacıyla kapasite geliştirme ve eğitime büyük önem verilmektedir. Bu çabalar sayesinde sektör modernleşmekte, rekabet gücü ve mevcut talepleri karşılama kabiliyeti artmaktadır. Gana inşaat sektöründeki önemli dijitalleşme girişimleri aşağıda açıklanmaktadır.

➤ **Endüstri 4.0 ve inşaat 4.0 teknolojileri**

Gana'nın inşaat sektörü, IoT, YBM, artırılmış gerçeklik (AR) ve akıllı inşaat araçları dahil olmak üzere Endüstri 4.0 ve İnşaat 4.0 (C4.0) teknolojilerini benimsiyor. Bu teknolojiler, proje verimliliğini, sürdürülebilirliği ve politika uyumluluğunu iyileştirme potansiyelleriyle bilinmektedir ve akıllı inşaat, yerel profesyoneller arasında en çok tercih edilen teknolojidir (Maqbool vd. 2022; Tetteh-Agblakah 2025).

➤ **E-İhale Sistemleri**

E-İhale, hem kamu hem de özel inşaat projelerinde şeffaflığı artırmak, maliyetleri düşürmek ve operasyonel verimliliği artırmak için benimsenmiştir. Araştırmalar, %10-15 oranında maliyet tasarrufu ile şirket karlılığı ve rekabet gücü üzerinde olumlu bir etki olduğunu göstermektedir. Ancak, güvenilir olmayan enerji tedariki ve değişime direnç gibi zorluklar hala devam etmektedir (Addy vd. 2024; Nimako-Boateng 2025).

➤ **Yapay Zeka (AI) Uygulamaları**

AI, Gana inşaat sektöründe proje yönetimi, tasarım, planlama, güvenlik yönetimi ve tedarik zinciri optimizasyonuna entegre edilmiştir. Kullanımı, daha yüksek verimlilik, iyileştirilmiş güvenlik ve azaltılmış çevresel etkilerle bağlantılıdır. Ana odak alanları arasında inşaat izleme ve enerji verimliliği bulunmaktadır (Mustapha vd. 2024B).

➤ **Dijital risk yönetimi araçları**

Dijital araçlar, özellikle sağlık ve güvenlik tehlikeleri, teknolojik arızalar ve tedarik zinciri kesintileriyle başa çıkmak için risk yönetiminde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu araçlar, projelerin zamanında ve bütçe dahilinde tamamlanmasını, daha iyi mevzuata uygunluk ve üretkenlik sağlanmasını desteklemektedir (Mustapha vd. 2024B).

➤ Avantajlar ve zorluklar

Gana'nın inşaat sektöründe dijitalleşme, sayısız fayda sağlarken, aynı zamanda çeşitli zorluklarla da karşı karşıyadır. Bu faydalar arasında, YBM ve proje yönetimi yazılımı gibi dijital araçların gerçek zamanlı planlama ve izlemeyi mümkün kılarak hataları ve gecikmeleri azaltmasıyla artan verimlilik yer almaktadır. Dijital çözümlerin hassas ölçümler ve veri işlemeyi garanti etmesi, doğruluğun artması da bir başka önemli avantajdır. Ayrıca, dijitalleşme, kesintisiz bilgi paylaşımı ve iletişim platformları aracılığıyla paydaşlar arasında daha iyi işbirliğini teşvik eder. Ayrıca, kaynak kullanımını optimize ederek, israfı azaltarak ve gelişmiş izleme ve tahmine dayalı analitik yoluyla güvenliği artırarak sürdürülebilirliği destekler (Dogbey 2021; Sawhney vd. 2023).

Ancak, Gana'nın inşaat sektöründeki dijitalleşme çabaları da çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. Dijital teknolojilere yapılan ilk yatırımın maliyetli olabileceği için finansal kısıtlamalar önemli bir engeldir. Bazı firmaların farkındalık eksikliği veya algılanan karmaşıklık nedeniyle yeni teknolojileri benimsemekte tereddüt etmeleri de benimsenme zorlukları oluşturmaktadır. Yetersiz eğitim ve teknik destek gibi kurumsal ve bilgi zorlukları, dijital çözümlerin etkili bir şekilde uygulanmasını engellemektedir. Eski düzenlemeler ve kuruluşlar içindeki değişime direnç gibi düzenleyici ve örgütsel zorluklar da önemli zorlukları oluşturmaktadır (Maqbool vd. 2022).

Bu zorluklara rağmen, Gana çeşitli dijitalleşme girişimleriyle önemli adımlar atmaktadır. Endüstri 4.0 ve IoT teknolojilerinin benimsenmesi, malzeme kullanımının optimize edilmesine ve üretim süreçlerinin iyileştirilmesine yardımcı olmaktadır. YBM, projelerin ayrıntılı dijital temsilleri için giderek daha fazla kullanılmakta ve daha iyi planlama ve işbirliğini kolaylaştırmaktadır. Otomasyon ve robotik gibi akıllı inşaat teknolojileri, süreçleri kolaylaştırmakta ve işçilik maliyetlerini düşürmektedir. Dijital proje yönetimi araçları izleme ve iletişimi iyileştirirken, e-İhale sistemleri İhale de şeffaflığı ve verimliliği artırmaktadır. Ayrıca, profesyonellere bu dijital teknolojileri etkin bir şekilde kullanmak için gerekli becerileri kazandırmak amacıyla eğitim ve kapasite geliştirmeye büyük önem verilmektedir (Dogbey 2021; Sawhney vd. 2023). Avantajlar ve zorluklar aşağıda özetlenmiştir. Avantajlar şunlardır:

- Verimlilik artışı ve zaman tasarrufu (öngörülen %21-30) (Tetteh-Agblakah 2025).
- Şeffaflık ve rekabet gücünde artış (Nimako-Boateng 2025; Addy vd. 2024).
- Daha iyi risk yönetimi ve mevzuata uygunluk (Mustapha vd. 2024A)
- Sürdürülebilir inşaat uygulamalarına destek (Maqbool vd. 2022; Musarat vd. 2022; Mustapha vd. 2024A).

Zorluklar ise şunlardır:

- Nitelikli işgücü ve dijital okuryazarlık eksikliği (Maqbool vd. 2022; Tetteh-Agblakah 2025; Kissi vd. 2024).
- Yüksek başlangıç maliyetleri ve sınırlı teknolojik altyapı (Tetteh-Agblakah 2025).

- Teknolojik değişime direnç ve güvenilir olmayan enerji tedariki (Nimako-Boateng 2025; Tetteh-Agblakah 2025).
- Dijital araçlar konusunda daha fazla farkındalık ve eğitim ihtiyacı (Mustapha vd. 2024A; Kissi vd. 2024).

Proje yöneticileri ve profesyonellerin dijital dönüşümü etkili bir şekilde yönetmek için gelişmiş teknik bilgi, liderlik ve kişilerarası becerilere sahip olmaları önerilir. Kapasite ve hazırlık oluşturmak için eğitim programları ve teknoloji sağlayıcılarla işbirliği çok önemlidir (Kissi vd. 2024; Tetteh-Agblakah 2024). Paydaşların, dijital dönüşümü hızlandırmak ve faydalarını en üst düzeye çıkarmak için işgücü eğitimi, dijital altyapı ve destekleyici politikalara yatırım yapmaları teşvik edilmektedir (Kissi vd. 2024; Tetteh-Agblakah 2025).

Gana'nın inşaat sektörü, Endüstri 4.0 teknolojileri, e-ihale, yapay zeka ve dijital risk yönetimi araçlarının benimsenmesi yoluyla dijitalleşmede önemli adımlar atmaktadır. Bu girişimler verimlilik, şeffaflık ve sürdürülebilirlik açısından açık faydalar sağlasa da, beceri eksiklikleri, altyapı sorunları ve değişime direnç nedeniyle tam potansiyellerini gerçekleştirememektedir. Sektörde dijital dönüşümü ilerletmek için eğitim, altyapı ve destekleyici politikalara stratejik yatırım yapmak çok önemlidir.

2.4.1. Kamu İhale/İhale Uygulamaları ve Prosedürleri

Bu bölümde, kamu ihaleleri/İhale uygulamaları ve prosedürleri eleştirel bir bakış açısıyla incelenmektedir. Bu araştırmada, İhale, ihale ve teklif verme eşanlamlı olarak kullanılmaktadır.

Kuşkusuz, ihale ve İhale, genellikle rekabetçi teklif yoluyla mal, hizmet veya işlerin satın alınması için çok önemlidir. Bu süreçler, inşaat proje yönetiminde hayati aşamalardır ve hem kamu hem de özel sektörde şeffaflık, verimlilik ve paranın karşılığını almayı sağlamaya yardımcı olur. Sonuç olarak, birçok araştırmacı destekleyici kanıtlar sunmuştur. Bunlar arasında öne çıkanlar şunlardır: (Kusumarukmi ve Adi 2019), "Yüklenicilerin seçimi ve değerlendirilmesi, özellikle hükümet tarafından yürütülen kamu inşaat projeleri için önemli bir rol oynar ve büyük dikkat gerektirir. Yüklenici değerlendirme ve seçimi, inşaat süreçlerinin başarısından sorumlu devlet kurumları için önemli ve anlamlıdır" (Simon vd. 2020) "PPP projelerinin ihale aşaması karmaşık, uzun süren ve pahalıdır ve rekabeti ve paranın karşılığını (VfM) olumsuz etkileyebilir" (Mohamad vd. 2010) "Bir inşaat projesinin başarılı bir şekilde yürütülmesi, ihale süreçleri sırasında doğru kararların alınmasından büyük ölçüde etkilenir" (Liu vd. 2016) "Kamu-Özel Ortaklıklarının (PPP) başarısı büyük ölçüde ihale süreçlerinin performansına bağlıdır." Bu kanıtlar, paydaşların bir projenin başarısını belirleyen ihale aşamasına dikkatle odaklanmaları gerektiğini göstermektedir. İhaleyi daha iyi anlamak için, tanımını incelemek faydalı olacaktır. Peki, ihale tam olarak nedir?

İhale ve tedarik, araştırmacılar ve kuruluşlar tarafından çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. Bunlar arasında dikkat çeken bir tanım şöyledir: "İhale, bir teklif, teklif veya öneri sunma veya bir davet veya ihale talebine yanıt olarak ilgi gösterme sürecidir.

Genellikle mal veya hizmet temini için yapılan bir ihale talebine yanıt olarak yüklenici tarafından bir teklif sunulmasını içerir.”

Kamu alımları, hükümetler ve kamu iktisadi teşebbüsleri tarafından mal, hizmet ve projelerin satın alınmasını içerir. Kamu alımları vergi mükelleflerinin paralarının önemli bir kısmını kullandığından, hükümetlerin bunları verimli bir şekilde gerçekleştirmeleri ve kaliteli hizmet sunumunu sağlamak ve kamu yararını korumak için yüksek davranış standartlarını korumaları beklenmektedir (OECD 2023). Chartered Institute of Procurement and Supply (CIPS), İhaleyi, bir kuruluşun tedarik zincirlerini karlı ve etik bir şekilde işletmesine yardımcı olan mal ve hizmetlerin satın alınması olarak tanımlamaktadır (CIPS 2025). "Mal ve hizmetlerin satın alınması, bir bakanlık/kurum/bölgesel birim/diğer kurum tarafından mal/hizmet elde etmek için gerçekleştirilen bir faaliyettir" (Kusumarukmi ve Adi 2019).

Diğer tanımlar arasında şunlar yer almaktadır: "Kamu alımları (PP), kamu kurumları veya kamu hizmeti kuruluşları tarafından kamu fonları kullanılarak mal, hizmet ve işlerin satın alınmasıdır (UNFCCC 2017)." Benzer şekilde, kamu alımları, kamu sektörünün özel kuruluşlardan mal, hizmet veya iş İhalesini ifade etmektedir (Dünya Bankası 2020). Bu çalışmada ele alındığı üzere, ihale/teklif, hükümetlerin, kurumlarının ve özel sektörün, mal ve danışmanlık hizmetleri dahil olmak üzere belirli paketler için ilgilenen yüklenicilerden teklif almak için kullandıkları yöntemdir.

Rekabetçi İhale (CT), birçok faydası nedeniyle kamu işlerinde avantajlı bir İhale yöntemi olarak kabul edilmektedir (Douh 2016). Bunlar arasında rekabetin artırılması, yolsuzluğun azaltılması, maliyetlerin yaklaşık %20 oranında düşürülmesi ve ekonomideki sınırlı kaynakların verimli kullanımı için elverişli bir ortam yaratılması sayılabilir (Douh 2016). Sonuç olarak, CT, Dünya Bankası (WB), Avrupa Birliği (AB), Afrika Kalkınma Bankası (AfDB) ve Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) gibi küresel kuruluşlar tarafından güçlü bir şekilde desteklenmektedir (Douh 2016).

Ayrıca, kamu alımları veya rekabetçi ihaleler küresel ekonomiyi önemli ölçüde etkilemekte ve yıllık GSYİH'nin ortalama %13 ila %20'sini oluşturmaktadır (Dünya Bankası 2020). Özellikle, 2019 yılında dünya kamu alımlarına 11 trilyon dolar harcadı, bu da küresel GSYİH'nin %12'sine eşittir (Bosio 2022). Buna ek olarak, Birleşmiş Milletler Uyuşturucu ve Suç Ofisi, kamu sözleşmelerinin toplam değerinin %10 ila %25'inin yolsuzluk nedeniyle kaybedilebileceğini belirtmektedir (Dünya Bankası 2020). Kamu alımları sektörünün daha iyi yönetilmesi ve şeffaflığın artırılması, ekonomik büyümeyi teşvik etmek ve herkes için ortak refahı desteklemek için çok önemlidir (Dünya Bankası 2020).

Ayrıca, Peel vd. (2022), 2014 yılında Sahra altı Afrika'da kamu alımlarının hükümet harcamalarının ortalama %50'sini oluşturduğunu ortaya koymuştur. Bu kanıt, kamu sektörü projelerinin uygulanmasında alımların önemini vurgulamaktadır. Kamu alımlarının önemli olmasının birkaç nedeni vardır ve bunlardan başlıcaları ekonomik etki,

inovasyon ve kalkınma (Kundu vd. 2025), darboğazların azaltılması, yolsuzlukla mücadele ve hükümetlerin bütçelerinin İhale gücünü en üst düzeye çıkarmalarına ve hizmet sunumunun kalitesini iyileştirmelerine yardımcı olmak için alım kapasitesinin güçlendirilmesidir (Peel vd. 2022). Sonuç olarak, rekabetçi ve şeffaf kamu alımları prosedürleri, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması ve daha zengin Afrika toplumlarının yaratılması için gereklidir.

2.4.2. Kamu alımlarının aktörleri, paydaşları ve yararlanıcıları

İhale uygulayıcıları, kamu alımları sürecinin başlıca aktörleridir. Kamu alımlarının amacının gerçekleştirilmesinden sorumludurlar. Paydaşların güvenini kazanmalı ve alım sürecini ve ilkelerini tam olarak anlamalarını sağlamalıdır. İhale uygulayıcıları, ihtiyaç değerlendirmesinden sözleşmenin kapanışına kadar ihale sürecine doğrudan ve dolaylı olarak dahil olurlar. Kamu ihale sürecine daha doğrudan dahil olsalar da, sözleşmenin yürütülmesi sırasında da danışmanlık ve destek sağlarlar (Lynch 2013).

(Greenhalgh ve Squires 2011) göre paydaşlar arasında finans kuruluşları, devlet kurumları, sigorta şirketleri ve projeye ilgilenen diğer dolaylı kuruluşlar yer almaktadır. Lynch (2013), paydaşların kamu alımlarının sonuçlarından fayda sağlayacak kişiler olduğunu, bu kişilerin sürece ilgi duyan ve belirli bir alım eyleminden doğrudan veya dolaylı olarak etkilenebilecek kişiler olduğunu vurgulamıştır. Aktörler ve paydaşlar arasındaki fark, öncelikle katılımdır. Aktörler, İhale sürecinde aktif bir rol oynarken, paydaşlar daha pasif bir rol oynar. Aktörler, kamu mal ve hizmetlerinin kullanımından elde ettikleri faydalar nedeniyle aynı zamanda paydaşlardır.

Kamu İhalelerinin Yararlanıcıları, ulaşım sistemleri, kamu hizmetleri, eğitim sistemleri ve tıbbi hizmetler ve tesisler gibi kamu malları ve hizmetleri aracılığıyla kamu ihale sisteminden yararlanan bir ülkenin tüm sakinleridir (Lynch 2013).

➤ İhalenin amaçları ve ilkeleri

Kamu alımlarının amacı, kamu alım kurallarında belirlenen ilke ve prosedürlere uygun olarak, hükümet ve kamu hizmetlerinin işleyişini desteklemek için mal, iş ve hizmetlerin sağlanması amacıyla nitelikli yüklenicilere, tedarikçilere ve hizmet sağlayıcılara zamanında ve maliyet etkin sözleşmeler vermekten ibarettir (Lynch 2013).

(Lynch 2013) göre, kamu alımlarının ilkeleri kamu alımlarının temelini oluşturur ve kamu alımları düzenlemelerinde ele alınmalıdır. Bu ilkeler, kamu alımları yönetimini kontrol eder ve kamu alımları uygulayıcıları ile alım sürecine doğrudan veya dolaylı olarak dahil olan diğer yetkililer için bir davranış kuralları temelini oluşturur. Kamu alımlarının iyi kabul edilebilmesi için, aşağıdaki alım süreçleri ilkeleri rehber alınmalıdır:

- **En İyi Fiyat-Fayda Oranı:** En iyi fiyat-fayda oranı, kabul edilebilir kalite, yaşam döngüsü maliyetleri ve son kullanıcının taleplerini karşılayan sosyal, çevresel veya diğer stratejik hedefleri içerebilecek diğer parametreler gibi unsurların en iyi karışımını sunan tekliflerin seçilmesini içerir. En iyi değer, mutlaka en düşük ilk fiyat seçeneğini değil, ihale belgelerinde belirtilen değerlendirme kriterlerini dikkate alarak en iyi yatırım getirisini ifade eder (UNFCCC 2017). Kamu

alımlarını yönlendiren temel öncül, verimlilik ve etkinlik, rekabet, hesap verebilirlik ve şeffaflık, etik ve endüstri gelişimi gibi temel değerlerle desteklenen paranın karşılığını almaktır. Bu nedenle, ürün ve hizmet satın alan yetkililer, İhale prosedürü boyunca tüm ilgili maliyet ve faydaları dikkate aldıktan sonra mümkün olan en iyi sonucun elde edildiğinden emin olmalıdır (Raymond 2008).

- **Adalet, dürüstlük ve şeffaflık:** Adalet, dürüstlük ve açıklık: Bu üç ilke, işlemlerde iyi niyet ve iyi irade değerlerine benzediği için bir araya getirilmiştir. Bir ilke olarak adalet, ihale sürecinin tercih, yargı, kişisel çıkar ve kayırmacılıktan uzak olduğunu ima eder. İşlem tarafları, yerleşik ahlaki ve etik normlara bağlılık ile kanıtlandığı üzere, faaliyetlerinde dürüstlük, ahlak ve dürüstlük ilkelerine uymakla yükümlüdür. Şeffaflık, denetim, tanımlanmış standartlara bağlılık ve iyi ve açık iletişimi sağlayan sistemlerin kurulmasında kendini gösterir (ITCILO 2021).
- **Hesap verebilirlik:** Kamu alımlarında hesap verebilirlik, İhale sürecine katılan herkesin, İhale süreciyle ilgili eylem ve kararlarından sorumlu olduğu anlamına gelir. Kamu görevlileri, İhale uzmanları ve kamu alım sürecine katılan herkes, kamu alım standartlarını ihlal eden her türlü eylemden sorumlu tutulur ve cezalandırılır. Ayrıca, eylemlerinizin ve seçimlerinizin sonuçları hakkında belirli bir denetim kuruluşuna ve kamuoyuna rapor vermek ve/veya cevap vermek zorundasınız (Lynch 2013).
- **Rekabet** Çoğu mal ve hizmet, **rekabetçi** ihale yoluyla tedarik edilir. Rekabet, kamu ihaleye katılanların aynı şartlar ve koşullar altında ürün, iş veya hizmet sağlamak için aynı ihale sözleşmesi için rekabet ettiği bir durumu ifade eder. Zorlayıcı nedenler olmadığı sürece, ihale rekabet yoluyla gerçekleştirilmelidir. Kamu ihale sistemi, rekabet yoluyla, hükümetin taleplerini karşılayabilecek yüksek kaliteli ulusal ve uluslararası tedarikçileri ve yüklenicileri çekebilmelidir (Komakech 2016). İhale yasaları, rekabetçi pazarlar ve standartlar oluşturulmasına yardımcı olur, ayrıca kaliteyi artırmak ve tedarikçilerin rekabet gücünü geliştirmek için reform girişimlerine katkıda bulunur (Raymond 2008).
- **Dürüstlük:** Dürüstlük kavramı, kamu alımları için çok önemlidir. Bu bağlamda dürüstlük, paranın, kaynakların, varlıkların ve yetkinin amaçlanan resmi amaçlara ve kamu yararına uygun olarak kullanılması anlamına gelir. İhale işlemlerinden sorumlu kamu yetkilileri, tedarikçiler veya diğer kişilerle yolsuzluk veya gizli anlaşma içinde olmamalıdır. Bu ilke, dürüstlük ve sürekli karakter dürüstlüğünden elde edilen içsel bir "bütünlük" duygusundan oluşur. Bu, kamu alımlarında kritik bir ilkedir. Kamu alımlarında yönetişimi iyileştirerek kamu kaynaklarının daha verimli ve etkili bir şekilde yönetilmesini sağlar (Komakech 2016).
- **Şeffaflık:** Açıklıkla ilgili olan şeffaflığın rolü, İhalede da aynı derecede önemlidir. Şeffaflık, hesap verebilirliği sağlamak ve yolsuzluğu en aza indirmek için vazgeçilmez bir unsurdur ve şeffaflık temel bir yönetim değeri olduğu için, özellikle yönetim gündeminin yükselişiyle birlikte Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ülkelerinde önem kazanmıştır. Kamu alımlarında yolsuzluk, hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ülkelerde yaygındır. Gizli katkıların alıcıları arasında karar alma personeli, bakanlar ve siyasi partiler yer alabilir. Şeffaflık, hükümetlerin eylemlerinin şeffaf olmasını sağlayarak daha yüksek davranış standartlarına uymalarını teşvik eder (Raymond 2008).

➤ **Teslimat yöntemlerinin tanımları (kamu alım yöntemleri)**

1980'lerin başından bu yana, inşaat projelerinin sahipleri, AEC sektörüne kaliteyi artırma, maliyetleri düşürme ve en önemlisi, tüm kamu ve özel tesisler için proje tasarlanmasından tamamlanmasına kadar geçen süreyi kısaltma konusunda baskılarını artırmıştır (Touran vd. 2009). Sonuç olarak, hem sahipler hem de sektör, değişen derecelerde başarı ile çeşitli proje teslimat türlerini denemiştir. Farklı proje teslim tekniklerinin ortaya çıkması, projenin teknik kısıtlamalarının yanı sıra, projenin sahibinin istek ve tercihlerine en uygun yöntemi seçmeyi zorlaştırmıştır. Bu makale, projenin sahibinin konseptinden işletmeye ve ardından hizmetten çıkarılmasına kadar yeni bir projenin gerçekleştirilmesi için gerekli teknik gereklilikleri iletmek amacıyla bir dizi standart proje teslim tanımı sunmaktadır (Touran vd. 2009).

Touran vd. (2009), proje teslimatlarının 3 tanımını şu şekilde sunmuştur:

1. "Proje teslim yöntemi, bir projede yer alan tüm kuruluşların sözleşme ilişkileri, rolleri ve sorumluluklarını ifade etmek için kullanılan bir terimdir."
2. "Proje teslim yöntemi, bir tedarik yaklaşımı ile eşdeğerdir ve proje ekibi üyelerinin ilişkilerini, rollerini ve sorumluluklarını ve bir projenin tamamlanması için gerekli faaliyetlerin sırasını tanımlar. Sözleşme yaklaşımı, bir projenin ihalesi, yönetimi ve şartnamesinin belirlenmesi için teknikler sağlamak üzere tedarik yönteminin geniş çatısı altında kullanılan belirli bir prosedürdür."
3. "Proje teslim yöntemi, bir projenin tasarlanması ve inşa edilmesi için sözleşmeye dayalı sorumlulukların atanmasına ilişkin kapsamlı bir süreçtir. Bir teslim yöntemi, işin yerine getirilmesi için sözleşmeye dayalı sorumluluk üstlenen başlıca tarafları belirler." Bu nedenle, farklı proje teslim yöntemleri, mal sahibi, tasarımcı ve inşaatçı arasındaki sözleşmelerin oluşturulma şekli ve bu sözleşmelerdeki taraflar arasındaki teknik ilişkilerle ayırt edilmektedir.

Günümüzün tedarik süreçleri, inşaat projelerinin teslimatını, yani projenin bütçe ve zaman çizelgesi dahilinde tamamlanmasını iyileştirme arzusundan gelişmiştir. Tedarik prosedürleri, tüm proje teslimat özelliklerini, yani zaman, para ve kaliteyi en üst düzeye çıkarmayı vurgular. Bu kısıtlamalar dahilinde projelerin tedariki, tasarım ekibi, müteahhitler ve yatırım yöneticileri için zorluk olmaya devam etmektedir (Babatunde vd. 2012). Küresel olarak inşaat sektöründe kullanılan en yaygın tedarik ve teslimat yöntemleri şunlardır:

- Geleneksel İhale, yaygın olarak Tasarım-Teklif-Inşaat (DBB) olarak bilinir
- Tasarım ve Yapım (DB) - (Tek Taraflı)
- Kamu-Özel Sektör Ortaklığı (PPP)
- Yönetim Tedariki
- Risk Altında İnşaat Yöneticisi (CM@R)
- Temsilci Olarak CM
- Çoklu Ana Yüklenici
- Tasarım, Yapım, İşletme, Bakım (TYİB)

Ayrıca, (Bolpagni 2013) altı modern tedarik yöntemini şu şekilde sıralamıştır

- Entegre Proje Teslimi (IPD)
- Entegre Proje Sigortası (IPI)

- Erken YBM Ortaklığı (EBP)
- Proje İttifakı (PA)
- İki Aşamalı Açık Kitap
- Maliyet Odaklı Tedarik (CLP)

Sonraki bölümlerde, geleneksel ve modern ihale prosedürleri ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

➤ **Geleneksel İhale, halk arasında tasarım-teklif-inşaat (DBB) olarak bilinir**

Geleneksel proje teslim yöntemi, dünya çapında inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. İnşaat sektörü paydaşları tarafından yaygın olarak tasarım-teklif-inşaat olarak adlandırılmaktadır (Erbaş 2015; Ibbs vd. 2003; Kazaz vd. 2017). (Eastman vd. 2011) göre, DBB yaklaşımı en eski ancak ayrık ve işbirliğine dayalı İhale yaklaşımları arasında hala en popüler yöntemdir. Sonuç olarak, binaların önemli bir yüzdesi Tasarım-Teklif-İnşaat (DBB) yaklaşımı kullanılarak inşa edilmektedir (kamu binalarının neredeyse yüzde 90'ı ve özel binaların yaklaşık yüzde 40'ı).

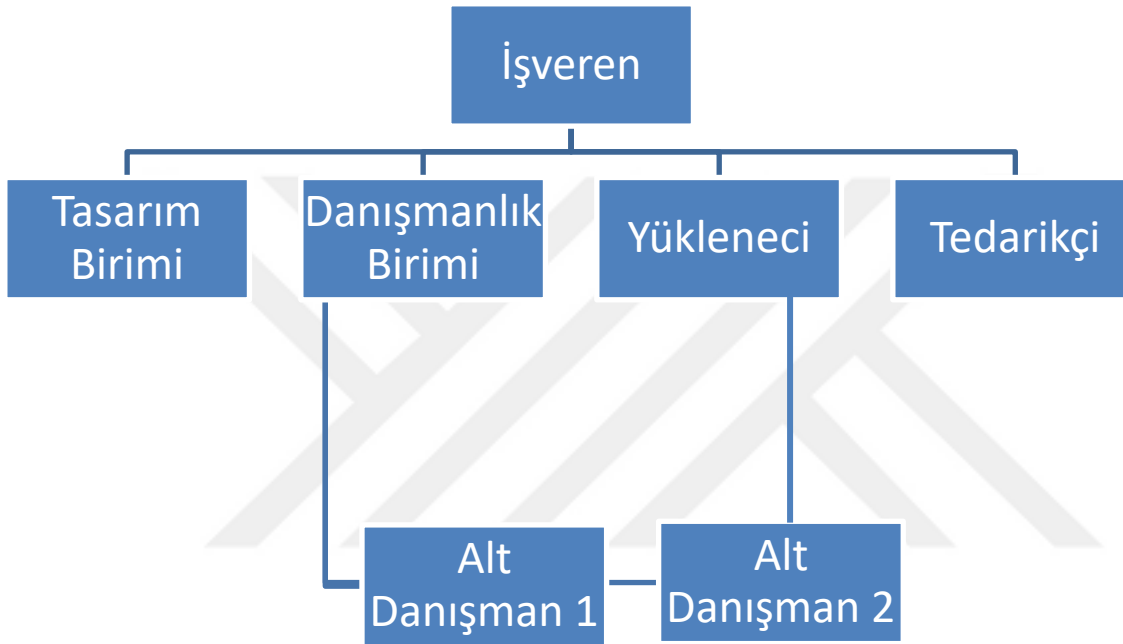
DBB, mal sahibinin tesisi tasarlamak ve inşa etmek için bir tasarımcı ve bir inşaatçı ile ayrı ayrı sözleşme yaptığı tipik bir proje teslim yaklaşımıdır (Ling vd. 2004). Müşteri, ihale prosedüründen önce tasarımın tamamlanmasını da dahil olmak üzere projenin tüm aşamaları için finansmanı sağlar. Her aşamayı tamamlamak için gerekli hizmetler ayrı ayrı tedarik edilir (Pietroforte ve Miller 2002). Benzer şekilde, (Hale vd. 2009) DBB, mal sahibinin, mal sahibinin şartnamelerine göre tasarım hizmetleri sunan bir mimar/mühendislik şirketi ile sözleşme imzaladığı bir proje teslim yöntemidir. Projenin inşaatına ilişkin planlar ve şartnameler, A/E teslimatlarına dahildir. Mal sahibi daha sonra bu belgeleri bir inşaat şirketi ile sözleşme yapmak için temel olarak kullanır. Bu sözleşmeyi vermek için başka teknikler de vardır, ancak en sık kullanılanı birkaç inşaat şirketinden teklif almaktır. En düşük teklifi veren şirket, A/E belgelerini kullanarak projeyi inşa edecektir. Sonuç olarak, mal sahipleri bir inşaat projesini tamamlamak için iki ayrı şirketle iki sözleşme kullanır ve bu da iki ayrı ihale ve tedarik aşamasını içerir. Geleneksel bir proje teslim sistemindeki katılımcıların ilişki diyagramı Şekil 2.18'de gösterilmektedir.

Tasarımcı, inşaat aşamasında projenin denetlenmesine yardımcı olur. Tasarım ve inşaat için iki ayrı kuruluş görevlendirilir. Mimar, proje tasarımından mal sahibine karşı sorumludur ve mal sahibinin temsilcisi olarak inşaat sözleşmesini yönetir. Müteahhit, tasarımın uygun şekilde inşa edilmesinden ve inşaatla kullanılan yöntem ve prosedürlerden mal sahibine karşı sorumludur. Bu, mimar ve müteahhit arasında, her birinin mal sahibine karşı doğrudan sorumlu olduğu bağımsız bir ilişki oluşturur. Bu sistemde mimar ve müteahhidin ayrılması, mimar ve müteahhidin konumları nedeniyle bir denetim ve denge sistemi oluşturur (Erbaş 2015). DBB'nin özellikleri şunlardır:

- Tasarım ve inşaat için ayrı sözleşmeler vardır.
- Yüklenici seçimi tamamen maliyete dayalıdır.
- Tasarım belgeleri %100 eksiksizdir (Touran vd. 2009).

Geleneksel tedarik sistemi bileşenleri ve adımları 17 şunları içerir:

- İnşaat ihtiyacının belirlenmesi
- Müşterinin gereksinimlerinin belirlenmesi
- Tasarım ekibinin atanması
- Tasarım ve maliyet kontrolünün geliştirilmesi
- Müşterinin planın tasarımını kabul etmesi
- İhale belgelerinin hazırlanması
- İhaleye katılacak firmaların seçilmesi ve davet edilmesi
- İhaleyi değerlendirme ve kabul etme, ardından sözleşme yapma
- İşlerin inşaatı (Turner 1997)
-



Şekil 2.18. Geleneksel proje teslim sistemindeki katılımcıların ilişki diyagramı

DBB yaklaşımı, çeşitli avantajlar sunduğu için uzun süredir kullanılmaktadır. Bu avantajlar arasında inşaat katılımcıları arasında aşinalık, test edilmiş, iyileştirilmiş ve genel olarak anlaşılmış sözleşme anlaşmaları ve açıkça tanımlanmış yetki, görev ve sorumluluk sınırları sayılabilmektedir. Ayrıca, danışmanlar doğrudan sahipler tarafından işe alındığı için tasarım üzerinde tam bir etkiye sahiptirler (Ratnasabapathy ve Rameezdeen 2006). DBB'nin diğer avantajları arasında daha verimli ve yoğun bir çaba sarf edilebilmesi sayılabilir (Farnsworth vd. 2016). Genel olarak, fiyat açısından da en düşük olan bu yöntem, sahiplere binanın görünümü ve işlevi hakkında fikirlerini belirtme konusunda birçok fırsat sunar ve gerekirse dava açma konusunda da basit bir süreç sağlar (Ellis 2022).

DBB'nin dezavantajları arasında dikey parçalanma, yeniliklerin yavaş benimsenmesi, düşük verimlilik ve tek noktadan sorumluluk eksikliği sayılabilir (Ratnasabapathy ve Rameezdeen, 2006). Ayrıca, (Erbaş 2015) DBB'nin üç ana dezavantajını özetlemiştir: tasarım aşamasında inşaat profesyonellerinin katılımının

olmaması, daha uzun teslim süresi (sıralı), değişiklikler için daha az esneklik ve genellikle ilgili taraflar arasında düşmanca ilişkilerle sonuçlanması. (Eastman vd. 2011) DBB'nin bazı sınırlamalarını şöyle sıralamıştır: Değişiklikler için daha az esnek, daha uzun teslim süresi, maliyetli, hatalara yatkın, çok sayıda değişiklik ve çözümlerin sıklıkla yasal anlaşmazlıklara, ek maliyetlere ve gecikmelere yol açması, tasarımdaki tutarsızlık, yanlışlık ve belirsizlik, malzemelerin şantiye dışında imal edilmesini zorlaştırması. Diğerleri arasında, eksiksiz sözleşme belgelerinin zamanında hazırlanması süreci, eksik bir tasarımdan ihale belgeleri hazırlanabilir ancak bu, maliyet ve zaman kesinliğinin azalmasına ve anlaşmazlıklara yol açabilir; strateji sıralı olduğundan ve tasarım tamamlanmadan inşaat başlatılamadığından, genel proje süresi diğer tedarik yöntemlerine göre daha uzun olabilir; ve yüklenici, tasarım aşamasında atanmadığından projenin tasarımına veya planlamasına hiçbir katkıda bulunamaz (Davis vd. 2008).

➤ **Tasarla-Yap (Design Build)**

Tasarım/inşaat, mal sahibinin proje gereksinimlerini belirlediği ve projeyi tasarlamak ve inşa etmek üzere tek bir işletmeye sözleşme verdiği bir proje teslim yaklaşımıdır. Sonuç olarak, projeyi tamamlayacak tek bir işletme seçmek için tek bir ihale aşaması ve mal sahibi ile bu işletme arasında tek bir sözleşme vardır (Hale vd. 2009).

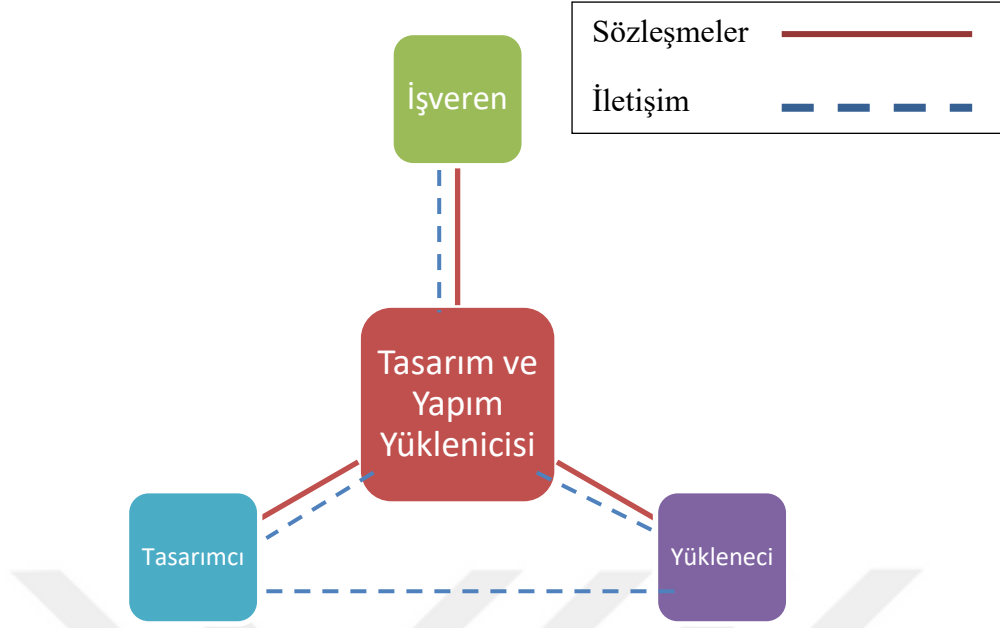
Touran vd. (2009), Tasarla-yapının belirleyici özelliklerinin aşağıdaki gibi olduğunu belirtmiştir:

- Tek bir sorumluluk noktası,
- Tasarım ve inşaatın çakışmasına izin veren bir program,
- Tasarım-inşaatçı, proje tasarımı sırasında inşaat öncesi hizmetleri sağlar ve mal sahibi, tasarım-inşaatçının kesin, sabit bir fiyat sunmasını ve teslimat programına uymasını bekler.

Turner (1997), DB sisteminin bileşenlerini şu şekilde özetlemiştir:

- İnşaat ihtiyacının belirlenmesi
- Müşterinin gereksinimlerinin belirlenmesi
- İhaleye katılacak teklif sahiplerinin seçilmesi ve davet edilmesi
- Yüklenici veya yüklenicilerin tasarım, süre ve maliyet tekliflerini hazırlaması
- İhalenin değerlendirilmesi ve kabul edilmesi, ardından sözleşme yapılması
- İşlerin tasarımı ve inşası.

DB sürecinde bazı farklılıklar vardır, ancak hepsi üç ana bileşeni içerir. İlk olarak, mal sahibi, performans açısından temel proje gereksinimlerini açıklayan bir RFQ/RFP geliştirir. İkinci olarak, teklifler değerlendirilir. Son olarak, değerlendirme tamamlandıktan sonra, mal sahibi tasarım ve inşaat hizmetleri için sözleşme imzalanmasına yol açan bazı süreçlere girmelidir. Tasarla-Yap kuruluşu tüm tasarım ve inşaat maliyetlerinden sorumludur ve genellikle teklifinde kesin ve sabit bir fiyat belirtmelidir (Touran vd. 2009). Şekil 2.19 Tasarım-yap yöntemini göstermektedir (Touran vd. 2009).



Şekil 2.19. Tasarım-inşaat yöntemi

DB tekniğinin birkaç versiyonu vardır. Tasarım-inşaat-işletme-devret, tasarım-inşaat-işletme-sahiplik (kiralama-geri İhale olarak da bilinir) ve tasarım-yapım-işletme-bakım (TYİB) yöntemlerinin tümü, Tasarla-Yap yüklenicisinin proje sonrasında da görevine devam etmesini gerektirir. DBOM, DB ile aynıdır, ancak DBOM yüklenicisi projenin işletme ve bakım risklerini üstlenir ve bir dizi norm ve kurala göre yeni tesisi belirli bir süre boyunca işletmekten sorumludur (Touran vd. 2009).

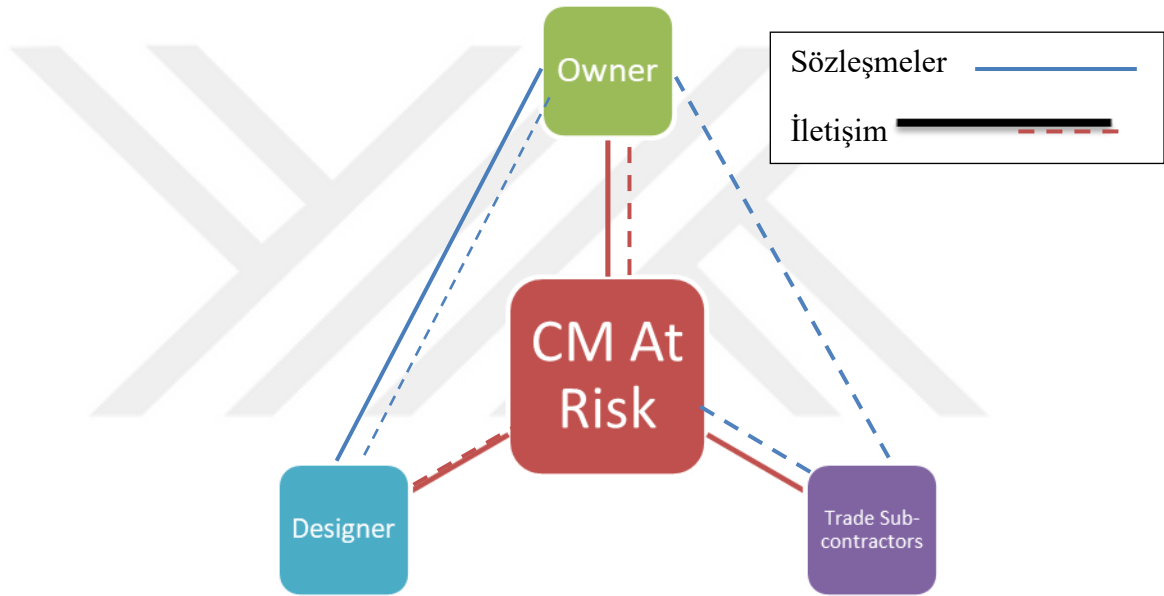
Tasarla-Yap yönteminin başlıca avantajları arasında, Tasarla-Yapın ayırt edici bir özelliği olan Tek Nokta Sorumluluğu yer almaktadır. Bu sayede müşteri, projenin tüm bölümlerinden sorumlu tek bir kuruluşla çalışmanın avantajlarından yararlanır, sözleşme bedelini erken kesinleştirir, projenin zamanında ve bütçeye uygun olarak tamamlanma olasılığının %50 daha fazla olması, ekip üyeleri arasındaki koordinasyon, projenin genel zaman çizelgesinde olası kısaltmalar, müşteri ve yüklenici arasındaki iletişimin iyileştirilmesi ve çizim eksikliğinden kaynaklanan olası gecikmeler için çok az/hiç talep olmamasıdır. Yüklenicinin teklifleri genellikle işverenin gereksinimlerinde ortaya çıkan sorunlara yönelik tasarım çözümlerini içerir (Adamu vd. 2017).

DB yaklaşımının en zorlu yönü, işverenin geliştirme sürecinin başlangıcında, genellikle İşverenin Gereksinimleri olarak adlandırılan, tüm ilgili operasyonel hususları içeren büyük miktarda proje bilgisi/brifingi sağlaması gerektiğidir (Adamu vd. 2017). Geri kalanlar, müteahhide müşterinin ihtiyaçlarını tam olarak iletemeyen yetersiz ve belirsiz brifinglerdir. Tekliflerin ve ihale tekliflerinin değerlendirilmesinde zorluklar ortaya çıkabilir, Tasarla-Yap kapsamında teklifleri/ihale tekliflerini karşılaştırmak nispeten zordur, çünkü değerlendiricinin öznel görüşü genellikle süreci karakterize eder, Tasarla-Yap çok katı bir İhale yöntemidir ve bazı değişikliklere tolerans gösterilmesine rağmen; müşterinin gelişen gereksinimlerine ve fikirlerine uygun değildir, küçük yükleniciler için erişim sınırlıdır, tek noktadan sorumluluk ve sabit fiyatlar, Tasarla-Yap yüklenicisinin genel yükleniciliğe göre çok daha fazla risk taşıdığı anlamına gelmektedir

(Adamu vd. 2017).

➤ **Riskli inşaat müdürü (CMAR) proje teslim yöntemi**

CMAR projeleri, projenin nihai maliyeti ve takviminden sorumlu olacak bir mal sahibi ile inşaat müdürü arasında yapılan bir sözleşme ile tanımlanır. Bu sözleşme kapsamında, mal sahibi inşaat müdürünün inşaat aşamasını yürütmesine ve tasarım geliştirme sırasında geri bildirimde bulunmasına izin verir. CMR'nin amacı, şirketi bu tür yeteneklerden yoksun olan bir mal sahibine, bir projenin yaşam döngüsünün tüm aşamalarında uzman yönetim hizmeti sunmaktır (Touran vd. 2009). Şekil 2.20’de, Risk Altındaki İnşaat Yöneticisi yöntemini göstermektedir.



Şekil 2.20. Riskli inşaat müdürü yöntemi.

Campbell County, Wyoming. (nd), Risk Altındaki İnşaat Yöneticisi'nin (CMAR), İnşaat Yöneticisi'nin (CM) projeyi Garantili Maksimum Fiyat (GMP) dahilinde tamamlamayı taahhüt ettiği bir proje teslim yöntemi olduğunu belirtir. Bu GMP, GMP'nin yapıldığı tarihte mevcut olan inşaat belgeleri ve şartnamelere dayanır ve makul olarak çıkarılabilecek tüm öğeleri veya görevleri içerir. CMAR, tasarım geliştirme ve inşaat aşamalarında profesyonel hizmetler sunar ve mal sahibine danışmanlık yapar. Bazen, CMAR, teklif verenlerin mevcudiyetine ve şirketin uzmanlığına bağlı olarak, bazı fiili inşaat işlerini de gerçekleştirebilir.

CMAR, mal sahibinin çıkarlarını korumakla kalmaz, aynı zamanda inşaat maliyetlerini yönetip kontrol ederek bunların GMP'yi aşmamasını sağlar. Sözleşme gereği, değişiklik emirleri dışında GMP'yi aşan tüm maliyetler CMAR'ın mali sorumluluğundadır. Genellikle CMAR, projeye teklif vermeden önce mal sahibine bir GMP sunar. Bu GMP, teklif fazlalıklarını, makul olarak tahmin edilen kalemleri ve inşaat

sırasında ortaya çıkabilecek diğer projeye ilgili sorunları karşılamak için bir acil durum kalemi içerir. Tekliflerden önce GMP'yi sunarak, CMAR, sözleşme gereği projeyi planlara, şartnamelere ve GMP'de tanımlanan ek ödeneklere göre teslim etmekle yükümlü olduğu için, daha yüksek tekliflerin riskini üstlenir. Campbell County, Wyoming. (nd).

Bu teslimat yöntemi, sahibine aşağıdakiler dahil olmak üzere birçok benzersiz avantaj sunar:

- Başlangıçtan itibaren daha yüksek düzeyde maliyet kontrolü.
- Başarılı bir CMAR projesi, mimardan önce CMAR'ı işe almak ve CMAR'ın mimarı seçmeye yardımcı olmasını içerir.
- Tasarım süreci boyunca CMAR, sözleşmede belirlenen noktalarda maliyet tahminleri sunar. Bu maliyet tahminleri belirlenen bütçeyle uyumluysa, mimar bir sonraki tasarım aşamasına geçer. Uyumlu değilse, CMAR, mal sahibi ve mimar maliyet tahminini değerlendirir ve tasarımı bütçeye uygun hale getirmek için tasarım değişiklikleri yapar. Bu süreç, bütçenin başarıyla uygulanmasını sağlar.
- CMAR, mal sahibinin savunucusu olarak hareket eder ve projeyi her zaman mal sahibinin çıkarlarını gözeterek yönetir.
- CMAR, projenin yönetimi ve koordinasyonundaki yükü Mülk Sahibinin omuzlarından alır.
- CMAR süreci, inşaat belgelerinin eksiksiz olması ve GMP'ye uygun ödenekler ve beklenmedik durumlar için ayrılan tutarlar dahil edilmesi koşuluyla, mal sahibinin riskini sınırlar.
- CMAR tarafından sürece getirilen Değer Mühendisliği uzmanlığı, inşaatın uygulanabilirliğini ve mal sahibine sağladığı değeri artırır.
- CMAR risk altındadır ve tekliften önce GMP'yi sağladığından, en düşük teklifi seçmek zorunda değildir. Genel olarak, kapsamlı ön yeterlilik süreci, diskalifiye edilen düşük teklif verenlerin sayısını en aza indirir, bu da yalnızca ön yeterliliğe sahip müteahhitlerin işi yapması nedeniyle uzun vadede daha düşük maliyetler, daha yüksek kalite ve daha az şikayetle sonuçlanır.
- CMAR hizmetleri, mimari, mühendislik ve ölçme gibi profesyonel hizmetlerdir. CMAR'ın ana amacı, projeyi inşa etmek değil, inşaatını yönetmektir.

➤ Modern tedarik yöntemleri

Modern İhale yöntemleri, verimlilik, şeffaflık ve paranın karşılığını almaya odaklanan, mal, hizmet ve projelerin satın alınmasına yönelik yenilikçi stratejiler içerir. Bu yöntemler, genellikle katı ihale süreçlerine dayanan geleneksel yaklaşımlardan farklıdır. E-İhale, çerçeve anlaşmaları, tasarım ve inşa, kamu-özel sektör ortaklıkları (PPP) ve dış kaynak kullanımı gibi stratejileri içerir. Bu yaklaşımlar, İhale döngülerini kolaylaştırmayı, maliyetleri azaltmayı ve tedarikçi ilişkilerini güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, rekabetçi, performansa dayalı sözleşmeleri teşvik ederek sürdürülebilirliği ve yeniliği desteklerler. Hem kamu hem de özel sektörde yaygın olarak kullanılan modern İhale yöntemleri, karmaşık projeleri verimli bir şekilde teslim etmek ve İhaleyi stratejik organizasyonel hedeflerle uyumlu hale getirmek için hayati bir rol oynar. Çeşitli yeni İhale yöntemleri aşağıda tartışılmaktadır.

▪ Entegre proje teslimi (IPD)

Entegre Proje Teslimi (IPD), en azından mal sahibi, tasarım uzmanı ve inşaatçı arasında risklerin ve ödüllerin paylaşıldığı ve paydaşların başarısının projenin başarısına bağlı olduğu bir sözleşme anlaşması ile karakterize edilen bir proje teslim yöntemidir (Cohen 2010). Amaç, en iyi proje sonuçlarını elde etmek için herkesin becerilerini ve fikirlerini kullanan tek bir süreçte insanları, sistemleri, iş yapılarını ve uygulamaları birleştirmektir (Cohen 2010). IPD, iletişim ve karar vermeyi iyileştirerek daha iyi proje sonuçları elde edilmesini sağlayan, kilit paydaşların erken aşamada sürece dahil olmasını teşvik etmek gibi birçok avantaj sunmaktadır (Cohen 2010). Erken aşamada işbirliği, maliyet tahmininin ve zamanlamanın doğru bir şekilde yapılmasına yardımcı olduğu için, maliyet ve zamanlamanın öngörülebilirliğini de sağlar (Pargar vd. 2019). Dahası, IPD risk ve ödül paylaşımı kültürünü teşvik ederek tüm tarafların çıkarlarını projenin başarısıyla uyumlu hale getirir (Sarkar ve Tomar 2018). Ancak, bu yöntemin temel zorluğu, karmaşık sözleşme anlaşmaları içermesi ve kapsamlı koordinasyon ve kurulum gerektirmesi nedeniyle yüksek başlangıç maliyetlerine yol açabilmesidir (Pargar vd. 2019).

▪ Entegre Proje Sigortası (IPI)

Entegre Proje Sigortası (IPI), tüm inşaat teslimat ekibini tek bir poliçe altında kapsayacak şekilde tasarlanmış yenilikçi bir sigorta modelidir. Bu yaklaşım, sorumluluklardan ziyade tüm proje kayıplarını ele alır ve geleneksel inşaat projelerini sıklıkla engelleyen suçlama kültürünü etkili bir şekilde azaltır (Mosey 2014). IPI, entegre ve işbirliğine dayalı çalışma yöntemlerini teşvik eder ve gecikmeler dahil tüm proje kayıpları için kapsamlı bir teminat sunar (Mosey 2014). Bu model, anlaşmazlıkları önemli ölçüde azaltabilir ve paydaşlar arasında daha işbirlikçi bir ortam yaratabilir (Mosey 2014). Ancak IPI hala deneme aşamasındadır ve yaygın olarak benimsenmemiştir (Grady ve Hopkins 2024). IPI'nın uygulanması, geleneksel sigorta uygulamalarında önemli değişiklikler gerektirir ve bu da karmaşık ve zorlu olabilir (Mosey 2014).

▪ Erken YBM Ortaklığı (EBP)

Erken YBM Ortaklığı (EBP), işbirliğini ve verimliliği artırmak için YBM'in proje yaşam döngüsüne erken entegrasyonunu içerir. EBP, tasarım sürecinin erken aşamalarında müteahhitleri ve diğer önemli paydaşları dahil ederek tasarım kalitesini ve inşa edilebilirliği artırır. Bu yöntem, daha iyi planlamayı teşvik ederek maliyet ve zaman tasarrufu sağlar. Ayrıca, YBM proje bilgilerini görselleştirmek ve yönetmek için ortak bir platform sunduğundan, EBP paydaşlar arasındaki iletişimi güçlendirir. Avantajlarına rağmen, EBP ileri düzey YBM teknolojisi ve uzmanlığı gerektirdiğinden teknolojik zorluklarla karşı karşıyadır. Ayrıca, paydaşlar yeni yöntemlerin benimsenmesine direnebilir ve bu da EBP'nin uygulanmasını engelleyebilmektedir.

▪ Proje İttifakı (PA)

Proje Ortaklığı (PA), bir projeye dahil olan tüm tarafların riskleri ve ödülleri paylaşarak proje hedeflerine ulaşmak için birlikte çalıştığı işbirliğine dayalı bir yaklaşımdır. Bu yöntem, tüm tarafları ortak hedeflere yönlendirerek takım çalışmasını ve yeniliği teşvik eder. PA, esnek ve uyarlanabilir proje yönetimi sağlar ve paydaşların değişikliklere ve zorluklara etkili bir şekilde yanıt vermesini mümkün kılar. PA'nın işbirliğine dayalı yapısı, tüm tarafların uzmanlıklarını ve görüşlerini paylaşmaya motive

olmaları nedeniyle yenilikçi çözümleri teşvik eder. Ancak PA, tüm taraflar arasında kapsamlı bir koordinasyon gerektirir ve bu da karmaşık ve zaman alıcı olabilir. Ayrıca, çıkar farklılıkları çatışmalara yol açabilir ve projenin başarısı için bu çatışmaların dikkatli bir şekilde yönetilmesi gerekir.

▪ İki Aşamalı Açık Kitap

İki Aşamalı Açık Kitap, yüklenicinin erken atandığı ve sözleşmeyi kesinleştirmeden önce müşteriyle işbirliği yaparak projeyi geliştirdiği bir tedarik yöntemidir. Bu yaklaşım, yüklenicilerin erken aşamada katkı sağlamasına olanak tanıyarak proje planlamasını ve tasarımını geliştirir. Bu yöntemde işbirliğine dayalı çalışma sayesinde %20'ye varan maliyet tasarrufu sağlandığı bildirilmiştir 10. Proje ekibinin erken atanması, daha hızlı seferberlik ve proje başlangıcı sağlar. Ancak, İki Aşamalı Açık Kitap daha büyük projeler için daha uygundur ve daha küçük projeler için o kadar etkili olmayabilir. Süreç, karmaşık ve zorlu olabilen ayrıntılı planlama ve koordinasyon gerektirir.

▪ Maliyet Odaklı İhale (CLP)

Maliyet Odaklı İhale (CLP), proje bütçesinin erken belirlenip İhale sürecinin bu bütçeyi karşılamayı veya aşmayı amaçladığı bir yöntemdir. CLP, proje bütçesine sıkı sıkıya bağlı kalınmasını sağlayarak kaynakların verimli kullanımını teşvik eder. Bu yöntem, paydaşların maliyet yönetimine katılımını teşvik ederek bütçe kontrolüne işbirliğine dayalı bir yaklaşımı destekler. Ancak CLP'nin maliyete odaklanması, proje değişikliklerinde esnekliği sınırlayarak kaliteyi olumsuz etkileyebilir. Katı bütçeleme, öngörülemez durumlara veya gerekli ayarlamalara izin vermeyebileceğinden bir dezavantaj olabilir. Proje teslim yöntemlerinin karşılaştırması Çizelge 2.22'de verilmiştir.

Çizelge 2.22 . Proje teslim yöntemlerinin karşılaştırması

Yöntem	Avantaj	Dezavantaj
IPD	Gelişmiş işbirliği, maliyet öngörülebilirliği	Karmaşık sözleşmeler, yüksek başlangıç maliyetleri
IPI	Suçlama kültürünün azalması, kapsamlı koruma	Sınırlı benimsenme, karmaşık uygulama
EBP	İyileştirilmiş tasarım kalitesi, maliyet tasarrufu	Teknolojik zorlukları, değişime direnç
PA	Ortak hedefler, esneklik	Karmaşık koordinasyon, potansiyel çatışmalar
İki Aşamalı Açık Kitap	Erken müteahhit katılımı, maliyet tasarrufu	Büyük projelerle sınırlı, karmaşık süreç
CLP	Bütçe kontrolü, verimlilik	Katı bütçeleme, potansiyel kalite sorunları

2.4.3. Kamu ihale sistemleri ve prosedürleri

Kamu ihale sistemleri, hükümetlerin dış tedarikçilerden mal, hizmet ve altyapı ihale için kullandıkları yasal, kurumsal ve usul çerçevelerini içerir. Bu sistemler, kamu sektörü yönetişimi için hayati öneme sahiptir ve ihale faaliyetlerinin verimli, şeffaf, adil ve paranın karşılığını alma ve kamu hesap verebilirliği ilkelerine uygun olarak yürütülmesini sağlar (Bosio vd. 2022; Grandia vd. 2023; CIPS 2025).

İyi işleyen bir İhale sistemi genellikle üç temel bileşenden oluşur: yasal çerçeve, kurumsal çerçeve ve elektronik İhale (e-İhale). Yasal çerçeve, İhale faaliyetleri için yasal ve düzenleyici temeli sağlar. İhale yöntemlerini tanımlar, eşikleri belirler, uygunluk kriterlerini belirtir ve uyuşmazlık çözme mekanizmalarını ana hatlarıyla belirtir. Güçlü bir yasal çerçeve, yolsuzluğu azaltmak, rekabeti teşvik etmek ve uluslararası standartları karşılamak için çok önemlidir (Bosio vd. 2022).

Ayrıca, kurumsal çerçeve bileşeni, İhale faaliyetlerini uygulamak ve denetlemekle sorumlu organizasyonel yapıyı ifade etmektedir. İhale yetkilileri, düzenleyici kurumlar ve denetim organlarını içerir. Uygun kurumsal düzenlemeler, İhale yasalarını uygulamak, İhale süreçlerini yönetmek ve politika hedeflerine ulaşmak için gereklidir (Grandia vd. 2023).

Üçüncü bileşen, İhale süreçlerini otomatikleştirmek ve kolaylaştırmak için dijital teknolojilerin kullanılması olan e-İhaledir. Bu, şeffaflığı artırır, işlem maliyetlerini düşürür ve kamu alımlarında verimliliği artırır. E-İhale sistemlerinin başarılı bir şekilde uygulanması, dijital altyapı, kullanıcı kapasitesi ve destekleyici düzenleyici çerçeveler gibi faktörlere bağlıdır (Vaidya vd. 2006; Bromberg ve Manoharan 2015). Kamu ihale ve İhale prosedürleri aşağıda ele alınmaktadır.

2.5.1.1. Kamu alımları prosedürleri

Kamu alım prosedürleri, kamu sektörü kuruluşlarının dış tedarikçilerden mal, hizmet ve işler İhale için kullandıkları yapılandırılmış yöntemlerdir. Bu prosedürler, yasal ve düzenleyici çerçevelere uyum sağlarken şeffaflığı sağlamak, rekabeti teşvik etmek ve paranın karşılığını vermek amacıyla uygulanır. Alım yönteminin seçimi, karmaşıklık, aciliyet, alımın niteliği ve ihale makamının yetenekleri gibi faktörlere bağlıdır. Sorunsuz bir İhale süreci sağlamak için çeşitli İhale ve ihale yöntemleri mevcuttur. Bu bölümde bu yöntemler ele alınmaktadır. En yaygın olanları şunlardır:

1. Açık ihale
2. Kısıtlı İhale
3. Teklif talebi
4. İki aşamalı ihale
5. Teklif talebi
6. Seçici ihale
7. Tek kaynaklı ihale

2.4.4. Yenilikçi ihale veya tedarik yöntemleri

YBM'in kamu alım süreçlerine entegrasyonu, Gana'nın inşaat sektörü için önemli

bir fırsat sunmaktadır. Model tabanlı İhale, erken müteahhit katılımı ve dijital teklif değerlendirme gibi yenilikçi ihale yaklaşımları, proje paydaşları arasında şeffaflığı, doğruluğu ve işbirliğini artırır. İhale aşamasında YBM'in kullanılması, müşterilerin proje kapsamını görselleştirmesine, maliyet etkilerini değerlendirmesine ve tasarım belirsizlikleriyle ilgili riskleri azaltmasına olanak tanır. Bu bölümde, YBM destekli İhale stratejilerinin Gana'nın ihale sistemini nasıl modernize edebileceği ve proje teslimat verimliliğini nasıl artırabileceği ele alınmaktadır. Aşağıdaki bölümlerde yenilikçi ihale veya İhale yöntemleri ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

▪ Çok kriterli seçim uygulamaları

Sri Lanka'da, yalnızca en düşük fiyata dayalı sözleşme verme uygulamasından çok kriterli seçim uygulamalarına (MSP) geçiş önemli bir adım olmuştur. MSP'ler, teklif fiyatının yanı sıra tamamlanma süresi, yaşam döngüsü maliyeti ve çevresel etki gibi çeşitli kalite faktörlerini değerlendirir. Bu yaklaşım, hem objektif hem de subjektif kriterler uygulayarak ihale değerlendirme sürecinin etkinliğini artırmayı ve nihayetinde işlev türüne bağlı olarak en yüksek puana veya en düşük teklife göre sözleşmelerin verilmesini amaçlamaktadır (Don vd. 2024).

▪ Gelişmekte olan ülkelerdeki standart uygulamalar

Gelişmekte olan ülkeler üzerine yapılan bir araştırma, kamu işleri alımlarında etkili rekabetçi ihale için 38 standart uygulama belirlemiştir. Bu uygulamalar arasında gerçekçi alım planları geliştirmek, proje tasarım kalitesini güvence altına almak ve standart belgeler kullanmak yer almaktadır. Araştırma, bu uygulamaların hayata geçirilmesinin başarılı alım sonuçlarına yol açabileceği sonucuna varmıştır (Douh 2016).

▪ Hukuki ve etik hususlar

Polonya'da madencilik sektöründeki kamu alımları, hem fiyat hem de kaliteye odaklanarak şeffaflık ve rekabetçiliği vurgulamaktadır. Yasal çerçeve, ihale değerlendirmesinin yalnızca fiyata dayalı olmamasını sağlar, bu da madencilik gibi yüksek riskli sektörlerde çok önemlidir (Mucha vd. 2023). Birleşik Krallık'ta, İhale Sonrası Müzakere (PTN) prosedürü, etik kaygılar nedeniyle nadiren kullanılır, ancak tedarikçilerin tekliflerini daha fazla netleştirmek için fırsatlar sunabilir (Manso ve Nikas 2016).

▪ Zorluklar ve Yolsuzluk Riskleri

Irak'ta tutarlı İhale yöntemleri ve politikalarının olmaması zorluklar yaratmaktadır ve doğrudan davet teknikleri önyargı ve yolsuzluğa yol açabilmektedir. Çalışma, özneliği azaltmak için ihale değerlendirme kriterlerinin tanımlanması ve açıklanması için zorunlu prosedürlerin gerekliliğini vurgulamıştır (Hamza vd. 2022). Benzer şekilde, İtalya'da kamu alımlarında yolsuzluğu gösteren kırmızı bayraklar incelenmiş ve ihale belgelerinin standartlaştırılmasının yolsuzluk risklerini azaltmaya yardımcı olabileceği öne sürülmüştür (Decarolis ve Giorgiantonio 2020).

▪ Karar Verme Teknikleri

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Veri Zarflama Analizi (DEA) gibi çok kriterli karar verme (MCDM) teknikleri, kamu alımları ihalelerini desteklemek için uyarlanmıştır. Bu yöntemler, karar sürecinde şeffaflık ve objektifliği sağlamaya yardımcı olur ve kamu alımlarının karmaşık gereksinimlerini karşılar (Jaśkowski vd. 2010; Dotoli vd. 2020).

Kamu ihale ve İhale uygulamaları, daha kapsamlı değerlendirme kriterleri, standart uygulamalar ve karar verme tekniklerini içerecek şekilde gelişmektedir. Bu değişiklikler, yasal, etik ve yolsuzlukla ilgili zorlukları ele alırken şeffaflığı, rekabetçiliği ve verimliliği artırmayı amaçlamaktadır. Bu nedenle, bir sonraki bölümde ihale sürecinin kapsamlı değerlendirme kriterleri ele alınmaktadır.

Bu prosedürler, kamu alımlarının rekabeti, şeffaflığı ve verimliliği teşvik edecek şekilde yürütülmesini sağlar. Kamu ihale ve alım uygulamaları, kamu kaynaklarının verimli kullanımını garanti altına aldıkları, rekabeti teşvik ettikleri ve şeffaflığı korudukları için kamu yönetiminin önemli bileşenleridir. Birçok çalışma, farklı ülke ve sektörlerdeki bu uygulamaları inceleyerek benzerliklerini ve benzersiz zorluklarını vurgulamıştır. Araştırmalar, çok kriterli seçim uygulamalarını, gelişmekte olan ülkelerdeki standart yöntemleri, yasal ve etik hususları, kalite ve maliyet üzerindeki etkileri, zorlukları ve yolsuzluk risklerini ve karar verme tekniklerini belirlemiştir. Bu bölümde çeşitli İhale uygulamaları ayrıntılı olarak incelenmektedir.

▪ İhale Döngüsü

İhale döngüsü, İhalenin ekonomik, verimli, şeffaf ve adil bir şekilde gerçekleştirilmesi için gerekli olan planlama aşamasıyla başlar. İhale planlaması, mal, iş ve hizmetlere yönelik program veya proje ihtiyaçlarının belirlenmesi, ilgili maliyetlerin tahmin edilmesi ve gerekli kalemlerin, işlerin ve hizmetlerin ayrı sözleşme paketleri halinde düzenlenmesini içerir. Ayrıca, her bir sözleşme paketi için en uygun İhale yönteminin seçilmesi, teknik şartnamelerle birlikte ihale belgelerinin hazırlanması, ihale ilanlarının yayınlanması, ihale belgelerinin düzenlenmesi, tekliflerin alınması ve açılması, tekliflerin değerlendirilmesi, sözleşmelerin verilmesi ve imzalanması ile sözleşmelerin yönetilmesini de içerir (Khan 2018). İhale döngüsünün ayrıntılı özeti Çizelge 2.23’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.23. İhale döngüsü

Adım	Açıklama	Anahtar Eylemler
1. İş İhtiyaçlarını Tanımlama ve Şartname Geliştirme	İş fırsatını veya ihtiyacını anlayın ve tanımlayın.	- Çapraz fonksiyonlu paydaşları dahil edin. - Kapsamlı bir şartname geliştirin. - Paydaşları erken aşamada sürece dahil ederek onların desteğini alın.
2. Pazar Analizi ve Üret veya Satın Al Kararı	Mevcut seçenekleri değerlendirmek için pazar fırsatı analizi yapın.	- Harcamaları ve mevcut durumu belirleyin. - Potansiyel tedarikçileri ve rakipleri belirleyin. - Ürünü üretmek mi, İhale mı yoksa hizmeti dış kaynaklardan temin etmek mi gerektiğine karar vermesi.

Çizelge 2.21. Devamı

Adım	Açıklama	Anahtar Eylemler
3. Strateji ve Plan Geliştirme	Dış ortamın strateji ve plan üzerindeki etkisini değerlendirin.	- Daha geniş bir rekabet ortamı varsa, rekabetçi bir ihale düzenleyin. - Pazarda rekabet ortamı yaratın veya tek bir kaynağa bağımlıysanız rekabeti şirket içine taşıyın.
4. İhale Öncesi Pazar Testi ve Katılım	Paydaşların ve işletmenin ihtiyaçlarını ve değişikliklerin bu ihtiyaçları nasıl karşılayabileceğini belirleyin.	- Mahsul döngüleri, rakip faaliyetleri, tedarikçilerin mali yılı veya yeni mevzuat gibi faktörleri göz önünde bulundurun.
5. Belgeleri Hazırlayın (PPQ ve Ayrıntılı Şartname)	Ayrıntılı dökümler içeren ihale belgeleri hazırlayın.	- Ürün gereksinimleri ile tercihler arasında ayrım yapın. - Fiyatlandırma, kalite ve operasyonlarda tutarlılık sağlamak için ayrıntılı bir şartname oluşturun.
6. İhaleye Katılacak Tedarikçinin Seçimi	Tedarikçiler hakkında bilgi edinmek için Bilgi Talebi gerçekleştirin.	- Tedarikçilerin ihale sürecine dahil edilip edilmeyeceğini belirlemek için kriterleri değerlendirin. - Teklif talebinde bulunun.
7. İhale Belgelerini Yayınlayın	Seçilen tedarikçilere resmi belgeleri gönderin.	- İhale davetiyesi gönderin ve teklif isteyin. - Ayrıntılı teknik özellikleri ve belgeleri, net zaman çizelgeleriyle birlikte ekleyin.
8. Teklif ve İhale Değerlendirme ve Onaylama	Önceden tanımlanmış kriterlere göre teklifleri değerlendirin ve onaylayın.	- Yapılandırılmış ve şeffaf bir değerlendirme sağlayın. - İhale sonrası müzakereleri yürütün. - Sökme ve imha dahil olmak üzere tüm yaşam döngüsü maliyetlerini dikkate alın.
9. Sözleşme İmzalanması ve Uygulanması	Sözleşmeyi verin ve ilişkiyi yönetin.	- Riskleri en aza indirmek için üzerinde anlaşmaya varılan şartlar ve koşullar sunun. - Sözleşme yönetimi için net zaman çizelgeleri ve parametreler belirleyin.
10. Depo, Lojistik ve Teslim Alma	Depo operasyonlarının sorunsuz ve verimli bir şekilde yürütülmesini sağlayın.	- Ürün kodlama ve sınıflandırma. - Alan, düzen ve raflar. - Teslimat sıklığı.
11. Sözleşme Performansı ve İyileştirme	Sözleşme performansını düzenli olarak izleyin ve gözden geçirin.	- Sözleşmede KPI'lar belirleyin. - İlişkileri tartışın ve çatışmaları çözün. - Sürekli iyileştirme için plan yapın.
12. Tedarikçi İlişkileri Yönetimi	Hedefleri gerçekleştirmek için tedarikçilerle ilişkiler geliştirin.	- SRM'yi kullanarak inovasyon için doğru ilişki ve ortamı yaratın. - Tedarik sürekliliğini sağlayın.
13. Varlık Yönetimi	İş gereksinimlerinin değişip değişmediğini ve anlaşmanın amaca uygun olup olmadığını değerlendirin.	- Değişiklikleri belirlemek için değerlendirmeler yapın. - Gerekirse tedarik döngüsünü yeniden başlatın.

2.5. Gana'da İhale Süreçleri

İnşaat sektöründe, tedarik ve ihale terimleri sıklıkla birbirinin yerine kullanılır ve bu da proje teslimatındaki belirli rollerine ilişkin karışıklığa yol açar. Akademik ve

mesleki literatürde bu iki kavram arasında net bir ayrım yapılır.

Tedarik, dış tedarikçilerden inşaat hizmetleri, malzemeler veya işler elde etme stratejik sürecini içerir. Bu süreç, proje ihtiyaçlarının belirlenmesi, doğru tedarik yönteminin seçilmesi, risklerin yönetilmesi ve sözleşme anlaşmalarının oluşturulmasını içerir. Smith vd. (1995) tarafından tanımlandığı üzere tedarik, maliyet, zamanlama, kalite ve risk dağılımı ile ilgili müşterinin hedeflerine uygun bir strateji oluşturmayı içermektedir.

İhale, genel tedarik sürecinin ayrı bir aşamasıdır. Süreç, resmi bir ihale davetinden sonra yüklenicilerden veya tedarikçilerden tekliflerin talep edilmesi ve değerlendirilmesini içerir. İhalenin temel amacı, rekabetçi teklifler elde etmek ve işi gerçekleştirecek en iyi kuruluşu seçmektir. Laryea (2017), ihalenin fiyatların belirlenmesi ve yüklenicilerin seçilmesi için bir mekanizma görevi gördüğünü ve yapısının özellikle maliyet ve risk yönetimi açısından proje sonuçlarını büyük ölçüde etkilediğini belirtir. İhale, mal ve hizmetlerin satın alınması için stratejik bir çerçeve oluştururken, ihale bu stratejiyi rekabetçi veya müzakereye dayalı bir süreçle bir yüklenicinin seçilmesine olanak tanıyarak uygular. Bu nedenle, bu iki kavram arasındaki farkı anlamak, etkili proje planlaması ve uygulaması için çok önemlidir.

İhale, kamu alım sistemlerinde, özellikle şeffaflık, hesap verebilirlik ve paranın karşılığını almanın hayati önem taşıdığı gelişmekte olan ülkelerde çok önemli bir rol oynar. Gana'daki ihale süreci, 914 sayılı Kanun (2016) ile değiştirilen 2003 tarihli Kamu İhale Kanunu (663 sayılı Kanun) ile düzenlenir ve Kamu İhale Kurumu (PPA) tarafından yönetilir. Süreç, kamu kullanımı için mal, iş ve hizmet alımlarında adalet, rekabetçilik ve verimliliği sağlamayı amaçlamaktadır.

Araştırmalar, Gana'da ihale sürecinde YBM'in uygulanması konusunda ihaleye katılanların bakış açısından çok az çalışma yapıldığını veya hiç yapılmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, YBM ve ihale konularıyla ilgili birkaç çalışma bulunmaktadır. Bu bölüm, çeşitli zorlukları belirleyerek Gana'daki ihale sürecini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu literatür unsurlarının incelenmesi, ihale sırasında YBM'in uygulanmasıyla ilgili gereklilikleri ve prosedürleri araştırmak için bir temel sağlayacaktır.

2.5.1. Yasal ve Kurumsal Çerçeve

Gana'da ihalelerin yasal dayanağı, kamu alımlarında rekabetçi ihaleyi standart yaklaşım olarak öngören Kamu Alımları Kanunu ile belirlenmiştir. Kamu Alımları Otoritesi (PPA), alım kanunlarının uygulanmasını denetlemek ve bunlara uyulmasını sağlamakla sorumlu düzenleyici kurum olarak görev yapmaktadır. PPA, ülke çapındaki alım kuruluşlarına standartlaştırılmış ihale belgeleri, kılavuzlar ve eğitimler sağlamaktadır (PPA 2025).

Gana Elektronik İhale Sistemi'nin (GHANEPS) uygulanması, ihale sürecini dijitalleştirerek şeffaflığı artırmış ve yolsuzluk risklerini azaltmıştır. GHANEPS, ihale ilanlarının, tekliflerin ve sözleşme sonuçlarının çevrimiçi bir platform üzerinden yayınlanmasını sağlayarak ihale döngüsünü kolaylaştırmaktadır (PPA 2025).

➤ **Kamu ihale kurumu'na (PPA) genel bakış**

2003 Kamu İhale Kanunu (Kanun 663), PPA'yı 2003 yılında Gana Kamu İhale Kanununun etkili bir şekilde uygulanmasından sorumlu düzenleyici kurum olarak kurmuştur. Kurum, rekabetçi bir yerel sanayi oluşturmak ve ülke genelinde ve ötesinde kamu ihale süreçlerine ilişkin çeşitli paydaşların güvenini artırmak için kamu ihalelerinde adalet, şeffaflık ve ayrımcılık yapılmamasını sağlamaya çalışmaktadır (PPA 2003). Ortaya çıkan büyük ve sürdürülemez dış borç, aşırı bütçe açıkları, büyük sözleşme ödeme gecikmeleri, zayıf inşaat performansı, yolsuzluk ve uluslararası finans kurumlarının baskısı, hükümeti kamu alımları reformuna girişmeye zorlamış ve bu reform, 2003 Kamu Alımları Kanunu'nun (Kanun 663) kabul edilmesiyle sonuçlanmıştır (Anvuur vd. 2006).

1996 yılında hükümet, daha geniş bir kamu mali yönetimi reform programı (PUFMARP) kapsamında kamu alımları sistemini reform etmeye başladı. Bu çalışmanın amacı, ülkenin genel kamu mali yönetimini iyileştirmektir. Reform süreci, ülkenin ihale sistemindeki kusurları ve organizasyonel zayıflıkları ortaya çıkardı. Bunlar arasında, kamu alımları sisteminin bütünlüğünü korumak için kapsamlı bir kamu alımları politikası ve kapsamlı bir yasal çerçevenin eksikliği yer almaktadır. Diğerleri arasında, tutarlı bir kamu alımları politikası geliştirmek için gerekli yetenek, teknik uzmanlık ve yeterliliğe sahip merkezi bir kurumun eksikliği bulunmaktadır (PPA 2003).

Bu tasarı, Kamu İhale Kurulu'nu oluşturmakta ve kapsamlı bir kamu ihale sistemi kurmaktadır. Tasarı, ülkenin ademi merkeziyetçilik politikasını ve yerel sanayi gelişimini dikkate alan dokuz bölüme ayrılmıştır. Bunlar şunlardır:

1. Kamu İhale Kurulu'nun kurulması - Bölüm I.
2. İhale yapıları ve ihaleler için idari ve kurumsal düzenlemeler - Bölüm II.
3. İhale kuralları - Bölüm III
4. İhale yöntemleri - Bölüm IV
5. İhale prosedürleri - Bölüm V
6. Danışmanların tedarikine ilişkin yöntem ve prosedürler - Bölüm VI
7. İnceleme - Bölüm VII
8. Depo ve ekipmanların elden çıkarılması - Bölüm VIII
9. Çeşitli hükümler, davranış kuralları, Kurul tarafından yapılan soruşturmalar, yasal denetimler, suçlar ve eşik seviyelerinin gözden geçirilmesi gibi konulara ilişkin hükümler içerir - Bölüm IX (PPA 2003).

2.5.2. PPA'nın temel işlevleri

Kamu alımlarını yönlendirmek, eğitmek ve yeterince izlemek için gerekli kurallar ve düzenlemeler, PPA'nın genel misyonunu gerçekleştirmek için gerekli olan ortak bir sonuca ulaşmak üzere tasarlanmıştır (PPA 2003). Bu nedenle, PPA'nın 16 temel işlevi aşağıda listelenmiştir:

1. İhale politikalarının geliştirilmesi için önerilerde bulunmak.
2. Kamu alımları için politika uygulamalarını ve insan kaynaklarının geliştirilmesini sağlamak.
3. Kamu alımları kuralları, talimatları ve diğer düzenleyici belgeler ile kamu alımları belge formatları oluşturmak.

4. Yasal gerekliliklerin yerine getirilmesini sağlamak için kamu alımlarını izlemek ve denetlemek.
5. İhale makamlarından kamu alımları ile ilgili bilgileri alma hakkına sahip olmak.
6. Kamu alımları bilgi sistemi oluşturmak ve uygulamak.
7. Her ayın sonunda, ihaleye davet duyuruları ve sözleşme verme bilgileri gibi kamu alımlarıyla ilgili bilgileri içeren bir kamu alımları bülteni yayınlamak.
8. Kamu alımları sürecinin işleyişini incelemek ve süreç iyileştirme konusunda Kurula önerilerde bulunmak.
9. Bakan'a yıllık ihale süreci raporları sunmak.
10. Kamu alımlarında görev alan çeşitli düzeylerdeki kamu görevlilerinin eğitimini kolaylaştırmak.
11. Kamu alımlarında görev alan kişilere yönelik eğitim ve mesleki gelişim programları geliştirmek, teşvik etmek ve desteklemek ve eğitim alan kişilerin etik standartlara uymasını sağlamak.
12. Büyükşehir, belediye ve ilçe meclisleri dahil olmak üzere hükümete kamu alımları konularında danışmanlık yapmak.
13. Yedinci Bölüm şikayet ve idari inceleme prosedürlerini organize etmek ve bunlara katılmak.
14. Kamu alımlarında teknik yardımı planlamak ve koordine etmek.
15. Kamu alımları kuruluşlarıyla ilişkili ihale komiteleri için, üyeleri ve sekreterleri de dahil olmak üzere alım kuruluşlarının bir listesini tutmak.
16. Tedarik kuruluşlarının çalışmalarını desteklemek için tedarikçiler, yükleniciler ve danışmanların yanı sıra fiyat kayıtlarının bulunduğu bir veri tabanı tutmak.

2.5.3. Gana'daki müteahhitlerin sınıflandırılması

Gana'daki inşaat sektörü, özellikle ekonomik büyümeyi ve kentleşmeyi teşvik eden altyapı projeleri aracılığıyla ulusal kalkınmada hayati bir rol oynamaktadır. Yol ve Karayolları Bakanlığı (MRH) ve Şirketler Sicil Dairesi (ORC) gibi devlet kurumları tarafından belirtildiği üzere, müteahhitlerin sınıflandırılması bu projelerin düzenlenmesi ve uygulanması için çok önemlidir. Bu sistem, müteahhitleri teknik yetenekleri, mali güçleri, yasal uyumlulukları ve geçmiş performanslarına göre sıralayarak kamu sektörü projelerine teklif verme uygunluklarını belirler.

YBM'i uygularken müteahhit sınıflandırmasını anlamak çok önemlidir. Bu çalışma, YBM'in Gana inşaat sektörüne, özellikle ihale sürecine entegrasyonunu araştırdığından, müteahhit sınıflandırma sistemi hayati bir unsur haline gelmektedir. YBM, yüksek düzeyde dijital beceriler, işbirliği ve veri yönetimi gerektirir ve bu, müteahhitleri değerlendirmek ve sınıflandırmak için kullanılan kriterlere yansıtılmalıdır. Sınıflandırma sistemi YBM hazırlık göstergeleriyle uyumlu hale getirilmezse, proje ihtiyaçları ile müteahhitlerin yetenekleri arasındaki uyumsuzluk nedeniyle YBM uygulamasında zorluklarıyla karşılaşılabilir. Bu nedenle, Gana'da YBM'in uygulanması için gerçekçi ve etkili bir yol haritası tasarlamak için yüklenici sınıflandırma sisteminin kapsamlı bir şekilde gözden geçirilmesi çok önemlidir. Bu yaklaşım, inşaat sektörünün dijital dönüşümünü desteklerken ihale sürecinin şeffaf ve rekabetçi olmasını sağlar.

Bu bölüm, Gana'daki Mütahhitlerin Sınıflandırılmasına odaklanmakta ve yasal çerçeve, sınıflandırma kriterleri, kurumsal sorumluluklar ve kamu alımları ve altyapı geliştirme için etkileri, doğrulanabilir Ganalı kaynaklara atıfta bulunarak ele alınmaktadır.

2.5.4. Yasal çerçeve

Gana'da mütahhitlerin sınıflandırılmasına dayanak teşkil eden birkaç yasal araç bulunmaktadır. Bunlar arasında şunlar yer almaktadır:

- 2003 Kamu İhale Kanunu (Kanun 663) ve 914 sayılı Değişiklik Kanunu (2016), yalnızca ilgili makamlarca kayıtlı ve sınıflandırılmış mütahhitlerin kamu ihalelerine katılabileceğini öngörmektedir. Kanun, kamu altyapı hizmetlerinin sunumunda şeffaflık, rekabet ve paranın karşılığını almayı garanti etmektedir (PPA 2016). PPA, yalnızca sınıflandırılmış mütahhitlerin kamu ihalelerine katılmasını sağlamaktadır. Ayrıca, ihale kurumları için denetim ve kapasite geliştirme sağlamaktadır.
- 2019 Şirketler Kanunu (Kanun 992), Şirketler Sicil Memurluğu (ORC) tarafından yönetilen bu kanun, inşaat firmaları da dahil olmak üzere şirketlerin tescili ve düzenlenmesini yönetir. Mütahhitler, sınıflandırmaya hak kazanmak için yasal olarak kurulmuş ve iyi durumda olmalıdır (PPA 2016). ORC, yol ve köprü projeleri için mütahhitlerin sınıflandırılmasını yönetir ve uygun mütahhitlerin kaydını tutar. Ayrıca teknik standartları belirler ve uyumu izler.
- Gana Karayolu İdaresi (GHA) Yol Tasarım Kılavuzu - Yasal bir düzenleme olmasa da, bu kılavuz yol çalışmaları için teknik standartlar belirleyerek mütahhitlerin sınıflandırılmasını etkilemektedir. Ancak, 1991 yılında taslak olarak yayınlandığından beri güncellenmemiştir, bu da tasarım ve uygulamada tutarsızlıklara yol açmaktadır (Duah 2016). Yol ve köprü projeleri için mütahhitlerin sınıflandırılmasını denetler, uygun mütahhitlerin kaydını tutar, teknik standartlar belirler ve uyumu izlemektedir.
- İlçe Meclisleri ve Büyükşehir Otoriteleri İnşaat izinlerini verir ve yerel inşaat yönetmeliklerini uygular. Sınırlı kaynaklar ve yolsuzluk nedeniyle uygulamada sıklıkla zorluklarla karşılaşılır.

2.5.5. Yükleneci sınıfları

Gana'da, Gana Çalışma ve İskan Bakanlığı'na göre inşaat ve inşaat mütahhitlerinin sınıfları vardır. Bunlar arasında D1/K1, D2/K2, D3/K3 ve D4/K4 bulunur ve D1/K1 en yüksek sınıftır (Kazaz vd. 2017). Gana'daki mütahhitler, projeleri yürütme kapasitelerini değerlendiren yapılandırılmış bir sisteme göre sınıflandırılır. Sınıflandırma genellikle D1K1, D2K2 vb. kodlarla gösterilir; burada D, İnşaat İşlerini, K ise Altyapı İşlerini (ör. yollar, köprüler) ifade eder.

Çalışma ve İskan Bakanlığı'na göre, bu sınıflandırma yalnızca hükümet bakanlıkları, daireleri, kurumları ve şirketleri, ulusal, bölgesel, büyükşehir, belediye ve ilçe ihale kurulları ile projelerin yürütülmesi için inşaat ve altyapı mütahhitlerinin hizmetlerine ihtiyaç duyan diğer kurumlar tarafından kullanılmak üzere yapılmaktadır. Sınıflandırmanın amacı, mütahhitleri kategorilere ve mali sınıflara uygun şekilde

derecelendirmektir (MWHWR n,d). Kayıt kitaplarına müteahhidin adının dahil edilmesi zorunlu olmasa da, yalnızca bu şekilde sınıflandırılan müteahhitlerin Gana Hükümeti tarafından verilen inşaat ve inşaat müteahhitliği ihalelerine teklif verebileceği unutulmamalıdır. Bir müteahhit, Gana Hükümeti projelerine teklif verebilmek için uygun Kategorilere ve Sınıflara sınıflandırılmalıdır. Uygun kategoriler ve sınıflar şunlardır:

- İnşaat ve İnşaat Mühendisliği – D1/K1, D2/K2, D3K3, D4/K4
- Elektrik - E1, E2, E3
- Sıhhi Tesisat - G1, G2

Dört (4) mali sınıf, Sınıf 1, 2, 3 ve 4'tür. Finansal Sınıf 4 müteahhitler 75.0000 ABD dolarının üzerindeki işler için teklif veremezler, Sınıf 3 müteahhitler 200.000 ABD dolarına kadar olan sözleşmeleri, Sınıf 2 müteahhitler 500.000 ABD dolarına kadar olan sözleşmeleri ve Sınıf 1 müteahhitler ise sınırsız sözleşmeleri yürütmek için yeterli donanım ve kaynağa sahip olarak kabul edilirler. Sayısız müteahhit D3/K3 ve altındaki sınıflara girerken, D1/K1 lisansına sahip birinci sınıf inşaat firmaları Gana sınırları içindeki herhangi bir inşaat projesi için teklif verebilir.

Sınıflandırmanın temel kriterleri şunlardır: Finansal Kapasite. Bu kritere göre, müteahhitler denetlenmiş mali Çizelgelerle doğrulanmış minimum işletme sermayesi ve yıllık cirolarını kanıtlamalıdır. Dört (4) finansal sınıf, Sınıf 1, 2, 3 ve 4'tür. Finansal Sınıf 4 müteahhitler 75.000 ABD dolarının üzerindeki işler için ihaleye giremezler, Sınıf 3 müteahhitler 200.000 ABD dolarına kadar olan sözleşmeleri, Sınıf 2 müteahhitler 500.000 ABD dolarına kadar olan sözleşmeleri yürütmek için yeterli donanım ve kaynağa sahip kabul edilirler ve Sınıf 1 müteahhitler için sınır yoktur: 500.000 ABD dolarının üzerindeki inşaat işlerini yürütmek için yeterli donanım ve kaynağa sahip kabul edilirler. Birçok müteahhit D3/K3 ve altındaki sınıflara girerken, D1/K1 lisansına sahip birinci sınıf inşaat firmaları Gana sınırları içindeki herhangi bir inşaat projesi için teklif verebilir.

İkinci olarak, bir diğer önemli kriter teknik kapasitedir. Bu, teknik personelin sayısı ve nitelikleri (örneğin mühendisler, metraj uzmanları) ile inşaat ekipmanlarının mülkiyeti veya erişimini içerir. Geri kalanlar, proje büyüklüğü, karmaşıklığı ve müşteri memnuniyeti dahil olmak üzere benzer projelerde geçmiş performansı vurgulayan deneyimlerdir. ORC'ye kayıt ve Gana Gelir İdaresi'nden alınan vergi borcu bulunmadığına dair belgelere odaklanan Yasal Uygunluk da zorunludur (MWHWR n,d).

2.5.6. Gana'da İhale Yöntemleri

Gana'da kamu alımlarının yönetimi, 2016 yılında 914 sayılı Kanun ile değiştirilen 2003 tarihli Kamu Alımları Kanunu (663 sayılı Kanun) ile düzenlenmiştir. Kanun, şeffaflık, paranın karşılığını alma ve hesap verebilirliği sağlamak amacıyla kamu kurumları içindeki alım süreçleri için yasal bir çerçeve sunmaktadır. Kamu Alımları Kurumu (PPA), bu düzenlemelerin uygulanmasını denetlemekle sorumludur. Gana Kamu İhale Kanunu 2003 663 sayılı Kanun, beş (5) ana kamu ihale prosedürü türünü şu şekilde tanımlamaktadır:

- Açık (Rekabetçi) ihale
- İki aşamalı ihale

- Sınırlı ihale
- Tek kaynaklı İhale
- Teklif talebi (PPA 2019; (PPA 2003)

➤ **Açık (rekabetçi) ihale**

Açık ihale, Gana ihale mevzuatına göre standart ve en çok tercih edilen yaklaşımdır. Bu yaklaşım, tüm nitelikli tedarikçilerin rekabete katılabilmesi için ihale fırsatlarının kamuya duyurulmasını gerektirir.

663 sayılı Kanunun (değişikliklerle) 35-38. maddelerinde belirlenen yasal çerçeve, belirli istisnalar dışında açık ihale yapılmasını gerektirmektedir (International Trade Administration 2023). Ackah vd. (2014) tarafından Ahanta Batı Bölge Meclisi'nde yürütülen bir vaka çalışmasından elde edilen ampirik kanıtlar, rekabetçi ihalenin maliyet etkin bir İhale ve daha fazla şeffaflık sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte, bürokratik gecikmeler ve sınırlı yüklenici kapasitesi nedeniyle süreç sık sık zorluluklarıyla karşılaşmıştır.

Rekabeti teşvik etmek, yolsuzluğu azaltmak ve kamu fonları için en iyi değeri sağlamak gibi bu yöntemin faydalarına rağmen, bazı zorluklar devam etmektedir. Açık ihale, avantajlarına rağmen yeterince kullanılmamaktadır. Süreç zaman alıcı ve kaynak yoğun olabilir ve genellikle proje uygulamasında gecikmelere yol açar. International Trade Administration (2023), Gana'daki ihalelerin %1'inden azının uluslararası rekabetçi ihale yoluyla gerçekleştirildiğini bildirmektedir.

➤ **İki aşamalı ihale**

İki aşamalı ihale, teknik şartnamelerin başlangıçta tam olarak ifade edilemediği durumlarda kullanılır. İlk aşama teknik teklifleri, sonraki aşama ise mali teklifleri kapsar. Bu yöntem, altyapı geliştirme ve ICT sistemleri dahil olmak üzere karmaşık projeler için geçerlidir. Avantajları arasında müteahhitlerin erken aşamada sürece dahil olmasını kolaylaştırması ve proje kapsamının tanımlanmasını iyileştirmesi sayılabilir. Sınırlamaları arasında ise önemli idari kapasite gerekliliği ve etkili bir şekilde yönetilmezse gecikmelere açık olması sayılabilir (Atiga 2024).

➤ **Sınırlı ihale**

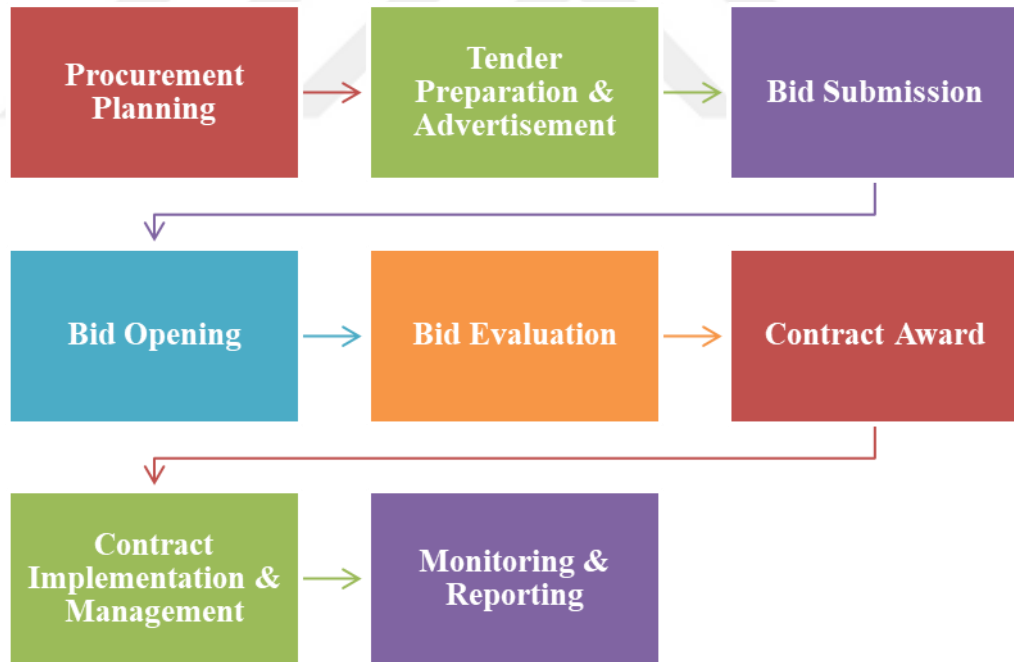
Sınırlı ihale, rekabeti önceden belirlenmiş bir grup tedarikçiyle sınırlar ve genellikle aciliyet veya İhalenin özel özellikleri nedeniyle gereklidir. Bu yöntemin yasal hükmü ile ilgili olarak, 663 sayılı Kanunun 38. maddesi, mal veya hizmetlerin sınırlı sayıda tedarikçiden temin edilebildiği durumlar da dahil olmak üzere, belirli koşullar altında sınırlı ihaleye izin vermektedir (International Trade Administration 2023). Sınırlı ihale uygulamaları, sağlık, savunma ve acil durum alımlarında sıklıkla kullanılır. Risk, alım süreçlerini hızlandırmasına rağmen, yeterli gerekçe gösterilmezse şeffaflığı azaltması ve kayırmacılık olasılığını artırmasıdır (International Trade Administration 2023).

➤ Tek kaynaklı İhale

Tek kaynaklı İhale veya tek tedarik, rekabetçi süreçleri atlayarak tek bir tedarikçi ile doğrudan sözleşme yapılmasını kolaylaştırır. Bu yöntemde, yasal gerekçe, PPA Yasası 663'ün 40. maddesinin acil durumlar, tescilli mallar ve ulusal güvenlik endişeleri dahil olmak üzere koşulları tanımlamasıdır (Quashie 2017). Bu yöntem, suistimal ve yolsuzluğa açık olması nedeniyle önemli bir incelemeye tabi tutulmuştur. Denetçi Genel ve sivil toplum, Gana'da bu yöntemin kötüye kullanılmasına ilişkin endişelerini dile getirmiştir (Quashie 2017: Ahlijah vd. 2025). Karşılaştırmalı bilgiler: Botswana ve Uganda'nın karşılaştırmalı analizi, Gana'nın çerçevesinin bu yöntemin uygulanması için kesin parametrelerden yoksun olduğunu ve bu nedenle manipülasyona açık olduğunu ortaya koymaktadır (Quashie 2017).

➤ Teklif talebi (RFQ)

Teklif Talebi (RFQ), düşük değerli alımlar için kullanılır ve en az üç tedarikçiden fiyat teklifi alınmasını gerektirir. 663 sayılı Kanunun 43. maddesinde belirtildiği gibi, RFQ süreci, belirlenen eşiğin altında kalan rutin alımlar için geçerlidir (Atiga 2024). Avantajları arasında verimli ve küçük alımlar için ekonomik olması sayılabilir. Daha büyük alımlarda rekabetçi süreçleri atlatmak için izlenmeyen kullanım potansiyeli konusunda endişeler bulunmaktadır (International Trade Administration 2023) Şekil 2.21'de gösterilmektedir.



Şekil 2.21. Gana'nın kamu ihale sürecinin temel aşamaları

2.5.7. Gana'da ihale (İhale sistemi) zorlukları

Literatürde, Gana'da ihale sürecinde YBM'in uygulanmasına ilişkin, ihaleye katılanların bakış açısından yapılan araştırmaların çok az olduğu veya hiç olmadığı ortaya çıkmıştır. Ancak, ihaleyle ilgili konularda yapılan birkaç araştırma olduğu da

bilinmektedir. Bu bölümde, Gana'daki ihale süreçleri, ihale değerlendirme süreçleri ve ihale aşamasında YBM'in uygulanmasına ilişkin genel gereklilikler içindeki farklı zorluklar belirlenmeye çalışılacaktır. Bu literatür unsurlarının incelenmesi, ihale sırasında YBM'in uygulanmasıyla ilgili gerekliliklerin ve adımların araştırılması için temel oluşturacaktır.

Osei-Tutu vd. (2010), Gana'daki altyapı projelerinin kamu ihalelerinde yolsuzluk uygulamalarını araştırmıştır. Çalışma, çıkar çatışması, rüşvet, zimmete para geçirme, komisyon, ihale manipülasyonu ve dolandırıcılığın Gana altyapı projelerinin teslimat sisteminde gözlemlenen yolsuzluk uygulamaları olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma, yolsuzluk uygulamalarının kontrol altına alınması için, iyi yönetim, kurumsal sosyal sorumluluk, şeffaflık, hesap verebilirlik, makul kamu harcamaları ve ulusal büyümeyi teşvik edecek güçlü bir İhale sisteminin yanı sıra prososyal adalet politikalarının oluşturulması gerektiğini önermiştir.

Ameyaw vd. (2012), Gana'nın 2003 tarihli 663 sayılı Kamu İhale Yasası'nın sorunsuz bir şekilde uygulanmasının önündeki zorlukları incelemiştir. Yetersiz finansman, siyasi müdahale, ihale bilgilerinin yetersiz yayılması ve ihale yöneticilerinin düşük kapasitesi, Gana'nın kamu ihale mevzuatının başarılı bir şekilde uygulanmasının önündeki temel zorlukları olarak kabul edilmiştir. Çalışmada, ihale makamlarının siyasi müdahale olmaksızın mevzuata sıkı sıkıya bağlı kalmasını sağlama yetkisinin, yasanın amaçlarının gerçekleştirilmesini garanti edeceği önerilmiştir.

Benzer şekilde, 2003 Kamu İhale Kanunu'nun (663 sayılı Kanun) uygulanmasındaki zorluklar, Gana Kamu İhale Kanunu'nun uygulanmasındaki çeşitli zorlukları belirlemek amacıyla (Ameyaw vd. 2012) tarafından incelenmiştir. Çalışmada, 2003 Kamu İhale Kanunu'nun (663 sayılı Kanun) başlıca zorlukları olarak, ihale uzmanlarının yetkinliklerinin düşük olması, ihale kurumları ile Kamu İhale Kurumu (PPA) arasındaki etkileşimin zayıf olması, rekabetin kasıtlı olarak kontrol edilmesi, kanun hükümlerine uyulmaması, sözleşmelerin daha küçük parsellere bölünmesi, fon eksikliği ve tedarikçilerin işbirliği yapmaması tespit edilmiştir. Kamu İhale Kurumu'nun, ihale memurlarının yanı sıra tedarikçileri, yüklenicileri ve danışmanları ihale süreçlerini anlamaları ve mevzuatı uygulamaları için eğiterek ihale sürecini düzeltmeye çalışması önerilmiştir. İhale sürecini kasıtlı olarak kötüye kullanan personeli önlemek için cezai tedbirler de uygulanmalıdır.

Adusei ve Awunyo-Vitor (2015), Gana'nın Ashanti Bölgesi'ndeki Büyükşehir, Belediye ve İlçe Meclisleri (MMDAs) tarafından 2003 Kamu İhale Kanunu'nun (Kanun 663) uygulanmasında karşılaşılan zorlukları araştırmıştır. Çalışma, ihale komitesi üyelerinin önemli bir yüzdesinin Kanunun temel hükümlerini açıklayamadığını ortaya koymuştur. Diğer önemli zorlukları arasında siyasi müdahale, eğitimsiz personel, izleme eksikliği ve komite üyelerinin motivasyon eksikliği sayılabilir. Bu çalışmada verilen öneriler şunlardır: 1) Kamu İhale Kurumu, ihale sürecine dahil olan paydaşları bilgilendirmek için düzenli eğitim programları düzenlemeli ve böylece ihale komitesi üyelerinin, meclis personelinin ve tedarikçilerin Kanunun uygulanmasında yetkinlik ve kapasitelerini geliştirmelerine yardımcı olmalıdır. 2) Kamu İhale Kurumu, meclisler içindeki izleme ve uyum güvencesi rolüne düzenli olarak dikkat etmelidir. 3) 2003 Kamu İhale Kanunu'na uyumu iyileştirmenin bir başka önemli yolu, rutin ihale kararlarını siyasi müdahaleye karşı korumak veya en azından bunu en aza indirmektir.

Amoah ve Shakantu (2020), Gana'daki kamu alım sistemleri ile ilgili olarak yerel inşaat sektörünün karşılaştığı zorlukları araştırmıştır. Finansman, rüşvet ve yolsuzluk, yabancı rekabet, bazı projeler için ihaleye girme kapasitesinin eksikliği, ödeme gecikmeleri, zahmetli ihale süreci, tek kaynak kullanımı ve siyasi etki gibi sorunlar tespit edilmiştir. Bu sorunları çözmek için, çalışma Gana hükümetinin yerel içerik politikası, hızlı ödeme, beceri geliştirme ve ortak girişimler gibi girişimleri kullanması gerektiğini önermiştir.

Gana kamu sektöründeki rekabetçi ihale sürecindeki gecikmelerin temel nedenlerini belirlemek için Ottou ve vd. (2020) tarafından bir araştırma yapılmıştır. Çalışma, onay süreçlerindeki gecikmeler ve uygun olmayan İhale planlamasının Gana'daki rekabetçi ihale sürecindeki gecikmelerin iki temel nedeni olduğunu ortaya koymuştur. Algılanan gecikmelerden ziyade gerçek gecikmeleri ele almak için, gecikmelerin temel nedenleri tespit edilmelidir. Bu yöntem, gecikmelerin nedenleri olarak semptomları tespit etmekten uzaklaşarak, gecikmelerin gerçek nedenlerine odaklanmakta ve inovasyon yoluyla süreç verimliliğini artırmaktadır.

Boatemaa-Yeboah ve Tamakloe (2019), Gana'nın Kwahu West Belediye Meclisi'nde kamu alımlarındaki zorluklar üzerine bir çalışma yürütmüştür. Çalışma, tedarikçiler ve yükleniciler tarafında düşük profesyonellik düzeyini, bürokrasiyi, yolsuzluğu ve siyasi müdahaleyi Gana'nın Kwahu West Belediye Meclisi'ndeki ihale sürecini karakterize eden unsurlar olarak ortaya koymuştur. Çalışma, vatandaşların paralarının nasıl harcadığını izleyerek, paralarının karşılığını alabilmek için ihale sürecini takip etmeleri gerektiğini önermiştir.

Asamoah ve vd. (2019), Newmont Ghana Experience'ı kullanarak Gana'nın ihale kanununun uygulanmasındaki zorlukları değerlendirdi. Ankete katılanların %75'inin Newmont'un stratejik planının ilgili performans unsurlarına sahip olduğuna inandığı, %47,5'inin ise düzenlemelerin uygulanmasının Newmont'un ihale faaliyetleri üzerindeki etkisinin orta düzeyde olduğu görüşünde olduğu ortaya çıktı. Bulgular ayrıca, ankete katılanların %47,5'inin Newmont'un kültürünün iyi İhale prosedürlerini desteklediği konusunda güçlü bir şekilde hemfikir olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma, stratejik strateji, düzenlemelerin uygulanması ve organizasyonel kültürün mevcut İhale mekanizmalarını desteklemek için birlikte çalıştığı takdirde Kamu İhale Yasası'nın etkili bir şekilde uygulanabileceği sonucuna varmıştır. Araştırma, İhale sürecinin dürüstlüğü koruması, herhangi bir suistimalin olmaması ve bilinçli kararların alınmasını sağlaması gerektiğini önermiştir.

Gana'da kamu alımları kanununa (kanun 663) uyum düzeyini gözlemlemek ve karşılaştırmak amacıyla (Osei-Tutu ve vd. 2011) tarafından 2008 yılında seçilen kamu alımları kuruluşlarının kanunun süreçlerine ve gerekliliklerine ne ölçüde uyduğunu inceleyen araştırma, şu sonuçları ortaya koymuştur: Ashanti bölgesindeki kuruluşların genel uyum seviyesi %19,58 iken, Brong Ahafo bölgesinde bu oran %17,8'dir. Bu, iki bölgedeki kamu kuruluşlarının uyum seviyesinin düşük olduğunu göstermektedir. Kamu alımları yasalarına uyumu güçlendirmek için araştırma, kamu kuruluşlarının alım personeli istihdam etmelerini ve kamu alımlarını yöneten personele, özellikle alım prosedürleri alanında, sıkı ve sık alım eğitimleri vermelerini önermiştir.

Adusei ve Laar (2016), uygulamadan önce ve sonra ihale uygulamalarının temel

sorunlarını dikkate alarak Gana'nın Tamale Politeknik Üniversitesi'nde Kamu İhale Kanunu'na uyumu incelemiştir. Çalışma, PPA'nın uygulanmasından önce sıkı ihale süreçlerinin takip edilmediğini ortaya koymuştur. PPA'nın Politeknik Üniversitesi'nin ihale süreçlerine rasyonellik kazandırdığını, ancak uygulamasının zorluklarla dolu olduğunu kabul etmişlerdir. Bu nedenle, çalışma, Politeknik'in yönetiminin, İhale biriminin PPA'ya (663 sayılı Kanun) uymak için müdahale edilmeden serbestçe çalışmasına izin vermesini önermiştir. Ayrıca, yönetim PPA'ya liderlik ve bağlılık göstermeli ve bunu yolsuzluğu azaltmak ve mümkünse yolsuzlukla mücadele etmek için bir araç olarak kullanılmalıdır.

Nuertey vd. (2018), Gana'daki bölge meclislerinin İhale işlevleri üzerinde siyasi etkilerin etkilerini araştırdı. Siyasi müdahalelerin Gana'daki bölge meclislerinin İhale işlemleri üzerinde önemli bir etkisi olduğu gösterildi. Siyasi etkiler, tedarikçilerin/yüklenicilerin seçimi, İhale yetkilileri, İhale sürecinin atlatılması ve bölge meclisi satın alımlarında proje seçiminde görülmüştür. Düşük kaliteli tedarikçilerin seçilmesi, düşük kaliteli İhale yetkililerinin işe alınması, İhale prosedürlerinde şeffaflığın olmaması ve mal İhale maliyetlerinin artması, bu faktörlerin sonuçlarıdır.

Gana'da kamu sektöründeki yolsuzlukla mücadeleye ilişkin bir araştırma, kamu alımları kanunu (2003) 663 sayılı kanun örneği üzerinden (Isaac 2013) tarafından yürütülmüştür. Araştırma, hem olumlu hem de olumsuz sonuçlar ortaya koymuştur. Olumlu sonuçlar, kamu ihaleleri için teklif verenler arasında rekabetin teşvik edilmesi ve ihale sürecinde şeffaflığın artırılması, kamu fonlarının makul kullanımını sağlamak için İhale sürecini uyumlaştırmak üzere yapılar oluşturulması ve kamu sektöründe İhale prosedürlerinin kanunla standartlaştırılması olarak ortaya çıkmıştır.

Öte yandan, çalışma, kamu görevlileri ve müteahhitler tarafından ihale sürecinde ve ihale sürecinde siyasallaşma ve manipülasyon gözlemlemiştir. İhale kurumlarının Kanun tarafından belirlenen kurallara uymaması, zayıf sözleşme yönetimi, zayıf yaptırım rejimi ve varlıkların uygunsuz şekilde elden çıkarılması, kamu kuruluşlarındaki yolsuzlukla mücadele konusunda yasanın etkinliğini zayıflatmıştır. Kamu kurumlarının tek kaynaklı tedarik yöntemini kullanması, yolsuzluğu durdurmak yerine daha da artırmıştır.

Bu kusurları gidermek için çalışmada üç çözüm önerilmiştir: kalitesiz işlerin ve düşük kaliteli malların teslimini önlemek için sözleşme denetimini ve izlemeyi güçlendirme mekanizması, Kamu Hizmetleri Komisyonu gibi siyasi olarak bağımsız ve tarafsız kuruluşlar tarafından sürecin yürütülmesi için yetkin kişilerin istihdam edilmesini sağlamak için ihale sürecinin siyasallaştırılmasının önlenmesi ve son olarak, Kamu İhale Kurumu'nun kamu sektörü kuruluşları tarafından kötüye kullanımı önlemek için tek kaynak kullanımı ve varlıkların elden çıkarılmasına ilişkin kılavuz ilkeleri uygulaması.

Anas (2020), Gana'nın Wa Belediyesindeki kamu kurumlarında 2003 Kamu İhale Kanunu'nun (Kanun 663) uygulanmasındaki zorlukları incelemiştir. İhale komitesi üyeleri, kapsamlı deneyimleri, işlerine olan bağlılıkları ve en yüksek eğitim düzeyleri temelinde seçilmektedir. Kullanılan ihale prosedürleri, şeffaflık ve paranın karşılığını alma ilkeleriyle çelişen yönetsel takdir yetkisi tarafından etkilenmektedir. Şeffaflık, hesap verebilirlik, adalet ve paranın karşılığı, farklı İhale süreçlerinin avantajlarıdır. Ancak, yanıt verenler arasında İhale tekniklerinin sıralanması konusunda bazı

anlaşmazlıklar bulunmaktadır. Sonuçlar ayrıca, insan kaynaklarının kalitesi, yolsuzluk ve siyasi müdahalenin 2003 Kamu İhale Kanunu'nun (Kanun, 663) uygulanmasındaki tüm aşamaları etkilediğini ortaya koymaktadır. (Kanun, 663). Çalışma, 2003 Kamu İhale Kanunu'nun uygulanmasının, ajans teorisiyle (Kanun, 663) açıklanan ahlaki tehlikeler ve ters seçim ile karakterize olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, 2003 Kamu İhale Kanunu'nun (Kanun, 663) uygulanmasındaki sorunları gidermek için değiştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, Wa Belediyesi'nin İhale çalışanları, kapasite geliştirme ve belirli para cezalarının uygulanması sonucunda davranışlarını değiştirebilirler.

Opong (2020), Gana'daki kamu mali yönetiminde İhale Kanununun etkinliğini değerlendirmiştir. Bulgular, çeşitli Ganalı kamu kurumlarında kullanılan mevcut ihale sistemi olan 663 sayılı Kanunun, 663 sayılı Kanunun kabulünden önce yürürlükte olan sistemden daha üstün olduğunu göstermiştir. 663 sayılı Kamu İhale Kanunu, şeffaflık, hesap verebilirlik ve ayrımcılık yapmama açısından kamu ihale uygulamaları üzerinde olumlu bir etki yaratmıştır. Ancak, kamu alımları mevzuatı, özellikle acil durumlarda izlenecek net bir yaklaşım konusunda sessiz kalmaktadır. Bu nedenle, çoğu kamu kurumu, özellikle acil durumlarda tek kaynaklı tedarik yolunu tercih etmektedir. Bu durum, sisteme çeşitli derecelerde suistimal, dolandırıcılık, usulsüzlük ve yolsuzlukların girmesine yol açabilir. Ayrıca, çalışma, İhale sürecinde üst düzey yönetimin bir metraj etkisi olduğunu ve bunun kamu kurumları idari sisteminin çoğunda uyumu engellediğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, Adusei ve Laar'ın (2016) çalışmasındaki bulgularla benzerlik göstermektedir. Bu durum, merkezi otoritenin bunları düzenleme istekliliği ve yetkinliğini gerektirmektedir.

Akuffo (2014), Gana'nın Merkez Bölgesi'ndeki Upper Denkyira East Belediyesi'nde seçilen kamu kurumlarında 2003 Kamu İhale Kanunu'nun (Kanun 663) uyum düzeyini değerlendirmiştir. Çalışma, kurumlardaki uyum düzeyinin %67 olduğunu ve bunun iyi bir oran olduğunu ortaya koymuştur. Öte yandan, etkili ihale yapıları oluşturma ve ihale sürecini yönetmek için uygun personeli işe alma zorluğu, verimlilik ve paranın karşılığını alma olanaklarını sınırlamaktadır. Çalışmada, Kamu İhale Kanunu'nun tüm kurumlarda ihale faaliyetlerini yönetmek ve ihale konusunda yetkin kişileri istihdam etmek için İhale Birimleri, Kurum İhale Komiteleri (ETC) gibi yapıların kurulmasını öngörmesi önerilmiştir. Ayrıca, çalışmada, genel ihale yapısının işleyişinin iyileştirilmesi ve 2003 tarihli Kamu İhale Kanunu'na uyumun sağlanması için, nitelikli ihale uzmanları tarafından yönetilecek kalıcı İhale Birimlerinin kurulması önerilmiştir.

Gana'nın 2003 Kamu İhale Kanunu (663) ihlallerine ilişkin uzun vadeli bir görünüm (Atiga ve Azanlerigu 2017) tarafından incelenmiştir. Sonuçlar, mevzuatın en sık ihlal edilen hükümlerinin, uygun İhale İnceleme Kurullarının onayı olmadan rekabetçi olmayan ihale ve tek kaynaklı tedarik olduğunu göstermiştir. Çalışma, araştırma süresince en çok kanun ihlali yapan kurumların Eğitim, Sağlık, Yerel Yönetim ve Kırsal Kalkınma Bakanlıkları olduğu sonucuna varmıştır.

Owusu vd. (2020), yumuşak hesaplama yaklaşımını kullanarak Gana'daki inşaat projelerinin tedarik zincirindeki ihale usulsüzlüklerini incelemiştir. Bulgular, en çok görülen üç usulsüzlüğün şunlar olduğunu ortaya koymuştur: tamamlanmamış işler için yapılan ödemeler, aynı tedarikçiden proforma fatura temini ve kilit departmanlar arasında uygun koordinasyonun olmaması. Diğer faktörler arasında idari, usul, uyum ve sözleşme izleme usulsüzlükleri bulunmaktadır.

Ameyaw vd. (2017), Gana'nın inşaat sektöründeki yolsuzluk uygulamalarını araştırmıştır. Çalışmanın bulguları, kamu görevlilerinin, müteahhitlerin ve inşaat profesyonellerinin, bir inşaat sözleşmesinin teklif değerlendirme, ihale ve sözleşme yürütme aşamalarında alışılmış yolsuzluk ve etik olmayan davranışlarda bulunduğunu ortaya koymuştur. Çalışma ayrıca, Gana inşaat sektöründeki yolsuzluğun yüksek siyasi bağlantılar, kamu inşaat projelerinin aşırı ve pervasız tek kaynaklı temini, inşaat şirketlerinin yolsuzlukla mücadeleye yönelik taahhüt eksikliği ve inşaat sektörünün doğası gereği kendine özgü operasyonel ortamından kaynaklandığını ortaya koymuştur. Son olarak, gözlemlenen en yaygın beş yolsuzluk türü rüşvet (gasp), yolsuzluk, gizli anlaşma ve ihaleye fesat karıştırma, çıkar çatışması ve dolandırıcılık olarak sıralanmaktadır. Bu nedenle araştırma, yolsuzluk uygulamaları ve davranışlarıyla mücadele etmek için uygun önlemlerin geliştirilmesini önermektedir.

Kusi vd. (2014), Takoradi Polytechnic'i bir vaka çalışması olarak kullanarak eğitim sektöründe kamu alımları politikasının uygulanmasını araştırmıştır. Çalışma, kurumun kurulan İhale Birimi aracılığıyla tedarikçilerden mal, iş ve hizmet satın alımında Gana Kamu Alımları 2003 (Kanun 663) kullanıldığını kabul etmiştir. Ancak çalışma, aşırı bürokrasi, zahmetli belge işleme ve yetersiz depolama tesisleri gibi önemli zorlukları ortaya koymuştur. Bu nedenle çalışma, Politeknik'in İhale döngüsündeki bu tür zorluklarla mücadele etmek için belirli iç müdahaleler gerçekleştirmesine rağmen, Kamu İhale Otoritesinin bazı zorlukları azaltmak için müdahale etmesini önermektedir.

Kissi vd. (2017), Gana inşaat sektöründe ihale fiyat endekslerinin geliştirilmesinin önündeki kritik zorlulukları araştırmıştır. Bulgular, zayıf İhale ve tahmin, düzensiz dış ve proje koşulları, veri bulunmaması, teknolojik etkiler ve zayıf bilgi tabanı olmak üzere beş temel engeli ortaya koymuştur. Bulgular, TPI'nın geliştirilmesini kolaylaştırmak için uygulayıcıların kapasitelerini artırmaları için acil bir ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bu zorlulukları Gana ve diğer gelişmekte olan ülkelerde ihale fiyat endeksi hakkındaki bilginin ilerlemesinin temeli olduğu için titizlikle ele alınması önerilmektedir.

Gana'daki kamu sektörü projelerinde müteahhitlerin finansmanında karşılaşılan zorluklar, (Ofori vd. (2017) tarafından araştırılmıştır. Bulgular, hükümetin ödemelerdeki gecikmeleri ve yetersiz nakit akışı, müteahhitlerin kredi itibarının olmaması ve yetersiz teminat güvenliği gibi faktörlerin Gana'daki kamu sektörü projelerinin finansmanı ile ilgili zorlukların temel belirleyicileri olduğunu ortaya koymuştur. Bu makale, ekonominin bu önemli sektörü için finansal planlar, politikalar ve yasalar geliştirmek üzere Çalışma ve İskan Bakanlığı bünyesinde bir İnşaat Geliştirme Kurumu (CDA) kurulmasını önermektedir.

Amoah ve Shakantu (2017), Gana'nın ihale kanunundaki tercih politikalarının yerel inşaat sektörünü teşvik etmedeki etkinliğini incelemiştir. Çalışmanın bulguları, kamu alımları mevzuatındaki tercih politikalarının, yerel inşaat şirketlerine verilen devlet ihalelerinin tahsisi üzerinde önemli bir etkisi olmadığını ortaya koymuştur. Bunun anlamı, Gana hükümetinin inşaat sektöründe yerel müteahhitler ve danışmanlar lehine tercih politikaları uygulamaya koyma hedefinin gerçekleştirilemediği, çünkü büyük devlet projeleri hala yabancı firmalara verilirken, yerel inşaat firmaları bu projelerde alt yüklenici olarak görevlendirilerek büyüme fırsatları sınırlandırılmaktadır. Çalışma, Gana inşaat sektöründeki politika yapıcılara önerilerde bulunmakta ve bu çalışma ile oluşturulan ihale değerlendirme kriterlerinin, yerli inşaat sektörünü teşvik etmek için

istenen etkiyi sağlamak üzere kamu alımları sisteminde kullanılması önerilmektedir.

Dünya Bankası'na (2003) göre, Gana'nın ihale zorlukları şunlardır: 1) Kötü Sözleşme Yönetimi (Kusurlu sözleşme yönetimi süreci, maliyetlerin artmasına, sözleşmenin tamamlanmasında gecikmeye, sözleşmenin tamamlanmamasına, kontrolsüz değişikliklere, siyasi baskıya, yüklenici taleplerinin kusurlu değerlendirilmesine, gerekli durumlarda tazminatların uygulanmamasına ve diğer sözleşme koşullarına genel olarak uyulmamasına, beklenen sonuçların elde edilememesine ve İhale Kurumunun öngörülemez sonuçlara yol açabilecek yasal sorunlarla karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır). 2) Anlaşmalara uygun olarak yerine getirilmeyen sözleşmeler, ekonomi, verimlilik ve şeffaflık ilkelerini zedelemektedir. 3) Belirsiz İhale prosedürleri ve yetersiz denetim. 4) Her zaman aynı yüklenicilerin kullanılması. 5) Yetersiz İhale planları. 6) Kurumlar tarafından yetersiz veya kötü kayıt tutma. 7) Çok yüksek avans ödemeleri 8) Performans güvenliğinin uygulanmaması. 9) Devlet tarafından finanse edilen sözleşmelerde gecikmeler. 10) Sözleşme koşullarının uygulanmaması.

Öneriye göre: Nitelikli personelin sözleşmeleri yönetmesini ve performans göstermeyen personelin cezalandırılmasını sağlamak için bir izleme sistemi olmalıdır. Ayrıca, iş sözleşmelerinin sertifikasyonu bireyler yerine ekipler tarafından yapılmalıdır. Kayıt tutma, sözleşmelerin şeffaflığını, denetimini ve izlenmesini kolaylaştırdığı için zorunlu olmalıdır. Ayrıca, belirli bir sözleşmeyle ilgili tüm belgeler bir arada dosyalanmalı ve bir dosya dolabında saklanmalıdır. Bir diğer önemli faktör ise kayıt tutmanın bilgisayar ortamında yapılmasıdır. Kamu kuruluşları tarafından kullanılan mevcut İhale siparişleri, alıcı ve (İhale Kuruluşları) ile tedarikçilerin sözleşme yükümlülüklerini ve haklarını içerecek şekilde yeniden tasarlanmalıdır.

"Gana'da tedarik sürecini etkileyen faktörler: kültürel değişimin getirdiği zorlukların yönetimi" başlıklı bir çalışma, Tasarım-İhale-İnşaat (DBB) yönteminin sürekli kullanımını etkileyen faktörleri araştırmayı amaçlamış ve tedarik sürecini etkileyen başlıca faktörler (Buerter vd. (2021) tarafından belirlenmiştir. DBB'nin temel sorunlarının, önemli maliyet ve program aşımaları ile önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, İhaleyi etkileyen temel unsurlar, erken başlangıç ve tamamlama, taahhütte bulunmadan önce kesin fiyatlandırma, maliyet azaltma ve program aşımaları olarak kabul edilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, Gana inşaat sektörü, İhale uygulamalarında kültürel bir değişime hazır değildir ve DBB'ye güvenmeye devam edebilir. Projeler için yüklenici seçiminin, işin toplam hacmi yerine iş birimi temelinde yapılması tavsiye edilmektedir. Bu, inşaat yapılabilirliği, yüklenicinin hesap verebilirliğinin artırılması ve proje riskinin azaltılması gibi avantajlar sunan bir yüklenicinin erken seçilmesini kolaylaştıracaktır.

Engelbert (2015), Gana kamu alımları yasasındaki yolsuzlukla mücadele unsurlarını incelemiştir. Çalışmada üç tür yolsuzlukla mücadele aracı tanımlanmıştır: (1) önleyici tedbirler: ihale yöntemi seçimi, ihale verilerinin yayınlanması, kayıt tutma ve sözleşme yönetimi; (2) uygulama mekanizmaları: uygunluk kontrolleri, denetimler ve inceleme sistemleri; ve (3) yaptırım kapsamı ve sınırları. İhale yöntemi eşiklerinin ayarlanması, ihale bilgilerine erişimin kolaylaştırılması, sözleşme yönetimi hükümlerinin entegre edilmesi, denetim kurumlarında kapasite oluşturulması, idari inceleme sisteminin güçlendirilmesi ve Kamu İhale Kurumu ile kolluk kuvvetleri arasındaki işbirliğinin resmileştirilmesi, analizden çıkarılan öneriler arasındadır.

Gana'daki kalkınma projelerinin satın alımına ilişkin araştırma, Tasarımcı Öncülüğündeki Sistemler ile Üretici Öncülüğündeki Sistemlerin literatür incelemesi Buertey vd. (2016) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmanın amacı, geleneksel İhale tekniklerinin kullanılmaya devam edilmesinin nedenlerini, alternatif İhale yöntemlerinin benimsenmesini engelleyen zorlukları incelemek ve paydaşların diğer üretici öncülüğündeki İhaleleri benimseme olasılığını araştırmaktır. Araştırmanın bulgularına göre, DBB'nin benimsenmesi çoğunlukla paydaşların aşinalığı, Gana'da yürütülen projelerin küçük ölçeği, yerel müteahhidin yetkinlik ve kapasite özellikleri ve inşaat projelerinin tesliminde kullanılan sözleşme türüne bağlıydı. Raporla göre, Gana'daki inşaat sektörü, yerel müteahhitlerin %10'undan azının bu kapasiteye sahip olması nedeniyle, DBB'ye alternatif olarak üretici liderliğindeki bir sisteme geçiş için tamamen hazır değildir. Yine, DB'yi uygulamaya istekli olan çoğu yüksek profilli işletme yabancı şirketlerdir; bir geçiş, uygun kapasiteye sahip yerel müteahhitleri dezavantajlı duruma düşürecektir. Son olarak, Ganalı müteahhitler, doğru bir konuma gelmek için hem insan hem de teknik kapasite açısından kapasite oluşturmalıdır. Çizelge 2.24 Gana'daki İhale sürecinin zorluklarını özetlemektedir.

Çizelge 2.24. Gana'daki tedarik sürecinin zorlukları

No	Faktör	Öneriler	Sektör	Kaynak
1	Çıkar çatışması, Rüşvet, Zimmete para geçirme, Rüşvet, İhale manipülasyonu ve Dolandırıcılık	İyi yönetim, kurumsal sosyal sorumluluk, şeffaflık, hesap verebilirlik, makul kamu harcamaları ve ulusal büyümeyi teşvik etmek için güçlü bir İhale sistemi ve sosyal adalet politikaları oluşturulması.	Altyapı projeleri	Osei-Tutu vd. (2010)
2	Yetersiz finansman, Siyasi müdahale, İhale bilgilerinin yetersiz yayılması İhale yöneticilerinin yetersiz kapasitesi.	İhale makamları, yasanın amaçlarının gerçekleştirilmesini sağlamak için siyasi müdahale olmaksızın mevzuata sıkı sıkıya bağlı kalınmasını sağlamalıdır.	Kamu Sektörü (İlçe, Büyükşehir ve Belediye Meclisleri)	Ameyaw vd. (2012)
3	İhale uzmanlarının kapasitesinin düşük olması, İhale kurumları ile PPA arasında düşük etkileşim, Rekabetin kasıtlı olarak kontrol edilmesi, Yasaların uyulmaması, Sözleşmelerin daha küçük parsellere bölünmesi, Fon eksikliği ve tedarikçilerin işbirliği yapmaması.	PPA, tedarik süreçlerini anlamaları ve mevzuatı uygulamaları için tedarik görevlilerinin yanı sıra tedarikçileri, yüklenicileri ve danışmanları eğiterek tedarik sürecini iyileştirmeye çalışmaktadır. Tedarik sürecini kasıtlı olarak kötüye kullanan personeli önlemek için cezai tedbirler de uygulanmalıdır.	Kamu Sektörü (İlçe, Büyükşehir ve Belediye Meclisleri)	(Ameyaw vd. 2012)
4	Siyasi müdahale, Eğitimsiz personel, İzleme eksikliği, Komite üyelerinin motivasyon eksikliği.	1) PPA, İhale paydaşlarının yetkinlik ve kapasitelerinin geliştirilmesine yardımcı olmak için düzenli eğitim programları düzenlemelidir. 2) PPA, meclisler içindeki izleme ve uyum güvencesi rolüne düzenli olarak dikkat etmelidir. 3) Rutin İhale kararlarının siyasi müdahalelerden izole edilmesi veya en azından bu müdahalelerin en aza indirilmesi.	Kamu Sektörü (İlçe, Metropolitan ve Belediye Meclisleri)	(Adusei ve Awunyo-Vitor 2015)

Çizelge 2.22. Gana'daki ihale sürecinin zorlukları devamı

No	Faktör	Öneriler	Sektör	Kaynak
5	Finansman, Rüşvet ve yolsuzluk, Yabancı rekabet, Bazı projeler için ihaleye girme kapasitesinin olmaması, Ödeme gecikmeleri, Zorlu ihale süreci, Tek kaynaklı tedarik, Siyasi etki.	Gana Hükümeti, bu sorunları çözmek için yerel içerik politikası, hızlı ödeme, beceri geliştirme gibi önlemler almalı ve ortak girişimleri teşvik etmelidir.	Yerel İnşaat Sektörü	Amoah ve Shakantu (2019)
6	Onay süreçlerindeki gecikmeler, uygun olmayan tedarik planlaması	Algılanan gecikmelerden ziyade gerçek gecikmeleri ele almak için, gecikmelerin temel nedenleri tespit edilmelidir. Bu yöntem, gecikmelerin nedenleri olarak semptomları belirlemekten uzaklaşarak, gecikmelerin gerçek nedenlerine odaklanır ve böylece inovasyon yoluyla süreç verimliliğini artırır.	Kamu Sektörü Rekabetçi İhale Süreci	(Ottou vd. (2020).
7	Tedarikçiler ve yükleniciler arasında düşük profesyonellik düzeyi, Bürokrasi, Yolsuzluk, Siyasi müdahale.	Vatandaşlar, paralarının nasıl harcadığını takip ederek, paralarının karşılığını alabilmek için ihale sürecini izlemelidir.	Kamu Sektörü (Belediye Meclisleri)	(Boatema -Yeboah ve Tamakloe 2019).
8	İki bölgedeki kamu kurumlarının uyum düzeyleri düşük.	Kamu alımları yasalarına uyumu güçlendirmek için kamu kurumları İhale personeli istihdam etmektedir. Personele sıkı ve sık sık İhale eğitimi verin.	Kamu Sektörü (Brong Ahafo ve Ashanti Bölgeleri)	(Osei-Tutu vd. 2011)
9	Sıkı İhale süreçlerinin takip edilmemesi. Yönetimin müdahalesi.	Bu nedenle, çalışma, Politeknik yönetiminin, PPA'ya (663 Sayılı Kanun) uymak için tedarik biriminin müdahale olmaksızın serbestçe çalışmasına izin vermesini önermiştir. Ayrıca, yönetim PPA'ya liderlik ve bağlılık göstermeli ve bunu yolsuzluğu azaltmak ve mümkünse mücadele etmek için bir araç olarak kullanılmalıdır.	Eğitim Sektörü	(Adusei ve Laar 2016)
10	Siyasi etkiler; Tedarikçi/yüklenici seçimi, İhale yetkilileri, ihale sürecinin atlatılması, Bölge meclisi satın alımlarında proje seçimi. Düşük kaliteli tedarikçilerin seçimi, Düşük kaliteli İhale yetkililerinin işe alınması, İhale prosedürlerinde şeffaflık eksikliği ve mal İhale maliyetlerinde artış.		Kamu Sektörü (İlçe Meclisleri)	(Nuertey vd. 2018)

Çizelge 2.22. Gana'daki ihale sürecinin zorlukları devamı

No	Faktör	Öneriler	Sektör	Kaynak
11	Kamu görevlileri ve müteahhitler tarafından İhale sürecinde ve ihale sürecinde siyasallaşma ve manipülasyon, İhale kurumlarının kanunla belirlenen kurallara uymaması, Kötü sözleşme yönetimi, Zayıf yaptırım rejimi, Varlıkların uygun olmayan şekilde elden çıkarılması Kamu kurumları tarafından tek kaynak kullanımı	Kalitesiz işçilik ve düşük kaliteli malların teslimini önlemek için sözleşme denetim ve izleme mekanizmasının güçlendirilmesi, Kamu Hizmetleri Komisyonu gibi siyasi olarak bağımsız ve tarafsız kuruluşlar tarafından sürecin yürütülmesi için yetkin kişilerin istihdam edilmesini sağlamak amacıyla ihale sürecinin siyasetten arındırılması, PPA, kamu sektörü kuruluşları tarafından kötüye kullanımın önlenmesi için tek kaynak kullanımı ve varlıkların elden çıkarılmasına ilişkin kılavuzlar uygulamalıdır.	Kamu Sektörü	(Isaac 2013)
12	İnsan kaynaklarının kalitesizliği, Yolsuzluk, Siyasi müdahale	Çalışma, 2003 tarihli Kamu İhale Kanunu'nun uygulanmasındaki sorunları gidermek için bir değişiklik önermiştir. Ayrıca, Wa Belediyesi'nin ihale çalışanları, kapasite geliştirme ve belirli para cezalarının uygulanması sonucunda davranışlarını değiştirebilirler.	Kamu Sektörü	(Anas 2020)
13	Acil durum senaryoları için prosedür eksikliği, tek kaynaklı tedariklere yol açarak çeşitli derecelerde suistimal, dolandırıcılık, usulsüzlük ve yolsuzluğa neden olmaktadır. İhale sürecinde üst düzey yönetimin etkisi,	Bu durum, merkezi otoritenin bunları düzenleme istekliliği ve yetkinliğini gerektirmektedir.	Finans sektörü	(Oppong 2020)
14	Etkili İhale yapılarının eksikliği ve İhale sürecini yönetmek için uygun personelin işe alınmaması, verimlilik ve paranın karşılığını alma olanaklarını sınırlamaktadır. ve 2003 Kamu İhale Kanunu'na uyum.	Çalışma, Kamu İhale Kanunu'nun tüm kurumlarda ihale faaliyetlerini yönetmek ve ihale konusunda yetkin kişileri istihdam etmek için İhale Birimleri, Kurum İhale Komiteleri (ETC) gibi yapıların kurulmasını öngörmesini tavsiye etmiştir. Kalıcı İhale Birimlerinin kurulması, nitelikli ihale uzmanları tarafından yönetilmelidir.	Kamu sektörü	Akuffo (2014)

Çizelge 2.22. Gana'daki ihale sürecinin zorlukları devamı

No	Faktör	Öneriler	Sektör	Kaynak
15	Tamamlanmamış işler için ödemeler, Aynı tedarikçiden proforma faturaların temini ve Önemli departmanlar arasında uygun koordinasyon eksikliği, İdari, prosedürel, uyum ve sözleşme izleme usulsüzlükleri.		İnşaat sektörü	(Owusu vd. 2020)
16	İnşaat sözleşmesinin teklif değerlendirme, ihale ve sözleşme yürütme aşamalarında alışılmış yolsuzluk ve etik dışı davranışlar. Yüksek siyasi bağlantılar, kamu inşaat projelerinin aşırı ve pervasız tek kaynaklı tedariki, İnşaat şirketlerinin yolsuzlukla mücadeleye yönelik taahhütlerinin eksikliği ve inşaat sektörünün doğası gereği kendine özgü operasyonel ortamı. Gözlemlenen en yaygın beş yolsuzluk türü rüşvet (gasp), yolsuzluk, gizli anlaşma ve ihaleye fesat karıştırma, çıkar çatışması ve dolandırıcılıktır.	Bu nedenle araştırma, yolsuzluk uygulamaları ve davranışlarıyla mücadele etmek için uygun önlemlerin geliştirilmesini önermektedir.	İnşaat sektörü	Ameyaw vd. (2017)
17	Aşırı bürokrasi, Zahmetli belge işleme ve Yetersiz depolama tesisleri.	Kamu İhale Kurumu, Politeknik'in ihale döngüsündeki bu tür zorlukların üstesinden gelmek için belirli iç müdahalelerde bulunsa da, bazı zorlukları azaltmak için müdahale etmelidir.	Eğitim Sektörü	(Kusi vd. 2014)

Çizelge 2.22. Gana'daki ihale sürecinin zorlukları devamı

No	Faktör	Öneriler	Sektör	Kaynak
18	Kötü İhale ve tahmin, Dengesiz dış koşullar ve proje koşulları, Verilerin bulunmaması, Teknolojik etkiler Zayıf bilgi tabanı.	Bulgular, uygulayıcıların TPI'nın geliştirilmesini kolaylaştırmak için kapasitelerini artırmalarına acil ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bu zorlukların titizlikle ele alınması tavsiye edilmektedir, çünkü bunlar Gana'da ihale fiyat endeksi hakkındaki bilginin ilerlemesinin temelini oluşturmaktadır.	İnşaat sektörü	(Kissi vd. 2017)
19	Çalışmanın bulguları, kamu ihale mevzuatındaki tercih politikalarının, yerel inşaat şirketlerine verilen devlet ihalelerinin tahsisi üzerinde önemli bir etkisi olmadığını ortaya koymuştur.	Çalışma, Gana inşaat sektöründeki politika yapıcılara önerilerde bulunmakta ve bu çalışma ile oluşturulan ihale değerlendirme kriterlerinin, yerli inşaat sektörünü teşvik etmek için kamu alımları sisteminde kullanılması önerilmektedir.	İnşaat sektörü	(Amoah ve Shakantu 2017)
20	1) Kötü Sözleşme Yönetimi (Kusurlu sözleşme yönetimi süreci, maliyetlerin artmasına, sözleşmenin tamamlanmasında gecikmeye, beklenen sonuçların elde edilememesine yol açar ve İhale Kurumunu öngörülemez sonuçlara yol açabilecek yasal sorunlara maruz bırakabilir). 2) Sözleşmelerin anlaşılabilirliği uygun olarak yerine getirilmemesi. 3) Belirsiz İhale prosedürleri ve yetersiz denetim. 4) Her zaman aynı yüklenicilerin kullanılması. 5) Yetersiz İhale planları. 6) Kurumlar tarafından yetersiz veya kötü kayıt tutma. 7) Çok yüksek avans ödemeleri 8) Performans güvencesinin uygulanmaması. 9) Devlet tarafından finanse edilen sözleşmelerde gecikmeler. 10) Sözleşme koşullarının uygulanmaması.	Nitelikli personelin sözleşmeleri yönetmesini ve performans göstermeyen personelin cezalandırılmasını sağlamak için bir izleme sistemi olmalıdır. Ayrıca, iş sözleşmelerinin sertifikasyonu bireyler yerine ekipler tarafından yapılmalıdır. Kayıt tutma, sözleşmelerin şeffaflığını, denetimini ve izlenmesini kolaylaştırdığı için zorunlu olmalıdır. Belirli bir sözleşmeyle ilgili tüm belgeler bir arada dosyalanmalı ve bir dosya dolabında saklanmalıdır. Kayıt tutma işlemi bilgisayar ortamında yapılmalıdır.	Kamu Sektörü	(Dünya Bankası 2003)

➤ **Gana'da ihale uygulamasının önündeki başlıca zorlukların sınıflandırılması**

Bu bölümde, literatür taraması bulguları analiz edilerek benzer zorluklar/zorlulukları tespit edilip birleştirilmiştir. Ardından, Gana'daki ihale sürecinde tespit edilen başlıca zorluklar/zorlulukları, Gana inşaat sektöründeki mevcut zorluklar/zorlulukları doğrulamak için kullanılmıştır. Çizelge 2.25'te, Gana'da ihale uygulama süreçlerinin önündeki başlıca zorlukların kategorilerini göstermektedir.

Çizelge 2.25. Gana'da ihale süreci zorlukları – kategorik özet

No	Zorlukları	Açıklama	Referans
1	Siyasi müdahale	İhale sürecinde hükümet yetkilileri tarafından yapılan lobi faaliyetleri ve müdahale veya karışmalar. Kamu görevlileri ve müteahhitler tarafından İhale sürecinde ve ihale sürecinde yapılan siyasallaştırma ve manipülasyon	(Isaac 2013; Adusei ve Awunyo-Vitor 2015; Ameyaw vd. 2017; Nuertey vd. 2018; Boatemaa-Yeboah ve Tamakloe 2019; Amoah ve Shakantu 2019; Anas 2020)
2	Rüşvet ve algılanan yolsuzluk	İhalenin sonucunu etkilemek amacıyla başka bir kişiye değerli bir şey teklif etmek, vaat etmek veya vermek. Ayrıca, rekabeti kasıtlı olarak kontrol etmek de buna dahildir. Yolsuzluk türleri arasında rüşvet (gasp), yolsuzluk, gizli anlaşma ve ihaleye fesat karıştırma, çıkar çatışması ve dolandırıcılık sayılabilir. Ayrıca, ihaleye fesat karıştırma, yani ihale sürecini seçilen teklif sahiplerinin lehine manipüle etmek de buna dahildir.	(Osei-Tutu vd. 2010; PPA 2003; Amoah ve Ameyaw vd. 2012; Ameyaw vd. 2017; Boatemaa-Yeboah ve Tamakloe 2019; Shakantu 2019; Anas 2020)
3	Yasaların düşük düzeyde/hiçbir şekilde uygulanmaması	Sözleşmeler anlaşmalara uygun olarak yerine getirilmiyor.	(Dünya Bankası 2003; Osei-Tutu vd. 2011; Isaac 2013; Ameyaw vd. 2012; Owusu vd. 2020)
4	Yetersiz beceri profesyonelliği	İhale uzmanlarının kapasitesinin düşük olması ve kaliteli insan kaynaklarının eksikliği, düşük kaliteli İhale yetkililerinin işe alınması,	(Ameyaw vd. 2012; Adusei ve Awunyo-Vitor 2015; Nuertey vd. 2018; Anas 2020; Boatemaa-Yeboah ve Tamakloe 2019)
5	Yetersiz performans güvencesi uygulaması	Performans güvenliğinin uygulanmaması	(Dünya Bankası 2003)

Çizelge 2.23. Gana'da ihale uygulamasının önündeki başlıca zorlulukların kategorileri devamı

No	Zorlulukları	Açıklama	Referans
14	Ödemelerde gecikmeler	Devlet tarafından finanse edilen sözleşmelerin ödemelerinde gecikmeler.	(Dünya Bankası 2003; Amoah ve Shakantu 2019)
15	Yetersiz İhale planları.	Kurumlar, daha iyi sözleşme yönetimi için uygun bir İhale sistemine sahip değildir. Bu durum, ihale sürecinde şeffaflık ve rekabet eksikliğine yol açmaktadır.	(Dünya Bankası 2003; PPA (2003)
16	Zorlu belge işleme süreci	İhale prosedürü çok fazla belge ve evrak işini gerektirmektedir.	(Kusi vd. 2014)
17	Sözleşmelerin daha küçük parsellere bölünmesi	Sözleşmelerin daha küçük parsellere bölünmesi	(Ameyaw vd. 2012)
18	Yabancı rekabet	Yerel müteahhitlere göre yabancı müteahhitlere tanınan avantajlar	Amoah ve Shakantu (2019)

2.5.8. Literatür incelemesinden elde edilen öneriler

Gana'nın ihale ve tedarik süreçlerinin nasıl iyileştirilebileceğine dair çeşitli araştırma önerileri bulunmaktadır. Bunlar arasında öne çıkanlar şunlardır: Dünya Bankası (2003), Gana'nın ihale sürecindeki sorunlara çözümler önermiştir. 1) Bir izleme sistemi, sözleşmelerin nitelikli personel tarafından yönetilmesini ve düşük performans gösterenlerin cezalandırılmasını sağlamalıdır. 2) Ayrıca, ekipler iş sözleşmelerini bireysel olarak değil, toplu olarak onaylamalıdır. 3) Şeffaflığı, denetimi ve sözleşme izlemeyi teşvik ettiği için kayıt tutma zorunlu olmalıdır. 4) Belirli bir sözleşmeyle ilgili tüm belgeler bir arada dosyalanmalı ve bir dosya dolabında saklanmalıdır. 4) Kayıt tutma bilgisayar ortamına aktarılmalıdır.

İhale zorluklarını ele almak için çok sayıda öneri bulunmaktadır. Çok az sayıda yazar yeni teknolojilerin benimsenmesini önermiştir. Bu bağlamda, YBM'i geleneksel İhale sürecine entegre etmek çok önemlidir, çünkü (Majzoub ve Eweda 2021)'e göre, tasarım, inşaat ve hatta tesis yönetimi proje aşamalarında bir araç olarak Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) kullanma yönünde uluslararası bir eğilim vardır. Bu araç, mimarlara ve mühendislere binaları modelleme ve inşa ederken tasarım disiplinleri arasındaki çelişkileri önleme olanağı sunar.

2.5.9. Kamu-özel sektör ortaklığı (PPP)

PPP'ler, özel sektörün kamu sektörünün sahip olduğu veya sağlayabileceği tesisleri ve/veya hizmetleri tazminat karşılığında sağlamayı kabul ettiği, kamu ve özel sektör arasındaki sözleşmeye dayalı anlaşmalardır. Tipik olarak, özel sektör hizmetlerin sunulması için gerekli altyapı varlıklarını tasarlamayı, inşa etmeyi, finanse etmeyi, işletmeyi ve/veya bakımını yapmayı kabul eder (Hemming 2006). Cui vd. (2018),

PPP'nin, kamu sektörü altyapısının geniş bir yelpazesini kapsayan altyapı çıktılarının ekonomik değerini artırmak için kullanılan bir strateji olduğunu eklemiştir.

Kamu-Özel Ortaklıkları (PPP'ler), hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerin ekonomik kalkınmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bunlar küresel bir trend haline gelmiş ve büyük ölçekli kamu altyapı projelerini gerçekleştirmek için en popüler yöntem haline gelmiştir. Dünya çapındaki hükümetler, riskleri ve ödülleri özel sektörle paylaşarak ve özel sermaye, teknoloji ve yönetim becerilerinden yararlanarak proje yönetişimini ve paranın değerini artırmak için PPP'leri benimsemiştir (Tariq ve Zhang 2020). PPP'ler popülerlik kazanmış ve sağlık, cezaevleri, su ve atık su arıtma, ulaşım ve eğitim gibi çeşitli altyapı sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Liu vd. 2016; Siemiatycki 2009; Kwak vd. 2009; Soomro ve Zhang 2015). 1985 ile 2010 yılları arasında, 700 milyar dolardan fazla değere sahip 2.000'den fazla altyapı projesi PPP'ler aracılığıyla gerçekleştirilmiştir (Siemiatycki 2009).

Küresel deneyimler, doğru şekilde formüle edildiğinde PPP'lerin hükümetlere çeşitli faydalar sağlayabileceğini göstermiştir (Kwak vd. 2009). PPP'lerin temel faydaları arasında şunlar sayılabilir: yerel ekonominin büyümesi, finansman transferi, inşaat ve işletme ile ilgili risklerin aktarılması, kaynakların optimize edilmesi, teknoloji transferi, kamu projelerine yenilik getirilmesi ve müşteri tarafından talep edilmeyen ek hizmetler/tesisler sağlanması (Zhang 2006). Buna ek olarak, PPP'lerin makroekonomik açıdan da faydalı etkileri vardır. Bunlar arasında altyapı hizmetlerine erişimin ve kalitesinin artırılması, yoksulluğun ortadan kaldırılması için önemli araçlar ve ulusal kalkınma hedeflerine ulaşmak için özel sektörün katılımını sağlamak için yararlı araçlar sayılabilmektedir (Lee vd. 2020). Dahası, günümüzün kalkınma planlamasında, PPP'ler politika oluşturma, planlama, tasarım, koordinasyon, uygulama, izleme ve politika değerlendirmesinin yanı sıra kaynak mobilizasyonu ve yönetiminde de önemli bir rol oynamaktadır ve bu nedenle hizmet sunumundaki altyapı eksiklikleri ve boşluklarının giderilmesinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Kamu-özel sektör ortaklıklarının (PPP'ler) potansiyel avantajlarından biri, hesap verebilirliği iyileştirme yetenekleridir (Fombad 2013).

Buna karşılık, uluslararası deneyimler, kamu sektörünün PPP'lerle ilgili deneyimlerinin her zaman olumlu olmadığını göstermiştir (Ciu vd. 2018; Siemiatycki 2009; Kwak vd. 2009). Tariq ve Zhang (2020) göre, su alanındaki KÖİ'lerin uygulanmasında, sadece Hindistan ve Türkiye gibi gelişmekte olan ve yükselen ülkelerde değil, aynı zamanda Amerika Birleşik Devletleri ve Fransa gibi gelişmiş ülkelerde de birçok başarısızlık ve aksilik yaşanmıştır. (Nayak 2019), PPP'lerin işleyişi ve sonuçlarının, başarısızlıklar, kamu hizmetlerinin sunumundaki verimsizlik, demokratik hesap verebilirliğin eksikliği, paranın karşılığını alamama ve yoksulluk ve eşitsizliğin artması açısından endişe verici bir eğilim ortaya koyduğunu belirtmiştir. Zen (2018), PPP'lerin büyük ölçekte uygulanmasının zorlukları arasında bunların karmaşıklığı, finansman yapıları, sözleşme yönetimi, risk dağılımı ve uyuşmazlık çözümü konusunda özel ve yeterli bilgiye ihtiyaç duyulması ve işlem sürecinin genellikle uzun sürmesi olduğunu belirterek bu faktörleri desteklemiştir. Bu kanıtlar, dünya çapında altyapı geliştirmede PPP'lerin başarılı bir şekilde uygulanmasını engelleyen temel etkenlerin ne olduğu sorusunu açıkça gündeme getirmektedir.

Küresel olarak, PPP'lerin büyük potansiyeline rağmen, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeleri etkileyen, PPP'lerin başarılı bir şekilde uygulanmasının önündeki yaygın zorluklar bulunmaktadır. Bu zorluklarla ilgili çalışmalar arasında, Endonezya'daki ücretli yollar için kamu-özel sektör ortaklığının uygulanmasındaki zorlukları belirleyen Rostiyanı ve Tamin (2010) bulunmaktadır. Kavishe ve An (2016), Tanzanya'nın Dar es Salaam şehrindeki konut projelerinde kamu-özel sektör ortaklıklarının uygulanmasındaki zorlukları incelemiştir. Aynı ülkede, Kavishe vd. (2018) de konut projelerinde kamu-özel sektör ortaklıklarını etkileyen teslimat zorluklarını analiz etmiştir. Osei-Kyei Chan (2017), gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeleri ampirik olarak karşılaştırarak kamu-özel sektör ortaklıklarının uygulanmasındaki kısıtlamaları araştırmıştır.

Ayrıca, KÖİ ile ilgili kapsamlı literatür incelemeleri arasında şunlar bulunmaktadır: Bouman vd. (2013), 2000 ile 2013 yılları arasında gelişmekte olan ülkelerdeki kamu-özel sektör ortaklıklarını sistematik olarak incelemiştir. Jayasuriya vd. (2019), inşaat sektöründeki KÖİ'lerdeki zorlukları incelemiş ve 2008 ile 2017 yılları arasında gelecekteki araştırma yönelimlerini önermiştir. Batjargal ve Zhang (2021), PPP uygulamasında ortaklar arasındaki kültürel farklılıklar, zayıf kurumsal ve yasal çerçeveler, yetersiz risk paylaşım mekanizmaları, yetersiz ortak seçim prosedürleri ve şeffaflık eksikliği dahil olmak üzere dokuz büyük zorluk belirlemiştir. Lee vd. (2020), 1990 ile 2017 yılları arasında fiziksel aktivitenin teşvik edilmesinde kamu-özel sektör ortaklıklarının niteliksel sistematik incelemesini gerçekleştirmiştir.

2.5.10. Kamu-özel sektör ortaklığı (PPP) sözleşmelerine genel bakış

Kamu-Özel Ortaklığı'nın (PPP) kesin tanımı ülkeden ülkeye değişmekle birlikte, bunlar kamu ve özel taraflar arasında rekabetçi bir ihale prosedürüyle verilen uzun vadeli sözleşme düzenlemeleridir. Bu düzenleme kapsamında, özel taraf sözleşme süresince kamu altyapısı ve hizmetleri sağlar, özel ortak gerekli finansmanın (bir kısmını) sağlar, (yeterli) riskler özel ortağa aktarılır ve özel ortağın ücreti performansına bağlıdır (Dünya Bankası 2021A).

Birçok ülkede, kamu-özel sektör ortaklıkları (PPP'ler) kamu tesisleri ve hizmetleri sunmak için önemli bir strateji olmuştur. Bu yaygın kabul ve PPP'lerin kullanımına rağmen, dünya çapında şiddetli zorluklarla karşılaşmışlardır. Bu zorlukları daha iyi anlamak için, öncelikle PPP'leri tanımlamak gerekir. Sonuç olarak, çeşitli akademisyenler, hükümetler ve uluslararası kuruluşlar PPP'lerin farklı tanımlarını sunmuştur (Kwak vd. 2009). KÖİ'ler genellikle, geleneksel bir kamu faaliyetini yürütmek için bir hükümet ve özel bir kuruluş arasında kurulan ortaklıklar olarak geniş ve belirsiz bir şekilde tanımlanmaktadır (Nayak 2019; Soomro ve Zhang 2015). Benzer şekilde, EIB (2021) KÖİ'leri "uzun vadeli bir sözleşme kapsamında bir kamu altyapı projesi ve hizmeti sunmak için tasarlanmış, bir kamu kurumu ile özel bir ortak arasında yapılan bir anlaşma" olarak tanımlamıştır. PPP'lerin çatısı altında, özel sektör ortağı önemli riskler ve yönetim sorumlulukları üstlenir. Kamu otoritesi, hizmetin sağlanması için özel sektör ortağına performansla dayalı ödemeler yapar (örneğin, bir yolun kullanılabilirliği için) veya özel sektör ortağına hizmetin sağlanmasından gelir elde etme hakkı verir (örneğin, bir köprü'nün kullanıcılarından alınan geçiş ücretleri) (EIB 2021).

Dünya Bankası (2021), PPP düzenlemelerinin geleneksel kamu alımlarından çeşitli yönlerden farklı olduğunu belirtmiş ve PPP anlaşmalarında kamu ve özel sektörün,

genellikle aşağıdaki özelliklere sahip olan yollar, demiryolları ve havaalanları gibi kamu altyapı projelerini gerçekleştirmek için birlikte çalıştığını ifade etmiştir:

3. Kamu ihale makamı ("Makam") ile özel sektör şirketi ("PPP Şirketi") arasında, varlıkların değil hizmetlerin satın alınmasına dayalı uzun vadeli bir sözleşme.
4. Özellikle projenin tasarımı, inşası, işletilmesi ve/veya finansmanı ile ilgili belirli proje risklerinin özel sektöre devredilmesi.
5. Projenin tüm yaşam döngüsü etkilerini göz önünde bulundurarak, proje girdilerinden ziyade proje çıktılarının özelliklerine odaklanma.
6. Sağlanan hizmetlerle orantılı olarak özel sektöre yapılan ödemeler. PPP Şirketi, kullanıcılar tarafından kullanıcı ücretleri (örneğin, otoyol geçiş ücretleri), Kurum tarafından (örneğin, kullanılabilirlik ödemeleri, gölge geçiş ücretleri) veya her ikisinin birleşimi (örneğin, düşük kullanıcı ücretleri ile kamu işletme sübvansiyonlarının birleşimi) yoluyla ödeme alabilir.

Siemiatycki'ye (2009) göre, PPP'lerin üç temel özelliği vardır: (1) ortaklara karşılıklı fayda sağlayan bir projedir; özel sektörü tesis tasarımı, inşaat, finansman ve uzun vadeli işletme gibi bazı kombinasyonlarda içeren sözleşmeye dayalı bir imtiyazdır; ve (3) proje risklerinin, bunları en iyi yönetebilecek ortağa gerçek anlamda paylaşılması ve aktarılmasıdır.

KÖİ'lerin bildirilen etkileri, çıktı düzeyinde çoğunlukla olumludur, ancak birkaç durumda zayıf, karışık ve olumsuz etkiler de gözlemlenmiştir (Bouman vd. 2013). Çizelge 2.26, (Al-Hanawi vd. 2020, OCED 2012) kaynaklı KÖİ'lerin zorluklarını özetlemektedir.

Çizelge 2.26. PPP'lerin Zorlukları

No	Zorlukların kategorisi	Zorlukları
1	Yasal	Onay ve izinlerdeki gecikmeler
		Yasa ve yönetmelik değişiklikleri
		Zayıf/yetersiz düzenleyici çerçeveler ve uygulama
		İdari prosedürler ve kılavuzlarla ilgili sorunlar
		Zayıf/yetersiz destekleyici politikalar
		Model imtiyaz sözleşmelerinin bulunmaması
		Zayıf kurumsal kapasite ve PPP stratejileri
		Onay ve izinlerdeki gecikmeler
		Yasa ve yönetmelik değişiklikleri
		Zayıf/yetersiz düzenleyici çerçeveler ve uygulama
		İdari prosedürler ve kılavuzlarla ilgili sorunlar
		Zayıf/yetersiz destekleyici politikalar
		Model imtiyaz sözleşmelerinin bulunmaması
2	Sosyal	Paydaşlar arasında potansiyel çıkar çatışmaları

Çizelge 2.24. PPP'lerin Zorlukların devamı

No	Zorlukların kategorisi	Zorlukları
3	Siyasi	PPP'lerle ilgili yetersiz deneyim
		Karar vericilerin PPP'leri yeterince anlamaması
		Hükümetler tarafından garantilerin/teşviklerin çarpıtılması
		Siyasi tartışmalar nedeniyle uzun gecikmeler
		Hükümetin PPP projelerini yönetememesi
		Güçlü siyasi müdahale
		PPP'lere yönelik güçlü siyasi taahhüt eksikliği
4	Ekonomik	Ödemelerin gecikmesi ile ilgili sorunlar
		Yerel kurumların uzun vadeli finansman sağlayamaması
		Finansal maliyet
		Uygun olmayan risk dağılımı ve paylaşımı
		Tarifelerde algılanan artış
		Bankalardan kredi temin etmede zorluklar
		Uzun vadeli finansman elde etmede zorluklar
		Kamu-özel sektör işbirliğini teşvik etmek için kamu sektöründe proje geliştirme fonlarının eksikliği
5	Teknoloji	Kamu-özel sektör ortaklığı projelerini yürütebilecek nitelikli profesyonel eksikliği
		Net olarak tanımlanmamış/belirsiz PPP süreci
		Özel sektörün birçok PPP projesine yatırım yapma zorluğunu tam olarak karşılayamaması
		Tutarlı olmayan risk değerlendirmesi ve yönetimi
		Sorumlulukların yetersiz dağılımı
		Kamu sektörünün PPP sürecini geliştirememesi ve yönetememesi
		Bazı bölgelerde PPP projelerini uygulayabilecek büyük inşaat şirketlerinin bulunmaması
		Kamu sektöründe ve özel yatırımcılar arasında uygun beceri, deneyim ve uzmanlık eksikliği
		İş gereksinimlerinin ve hizmet kalitesinin belirlenmesindeki zorluk
		Kamu sektörü tarafından eksik ön proje bilgilerinin sağlanması
6	Çevresel	Şeffaflık ve hesap verebilirlik eksikliği
		Müzakerelerde uzun gecikmeler
		PPP'lerin uygulanmasını kolaylaştırmayan ortam
		İnşaat gecikmeleri
		Arazi edinme sorunları

2.5.11. PPP türleri

Kamu-Özel Sektör Ortaklıkları (PPP), özel sektörün uzmanlığını ve finansmanını kullanarak kamu altyapısı ve hizmetleri sunmak için stratejik bir yönetim aracı olarak hizmet eder. PPP türlerinin çeşitliliği, yasal çerçeveler, sektörel kullanım ve kurumsal yapılar açısından farklılıklar gösteren ortama bağlıdır.

Kamu-özel sektör ortaklıkları (PPP'ler) iki ana türe ayrılır: sözleşmeye dayalı ve kurumsal formlar. Sözleşmeye dayalı PPP'ler yasal olarak bağlayıcı anlaşmalara dayanır ve yeni bir tüzel kişilik oluşturmazken, kurumsal PPP'ler kamu ve özel sektör ortaklarının ortak mülkiyetinde bir ortak girişim veya özel amaçlı araç (SPV) oluşturulmasını içerir (Firmino 2020). Firmino (2020), PPP'leri hizmet sözleşmeleri, imtiyazlar ve ortak girişimler gibi farklı modelleri içeren bir "şemsiye kavram" olarak tanımlamaktadır. Dünya Bankası (2023), PPP'leri özel sektörün katılım düzeyi, risklerin nasıl paylaşıldığı ve varlıkların mülkiyeti temelinde sınıflandırmaktadır.

2.5.12. Sözleşmeye dayalı PPP modelleri

Sözleşmeye dayalı kamu-özel sektör ortaklıkları çeşitli alt türleri kapsar. Kamu-özel sektör ortaklıkları (PPP'ler), özel tarafların katılım derecesi ve üstlenilen riskler açısından farklılık gösteren çeşitli biçimler sergiler. PPP şartları genellikle, her bir tarafın sorumluluklarını belirleyen ve riski açıkça dağıtan bir sözleşme veya anlaşmada belirtilir. Bunlar arasında şunlar yer alır:

Kamu mülkiyeti ve finansmanı çerçevesinde özel sektör tarafından belirli hizmetlerin sunulmasını içeren hizmet sözleşmeleri. Bunlar genellikle kısa süreli ve minimum riskli olarak nitelendirilir (Dünya Bankası 2023). PPP'nin bir başka biçimi de Yönetim Sözleşmeleridir. Özel bir kuruluş, genellikle performansla dayalı teşvikler yoluyla bir kamu hizmeti veya tesisini denetler (Dünya Bankası 2023).

Ayrıca, bir başka biçim de, özel bir operatörün kamu varlıklarını kiralaması, kullanıcı ücretlerini tahsil etmesi ve operasyonel riski üstlenmesi ile ilgili kira sözleşmeleridir (Dünya Bankası 2023). Buna ek olarak, PPP'nin imtiyaz biçimi, özel ortağın bir tesisi finanse etmesi, inşa etmesi ve işletmesi ile ilgilidir ve maliyet geri kazanımı, uzun bir sözleşme dönemi boyunca kullanıcı ücretleri yoluyla sağlanır (Dünya Bankası 2023).

Kamu-özel sektör ortaklıklarının en popüler biçimlerinden biri, Yap-İşlet-Devret (YOD) modelidir. Bu modelde, özel sektör, bir varlığın kamu otoritesine devredilmesinden önce belirli bir süre boyunca tasarım, finansman, inşaat ve işletmeden sorumludur (Dünya Bankası 2023A). İnşa-Sahip Ol-İşlet (BOO): Bu model, İnşa-İşlet-Devret (BOT) modeline benzer, ancak özel sektörün mülkiyeti süresiz olarak elinde tutmasıyla ayrılır (Dünya Bankası 2023A). PPP modellerine örnekler Çizelge 2.27'de göstermektedir.

Çizelge 2.27. PPP modelleri

PPP Türü	Açıklama	Mülkiyet	Risk Dağılımı	Kaynak
Hizmet Sözleşmesi	Özel sektör belirli hizmetleri sunar	Kamu	Düşük özel sektör riski	(Dünya Bankası 2023)
Yönetim Sözleşmesi	Özel sektör, performans teşvikleriyle kamu hizmetlerini yönetir	Kamu	Orta düzeyde özel sektör riski	(Dünya Bankası 2023)
Kiralama Sözleşmesi	Özel sektör kamu varlıklarını kiralar ve işletir	Kamu	Özel sektöre yönelik operasyonel risk	(Dünya Bankası 2023)

Çizelge 2.25. PPP Modellerin devamı

PPP Türü	Açıklama	Mülkiyet	Risk Dağılımı	Kaynak
İmtiyaz	Özel sektör bir tesisi inşa eder ve işletir, kullanıcı ücretlerini tahsil eder	Kamu (geri dönüş)	Yüksek özel sektör riski	(Dünya Bankası 2023)
İnşa-İşlet-Devret (BOT)	Özel sektör, varlıkları inşa eder, işletir ve kamu sektörüne devreder.	Kamu (süre sonunda)	Yüksek özel risk	(Dünya Bankası 2023A)
İnşa-Sahip Ol-İşlet (BOO)	Özel sektör varlıkları inşa eder, sahip olur ve süresiz olarak işletir	Özel	Tam özel risk	(Dünya Bankası 2023A)
Ortak Girişim (JV)	Yeni bir kuruluşun ortak mülkiyeti ve kontrolü	Paylaşımlı	Paylaşımlı	(Firmino 2020)

2.5.13. Gana'daki PPP türleri

Farklı proje hedefleri ve gereksinimlerine uyum sağlamak için çeşitli ortaklık türleri oluşturulmuştur. Bu PPP'ler genellikle özel sektörün katılım düzeyinde farklılık gösterir. Bir uçta, kamu hizmetlerinin sunumundan tamamen kamu sektörünün sorumlu olduğu kamu hizmetleri sunumu yer alırken, diğer uçta ise tüm bu sorumlulukları özel sektörün üstlendiği özel hizmet sunumu yer almaktadır. PPP'ler tamamen kamu hizmetlerinden tamamen özel hizmetlere doğru kayarken, özel sektörün katılım düzeyi de artmaktadır. Bu PPP'ler, finansal kaynaklar ve mülkiyet açısından da farklılık göstermektedir (Kwak vd. 2009).

Gana'da en yaygın PPP türleri, Yap-İşlet-Devret (BOT), Tasarla-Yap-Finansla-İşlet (DBFO), İşletme-Bakım (OM), Yap-Sahip Ol-İşlet (BOO) ve Tasarla-Yap-İşlet (DBO) olup, bunlar Çizelge 2.28 aşağıda özetlenmiştir (Kaynak: (Kwak vd. 2009).

Çizelge 2.28. Gana'daki PPP türleri

PPP Türleri	Açıklamalar
İnşa-İşlet-Devret (BOT)	- Özel sektör, imtiyaz süresi boyunca projenin finansmanı, tasarımı, inşası, işletilmesi ve bakımından sorumludur. - İmtiyaz süresinin sonunda varlık, genellikle hiçbir masraf olmaksızın devlete geri devredilir.
Tasarım-İnşaat-Finansman-İşlet (DBFO)	- Özel sektör, bir projenin finansmanı, tasarımı, inşası, işletilmesi ve bakımından sorumludur. - Neredeyse tüm durumlarda, kamu sektörü proje üzerinde tam mülkiyet hakkını elinde tutar.
İşletme-Bakım (OM)	- Özel sektör, işletme ve bakımın tüm yönlerinden sorumludur. - Özel sektör finansmandan sorumlu olmayabilir, ancak kamu sektörü ile birlikte bir sermaye yatırım fonunu yönetebilir ve fonun nasıl kullanılacağını belirleyebilir.
İnşa-Sahip Ol-İşlet (BOO)	- BOOT projesine benzer, ancak özel sektör varlığın mülkiyetini süresiz olarak elinde tutar. - Devlet, yalnızca belirli bir süre için üretilen hizmetleri ihaleyi kabul etmektedir.
Tasarım-İnşaat-İşletme (DBO)	Özel sektör, bir projenin kamu sektörüne devredilmesinden önce belirli bir süre boyunca projenin tasarımı, inşası, işletilmesi ve bakımından sorumludur.

2.5.14. Gana'da PPP'lerin önemi

Literatür, Gana'da PPP uygulamasının bazı zorluklarını ve faydalarını ortaya koymuştur. Zorluklar arasında, doğal tekel içeren istenmeyen projeler, su hizmetlerinin kalitesinin düşmesine neden olan sözleşme yükümlülüklerinin yerine getirilmemesi, kamu ihale makamlarının yönetim becerilerinin eksikliği ve su ihale sözleşmelerini etkin bir şekilde yönetememeleri gibi PPP sözleşme sorunları bulunmaktadır. Diğer zorluklar arasında PPP projelerinin maliyet-fayda analizinin yapılması, kamuoyunun ödeme gücü endişeleri, PPP ihalesinin yüksek maliyetleri ve proje finansman planlarının karmaşıklığı sayılabilir. Ayrıca, PPP muhasebe sorunları arasında yönetim ve raporlama yapıları da yer almaktadır ve bu da belirsiz hesap verebilirlik, yetersiz su dağıtım ağları ve gelir getirmeyen suyun olumsuz etkilerine yol açmıştır. Örneğin, 64 milyon ABD doları tutarındaki Gana Üniversitesi (UG) ve Africa Integras sözleşmesi, paydaşların uyumu, inşaat kapsamı ve proje analizindeki yanlışlıklar ile ilgili PPP muhasebe sorunlarıyla karşı karşıyadır (Yussif 2017).

Kamu-özel sektör ortaklıkları (PPP'ler), kamu altyapı tedarikinde paranın karşılığını alma (VFM) için etkili bir yol olarak kabul edilmektedir (Soomro ve Zhang 2015).

Literatüre göre, kamu-özel sektör ortaklıklarının ortaya çıkışı 1980'lerin sonlarına dayanmaktadır. PPP'ler 1980'lerde ve 1990'larda Asya'da (Lee VD. 2018) ve 1990'larda Avrupa'da (Kappeler ve Nemoz 2010) ortaya çıkmıştır.

Ancak, uluslararası deneyimler, su alanındaki KÖİ'lerin genellikle karmaşık ve belirsiz olduğunu göstermiştir. KÖİ'ler, aşağıdaki nedenlerle gelecekteki etkiler için

kapsamlı tahmin ve planlama gerektirir (1) artan tarifeler ve hizmet sorunları nedeniyle halk protestoları ve fatura ödemelerinin boykot edilmesi gibi potansiyel sosyopolitik sorunlar (Ameyaw ve Chan 2015); (2) su hizmetlerine özel sektörün katılımının toplumsal olarak kabul görmemesi (Hall ve Lobina 2005); ve (3) finansörler, özel ortaklar ve kamu otoriteleri ile anlaşmalar yapılması gereken karmaşık PPP kurumsal düzenlemeleri (Tariq ve Zhang 2020).

Sonuç olarak, tipik PPP düzenlemelerinde hem kamu hem de özel sektör ortakları için başarı ve fayda elde etmek için gerekli faktörleri belirlemek üzere çok sayıda araştırma çalışması yapılmıştır. Tiong (1996), yap-işlet-devret (BOT) sözleşmelerini kazanmak için altı kritik başarı faktörü (CSF) belirlemiştir: (1) girişimcilik ve liderlik, (2) uygun proje belirleme, (3) konsorsiyumun gücü, (4) teknik çözümlerin avantajı, (5) finansal paketlerde farklılaşma ve (6) garantilerde çeşitlilik. Zhang (2005), altyapı geliştirme PPP'leri için beş CSF ve bir dizi alt başarı faktörü (ikincil başarı faktörleri) belirlemiştir. Bunlar (1) elverişli bir yatırım ortamı, (2) ekonomik uygulanabilirlik, (3) güçlü teknik uzmanlığa sahip güvenilir bir imtiyaz sahibi, (4) sağlam bir finansal paket ve (5) güvenilir sözleşme düzenlemeleri yoluyla uygun risk dağılımıdır. Li vd. (2005), Birleşik Krallık'taki özel finansman girişimleri (PFI) projeleri için CSF'leri belirlemiştir. CSF yaklaşımına ek olarak, diğer PPP konularında da kapsamlı araştırmalar yapılmıştır. Örneğin, Zhang (2004) imtiyaz sahiplerini seçmek için yöntemler ve kriterler geliştirmiş, ElGohary vd. (2006) PPP paydaş yönetimi için bilgiye dayalı bir yaklaşım sunmuş ve Clifton ve Duffield (2006) PPP proje sonuçlarını iyileştirmek için ittifak ilkelerini uygulamıştır. Tüm bu çalışmalar, altyapı PPP'lerinde başarı için gerekli olan "yapılması gereken" görevlerin belirlenmesi ve geliştirilmesine odaklanmıştır; ancak, "yapılmaması gereken" görevleri veya PPP'lerdeki kırılganlıkları artıran faktörleri vurgulamamışlardır. Zengin araştırmalara rağmen, pratik deneyimler, altyapı PPP'lerinde hem proje ortakları hem de proje ortakları için önemli kayıplara neden olan sorunları ortaya çıkarmıştır (Soomro ve Zhang 2015).

2.5.15. Gana'da PPP'nin zorlukları

Dünya Bankası Gana, PPP Proje Raporu'na (2018) göre, Gana'nın PPP Projesi genel olarak orta derecede tatmin edici olmayan bir sonuç vermiş, Banka'nın performansı orta derecede tatmin edici olmamış ve izleme ve değerlendirme kalitesi mütevazı olmuştur. Çıkarılan dersler şunlardır: (1) PPP programları, gerçek projelerin nasıl başlatılacağı, geliştirileceği ve uygulanacağı konusunda bütüncül bir bakış açısı gerektirir. (2) PPP programları, çıkar gruplarının önemli muhalefetini çekmektedir. (3) Her iki aşama için de tasarımın yapıldığı çok aşamalı projelerde, ikinci aşamanın uygulanmama riskleri dikkatle değerlendirilmelidir. (4) Borçlu ve Banka, politik ekonomi hususlarına daha fazla önem vermeliydiler (Dünya Bankası 2018).

2.6. E-İhale

E-ihale, inşaat işlerinin alımını ve sözleşmelerin verilmesini kolaylaştıran elektronik yollarla ihale belgelerinin düzenlenmesi ve alınması olarak tanımlanabilir (Lindsley ve Stephenson 2008).

İhale, uzun süredir devlet sözleşmelerinin verilmesinde en adil yöntem ve devletin kamu fonlarını harcaması açısından en olumlu sonucu verecek yöntem olarak kabul

edilmektedir. İhale sürecinin temel ilkeleri, mal İhale, hizmet sağlayıcı arama, iş danışmanlığı ve inşaat işleri için genel müteahhit seçimi dahil olmak üzere birçok iş alanına uygulanmıştır (Du vd. 2005).

Geleneksel manuel ihale sistemi, inşaat sektöründe ve çeşitli diğer sektörlerde uzun yıllardır kullanılmaktadır ve birçok zorluk içermektedir. Arslan vd. (2008) göre, geleneksel ihale süreci yavaş ve emek yoğunudur. Manuel, kağıt tabanlı ihale yöntemleri genellikle verimsizdir, şeffaflığı azdır ve özellikle kamu sektörü alımlarında yolsuzluğa açıktır (Dünya Bankası 2023). Bu sorunlar arasında uzun ve zahmetli İhale döngüsü, kağıda bağımlılık, insan hatası olasılığının yüksek olması, tedarikçilerden veya teklif verenlerden gelen yanıtların sınırlı olması ve elektronik sistemlerde bulunan denetim izlerinin olmaması sayılabilir.

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, ihale sürecinin elektronikleştirilmesi ortaya çıkmış ve manuel ihalenin birçok dezavantajının üstesinden gelinmesine yardımcı olmuş ve birkaç ek fayda sağlamıştır. Elektronik ihale, ihale ve teklif sürecini kolaylaştırarak, iş yapmayı daha kolay, daha güvenli, şeffaf ve yönetim yoluyla hizmet sunumunda daha verimli hale getirir. Dijital bir çerçeve olan e-ihale, ihalelerin yönetimini otomatikleştirerek daha sorunsuz ve daha kontrollü bir İhale süreci sağlar ve bu da İhale sorumlusunun teklifleri kolaylıkla yönetip değerlendirebilmesini mümkün kılar. E-ihale, inşaat sektörü uzmanları tarafından sektörün kültürünü dönüştürmeye ve süreçlerini iyileştirmeye yardımcı olmak için öne çıkan bilgi teknolojisi araçlarından biridir.

Ayrıca, e-ihale sisteminin uygulanmasından, sürecin basitleştirilmesi, ihale maliyetlerinin azaltılması, aynı bilgilerin iki veya üç kez girilmesi ihtiyacının ortadan kaldırılması ve nihayetinde ihaleler arasında daha adil bir değerlendirme yapılabilmesi gibi birçok fayda sağlanabilir (RICS 2010). Dünya Bankası (2023), internet ve World Wide Web'in kamu sektörü ihalelerinde devrim yarattığını ve bunun sonucunda, birçok kusuru olduğu bilinen manuel ihale süreçlerinin çeşitli yönlerini otomatikleştiren çok sayıda e-İhale sisteminin geliştirildiğini belirtmiştir. Du vd. (2005), iş süreçleri için elektronik ortama olan talebin, tüm dünyada çok sayıda e-ihale sisteminin ortaya çıkmasına neden olduğunu vurgulamıştır. (Aguir Costa ve Grilo 2015) göre, e-ihale platformlarının kullanılması, çıktıda bir azalma olmaksızın kamu harcamalarında %3'ün üzerinde bir azalmaya neden olmaktadır.

Ayrıca, proje düzeyinde ve ötesinde elektronik olarak işbirliği yapma ihtiyacı ve temel dürtüsü artarken, proje iletişimi de giderek daha karmaşık hale gelmektedir (Kajewski ve Weippert 2004). E-ihale, son yıllarda, özellikle bağımsız çözümler olarak dünya çapında tanınırlık kazanmaktadır (Mohammadi ve Jahanshahi 2009; Jacobsen ve Kocha 2013; Goswami vd. 2020; Ibem ve Laryea 2017). Ancak, benimsenmesi ve uygulanması önemli zorluklarla karşılaşmıştır (Oyediran ve Akintola 2011; Kajewski ve Weippert 2004).

E-ihale, süreç boyunca şeffaflığı vurgular, ancak saldırılara açık merkezi bir veritabanı gibi kusurları vardır (Goswami vd. 2020). Elektronik ihale sistemlerine uygulanan yasal kurallar ve ilkelerin yeterince anlaşılması nedeniyle ortaya çıkan belirsizlik, güvenlik uyumluluğunu kritik hale getirmektedir (Betts vd. 2006). Son yıllarda e-ihale sisteminin sağladığı faydalara rağmen, sistemler ve süreçler inşaat sektörü paydaşları arasında e-ihale sisteminin benimsenmesinin önündeki zorlukları olan çeşitli

endişelere yol açmıştır (Ibem ve Laryea 2017, Oyediran ve Akintola 2011, Arslan vd. 2008).

2.6.1. İnşaat sektöründe e-ihaleyi etkileyen faktörler

E-ihale, inşaat sektöründeki kültürü değiştirmeye ve süreçleri iyileştirmeye yardımcı olan değerli bir araç olarak uzun zamandır kabul edilmektedir (Lavelle ve Bardon 2009). E-ihaleye olan ilgi, e-ihalenin farklı yönlerine bağlı olarak değişen modelleri ve çerçeveleri (hem teknik hem de işlevsel) ile birlikte giderek artmaktadır. Ancak, net kuralların olmaması, özellikle e-ihaleyi benimsemek isteyenler arasında kafa karışıklığına neden olmaktadır. Kuruluşlar için e-ihale kuralları, başarılı bir uygulama için gerekli şartları özetlemektedir (Al-Yahya vd. 2018). Elektronik İhale (e-İhale), işletmelerin İnternet'i erken benimsemesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Erken dönem e-İhalede, genellikle elektronik pazar yerleri olarak adlandırılan kuruluşlar arası sistemler, topluluklar, elektronik platformlar, buluşma yerleri, sanal konumlar ve altyapılar ortaya çıkmıştır (Grilo ve Jardim-Goncalves 2011).

Birkaç ampirik çalışma, elektronik İhalenin iş süreçleri üzerindeki etkisini göstermiştir. Bu çalışmalara göre, etkiler ürün veya hizmetin özelliklerine bağlı olarak olumlu veya olumsuz olabilir ve e-İhale, alıcılar ve tedarikçiler arasında yakın ilişkiler gerektiren belirli yüksek özellikli mal veya hizmetler için uygun değildir (Grilo ve Jardim-Goncalves 2011).

E-İhale, ihale uygulamalarını çeşitli şekillerde iyileştirebilir. Al-Yahya vd. (2018), hem inşaat sektörü hem de devlet kurumlarının geleneksel ihale sürecinin para ve zaman kaybına yol açtığı konusunda hemfikir olduğunu ve bunun yerine e-İhale'nin çok daha ucuz ve hızlı olduğunu belirtmiştir. Maliyet ve zamandan tasarruf edilir, verimlilik artar ve kuruluşlar için rekabet gücü ve pazar payı fırsatları artar. Ayrıca, Lavelle ve Bardon (2009) e-İhalenin beş önemli faydasını belirlemiştir: evrak işleri için daha düşük idari maliyetler; taraflar (müteahhitler ve alt yükleniciler) arasında daha iyi iki yönlü iletişim; sorulara daha hızlı yanıt; ihale döngüsü için daha kısa bir zaman dilimi; ve ihale analizinde yardım.

İhaleyle ilgili maliyetleri azaltmak için, inşaat sektörünün ihale sürecinde teknoloji giderek daha fazla benimsenmektedir. Burada, e-ihale, inşaat müşterileri, genel müteahhitler veya alt yükleniciler için elektronik yollarla bilgi alışverişini ve fiyat tekliflerini daha kolay hale getirmektedir. Tipik bir inşaat projesinde e-ihale sürecinin temel unsurları arasında proje bilgilerinin, şartnamelerin, standartların, sözleşmelerin paylaşılması, tekliflerin hazırlanması ve sunulması, fiyatlandırma ve tamamlanmış tekliflerin alınması yer almaktadır (Arslan vd. 2008). Diğer sektörlerle kıyasla, AEC sektörü e-ihaleyi benimseme konusunda daha yavaş kalmıştır (Grilo ve Jardim-Goncalves 2011). E-ihale, literatürde çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. İnşaat işleri, mal ve hizmetler için ihale fırsatlarını dağıtmak, teklifleri, önerileri veya ihaleleri sunmak, almak, saklamak ve değerlendirmek için elektronik iletişim sistemleri ve araçlarının kullanılmasını içerir. Esasen, e-ihale, yayınlanmasından ihaleye kadar tüm ihale döngüsünü yöneten çevrimiçi bir süreçtir (Ibem ve Laryea 2017).

2.6.2. E-ihale zorlulukları

Ibem ve Laryea (2017), sektör genelinde yapılan bir anketin verilerini kullanarak Güney Afrika inşaat sektöründe e-ihale durumunu incelemiştir. Bulgulara dayanarak aşağıdaki üç sonuç çıkarılmıştır: 1) Güney Afrika inşaat sektöründeki paydaşların büyük çoğunluğu e-ihale faaliyetlerine katılmamaktadır ve katılanlar çoğunlukla e-posta ve web tabanlı e-ihale sistemlerini kullanmaktadır; 2) Güney Afrika inşaat sektöründe e-ihale, hizmet sağlayıcı/yüklenici kaydının otomatikleştirilmesi, inşaat projesi bilgilerinin görüntülenmesi ve incelenmesi ile ihale belgelerinin değiş tokuşu ve arşivlenmesini içermektedir; 3) E-ihale kullanımının başlıca faydaları daha düşük işlem maliyetleri, daha kısa ihale süreci ve ilgili taraflar arasında daha iyi iletişim olsa da, Güney Afrika inşaat sektöründe e-ihale uygulamasının benimsenmesinin önündeki üç temel engel yavaş internet bağlantısı, değişime direnç ve yüksek internet hizmet maliyetleridir.

Oyediran ve Akintola (2011), Nijerya'da e-vergi uygulamasının gelişimindeki en son aşamayı analiz etmiştir. Araştırmacılar, bu süreç için gerekli temel olanakların genel olarak eksik olduğu ve uygulamanın yeterlilik düzeyinin düşük olduğu sonucuna varmıştır. En önemli faktörler, düzensiz elektrik tedariki, e-ihale altyapısının kurulmasının mali etkileri ve yetersiz telekomünikasyon altyapısıdır. Nijerya'da elektronik işlemler için yasal destek de eksiktir. Hükümetin daha iyi değişim portalları oluşturma ve mevcut e-ihale portallarını iyileştirme çabalarının yetersiz olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, sektör profesyonellerinin e-ihaleye karşı kararsız tutumlarına rağmen, bu çalışmanın bulgularının da gösterdiği gibi, Nijerya inşaat sektöründe sektör profesyonelleri tarafından benimsenme olasılığı hala yüksektir.

Lindsley ve Stephenson (2008), Birleşik Krallık inşaat sektöründe e-ihale sürecini incelemiştir. Çalışmaları, müteahhitler ve metraj uzmanları arasında e-ihale konusunda görüş farklılıkları olduğunu göstermiştir. Genel olarak, müteahhitler, geleneksel ihalelere kıyasla çok az maliyet tasarrufu sağlayan veya hiç tasarruf sağlamayan bu sürece karşı çıkmaktadır. Buna karşılık, e-ihale, zaman ve maliyetleri büyük ölçüde azalttığı için metraj uzmanları ve mimarlar için açıkça daha avantajlıdır. Benzer şekilde, Wimalasena ve Gunatilake (2018) Sri Lanka'daki inşaat müteahhitleri ve danışmanlarının e-ihaleyi benimsemeye hazır olup olmadıklarını araştırmıştır. Çalışma, her iki grubun da ihale sürecinde elektronik ortamları kullandığını, ancak tam e-ihale uygulamasına henüz hazır olmadıklarını ortaya koymuştur. Ancak danışmanlar, müteahhitlere göre daha tereddütlüydü. Araştırmacılar, e-ihaleyi benimsemenin önündeki ana engelin, e-ihaleye özgü yasal olarak bağlayıcı kuralların olmaması olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca, müteahhitler için birincil engel, çalışanlar ve üst yönetim arasında farkındalık eksikliği iken, yüksek hızlı internetin mevcudiyeti önemli bir kolaylaştırıcı faktör olmuştur. Buna karşılık, e-ihale ile ilgili yasal kuralların ve düzenlemelerin olmaması, danışmanlar için ana engel olmaya devam etmiştir. Çizelge 2.29 aşağıda e-ihaleye engel olan faktörleri göstermektedir.

Çizelge 2.29. E-ihale önündeki zorlulukları

No	Zorlulukları	Açıklama	Referans
1	Şeffaflık sorunları	Sistem şeffaf değildir ve adil olmayan bir modele sahiptir.	Aghimien vd. (2020)
2	Güvenlik sorunları	Bunlar arasında şunlar yer almaktadır: - Gizlilik eksikliği ve sorulara hızlı yanıt verilmemesi - Belgelerin tahrif edilmesi. Örneğin, bir kişinin ihaleye yetkisiz ve haksız değişiklikler yapması - Yeniden birleştirme sonrası veri bütünlüğü ile ilgili sorunlar - yeniden birleştirme sonrası verilerin yanlış, eksik veya bozuk olma olasılığı - Kullanıcı verilerinin hacklenmesi ve izlenmesi, belge tahrifatı, verilerin yanlış kişilerin eline geçmesi, - Elektronik belgelere güven eksikliği	(Amuda-Yusuf vd. 2018; Ibem ve Laryea 2017; Khalil ve Waly 2015; Yahya vd. 2018; Abu-ELSamen vd. 2010; Yevu vd. 2023; Inusah vd. 2025)
		Bilgilerin gizliliğinin olmaması: Gizli belgelerin rakiplere sızdırılması.	(Abu-ELSamen vd. 2010; Khalil ve Waly 2015; Ibem ve Laryea 2017)
		Virüs saldırısı olasılığı	(Wimalasena ve Gunatilake 2018)
3	Donanım ve yazılım sorunları	Uygulama için donanım ve yazılım eksikliği	(Inusah vd. 2025; Amuda-Yusuf vd. 2018)
4	KOBİ'ler için zorluk	İnşaat sektöründeki KOBİ'lerin e-ihaleye katılmak için gerekli teknoloji, eğitim ve becerileri karşılayamaması	(Ibem ve Laryea (2017)
5	Firma/şirket/personeel direnci	Değişime karşı isteksizlik/direnç, yani eski yöntemlerin yıllardır iyi sonuç verdiği ve değişikliklerin gereksiz olduğu yönündeki genel tutum	(Inusah vd. 2025; Al-Yahya ve Panuwatwanich 2018; Yevu vd. 2023; Aghimien vd. 2020; Ibem ve Laryea 2017; Khalil ve Waly, 2015; Wimalasena ve Gunatilake 2018)
		İnşaat sektöründeki KOBİ'lerin	(Ibem ve Laryea 2017)
		Çalışanların ve üst yönetimin e-ihale konusunda farkındalık eksikliği	(Wimalasena ve Gunatilake 2018)
		Çalışanların sisteme güven duymaması	(Wimalasena ve Gunatilake 2018)
		E-ihaleyi benimsemek ve sürdürmek için yüksek yatırım maliyetleri gerekirken, elde edilen faydalar çok az veya hiç yok. E-ihale eğitimi, yazılım ve lisanslama maliyetlerinin yüksek olması	(Khalil ve Waly, 2015; Wimalasena ve Gunatilake 2018; Al-Yahya ve Panuwatwanich, 2018; Abu-ELSamen vd. 2010)
		İşletme açısından hiçbir fayda sağlanamaması	(Al-Yahya ve Panuwatwanich 2018; Yevu vd. 2023)
		Kurumsal strateji eksikliği	(Abu-ELSamen vd. 2010)
		Üst yönetim veya liderlik desteğinin eksikliği	(Abu-ELSamen vd. 2010; Khalil ve Waly 2015; Yahya ve Panuwatwanich 2018; Yevu vd. 2023)
		- E-İhale, geleneksel ihaleden daha fazla zaman alır. - Etik olmayan yatırımcılar ve yozlaşmış yetkililer, sızıntıların olduğu geleneksel kağıt tabanlı ihalenin devam etmesi için mücadele edecektir (rüşvetin potansiyel kaybı korkusu). - Otomasyon, çalışanların işleri için bir tehdit oluşturmaktadır. - E-ihale, herhangi bir tazminat/ödül olmadan ek iş yükü anlamına gelir.	Khalil ve Waly (2015)

Çizelge 2.27. E-ihale önündeki zorlukların devamı

No	Zorlukları	Açıklama	Referans
6	Teknoloji/Teknik/ Erişilebilirlik Sorunları	• E-ihaleyi desteklemek için yetersiz ICT altyapısı. E-ihale, yüksek hızlı ve pahalı internet hizmetleri gerektirdiğinden, bu durum e-ihale süreçlerini etkiler ve işletme maliyetlerini artırır.	(Inusah vd. 2025; Amuda-Yusuf vd. 2018; Ibem ve Laryea 2017; Khalil ve Waly 2015), (Abu-ELSamen vd. 2010); Al-Yahya ve Panuwatwanich 2018)
		Yavaş internet ağı bağlantısı	(Ibem ve Laryea 2017)
		Teknolojinin olgunlaşmamış olması: kullanıcıların teknolojiden tam olarak yararlanmasını engelleyen kusurlar hala mevcuttur	(Yevu vd. 2023)
		E-ihale platformlarının kullanılamaması	(Yevu vd. 2023)
		• Nitelikli personel/teknik personel eksikliği/Yetersiz şirket içi BT personeli (Beceri ve bilgi eksikliği)	(Abu-ELSamen vd. 2010; Khalil ve Waly 2015; Al-Yahya ve Panuwatwanich, 2018; Yevu vd. 2021; Inusah vd. 2025)
		• Birlikte çalışabilirlik endişeleri: Mevcut ERP sistemleriyle uyumsuzluk, yazılımın uyumlu olmaması veya müşteri/danışman sistemiyle uyumlu olmayan yazılım kullanma korkusu nedeniyle ihale teklifi uyumsuzluk nedeniyle reddedilebilir	(Abu-ELSamen vd. 2010; Khalil ve Waly 2015; Al-Yahya ve Panuwatwanich 2018; Yevu vd. 2023)
		• Düzensiz elektrik tedariki, E-İhale süreçlerini, özellikle de ihale tekliflerinin sunulmasını etkileyecektir • Portalın teknik arızasının ihalelerin elektronik olarak sunulmasını engelleyebileceği korkusu. uzmanlık • Müteahhitler, alt yükleniciler için çizimlerin kopyalanması ve basılmasıyla ilgili masrafları ve sorumluluğu üstlenecektir.	Khalil ve Waly (2015)
7	Yasal Zorlukları	• E-ihale süreci için yasal kurallar ve düzenlemeler, politika ve mutabık kalınan standartların eksikliği	(Inusah vd. 2025; Amuda-Yusuf vd. 2018; Aghimien vd. 2020; Khalil ve Waly 2015; Wimalasena ve Gunatilake 2018; Al-Yahya ve Panuwatwanich 2018)
		• Karmaşık, zaman alıcı ve zahmetli düzenleyici prosedürler • İhaleye katılanların niyetlerinin kanıtlanmasıyla ilgili sorunlar	Khalil ve Waly (2015)
8		Anlaşmazlıkları çözmek için yasa ve kılavuzların eksikliği	(Wimalasena ve Gunatilake 2018)

2.6.3. E-ihale sisteminin avantajları

Teknolojinin ilerlemesi, geleneksel ihale sistemini geçersiz hale getirmektedir. E-ihale, inşaat sektöründe ortaya çıktığı günden bu yana geleneksel kağıt tabanlı sisteme göre üstünlüğünü kanıtlamıştır. Araştırmacıların derinlemesine incelediği bazı temel avantajlar şunlardır: (Kajewski ve Weippert 2004), Avustralya'da e-İhale sistemlerinin benimsenmesinin avantajlarını ve zorluklarını belirlemiş ve bunları Genel (tüm ihale sürecini kolaylaştırır; ihale bilgilerine daha iyi ve güvenli erişim sağlar; yenilikçi iş süreçleri getirir; vb.), Sektör perspektifi (kamu ve özel ihale bilgilerine hızlı ve kolay erişim sağlar; ihale fırsatlarını artırır; coğrafi olarak izole edilmiş sektör kuruluşları için

erişimi iyileştirir; vb.) ve Devlet perspektifi (vergi mükelleflerinin parası için en iyi değer; verimlilik ve etkinlik artışı; vb.) olarak sınıflandırmıştır. Çizelge 2.30 e-ihale sisteminin avantajlarını özetlemektedir.

Çizelge 2.30. E-İhalenin faydaları

No	Avantajlar	Açıklama	Referans
1	Genel Avantajlar	Kısa ihale süresi: İşletmelerin ihale belgelerini elde etme ve tekliflerini zamanında sunma süresini kısaltır ve kolaylaştırır.	(Kajewski ve Weippert 2004). Lavelle ve Bardon 2009)
		Tüm ihale sürecini kolaylaştırır	(Kajewski ve Weippert 2004)
		İhale bilgilerine daha iyi ve güvenli erişim sağlar	(Kajewski ve Weippert 2004)
		Yenilikçi iş süreçleri sağlar	(Kajewski ve Weippert 2004)
		Elektronik olarak gönderilen ihalelerin, verileri manuel olarak yeniden girmek zorunda kalmadan	(Kajewski ve Weippert 2004)
		Küçük ve bölgesel işletmeler için daha fazla fırsat yaratır	(Kajewski ve Weippert 2004)
		Sürdürülebilirlik	
2	Sektör perspektifi	Kamu ve özel sektör ihale bilgilerine hızlı ve kolay erişim sağlar	Kajewski ve Weippert, (2004)
		Maliyet tasarrufu: Baskı maliyetini azaltır - zaman ve kaynak tasarrufu sağlar	(Kajewski ve Weippert 2004; Lavelle ve Bardon 2009; Wimalasena ve Gunatilake 2018)
		İhale fırsatlarının artması	(Kajewski ve Weippert 2004)
		Pazar payı ve rekabet gücünde artış;	(Kajewski ve Weippert 2004)
		Coğrafi olarak izole edilmiş endüstri kuruluşları için erişimin iyileştirilmesi	(Kajewski ve Weippert 2004)
3	Hükümetin bakış açısı	Verimlilik ve etkinlik artışı;	(Kajewski ve Weippert 2004)
		Genel e-ticaret girişimini teşvik eder	(Kajewski ve Weippert 2004)
		Vergi mükelleflerinin parası için en iyi değer	(Kajewski ve Weippert 2004; Lavelle ve Bardon 2009)
		Hükümet genelinde tutarlı ihale uygulamaları	(Kajewski ve Weippert 2004)
		Ağırlıklı olarak "kağıtsız" bir süreç olması nedeniyle çevre dostu	(Kajewski ve Weippert 2004)

2.6.4. Gana'da e-ihale durumu

Elektronik İhale sistemi, devlet İhalelerini verimli, şeffaf, ayrımcı olmayan ve hesap verebilir hale getirmenin ideal yolu olarak görülmektedir. Bu nedenle, kamu İhaleleri son yıllarda teknolojik gelişmeler nedeniyle dijital bir dönüşüm geçirmektedir. Sonuç olarak, dünyadaki çoğu hükümet kamu İhale sürecini dijital teknolojilerle benimsemektedir. (Avrupa Komisyonu 2022) Elektronik İhale, sadece elektronik araçlara geçiş değil, sözleşmelerin ihale öncesi ve ihale sonrası çeşitli aşamalarını da dikkate

almaktadır. Bu nedenle, e-İhale, işletmelerin katılımını ve kamu sektörünün yönetimini kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, İhale sürecinin çeşitli aşamalarında veri tabanlı yaklaşımların entegrasyonuna olanak tanır.

Şeffaflığı ve verimliliği artırmak ve kamu alım sürecinin maliyetini düşürmek amacıyla Gana, 30 Nisan 2019'da başlatılan Gana Elektronik Alım Sistemi (GHANEPS) adlı elektronik kamu alım sistemini Kasım 2019'da uygulamaya koydu (Maryan 2022). Gana, Batı Afrika alt bölgesinde kamu sektörü için elektronik bir İhale sistemi uygulayan ilk ülkedir (Maryan 2019). Gana'daki e-İhale sistemi, insanlarla yüz yüze etkileşimi azaltarak İhale işlemlerindeki yolsuzluğu azaltmayı ve tüm manuel İhale süreçlerini ve prosedürlerini otomatikleştirerek hem İhale Görevlilerinin hem de Hizmet Sağlayıcıların verimliliğini artırmayı amaçlamaktadır.

Buna ek olarak, hizmet sağlayıcılar (tedarikçiler, danışmanlar ve yükleniciler) internet üzerinden kendi ofislerinin rahatlığında ihalelere cevap verebilecek, açıklamalar isteyebilecek ve ek bilgiler alabileceklerdir. Bununla birlikte, ihale teklif verme süresi önemli ölçüde azalırken, riskler de önemli ölçüde azalacak veya ortadan kalkacaktır. Ayrıca, ihalelerle ilgili kağıt kullanımında önemli bir azalma, izleme ve denetimin daha kolay hale gelmesi, raporlama ve istatistiklerde doğruluğun artması, kamu ihalelerine katılan tedarikçi sayısında artış, ihale tekliflerinin sayısında artış ve İhale sürelerinin kısılması sağlanacaktır (Maryan 2019).

Gana'nın e-ihale sistemi, dünya çapındaki en iyi uygulamalara uygun olarak, Açık İhale Veri Standartları (OCDS) kullanarak bilgileri raporlar ve görüntüler. Bilgiler, ihale sürecinin her aşamasında bu formatta sağlanır. E-ihale sisteminin 1. aşaması, beş (5) devlet kurumu ile başlamıştır: Feeder Roads Departmanı, Gana Kakao Kurulu, Gana Sağlık Hizmetleri, Koforidua Teknik Üniversitesi ve Tema Büyükşehir Meclisi. 2. aşama, 34 bakanlık, devlet üniversitesi ve büyükşehir meclisinin tamamını ve ardından bazı seçilmiş departman ve kurumları kapsamaktadır (Maryan 2019).

GHANEPS'in uygulanmaya başlanmasından bu yana, 23/02/2022 tarihi itibarıyla sistem üzerinden 784 ihale hazırlanmış ve GHANEPS'te 58 sözleşme imzalanmıştır (Bkz. Çizelge 1). Kullanılan ihale türleri, ilanların kamuya açıklandığı Açık İhaleler (Ulusal Rekabetçi İhaleler ve Uluslararası Rekabetçi İhaleler) ve Teklif Talebi ve Kısıtlı İhaleler için davetlerin yalnızca İhaleye katılmak üzere Kurum tarafından seçilen hizmet sağlayıcılara gönderildiği ihalelerdir (Maryan 2022). Çizelge 2.31'de GHANEPS'te kullanılan İhale yöntemlerini ve uygulanan ihale sayısını göstermektedir. Kaynak: (Maryan 2022).

Çizelge 2.31. GHANEPS'te kullanılan ihale yöntemleri

Yöntem	İhale Sayısı
Ulusal Rekabetçi İhale	13
Teklif Talebi (RFQ)	65
Tek Kaynak	2
Toplam	784

2.6.5. Gana'da e-ihale zorlulukları

Addo (2019) tarafından bildirildiği üzere, Maliye Bakanlığı tarafından Gana'nın kamu sektöründe e-ihale uygulamasının benimsenmesindeki zorluklar hakkında yapılan bir araştırma, çalışanların yetkinlik eksikliği, yetersiz yasal çerçeve, ihale işlem verilerinin güvenliği ile ilgili sorunlar ve yetersiz teknolojik altyapının e-ihale uygulamasının sorunsuz bir şekilde benimsenmesini engellediğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, Gana'daki seçilmiş kamu kurumlarında e-ihale uygulamalarının geleceği ve zorluklarını inceleyen Azanlerigu ve Emmanuel Akay (2015) tarafından yapılan çalışmayı doğrulamaktadır. Çalışma, çalışanların yetkinliği, yetersiz yasal çerçeve, yetersiz teknolojik altyapı ve ihale işlem verileriyle ilgili güvenlik endişelerinin bu kuruluşlarda e-ihale uygulamalarının benimsenmesinin önündeki başlıca zorluklar olduğunu göstermiştir.

Gana'da e-ihale uygulamasının hayata geçirilmesinde kritik faktörlerin değerlendirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada (Tutu vd. 2019), internet erişimi, elektrik istikrarı, ihale görevlilerinin kapasite artırımı, altyapı mevcudiyeti ve güvenlik ve dolandırıcılıkla ilgili sorunların Gana'da e-ihale uygulamasının hayata geçirilmesinde beş kritik faktör olduğu sonucuna varılmıştır. Sarpong vd. (2017), Ganalı hastanelerin e-ihale benimseme kararlarının önündeki zorlukları araştırmıştır. Bu çalışmada ortaya çıkan başlıca zorlukları arasında yeterli BT altyapısı, yeterli yasal ortamın olmaması ve kamu görevlilerinin yolsuzluğu yer almaktadır.

Ofori ve Fuseini (2020), Gana'daki kamu sektörü İhale faaliyetlerinde e-İhalenin benimsenmesi için kritik başarı faktörlerini araştırmıştır. Çalışma, zayıf BİT altyapısı, yetersiz internet altyapısı, değişime direnç, teknik personel eksikliği, sık sistem arızaları ve yüksek başlangıç kurulum maliyetlerini ortaya koymuştur.

(Gariba 2019), Tamale Eğitim Hastanesi'ni bir vaka çalışması olarak kullanarak kamu sektöründe e-ihale sisteminin benimsenmesini ve uygulanmasını etkileyen faktörleri incelemiştir. Çalışma, e-ihale ile ilgili aşağıdaki zorlukları ortaya koymaktadır: veri sistemi hackleme ve kırma, güvenilmez güç kaynağı, yetersiz BT altyapısı, teknoloji uyumsuzluğu veya birlikte çalışabilirlik zorlukları, yüksek başlangıç maliyeti, değişime direnç, kısıtlayıcı yasal ve düzenleyici kontrol, teknik uzman eksikliği.

2.7. İhalede YBM uygulaması

YBM, ihale süreci dahil olmak üzere inşaat projelerinin çeşitli aşamalarını iyileştirme potansiyeli ile giderek daha fazla tanınmaktadır. Bu özet, YBM'in ihaledeki rolü, faydaları, zorlukları ve farklı bağlamlardaki özel uygulamalarını incelemektedir. Birkaç çalışma, ihale sürecinde YBM uygulamasının iletişimi iyileştirdiğini, kazanma olasılığını artırdığını ve maliyet tahmininin doğruluğunu artırdığını göstermektedir. Bu bölüm, ihale sürecinde YBM'in benimsenmesini derinlemesine incelemektedir.

(Majzoub ve Eweda 2021)'e göre, küresel olarak YBM'e yönelik pazar tepkileri değişiklik göstermektedir. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri ve Malezya'da pazar YBM'e hazır değildir ve rekabeti sınırlayarak proje maliyetlerinin artacağına dair endişeler bulunmaktadır. Ayrıca, müteahhitler henüz YBM'e tam olarak uyum sağlamamışlardır ve bu durum tasarım aşamasını etkileyebilir. YBM kullanımını teşvik

etmede en önemli faktör olarak görülen müşterilerin aksine, bu durum yukarıda bahsedilen ülkelerde genelleştirilebilir, ancak bazı inşaat şirketleri YBM'i özellikle ihale aşamasında önemli bir kazanma faktörü olarak etkili bir şekilde kullanmıştır. Aşağıdaki bölüm, AEC sektöründe ihalelerde YBM uygulamasına ayrılmıştır.

2.7.1. İhale sürecinde YBM'in rolü

Ayrıca, YBM'in tüm paydaşlar için ortak bir platform sağlama yeteneği, gerçek zamanlı işbirliğini ve veri alışverişini teşvik ederek daha bilinçli kararlar alınmasını ve anlaşmazlık olasılığının azalmasını sağlar (Thurairajah ve Goucher 2012). YBM'i ihale sürecine entegre ederek, Gana'nın inşaat sektörü artan şeffaflık, daha az proje riski ve daha iyi proje teslim sonuçlarından yararlanabilir.

İnşaat sektöründeki ihale süreci, proje yürütme için tekliflerin hazırlanması, sunulması ve değerlendirilmesini içerir. YBM, proje belgelerinin netliğini ve ayrıntılarını iyileştiren, doğru, veriye dayalı dijital modeller sağlayarak bu süreçte çok önemlidir (Miao vd. 2023). Correa ve Santos (2021), YBM'in metraj hesaplamalarını otomatikleştirerek, proje şartnamelerindeki belirsizlikleri azaltarak, paydaşlar arasındaki iletişimi iyileştirerek, manuel hataları en aza indirerek ve teklif belgelerinin kalitesini artırarak ihale aşamasını iyileştirdiğini belirtmektedir. Bu, genellikle teklif verme sırasında yanlış yorumlamaları ve yeniden çalışmayı önlemeye yardımcı olur.

YBM, gerçek zamanlı metraj çıkarma ve maliyet veritabanlarıyla entegrasyon sağlayarak maliyet tahminlerinin doğruluğunu artırır. Bu özellik, müteahhitlerin ve danışmanların daha rekabetçi ve güvenilir teklifler sunmasını sağlar (Baracho vd. 2025). YBM ayrıca, herkesin aynı proje verilerine erişip etkileşimde bulunabileceği ortak bir dijital platform sunarak paydaşlar arasındaki iletişimi iyileştirir. Bu platform şeffaflığı artırır ve teklif verme sürecinde anlaşmazlık olasılığını azaltır (Thurairajah ve Goucher 2012).

YBM'in işbirliğine dayalı yönü, görsel simülasyonlar ve inşa edilebilirlik analizleri yoluyla risklerin belirlenmesi ve azaltılmasını geliştirir. Bu araçlar, paydaşların tasarım çakışmalarını ve zamanlama sorunlarını erken tespit etmelerini sağlayarak daha iyi karar verme ve daha iyi proje sonuçları elde edilmesini sağlar (Correa ve Santos 2021). YBM'in Gana'nın inşaat sektöründeki ihale sürecine dahil edilmesi önemli avantajlar sağlayabilir. İhale sürecinde şeffaflığın artırılması, proje risklerinin azaltılması ve teslimat performansının iyileştirilmesi gibi faktörler, verimsizlik ve yolsuzluk risklerinin yaygın olduğu gelişmekte olan ekonomilerde özellikle önemlidir (Numan 2024).

İhale sürecinde YBM'in gerçek faydalarına odaklanıldığında, YBM tabanlı ihalenin temel avantajlarından biri görselleştirme ve iletişimi iyileştirmesidir. YBM, görselleştirmeyi geliştiren, yanlış anlamaları azaltan ve paydaşlar arasında daha iyi iletişimi kolaylaştıran ayrıntılı 3D modeller sağlar. Bu görselleştirme, potansiyel sorunlu alanları erken tespit etmeye, zaman çizelgelerini optimize etmeye ve tüm kritik alanların ele alınmasını sağlamaya yardımcı olur (Johansson ve Velin 2014; Macek 2023).

Ek olarak, YBM ihale öncesi maliyet tahminlerinin doğruluğunu artırarak daha kesin proje maliyet değerlendirmelerine yol açar. Bu, geleneksel yöntemlerin genellikle önemli hatalar içerdiği İran gibi bölgelerde özellikle faydalıdır. YBM tabanlı maliyet tahmini ayrıca süreci hızlandırarak daha verimli hale getirir (Rashidi vd. 2024). Dahası,

ihale aşamasında YBM stratejilerinin uygulanması, yüklenicinin ihaleyi kazanma şansını artırabilir. Örneğin, Suudi Arabistan'da tekliflerde YBM kullanılması, Kaliteye Dayalı Seçim (QBS) yönteminde kazanma şansını %9,42'ye, Maliyet Temelli Seçim (CBS) yönteminde ise %5,5'e kadar artırmıştır (Majzoub ve Eweda 2021).

YBM tabanlı ihalenin bir diğer önemli avantajı, riski azaltması ve karar verme sürecini geliştirmesi ve iyileştirmesidir. YBM, program ve tasarımların yanlış yorumlanmasını en aza indirerek risklerin belirlenmesi ve azaltılmasını destekler. Ayrıca, daha iyi inşa edilebilirlik analizi ve alt yüklenici koordinasyonuna yardımcı olarak daha güvenilir ve doğru tekliflerin verilmesini sağlar (Correa ve Santos 2021). Çizelge 2.32 , ihale sürecinde YBM'in gerçek faydalarını özetlemektedir.

Çizelge 2.32. İhale sürecinde YBM'in gerçek faydaları

Fayda	Nicel Etki	Kaynak
Görselleştirme ve iletişim	İhale belgelerinde netliğin artırılması	Macek (2023)
Maliyet tahmini	Hataların azaltılması ve daha hızlı tahmin	Rashidi vd. (2024)
İhale başarı oranı	+9,42% (QBS), +5,5% (CBS)	Majzoub ve Eweda (2021)
Risk azaltma	Yeniden çalışma ve yanlış yorumlamaların azalması	Correa ve Santos (2021)

2.7.2. Mevcut YBM tabanlı sözleşme uygulamaları

YBM, AEC sektöründe proje teslimi ve sözleşme oluşturma konusunda devrim yaratmıştır. Bu bölümde, modern YBM tabanlı sözleşme yöntemlerine ilişkin son akademik araştırmalar incelenerek, uygulamadaki yeni eğilimler, teknikler ve zorluklar belirlenmektedir. YBM'in sözleşme çerçevelerine dahil edilmesi, proje paydaşlarının proje yaşam döngüsü boyunca işbirliği yapma, riskleri paylaşma ve sorumlulukları dağıtma biçiminde bir paradigma değişikliğini temsil etmektedir (Ali vd. 2022; Eastman vd. 2011). Sacks vd. (2020) göre, "YBM tabanlı sözleşme, geleneksel belge merkezli yaklaşımların ötesine geçerek, bilgi sahipliği, sorumluluk yapıları ve işbirliği mekanizmalarını temelden değiştiren model merkezli sözleşme ilişkileri kurar."

➤ YBM sözleşme çerçevelerinin evrimi

YBM sözleşme çerçevelerinin büyümesi, inşaat projelerinde artan karmaşıklık ve işbirliğini yansıtmaktadır. YBM, bir tasarım aracı olarak başlamış, ancak ihale dahil tüm proje aşamalarını kapsayan bir sürece dönüşmüştür. Bu ilerleme, proje verimliliğini artırmak, riskleri azaltmak ve paydaşlar arasındaki iletişimi iyileştirmek için çok önemlidir. Gana'da, YBM'in ihale sürecine entegre edilmesi, tedariki önemli ölçüde kolaylaştırabilir, daha iyi proje sonuçları sağlayabilir ve sektör genelinde çağdaş inşaat uygulamalarının benimsenmesini teşvik edebilir. Sonraki bölümler, YBM sözleşme çerçevelerinin evrimine ayrılmıştır.

2.7.3. Tarihsel gelişme

Teknolojik ilerleme ve iş felsefesindeki değişikliklerle uyumlu olarak, YBM sözleşme prosedürleri birkaç farklı gelişim aşamasından geçmiştir. Papadonikolaki ve Wamelink (2022), YBM sözleşme uygulamalarında üç ana evrim aşaması belirlemiştir. YBM sözleşme uygulamalarının başlıca aşamaları Çizelge 2.33'de göstermektedir.

Çizelge 2.33. YBM sözleşme uygulamalarının temel evrim aşamaları

Dönem	Sözleşmeye Dayalı Yaklaşım	Özellikler	Önemli Sözleşmeye Dayalı Yenilikler
2000	YBM Ek Anlaşmaları	Geleneksel sözleşmelere ekler	Temel model paylaşım protokolleri, sınırlı sorumluluk hükümleri
2010	Entegre YBM Sözleşmeleri	YBM'e özgü sözleşme maddeleri	Tanımlanmış LOD gereklilikleri, veri alışverişi protokolleri
2017-Devam	İşbirliğine Dayalı YBM Çerçeveleri	Bütünsel çok taraflı anlaşmalar	Paylaşılan risk/ödül yapıları, entegre veri ortamları

Bu gelişme, YBM'in proje teslimi ve paydaş ilişkileri üzerindeki etkisine ilişkin daha ileri düzeyde bir anlayışı yansıtmaktadır. Hamledari ve Fischer (2021) göre, "Erken YBM sözleşme yaklaşımları, dijital modelleri geleneksel belgelerin tamamlayıcısı olarak ele almaktaydı; günümüz çerçeveleri ise modelleri kapsamlı yasal sonuçları olan birincil sözleşme teslimatları olarak kabul etmektedir."

2.7.4. Teorik temeller

Mevcut YBM sözleşme uygulamaları, yapılarını ve yürütölmelerini etkileyen birkaç teorik temele dayanmaktadır. Adriaanse vd. (2023) tarafından yapılan araştırma, modern YBM sözleşmelerini destekleyen dört ana teorik çerçeve belirlemektedir.

- İşlem Maliyet Ekonomisi:** Standartlaştırılmış bilgi alışverişi yoluyla sözleşme ilişkilerinin kurulması, izlenmesi ve uygulanmasıyla ilgili maliyetleri en aza indirme
- Acentelik Teorisi:** Şeffaf, model tabanlı bilgi paylaşımı yoluyla asiller (sahipler) ve acenteler (tasarımcılar/müteahhitler) arasındaki bilgi asimetrisini ele almak
- İlişkisel Sözleşme Teorisi:** Katı sözleşme uygulamaları yerine işbirliğine dayalı ilişkiler, ortak hedefler ve karşılıklı güveni vurgulamak
- Sınır Nesnesi Teorisi:** YBM modellerini, organizasyonel ve disiplinler arası sınırları aşan ve iletişim kolaylaştıran sınır aşan nesneler olarak konumlandırmak

Bu teorik temeller, YBM tabanlı sözleşme çerçevelerinin yapısal olarak nasıl geliştiğini anlamak için hayati bir bağlam sunar. Azhar vd. (2012), "YBM sözleşmelerinin teorik temelleri, çağdaş sözleşme yeniliklerini şekillendiren işlem verimliliği ile ilişkisel işbirliği arasındaki temel gerilimi ortaya koymaktadır" diye belirtmiştir.

2.7.5. Çağdaş YBM sözleşme türleri ve yapıları

YBM, daha işbirlikçi, verimli ve veri odaklı proje teslimatını mümkün kılarak mimarlık, mühendislik ve inşaat (AEC) sektörünü dönüştürmüştür. YBM kullanımı küresel olarak yaygınlaştıkça, geleneksel sözleşme çerçeveleri YBM iş akışlarına uyum sağlamak için uyarlanmaktadır. Entegre Proje Teslimatı (IPD), YBM maddeleri içeren tasarım-inşaat sözleşmeleri ve YBM ekleri içeren geleneksel sözleşmeler, işbirliğini teşvik ederken ve riski azaltırken roller, sorumluluklar ve veri sahipliğini netleştirir.

YBM sözleşme yapılarını anlamak ve uygulamak, özellikle bu araştırmada, Gana'nın inşaat sektöründeki dijital dönüşümü için çok önemlidir. Bu sözleşmeler, hem kamu hem de özel projelerde YBM için yasal ve prosedürel çerçeveyi oluşturur. Net model çıktıları sağlar, şeffaf ve verimli ihale süreçlerini teşvik eder ve küresel olarak en iyi uygulamaları takip eder. Güçlü YBM sözleşme çerçeveleri, Gana inşaat sektörünün dijitalleşmesini ilerletirken güveni artıracak, proje sonuçlarını iyileştirecek ve yerel uzmanlığı geliştirecektir. Bu nedenle, bu bölümde aşağıdakilere odaklanılmaktadır.

2.7.6. Sözleşmeye dayalı model sınıflandırması

YBM, inşaat projelerinin teslimatını dönüştürmüştür, ancak entegrasyonu, yasal, teknik ve işbirliği konularını ele almak için yeni sözleşme çerçeveleri gerektirir. Yasal hükümler, proje sorumlulukları, risk dağılımı ve sözleşme formu entegrasyonu, YBM sözleşme modellerini tanımlar. Çağdaş literatür, YBM tabanlı sözleşmelere yönelik birkaç farklı yaklaşımı vurgulamaktadır (Winfield ve Rock 2018). YBM sözleşme modellerinin temel sınıflandırmaları

Bu sınıflandırma dört temel sözleşme yaklaşımını kapsamaktadır:

1. **YBM Ekleri (Sözleşme Ekleri/Ekler) ile Geleneksel Sözleşmeler:** YBM'e özgü hükümlerle desteklenen geleneksel sözleşmeler (tasarım-teklif-inşaat, tasarım-inşaat). Birçok yargı alanı ve uzman, geleneksel sözleşmelere özel bir YBM eki veya ekinin eklenmesini önermektedir. Bu yaklaşım, mevcut sözleşme yapılarını kullanırken YBM'e özgü rolleri, sorumlulukları, veri sahipliğini, fikri mülkiyeti ve uyuşmazlık çözümünü netleştirir (Nilchian vd. 2022; Mahdian et al 2023).
2. **Entegre Proje Teslimi (IPD) Sözleşmeleri (Entegre YBM Sözleşme Çerçeveleri):** Bu, paylaşılan risk/ödül yapıları ve işbirliğine dayalı YBM uygulaması içeren çok taraflı bir anlaşmadır. Bazı modellerde, tamamen entegre YBM sözleşmeleri kavramı önerilmektedir. Bu sözleşmeler, YBM protokollerini, işbirliği gerekliliklerini ve dijital veri yönetimini ana sözleşmeye doğrudan dahil eder. Bu çerçeveler genellikle yasal özellikleri ve hükümleri proje aşamalarına ve paydaşlara eşleştirdiğinden, YBM ile ilgili tüm konuların etkili bir şekilde ele alınmasını garanti eder (Muhammad ve Nasir 2022; Alotaibi vd. 2024; Jamil ve Fathi 2018; Nilchian vd. 2022).

3. **İttifak Sözleşmesi (İhale Yöntemi Uyumu):** Bu, ilişki temelli çerçevelere odaklanır ve işbirliğine dayalı yönetişimi ve kolektif risk yönetimini vurgular. YBM sözleşme modellerinin Tasarım-Teklif-İnşaat (DBB) veya Tasarım-İnşaat (DB) gibi ihale prosedürleriyle uyumlu hale getirilmesi, bu modellerin söz konusu süreçlerle sınıflandırılmasının bir başka yoludur. YBM sözleşmesinin hükümlerinin, teslimat ve risk paylaşımı açısından projenin özel gereksinimlerini karşılamak için her bir İhale yöntemine uyarlanması gerekebilir (Jamil ve Fathi 2018; Mahdian vd. 2023).
4. **Dijital İkiz Anlaşmaları:** Bunlar, yaşam döngüsü modeli sahipliği ve operasyonel veri entegrasyonunu ele alan yeni ortaya çıkan sözleşme çerçeveleridir. Bu yeni ortaya çıkan model, YBM'i Dijital İkiz (DT) teknolojileriyle entegre ederek, inşa edilmiş varlıkların gerçek zamanlı izlenmesi, tahmine dayalı analitik ve yaşam döngüsü optimizasyonunu mümkün kılar. Bu kategorideki sözleşmeler, veri entegrasyonu, model senkronizasyonu ve dijital varlık yönetimi için sorumlulukları tanımlar. Temel özellikler arasında fiziksel ve dijital varlıklar arasında gerçek zamanlı veri alışverişi, performans optimizasyonu için IoT, AI ve YBM entegrasyonu ve uzun vadeli dijital varlık yönetimi yer almaktadır (Nguyen ve Adhikari 2023). Ayrıca, YBM, yüksek değerli Dijital İkizler oluşturmak için temel platformdur ve sözleşme çerçeveleri bu entegrasyonu desteklemek için gelişmelidir.

5. YBM ile Kamu-Özel Sektör Ortaklıkları (PPP)

YBM, altyapı ve kamu varlıkları için kullanılan uzun vadeli varlık yönetimi ve performans izleme amacıyla PPP sözleşmelerine dahil edilmiştir (Nguyen ve Adhikari 2023). Varlık yaşam döngüsü boyunca öngörücü bakım, maliyet tahmini ve performans optimizasyonuna yardımcı olan veri açısından zengin ortamların kullanımıyla YBM, kamu-özel sektör ortaklıklarının (PPP) geliştirilmesine katkıda bulunur. Uzun vadeli işletme verimliliğinin son derece önemli olduğu altyapı projeleri bağlamında, bu sinerji özellikle çok avantajlıdır (Nguyen ve Adhikari 2023).

YBM sözleşme modelleri, inşaat sektöründe dijital işbirliğinin özel ihtiyaçlarını karşılamak için gelişmektedir. En yaygın yöntemler, mevcut sözleşmeleri YBM'e özgü eklerle tamamlamak veya seçilen tedarik yöntemine sık sık uyarlanan, tamamen entegre YBM sözleşme çerçeveleri oluşturmaktır. Bu yaklaşımlar, YBM'in etkili bir şekilde benimsenmesini kolaylaştırmak için yasal yükümlülüklerin, mülkiyetin ve uyumsuzlukların çözümü Çizelge 2.34'te, YBM sözleşme yaklaşımlarının benimsenmesini göstermektedir.

Çizelge 2.34. YBM sözleşme yaklaşımlarının benimsenmesi

Sözleşme Türü	Küresel Benimseme Oranı (%)	Birincil Endüstri Sektörleri	Temel Özellikler	Temel Avantajlar
YBM Ekleri ile Geleneksel	%64	Genel inşaat, altyapı	Standart sözleşmelere YBM'e özgü terimler ekler	Tanındık, uygulama engeli düşük
IPD	%18	Sağlık hizmetleri, yüksek öğretim	Sözleşme boyunca YBM protokollerini ve yasal hususları içerir	Gelişmiş işbirliği, uyumlu teşvikler
İttifak	%12	Büyük altyapı, endüstriyel	YBM şartlarını DBB, DB veya diğer tedarik yöntemlerine uyarlar	Ortak risk yönetimi, kolektif problem çözme
Dijital İkiz Anlaşmaları	%6	Tesis yönetimi, akıllı altyapı	Fiziksel ve dijital varlıklar arasında gerçek zamanlı veri alışverişi, performans optimizasyonu için IoT, AI ve YBM entegrasyonu ve uzun vadeli dijital varlık yönetimi	Yaşam döngüsü entegrasyonu, operasyonel optimizasyon
YBM ile Kamu-Özel Sektör Ortaklıkları (PPP)	35–45%	Ulaşım (yollar, demiryolları, havaalanları), Sağlık (hastaneler), Eğitim (okullar, üniversiteler), Su ve enerji altyapısı	-Uzun vadeli sözleşmeler (20–30 yıl) -Özel sektör tasarım, inşaat, finansman ve işletmeyi üstlenir -YBM, yaşam döngüsü veri yönetimi ve performans izleme için kullanılır -Tesis mülkiyeti genellikle sözleşme sonunda kamu sektörüne geri döner	-İşbirliği ve şeffaflıkta iyileşme -Gelişmiş yaşam döngüsü varlık yönetimi -Proje teslimatının hızlandırılması - Daha iyi planlama ve simülasyon sayesinde maliyet ve risklerin azaltılması -Gerçek zamanlı veriler kullanılarak bilinçli karar verme

2.7.7. Temel sözleşme hükümleri

Mevcut YBM tabanlı sözleşmeler, genellikle geleneksel sözleşme yaklaşımlarından ayıran birkaç kritik alanı ele almaktadır. Çağdaş YBM sözleşmelerini karakterize eden altı temel sözleşme hükmü:

1. Bilgi Gereksinimleri Spesifikasyonu: Model geliştirme spesifikasyonları, bilgi alışverişi gereksinimleri ve teslim edilebilir formatlar dahil olmak üzere müşteri bilgi gereksinimlerinin ayrıntılı olarak ifade edilmesi
2. Geliştirme Düzeyi (LOD) Tanımları: Proje aşamaları boyunca model ögesi geliştirme düzeylerinin sözleşmeye dayalı olarak belirtilmesi
3. İşbirliğine Dayalı Üretim Metodolojileri: Eşzamanlı model geliştirme, koordinasyon süreçleri ve çakışma çözme prosedürleri için protokoller
4. Veri Güvenliği ve Erişim Kontrolü: Veri koruma, erişim hakları ve gizlilik gerekliliklerini düzenleyen hükümler
5. Fikri Mülkiyet Hakları: Model sahipliği, kullanım hakları ve lisans yapıları ile ilgili şartnameler. YBM model sahipliği ve fikri mülkiyet haklarının açık bir şekilde atanması esastır ve genellikle işveren veya danışman hakları ve teslim sonrası kullanılabilirlik belirtilir (Nilchian 2022; Liao vd. 2019).
6. Sorumluluk ve Risk Dağılımı (Anlaşmazlık Çözümü ve Risk Yönetimi): Mesleki sorumluluk, hata sorumluluğu ve risk dağılımını yönetmek için çerçeveler. Sözleşmeler, YBM danışmanlarının rollerini, hatalar için sorumluluğu ve YBM uygulamasının maliyet paylaşımını tanımlar (Nilchian 2022; Liao vd. 2019). Ayrıca, YBM ile uyumlu uyuşmazlık çözümü ve risk dağılımı hükümleri, modern YBM sözleşmelerine giderek daha fazla dahil edilmektedir (Muhammad ve Nasir 2022; Jamil ve Fathi 2018).

Charef vd. (2018) tarafından yapılan analiz, bu hükümlerin farklı sözleşme çerçevelerinde değişen sıklıkta yer aldığını göstermektedir. Temel sözleşme hükümleri Çizelge 2.35'te gösterilmektedir.

Çizelge 2.35. Önemli Sözleşme Hükümleri

Sözleşme Hükümü	Örneklemdaki Sözleşmelerde Sıklık (%)	Tipik Ayrıntı Düzeyi	Uygulama Karmaşıklığı
Bilgi Gereklilikleri	%93	Yüksek	Orta
LOD Tanımları	%87	Yüksek	Orta
İşbirliğine Dayalı Metodolojiler	%68	Orta	Yüksek
Veri Güvenliği	%72	Orta	Orta
Fikri Mülkiyet	%91	Yüksek	Yüksek
Sorumluluk Dağılımı	%84	Orta	Çok Yüksek

Bu hükümlerin göreceli önemi, coğrafi bölgelere ve proje türlerine göre önemli ölçüde değişiklik göstermektedir. Charef vd. (2018) göre, "Bilgi gereksinimi şartnameleri ve fikri mülkiyet hükümleri, çağdaş YBM sözleşmelerinde neredeyse evrensel olarak yer alırken, işbirliğine dayalı metodolojiler, çeşitli organizasyonel olgunluk düzeylerini ve uygulama bağlamlarını yansıtan daha büyük bir değişkenlik göstermektedir."

➤ Standartlaştırılmış YBM sözleşme çerçeveleri

YBM destekli proje teslimatının karmaşıklığını ele almak için birkaç standartlaştırılmış YBM sözleşme çerçevesi ortaya çıkmıştır. Sacks vd. (2020) tarafından yapılan araştırma, en yaygın olarak uygulanan standartlaştırılmış çerçeveleri belirlemektedir. Endüstri standart protokolleri ve anlaşmalarının Çizelge 2.36 ayrıntıları gösterilmektedir.

Çizelge 2.36. Endüstri standartları protokolleri ve anlaşmaları

Standartlaştırılmış Çerçeve	Köken	Küresel Kabul	Birincil Sözleşme Türleri	Temel Özellikler
ISO 19650	Uluslararası	Yüksek	Çoklu	Bilgi yönetimi çerçevesi, standartlaştırılmış iş akışları
ConsensusDocs 301	Amerika	Orta	Tasarım-İnşaat, IPD	Özel YBM eki, işbirliği çerçevesi
CIC YBM Protokolü	Birleşik Krallık	Orta	Geleneksel, Tasarım-İnşaat	Kapsamlı model teslimat özellikleri
FIDIC Dijital Hizmetler Anlaşması	Uluslararası	Düşük-Orta	Altyapı, büyük ölçekli projeler	Uluslararası standardizasyon, çoklu yargı yetkisi yaklaşımı
buildinSMART Protokolleri	Uluslararası	Orta	Çeşitli	Açık standartlar, birlikte çalışabilirlik odaklı

Bu standartlaştırılmış çerçeveler, YBM uygulamasının temel yapısını oluştururken, belirli proje ihtiyaçlarına göre özelleştirmeye de olanak tanımaktadır. Holzer (2022), "Standartlaştırılmış YBM sözleşme çerçeveleri, tutarlı terminoloji, sorumluluk yapıları ve teslimat beklentileri oluşturarak, çeşitli proje bağlamlarında benimsenmesini kolaylaştırırken, özel sözleşme geliştirmeyle ilişkili işlem maliyetlerini azaltır" diye belirtmektedir.

2.7.8. YBM sözleşmelerinde bölgesel farklılıklar

YBM, mimarlık, mühendislik ve inşaat (AEC) sektöründe dijital dönüşümün önemli bir parçası haline gelmiştir. YBM'in benimsenmesini destekleyen sözleşme çerçeveleri, hukuk sistemleri, sektörün olgunluk düzeyi ve standardizasyon yöntemlerindeki farklılıklar nedeniyle bölgelere göre büyük farklılıklar göstermektedir (Hemanth Kumar ve Sreenivas Padala 2023; Waqar vd. 2023). Bu bölümde, bilgi ihtiyaçları, fikri mülkiyet hakları, sorumluluk paylaşımı ve işbirliği teknikleri gibi önemli sözleşme unsurlarına odaklanarak bölgesel farklılıklar incelenmektedir.

➤ Bölgesel benimseme ve uygulama modelleri

YBM'in benimsenmesi ve sözleşme uygulamaları, yerel endüstri standartları, düzenleyici koşullar ve organizasyonel yetenekler tarafından şekillendirilen önemli bölgesel farklılıklar göstermektedir. Orta Doğu ve Kuzey Afrika (MENA) bölgesinde, kurumsal baskılar YBM'in benimsenmesini ve algılanan faydalarını büyük ölçüde etkilemektedir (Abdullah vd. 2024). Ancak, bu baskılar uzmanlık eksikliği, finansal sorunlar ve değişime direnç gibi zorlukların aşılmasında daha az etkiye sahiptir. Kaynak kıtlığı ve farkındalık eksikliği gibi süregelen zorluklar nedeniyle, benimsenmenin temel olarak uzmanlık ve eğitimden kaynaklanmadığını kabul etmek önemlidir.

Malezya ve İran'ı karşılaştıran bölgeler arası bir çalışma, her iki ülkenin de YBM kapasitesi için temel faktörler olarak altyapı mevcudiyetini, yeni teknolojilere açıklığı ve organizasyonel uzmanlığı önceliklendirmesine rağmen, bu faktörlerin önemi ve odak noktalarının farklı olduğunu göstermektedir. YBM kapasiteleri için belirli değerlendirme kriterlerinin sıralaması ve önemi, ana kriter grupları tutarlı kalmasına rağmen, yerel endüstrinin ihtiyaçlarını ve uygulamalarını yansıtan bağlama bağlıdır (Rajabi 2022).

➤ Sözleşme uygulamaları ve yasal çerçeveler

YBM sözleşme uygulamaları gelişmektedir ve teslim edilecekler, YBM ile ilgili toplantılar, iş akışı belgeleri ve yazılım özellikleri gibi sözleşme talepleri, paydaşların uygulamalarını büyük ölçüde etkilemektedir. Ancak, geleneksel 2D belgelere bağımlılık, standartlaştırılmış YBM uygulamalarının eksikliği ve yasal zorlukları gibi zorluklar devam etmektedir. Sözleşme ile ilgili sorunlar, etkili YBM entegrasyonunu engelleyebilir ve sözleşmelerde açık, uygulanabilir YBM protokollerine duyulan ihtiyacı vurgulayabilir (Umar 2022).

YBM'in benimsenmesi, özellikle sözleşmelerde YBM protokolleri, uyuşmazlık çözümü yöntemleri ve yasal sorumluluklar açıkça belirtildiğinde, yasal ve sözleşme yönetimini iyileştirir. Güçlü sözleşme çerçeveleri, yasal farkındalık ve uyuşmazlık çözümü prosedürleri, YBM'in başarılı bir şekilde uygulanması için hayati önem taşırken, risk yönetiminin rolü biraz daha azdır. Riskleri yönetmek ve işbirliğini teşvik etmek için bu yasal ve sözleşmeyle ilgili hususların proaktif bir şekilde ele alınması tavsiye edilir (Celoza vd. 2023).

2.7.9. Kamu sektörü ve bölgesel politika girişimleri

İspanya'da, bölgesel kamu alımları YBM gereksinimlerini hızla artırmış ve YBM tabanlı ihaleler ve yatırımlarda önemli bir artışa yol açmıştır. İspanyol kamu sözleşmeleri artık sıklıkla YBM kullanımlarını, teslim edilecekleri, model yapılarını, geliştirme düzeylerini, veri ortamlarını, sınıflandırma sistemlerini ve kalite standartlarını belirtmektedir. Kamu sözleşmelerinde YBM gereksinimlerine yönelik bu organize yaklaşım, bölgesel politikaların inşaat sektöründe YBM'in benimsenmesini ve standardizasyonunu nasıl teşvik edebileceğini göstermektedir (Alotaibi vd. 2024).

Yerel endüstri becerileri, kurallar ve kamu politikaları, YBM sözleşmelerindeki bölgesel farklılıkları etkilemektedir. YBM sözleşme gereklilikleriyle ilgili kriterler ve zorluklar her yerde aynı değildir; bunların önemi ve uygulanması bölgeden bölgeye farklılık gösterir, bu da YBM'in başarılı bir şekilde benimsenmesi için bağlama özgü stratejilere duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır.

YBM sözleşme uygulamalarında, çeşitli düzenleyici ortamları, endüstri yapılarını ve teknolojik olgunluk düzeylerini yansıtan önemli bölgesel farklılıklar bulunmaktadır. Cao vd. (2023) tarafından 28 ülkede YBM sözleşmelerini inceleyen araştırma, farklı bölgesel yaklaşımları ortaya koymaktadır. Çizelge 2.37 YBM sözleşmelerindeki bölgesel farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 2.37. YBM sözleşmelerinde bölgesel farklılıklar

Bölge	Baskın Sözleşme Yaklaşımı	Düzenleyici Etki	İşbirliğine Vurgu	Risk Dağıtım Modeli
Kuzey Avrupa	İttifak ve IPD çerçeveleri	Yüksek	Güçlü	Paylaşılan risk/ödül
Birleşik	CIC Protokol entegrasyonu	Çok yüksek	Orta	Tanımlanmış sorumluluk matrisleri
Kuzey Amerika	ConsensusDocs, IPD çerçeveleri	Orta	Orta-Güçlü	Çeşitli yaklaşımlar
Avustralya/Yeni Zelanda	İttifak çerçeveleri	Orta	Güçlü	İşbirliğine dayalı risk yönetimi
Doğu Asya	Hükümet tarafından standartlaştırılmış çerçeveler	Yüksek	Sınırlı	Geleneksel risk dağılımı
Orta	Uluslararası standartlara uyum	Düşük-Orta	Sınırlı	Tanımlanmış YBM sorumlulukları ile geleneksel

Çizelge 2.35. YBM sözleşmelerinde bölgesel farklılıkların devamı

Bölge	Baskın Sözleşme Yaklaşımı	Düzenleyici Etki	İşbirliğine Vurgu	Risk Dağıtım Modeli
Orta	Uluslararası standartlara uyum	Düşük-Orta	Sınırlı	Tanımlanmış YBM sorumlulukları ile geleneksel
Gelişmekte olan ülkeler	Uluslararası standartların çeşitli şekillerde benimsenmesi	Düşük	Sınırlı	Geleneksel
Afrika	Bağışçıların öncülüğünde pilot uygulamalarla geleneksel ihale	Düşük	Sınırlı	Geleneksel, müşteri ağırlıklı risk yükü

Bu bölgesel farklılıklar, teknolojik altyapı, düzenleyici ortamlar ve endüstri yapıları arasındaki karmaşık etkileşimleri yansıtmaktadır. Cao vd. (2023), "Bölgesel YBM sözleşme yaklaşımları, yalnızca teknolojik uygulama farklılıklarının ötesine geçen, işbirliği, bilgi paylaşımı ve risk dağılımı konusunda farklı felsefi yönelimleri yansıtmaktadır."

2.7.10. Zorluklar ve sınırlamalar

YBM'in ihale sürecinde etkili olabilmesi için, inşaat aşaması boyunca yüksek kaliteli işleme ve ayrıntılı bilgi gereklidir. Bu, yatırım projesinin tüm katılımcıları için yüksek beklentiler yaratmaktadır (Macek 2023). Avantajlarına rağmen, YBM'in ihalelerde, özellikle kamu ihalelerinde kullanımı sınırlı kalmaktadır. Örneğin, İspanya'da önemli ilerlemeler kaydedilmiş olmasına rağmen, YBM'in kamu ihalelerine entegrasyonu hala gelişme aşamasındadır ve benimsenme oranlarında bölgesel farklılıklar bulunmaktadır (Pérez-García vd. 2021). Ayrıca, YBM'in geleneksel ihale yöntemleriyle entegrasyonu, yasal ve düzenleyici zorluklarla karşı karşıyadır. Avrupa Direktifi 2014/24/EU ve ISO 19650 gibi mevcut standartlar ve düzenlemelerle uyumlu kapsamlı çerçeveler ve kılavuzlara ihtiyaç vardır (Matos vd. 2024).

YBM'in uygulanması, açık sözleşme tanımları gerektiren karmaşık mesleki sorumluluk sorunlarını içermektedir. Faghihi vd. (2022), mevcut YBM sözleşme uygulamalarında sorumlulukla ilgili temel zorlukları vurgulamaktadır. Çalışma, paydaşların rol ve sorumluluklarının belirsizliği, standartlaştırılmış sözleşme çerçevelerinin eksikliği ve özellikle veri sahipliği ve model doğruluğu ile ilgili risk dağılımının belirsizliği gibi kritik sorunlara dikkat çekmektedir. Yazarlar, mevcut yasal çerçevelerin YBM iş akışlarının işbirliğine dayalı ve bütünleştirici doğasını desteklemek için yetersiz olduğunu vurgulamaktadır. Sözleşme eksiklikleri, inşaat projelerinde YBM'in pratik ve yasalara uygun bir şekilde benimsenmesinin önünde önemli zorlukları oluşturmaktadır.

YBM'in inşaat iş akışlarına entegrasyonu, geleneksel sözleşme yapılarının genellikle ele almakta zorlandığı bir dizi karmaşık mesleki sorumluluk sorununu beraberinde getirmektedir. YBM, son derece işbirliğine dayalı bir ortamı teşvik ettiğinden, geleneksel sorumluluk sınırlarını zorlamakta ve daha gelişmiş sözleşme çerçevelerinin oluşturulmasını gerektirmektedir. Azhar vd. (2008), YBM'in işbirliğine dayalı yapısının tasarım ve inşaat sorumlulukları arasındaki sınırları bulanıklaştırabileceğini ve bu durumun tasarım hataları veya inşaat kusurları durumunda sorumluluk konusunda anlaşmazlıklara yol açabileceğini vurgulamaktadır (Azhar 2011).

Başlıca zorluklardan biri, birden fazla paydaşın ortak bir modele katkıda bulunduğu ve tasarım kararlarının sorumluluğunun atfedilmesini karmaşıklaştıran tasarım sorumluluğunun bulanıklaşmasıdır. Paydaşlar, proje aşamaları boyunca izin verilen güvenilirliğin kapsamı konusunda net bir sözleşme kılavuzu olmadan karar verme sürecinde model verilerine güvenebilecekleri için, modele güvenilirlik standartları bu durumu daha da karmaşık hale getirmektedir (Azhar 2011). Ayrıca, YBM ortamlarında koordinasyon sorumluluğu, özellikle geleneksel olarak belirli tasarım danışmanlarının veya müteahhitlerin sorumluluğunda olan çakışma tespiti ve çözümü konusunda tartışmalı hale gelmektedir.

Bir diğer önemli endişe ise, modelin bir bölümündeki hataların birbirine bağlı sistemlere yayılabilmesi ve sistemik arızaların olasılığını artırabilmesidir. Model doğrulama ve sürüm kontrolü için net protokollerin olmaması bu riski daha da artırmaktadır. Ayrıca, farklı yazılım platformları arasında veri alışverişi yapıldığında, veri kaybı, bozulma veya yanlış yorumlama gibi sorunlara yol açabilecek birlikte çalışabilirlik sorumluluğu ortaya çıkar ve bu sorunlar standart sözleşmelerde her zaman uygun şekilde ele alınmaz (Azhar 2011).

Bu zorluklar, işbirliğini kolaylaştıran ve rolleri, sorumlulukları ve risk dağılımını açıkça tanımlayan sözleşme araçlarına olan ihtiyacı vurgulamaktadır. Azhar vd. (2008) tarafından belirtildiği gibi, YBM'i çevreleyen yasal çerçeveler, işbirliğine dayalı inovasyon ile mesleki sorumluluk konusundaki geleneksel yasal doktrinler arasındaki gerilimi gidermek için gelişmelidir (Azhar 2011). Çizelge 2.38 Literatürden mevcut YBM sözleşmelerindeki birkaç kritik sorumluluk zorluğunu özetlemektedir.

Çizelge 2.38. Mevcut YBM sözleşmelerindeki zorluklar

Sorumluluk Sorunu	Açıklama	Akademik Kaynak
Tasarım Sorumluluğunun Belirsizleşmesi	İşbirliğine dayalı modelleme ortamları, genellikle tasarım ve inşaat sorumlulukları arasındaki geleneksel sınırları bulanıklaştırarak sorumluluk atfını karmaşıktırır.	(Azhar vd. 2008)
Model Güvenilirlik Standartları	Farklı proje aşamalarında karar verme sürecinde paydaşların YBM modellerine ne ölçüde güvenebileceği konusunda genellikle belirsizlik vardır.	(Azhar vd. 2008)
Koordinasyon Sorumluluğu	YBM, model koordinasyonu ve çakışma tespiti için sorumluluğun açık bir şekilde tanımlanmasını gerektirir, ancak bu sorumluluk sözleşmelerde genellikle yetersiz bir şekilde tanımlanmaktadır.	(Eastman vd. 2011)
Hata Yayılma Riskleri	Birleşik modelin bir bölümündeki hatalar, farklı disiplinlere yayılabilir ve sistemik proje başarısızlıkları riskini artırabilir.	(Eastman vd. 2011)
Birlikte Çalışabilirlik Sorumluluğu	Farklı yazılım platformları arasında model alışverişi sırasında meydana gelen veri kaybı veya bozulması, sorumluluk ve hesap verebilirlik konularını gündeme getirir.	(Succar vd. 2013)

Bu sorumluluk sorunları, işbirliği ihtiyaçları ile mesleki sorumluluk standartları arasında denge kuran gelişmiş sözleşme çerçeveleri gerektirir. Hochscheid vd. (2022), BIM sözleşmelerinin işbirliğine dayalı model geliştirme ile net sorumluluk sınırları öngören geleneksel mesleki sorumluluk yapıları arasındaki temel gerilimleri aşması gerektiğini vurgulamaktadır.

2.7.11. Sözleşmeye dayalı risk dağıtım stratejileri

Mevcut YBM sözleşmeleri, proje paydaşları arasında modelle ilgili riskleri dağıtmak için çeşitli stratejiler kullanmaktadır. Hilton vd. (2021) tarafından yapılan araştırma, dört baskın risk dağıtım yaklaşımı belirlemektedir. Sözleşmeye dayalı risk dağıtım stratejileri Çizelge 2.39' özetlenmiştir.

Çizelge 2.39. Sözleşmeye dayalı risk dağıtım stratejileri

Risk Dağıtım Stratejisi	Yaygınlık	Sözleşmeye Dayalı Mekanizmalar	Birincil Uygulamalar
Sorumluluk Sınırlaması	Yüksek	Belirtilen sorumluluk sınırları, amaçlı kullanım tanımları	Tasarım-İhale-İnşaat, Tasarım-İnşaat
Paylaşımlı Risk Havuzları	Orta	Kolektif acil durum fonları, karşılıklı tazminat	IPD, Alliance
Sigorta Destekli Koruma	Orta	Mesleki sorumluluk sigortası gereklilikleri, projeye özel poliçeler	Çoklu teslimat yöntemleri
Feragat ve Tazminatlar	Yüksek	Çapraz tazminat hükümleri, sınırlı garantiler	Çoklu teslimat yöntemleri

Bu risk dağıtım stratejileri, YBM ile ilgili belirsizliklerin ele alınmasına yönelik farklı felsefi yaklaşımları yansıtmaktadır. Hilton vd. (2021) göre, "YBM sözleşmelerinde risk dağıtımı, sorumluluk sınırlamasını vurgulayan geleneksel çekişmeli yaklaşımlar ile kolektif risk yönetimini önceliklendiren yeni işbirliği çerçeveleri arasındaki temel gerilimleri ortaya koymaktadır."

2.7.12. Fikri mülkiyet hususları

Fikri mülkiyet hakları (IPR), dijital modellemenin işbirliğine dayalı ve veri yoğun doğası nedeniyle YBM tabanlı sözleşmelerde önemli bir konudur. Ardani vd. (2021) tarafından vurgulandığı gibi, YBM projeleri genellikle birçok katılımcıyı içerir ve bu da model sahipliği ve kullanım hakları konusunda karmaşık sorular ortaya çıkarır. Araştırmaları, bir model ögesini oluşturmaktan sorumlu kişinin genellikle o parçanın sahipliğini elinde tuttuğunu, müşterilere ise genellikle operasyon, bakım ve pazarlama için sınırlı kullanım lisansları verildiğini, ancak gelecekteki projelerde yeniden kullanım için verilmediğini ortaya koymuştur.

YBM ile ilgili fikri mülkiyet haklarını yönetmeye yönelik yaygın sözleşme yaklaşımları arasında, kullanımın belirli proje amaçlarıyla sınırlandırıldığı sınırlı lisanslama; tasarımcıların fikri mülkiyet haklarını elinde tutarken müşterilere operasyonel erişim hakkı tanıdığı kullanım haklarıyla birlikte mülkiyetin korunması; ve model kullanımı ve değiştirilmesi için kolektif hak ve sorumlulukları tanımlayan ortak mülkiyet çerçeveleri bulunmaktadır. Bu çerçeveler, yaratıcı katkılarını korumak ve sorumluluğu sınırlamak isteyen tasarımcıların çıkarları ile esneklik ve model verilerine uzun vadeli erişim gerektiren müşterilerin çıkarları arasında denge sağlamayı amaçlamaktadır.

Fan (2014) ayrıca, fikri mülkiyet hakları ile ilgili yasal netliğin YBM'in başarılı bir şekilde uygulanması için gerekli olduğunu vurgulamakta ve çözülmemiş fikri mülkiyet sorunlarının işbirliğini ve yeniliği engelleyebileceğini belirtmektedir (Fan 2014). YBM, özellikle bulut tabanlı ve uluslararası projelerde gelişmeye devam ettikçe,

standartlaştırılmış, adil ve uygulanabilir fikri mülkiyet hakları hükümlerinin geliştirilmesi, dijital inşaat ortamlarında güven ve verimliliği sağlamak için kritik öneme sahip olacaktır.

YBM sözleşmelerindeki fikri mülkiyet çerçeveleri, proje özellikleri, paydaş ilişkileri ve modelin kullanım amacı temelinde dikkatle seçilmelidir. Baharom vd. (2021) tarafından belirtildiği gibi, YBM, model geliştirmenin işbirliğine dayalı yapısı ve çok sayıda katkıcıların katılımı nedeniyle, özellikle telif hakkı sahipliği ve veri ihlali konusunda yeni hukuki karmaşıklıklar getirmektedir. Bu karmaşıklıklar, sözleşmelerde sahiplik haklarının, kullanım izinlerinin ve güncelleme ve değişikliklere ilişkin sorumlulukların açıkça belirtilmesini gerektirmektedir.

Buradaki zorluk, farklı paydaşların çıkarları arasında denge kurmaktır. Tasarımcılar genellikle yaratıcı katkılarını korumak ve sorumluluğu sınırlamak için mülkiyet hakkını elinde tutmaya çalışırken, müşteriler operasyonel ve bakım amaçları için geniş kullanım hakları talep eder. Aynı zamanda, işbirliğine dayalı proje teslim modelleri, modele ortak erişim ve sorumluluk gerektirir. Bu gerilim, YBM destekli projelerde hem inovasyonu hem de hukuki netliği destekleyen, iyi yapılandırılmış fikri mülkiyet hükümlerine olan ihtiyacı vurgulamaktadır.

➤ **Sözleşme belgeleri olarak YBM uygulama planları**

YBM Uygulama Planı (BEP), bir inşaat projesi boyunca Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) uygulamasının nasıl gerçekleştirileceğini özetleyen kapsamlı bir belgedir. Sözleşme belgesi işlevi gören bu belge, tüm proje katılımcıları için YBM ile ilgili belirli gereklilikleri, sorumlulukları, protokolleri ve teslim edilecekleri ayrıntılı olarak belirtir (UNMC 2020; AIA 2022). BEP, tutarlı YBM entegrasyonunu sağlar, işbirliğini teşvik eder ve farklı proje aşamalarında YBM kullanımını tanımlar (AIA 2022; Ramage 2022). Net kılavuzlar ve beklentiler belirlemek, riskleri azaltmaya ve proje verimliliğini artırmaya yardımcı olur (Ramage 2022). Bu bölüm, sözleşme belgeleri olarak YBM uygulama planlarına odaklanmaktadır.

➤ **Sözleşmeye dayalı entegrasyon yaklaşımları**

YBM Uygulama Planları (BEP'ler), çağdaş uygulamada giderek daha önemli sözleşme işlevleri görmektedir. Khosrowshahi ve Arayici (2022) tarafından yapılan araştırma, BEP sözleşme entegrasyonuna yönelik üç baskın yaklaşımı belirlemektedir. Sözleşme entegrasyon yaklaşımları Çizelge 2.40'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.40. Sözleşmeye dayalı entegrasyon yaklaşımları

Entegrasyon Yaklaşımı	Sözleşmeye Dayalı Durum	Geliştirme Zamanlaması	Esneklik	Birincil Uygulamalar
Tam Sözleşme Belgesi	Yasal olarak bağlayıcı	Sözleşme Öncesi	Sınırlı	Kamu projeleri, riskten kaçınan müşteriler
Kademeli Sözleşme Durumu	Kısmen bağlayıcı şartnameler	Sözleşme öncesi çerçeve, sözleşme sonrası iyileştirme	Orta	Karmaşık projeler, aşamalı uygulama
Referans Alınan Metodoloji	Bağlayıcı değil ancak referans alınmıştır	Sözleşme sonrası	Yüksek	IPD, İttifak, işbirliğine dayalı teslimat

Bu entegrasyon yaklaşımları, sözleşme kesinliği ile uygulama esnekliği arasında değişen vurguları yansıtmaktadır. Khosrowshahi ve Arayıcı'ye (2022) göre, "YBM Uygulama Planlarının sözleşme durumu, çağdaş uygulamada temel bir gerilimi temsil etmektedir: işbirliğine dayalı optimizasyon için gerekli esnekliği korurken, uygulamayı yönlendirmek için yeterli kesinlik sağlamak."

2.7.13. Kritik BEP bileşenleri

Güncel YBM Uygulama Planları (BEP'ler), sözleşme ilişkilerini ve proje teslimatını doğrudan etkileyen birkaç kritik alanı ele almaktadır. Panagiotidou vd. (2022) göre, BEP'ler YBM destekli projeler için standartları, sorumlulukları ve protokolleri tanımlayan temel belgelerdir. Küresel incelemeleri, sözleşme uygulamasını önemli ölçüde etkileyen temel bileşenleri belirlemektedir. Bunlar arasında şunlar yer almaktadır:

- Roller ve Sorumluluklar Matrisi – paydaşlar arasında YBM ile ilgili görevlerin dağılımını ayrıntılı olarak belirtir;
- Bilgi Değişimi Spesifikasyonları – veri alışverişinin formatını, sıklığını ve içeriğini tanımlar;
- Gelişim Seviyesi (LOD) İlerlemesi – proje aşamaları boyunca model olgunluğu beklentilerini özetler;
- Kalite Kontrol Metodolojileri – çakışma tespiti, model doğrulama ve güvence için prosedürleri belirlemek;
- Teknolojik Altyapı Gereksinimleri – donanım, yazılım ve ağ ihtiyaçlarının belirlenmesi;
- Uygulama Metrikleri – YBM'in etkinliğini değerlendirmek için performans göstergeleri belirlemek (Panagiotidou vd. 2022).

Bu bileşenler sadece YBM uygulamasını yapılandırmakla kalmaz, aynı zamanda yasal yorumları ve paydaşların beklentilerini de şekillendirir. Panagiotidou vd. 'nın belirttiği gibi, BEP'ler "dijitalleştirilmiş ve işbirliğine dayalı uygulamaların düzenleyicisi" olarak işlev görür ve kavramsal sözleşme gereklilikleri ile pratik uygulama stratejileri arasındaki boşluğu doldurur (Panagiotidou vd. 2022).

2.7.14. Teknolojiye özgü sözleşme hususları

Gana'nın inşaat sektörü dijital dönüşüm geçirdiğinden, YBM Gana'daki kamu ve özel projeler için hem fırsatlar hem de zorluklar sunmaktadır. YBM kullanan projeler, bunları düzenleyen sözleşme ve yasal çerçevelerin dikkatlice değerlendirilmesini gerektirir. İşbirliği veri ayarları, paylaşılan sorumluluklar, fikri mülkiyet hakları ve model sahipliği, geleneksel inşaat sözleşmelerinin her zaman ele almaya hazır olmayabileceği YBM'in bazı benzersiz özellikleridir.

Gana'da YBM'in sorunsuz bir şekilde uygulanmasını sağlamak için, bu bölümde ihale sürecine odaklanarak teknolojiyle ilgili belirli sözleşme faktörleri incelenmektedir. YBM'in işbirliğine dayalı ve veri odaklı yapısı gereği, İhale politikalarının güncellenmesi, görev ve sorumlulukların açıkça tanımlanması ve risk dağıtım prosedürlerinin oluşturulması gerekmektedir. Bu özel sözleşme şartları olmadan, yasal belirsizlikler ve anlaşmazlıklar, verimlilik artışı, hata sayısında azalma ve daha iyi proje koordinasyonu gibi YBM'in faydalarını zedeleyebilir.

Gana, bu faktörleri ele alarak ve bina bilgi modellemesi (YBM) uygulamasının benimsenmesi için sağlam bir yasal temel oluşturarak, ihale sürecinin teknolojik olarak modern, yasal olarak dayanıklı ve uluslararası en iyi uygulamalarla uyumlu olmasını sağlayabilir.

➤ Ortak veri ortamları

Ortak Veri Ortamları (CDE'ler), YBM destekli proje teslimi için gereklidir ve proje bilgilerinin depolanması, yönetilmesi ve paylaşılması için merkezi platformlar olarak hizmet eder. ISO 19650-1:2018 standardına göre, CDE, "tüm proje paydaşları için bilgi toplamak, yönetmek ve yaymak için kullanılan paylaşılan dijital alan" olarak tanımlanmaktadır. CDE'lerin teknik uygulaması iyi bir şekilde yerleşmiş olsa da, sözleşmesel etkileri proje başarısı için giderek daha kritik olarak kabul edilmektedir.

CDE'ler yalnızca teknik araçlar değil, proje ekipleri arasında güven, hesap verebilirlik ve veri bütünlüğünü sağlamak için sağlam yönetim çerçeveleri gerektiren sosyo-teknik sistemlerdir (Simeone 2020). Bu çerçeveler, teknolojik yetenekleri yasal sorumluluklarla uyumlu hale getirmek için sözleşmelere dahil edilmelidir. Önemli sözleşme hususları şunlardır:

- Erişim Kontrol Çerçeveleri - Sözleşmeler, hassas verilere yalnızca yetkili kullanıcıların erişebilmesini ve veri girişi ve incelemesi sorumluluklarının açıkça atanmasını sağlamak için erişim haklarını, izin düzeylerini ve yetkilendirme protokollerini tanımlamalıdır (ISO 2018).
- Veri Güvenliği ve Gizlilik Gereklilikleri - Proje verilerinin hassasiyeti göz önüne alındığında, sözleşmelerde GDPR gibi düzenlemelerle uyumlu siber güvenlik standartları, ihlal bildirim prosedürleri ve veri koruma sorumlulukları yer almalıdır (Arensman ve Ozbek 2012).
- Sistem Güvenilirliği ve Süreklilik Standartları - Hizmet seviyesi anlaşmaları (SLA'lar), çalışma süresi garantilerini, bakım sorumluluklarını ve sistem arızaları için acil durum planlarını belirtmelidir; bu, gerçek zamanlı işbirliğine dayanan projeler için özellikle önemlidir (Kassem vd. 2013).

- Uzun Vadeli Veri Koruma ve Erişilebilirlik - Sözleşmeler, proje verilerinin inşaat sonrası dahil olmak üzere varlık yaşam döngüsü boyunca erişilebilir ve kullanılabilir olmasını sağlamak için veri arşivleme formatlarını, saklama sürelerini ve geri alma protokollerini ele almalıdır (ISO 2018).
- Denetlenebilirlik ve İzlenebilirlik - CDE'ler sürüm kontrolünü ve denetim izlerini desteklemelidir. Sözleşme hükümleri, belgelerde ve modellerde yapılan tüm değişikliklerin kaydedilmesini ve belirli kullanıcılar ve zaman damgalarına kadar izlenebilir olmasını gerektirmeli, böylece hesap verebilirliği ve uyumsuzlukların çözülmesini desteklemelidir (Simeone vd. 2020).
- Birlikte Çalışabilirlik ve Satıcı Tarafsızlığı - Satıcıya bağımlılığı önlemek için sözleşmeler, açık standartların (ör. IFC, COBie) kullanımını teşvik etmeli ve verilerin doğruluk kaybı olmadan platformlar arasında aktarılabilmesini ve taşınabilmesini sağlamalıdır (Kassem vd. 2013).

Simeone vd. (2020) tarafından belirtildiği gibi, "CDE sözleşme hükümleri, teknolojik altyapı, bilgi yönetimi ve yasal hesap verebilirliğin kritik bir kesişim noktasını temsil eder" ve proje yaşam döngüsü boyunca dijital işbirliğinin nasıl gelişeceğini şekillendirir. Bu hükümler, şeffaflık, uyumluluk ve uzun vadeli veri yönetiminin gerekli olduğu büyük ölçekli veya kamu sektörü projelerinde özellikle önemlidir.

➤ Ortaya çıkan eğilimler ve gelecekteki yönelimler

YBM sözleşmelerinin geleceği, hızlı teknolojik gelişmeler ve değişen sektör öncelikleri tarafından şekillenmektedir. Sürdürülebilirlik odaklı sözleşme modelleri, yapay zeka destekli otomasyon ve akıllı sözleşme teknolojileri gibi yeni trendler, projelerin planlanma, yürütülme ve yönetilme şeklini dönüştürmektedir. Bu yenilikler, paydaşlar arasında şeffaflığı, verimliliği ve işbirliğini artırmaktadır. Dijital araçların sözleşme çerçevelerine entegrasyonu, sektörü daha akıllı, duyarlı ve performans odaklı proje teslim sistemlerine doğru yönlendirmektedir. Bu bölümde, önemli gelişmeler ele alınmakta ve bunların YBM destekli sözleşmelerin geleceği için etkileri incelenmektedir.

➤ Akıllı sözleşmeler ve blok zinciri entegrasyonu

Ortaya çıkan akıllı sözleşme teknolojileri, karmaşık süreçlere otomasyon, şeffaflık ve verimlilik getirerek YBM sözleşme uygulamalarını dönüştürmeye hazırlanmaktadır. Li vd. (2023), sözleşme yürütme ve yönetiminin verimliliğini artırmak için blok zinciri ve algoritmik mantığı kullanan çeşitli uygulamaları tanımlamaktadır.

Önemli bir yenilik, akıllı sözleşmeleri YBM model geliştirmedeki kilometre taşlarına bağlayan Otomatik Ödeme Tetikleyicileridir. Belirli teslimatların tamamlanması doğrulandıktan sonra ödemeler otomatik olarak serbest bırakılır, bu da idari işleri azaltır ve proje katılımcıları için zamanında ödeme yapılmasını sağlar. Uygunluk doğrulaması, YBM modelinin sözleşme gerekliliklerine uygunluğunun otomatik olarak kontrol edilmesini sağlayan önemli bir uygulamadır. Bu, insan hatalarını azaltır ve inceleme sürecini hızlandırır, modellerin bir sonraki aşamalara geçmeden önce belirlenen standartlara ve spesifikasyonlara uygun olmasını sağlar.

Akıllı sözleşmeler, bileşenlerin teslimatını ve kurulumunu izlemek için dağıtılmış kitap teknolojilerini kullanarak tedarik zinciri entegrasyonunu geliştirir. Bu, tedarik

zinciri boyunca şeffaflığı artırır, lojistikle ilgili anlaşmazlıkları azaltır ve ihale ve inşaat süreçlerinin gerçek zamanlı izlenmesini kolaylaştırır.

Son olarak, Değişiklik Yönetimi Otomasyonu, tasarım veya kapsam değişikliklerinin etkilerini değerlendirmek için algoritmik araçlar kullanır. Bu sistemler, tazminat ayarlamalarını ve program etkilerini hesaplamaya yardımcı olarak, değişiklik siparişlerinin daha verimli ve adil bir şekilde çözülmesini destekler.

Bu uygulamalar, blok zinciri teknolojisini kullanarak geleneksel sözleşme süreçlerini otomatikleştirme potansiyelini göstermektedir. Li vd. (2023) göre, "YBM süreçleriyle akıllı sözleşme entegrasyonu, otomatik doğrulama ve yürütme mekanizmaları aracılığıyla şeffaflığı artırma, anlaşmazlıkları azaltma ve idari prosedürleri kolaylaştırma konusunda dönüştürücü bir potansiyel sunmaktadır.

➤ yapay zeka ve sözleşme değerlendirmesi

Yapay zeka (AI), özellikle YBM ile entegrasyonu sayesinde inşaat ve altyapı sektörlerindeki sözleşme süreçlerini giderek daha fazla dönüştürmektedir. Park ve Kim (2023), çeşitli yeni AI uygulamalarının sözleşme yönetiminin verimliliğini, doğruluğunu ve esnekliğini artırmak için önemli bir potansiyel gösterdiğini belirtmektedir.

Önemli bir uygulama, AI sistemlerinin YBM modellerinin sözleşme gerekliliklerine uygunluğunu değerlendirdiği Otomatik Uygunluk Kontrolüdür. Bu, manuel inceleme süresini azaltır ve spesifikasyonlara, kodlara ve sürdürülebilirlik standartlarına tutarlı bir şekilde uyulmasını sağlar. Bu sürecin otomatikleştirilmesi, proje ekiplerinin uygunsuzluk sorunlarını erken tespit etmelerini sağlayarak maliyetli yeniden çalışmaları azaltır.

Bir başka umut verici uygulama ise, algoritmalar kullanarak geçmiş verilere ve proje parametrelerine dayalı olarak potansiyel sözleşme risk faktörlerini belirleyen Tahmine Dayalı Risk Değerlendirmesi'dir. Bu yöntem, paydaşların riskleri tırmanmadan önce tahmin etmelerini ve ele almalarını sağlayarak proje sonuçlarını iyileştirir ve anlaşmazlıkları azaltır. Yapay zeka, makine öğrenimini uygulayarak değişiklik emirlerinin etkilerini değerlendirmek suretiyle Değişiklik Etki Analizi'ni destekler. Bu, maliyet, zamanlama ve performans üzerindeki etkilerin analiz edilmesini içerir ve paydaşlar arasında bilinçli karar verme ve net iletişim kurulmasına yardımcı olmaktadır.

Performans Desen Tanıma, AI tarafından sözleşme performans verilerindeki eğilimleri ve anomalileri tanımlamayı kolaylaştırır. Zamansal desenlerin analizi yoluyla AI, gecikmeler ve maliyet aşırımları dahil olmak üzere endişe verici alanları belirleyebilir ve düzeltici önlemler önerebilir, böylece sözleşme yönetimi ve hesap verebilirliği iyileştirebilir.

Bu uygulamalar, gelişmiş veri analizi yoluyla sözleşme yönetimini iyileştirmek için ortaya çıkan yeni yetenekleri temsil eder. Park ve Kim (2023) göre, "YBM sözleşmeleriyle yapay zeka entegrasyonu, sofistike desen tanıma ve tahmin yetenekleri sayesinde risk yönetimini iyileştirme, karar kalitesini artırma ve idari yükleri azaltma konusunda önemli bir potansiyel sunar."

➤ Sürdürülebilirlik odaklı sözleşme çerçeveleri

Sürdürülebilirlik konuları, YBM'in sözleşme çerçevelerine dahil edilmesini giderek daha fazla etkilemektedir. Pan ve Zhang (2023), çevresel hedefleri dijital inşaat yöntemleriyle eşleştirmek için bir dizi yaratıcı sözleşme stratejisi geliştirildiğini belirtmektedir.

Performansa Dayalı Çevresel Gereklilikler, sözleşmelerin sadece kuralcı tasarım unsurları yerine, iç ortam kalitesi, su kullanımı veya enerji verimliliği gibi ölçülebilir bina performans sonuçlarını tanımladığı bir stratejidir. Bu, vurguyu binanın ömrü boyunca sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmaya kaydırmaktadır. YBM ile kolaylaştırılan tasarım optimizasyonu yoluyla karbon ayak izini azaltmak için sözleşmelere parasal tazminat içeren karbon azaltma teşviklerinin benimsenmesi bir başka trenddir. Proje ekipleri, bu teşvikler sayesinde karbon analizi için YBM araçlarını kullanmaya ve operasyonel ve somut emisyonları azaltan veriye dayalı seçimler yapmaya teşvik edilmektedir.

Ayrıca, sözleşmelerde Malzeme Şeffaflığı Gereklilikleri aranmaya başlanmıştır. Bu gereklilikler, tarafların Çevresel Ürün Beyanları (EPD'ler) sunmalarını ve kullandıkları malzemelerin çevreyi nasıl etkilediğini açıklamalarını zorunlu kılmaktadır. Yaşam süresi değerlendirmelerine dayalı bilinçli malzeme seçimi desteklenmekte ve sorumluluk bilinci teşvik edilmektedir.

Son olarak, artan Döngüsel Ekonomi Spesifikasyonlarını karşılamak için bina bileşenlerinin sökülmesini, yeniden kullanılmasını ve geri dönüştürülmesini kolaylaştıran tasarım stratejilerine ihtiyaç vardır. Burada YBM, malzeme akışlarını ve ömür sonu durumlarını ayrıntılı olarak simüle etmeyi mümkün kıldığı için daha yenilenebilir bir bina sürecini teşvik ettiği için çok önemlidir.

Bu yaklaşımlar, sürdürülebilirlik hedeflerinin YBM sözleşme çerçevelerine giderek daha fazla entegre edildiğini yansıtmaktadır. Pan ve Zhang'a (2023) göre, "Günümüz YBM sözleşmeleri, sofistike çevresel performans gereklilikleri ve teşvik yapıları aracılığıyla daha geniş toplumsal zorunlulukları içerecek şekilde, geleneksel proje teslim hedeflerinin ötesine geçmektedir." Mevcut YBM tabanlı sözleşme uygulamaları, çeşitli yaklaşımlar, bölgesel farklılıklar ve ortaya çıkan teknolojik yeniliklerle karakterize edilen dinamik ve gelişen bir alandır. Literatür, belge odaklı sözleşme yöntemlerinden, proje ilişkilerini, risk dağılımını ve işbirliği uygulamalarını temelden yeniden şekillendiren model merkezli çerçevelere kademeli bir geçiş olduğunu göstermektedir.

Bu literatür incelemesinden ortaya çıkan temel temalar şunlardır:

1. Geleneksel sorumluluk yapıları ile YBM sözleşmelerinde işbirliği zorunlulukları arasındaki gerilim
2. Kapsamlı YBM uygulamasını desteklemede farklı proje teslim yöntemlerinin değişen etkililiği
3. Projeye özgü uyarlamayı mümkün kılarken tutarlı uygulamayı kolaylaştırmada standartlaştırılmış çerçevelerin kritik rolü

4. Kavramsal gereklilikler ile pratik uygulamayı birbirine bağlayan temel sözleşme bileşenleri olarak YBM Uygulama Planlarının giderek artan entegrasyonu
5. Otomasyon, doğrulama ve optimizasyon yoluyla sözleşme süreçlerini dönüştürmede ileri teknolojilerin ortaya çıkan etkisi

Sektör YBM uygulamasında olgunlaştıkça, sözleşme çerçeveleri muhtemelen işbirliği metodolojileri, teknolojik yenilikler ve performans dayalı gerekliliklerin daha sofistike entegrasyonu yönünde gelişecektir. Bu gelişme, YBM tabanlı proje teslimatının potansiyel faydalarını en üst düzeye çıkarmak için uygulama etkinliğini, yasal sonuçları ve organizasyonel adaptasyonları inceleyen sürekli araştırmayı gerektirmektedir.

2.7.15. Pratik uygulamalar ve çerçeveler

Gelişen teknolojilerin YBM sözleşmelerine entegrasyonu hem teorik hem de pratik uygulamalarda ve yapılandırılmış çerçevelerde giderek daha görünür hale gelmektedir. AI destekli araçlar, otomatik uyumluluk kontrolü ve öngörücü risk analizi sağlayarak sözleşme yönetimini geliştirir ve insan hatalarını azaltır. Blockchain teknolojilerini kullanan akıllı sözleşmeler, ödeme süreçlerini otomatikleştirir ve şeffaf tedarik zinciri takibi sağlar, böylece paydaşlar arasında güven ve verimliliği artırır. Sürdürülebilirlik çerçeveleri, karbon azaltma teşvikleri, malzeme şeffaflığı gereklilikleri ve döngüsel ekonomi ilkelerini içeren sözleşme modellerini dahil ederek gelişmektedir. Dijital platformlar, gerçek zamanlı işbirliğini, veri paylaşımını ve performans izlemeyi kolaylaştırarak bu çabaları desteklemektedir. Bu gelişmeler birlikte, daha esnek, hesap verebilir ve geleceğe odaklı YBM sözleşme uygulamalarının temelini oluşturmaktadır.

▪ Kapsamlı YBM Entegre Çerçeveler

YBM'in bir tasarım aracından kapsamlı bir proje yönetimi ve sözleşme sistemine dönüşümü, yapay zeka (AI), akıllı sözleşmeler ve sürdürülebilirlik odaklı yöntemler gibi yeni teknolojilerin benimsenmesinden önemli ölçüde etkilenmiştir. Bu entegrasyonlar, akıllı, otomatik ve çevre dostu inşaat süreçlerini destekleyen tam YBM tabanlı çerçevelerin temelini oluşturmaktadır. Araştırmalar, YBM'i geleneksel ihale prosedürlerine dahil etmek için sistematik yaklaşımlar getirmiştir. Bu çerçeveler, sözleşme makamları için ayrıntılı YBM spesifikasyonları ve kılavuzları içerir ve sorunsuz bir geçiş ve etkili bir uygulama sağlar (Matos vd. 2024).

a. YBM'i Kullanan Entegre Tasarım ve İnşaat Çerçeveleri
Hemanth Kumar ve Sreenivas Padala (2023), bina projelerinin tasarım ve inşaat yönlerini aynı anda modelleyen ve analiz eden YBM tabanlı entegre bir yaklaşım sunmaktadır. Bu çalışma, yeniden tasarımları azaltma ve proje fizibilitesini artırmada 3D modelleme, çakışma tespiti ve 4D/5D zamanlama ve maliyetlendirmenin etkinliğini göstermektedir. YBM'in çok kriterli karar verme (MCDM) ve optimizasyon teknikleri dahil olmak üzere karar destek araçlarıyla entegrasyonu, sürdürülebilir ve verimli proje teslimi için önemli bir kolaylaştırıcı olarak tanımlanmaktadır.

b. YBM Sözleşmelerinde AI Uygulamaları

Pan ve Zhang (2023), akıllı inşaat yönetimi için yapım bilgi modellemesine yapay zekanın dahil edilmesini kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Belirlenen temel

uygulamalar arasında otomatik kural kontrolü, öngörücü risk analizi ve performans izleme bulunmaktadır. Araştırma, AI'nın proje yaşam döngüsü boyunca YBM'in işlevselliğini iyileştirdiğini, daha bilinçli karar almayı kolaylaştırdığını ve manuel süreçlere bağımlılığı azalttığını vurgulamaktadır. Yazarlar, özellikle dijital ikizlerin ve blok zinciri teknolojisinin entegrasyonu olmak üzere gelecekteki yönelimleri vurgulamaktadır.

c. YBM Destekli Teslimatta Akıllı Sözleşmeler

Ye vd. (2022), inşaat sektöründeki akıllı sözleşmelerle ilgili sistematik bir literatür taraması gerçekleştirerek, bu sözleşmelerin ödemeleri otomatikleştirme, uyumluluğu sağlama ve tedarik zincirlerini denetleme yeteneklerini vurgulamıştır. Araştırma, uygulamaları sözleşme ve ödeme, lojistik ve bilgi yönetimi gibi alanlara ayırmaktadır. YBM tabanlı proje teslimatında otomasyon, güvenlik ve şeffaflığın iyileştirilmesinde blok zinciri destekli akıllı sözleşmelerin rolü vurgulanmaktadır.

d. YBM Çerçevelerinde Sürdürülebilirlik ve Döngüsel Ekonomi

Sudarsan ve Gavali (2024), YBM'in döngüsel ekonomi ilkeleriyle entegrasyonunu araştırarak, YBM'in malzeme kullanımını nasıl optimize edebileceğini, atıkları nasıl azaltabileceğini ve yaşam döngüsü değerlendirmelerini nasıl destekleyebileceğini göstermektedir. Çalışmaları, tasarım optimizasyonu, malzeme geri kazanımı ve karbon ayak izinin azaltılması dahil olmak üzere döngüsel ekonominin uygulanmasını teşvik eden 35 YBM uygulamasını tanımlamaktadır. Araştırma, veriye dayalı tasarım ve karar verme yoluyla sürdürülebilir inşaatın gerçekleştirilmesinde YBM'in rolünü vurgulamaktadır.

Kapsamlı YBM entegre çerçeveler, AI, akıllı sözleşmeler ve sürdürülebilirlik çerçeveleriyle entegre edildiğinde YBM'in dönüştürücü potansiyelini göstermektedir. Kapsamlı YBM entegre sistemler, proje yürütmeyi kolaylaştırır ve inşaat uygulamalarını çevresel sorumluluk ve dijital inovasyonla uyumlu hale getirir. Sonraki araştırmalar, bu çerçevelerin standardizasyonuna ve çeşitli proje bağlamlarında uygulama zorluklarının çözülmesine öncelik vermelidir.

▪ Model Kontrolü ve e-İhale

Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) ile model kontrol araçları ve e-İhale platformlarının birleştirilmesi, kamu inşaat projelerinin yönetiminde önemli bir ilerlemeyi temsil eder. Bu yakınsama, uyumluluk doğrulamasını iyileştirir, İhale süreçlerini optimize eder ve paydaşlar arasında işbirliğini teşvik eder.

YBM'de model kontrolü, belirlenen kurallara, standartlara ve müşteri spesifikasyonlarına uygunluğu sağlamak için tasarım modellerinin otomatik olarak değerlendirilmesini içerir. Ciribini vd. (2015), YBM'in e-İhale sistemlerindeki model kontrol araçlarıyla entegrasyonunun, teklif verenlerin tekliflerinin gerçek zamanlı olarak doğrulanmasını kolaylaştırarak teknik spesifikasyonlara ve düzenleyici standartlara uygunluğu sağladığını vurgulamaktadır. Bu, şeffaflığı artırır, manuel hataları en aza indirir ve karar verme sürecini hızlandırır.

YBM, model verileri aracılığıyla e-İhale'de tekliflerin dijital olarak sunulmasını, değerlendirilmesini ve karşılaştırılmasını kolaylaştırır. Bu entegrasyon, otomatik metraj

hesaplamalarını, maliyet tahminlerini ve performans karşılaştırmalarını kolaylaştırır. Alrasheed (2025), bu sistemlerin geçmiş verileri analiz etmek ve proje sonuçlarını tahmin etmek için makine öğrenimi algoritmaları uygulayarak İhale döngü sürelerini önemli ölçüde azaltabileceğini ve maliyet kontrolünü iyileştirebileceğini belirtir.

Model kontrolü ve e-İhale çerçeveleri, tasarım doğrulama ve İhale kararları için birleşik bir dijital platform sağlayarak paydaşların işbirliğini geliştirir. Bu sistemler, tasarım çakışmalarının erken tespitini sağlar, müşteriler ve yükleniciler arasındaki iletişimi geliştirir ve entegre proje teslim modellerini destekler. Literatür, işbirliğine dayalı platformların kamu sektörü projelerinde verimlilik ve hesap verebilirliği artırmak için çok önemli olduğunu göstermektedir.

Avantajları olsa da, veri formatlarının standartlaştırılması, çeşitli yazılım platformlarının entegrasyonu ve sistemler arasında birlikte çalışabilirliğin sağlanması konusunda zorlukları devam etmektedir. Literatür, YBM model kontrolü ve e-İhale'nın sorunsuz entegrasyonunu sağlamak için birleşik çerçeveler ve protokollere duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır. Gelecekteki araştırmalar, algoritmik doğruluğun iyileştirilmesi, kullanıcı arayüzlerinin geliştirilmesi ve otomatik uyumluluk kontrollerinin genişletilmesine odaklanmalıdır.

2.7.16. İnşaat projelerinde ihale süreci

İhale süreci, müteahhitlerin bir projenin yürütülmesi için teklif sunmaya davet edildiği inşaat projelerinde kritik bir aşamadır. Geleneksel olarak, bu süreç kağıt tabanlıdır, 2D çizimlere ve kapsamlı belgelere dayanır ve genellikle hatalara, yanlış iletişime ve gecikmelere yol açmaktadır (Love vd. 2010). Bu verimsizlikler, proje gecikmelerine, maliyet aşımına ve anlaşmazlıklara yol açarak nihayetinde projenin başarısını etkileyebilir (Olanrewaju ve Abdul-Aziz, 2015).

İhale sürecine Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) entegre etmek, projenin daha doğru ve ayrıntılı bir temsilini sağlayarak bu verimsizlikleri giderebilir. YBM, müteahhitlerin proje gereksinimlerini daha iyi anlamalarını sağlayarak daha rekabetçi ve doğru teklifler verilmesini sağlar (Barlish ve Sullivan 2012). Ayrıca YBM, maliyet tahminleri ve programların oluşturulmasını kolaylaştırarak ihale tekliflerinin kalitesini artırır (Smith 2014).

YBM ayrıca ihaleye daha şeffaf, verimli ve işbirliğine dayalı bir yaklaşım getirir. Tasarım, maliyet ve zaman çizelgesi bilgilerinin entegrasyonunu sağlayarak tekliflerin doğruluğunu artırır ve ihale süreci boyunca daha bilinçli karar alınmasını destekler (Mahamadu vd. 2017; Eadie vd. 2013). Bu dijital yöntem, ihale sürecinin verimliliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda anlaşmazlık ve iletişim hatası olasılığını da azaltır ve sonuçta daha iyi proje sonuçları elde edilmesini sağlamaktadır (Nana Addo ve Owusu-Manu 2021).

➤ İhale sürecine YBM entegrasyonu

YBM'in ihale süreçlerine dahil edilmesi, inşaat tedarik metodolojilerinde önemli bir paradigma değişikliği anlamına gelmektedir. Parçalı bilgi alışverişi ve iki boyutlu dokümantasyon ile karakterize edilen geleneksel ihale yöntemleri, daha şeffaf maliyet tahminleri, daha yüksek doğruluk ve daha iyi işbirliği sağlayan YBM destekli tedarik

sistemleri ile hızla yer değiştirmektedir (Zitiello vd. 2025). Bu kapsamlı analiz, mevcut uygulamaları ve ortaya çıkan eğilimleri aydınlatmak için ampirik kanıtlara ve çağdaş araştırmalara dayanarak, ihale süreci boyunca YBM'in çok yönlü uygulamalarını incelemektedir.

➤ YBM destekli ihalenin evrimi ve tarihsel bağlam

İnşaat ihalelerinin evrimi, kağıt tabanlı belgelerden dijital İhale sistemlerine doğru ilerlemiştir ve YBM bu ilerlemenin en gelişmiş aşamasını temsil etmektedir. Sacks vd. (2020) göre, YBM'in ihalelere entegrasyonu, Çizelge 2.41'da gösterildiği gibi üç ayrı aşamadan geçerek gelişmiştir.

Çizelge 2.41. YBM ihalelerinin farklı aşamaları

Aşama	Dönem	Özellikler	Anahtar Teknolojiler
Dijital Öncesi	2000 Öncesi	Kağıt tabanlı belgeler, manuel metraj hesaplamaları	Basılı çizimler, fiziksel belgeler
Dijital Geçiş	2000-2015	2D/3D CAD, elektronik belge yönetimi	PDF çizimler, elektronik hesap Çizelgeleri
YBM Entegrasyonu	2015-Günümüz	Model tabanlı ihale, entegre bilgi yönetimi	5D YBM, Ortak Veri Ortamları (CDE)

Papadonikolaki ve Wamelink (2022) tarafından yapılan araştırma, teknolojik gelişmeler, yasal gereklilikler ve sektörün verimlilik ve şeffaflık talepleri gibi çeşitli faktörlerin YBM destekli ihaleye geçişi tetiklediğini göstermektedir.

2.7.17. İhale öncesi aşamada YBM uygulamaları

YBM, karar verme sürecini iyileştirmek, doğruluğu artırmak ve paydaşlar arasında işbirliğini teşvik etmek için inşaat projelerinin ihale öncesi aşamasında giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu ilk aşamada YBM, ayrıntılı proje görselleştirmeleri, maliyet tahminleri ve tasarım seçenekleri oluşturulmasına yardımcı olarak müşterilerin ve danışmanların fizibiliteyi değerlendirmelerine ve proje kapsamını iyileştirmelerine olanak tanır. Bu süreç, erken çakışma tespiti, metraj hesaplamaları ve performans simülasyonlarına olanak tanıyarak ihale belgelerini iyileştirir ve riskleri azaltır. YBM'in tedarik stratejileriyle entegrasyonu, tasarım amacı ile sözleşme gereklilikleri arasında daha iyi bir uyum sağlar ve bu da ihale süreçlerinde rekabetçiliğin ve şeffaflığın artmasına yol açar.

➤ Müşteri Gereksinimlerinin Formülasyonu

İhale öncesi aşama, müşteri gereksinimlerini kesin ve uygulanabilir bir şekilde anlamak için çok önemlidir ve YBM bu süreçte önemli bir rol oynar. YBM kullanımı, paydaşların müşteri gereksinimlerini daha doğru ve net bir şekilde ifade etmelerini sağlar. Liu vd. (2021), YBM'in müşteri beklentilerini görselleştirmeye yardımcı olduğunu ve paydaşların dijital ortamda mekansal ve işlevsel unsurlarla etkileşime girmesini

sağladığını göstermektedir. YBM ayrıca performans standartlarının parametrik tanımını destekleyerek gereksinimlerin belgelenmesini, ölçülebilir ve uyarlanabilir olmasını sağlar. YBM araçlarındaki otomatik kural kontrolü, tasarım önerilerinin müşteri tarafından tanımlanan kriterlere göre doğrulanmasını kolaylaştırarak belirsizliği azaltır ve uyumluluğu artırır. Bu sistematik yaklaşım, iletişimi iyileştirir, yanlış anlamaları en aza indirir ve etkili tedarik ve proje yürütme için sağlam bir temel sağlamaktadır.

➤ Pazar Testi ve Ön Maliyet Tahmini

YBM, pazar testi sırasında daha doğru ön maliyet tahminleri yapılmasını kolaylaştırır. Pishdad ve Onungwa (2024) tarafından yapılan araştırma, 5D YBM araçlarının ön maliyet tahminlerinde manuel metotlara kıyasla hata oranını önemli ölçüde azalttığını ve tahmin doğruluğunu artırdığını göstermektedir. Bu yaklaşım, ihale sürecinde maliyet öngörülerinin güvenilirliğini artırarak riskleri azaltmakta ve karar alma süreçlerini iyileştirmektedir. YBM ile yapılan ön maliyet tahminleri Çizelge 2.42’de göstermektedir.

Çizelge 2.42. Pazar testi ve ön maliyet tahmini

Tahmin Yöntemi	Ortalama Doğruluk (nihai maliyetten % sapma)	Standart Sapma	Örneklem Büyüklüğü
Geleneksel 2D Tahmin	%24,3	%12,7	42 proje
YBM Destekli Tahmin	%9,8	6,4%	36 proje

Bu artan doğruluk, YBM sistemlerinde bulunan gelişmiş görselleştirme, otomatik metraj hesaplama ve parametrik maliyet modelleme yeteneklerine atfedilebilir (Pishdad & Onungwa 2024).

➤ Tedarikçi Katılımı

Tedarikçilerin erken aşamada sürece dahil edilmesi, inşaat projelerinde inşa edilebilirliği artırmak, tasarım hatalarını en aza indirmek ve tedarik zinciri koordinasyonunu iyileştirmek için çok önemlidir. YBM, paydaşlar arasında görselleştirme, iletişim ve işbirliğini iyileştiren ortak bir dijital ortam sunarak ihale öncesi aşamada katılımı artırır.

Rathnasinghe vd. (2018), YBM ile tedarikçilerin katılımının proje sonuçlarında ölçülebilir iyileşmeler sağladığını belirtmektedir. Araştırma, YBM araçları aracılığıyla tedarikçilerin erken aşamada sürece dahil edilmesinin, inşaat sırasında tasarımla ilgili Bilgi Taleplerinde (RFI) %37’lik bir azalmaya yol açtığını ve bunun da tasarım amacının daha net hale geldiğini ve belirsizliklerin azaldığını gösterdiğini ortaya koymuştur. Çalışma, tedarik zinciri entegrasyonunda %28’lik bir iyileşme olduğunu göstermiştir. Bu iyileşme, YBM’in tedarikçilerin malzeme özelliklerini, teslimat programlarını ve kurulum gereksinimlerini daha iyi anlamalarını sağlamasına bağlanmıştır. Tedarikçiler, tasarımın uygulanabilirliği hakkında geri bildirimde bulunabilmiş ve gerçek dünyadaki kısıtlamalar ışığında optimizasyon önerileri sunabilmişlerdir.

Bulgular, YBM'in proaktif tedarikçi katılımı için bir platform olarak önemini vurgulamakta, bilgilendirilmiş ihaleyi kolaylaştırmakta, aşağı akış çatışmalarını en aza indirmekte ve entegre proje teslim stratejilerini geliştirmektedir.

➤ İhale Belgelerinde YBM Uygulamaları

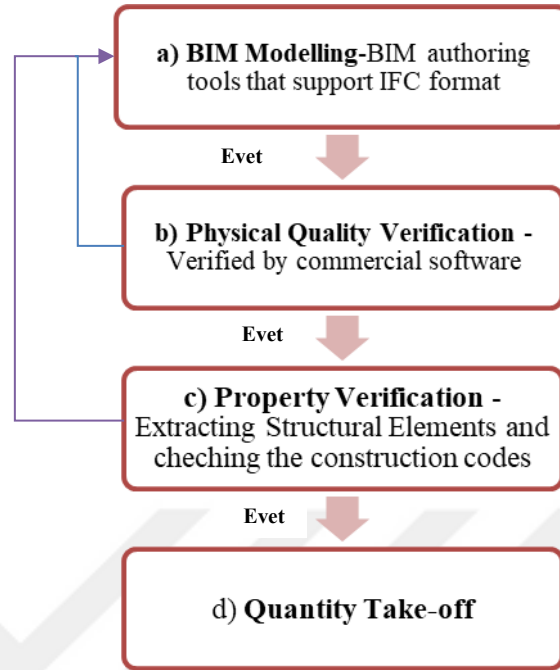
YBM, tasarım amacını ve proje kapsamını doğru bir şekilde temsil eden, veriye dayalı kesin çıktılar sağlayarak ihale belgelerinin hazırlanmasını iyileştirir. Otomatik metraj hesaplamaları, maliyet tahminleri ve görselleştirmeleri kolaylaştırarak netliği artırır ve hataları en aza indirir. Parametrik modelleme, değişiklik olması durumunda belgeler arasında tutarlılığı korur. Bu da ihale sürecinde şeffaflığın artmasına, müşteri spesifikasyonlarıyla uyumun iyileşmesine ve sözleşme yönetiminde verimliliğin artmasına neden olur.

▪ Otomatik Metraj Hesaplaması

İhalelerde YBM'in en önemli uygulamalarından biri, otomatik metraj hesaplamasıdır. Bu, metraj için gereken zamanı ve kaynakları azaltırken doğruluğu artırır (Plebankiewicz vd. 2021).

YBM teknolojisi, son on yılda tasarım sonuçları da dahil olmak üzere bina bilgilerini depolamak ve kullanmak için en verimli yöntem haline gelmiştir. Nesne odaklı ve üç boyutlu yapısı, maliyet tahmini için gerekli olan inşaat projelerinden akıllı veri toplanmasına olanak tanır. İki boyutlu bina planlarından üç boyutlu tahmine dönüştürme zor olabilir, çünkü yetkin bir tahminci sadece çizimlerde ve şartnamelerde gösterilenleri ölçmekle kalmayıp, tüm inşaat faaliyetlerini de tahmin etmelidir (Vassen 2021). Müteahhitler, maliyet tahmini ve inşaat planlamasını mümkün kılmak için YBM modelleri geliştirirken, tasarımcılar YBM modellerini bina çizimlerini görselleştirmek ve hazırlamak için kullanır. Ancak, tüm inşaat faaliyetlerini kalemlere ayırmak ve karşılık gelen birim maliyetleri atamak, tahmincilerin manuel çabasını gerektirir. YBM kullanıcılarının uzun vadeli hedefleri arasında YBM tabanlı metraj hesaplamaları ve maliyet tahmini yer alır. Geleneksel metraj hesaplama prosedürlerine kıyasla, YBM gereken süreyi azaltır ve daha tutarlı sonuçlar verir. Innovaya ve Vico Estimator gibi YBM tabanlı birkaç maliyet tahmin yazılım paketi piyasaya sürülmüştür. YBM tabanlı tasarım verileri, maliyet tahminleri için etkili metraj hesaplamasını kolaylaştırmak amacıyla içe aktarılabilir (Vassen 2021).

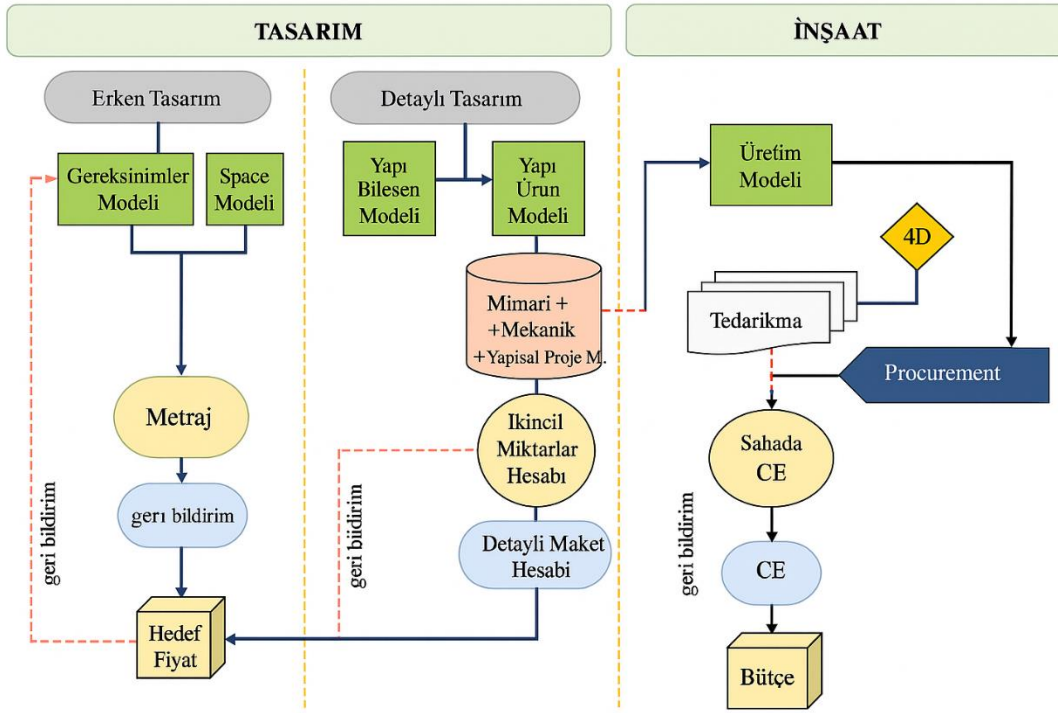
Ayrıca, Autodesk Revit, Bentley, Assemble ve Autodesk Navisworks, inşaat sektörünün YBM tabanlı metraj hesaplama ve tahminlere geçmesini sağlayan diğer birkaç uygulamadır (Vassen 2021). YBM uygulama paketlerinde, maliyet tahmini çeşitli yollarla gerçekleştirilebilir. Bunlar arasında, otomatik maliyet tahmini için model nesnelerinin maliyet veritabanı sistemlerine entegre edilmesi veya metraj hesaplama girişlerinin, maliyetlerin girildiği ve maliyet tahminin yapıldığı elektronik Çizelgelere aktarılması sayılabilir (Vassen 2021). Vassen (2021), YBM tabanlı metraj hesaplama sürecinin dört ana adımdan oluştuğunu belirtmiştir: YBM modelleme, fiziksel kalite doğrulama, özellik doğrulama ve metraj hesaplama. Şekil 2.22, açık YBM tabanlı bir metraj hesaplama sürecini göstermektedir (Choi vd. 2015).



Şekil 2.22. Açık YBM YBM tabanlı metraj hesaplama süreci

YBM, tasarım, inşaat ve işletme süreçlerini kolaylaştırır ve karar verme için güvenilir bir bilgi kaynağı sağlar. YBM bağlamında, metraj hesaplamaları proje yaşam döngüsü boyunca birçok kez gerçekleştirilir. Bir projenin amaç ve hedefleri belirsiz olduğunda, projenin erken tasarım aşamasının başında, daha az ayrıntılı ve daha az doğru olan bir ön maliyet tahmini oluşturulur. Projenin erken aşamalarında, alanlar ve faaliyetler gibi verilerle bir alan planı ve gereksinim modeli geliştirilir. Hedef fiyatı belirleyen bir ön maliyet tahmini elde edildikten sonra bir bina inşaat bilgi modeli uygulanır ve ayrıntılı bir maliyet tahmini oluşturmak için ikinci bir metraj hesaplama yapılır. Müteahhit, bu maliyet tahminini kullanarak proje müşterisi için teklif oluşturur. İnşaat sırasında, üçüncü kez, metraj hesaplama süreci sahada uygulanır (Vassen 2021).

İnşaat projesinin başlangıcında yapılan ön tahmin, karar vermeyi desteklemek ve projenin ilerlemesini belirlemek için çok önemli bir araçtır. Bu erken tasarım aşamasındaki ön maliyet tahmin sistemi, önce müşterinin ihtiyaçlarını belirler, ardından bunları YBM modeline uygular, ortaya çıkan modeli depo sunucusuna kaydeder ve tahmin için gerekli verileri ayrıştırarak prototip sisteme iletir. Veritabanının teklif algoritması daha sonra sağlanan verileri ve tasarım alternatifleri giriş verilerini teklif eder. Ardından, YBM tabanlı ön tahmin yaklaşımını uygulamak için benzer maliyet ve standart veriler yaklaşık olarak hesaplanır ve algoritmaya gönderilir (Vassen 2021). Bir projenin yaşam döngüsü boyunca metraj hesaplamalarının süreç akışı Şekil 2.23’de gösterilmektedir.



Şekil 2.23. Proje yaşam döngüsü boyunca metraj hesaplamalarının süreç akışı.

➤ YBM Tabanlı Otomatik Metraj Hesaplamasının Avantajları

YBM tabanlı otomatik metraj hesaplama (QTO), inşaat projelerinin malzeme metrajlarını tahmin etme ve yönetme şeklini dönüştürür. Dijital 3D modellerden yararlanarak YBM, geleneksel 2D yöntemlere kıyasla daha hızlı, daha doğru ve daha güvenilir QTO sağlar. Başlıca avantajları hız, doğruluk ve karar verme sürecindeki iyileşmedir, dezavantajları ise yüksek başlangıç maliyetleri, eğitim ihtiyaçları ve veri kalitesi sorunlarıdır. Aşağıdaki bölümler, YBM tabanlı otomatik metraj hesaplamasının avantaj ve dezavantajlarına ayrılmıştır.

YBM ile otomatikleştirilmiş QTO, metraj çıkarma için gereken süreyi önemli ölçüde azaltır ve tasarım değişikliklerine yanıt olarak hızlı güncellemeler ve gerçek zamanlı karar vermeyi mümkün kılar (Choi vd. 2015; Olsen ve Taylor, 2017; Sherafat vd. 2022; Valinejadshoubi vd. 2024). Diğer bir önemli avantajı ise güvenilirlik ve doğruluktur. Modeller ayrıntılı ve iyi yapılandırılmış olduğunda, YBM tabanlı QTO insan hatası olasılığını azaltır ve daha doğru malzeme metrajları sağlar (Valinejadshoubi vd. 2024; Sherafat vd. 2022; Choi vd. 2015).

Ayrıca, işbirliğini ve görselleştirmeyi de geliştirir. 3D görselleştirme kullanarak, paydaşlar proje kapsamını daha iyi kavrayabilir ve mimarlar, mühendisler ve müteahhitler daha etkili bir şekilde birlikte çalışabilir. Değişiklik Yönetimi. Otomatik sistemler, tasarım değişikliklerini yansıtmak için metraj tahminlerini hızla güncelleyebilir, bu da maliyet yönetimi ve tedarik planlamasına

yardımcı olur (Choi vd. 2015; Valinejadshoubi vd. 2024; Alathamneh vd. 2024; Soon vd. 2024). Maliyetlendirme ve Yaşam Döngüsü Analizi ile entegrasyon bir başka avantajdır. Daha kapsamlı proje değerlendirmelerini kolaylaştırmak için YBM QTO, maliyet veritabanları ve yaşam döngüsü maliyetlendirme araçlarıyla entegre edilebilir (Alathamneh vd. 2024; Choi vd. 2015; Piaskowski ve Svidt 2020).

➤ Dezavantajlar ve Sınırlamalar

- Yüksek İlk Maliyetler: YBM'in uygulanması, yazılım, donanım ve personel eğitimi için önemli yatırımlar gerektirir ve bu, bazı kuruluşlar için bir engel oluşturabilir (Saavedra vd. 2025; Alathamneh vd. 2024; Soon vd. 2024).
- Eğitim ve Beceri Gereksinimleri: YBM tabanlı QTO'nun etkili kullanımı, özel beceriler ve sürekli eğitim gerektirir ve bunlar her zaman kolayca elde edilemeyebilir (Saavedra vd. 2025; Alathamneh vd. 2024; Soon vd. 2024).
- Veri Kalitesi ve Model Sorunları: QTO'nun doğruluğu, YBM modellerinin kalitesine ve eksiksizliğine bağlıdır. Tutarsız veya eksik modeller, metraj çıkarımında hatalara veya eksikliklere yol açabilir (Valinejadshoubi vd. 2024; Soon vd. 2024; Olsen ve Taylor 2017).
- İş Akışı Karmaşıklığı ve Değişime Direnç: Geleneksel yöntemlerden YBM'e geçiş karmaşık olabilir ve sektör profesyonelleri yeni iş akışlarını benimsemeye direnç gösterebilir (Alathamneh vd. 2024; Soon vd. 2024; Saavedra vd. 2025).
- Standardizasyon Zorlukları: Tüm YBM modelleri standart ölçüm kurallarına uymaz ve farklı yazılım platformlarını entegre etmek zor olabilir (Piaskowski ve Svidt 2020; Soon vd. 2024).

YBM tabanlı otomatik metraj hesaplama, hız, doğruluk ve proje yönetimi açısından önemli avantajlar sunar, ancak kuruluşlar, potansiyelini tam olarak gerçekleştirmek için maliyet, eğitim ve veri kalitesi ile ilgili zorlukları ele almalıdır. Uygun uygulama ve sürekli iyileştirmelerle YBM QTO, inşaat projelerinin sonuçlarını büyük ölçüde iyileştirebilir. Monteiro ve Martins (2023) tarafından 45 inşaat projesinde geleneksel ve YBM tabanlı metraj hesaplama süreçlerini karşılaştıran ampirik araştırma, Çizelge 2.43'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.43. Geleneksel ve YBM destekli metraj süreçlerinin karşılaştırılması

Parametre	Geleneksel QTO	YBM Destekli QTO	İyileştirme
Gerekli Süre	176 saat (ortalama)	62 saat (ortalama)	%65 azalma
Hata Oranı	12	3,7	%70 azalma
Kaynak Tahsisi	3,2 FTE	1,4 FTE	%56 azalma

➤ Bilgi açısından zengin ihale belgeleri

YBM, geleneksel geometrik bilgilerin ötesine geçen, bilgi açısından zengin ihale belgelerinin oluşturulmasını sağlamaktadır. Hamledari ve Fischer (2021) göre, çağdaş

YBM destekli ihale belgeleri genellikle şunları içerir:

1. Parametrik özelliklere sahip 3D geometri
2. Malzeme özellikleri ve performans gereksinimleri
3. İnşaat sıralama bilgileri
4. Model öğelerine bağlı maliyet verileri
5. Sürdürülebilirlik ve enerji performansı verileri

Gharaibeh vd. (2024) tarafından yapılan araştırma, bilgi açısından zengin YBM dokümantasyonunun, geleneksel dokümantasyon yaklaşımlarına kıyasla ihale açıklığa kavuşturma taleplerini yaklaşık %43 oranında azalttığını göstermektedir.

➤ Çakışma Tespiti ve Yapılabilirlik Analizi

İhale öncesi çakışma tespiti ve inşa edilebilirlik analizi, ihale belgelerinde kritik BIM uygulamalarını temsil eder. Son araştırmalar, BIM tabanlı çakışma tespitin tasarım koordinasyonunu önemli ölçüde iyileştirdiğini, hataları azalttığını ve ihale öncesinde inşa edilebilirliği artırdığını doğrulamaktadır (Hasannejad vd. 2023; Abdalhameed ve Naimi 2023; Bitaraf vd. 2024).

2.7.18. İhale değerlendirmesi sırasında YBM uygulamaları

İhale değerlendirme aşaması, tekliflerin uygunluk, fizibilite ve değer açısından analiz edildiği proje tedarikinde çok önemli bir aşamadır. YBM, tekliflerin müşteri gereksinimleri ve proje modelleriyle dijital olarak karşılaştırılmasını kolaylaştırarak ihale sürecinde hassasiyeti ve şeffaflığı artırır. YBM, otomatik kural kontrolü, görsel analiz ve parametrik veri çıkarma yoluyla teknik tekliflerin objektif ve verimli bir şekilde değerlendirilmesini kolaylaştırır. Bu yaklaşım, tutarsızlıkların erken tespitini sağlar, inşa edilebilirlik değerlendirmelerini iyileştirir ve değerlendiriciler arasında işbirliğini teşvik etmektedir. YBM entegre ihale değerlendirmesi, karar vermeyi geliştirir, riskleri azaltır ve tasarım amacı ile yüklenicinin yetenekleri arasında daha iyi bir uyum sağlar.

➤ Model Tabanlı Teklif Karşılaştırması

YBM, fiyat hususlarının ötesine geçen daha kapsamlı teklif karşılaştırma metodolojilerini kolaylaştırır. Abdelaal vd. (2023) tarafından yapılan araştırma, aşağıdakileri kapsayan model tabanlı teklif karşılaştırması için bir çerçeve sunmaktadır:

- Önerilen inşaat sıralaması
- Kaynak tahsis metodolojileri
- Alternatif malzemeler ve sistemler
- Tasarım optimizasyonu önerileri
- Lojistik ve şantiye yönetimi stratejileri

28 kamu altyapı projesinin incelenmesi, model tabanlı teklif karşılaştırmasının yalnızca %64'ünde en düşük fiyatlı teklifin seçildiğini, İhale kararlarının %36'sında fiyat dışı faktörlerin etkili olduğunu göstermektedir (Abdelaal vd. 2023).

➤ Senaryo Analizi ve Değer Mühendisliği

YBM, ihale değerlendirmesi sırasında sofistike senaryo analizi yapılmasına olanak tanıyarak, müşterilerin çeşitli değer mühendisliği tekliflerinin etkilerini değerlendirmelerine imkan vermektedir. Eastman vd. (2011) ve Matos vd. (2024) göre, bu genellikle aşağıdakileri içerir:

1. Alternatif tasarım çözümlerinin parametrik modellemesi
2. Otomatik maliyet etki değerlendirmesi
3. Önerilen alternatiflerin performans simülasyonu
4. Rakip tekliflerin yaşam döngüsü maliyet analizi

➤ Program Doğrulama

YBM, ihale değerlendirmesi sırasında önerilen inşaat programlarının doğrulanmasını kolaylaştırır. Botton ve Forgues (2023) tarafından 42 altyapı projesini inceleyen uzunlamasına bir çalışma, Çizelge 2.45’de göstermektedir.

Çizelge 2.45. YBM zaman çizelgesi doğrulama

Program Doğrulama Yöntemi	Zamanında Tamamlanan Projeler	Ortalama Program Aşımı
Geleneksel Program İnceleme	%29	%24.3
YBM Destekli 4D Doğrulama	%67	%9.7

Bu gelişmiş program güvenilirliği, inşaat aşamalarının daha iyi görselleştirilmesi, daha etkili kaynak tahsisi ve program kısıtlamalarının daha iyi tanımlanmasına atfedilebilir (Botton ve Forgues 2023).

2.7.19. İhale verimliliğini ve doğruluğunu artırma

YBM, projenin daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını ve görselleştirilmesini sağlayan ayrıntılı dijital modeller sunarak ihale sürecinin verimliliğini ve doğruluğunu önemli ölçüde artırır. Bu özellik, geleneksel ihale prosedürlerinde sıkça görülen hataları ve yanlış anlamaları azaltır. Örneğin, Södertälje’deki bir hastane projesinin vaka çalışmasında, teklif belgelerine YBM modelinin dahil edilmesi, kaynakların tahsis edilmesine ve kritik alanların kapsanmasına yardımcı olmuş, bu da daha hızlı metraj hesaplamalarına ve projenin daha iyi anlaşılmasına yol açmıştır (Johansson ve Velin 2014). İran’da, YBM tabanlı maliyet tahmini, manuel yöntemlere göre daha kesin ve zaman açısından daha verimlidir, bu da ihale öncesi maliyet tahminlerinin doğruluğunu artırmaktadır (Rashidi vd. 20124).

2.7.20. Karar verme ve değerlendirmeyi destekleme

YBM, çok kriterli karar analizi (MCDA) tekniklerini kullanarak ihale değerlendirme süreci boyunca kararların alınmasına yardımcı olur. Bu entegrasyon, geleneksel değerlendirme kriterlerinin yanı sıra YBM’e özgü faktörleri de dikkate alır ve böylece yükleniciler arasında adil bir karşılaştırma yapılmasını sağlar. İhale

değerlendirmesi için sağlam bir çerçeve sunan bir çalışma, YBM entegre MCDA yaklaşımının etkinliğini göstermiş ve proje sonuçlarının iyileşmesine yol açmıştır (Matos vd. 2024A). Ayrıca, Suudi Arabistan'da geliştirilen olasılık temelli bir model, YBM kullanarak ihaleyi kazanma şansını tahmin etmiş ve kaliteye dayalı seçimlerde kazanma olasılığını %9,42, maliyete dayalı seçimlerde ise %5,5 artırmıştır (Majzoub ve Eweda 2021).

2.7.21. Geleneksel İhale süreçleriyle entegrasyon

YBM'in geleneksel İhale süreçleriyle entegrasyonu, ihale çerçevesinin kapsamlılığını ve etkinliğini artırmaktadır. Bir çalışmada, YBM gerekliliklerini hem kamu hem de özel sektöre uygulanabilir geleneksel ihale prosedürlerine dahil etmek için sistematik bir yaklaşım tanıtılmıştır. Bu yaklaşım, ISO 19650 ve 2014/24/EU sayılı Avrupa Direktifi dahil olmak üzere yerleşik YBM standartlarını ve kamu alımları düzenlemelerini takip ederek YBM'in etkili bir şekilde uygulanmasını sağlamaktadır (Matos vd. 2024). İspanya'da kamu ihalelerinde YBM kullanımı, YBM gerektiren ihalelerin sayısındaki artışla kanıtlandığı üzere, önemli ölçüde ilerlemiştir ve bu da kamu alımlarında YBM'in artan önemini vurgulamaktadır (Pérez-García vd. 2021).

2.7.22. Zorlukları aşmak ve işbirliğini geliştirmek

İhale sürecinde YBM'in benimsenmesi bazı zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Eğitimli personel eksikliği vardır ve çoğu kişi çalışma uygulamalarını değiştirmek konusunda direnç göstermektedir. Bu zorlukları aşmak ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile uyum sağlamak için Kuveyt Bayındırlık Bakanlığı, YBM'i ihale sürecine dahil etmek için bir plan açıklamıştır. Bu girişim, Vision 2035 ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile uyumlu olarak işbirliğini, görselleştirmeyi, bütçe tahminini ve bilgi paylaşımını geliştirebilir (Al-Raqeb vd. 2024). Risk tanımlama ve inşa edilebilirlik analizi için YBM'i kullanan altyapı projeleri, bu teknolojinin paydaşlar arasında daha iyi iletişim sağlayarak ve hata olasılığını azaltarak işbirliğini nasıl geliştirdiğini göstermektedir (Correa ve Santo 2021).

Verimlilik, doğruluk ve takım çalışmasında sağlanan iyileşmeler, YBM'in ihale sürecinde sağlayabileceği birçok avantajdan sadece birkaçıdır. İnşaat sektörü, YBM'i geleneksel İhale süreçleriyle entegre ederek ve gelişmiş değerlendirme çerçeveleriyle karar vermeyi destekleyerek daha güvenilir ve başarılı proje sonuçları elde edebilir. YBM'in gelişmesi ve ihalelerde giderek daha önemli hale gelmesiyle, inşaat İhale alanı daha da dönüşüme hazırdır.

Yapı Bilgi Modellemesi'nin (YBM) ihale sürecine entegre edilmesi, geleneksel yöntemlere göre önemli avantajları nedeniyle dünya çapında ilgi görmektedir. YBM, projenin kapsamlı bir dijital modelini sunarak projenin görselleştirilmesini ve anlaşılmasını kolaylaştırır, ihale belgelerindeki hata ve eksiklik olasılığını azaltır (Hardin ve McCool 2015).

İhalelerde YBM'in önemli bir avantajı, inşaat başlamadan önce farklı bina sistemleri arasındaki olası çakışmaları tespit ederek çakışma tespiti yapabilmesidir. Bu özellik, maliyetli yeniden çalışma ve gecikmeler riskini azaltarak daha doğru ve rekabetçi tekliflerin verilmesini sağlar (Gao ve Fischer, 2008). Ayrıca YBM, maliyet ve zamanlama

verilerini entegre ederek daha kesin maliyet tahminleri ve proje zaman çizelgeleri oluşturulmasını sağlar (Sacks vd. 2018).

Bu avantajlara rağmen, YBM'i ihale sürecine entegre etmek bazı zorluklar içerir. Bunlar arasında standartlaştırılmış YBM protokollerine duyulan ihtiyaç, nitelikli personel bulunabilirliği ve YBM'in mevcut yasal ve sözleşmeye dayalı çerçevelerle uyumlu hale getirilmesi sayılabilir (Smith 2014). Ayrıca, YBM'in ihalelerde sağladığı avantajlardan tam olarak yararlanmak için paydaşlar arasında daha fazla işbirliği gereklidir (Azhar 2011).

2.8. Kamu İhalelerinde YBM Uygulama Yol Haritaları

YBM, mimari, mühendislik ve inşaat (MMİ) sektörlerinde önemli bir ilerlemeyi temsil eder ve inşa edilen varlıkların fiziksel ve işlevsel özelliklerinin dijital bir tasvirini sağlar. Hükümetler altyapı teslimatında şeffaflığı, verimliliği ve sürdürülebilirliği artırmayı hedeflediklerinden, bu yaklaşımın kamu alım süreçlerine dahil edilmesi uluslararası ilgi görmüştür. YBM'in kamu sektörü projelerine entegrasyonu, veriye dayalı karar verme, yaşam döngüsü varlık yönetimi ve gelişmiş işbirliğine dayalı proje ortamlarına doğru stratejik bir geçişi temsil etmektedir.

Kamu alımlarında YBM'in küresel olarak yaygınlaştırılması, organize ulusal ve bölgesel yol haritaları tarafından yönlendirilmiştir. Bu yol haritaları, kamu kurumlarında YBM uygulamalarını kurumsallaştırmak için gerekli yasal, teknik ve organizasyonel adımları özetleyen stratejik çerçeveler olarak işlev görmektedir. Birleşik Krallık, Danimarka, Singapur ve Brezilya gibi ülkeler YBM zorunluluklarını benimsemiş ve her biri stratejilerini yerel düzenleyici ortamlara, sektörün hazırlık durumuna ve dijital altyapı kapasitelerine uyacak şekilde özelleştirmiştir. Bu yol haritalarının ortak unsurları arasında aşamalı uygulama planları, ISO 19650 ile uyumlu standardizasyon çabaları, kapasite geliştirme girişimleri ve merkezi dijital platformların oluşturulması yer almaktadır.

YBM'in daha iyi maliyet yönetimi, iyileştirilmiş proje koordinasyonu ve azaltılmış yaşam döngüsü riskleri gibi avantajları yaygın olarak kabul edilmekle birlikte, uygulamada zorluklar devam etmektedir. Bu faktörler arasında parçalı düzenleyici ortamlar, farklı dijital olgunluk düzeyleri, değişime direnç ve vasıflı personel ihtiyacı sayılabilir. YBM yol haritaları, sürekli iyileştirme ve aktif paydaş katılımı gerektiren dinamik stratejilerdir.

YBM destekli kamu alımlarına yönelik küresel geçiş, altyapı yönetimi ve kavramsallaştırma konusunda hükümetlerin yaklaşımlarında önemli bir değişiklik olduğunu göstermektedir. Farklı ülkelerin çeşitli uygulama yol haritalarını analiz etmek, geliştirmekte olan ekonomilere yardımcı olabilecek ve gelecekteki politika gelişimini şekillendirebilecek önemli içgörüler sağlar. Stratejilerin bu karşılaştırmalı analizi, ortak başarı faktörlerini ve bağlama özgü uyarlamaları belirleyerek, kamu sektörü inşaatında dijital dönüşümü geliştirmek için sağlam bir temel sağlar. Bu bölümde, kamu alımlarında YBM uygulama yol haritaları geliştiren on ülkenin ayrıntıları sunulmaktadır.

2.8.1. Birleşik Krallık Kamu alımlarında YBM uygulama yol haritaları

Birleşik Krallık, kamu ihalelerinde Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) kullanımını

zorunlu kılan ilk ülkelerden biridir. Resmi uygulama, 2016 yılında tüm merkezi kamu sektörü projelerinde YBM Seviye 2 kullanımının zorunlu hale getirilmesiyle başlamıştır. Bu zorunluluğun ardındaki mantık, verimliliği artırmak, maliyetleri düşürmek ve inşaat sektöründe işbirliğini geliştirmektir. Birleşik Krallık hükümeti, YBM'in varlık yaşam döngüsü boyunca daha iyi bilgi yönetimi ve karar vermeyi mümkün kılarak inşaat sektörünü dönüştürme potansiyelini fark etmiştir (Cabinet Office 2016).

Birleşik Krallık'ta YBM uygulamasının faydaları arasında proje teslimatının iyileştirilmesi, şeffaflığın artırılması ve yaşam döngüsü varlık yönetiminin iyileştirilmesi yer almaktadır. Ancak, sektör genelinde eğitim, eski sistemlerle entegrasyon ve standartlara uyumun sağlanması gibi zorluklar önemli zorluklarıdır. Bunları aşmak için Birleşik Krallık, PAS 1192 serisinden ISO 19650 standartlarına geçiş yaparak Birleşik Krallık YBM Çerçevesi'ni geliştirdi. 2016-2020 Hükümet İnşaat Stratejisi ve İnşaat El Kitabı, stratejik öncelikleri ve en iyi uygulamaları özetleyerek uygulamayı daha da desteklemiştir (Cabinet Office 2016).

Birleşik Krallık'ın yaklaşımı, güçlü hükümet liderliği, net görevler ve standardizasyon ve işbirliğine odaklanma ile karakterize edilmiştir. Yol haritası, YBM Seviye 3'e geçişi ve 2030 yılına kadar dijital ikizlerin benimsenmesini içermektedir (Cabinet Office 2016).

2.8.2. Kamu alımlarında Avrupa Birliği YBM uygulama yol haritaları

Avrupa Birliği, üye ülkeleri inşaat ve altyapı projelerine dijital araçları dahil etmeye çağıran 2014/24/EU Direktifi'nin yürürlüğe girmesinden sonra kamu alımlarında YBM'in benimsenmesini teşvik etmiştir. AB YBM Görev Grubu, ulusal çabaları standartlaştırmak ve YBM'in benimsenmesi için birleşik bir Avrupa stratejisi geliştirmek amacıyla oluşturulmuştur. Bu girişim, dijital dönüşüm ihtiyacı, sürdürülebilirliğin teşvik edilmesi ve AB genelinde inşaat sektöründe rekabet gücünün artırılması gibi çeşitli nedenlerle desteklenmektedir. YBM, maliyet etkin alımları kolaylaştırma, varlık yaşam döngüsü yönetimini iyileştirme ve kamu altyapısının kalitesini ve dayanıklılığını artırma kapasitesiyle bilinmektedir (AB YBM Görev Grubu 2017).

Bu avantajlara rağmen, AB üye ülkeleri arasında YBM'in tek tip bir şekilde uygulanmasını sağlamak konusunda birçok zorlukla karşılaşmaktadır. Ulusal düzenlemeler ve tedarik çerçevelerindeki farklılıklar nedeniyle yasal uyumlaştırma karmaşık bir zorluk teşkil etmektedir. Ayrıca, üye ülkeler arasında dijital olgunluk ve teknik kapasite farklılıkları da tek tip bir benimsemeyi engellemiştir. AB YBM Görev Grubu, kamu sektörü paydaşlarının zorlukların üstesinden gelmelerine yardımcı olmak için açık standartların, birlikte çalışabilirliğin ve işbirliğine dayalı iş akışlarının önemini vurgulayan ayrıntılı bir el kitabı hazırlamıştır. AB içindeki uygulama stratejisi, ulusal görevler, pilot projeler ve openYBM standartlarının savunulmasını kapsamaktadır. Bu işbirliğine dayalı ve bütünleştirici yaklaşım, inşaat için dijital tek bir pazar oluşturmaya, kamu değerini artırmaya ve altyapı geliştirmede yeniliği teşvik etmeyi amaçlamaktadır (AB YBM Görev Grubu 2017).

2.8.3. ABD'de kamu alımlarında YBM uygulama yol haritaları

Amerika Birleşik Devletleri'nde kamu alımlarında YBM'in uygulanması, Federal

Karayolu İdaresi'nin (FHWA) 2021 yılında Altyapı için YBM'i İlerletme: Ulusal Stratejik Yol Haritası'nı başlatmasının ardından stratejik bir ivme kazanmıştır. Bu girişim, altyapı teslimatını modernize etmeyi ve federal ve eyalet ulaştırma kurumları arasında veri entegrasyonunu geliştirmeyi amaçlamaktadır. Yol haritasının gerekçesi, üretkenliği artırmak, manuel süreçlere olan bağımlılığı azaltmak ve ülkenin ulaşım altyapı sistemlerinde dijital dönüşümü teşvik etmek üzerine odaklanmaktadır. YBM, kapsamlı varlık yaşam döngüsü yönetimini destekleme, paydaşlar arasında daha iyi işbirliğini teşvik etme ve gerçek zamanlı izleme ve karar almaya yardımcı olan fiziksel altyapı varlıklarının sanal temsilleri olan dijital ikizlerin oluşturulmasını sağlama yeteneği ile tanınmaktadır (FHWA 2021).

Bu olumlu sonuçlara rağmen, Amerika Birleşik Devletleri uygulamada birçok zorlukla karşı karşıyadır. Başlıca zorluklar arasında, çeşitli eyaletlerdeki tutarsız standartlar ve uygulamalar, kapsamlı işgücü eğitimi ihtiyacı ve YBM'i mevcut eski sistemlerle entegre etmedeki zorluklar sayılabilir. FHWA'nın yol haritası üç aşamaya ayrılmıştır: temel faaliyetler, çerçeve geliştirme ve tam uygulama. Bu aşamalı yaklaşım, kademeli kapasite geliştirme ve paydaş katılımını destekleyerek, birleşik bir ulusal politika çerçevesinin temellerini atmaktadır. Yol haritası, yargı bölgeleri arasında birlikte çalışabilirliği ve veri tutarlılığını sağlamak için açık veri standartlarının benimsenmesinin önemini vurgulamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri, stratejik ve kapsayıcı bir yaklaşımla YBM'i kamu altyapısı geliştirme ve tedarik süreçlerinin temel bir parçası olarak resmileştirmeyi hedeflemektedir (FHWA 2021).

2.8.4. Singapur Kamu İhalelerinde YBM Uygulama Yol Haritaları

2015 yılından bu yana Singapur, 5.000 metrekareyi aşan tüm inşaat projelerinde YBM'in uygulanmasını zorunlu kılarak, YBM'in benimsenmesinde bölgesel bir lider konumuna gelmiştir. Bu zorunluluk, hükümetin düzenleyici verimliliği artırma, dijital inşaat yöntemlerini geliştirme ve kamu altyapı projelerinin kalitesini ve koordinasyonunu iyileştirme genel hedefine dayanmaktadır. YBM, CORENET X platformu aracılığıyla hızlandırılmış düzenleyici onaylar, standartlaştırılmış veri alışverişi protokolleri ve proje paydaşları arasında gelişmiş koordinasyon gibi Singapur'da önemli avantajlar sağlamıştır. Sonuçlar, ülkenin yüksek düzeyde dijitalleştirilmiş ve entegre bir yapıya çevre elde etme hedefini önemli ölçüde ilerletmiştir (BCA 2024).

Ancak, Singapur'da YBM'in uygulanması birkaç zorlukla karşılaşmıştır. YBM süreçlerini yönetebilecek ve uygulayabilecek nitelikli profesyonellerin süregelen eksikliği, özellikle küçük firmalar arasında yaygın olarak benimsenmesini yavaşlatmıştır. Ayrıca, geleneksel inşaat iş akışlarından değişime direnç, tam entegrasyonu engellemiştir. İnşaat ve Yapı Otoritesi (BCA), bu sorunları çözmek için Entegre Dijital Teslimat (IDD) çerçevesine odaklanan ayrıntılı bir uygulama stratejisi geliştirmiştir. Bu strateji, inşaat yaşam döngüsü boyunca tutarlılık, birlikte çalışabilirlik ve veri bütünlüğünü teşvik etmeyi amaçlayan YBM Devir Kılavuzu ve ISO 19650 standartlarının benimsenmesi ile desteklenmektedir. BCA, sektör genelinde benimsenmesini teşvik etmek için kapsamlı eğitim kaynakları, sertifika programları ve teknik destek sağlamaktadır. Singapur'un yapılandırılmış, hükümet öncülüğündeki yaklaşımı, YBM'i kamu ihale süreçlerine dahil etmek isteyen diğer ülkeler için bir model teşkil etmektedir (BCA 2024A).

2.8.5. Japonya'da kamu alımlarında YBM uygulama yol haritaları

Japonya'da kamu ihalelerinde YBM'in gelişimi, Kara, Altyapı, Ulaştırma ve Turizm Bakanlığı (MLIT) tarafından oluşturulan sistematik bir çerçeveye göre yönlendirilmektedir. YBM kılavuzları ilk olarak 2014 yılında yayınlanmış, ardından 2019 yılında resmi bir ulusal yol haritası getirilmiştir. Bu girişim, yaşanan işgücü ve kamu altyapı hizmetlerinde verimlilik ve kaliteye yönelik artan talepler nedeniyle daha da ağırlaşan inşaat sektöründeki önemli verimlilik sorunlarını çözmeyi amaçlamaktadır. YBM, Japonya'da verimliliği artırarak, veri yönetimini iyileştirerek ve tasarım, inşaat ve bakım aşamalarında daha etkili proje sonuçları elde edilmesini sağlayarak değerini kanıtlamıştır (MLIT 2020).

Japonya'nın YBM'i benimsemesi, avantajlarına rağmen çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. Uygulamanın ilk aşamaları çoğunlukla gönüllü olarak gerçekleştirildiğinden, kamu kurumları ve özel müteahhitler arasında tutarsız uygulamalara neden oldu. Ayrıca, YBM tekniklerinde uzmanlık eksikliği ve yapay zeka (AI), Nesnelerin İnterneti (IoT) ve robotik gibi yeni teknolojilerin entegrasyonundaki zorluklar, yaygın olarak benimsenmesinin önünde önemli zorlukları oluşturmuştur. Buna yanıt olarak MLIT, YBM entegrasyonu için kapsamlı bir plan içeren "Gelecek Vizyonu 2" stratejisini geliştirmiştir. Bu strateji, YBM uygulamalarını test etmek ve iyileştirmek için pilot projeler, platformlar arasında tutarlılığı sağlamak için standardizasyon çabaları ve dijital dönüşümü desteklemek için ileri teknolojilerin dahil edilmesini içermektedir. Japonya'nın yol haritası, altyapı yaşam döngüsü boyunca YBM'in sürekli kullanımını vurgulamakta ve ülkenin kamu alımlarında dijital inovasyondan yararlanmasına yardımcı olurken, yapısal ve demografik sorunları da ele almaktadır.

2.8.6. Danimarka Kamu ihalelerinde YBM uygulama yol haritaları

Danimarka, 2007 yılında direktifini yürürlüğe koyarak kamu alımlarında YBM'i zorunlu kılan ilk ülke olarak tanınmaktadır. Bu erken uygulamanın ana nedeni, Danimarka'yı kamu inşaat sektöründe dijital dönüşümün ön saflarına yerleştirmek ve altyapı teslimatında kalite güvence mekanizmalarını iyileştirmektir. YBM'in benimsenmesi, proje paydaşları arasında daha iyi koordinasyon, iyileştirilmiş dokümantasyon uygulamaları ve daha tutarlı ve öngörülebilir proje sonuçları gibi önemli faydalar sağlamıştır. Bu gelişmeler, Danimarka'nın dijital inşaat alanında lider rolünü güçlendirmiş ve Avrupa genelinde YBM benimseme stratejilerini etkilemiştir (Bygningsstyrelsen. n.d.).

Bu başarılarla rağmen, Danimarka'nın deneyimi bazı zorluklarla karşılaştı. Dokümantasyon eksiklikleri ve Bilgi ve İletişim Teknolojisi (BİT) düzenlemelerine uyum sorunları, çeşitli projeler ve kamu kurumları arasında tutarlı standartların sürdürülmesini sürekli olarak engelledi. Danimarka, bu sorunları çözmek için kamu projeleri için BİT düzenlemelerine uyuma odaklanan ayrıntılı bir uygulama stratejisi geliştirdi. Endüstri Temel Sınıfları (IFC) açık standartlarının benimsenmesi, farklı platformlar arasında birlikte çalışabilirliği iyileştirmek ve veri tutarlılığını sağlamak için hayati öneme sahip olmuştur. Danimarka Yapı ve Emlak Ajansı'nın denetimi, YBM uygulamalarının ulusal hedefler ve düzenleyici çerçevelerle uyumlu olmasını sağlamıştır. Danimarka'nın açık standartlara ve merkezi yönetime verdiği önem, diğer ülkelerin YBM'i kamu ihale süreçlerine dahil etmek için takip edebilecekleri bir model sunmaktadır.

(Byggningsstyrelsen. n.d.).

2.8.7. Norveç Kamu ihalelerinde YBM uygulama yol haritaları

Norveç, Danimarka'nın izinden giderek 2010 yılında kamu altyapı projelerinde YBM'i zorunlu hale getirmiştir. Norveç hükümetinin gerekçesi, proje teslimatını iyileştirmek, veri erişilebilirliğini artırmak ve kamu inşaat sektöründe işbirliğini teşvik etmektir. YBM, gerçek zamanlı işbirliğini mümkün kılarak, tasarım ve inşaat hatalarını azaltarak ve genel proje kalitesini artırarak bu hedeflerin gerçekleştirilmesinde etkinliğini kanıtlamıştır. Norveç'in erken benimsenmesi, özellikle İskandinav bölgesinde dijital inşaat alanında lider konumuna gelmesini sağlamıştır (DFØ n.d).

Norveç, başarılarına rağmen, kurumlar arası standardizasyon ve farklı yazılım platformları ve veri ortamları arasında birlikte çalışabilirlik sağlanmasında zorluklarla karşılaşmıştır. Norveç'in uygulama stratejisi, ISO 19650 standartlarına uyum, YBM Uygulama Planları (BEP) kullanımı ve Ortak Veri Ortamları (CDE) oluşturulmasına odaklanarak bu sorunları ele almaktadır. Birleştirilmiş modeller, proje ekipleri arasında işbirliğini ve veri paylaşımını iyileştirmiştir. Norveç'in uluslararası standartlara ve organize veri çerçevelerine odaklanması, YBM destekli kamu alımlarında konumunu güçlendirmiş ve benzer dijital dönüşüm çabaları hedefleyen diğer ülkeler için bir model oluşturmuştur (DFØ n.d).

2.8.8. İtalya Kamu alımlarında YBM uygulama yol haritaları

YBM'in İtalya'nın kamu alımlarına resmi olarak dahil edilmesi, 2025 yılına kadar tam uyumun sağlanmasını amaçlayan aşamalı bir uygulama planı ortaya koyan 560/2017 sayılı Kararname ile gerçekleşmiştir. Bu yasal düzenleme, alım süreçlerini dijitalleştirmek, şeffaflığı artırmak ve ulusal uygulamaları dijital inşaat için Avrupa Birliği standartlarıyla uyumlu hale getirmek amacıyla yapılmıştır. YBM, İtalya'da özellikle planlama doğruluğunun artırılması, daha iyi maliyet yönetiminin kolaylaştırılması ve proje yaşam döngüsü boyunca paydaşlar arasında daha iyi işbirliğinin teşvik edilmesi konusunda önemli faydalar sağlamıştır. Bu avantajlara rağmen, uygulama süreci önemli zorluklarla karşılaşmıştır. Gereksinimler arasında kamu ve özel sektörde kapsamlı eğitim, dijital iş akışlarını desteklemek için organizasyonel yeniden yapılandırma ve yazılımların birbiriyle çalışabilirliği ile ilgili süregelen sorunlar bulunmaktadır. İtalya, yüksek değerli projelerle başlayıp kapsamını kademeli olarak genişleten, proje değer eşikleri ile ilişkili kademeli bir zorunluluk benimsemiştir. Bu strateji, YBM gerekliliklerini resmileştiren ve ISO 19650 standartlarına uyumu sağlarken açık veri formatlarının kullanımını teşvik eden 36/2023 sayılı Kararname ile desteklenmektedir. İtalya'nın yaklaşımı, YBM'i kamu ihale sistemine entegre etmek için sistematik bir çaba göstererek, mevzuata uyumu kapasite geliştirme ve teknolojik standartların oluşturulması ile dengelemeyi yansıtmaktadır (MIT 2017).

2.8.9. Polonya Kamu alımlarında YBM uygulama yol haritaları

2020 yılında Polonya, 2030 yılına kadar tam entegrasyonu hedefleyen, kamu alımlarında YBM'i uygulamaya yönelik ulusal yol haritasını başlattı. Bu girişim, inşaat sektörünü modernize etmek, operasyonel verimliliği artırmak ve Avrupa Birliği dijitalleşme standartlarına uyum sağlamak amacıyla başlatılmıştır. Yol haritası, altyapı

varlıklarının yaşam döngüsü yönetimini iyileştirme, proje risklerini azaltma ve kamu altyapısı için dijital ikizlerin oluşturulmasını destekleme yeteneğini vurgulayarak YBM'in benimsenmesini açıkça gerekçelendirmektedir. Beklenen faydalara rağmen, uygulama birkaç zorlukla karşı karşıyadır. Başlıca sorunlar arasında mevcut inşaat uygulamalarının parçalı yapısı, kamu kurumları ve özel müteahhitlerin sınırlı teknik kapasitesi ve farklı bölgeler ve sektörler arasında tutarsız uygulama yer almaktadır. Polonya'nın yol haritası, bu zorlukları etkili bir şekilde ele almak için tasarlanmış üç aşamaya ayrılmıştır: MakroYBM, Sermaye ve Operasyonel. Her aşama, stratejik planlama, yatırımlar ve operasyonel dağıtımı kapsayan YBM entegrasyonunun belirli yönlerine odaklanmaktadır. Strateji, yalın ve çevik metodolojileri içermekte, siber güvenliği vurgulamakta ve birlikte çalışabilirlik ve veri bütünlüğünü sağlamak için açık standartları teşvik etmektedir. Bu sistematik yaklaşım, Polonya'nın kamu alım sisteminin sürdürülebilir ve kapsayıcı bir dijital dönüşümüne olan bağlılığını göstermektedir (MDT 2020).

2.8.10. Brezilya Kamu alımlarında YBM uygulama yol haritaları

Estratégia YBM BR olarak bilinen Brezilya'nın ulusal YBM stratejisi, 2018 yılında resmi olarak başlatılmış ve kamu altyapı projelerinin dijital dönüşümünde önemli bir adım atılmıştır. Strateji, 2021'den itibaren federal kamu projelerinde YBM kullanımını zorunlu kılmakta ve 2028 yılına kadar inşaat sektöründe YBM uygulamalarını kurumsallaştırmayı hedeflemektedir. Bu girişim, kamu alımlarında şeffaflığı artırmayı, altyapı teslimatı ile ilgili maliyetleri azaltmayı ve planlama, uygulama ve bakımda genel verimliliği artırmayı amaçlamaktadır. YBM, proje koordinasyonunu güçlendirerek, tasarım ve maliyet tahminlerinin doğruluğunu artırarak ve yaşam döngüsü varlık yönetimini destekleyerek Brezilya'da değerini kanıtlamıştır.

YBM'in Brezilya'da uygulanması, avantajlarına rağmen birçok zorlukla karşı karşıyadır. Dijital hazırlık konusunda bölgesel farklılıklar, kamu kurumları ve özel müteahhitler arasında sınırlı teknik beceriler ve değişime karşı kültürel direnç, yaygın olarak benimsenmesini yavaşlatmıştır. Brezilya hükümeti, YBM Uygulama Özel Komitesi (CE-YBM) aracılığıyla, bu sorunları ele almak için ayrıntılı bir 10 yıllık plan oluşturmuştur. Bu plan, YBM'in benimsenmesi için aşamalı zorunluluklar, ulusal standartlar ve kılavuzların geliştirilmesi ve sektördeki teknik becerileri geliştirmek için kapsamlı eğitim programlarını içermektedir. Strateji, inovasyonu teşvik etmek ve sürdürülebilir uygulamayı desteklemek için hükümet, akademi ve endüstri arasındaki işbirliğini vurgulamaktadır. Brezilya'nın organize ve kapsayıcı yaklaşımı, onu Latin Amerika'da YBM'in benimsenmesi için önde gelen bir örnek konumuna getirmektedir.

2.9. Uluslararası YBM Uygulamasının Karşılaştırmalı Analizi

Kamu ihalelerinde YBM'in küresel olarak benimsenmesi, organize ve yapılandırılmış yol haritaları, aşamalı uygulama ve güçlü kurumsal destek ile karakterize edilmektedir. Birleşik Krallık, Danimarka, Singapur ve Brezilya gibi ülkeler, YBM entegrasyonunun başarısının net hükümet talimatlarına, sağlam dijital altyapıya ve kapsamlı kapasite geliştirme stratejilerine bağlı olduğunu göstermektedir. Bu ülkeler, inşaat süreci boyunca birlikte çalışabilirlik ve şeffaflığı sağlamak için ulusal standartlar, yasal çerçeveler ve merkezi platformlar oluşturmaya odaklanmıştır.

Gana'nın YBM uygulamasına, özellikle ihale sürecine yaklaşımı, hala gelişimin erken aşamalarında bulunmaktadır. Yol haritası, akademik ve kurumsal çalışmalarla desteklenen, YBM'in kamu ihalelerinde şeffaflığı artırma, yolsuzluğu azaltma ve verimliliği artırma potansiyelini vurgulamaktadır. Resmi bir ulusal politika veya yasal zorunluluğun olmaması, ilerlemeyi önemli ölçüde engellemektedir. YBM zorunluluğu olan ülkelerden farklı olarak, Gana farkındalığı artırmak ve denemeleri teşvik etmek için büyük ölçüde akademik kurumlara ve pilot projelere güvenmektedir. Yol haritasının ayrıntıları beşinci (5) bölümde yer almaktadır.

Küresel deneyimlerden çıkarılan önemli bir ders, aşamalı uygulamanın önemidir. İtalya ve Polonya, büyük kamu projeleriyle başlayarak ve ardından kapsamını genişleterek YBM'i kademeli olarak benimsemiştir. Bu yaklaşım, zaman içinde öğrenmeyi desteklemiş, paydaşları sürece dahil etmiş ve teknik standartların geliştirilmesine yardımcı olmuştur. Gana, merkezi hükümet kurumları tarafından yönetilen büyük ölçekli altyapı projelerine YBM gerekliliklerini uygulayarak, ölçülebilir değer yaratabilir ve daha geniş çapta benimsenmesini teşvik edebilir.

Önemli bir faktör, merkezi koordinasyonun rolüdür. Avrupa Birliği'nin YBM Görev Grubu ve Birleşik Krallık'taki Centre for Digital Built Britain, uzman kuruluşların uygulamaları nasıl etkili bir şekilde standartlaştırabileceğini, eğitim sağlayabileceğini ve uygulama süreçlerini nasıl yönetebileceğini göstermektedir. Gana'da şu anda bu tür bir koordinasyon organı bulunmamaktadır. Çalışma ve İskan Bakanlığı veya Kamu İhale Kurumu bünyesinde ulusal bir YBM görev gücü oluşturulması, uygulama çabalarına rehberlik etmek için gerekli liderliği ve tutarlılığı sağlayabilir.

Gana, kapasite geliştirme konusunda uluslararası en iyi uygulamaları benimseyebilir. Singapur ve Japonya gibi ülkeler, vasıflı işgücü geliştirmek için eğitim programlarına, sertifikasyon girişimlerine ve akademi ile endüstri arasındaki ortaklıklara büyük yatırımlar yapmıştır. Gana'nın KNUST ve Accra Teknik Üniversitesi gibi kurumlara güvenmesi olumlu bir adımdır; ancak, bu çabaları genişletmek için daha fazla hükümet desteği ve meslek kuruluşlarıyla işbirliği gereklidir.

Ayrıca, dijital altyapı YBM destekli ihalelerde çok önemli bir rol oynamaktadır. Singapur'un CORENET X ve Brezilya'nın federal YBM portalı, dijital platformların ihale sürecini nasıl iyileştirebileceğini, veri tutarlılığını nasıl sağlayabileceğini ve gerçek zamanlı işbirliğini nasıl mümkün kılabileceğini göstermektedir. GIFMIS gibi Gana'daki mevcut e-ihale sistemleri, YBM entegrasyonu ile iyileştirilebilir ve bu da daha şeffaf ve verimli bir ihale sürecine yol açabilir.

Sonuç olarak, Gana'nın YBM yol haritası, ihale sürecine odaklanması nedeniyle övgüye değerdir; ancak, başarılı bir küresel uygulama için hayati önem taşıyan yapısal ve stratejik unsurları da içerecek şekilde daha da geliştirilmesi gerekmektedir. Gana'nın kamu alım sisteminde YBM'in tam potansiyelini gerçekleştirmek için ulusal bir politika mandası, aşamalı bir uygulama, merkezi koordinasyon, kapasite geliştirmeye yatırım ve dijital altyapının geliştirilmesi gerekmektedir.

2.9.1. Gana inşaat sektöründe YBM'in benimsenmesi

Gana inşaat sektörü bağlamında, Ayirebi-Dansoh vd. (2010), artan kalite

standartları ve rekabet nedeniyle inşaat faaliyetlerinin giderek daha teknik hale geldiğini belirtmiş ve kapsamlı eğitim, öğretim, sürdürülebilirlik, inovasyon ile YBM'in pratik kullanımının önemini vurgulamıştır. Bununla birlikte, paydaşlar bazen yeni teknolojileri benimsemekte tereddüt etmektedir; Bradley (2008) bu durumu belirsizlik, maliyet ve değişime karşı direnç gibi nedenlerle açıklamaktadır. Benzer şekilde, Martínez-Caro vd. (2013) yeni teknolojilerin kabulünde birçok faktörün etkili olduğunu ifade etmiş, Acquah vd. (2018) ise Gana bağlamında kültürel, teknik ve finansal engellerin BIM benimsenmesinde önemli rol oynadığını ortaya koymuştur.

2.9.2. Mevcut durum değerlendirmesi

YBM, proje teslimi ve yönetimini dönüştürme potansiyeli nedeniyle küresel inşaat sektöründe büyük ilgi görmüştür. YBM'in bir tesisin fiziksel ve işlevsel özelliklerinin dijital modelini oluşturma yeteneği, proje yaşam döngüsü boyunca daha fazla doğruluk, daha iyi işbirliği ve daha yüksek verimlilik gibi birçok avantaj sunmaktadır (Eastman vd. 2011). Ancak, YBM'in Gana'da benimsenmesi ve uygulanması hala erken aşamadır ve yaygın kullanımını engelleyen çeşitli zorlukları bulunmaktadır. Bu bölüm, Gana'da YBM'in benimsenmesinin mevcut durumu, özellikle ihale sürecinde uygulanmasının önündeki zorlukları ve zorluklar ile mevcut literatür ve vaka çalışmalarından elde edilen bilgiler hakkında genel bir bakış sunmaktadır.

➤ Gana'da YBM'in mevcut benimsenme durumu ve farkındalık

Gana'nın inşaat sektöründe YBM'in benimsenmesi sınırlı kalmaya devam etmekte, ancak sektör profesyonelleri arasında farkındalık giderek artmaktadır. Adjei-Kumi ve Danku (2019) tarafından yapılan bir ankete göre, Gana'daki inşaat firmalarının sadece küçük bir yüzdesi YBM'i uygulamıştır ve bunlar da çoğunlukla büyük ölçekli projelerde kullanılmaktadır. Çoğu profesyonel hala geleneksel 2D çizim ve dokümantasyon yöntemlerine güvenmekte ve YBM'in yeteneklerinden çok az yararlanmaktadır. Bu düşük benimseme oranı, kısmen kamu inşaat projelerinde YBM kullanımına ilişkin zorunlu bir politikanın bulunmamasından kaynaklanmaktadır. Böyle bir politika olmadan, birçok kamu sahibi YBM'i maliyetli, yönetimi karmaşık ve anlaşılması zor olarak görerek benimsemekte tereddüt etmektedir. Aşağıdaki Çizelge 1, inşaat firmaları tarafından bildirilen Gana'da YBM'in benimsenmesinin mevcut durumunu göstermektedir.

➤ Gana İnşaat Sektöründe YBM'in benimsenmesini etkileyen faktörler

Abubakar vd. (2014) göre, YBM gibi herhangi bir yeni teknolojinin tanıtımı ve benimsenmesi, yeniliklerin başarılı bir şekilde uygulanmasını ve bunun sonucunda elde edilecek faydaları sağlamak için, paydaşların benimseme sürecini olumlu veya olumsuz etkileyebilecek faktörlerin belirlenmesi ve ele alınmasını gerektirir. Gana inşaat sektöründe YBM'in benimsenme düzeyi (Adjei-Kumi ve Danku 2019) Çizelge 2.46'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.46. Gana inşaat sektöründe YBM benimseme düzeyi

YBM Benimseme	Firmaların Yüzdesi (%)
Tam YBM benimseme	10%

Kısmi YBM benimsenmesi	25%
YBM'i hiç benimsemeyenler	65%
Toplam	100%

YBM'e olan ilginin artmasına rağmen, bilgi ve teknik becerilerde hala önemli eksiklikler bulunmaktadır. Birçok profesyonel, YBM'in tam potansiyelinin veya ihale aşaması da dahil olmak üzere inşaatın farklı aşamalarında nasıl uygulandığının farkında değildir. Ayrıca, Gana bağlamına özel olarak tasarlanmış standartlaştırılmış eğitim programları veya kaynaklar bulunmamaktadır, bu da YBM'in yaygın olarak benimsenmesini daha da yavaşlatmaktadır.

➤ İhale Sürecinde YBM Uygulamasının Önündeki Zorlukları ve Zorluklar

İhale süreci, inşaat projelerinin tesliminde kritik bir aşamadır ve şeffaflık ile adaleti sağlamak için doğru ve kapsamlı belgelerin hazırlanması çok önemlidir. Ancak Gana'da bu aşamada YBM'nin uygulanması, özetlendiği gibi, çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır Çizelge 2.47'te Gana'da İhale Sürecinde YBM Uygulamasının Önündeki Zorluklar göstermektedir; (Kwofie vd. 2015; Adjei-Kumi ve Danku 2019).

Çizelge 2.47. Gana'da ihale sürecinde YBM uygulamasının önündeki zorlukları

Engel	Açıklama
Farkındalık ve Eğitim Eksikliği	Paydaşlar arasında sınırlı farkındalık ve yetersiz eğitim programları, ihale sürecinde YBM'in etkili bir şekilde uygulanmasını engellemektedir.
Yüksek Başlangıç Maliyetleri	YBM yazılımı İhale ve personeli eğitime ile ilgili maliyetler, özellikle küçük ve orta ölçekli firmalar için çok yüksek olarak algılanmaktadır.
Değişime Direnç	Geleneksel yöntemlere alışkın sektör profesyonelleri, YBM gibi yeni teknolojilerin benimsenmesine direnç göstermektedir.
Standartlaştırma Eksikliği	Gana'nın inşaat sektörüne özel standartlaştırılmış YBM protokolleri ve kılavuzlarının olmaması, uygulamanın karmaşıklaşmasına neden olmaktadır.
Sınırlı Teknik Uzmanlık	İhale sürecinde YBM'i etkin bir şekilde kullanmak için gerekli teknik becerilere sahip profesyoneller çok azdır.

2.9.3. Gana'da devam eden YBM projelerinin vaka çalışmaları veya örnekleri

Zorluklara rağmen, YBM'i Gana'daki inşaat projelerine entegre etmek için devam eden çabalar bulunmaktadır. Önemli bir örnek, Akra'daki Gana Ulusal Petrol Şirketi (GNPC) genel merkezinin tasarımında ve inşaatında YBM'in kullanılmasıdır. Bu proje, paydaşlar arasındaki koordinasyonu geliştirmek, tasarım süreçlerini optimize etmek ve proje sonuçlarını iyileştirmek için YBM'den yararlanmıştır. Bu projenin başarısı, YBM'in inşaat verimliliğini artırmadaki potansiyelini ortaya koymuş ve ülkede YBM uygulamalarının daha fazla araştırılmasına olan ilgiyi artırmıştır. Şekil 2.24, Akra'daki Gana Ulusal Petrol Şirketi (GNPC) genel merkezinde YBM uygulanan projeyi göstermektedir.



Şekil 2.24. Akra'daki GNPC genel merkezinin YBM projesi

OCRA architetti associati ve Como Arquitetos tarafından tasarlanan GNPC genel merkez projesi, Akra'da bulunan modern bir ofis binasıdır. Tasarım, çalışma ortamını ve kullanıcıların refahını iyileştirmek için açık alanlar, doğal gün ışığı ve yeşil unsurları bir araya getiren son teknoloji mimariye sahiptir. Yapı, iletişim ve işbirliğini teşvik eden "toplantı köprüleri" ile birbirine bağlanan, biri Operasyonlar ve diğeri İdare için olmak üzere iki bağlantılı bloktan oluşmaktadır. Bina, Operasyonlar için büyük bir taş hacim ve İdare için şeffaf, yağ benzeri bir hacim içermektedir. Ayrıca, güneş ısını azaltmak için şemsiye çatı ve ısı adası etkisini azaltmak için kapsamlı peyzaj gibi sürdürülebilir çözümler de içermektedir. Temel özellikleri şunlardır:

- Yer üstünde 10 kat ve yer altında 3 kat otopark
- Son teknoloji mekanik, elektrik ve güvenlik sistemleri
- Enerji verimliliği, su yönetimi ve hava kalitesini ön plana çıkaran LEED sertifikalı tasarım
- Halka açık toplantılar için açık alanlar ve enerji tasarrufu ve iklim kontrolü için yeşil çatılar
- İşbirliğine dayalı tasarım ve etkili proje yönetimi için YBM kullanımı

➤ GNPC Genel Merkez Projesinde YBM'in Faydaları

GNPC Genel Merkez Projesi, tasarım ve inşaatın farklı aşamalarında YBM'in önemli etkilerini ortaya koydu. Mimari, yapısal ve MEP ekipleri arasında iyileştirilen işbirliği önemli bir avantajdı. 3D modellerin kullanımı, gerçek zamanlı koordinasyonu mümkün kıldı, bu da iletişim boşluklarını azalttı ve tasarım hatalarını azalttı. YBM, tasarım ekibinin tüm binayı simüle etmesine olanak tanıyarak verimliliği artırdı ve olası çakışmaları erken tespit etmeye yardımcı oldu. Bu proaktif strateji, inşaat sırasında

yeniden çalışmayı büyük ölçüde azalttı ve zaman tasarrufu sağlamıştır.

YBM'in entegre maliyet tahmin araçları, tasarım değişikliklerine yanıt olarak hassas gider takibi ve gerçek zamanlı güncellemeler yapılmasına olanak tanıyarak maliyet yönetimi verimliliğini artırdı. Bu, bütçe aşımalarının önlenmesine yardımcı oldu ve proje yaşam döngüsü boyunca finansal kontrolü güçlendirdi. YBM, enerji verimliliğini ve sürdürülebilirliği artırmada da önemli bir rol oynamıştır. Model, doğal aydınlatmayı ve havalandırmayı optimize etti ve enerji verimli sistemler ve yenilenebilir enerji bileşenleri dahil olmak üzere yeşil özellikleri entegre etti. Bunların tümü simülasyon yoluyla test edildi.

İnşaatin ardından YBM, tesis yönetimini geliştirerek değer katmaya devam etti. Binanın dijital ikizi, malzemeler, sistemler ve bileşenler hakkında ayrıntılı veriler sağlayarak bakım ve gelecekteki yükseltmeleri destekledi. Bu veri ortamı, operasyonel karmaşıklığı azalttı ve uzun vadeli varlık yönetimini iyileştirmiştir.

➤ YBM'in Benimsenmesindeki Zorluklar

GNPC projesinde YBM'in uygulanması, avantajlarına rağmen birkaç zorlukla karşılaştı. Yazılım ve eğitimin yüksek başlangıç maliyetleri, özellikle geleneksel 2D çizim yöntemlerine aşına olan firmalar arasında dirençle karşılaşan önemli bir engel oluşturdu. Proje ayrıca, ekip içinde YBM becerilerini geliştirmek için ek eğitim yatırımı gerektiren, vasıflı personel eksikliği ile de mücadele etti.

Uygulamanın karmaşıklığı, özellikle büyük ekiplerin koordinasyonu ve çeşitli sistemlerin tek bir modele entegre edilmesi konusunda önemli bir zorluk oluşturdu. Farklı yazılım platformları arasında birlikte çalışabilirlik sağlamak için önemli çaba sarf edilmesi gerekti. Ayrıca, özellikle YBM'in zorunlu hale getirilmediği kamu sektörü ortamlarında, geleneksel uygulamalardan teknoloji odaklı bir yaklaşıma geçilmesine karşı kültürel bir direnç vardı.

➤ Çıkarılan Dersler

GNPC Genel Merkez Projesi'nden birkaç önemli ders çıkarıldı. İlk olarak, YBM'in yeteneklerinden tam olarak yararlanmak için eğitim ve kapasite geliştirme çok önemlidir. Proje, başarılı bir uygulama için sürekli eğitim ve beceri geliştirmenin gerekliliğini vurguladı. İkinci olarak, tasarım aşamasında YBM'in erken entegrasyonu, hataları azaltmak ve sonuçları iyileştirmek için hayati öneme sahipti, bu da gelecekteki projelerin başından itibaren YBM'i içermesi gerektiğini gösteriyor.

Proje ayrıca, YBM'in benimsenmesini teşvik etmede hükümet politikası ve düzenlemelerinin rolünü de vurguladı. Kamu projelerinde YBM için net görevler belirlemek, sektör genelinde benimsenmesini hızlandırabilir. Son olarak, GNPC projesinin başarısı, işbirliği ve iletişimin önemini gösterdi. YBM, paydaşların çabalarını koordine edebilecekleri, sorunları proaktif olarak ele alabilecekleri ve daha verimli ve yüksek kaliteli bir projeyi tamamlayabilecekleri ortak bir ortam yaratmıştır.

GNPC genel merkez projesinde YBM'in kullanılması, tasarım koordinasyonunun iyileştirilmesinden sürdürülebilirliğin artırılmasına kadar birçok fayda sağladı. Ancak,

yüksek başlangıç maliyetleri, vasıflı personel eksikliği ve değişime direnç gibi zorluklar, daha geniş politika desteği ve sürekli kapasite geliştirme ihtiyacını ortaya koymaktadır. Bu projeden çıkarılan dersler, Gana'nın inşaat sektöründe gelecekteki YBM uygulamaları için değerli bir referans olabilir.

Bir başka örnek ise, Akra'daki Kotoka Uluslararası Havalimanı'nın Terminal 3'ünün yapımında YBM'in kullanılmasıdır. YBM, karmaşık tasarım gereksinimlerini karşılamak ve uluslararası ve yerel ekipler arasındaki iletişimi iyileştirmek için kullanılmıştır. Bu yüksek profilli projede YBM'in kullanılması, büyük ölçekli altyapı geliştirmede değerini göstermiş ve sektör genelinde daha yaygın olarak benimsenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Şekil 2.25'te, Gana'nın Akra kentindeki Kotoka Uluslararası Havalimanı'nın Terminal 3'ünü göstermektedir.



Şekil 2.25. Akra'daki Kotoka Uluslararası Havalimanı'ndaki Terminal 3

Proje Detayları: Gana'nın Akra kentindeki Kotoka Uluslararası Havalimanı'ndaki (KIA) Terminal 3, Gana'nın Batı Afrika'daki bölgesel havacılık merkezi konumunu güçlendirmek için tasarlanmış dünya standartlarında bir havacılık tesisidir. 2018 yılında tamamlanan Terminal 3, Ghana Airports Company Limited (GACL) tarafından yürütülen daha geniş bir havalimanı genişletme ve modernizasyon planının bir parçasıdır. Terminal, uluslararası üne sahip mimarlık firması GMW Mimarlık tarafından tasarlanmış ve Türk şirketi Mapa İnşaat tarafından inşa edilmiştir.

Terminal 3, yıllık 5 milyon yolcu ve saatte 1.250 yolcu kapasitesiyle hem iç hat hem de dış hat uçuşlarını gerçekleştirebilmektedir. Modern teknoloji ve altyapıya sahip olan terminal, yolcu deneyimini iyileştirirken Gana'nın havacılık endüstrisinin artan ihtiyaçlarını da desteklemektedir. Terminal 3'ün temel özellikleri şunlardır.

Terminal 3, yolcu deneyimini ve operasyonel verimliliği artırmak için tasarlanmış modern bir havacılık tesisidir. Ana özelliği, altı adet yolcu köprüsü içeren yolcu işlemleridir. Bu köprülerden ikisi, Airbus A380 gibi büyük uçakları da karşılayabilir. Terminal beş katlıdır ve check-in kontuarları, bekleme salonları ve perakende satış alanları gibi çeşitli yolcu hizmetleri sunar. Terminal, saatte yaklaşık 1.250 yolcuya hizmet verebilecek kapasiteye sahiptir.

Check-in ve bagaj işleme sistemleri oldukça gelişmiştir ve 56 check-in kontuarı,

self-servis kiosklar ve gelişmiş bir bagaj işleme sisteminden oluşur. Bu, güvenli ve verimli bagaj işlemlerini garanti eder, gecikmeleri azaltır ve genel yolcu memnuniyetini artırır. Terminal 3, güvenliği artırmak ve işlem sürelerini hızlandırmak için otomatik göçmenlik kabinleri ve gelişmiş güvenlik sistemlerine sahiptir.

Yolcu konforu, duty-free mağazaları, restoranlar ve doğal ışık alan geniş bekleme alanları gibi çeşitli olanaklar ve hizmetlerle artırılmıştır. Terminal, küresel çevre standartlarına uygun olarak enerji verimli LED aydınlatma, optimize edilmiş havalandırma ve su tasarrufu ve atık yönetimi sistemleri gibi sürdürülebilirlik önlemlerini entegre etmektedir.

Otopark ve ulaşım altyapısı, terminale verimli erişimi kolaylaştırarak yeterli otopark kapasitesi ve taksi ve otobüslere bağlantı sağlamaktadır. Yerleşim, trafik akışını iyileştirecek şekilde yapılandırılmış olup, böylece yolcuların seyahat deneyimini iyileştirmektedir.

➤ Terminal 3 projesinde YBM'in avantajları

Terminal 3 projesinde YBM'in uygulanması, tasarım, inşaat ve operasyon aşamalarında önemli iyileştirmeler sağladı. Başlıca avantaj, işbirliği ve koordinasyonun iyileştirilmesiydi. YBM, mimarlar, mühendisler ve müteahhitler arasında etkili bir işbirliği sağladı, bu da terminalin karmaşık altyapısı nedeniyle özellikle önemliydi. Gerçek zamanlı güncellemeler ve çakışma tespiti, tasarım çakışmalarının erken tespitini ve çözülmesini kolaylaştırarak gecikmeleri ve inşaat hatalarını azalttı.

Önemli bir avantaj, tasarım hassasiyetinin artırılmasıydı. YBM, doğru 3D modellerin geliştirilmesini kolaylaştırarak ekiplerin güvenlik sistemleri, check-in kontuarları ve yolcu köprüleri gibi temel bileşenleri görselleştirip optimize etmesini sağladı. Bu, daha verimli bir tasarım süreci ve disiplinler arası koordinasyonun iyileştirilmesiyle sonuçlandı. YBM, müteahhitlerin inşaat aşamalarını simüle etmesini, kaynak tahsisini etkili bir şekilde planlamasını ve sahadaki verimsizlikleri en aza indirmesini sağlayarak inşaat süreçlerinin optimize edilmesini kolaylaştırdı ve böylece proje takviminin korunmasına yardımcı oldu.

YBM, maliyet yönetimini kolaylaştırdı ve finansal açıdan malzeme israfını en aza indirdi. Maliyet verilerinin modele entegre edilmesi, proje ekibinin giderleri gerçek zamanlı olarak izlemesini ve gerektiğinde planları ayarlamasını sağlayarak bütçe kontrolünü geliştirdi. YBM, inşaat sonrası tesis yönetiminde de yararını kanıtladı. Dijital model, bina sistemleri ve bileşenleri için ayrıntılı bir referans işlevi görerek bakım, yükseltme ve uzun vadeli operasyonları kolaylaştırdı.

➤ Terminal 3'te YBM'in uygulanmasındaki zorluklar

Projede YBM'in uygulanması, özellikle ilk aşamalarda çeşitli zorluklarla karşılaştı. Ana zorluk, YBM'in benimsenmesi için özel yazılım, gelişmiş donanım ve kapsamlı eğitim programlarına önemli bir yatırım yapılması gerektiğinden, yüksek başlangıç maliyetiydi. Bu maliyetler, daha iyi koordinasyon ve daha az hata gibi uzun vadeli faydalarla sonunda haklı çıktıysa da, başlangıçta finansal bir yük oluşturdu. Ayrıca, özellikle gelişmekte olan bir ülkedeki büyük bir altyapı projesi için, yerel profesyoneller

arasındaki beceri eksiklikleri kritik bir sorun olarak ortaya çıktı. Bu eksikliğin giderilmesi, eğitim için önemli metrajda zaman ve kaynak gerektirmiş, ancak sonuçta proje verimliliğinin artmasına ve kapasite geliştirilmesine yol açmıştır. Uygulamanın karmaşıklığı da bir başka önemli zorluktur. Terminalin büyüklüğü ve güvenlik, HVAC ve bagaj taşıma gibi çeşitli sistemlerin entegrasyonu, etkili koordinasyon ve denetim gerektiriyordu. Tüm paydaşların YBM araçlarını ve iş akışlarını yeterince kullanabilmesini sağlamak, dikkatli planlama ve sürekli katılım gerektiriyordu, bu da uygulama sürecini hem zorlu hem de projenin başarısı için hayati hale getiriyordu.

➤ Çıkarılan Dersler

Proje, YBM kullanımıyla ilgili önemli dersler vermiştir. Erken YBM entegrasyonunun önemi, önemli bir içgörü olarak öne çıktı. YBM'in başından itibaren entegre edilmesi, disiplinler arası koordinasyonu iyileştirdi ve tasarım ve inşaat süreçlerinin doğruluğunu artırdı. Önemli bir sonuç, yerel profesyoneller için kapasite geliştirme ihtiyacının ortaya çıkmasıydı. Yerel mühendisler ve müteahhitler için eğitime yatırım yapılması, acil beceri eksikliklerini giderdi ve gelecekteki altyapı projeleri için yerel işgücünün yeteneklerini artırmıştır. Proje, nihayetinde YBM'in inşaat aşamasının ötesinde kalıcı faydalarını göstermiştir. Terminal 3 için dijital ikiz geliştirmek, tesis yönetimi için hayati önem taşıdı ve sürekli izleme, öngörücü bakım ve gelecekteki yenilemeler için planlama imkanı sağladı. YBM'in kapsamlı kullanımı, onu proje teslimi ve operasyonel sürdürülebilirlik için stratejik bir araç haline getirmiştir.

Kotoka Uluslararası Havalimanı'ndaki Terminal 3 projesi, Batı Afrika'daki modern havacılık altyapısının bir örneğidir. YBM teknolojisinin entegrasyonu, işbirliğini, tasarım doğruluğunu ve verimliliği artırarak projenin başarısına büyük katkı sağlamıştır. YBM'in benimsenmesinde bazı zorluklar olmasına rağmen, bu projeden alınan dersler Gana'daki gelecekteki büyük ölçekli inşaat projeleri için bir referans noktası oluşturmıştır.

2.9.4. YBM uygulamasının zorlukları

YBM'in tüm avantajları, ancak AEC sektöründe yaygın olarak benimsenmesi halinde gerçekleştirilebilir. Proje yürütme için YBM'i uygulama konusunda hükümetlerin ve özel sektörün zorunluluğuna uymak için harekete geçen kuruluşlar, YBM'i benimseme sürecinde sayısız zorlukla karşılaşmıştır. Lymath (2014) göre, YBM'in uygulanması zaman ve sermaye yatırımı gerektirir ve özellikle küçük kuruluşlar YBM'in uygulanmasını endişeyle karşılar. Ayrıca, inşaat sektöründe bu konu netlikten yoksundur ve bu nedenle YBM'in küçük kuruluşlardan ziyade büyük kuruluşların tekelinde olduğu yönünde yaygın bir algı vardır.

YBM'in uygulanması birçok engelle karşılaşmaktadır. Yaygın zorlukları arasında yüksek başlangıç yatırım maliyeti, kapsamlı eğitim ve beceri geliştirme ihtiyacı ve sektör profesyonelleri arasında değişime direnç sayılabilir (Aranda-Mena vd. 2009). Gelişmekte olan ülkelerde, bu zorlukları genellikle teknik uzmanlık eksikliği ve yetersiz altyapı nedeniyle daha da kötüleşmektedir (Oteng vd. 2018; Mahamadu vd. 2017). Ayrıca, YBM kullanımıyla ilgili veri güvenliği, fikri mülkiyet ve yasal konularla ilgili endişeler de önemli olmaya devam etmektedir.

NBS Ulusal YBM Raporu 2014, YBM'i henüz uygulamaya koymamış olan Birleşik Krallık kuruluşlarının en çok öne sürdüğü beş nedeni şu şekilde belirlemiştir: müşteri talebinin olmaması, YBM'in çalıştıkları projelerle her zaman ilgili olmaması, yüksek başlangıç maliyetleri, YBM'in uygulanması için çok küçük olduğu düşünülen projeler ve kurum içi uzmanlık eksikliği (Lymath 2014).

Kaur vd. (2025), YBM'in benimsenmesinin önündeki 18 engeli belirlemiştir. Bunlar arasında yüksek başlangıç maliyetleri, YBM'in faydaları hakkında farkındalık eksikliği, YBM kullanımı konusunda yetersiz eğitim, mevcut inşaat sektörü kültürünün değişmesine direnç, yetersiz devlet desteği, yasal sorunlar, müşterilerin ilgisizliği, üst yönetimin desteğinin eksikliği, yatırım getirisi (ROI) konusundaki şüpheler, YBM uzmanlarının eksikliği, veri sahipliği sorunları, daha uzun süreçler, müteahhitlerin düşük talebi, alt yüklenicilerin YBM kullanmaya ilgisizliği, YBM uygulaması için sözleşme gerekliliklerinin olmaması, YBM modellerinin karmaşıklığı, yazılım programları arasındaki birlikte çalışabilirlik ve standartlaştırılmış araç ve protokollerin eksikliği.

Benzer şekilde, (Sriyolja vd. 2021) çalışmalarında YBM'in benimsenmesinin önündeki 15 engeli maliyet, kültür, hukuk, birlikte çalışabilirlik, süreç, yönetim, farkındalık, uzman, talep, proje ölçeği, teknoloji, beceriler, eğitim, sözleşme ve standartlarla ilgili zorlulukları olarak belirlemiştir.

Ayrıca, (Chan vd. 2019) Hong Kong'da belirlenen YBM uygulamasının 12 engelini şu şekilde sunmuştur: yüksek başlangıç maliyeti, uzmanlık eksikliği, bilgisayar yazılımlarının yetersiz birlikte çalışabilirliği, eğitim/kurs eksikliği, değişime direnç, katılımcılar arasında zayıf işbirliği, YBM'i desteklemeyen organizasyon yapısı, YBM teknolojisini kullanabilen alt yüklenicilerin eksikliği, güvenlik riski, endüstri standartlarının eksikliği, YBM'in etkilerini ölçmedeki zorluklar ve inşaat aşamasında YBM uygulama verilerinin eksikliği.

Kanada'da, YBM'in benimsenmesinin önündeki 10 engel (Cao vd. (2019) tarafından şu şekilde tanımlanmıştır: değişime direnç, bilgi/beceri eksikliği, yazılım öğrenme eğrileri, eğitim eksikliği, yetki eksikliği, müşteri talebi, işbirliği/işbirliği eksikliği, yasal sorunlar, yatırım getirisi konusunda şüpheler ve algılanan faydaların eksikliği.

Babatunde vd. (2020), YBM uygulamasının önündeki zorlulukları ve Nijerya'daki AEC firmalarında YBM'in benimsenmesini iyileştirmek için ileriye dönük yolları incelemiştir. Çalışma, YBM uygulamasının önündeki 20 engeli şu şekilde ortaya koymuştur: üst yönetimin desteğinin eksikliği, YBM teknik bilgi ve farkındalığının düşük seviyesi, uygun teknoloji ve çerçeveye erişilememesi, bireysel algı/bakış açısı, uygun YBM kılavuzlarının olmaması, elverişli ortamın eksikliği, YBM'in başlangıçta gerektirdiği büyük sermaye harcamaları, fayda vizyonunun eksikliği, eğitim maliyeti, yazılım maliyeti, gerekli kültür değişikliğinin boyutu, rakip girişimler, tedarik zincirinin desteğinin eksikliği, personel direnci, yasal ve sözleşmeye bağlı kısıtlamalar, zayıf internet bağlantısı, sık elektrik kesintileri, müşterilerin talep eksikliği, uyumsuzluk ve birlikte çalışabilirlik sorunları ve politika yapıcılarının desteğinin eksikliği.

Durdyev vd. (2021), Kamboçya'da YBM'in benimsenmesinin önündeki 19 engeli şu şekilde belirlemiştir: yazılım ve donanımın yüksek başlangıç maliyeti, yeni yazılım ve

teknoloji konusunda personeli eğitmenin yüksek maliyeti, süreç ve teknoloji uygulamasının yüksek maliyeti, değişime direnç, YBM uygulamasında organizasyonel ortam ve kültürden gelen zayıf destek, organizasyonlarda YBM uygulamaları için üst yönetimin desteğinin olmaması, vasıflı profesyonellerin bulunmaması, YBM nesne kütüphaneleri ve standart modelleme protokollerinin eksikliği, sektörün süreç değişikliğine direnci, standartlaştırılmış süreç ve kılavuzların eksikliği, yazılım platformları arasında uyumluluk sorunu, inşaat sektöründe birlikte çalışabilir ortamın olmaması, inşaat sektöründe YBM'in sınırlı kullanımı, YBM uygulaması için pazar desteği/trendlerinin bulunmaması, geleneksel ve YBM tabanlı proje teslim yöntemleri arasında karşılaştırmalı analiz eksikliği, kuruluşlar tarafından kullanılan maliyet açısından mevcut yöntemler ve YBM teknolojisi arasında karşılaştırmalı analiz eksikliği, Teknolojiyi uygulama fırsatlarının bulunmaması, sektörün YBM'in ne olduğu konusunda henüz yeterince net olmaması ve bilgi modellerinin yalnızca oluşturuldukları yazılımda çalışması.

Hosseini vd. (2016), Avustralya'daki küçük ve orta ölçekli işletmelerde (KOBİ) YBM'in benimsenmesinin önündeki zorlukları incelemiştir. Çalışmada 13 engel sunulmuştur: alt yüklenicilerin YBM konusunda bilgi ve uzmanlık eksikliği, müşterilerin YBM ve avantajları hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması, yüksek uygulama maliyeti, alt yüklenicilerin değişime direnci, YBM eğitiminin yüksek maliyeti, müşterilerin talep eksikliği, YBM'in benimsenmesi ve uygulanması için resmi standartların olmaması, YBM'i benimsemek için çok fazla organizasyonel çaba gerektirmesi, YBM'i benimsemenin hiçbir veya çok az faydası olmaması, YBM'in benimsenmesi için beceri ve uzmanlık eksikliği, mevcut teknolojilerin yeterli olması ve bu nedenle YBM'e ihtiyaç duyulmaması, firmaların YBM'i nasıl benimseyeceklerini bilmemeleri nedeniyle YBM'i benimsemekte isteksiz olmaları ve YBM'in inşaat projeleri için uygun olmaması.

Çin'de YBM uygulama stratejilerinin önündeki zorluklarıyla ilgili araştırma (Zhou vd. 2019) tarafından yapılmıştır. Araştırma sonuçları 18 engel ortaya çıkarmıştır. Bunlar arasında şunlar yer almaktadır: tasarımcıların mevcut ağır iş yükü, YBM teknolojisi üzerine çalışmaların eksikliği, YBM modelleri oluşturmak için yeterli veri bulunmaması, YBM yazılımının uygulanabilirliği ve pratikliği konusunda eksiklikler, YBM modellerinin güvenliğini yönetmedeki zorluklar, standart ve düzenlemelerin eksikliği, hükümetin liderlik/yönlendirme eksikliği, YBM bilgilerinin paylaşımındaki kısıtlamalar, mevcut iş süreçlerine bağlı olarak YBM uygulamasının sınırlı olması, dış motivasyon eksikliği, YBM'e uygulanabilir standart sözleşmelerin olmaması, YBM'e uygulanabilir sigorta hükümlerinin eksikliği, yasal sorunlar, değişime direnç, organizasyonel sorunlar, vasıflı personel eksikliği, yüksek uygulama maliyeti ve uygulanabilir bir proje yönetim modelinin olmaması.

Ayrıca, (Matarnah ve Hamed 2017) Ürdün'de YBM'in benimsenmesinin önündeki 9 engeli şu şekilde belirlemiştir: İnşaat politika yapımcılarından destek ve teşvik eksikliği: standart ve kod eksikliği, YBM farkındalığı eksikliği, müşteri talebi olmaması, değişime direnç, YBM uzmanlarının eksikliği, gerekli eğitimin bulunmaması, yüksek uygulama maliyeti ve iş akışımızda, uygulamalarımızda ve prosedürlerimizde YBM'in radikal değişiklikler gerektirmesi.

Brezilya'da (Arrotéia vd. 2021), YBM uygulamasının önündeki 7 engeli özetlemiştir. Bunlar arasında şunlar yer almaktadır: tasarımdan sorumlu alt yüklenici

şirketin bilgi ve beceri eksikliği, 3D modeldeki bilgi eksikliği nedeniyle 4D veya 5D gibi diğer boyutların geliştirilememesi, tasarım sürecinde YBM'in kullanımı ve inşaatla ilişkisi konusunda tanım eksikliği, EPC sözleşme türü nedeniyle tasarım geliştirme, doğrulama, detaylandırma ve iyileştirme için kısa süre, zaman ve maliyet artışı nedeniyle müşterinin YBM ile geliştirilen projeyi sözleşmeye bağlama konusunda ilgisizliği, farklı ülkelerde bulunan müteahhitlerle projeyi geliştirmede yaşanan zorluklar ve fikri mülkiyet hakları nedeniyle ortak bir veritabanına sahip paylaşımlı bir modele sahip olmanın zorluğu.

Sardroud vd. (2018), YBM'in benimsenmesinin önündeki en önemli zorlukları sözleşme ve yasal zorlukları (yasal sorunlar, sözleşme sorunları), kültürel sorunlar (değişime direnç, proje unsurları arasında işbirliği eksikliği, gerçek dünyada YBM tabanlı projelerin olmaması), yönetim sistemleri ve ekonomik (yüksek başlangıç yatırımı, yatırım getirisi (ROI) konusunda belirsizlik) ve güvenlik sorunları (siber suçlar ve hackleme için uygun medeni hukukun olmaması) olarak sınıflandırmıştır.

Ayrıca, (Arayıcı vd. 2009) Birleşik Krallık'ta YBM'in benimsenmesinin önündeki ana zorlukları, firmaların YBM kullanımına yeterince aşına olmaması, yeni iş akışları başlatma veya personeli eğitme konusundaki isteksizliği, firmaların YBM uygulaması için yeterli fırsata sahip olmaması, YBM uygulamasının faydalarının uygulama maliyetlerinden daha ağır basmaması, faydaların kullanımını haklı çıkarmak için yeterince somut olmaması ve YBM'in kullanımını haklı çıkarmak için yeterli finansal kazanç sağlamaması olarak özetlemiştir.

Liu vd. (2010), AEC sektöründe bina bilgi modellemesinin benimsenmesini etkileyen faktörler üzerine bir anket gerçekleştirmiştir. Bulguları, YBM'in benimsenmesi ve uygulanmasının önündeki üç ana engelin, YBM için açıkça belirlenmiş sorumlulukların olmaması, çoğu yazılımın bazı bölümlerinin (örneğin elektrik çözümleri) yeterince gelişmemiş olması ve modelin kullanımıyla ilgili sorumluluklar nedeniyle modelin paylaşılmasından korkulması olduğunu ortaya koymuştur.

Ayrıca, (Ismail vd. 2017) on Asya gelişmekte olan ülkede (Çin, Hindistan, Tayland, Malezya, Myanmar, Moğolistan, Endonezya, Pakistan, Sri Lanka ve Vietnam) YBM'in benimsenmesini incelemiştir. Çalışma, kültürel direnç, yüksek yatırım maliyeti, farkındalık ve talep eksikliği, daha uzun süreçler ve yatırım getirisi (ROI) konusunda belirsizlik olduğunu ortaya koymuştur.

Benzer şekilde, (Hall vd. 2022) Yeni Zelanda inşaat sektöründeki KOBİ'ler için YBM uygulamasının önündeki zorlukları değerlendirmek üzere yaptıkları çalışmada, en önemli zorlukların yazılım platformları arasındaki birlikte çalışabilirlik, proje düzeyinde YBM kullanımı konusunda hükümetin zorunlu kılması, YBM'i kullanmak için gerekli yazılım ve lisansların yüksek maliyeti ve müşterilerin YBM'i benimseme talebinin olmaması olduğunu belirlemiştir.

İspanya'da metraj ölçümü ve YBM 5D, bunun uygulaması ve analizi üzerine yapılan bir vaka çalışması (Baldrich Aragó vd. 2021), aşağıdaki ana zorlukları ortaya koymuştur: inşaat sürecinin farklı aktörleri arasında ortak bir YBM dilinin olmaması,

bilgi eksikliği ve İspanyol kültüründen kaynaklanan bilgi paylaşma konusundaki isteksizlik.

2.9.5. YBM zorlulukları gruplandırma ve uygulaması için stratejiler

YBM uygulamasının önündeki zorlulukları ve stratejileri sınıflandırmak, odaklanmış problem çözme, optimum kaynak tahsisi ve gelişmiş stratejik planlamayı kolaylaştırdığı için çok önemlidir. Bu yaklaşım, sorunları ilgili rollerle uyumlu hale getirerek paydaşlar arasındaki iletişimi güçlendirir, kıyaslama yoluyla ilerleme takibini kolaylaştırır ve yapılandırılmış bir yol haritası sunarak paydaşların katılımını teşvik eder. Ayrıca, çeşitli projeler veya departmanlar arasında ölçeklenebilir çözümlerin uygulanmasını kolaylaştırarak YBM'in daha geniş çapta benimsenmesini teşvik eder.

YBM uygulamasının önündeki zorlulukların ve stratejilerin gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere göre gruplandırılması önemlidir, çünkü bu iki tür ekonomi genellikle farklı zorluklarla karşı karşıya kalır ve YBM'i etkili bir şekilde benimsemek için özel yaklaşımlar gerektirir. Bu ayrımın önemli olmasının birkaç nedeni şunlardır:

Literatür incelemesinden elde edilen kanıtlar, hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ülkelerin YBM'in benimsenmesi ve uygulanmasında zorluklarıyla karşılaştığını ortaya koymuştur. Çizelge 2.48'de gelişmekte ve Çizelge 2.49'da gelişmiş olan ülkelere göre inşaat sektöründeki çeşitli araştırmacılar tarafından vurgulanan, sektörde YBM'in benimsenmesinin önündeki bazı temel zorlulukları özetlemektedir.

Çizelge 2.48. Gelişmekte Olan Ülkelerde YBM Benimsenme Engelleri

Ana Zorlulukların Kategorisi	Zorlulukları	Ülke	Yazarlar
<i>Teknolojik zorlulukları</i>	YBM dosya boyutları çok büyük	Malezya	(Latiffi vd. 2013)
	3D modeldeki bilgi eksikliği, 4D veya 5D gibi diğer boyutların geliştirilmesini engelliyor.	Brezilya	(Arrotéia vd. 2021)
	Mevcut teknolojinin yetersizliği.	Suudi Arabistan	Al-Hammadi ve Tian 2020
	Veri paylaşımının eksikliği	Suudi Arabistan	Al-Hammadi ve Tian, 2020
	Veri sızıntısı veya kaybı riski	Çin	Ma vd. 2022
	Birlikte çalışabilirlik, veri aktarımı, entegrasyon ve format sorunları	Çin, Malezya	Ma vd. 2022
	YBM'in kullanıcı dostu olmayan arayüzü araçları	Çin	Ma vd. 2022
	Teknik altyapı eksikliği (uyumluluk, yüksek hızlı internet vb.) Teknik yeterliliklere yönelik yüksek talepler yeterliliklere yönelik yüksek talepler (örneğin donanım, Bant Genişliği vb.)	Çin	Ma vd. 2022
	Donanım yatırım eksikliği	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022
	YBM'e yatırım eksikliği bakım	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022
	Eğitime yatırım eksikliği	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022

Çizelge 2.48. devamı

Ana Zorlulukların Kategorisi	Zorlulukları	Ülke	Yazarlar
<i>Hükümet/yasal zorlulukları</i>	Modelin kullanımıyla ilgili sorumluluk nedeniyle modeli paylaşma korkusu (fikri mülkiyet hakları nedeniyle ortak bir veritabanına sahip paylaşımlı bir modele sahip olmanın zorluğu)/ Belirtilmemiş veri sorumlulukları	Malezya, Brezilya, Suudi Arabistan	(Latiffi vd. 2013; Al-Hammadi ve Tian 2020; Arrotéia vd. 2021)
	yasal sorunlar	Çin, Suudi Arabistan	(Zhou vd. 2019; Al-Hammadi ve Tian, 2020)
	Özel YBM sözleşmelerine duyulan ihtiyaç	Suudi Arabistan	(Al-Hammadi ve Tian, 2020)
	Yetersiz/eksik hükümet liderliği/desteği	Çin, Suudi Arabistan	(Zhou vd. 2019; Al-Hammadi ve Tian, 2020)
	Tasarımda YBM kullanımına ilişkin tanım eksikliği süreç ve inşaat ile ilişkisi	Brezilya	(Arrotéia vd. 2021)
	Tasarım geliştirme, doğrulama, detaylandırma ve ve iyileştirme için kısa süre	Brezilya	Arrotéia vd. 2021
<i>Finansal Kaynak zorlulukları /Maliyet Zorlulukları</i>	Yüksek başlangıç uygulama maliyeti	Malezya, Çin, Suudi Arabistan	(Latiffi vd. 2013; Zhou vd. 2019; Al-Hammadi ve Tian, 2020)
	Yeterli YBM bilgisine sahip personeli elde tutmanın zorluğu	Malezya	(Latiffi vd. 2013)
	YBM uzmanlarının eksikliği	Suudi Arabistan	(Al-Hammadi ve Tian, 2020)
	YBM eğitimi eksikliği	Suudi Arabistan	(Al-Hammadi ve Tian, 2020)
	Mevcut personelin eğitiminin yüksek maliyeti	Suudi Arabistan	(Al-Hammadi ve Tian, 2020)
	Mevcut çalışanların eğitimi için uzun süre gerekliliği	Suudi Arabistan	(Al-Hammadi ve Tian, 2020)
	Yazılım yatırımlarının yetersizliği	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022
	Donanım yatırım eksikliği	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022
	YBM'e yatırım eksikliği bakım	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022
	Eğitime yatırım eksikliği	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022
	Olası yatırım getirisinin belirsizliği	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022

Çizelge 2.48. devamı

Ana Zorlulukların Kategorisi	Zorlulukları	Ülke	Yazarlar
<i>Kültür ve bilgi Zorlulukları</i>	YBM öğrenmenin zorluğu	Suudi Arabistan	(Al-Hammadi ve Tian, 2020)
	Tasarımdan sorumlu alt yüklenici şirketin bilgi ve beceri eksikliği	Brezilya	(Arrotéia vd. 2021)
	YBM ve BT bilgisi eksikliği	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022
	Deneyimli ve vasıflı personel eksikliği	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022
	Eğitim eksikliği	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022
	Öğrenmek için yeterli zaman eksikliği	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022
	Yetersiz proje deneyimi	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022
	Üst yönetimin desteğinin eksikliği	Çin ve Yeni Zelanda	(Latiffi vd. 2013; Al-Hammadi ve Tian 2020)
	YBM'in faydalarının yeterince bilinmemesi	Suudi Arabistan	(Al-Hammadi ve Tian 2020)
	Organizasyonel sorunlar	Çin	(Zhou vd. 2019)
	Değişime direnç	Çin, Suudi Arabistan	Zhou vd. 2019; Al-Hammadi ve Tian 2020)
	Müşterilerin YBM'i benimseme talebinin olmaması	Brezilya, Suudi Arabistan	(Al-Hammadi ve Tian, 2020; Arrotéia vd. 2021)
	Yetersiz dış motivasyon	Çin	(Zhou vd. 2019)
	Farklı ülkelerde bulunan yüklenicilerle projeyi geliştirmede zorluklar	Brezilya	(Arrotéia vd. 2021)
	İnşaat pazarı YBM teknolojisine hazır değil	Suudi Arabistan	(Al-Hammadi ve Tian 2020)

Çizelge 2.49. Gelişmiş Ülkelerde YBM Benimsenme Engelleri

Ana Zorlulukların Kategorisi	Zorlulukları	Ülke	Yazarlar
<i>Teknolojik zorlulukları</i>	Yazılım platformları arasında birlikte çalışabilirlik sorunları, veri aktarımı, entegrasyon ve format yazılım platformları arasında	Yeni Zelanda, Birleşik Krallık, Hong Kong	(Vidalakis vd. 2020; Ma vd. 2022, Hall vd. 2022; Chan vd. 2019)
	Dijital araçlara erişim eksikliği	Yeni Zelanda,	(Hall vd. 2022)
	Teknik altyapı eksikliği (uyumluluk, yüksek hızlı internet vb.)	Yeni Zelanda,	(Hall vd. 2022; Ma vd. 2022)
	Güvenlik riski (veri sızıntısı veya kaybı riski)	Hong Kong,	(Chan vd. 2019, Ma vd. 2022)
	Mevcut, iyi yerleşmiş YBM dışı teknolojinin teknik kapasitesi	Yeni Zelanda	(Hall vd. 2022)
	YBM araçlarının kullanıcı dostu olmayan arayüzü	Yeni Zelanda,	Ma vd. 2022
<i>Hükümet/yasal zorlulukları</i>	Standartların/politikaların eksikliği	Yeni Zelanda, Hong Kong	(Chan vd. 2019; Hall vd. 2022)
	Yasal sorunlar	Kanada	Cao vd. 2019
	Veri güvenliği ve fikri mülkiyet hakları konusunda politika eksikliği ve fikri mülkiyet hakları	Yeni Zelanda, Kanada	(Hall vd. 2022; Cao vd. 2019)
	Hükümet desteğinin eksikliği (ör. finansal) eksikliği ve eğitime yönelik	Yeni Zelanda, Kanada	(Hall vd. 2022)
	Proje düzeyinde YBM kullanımına ilişkin hükümetin zorunlu kılması	Yeni Zelanda, Kanada	(Hall vd. 2022; Cao vd. 2019)
<i>Kaynak zorlulukları</i>	YBM eğitiminin yüksek maliyeti	Yeni Zelanda	(Hall vd. 2022)
	Eğitim eksikliği	Kanada, Hong Kong	Cao vd. 2019, Chan vd. 2019
	Yazılım öğrenme eğrileri	Kanada	(Cao vd. 2019)
	Yazılımı İhale ve lisanslama maliyetinin yüksek olması	Yeni Zelanda, Birleşik Krallık	(Vidalakis vd. 2020; Hall vd. 2022)
	Yüksek kurulum veya başlangıç maliyeti	Birleşik Krallık, Hong Kong	(Chan vd. 2019; Vidalakis vd. 2020)
	YBM konusunda yetkin çalışan/uzman eksikliği	Yeni Zelanda, Kanada, Birleşik Krallık, Hong Kong	(Cao vd. 2019; Chan vd. 2019; Vidalakis vd. 2020; Hall vd. 2022)

Çizelge 2.49 devamı

Ana Zorlulukların Kategorisi	Zorlulukları	Ülke	Yazarlar
<i>Kültür ve bilgi Zorlulukları</i>	YBM ve avantajları hakkında bilgi eksikliği	Yeni Zelanda	Hall vd. 2022
	Yatırımın geri dönüşü konusunda şüpheler	Kanada	Cao vd. 2019
	Önemli proje paydaşları arasında işbirliği eksikliği	Yeni Zelanda, Kanada, Hong Kong	(Cao vd. 2019; Chan vd. 2019; Hall vd. 2022)
	YBM'i benimsemenin faydaları (algılanan faydalar) eksikliği / YBM'in etkilerini ölçmede zorluklar	Yeni Zelanda, Hong Kong	(Hall vd. 2022)
	YBM'i benimsemek için çok fazla çaba (zaman, karmaşıklık vb.)	Yeni Zelanda	(Hall vd. 2022)
	Belirli iş akışları için YBM'in nasıl uygulanacağına dair bilgi eksikliği	Yeni Zelanda	(Hall vd. 2022)
	Mevcut teknolojiden yararlanabilmek için YBM olgunluğunun eksikliği	Yeni Zelanda	(Hall vd. 2022)
	Değişime direnç	Yeni Zelanda, Kanada, Hong Kong	(Cao vd. 2019; Chan vd. 2019; Hall vd. 2022)
	Müşterilerin YBM'i benimseme talebinin olmaması	Yeni Zelanda, Kanada	(Cao vd. 2019; Hall vd. 2022)
	YBM'i desteklemek için yetersiz organizasyonel destek ve yapı	Hong Kong	(Chan vd. 2019)
	İnşaat aşamasında YBM uygulama verilerinin yetersizliği	Hong Kong	(Chan vd. 2019)
	YBM teknolojisini kullanabilen alt yüklenicilerin eksikliği	Hong Kong	(Chan vd. 2019)
<i>İsteğe bağlı zorlulukları</i>	Şirketlerin yeni YBM teknolojilerini kabul etme konusundaki isteksizliği	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022
	Şirketlerin kendi bilgilerini paylaşma konusundaki isteksizliği	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022
	Şirketlerin açık platformda dürüst olmaya isteksizliği	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022
	Şirketlerin diğer paydaşlarla işbirliği yapma konusundaki isteksizliği	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022
	İletişim/güven eksikliği paydaşlar arasında	Çin ve Yeni Zelanda	Ma vd. 2022

YBM uygulamasının başarısı büyük ölçüde destekleyici bir düzenleyici çerçevenin geliştirilmesine, vasıflı personelin mevcudiyetine ve standartlaştırılmış protokollerin ve en iyi uygulamaların benimsenmesine bağlıdır (Eadie vd. 2013). Paydaşlar arasında etkili işbirliği de bu zorlukların üstesinden gelmek ve YBM'in tam potansiyelini gerçekleştirmek için çok önemlidir (Smith 2014).

Bu zorluklara rağmen, YBM'in proje görselleştirmesinin iyileştirilmesi, işbirliğinin güçlendirilmesi ve risk yönetiminin iyileştirilmesi gibi faydaları, onu inşaat sektörü için değerli bir araç haline getirmektedir. Daha fazla ülke YBM'i benimsedikçe, bu zorluklar azalacak ve teknolojinin daha yaygın kullanımı için yol açacaktır (Azhar 2011).

Ek olarak, YBM'in benimsenmesi sırasında temel konuların dikkate alınmasını sağlamak ve bu süreçte zorlukların önlenmesi için Pennsylvania State University, YBM ile proje yürütülmesine ilişkin kapsamlı bir planlama ve ayrıntılı tasarım oluşturmuş ve şirketin stratejisine göre şirket ve projeleri için YBM kullanımlarını tanımlamıştır. Ayrıca, kılavuz YBM uygulama süreci haritalandırma ve ilerleme izleme ile iletişim prosedürleri, teknoloji geliştirme ve sözleşme biçimleri gibi tüm süreci destekleyecek altyapının geliştirilmesine yön vermektedir (Arrotéia vd. 2021).

2.9.6. İhale süreçlerinde YBM uygulamasının vaka çalışmaları

İhalelerde YBM'in benimsenmesine yönelik küresel hareket, hem kamu hem de özel sektörün çabalarıyla desteklenmektedir. İngiltere, Finlandiya ve Singapur gibi ülkeler, maliyetleri düşürme, verimliliği artırma ve sürdürülebilirliği teşvik etme yeteneğini fark ederek, kamu projelerinde YBM'in kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Türkiye'de, standardizasyon ve yasal çerçevelerde hala zorluklar olsa da, özellikle büyük müteahhitler ve metro sistemleri gibi kamu altyapı projeleri arasında YBM'in kullanımı artmaktadır. Gana'da, YBM'in benimsenmesine yönelik herhangi bir hükümet girişimi bulunmamaktadır.

Birkaç vaka çalışması, YBM'in ihale sürecinde başarılı bir şekilde uygulandığını göstererek, verimliliği artırma, maliyetleri düşürme ve proje sonuçlarını iyileştirme potansiyelini vurgulamaktadır. YBM'in ihalelere entegre edilmesi, dünya çapında inşaat sektöründe önemli bir ilerlemeyi temsil etmektedir. YBM'in kullanımı ayrıca görselleştirme, veri entegrasyonu ve paydaşların işbirliğini geliştirerek ihale prosedürlerinin doğruluğunu, şeffaflığını ve verimliliğini artırmaktadır (Majzoub ve Eweda 2021; Matos vd. 2024; Kothawade 2024). İnşaat projelerinin sıklıkla verimsizlik, maliyet aşırımları ve iletişim sorunları ile karşılaştığı alanlarda, YBM, tedarik ve karar alma süreçlerini iyileştirmek için etkili bir çözüm sunmaktadır.

Bu bölüm, çeşitli bağlamlarda ihale süreçlerinde YBM'in etkili uygulamasını gösteren vaka çalışmaları sunmaktadır. Bu gerçek dünya örnekleri, YBM'in proje sonuçlarını iyileştirmek, riskleri azaltmak ve tedarik stratejilerinde yeniliği teşvik etmek için nasıl kullanılabileceğini gösteren değerli referanslar sağlar. Bu çalışma, Gana'nın inşaat sektöründe YBM'in benimsenmesi için özel bir yol haritasının geliştirilmesine katkı sağlayacak pratik içgörüler ve dersler çıkarmak amacıyla bu vakaları incelemektedir.

YBM'in diğer bağlamlarda etkili kullanımını incelemek, Gana'daki potansiyel uygulamasını anlamak için çok önemlidir. Vaka çalışmaları, YBM'in ihalelerde sağladığı faydaları gösterirken, karşılaşılan zorlukları ve bunları aşmak için kullanılan stratejileri de vurgulamaktadır. Gana'nın inşaat sektörünü modernize etme çabaları, pratik ve sürdürülebilir bir uygulama çerçevesi oluşturmak için hayati önem taşıyan bu içgörülerden faydalanacaktır.

➤ Vaka Çalışması 1: Birleşik Krallık'taki Crossrail Projesi

Şu anda Elizabeth Line olarak bilinen Crossrail projesi, Avrupa'nın en önemli altyapı projelerinden biridir. 118 km uzunluğunda olan proje, batıda Reading ve Heathrow'u doğuda Shenfield ve Abbey Wood'a bağlamaktadır. Proje, Londra genelinde 42 km uzunluğunda yeni tünellerin ve 10 yeni istasyonun inşasını kapsamaktadır. Crossrail Projesi'nden (Elizabeth Line) elde edilen nicel veriler ve sonuçlar, (ICE 2018) kaynaklı olarak Çizelge 2.50'de de sunulmuştur.

Çizelge 2.50. Crossrail Projesi: Elizabeth Hattı Verileri ve Sonuçları

Metrik	Değer / Açıklama
Toplam Proje Maliyeti	18,8 milyar
Proje Süresi	14 yıl (inşaat 2008'de başladı, orta bölüm Mayıs 2022'de açıldı)
Demiryolu Uzunluğu	Toplam 118 km, 42 km'si yeni tüneller dahil
Tünel İnşaatı	8 tünel delme makinesi kullanıldı; 200.000'den fazla beton segment yerleştirildi
Yolcu Kapasitesi Artışı	Londra'nın demiryolu kapasitesinde %10 artış
Yıllık Beklenen Yolcu Sayısı	200 milyon
Londra'ya 45 Dakika Mesafede Yaşayan Kişi Sayısı	Ek 1,5 milyon kişi
Arkeolojik buluntular	Kazı çalışmaları sırasında 10.000'den fazla keşif
Kazılan Toprak Yeniden Kullanıldı	3 milyon ton, vahşi yaşam rezervleri oluşturmak için kullanıldı (örneğin, Wallasea Adası)

Birleşik Krallık'ta, Crossrail projesinin ihale sürecinde YBM'in kullanılması, verimlilik, maliyet tasarrufu ve risk yönetiminde önemli iyileşmelere yol açtı (ICE 2018). Proje, demiryolu altyapısının ayrıntılı bir dijital modelini oluşturmak için YBM'i kullandı, bu da paydaşlar arasında daha iyi koordinasyonu kolaylaştırdı ve hata ve gecikme olasılığını azalttı. Birleşik Krallık hükümeti, YBM'in benimsenmesinde öncü rol oynamış ve 2016 yılından bu yana tüm kamu sektörü projelerinde Seviye 2 YBM'i zorunlu hale getirmiştir. Bu zorunluluk, maliyetlerin düşürülmesine, projelerin daha hızlı teslim edilmesine ve paydaşlar arasında işbirliğinin güçlendirilmesine yol açarak, YBM'in benimsenmesini teşvik eden destekleyici bir düzenleyici çerçevenin önemini vurgulamıştır (Gledson ve Greenwood 2017). Çizelge 2.51'de, Birleşik Krallık'taki Crossrail Projesi'nde YBM kullanımıyla elde edilen faydaları göstermektedir.

Çizelge 2.51. Birleşik Krallık'taki Crossrail Projesinin faydaları

YBM Uygulama Alanı	Açıklama	Ölçülebilir Sonuçlar
Geliştirilmiş Proje Sonuçları	Birden fazla disiplinden gelen karmaşık verilerin entegrasyonu, tasarım doğruluğunun artırılması ve yeniden çalışma ihtiyacının azaltılması. Daha iyi görselleştirme ve planlama için 3D ve 4D YBM modellerinin kullanılması.	İnşaat sıralamasının ve zaman yönetiminin iyileştirilmesi.
Risk Azaltma	Erken çarpışma tespiti ve çözümü, maliyetli saha çatışmaları riskini azaltır. Dijital modeller senaryo planlamasını ve risk analizini destekler.	Yerinde maliyetli çatışmaların riskinin azaltılması.
Tedarikte İnovasyon	NEC3 sözleşmelerini kullanan, işbirliğini ve müteahhidin erken aşamada sürece dahil olmasını vurgulayan ilerici tedarik stratejisi. Yenilik Strateji, YBM destekli iş akışları ile desteklenen yeni çözümleri teşvik etti.	İhaleleri kazanma ve yeni çözümleri başarıyla uygulama olasılığının artması.
Miras ve Sektör Etkisi	Birleşik Krallık'ta dijital inşaat için yeni bir referans noktası oluşturuldu. Ulusal kılavuzlar üzerinde etki yarattı ve diğer mega projelerde benzer yaklaşımların benimsenmesine ilham verdi. YBM tabanlı varlık yönetimi, uzun vadeli verimliliği garanti eder.	Uzun vadeli operasyonel verimlilik ve bakım planlaması.

➤ **Vaka Çalışması 2: Avustralya'daki Sidney Metro Projesi**

Avustralya'da, Sidney Metro projesinin ihale sürecinde YBM'in benimsenmesi, daha doğru maliyet tahminleri ve proje zaman çizelgeleri oluşturulmasını sağladı, bu da daha rekabetçi teklifler ve daha iyi proje sonuçları ile sonuçlanmıştır (Ralph ve Hancock 2017). YBM ayrıca proje ekipleri arasında iletişimi ve işbirliğini geliştirdi ve projenin genel başarısına katkıda bulundu. Bu vaka, YBM'in ihale tekliflerinin doğruluğunu nasıl artırabileceğini ve ekip çalışmasını nasıl güçlendirebileceğini göstererek, daha başarılı bir proje yürütülmesine yol açtığını göstermektedir.

➤ **Vaka Çalışması 3: Singapur'daki Marina Bay Sands Projesi**

Singapur'daki Marina Bay Sands (MBS) projesi, mimari ve mühendislik mükemmelliğinin dünya çapında tanınan bir örneğidir. Geleneksel inşaat yöntemleri, üç otel kulesi, bir gökyüzü parkı, bir kumarhane ve bir kongre merkezini içeren karmaşıklığı nedeniyle önemli riskler oluşturuyordu. Bu zorlukları aşmak için proje ekibi, tasarım

koordinasyonu, inşaat planlaması ve paydaş işbirliği için temel strateji olarak YBM'i benimsedi. Bu karar, Singapur'un Yapı ve İnşaat Otoritesi (BCA) öncülüğünde, yapılı çevrede dijital dönüşüm için ulusal çapta gösterdiği çabayla uyumluydu (Ismail vd. 2017).

Singapur, YBM'in benimsenmesinde öncü bir rol oynamıştır. Hükümet, inşaat sektöründe YBM kullanımını teşvik etmek için bir YBM yol haritası uygulamıştır. Marina Bay Sands projesinin ihale sürecinde YBM'in kullanılması, önemli ölçüde zaman ve maliyet tasarrufu sağlamıştır. YBM, proje ekibinin tasarım aşamasında olası çakışmaları ve sorunları erken tespit etmesini sağlayarak, inşaat sırasında maliyetli yeniden çalışmaların azaltılmasını sağlamıştır (Liao vd. 2020; Jiang vd. 2021). Singapur Yapı ve İnşaat Otoritesi (BCA), eğitim ve kaynaklar sağlayarak YBM'in benimsenmesini teşvik etmede önemli bir rol oynamıştır. Bu da verimlilikte artışa ve daha iyi proje sonuçlarına yol açmıştır (Liao vd. 2020; Jiang vd. 2021).

➤ Altyapı Projelerinin İhale Aşamasında YBM Desteği (Brezilya)

Bu çalışma, otoyollar, tüneller ve havaalanları dahil olmak üzere Brezilya'daki altyapı projelerinin ihale aşamasında YBM'in uygulanmasına odaklanmaktadır. Bu projeler, doğrusal yapıları, büyük ölçekleri ve çok disiplinli koordinasyon gereksinimleri nedeniyle doğası gereği karmaşıktır.

Altyapı projelerinin ihalesi bağlamında, YBM, ihale sürecinin kalitesini ve güvenilirliğini artırmak için stratejik olarak kullanılmıştır. Çalışma, YBM'in otomatik metraj hesaplamaları oluşturmaya yardımcı olduğunu ve manuel tahminler için gereken zaman ve çabayı büyük ölçüde azalttığını göstermiştir. Ayrıca YBM, ayrıntılı yapım analizlerine olanak tanıyarak, müteahhitlerin tekliflerini sunmadan önce tasarım öğelerinin ve inşaat aşamalarının uygulanabilirliğini değerlendirmelerini sağlamıştır (Correa ve Santos 2021).

Risk belirleme ve program doğrulama da YBM destekli ihale sürecinin önemli unsurlarıydı. İnşaat iş akışları ve sıralamaları simüle edilerek, olası gecikmeler ve güvenlik riskleri erken tespit edildi ve daha doğru ve gerçekçi risk değerlendirmeleri yapılabilirdi. Ayrıca, 3D görselleştirme araçlarının kullanılması, paydaşlar arasındaki iletişimi güçlendirerek proje kapsamı ve tasarım amacının ortak bir şekilde anlaşılmasını sağladı. Bu özellikler, müteahhitlerin daha kesin, rekabetçi ve kapsamlı teklifler geliştirmelerini sağlamıştır (Correa ve Santos 2021).

Bu vaka çalışmaları, verimlilik artışı, maliyet tasarrufu ve daha iyi proje sonuçları dahil olmak üzere, ihale sürecinde YBM'in potansiyel faydalarını göstermektedir. Ayrıca, YBM uygulamasının getirdiği zorlukların üstesinden gelmek için dikkatli planlama, paydaşların işbirliği ve destekleyici bir düzenleyici çerçeveye duyulan ihtiyacı da vurgulamaktadır (Correa ve Santos 2021). Elde edilen sonuçlar, faydalar ve karşılaşılan zorluklar özetlenmiştir. Brezilya'daki ihale süreçlerinde YBM uygulamasının özeti Çizelge 2.52'da gösterilmektedir.

Çizelge 2.52. Brezilya'daki İhale Süreçlerinde YBM Uygulamasının Özeti

Kategori	Ayrıntılar
Sonuçlar ve Avantajlar	Doğruluğun Artırılması - Metraj hesaplamaları ve zamanlamanın otomasyonu, insan hatalarını en aza indirmiş ve maliyet tahminlerinin doğruluğunu artırmıştır.
	Zaman Verimliliği - YBM araçları, veri çıkarma ve analizini kolaylaştırarak teklif hazırlığını hızlandırdı.
	Risk Azaltma - Tasarım tutarsızlıklarının ve çakışmaların erken tespiti, maliyetli yeniden çalışma olasılığını azalttı.
	Paydaşların Uyum - Geliştirilmiş görselleştirme ve veri paylaşımı, işbirliğini ve karşılıklı anlayışı iyileştirdi.
Karşılaşılan Zorluklar	Altyapı Koşullarına Uyum - Başlangıçta binalar için tasarlanan YBM platformları, doğrusal altyapı için özelleştirme gerektirir.
	Standartlaştırma Eksikliği - Evrensel YBM protokollerinin olmaması, çeşitli disiplinler ve yazılım platformları arasında birlikte çalışabilirlik sorunlarına yol açmıştır.
Alınan Dersler	YBM, altyapı projelerinde teklif kalitesini, şeffaflığı ve rekabet gücünü önemli ölçüde artırır.
	Erken YBM entegrasyonu, planlama, risk yönetimi ve paydaş katılımını geliştirir.
	Altyapı bağlamlarında YBM'in etkili bir şekilde uygulanmasını desteklemek için alana özgü YBM standartlarına ve hedefli eğitim programlarına ihtiyaç vardır.

➤ Vaka Çalışması 2: Melzo Okulu Projesi'nde YBM Tabanlı İhale (İtalya)

İtalya'daki Melzo Okulu projesi, tasarım ve inşaat yaşam döngüsü boyunca YBM'in kapsamlı bir şekilde uygulanmasına örnek teşkil etmektedir. Kamu ihale girişiminin bir parçası olarak, proje YBM'in ihale sürecine entegre edilmesi için bir pilot uygulama olarak hizmet etmiştir. Temel amaç, kamu sektörü inşaatında dijital dönüşümün daha geniş hedefleriyle uyumlu olarak, yüklenicilerin seçiminde şeffaflığı, doğruluğu ve verimliliği artırmaktır.

YBM, teknik ve ekonomik kriterlere odaklanarak yüklenici tekliflerini değerlendirmek için kullanıldı. YBM verilerini kullanarak aşağıdakileri değerlendirmek için çok kriterli bir puanlama sistemi geliştirildi:

- Proje şartnamelerine uygun tasarım.
- Malzeme özellikleri ve kalitesi.
- Enerji performansı ve sürdürülebilirlik ölçütleri.

YBM modeli, teklif belgelerinin otomatik olarak doğrulanmasını sağlayarak, önerilen çözümler ile orijinal tasarım niyeti arasında tutarlılık sağladı. Bu yaklaşım, öznel yorumlamayı en aza indirdi ve teklif değerlendirmelerinin objektifliğini artırmıştır (Di Giuda vd. 2020). Çizelge 2.53'te, Melzo okul projesinde YBM tabanlı ihaleden elde edilen faydalar ve çıkarılan dersleri göstermektedir.

Çizelge 2.53. Melzo Okulu Projesinde YBM Tabanlı İhale

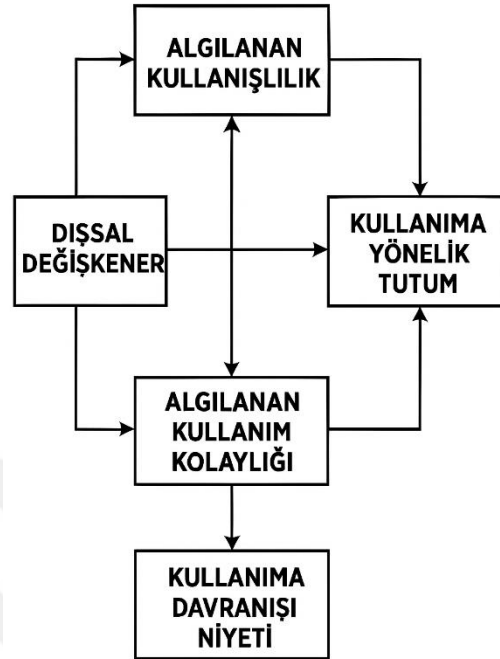
Kategori	Ayrıntılar
Projeye Genel Bakış	İtalya'nın Melzo kentinde kamu okulu projesi; YBM tabanlı kamu alımları için pilot proje.
YBM Uygulaması	Tasarım uygunluğu, malzeme özellikleri ve enerji performansı için YBM verilerini kullanarak çok kriterli teklif değerlendirme. Teklif belgelerinin otomatik olarak doğrulanması.
Sonuçlar ve Avantajlar	Teklif Doğruluğu: Tam uyum ile %5 indirim. Şeffaflık: Tasarım yorumlamasındaki belirsizlikler ortadan kaldırıldı. Verimlilik: Parametrik modeller kullanılarak değerlendirme süreci kolaylaştırılmıştır.
Karşılaşılan Zorluklar	Veri Toplama: YBM öğelerini tedarik paketlerine dönüştürmede yaşanan zorluklar. Yasal Çerçeve: Model tabanlı değerlendirme için sözleşme desteğinin olmaması.
Alınan Dersler	YBM, objektif, veriye dayalı tedariki destekler. Yapılandırılmış YBM tabanlı değerlendirme adaleti artırır. Kamu ihalelerinde YBM'i desteklemek için yasal güncellemeler gereklidir.

2.10. Teorik Çerçeve

Teorik çerçeve, bu çalışmanın temelini oluşturur ve veri yorumlaması için bir yapı sunarak araştırmaya yön verir. Ayrıca, Gana'nın ihale sürecinde YBM'in uygulanmasında yer alan değişkenler ve kavramlar arasındaki karmaşık ilişkileri anlamaya yardımcı olur. Bu bölüm, araştırmayı destekleyen ilgili teorileri ve modelleri gözden geçirerek, çalışmanın amaçlarının anlaşılması ve analiz edilebilmesi için bir bakış açısı sunar. Seçilen teoriler arasında Teknoloji Kabul Modeli (TAM), İnovasyonun Yayılması (DOI) teorisi, Paydaş Teorisi ve Değişim Yönetimi Teorisi bulunmaktadır.

2.10.1. Teknoloji kabul modeli (TAM)

Davis (1989) tarafından geliştirilen Teknoloji Kabul Modeli (TAM), kullanıcıların bilgi teknolojisini kabulünü anlamak için en yaygın kullanılan modellerden biridir. TAM, kullanıcıların yeni teknolojiyi benimseme kararlarını etkileyen iki temel faktör olduğunu öne sürer: algılanan yarar (PU) ve algılanan kullanım kolaylığı (PEOU). PU, bir kişinin belirli bir sistemi kullanmanın iş performansını artıracığına inandığı derecesini ifade ederken, PEOU ise bir kişinin sistemi kullanmanın çaba gerektirmeyeceğine inandığı derecesini ifade eder (Venkatesh et al 2000). Çizelge 2.54 (Davis 1989) göre TAM'yi etkileyen faktörleri gösterirken, Şekil 2.26'da Davis (1989) tarafından geliştirilen Teknoloji Kabul Modeli'ni (TAM) göstermektedir.



Şekil 2.26. Teknoloji Kabul Modeli (TAM)

Çizelge 2.54. TAM'ye göre teknoloji kabulünü etkileyen faktörler

Faktör	Tanım
Algılanan Yararlılık (PU)	Bir kişinin sistemi kullanmanın iş performansını artıracığına inandığı derece.
Algılanan Kullanım Kolaylığı (PEOU)	Bir kişinin sistemi kullanmanın çaba gerektirmeyeceğine inandığı derece.
Dış Değişkenler	PU ve PEOU'yu etkileyen sistem tasarımı, kullanıcı deneyimi ve sosyal etki gibi faktörler.

Gana'da YBM'in benimsenmesi bağlamında, TAM, inşaat profesyonellerinin ihale sürecinde YBM'i kabul etmelerini ve kullanmalarını etkileyen faktörleri açıklamaya yardımcı olduğu için özellikle önemlidir. Bu faktörleri anlamak, YBM'in benimsenmesini artırmak için stratejiler geliştirmek açısından çok önemlidir. Örneğin, inşaat profesyonelleri YBM'i ihale sürecinde verimliliği ve doğruluğu önemli ölçüde artıran bir araç olarak algıarlarsa, onu benimseme olasılıkları daha yüksektir. Benzer şekilde, YBM kullanıcı dostu ve mevcut iş akışlarına entegre edilmesi kolay olarak algılanırsa, benimsenme olasılığı daha yüksek olacaktır.

2.10.2. TAM araştırmasının kronolojik gelişimi

Musa vd. (2024) kapsamlı bir değerlendirme gerçekleştirmiş ve Teknoloji Kabul Modeli'nin (TAM) 1986'daki kuruluşundan bu yana önemli bir evrim geçirdiğini

belirtmiştir. Başlangıçta işyeri teknolojilerinin kullanıcılar tarafından kabulünü açıklamak için oluşturulan Teknoloji Kabul Modeli (TAM), teknolojik ortamlardaki ve kullanıcı davranışlarındaki değişikliklere uyum sağlamak için sürekli olarak gelişmiştir. Bu durum aşağıdakilere bağlanabilir:

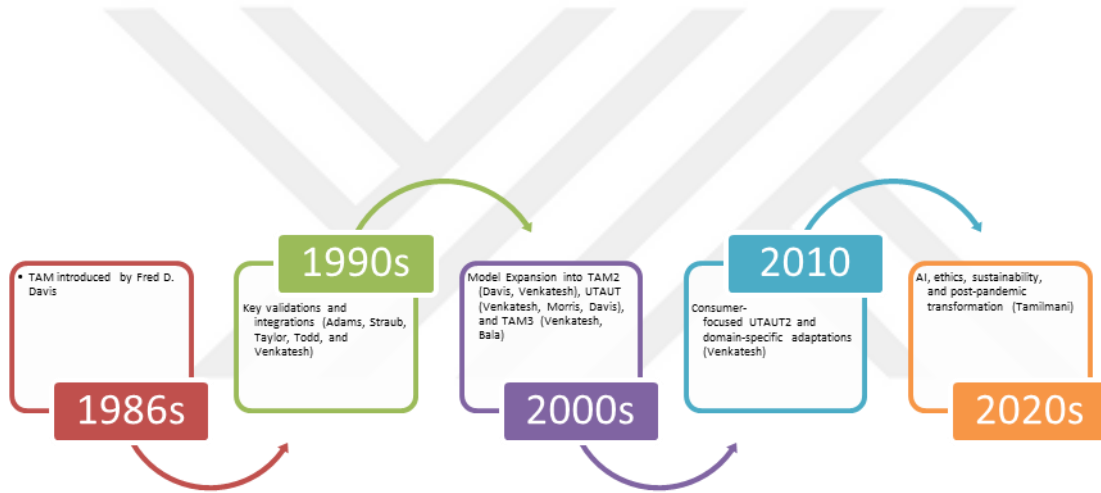
1. Mobil cihazların yaygınlaşması, bulut bilişim, yapay zeka ve sosyal medya gibi teknolojik gelişmeler, Teknoloji Kabul Modelinin (TAM) yeni bağlamları da kapsayacak şekilde genişletilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Teknolojik değişimler, belirgin zorluklar ve fırsatlar ortaya çıkarmakta ve yeni teknolojilerin kullanıcılar tarafından kabulünü etkili bir şekilde değerlendirmek için Teknoloji Kabul Modelinin (TAM) iyileştirilmesini gerektirmektedir (Musa vd. 2024).
2. Kullanıcı Davranışındaki Değişim - Teknoloji Kabul Modeli'nin (TAM) ilk versiyonları, öncelikle işyerindeki faydacı teknolojilere odaklanıyordu. Bununla birlikte, akıllı telefonlar ve sosyal medya gibi tüketici odaklı platformların ortaya çıkması, kullanıcı motivasyonlarının çeşitlenmesine yol açmıştır. Bu durum, Teknoloji Kabul Modelinin güncellenmiş versiyonlarına hedonik, sosyal ve deneyimsel faktörlerin entegre edilmesine yol açmış ve kullanıcıların teknolojiyle olan etkileşimlerinin daha geniş bir yelpazeyi kapsadığını göstermiştir (Musa vd. 2024).
3. Akademisyenler, orijinal Teknoloji Kabul Modelinde, özellikle algılanan yarar ve kullanım kolaylığına yapılan sınırlı vurguda bazı sınırlamalar olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak, TAM2, TAM3 ve Teknolojinin Kabulü ve Kullanımı Birleşik Teorisi (UTAUT) gibi genişletilmiş modeller, sosyal etki, güven, algılanan risk ve kolaylaştırıcı koşullar gibi ek kavramları da içermektedir (Musa vd. 2024).
4. Teknolojinin küreselleşmesi, TAM'ın sağlık, eğitim ve finans gibi çeşitli kültürel ve sektörel bağlamlarda uygulanmasına yol açmıştır. Bu uygulamalar, açıklayıcı gücü artırmak için sıklıkla kültürel boyutlar, düzenleyici ortamlar ve sektöre özgü faktörler gibi bağlamsal değişkenlerin dahil edilmesini gerektirir (Musa vd. 2024).
5. Teknoloji Kabul Modeli (TAM), Planlı Davranış Teorisi (TPB), Yeniliklerin Yayılması (DOI) ve Sosyal Bilişsel Teori gibi çeşitli teorik çerçevelerle entegrasyonu yoluyla gelişmiştir. Bu entegrasyonlar, öznel normlar, algılanan davranış kontrolü ve teknolojiye yönelik tutumlar gibi kavramları dahil ederek Teknoloji Kabul Modelini (TAM) güçlendirmektedir.
6. E-ticaret, e-devlet ve akıllı teknolojiler dahil olmak üzere dijital alanların ortaya çıkışı, Teknoloji Kabul Modelinin (TAM) daha fazla özelleştirilmesini gerekli kılmıştır. Modern uyarlamalar, bu alanlarda kullanıcı kabulünü anlamak için

gerekli olan veri gizliliği, kullanıcı güveni ve teknolojinin toplumsal etkilerini giderek daha fazla dikkate almaktadır (Musa vd. 2024).

1986 ile 2003 yılları arasında TAM'ı inceleyen ve son 18 yılı dört döneme ayırarak TAM'ın nasıl ilerleme kaydettiğini araştıran Lee vd. (2003) göre:

- Giriş,
- Doğrulama,
- Genişletme ve
- Model Geliştirme.

Ayrıca, 2003 ile 2025 yılları arasında, bu araştırmanın yapıldığı tarihte, Tüketici odaklı UTAUT2 ve alana özgü uyarlamalar ile AI, etik, sürdürülebilirlik ve pandemi sonrası dönüşüm geliştirilmiştir. Şekil 2.27'de TAM araştırmasının kronolojik gelişimi gösterilmiştir.



Şekil 2.27. TAM araştırmasının kronolojik gelişimi

Bu çalışma, Davis (1989) tarafından oluşturulan Teknoloji Kabul Modeli'ni (TAM), Gana inşaat sektöründeki profesyonellerin YBM'i benimseme konusundaki davranışsal niyetlerini değerlendirmek için teorik bir çerçeve olarak kullanmıştır. Teknoloji Kabul Modeli (TAM), Algılanan Yararlılık (PU) ve Algılanan Kullanım Kolaylığı (PEOU) olmak üzere iki temel kavramın, bireyin yeni teknolojiyi benimseme ve kullanma kararını etkilediğini savunur. PU, bir kullanıcının belirli bir sistemi kullanmanın iş performansını ne derece artıracaklarını algılama derecesini ifade eder. Buna karşılık, PEOU, sistemi kullanmanın minimum çaba gerektireceği algısını ifade eder. Gana bağlamında, Teknoloji Kabul Modeli (TAM), sınırlı farkındalık, yetersiz eğitim ve değişime direnç gibi YBM'in benimsenmesinin önündeki önemli zorlukları belirlemede önemli bir rol oynamıştır. Model, araştırmacılara paydaşların hazırlık durumunu değerlendirmek ve kamu alımları ve ihale süreçlerinde YBM entegrasyonunu geliştirmek

için kapasite geliştirme girişimleri ve politika reformları gibi belirli müdahaleler önermek için sistematik bir çerçeve sunmuştur.

2.10.3. Yenilik yayılımı (DOI) teorisi

Everett Rogers tarafından 1962 yılında geliştirilen İnovasyonun Yayılması (DOI) teorisi, yeni teknolojilerin benimsenmesini anlamak için temel bir çerçeve görevi görür. Teori, bir inovasyonun sosyal sistem içinde yayılmasının zamanla gerçekleştiğini ve iletişim kanalları, inovasyonun özellikleri ve inovasyonun tanıtıldığı sosyal bağlamdan etkilendiğini varsayar. DOI çerçevesi, benimseme sürecinde beş aşamalı bir süreç tanımlar:

- bilgi,
- ikna, karar,
- uygulama,
- onaylama.

Bu aşamalar, bireylerin veya kuruluşların yeni teknolojileri değerlendirme ve benimseme sürecindeki bilişsel ve davranışsal ilerlemeyi göstermektedir (Rogers 1962).

Ayrıca, DOI, benimseyenleri hazırlık düzeylerine ve benimseme hızlarına göre beş farklı kategoriye ayırır:

- Yenilikçiler,
- Erken Benimsemeci,
- Erken Çoğunluk,
- Geç Çoğunluk,
- Geride Kalanlar (Rogers 1962).

Bu sınıflandırma, paydaşlar arasındaki farklı kabul düzeylerini tanımlama ve uygulama stratejilerini gerektiği gibi özelleştirmede önemli bir rol oynar.

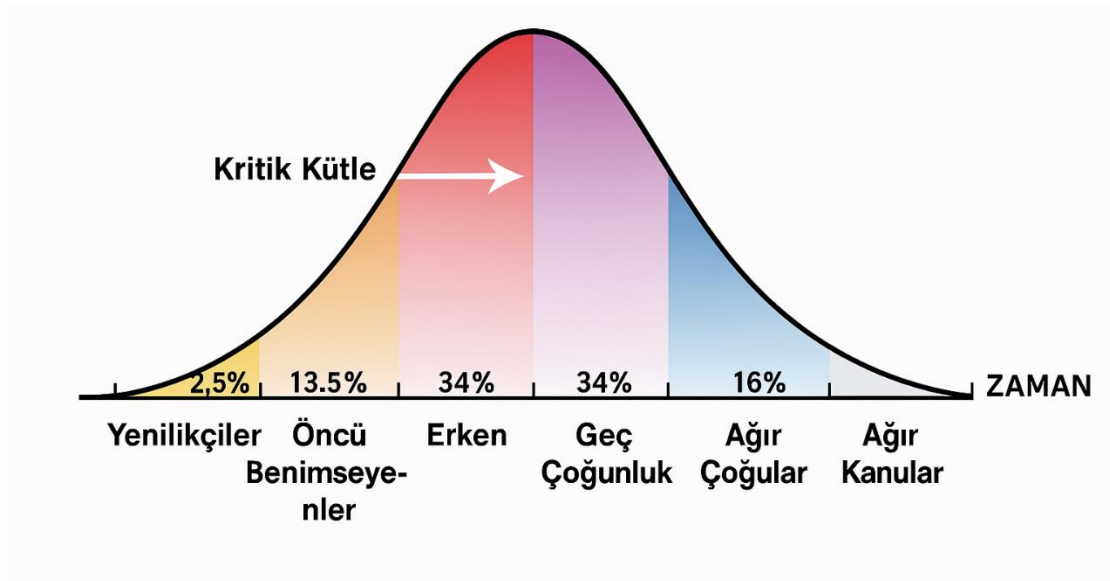
Bu çalışma, Gana inşaat sektöründe YBM'in yayılma dinamiklerini incelemek için DOI teorisini önemli bir çerçeve olarak kullanmaktadır. Proje tedarikinde önemli bir aşama olan ihale süreci, yüksek düzeyde şeffaflık, verimlilik ve işbirliği gerektirir ve bunlar YBM kullanımıyla önemli ölçüde iyileştirilebilir.

DOI teorisinin uygulanması aşağıdakilerin belirlenmesini kolaylaştırır:

- Anahtar paydaşlar (ör. müteahhitler, danışmanlar, tedarik görevlileri) arasında benimsenmenin mevcut aşamalarını belirlemek.
- Farkındalıktan tam uygulamaya geçişi engelleyen ve teşvik eden faktörler.
- İlk benimseyenler için odaklanmış eğitim veya daha sonra çoğunluk için politika teşvikleri dahil olmak üzere, benimsemeyi artırmak için kasıtlı eylemler.

Paydaşları ilgili benimseyen kategorilerine göre eşleştirmek, sektörün davranış eğilimleri ve teknolojik hazırlık düzeyine uygun aşamalı bir uygulama yol haritası önerilmesini sağlar. Bu yöntem, YBM'in ihale sürecine başarılı bir şekilde dahil edilmesini kolaylaştırmakla kalmaz, aynı zamanda Gana'nın inşaat sektörünün daha geniş çaplı dijital dönüşümüne de yardımcı olur.

Şekil 2.28’de, İnovasyonun Yayılması (DOI) Teorisini (Rogers 1962) ve Çizelge 2.55’te, DOI Teorisine göre Teknoloji Benimseme aşamalarını göstermektedir.



Şekil 2.28. İnovasyonun yayılması (DOI) teorisi

Çizelge 2.55. DOI Teorisine Göre Teknoloji Benimseme Aşamaları

Aşama	Tanım
Bilgi	Yeniliğin varlığının farkında olma.
İkna	Yeniliğe karşı olumlu veya olumsuz bir tutumun oluşması.
Karar	Yeniliği benimseme veya reddetme seçimine yol açan faaliyetlere katılım.
Uygulama	Yeniliği kullanıma sokma.
Onay	Sonuçlara dayalı olarak yeniliği benimseme kararının pekiştirilmesi.

Gana inşaat sektöründe yapılan çalışmalarda, DOI, YBM'in benimsenmesinin ilk aşamalarında farkındalık ve eğitimin kritik rolünü ve yaygınlaşmayı hızlandırmada genellikle sektör liderleri veya teknolojik açıdan ilerici firmalar olan erken benimseyenlerin etkisini vurgulamak için kullanılmıştır. Bu erken benimseyenler, YBM'in pratik faydalarını göstererek erken ve geç çoğunluğu etkileyebilen değişim ajanları olarak görev yapmaktadır. Araştırma, YBM'in Gana'da yaygın olarak benimsenmesi için, hedefli eğitim, teşvikler ve politika desteği yoluyla bu erken benimseyenleri belirlemek ve desteklemek gerektiğini vurgulamaktadır (Anim–Wiredu 2019).

2.10.4. Paydaş teorisi

Freeman (1984) tarafından ortaya atılan Paydaş Teorisi, kuruluşların kararlarından etkilenen tüm tarafların çıkarlarını ve etkilerini dikkate alması gerektiğini savunur. Bu teori, müşteriler, müteahhitler, danışmanlar, tedarikçiler ve düzenleyici kurumlar dahil olmak üzere karmaşık bir aktörler ağını içeren inşaat sektöründe YBM'in benimsenmesi ve uygulanmasının dinamiklerini yönetmek için değerli bir çerçeve sunmaktadır.

• YBM'in Benimsenmesinde Paydaş Teorisi

Bu teorik çerçeve, özellikle ihale süreciyle ilgili olarak, Gana'nın inşaat sektöründe YBM'in uygulanmasıyla özellikle ilgilidir. YBM'in benimsenmesi, mimarlar, mühendisler, müteahhitler, müşteriler ve düzenleyici otoriteler gibi çeşitli paydaşların aktif katılımını ve işbirliğini gerektirir. YBM'in yaygınlaşmasının ilk aşamalarında olduğu Gana'da, Paydaş Teorisi, inşaat ekosistemindeki çeşitli aktörlerin rollerini, çıkarlarını ve etkilerini belirlemek için yararlı bir çerçeve görevi görür. Teori, başarılı bir YBM entegrasyonu için paydaşların katılımının, etkili iletişimin ve çıkarların uyumlaştırılmasının önemini vurgulamaktadır. Bu durum, ihale sürecine dahil olan tüm paydaşların endişelerini ve beklentilerini dikkate alan kapsayıcı politika geliştirme ve kapasite geliştirme girişimlerine olan ihtiyacı vurgulamaktadır (Vince vd. 2024).

YBM'in inşaat proje yönetimine dahil edilmesi, paydaş odaklı metodolojilerin kullanılması durumunda önemli avantajlar sağlamaktadır. Acebes vd. (2023), YBM'in işbirliğine dayalı bir ortam oluşturduğunu ve paydaşların ortak bir dijital model üzerinde çalışmasına olanak tanıdığını, bunun da proje döngüsü boyunca şeffaflığı ve bilinçli karar almayı artırdığını belirtmektedir (Acebes vd. 2023). Paydaş Teorisi, beklentileri uyumlu hale getirmek ve teknolojik değişime karşı direnci azaltmak için projenin başlangıcında tüm ilgili paydaşları belirlemenin ve onlarla etkileşim kurmanın önemini vurgulamaktadır.

YBM'in benimsenmesinde Paydaş Teorisinin uygulanması, değerler birlikte yaratılmasını kolaylaştırır. Her paydaş, YBM modeline farklı bilgiler ve gereksinimler sağlar. Bu katkıların etkili bir şekilde entegrasyonu, hataların azaltılması, maliyet kontrolünün iyileştirilmesi ve üstün kalite güvencesi dahil olmak üzere daha iyi proje sonuçları sağlar (Liu 2024). Teori, kapsayıcı diyalogu teşvik ederek ve çelişen çıkarları dengeleyerek çatışmaların azaltılmasını kolaylaştırır. Bu, YBM'in yeni roller ve sorumluluklar getirdiği projelerde özellikle önemlidir (Acebes vd. 2023).

İhale aşamasında YBM, proje kapsamını görselleştirme, metraj hesaplamalarını otomatikleştirme ve maliyet tahminlerinin doğruluğunu artırma araçları sağlamaktadır. Correa ve Santos (2021), YBM'in ortak bir veri ortamı oluşturarak ihale süreci sırasında paydaşlar arasındaki iletişimi iyileştirdiğini ve bu sayede yanlış yorumlamaları ve yeniden çalışmayı en aza indirdiğini vurgulamaktadır. Paydaş Teorisi, kapsayıcılığı, şeffaflığı ve tüm katılımcıların ihtiyaçlarına duyarlılığı teşvik ederek ihale sürecini iyileştirir.

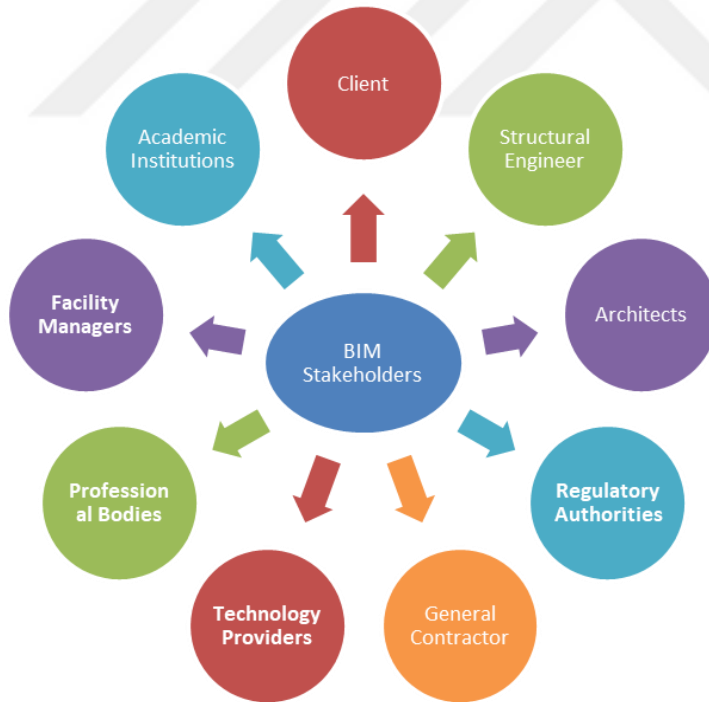
Paydaş Teorisini kullanmak, proje sahiplerinin ve ihale makamlarının teklif verenlerin, danışmanların ve değerlendiricilerin beklentilerini etkili bir şekilde yönetmesini sağlar. Bu, paydaşların YBM aracılığıyla sağlanan proje verilerinin doğruluğuna ilişkin daha fazla bilgiye ve güvene sahip olmaları nedeniyle daha güvenilir ve rekabetçi tekliflerle sonuçlanır (Correa ve Santos 2021). Teori, paydaşların ihale aşamasında potansiyel proje risklerini işbirliği içinde belirleyip ele almasıyla eşit risk dağılımını savunmaktadır.

YBM ve YBM tabanlı ihale sürecinde Paydaş Teorisinin uygulanması, çeşitli faydalı sonuçlar doğurmuştur.

- İyileştirilmiş Paydaş Katılımı: Paydaşları YBM planlaması ve uygulamasında dahil eden projeler, artan güven, memnuniyet ve işbirliği sergilemektedir (Liu 2024).
- Gelişmiş Proje Performansı: Paydaşlarla uyumlu YBM stratejileri, maliyet yönetiminin iyileştirilmesini, gecikmelerin azaltılmasını ve üstün kaliteli sonuçlar elde edilmesini kolaylaştırır (Liu 2024).
- İhale sürecinde YBM ve paydaş katılımının entegrasyonu, şeffaflığı artırır ve daha net hesap verebilirlik çerçeveleri oluşturmaktadır (Correa ve Santos 2021).

Bununla birlikte, zorlukları devam etmektedir. Çeşitli paydaş ağının etkili yönetimi, önemli koordinasyon ve iletişim çabalarını gerektirir. Ayrıca, YBM'e aşına olmayan veya avantajlarından şüphe duyan paydaşlar arasında değişime direnç devam edebilir. Bu zorlukların üstesinden gelmek için paydaşlara yönelik sürekli eğitim, kapasite geliştirme ve politika desteği gereklidir.

YBM uygulamasındaki temel paydaşlar Şekil 2.29'da, Gana'da YBM tabanlı ihale uygulamasının temel paydaşları, YBM uygulamasındaki temel paydaşlar ve rolleri ise Çizelge 2.56'te listelenmiştir.



Şekil 2.29. Gana'da YBM tabanlı ihale uygulamasının temel paydaşları

Çizelge 2.56. YBM Uygulamasındaki Temel Paydaşlar ve Roller

Paydaş Grubu	YBM Uygulamasındaki Rolü
Mimar	Tasarım sürecini yönetir ve YBM modellerinin tasarım amacını yansıtmalarını sağlar.
Mühendis	YBM modellerinin teknik olarak sağlam ve uygulanabilir olmasını sağlar.
Müteahhitler	YBM modellerini kullanarak inşaat işlerini verimli bir şekilde planlar ve yürütürler.
Müşteriler/Sahipler	Proje gereksinimleri hakkında bilgi sağlar ve YBM modellerini onaylar.
Düzenleyici Kurumlar	YBM modellerinin bina kodları ve yönetmeliklerine uygun olmasını sağlar.
Metraj ve Keşif Mühendisleri	İhale sırasında otomatik metraj hesaplamaları ve maliyet tahminleri için YBM kullanır.
Tesis Yöneticileri	İnşaat sonrası varlık yönetimi için yaşam döngüsü veri gereksinimleri hakkında bilgi sağlar.
Meslek Kuruluşları (ör. GhIE, GhIS)	Sektör profesyonelleri arasında YBM standartlarını, eğitimini ve sertifikasyonunu teşvik edin.
Akademik Kurumlar	Araştırma yapar, müfredat geliştirir ve gelecekteki profesyonelleri YBM metodolojileri konusunda eğitir.

Gana'da YBM'in benimsenmesi bağlamında, Paydaş Teorisi ihale sürecindeki kilit katılımcıları belirler ve onların çıkarlarını, motivasyonlarını ve endişelerini ortaya koyar. YBM'in başarılı bir şekilde uygulanması için etkili paydaş yönetimi şarttır ve bu da tüm ilgili taraflar arasında koordinasyon ve işbirliğini gerektirir. Paydaşların ihtiyaç ve endişelerini ele almak, ihale sürecinde YBM'in benimsenmesini kolaylaştırabilir.

2.10.5. Değişim yönetimi teorisi

Değişim Yönetimi Teorisi, bireyleri, ekipleri ve kuruluşları mevcut durumdan hedeflenen gelecek duruma geçiş sürecinde yönlendirmek için sistematik bir çerçeve sunar. Leading Change kitabında sunulan Kotter'ın Değişimi Yönetmek için 8 Adımlı Süreci, bu alandaki en etkili modellerden biridir. Bu model, liderlik, vizyon ve paydaş katılımının önemini vurgulayarak, kurumsal dönüşümü yönetmek için sıralı bir çerçeve sunar. Sekiz (8) adım şunlardır:

5. Acil Durum Algısı Yaratın
6. Güçlü Bir Koalisyon Oluşturun
7. Değişim Vizyonu Oluşturmak
8. Vizyonu İletmek
9. Zorlukları Kaldırmak
10. Kısa Vadeli Kazanımlar Elde Edin
11. Hızlanmayı Sürdürün
12. Değişimi Kurumsal Kültüre Yerleştirin (Kotter 1996).

Kotter modelinin uygulanması, özellikle örgütsel direnç, yetersiz dijital okuryazarlık ve önemli zorluklar yaratan kopuk iş akışları ile karakterize edilen ortamlarda, YBM'in dünya çapında benimsenmesini teşvik etmede çok önemli bir rol

oynamıştır. Araştırmalar, YBM uygulamasının yalnızca teknolojik bir geçiş değil, kültür, prosedürler ve davranışlarda değişiklikler gerektiren önemli bir örgütsel dönüşüm olduğunu göstermektedir (Galli 2019; Mittelbach 2025). Kotter'ın modeli, bu senaryolarda etkilidir ve direnci ele almak ve değişimi kurumsal çerçevelere entegre etmek için liderlik odaklı, sistematik bir yaklaşım sunar.

Model, liderliği dijital dönüşüm hedefleriyle uyumlu hale getirmek, disiplinler arası işbirliğini teşvik etmek ve YBM entegrasyonuna yönelik sürekli bağlılığı sürdürmek için uluslararası vaka çalışmalarında kullanılmıştır. Mittelbach (2025), disiplinler arası bağlamlarda YBM uygulamasında geçerli olan, organizasyonel ve bireysel düzeydeki değişimi ele almak için Kotter'ın modelini ADKAR çerçevesiyle entegre eden hibrit bir yaklaşımın etkinliğini göstermektedir. Galli (2019), Kotter'ın modelinin, değişim üst yönetimden kaynaklandığında en etkili olduğunu ve bunun birçok ülkede YBM politikasının uygulanmasındaki yukarıdan aşağıya yaklaşımla uyumlu olduğunu belirtmektedir.

Gana'da YBM'in benimsenmesi, kurumsal atalet, yetersiz politika çerçeveleri ve yetersiz eğitim nedeniyle kısıtlanmaktadır. Kotter'ın modeli, dijital ihale süreçlerine geçişi kolaylaştırmak için kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. İhale aşaması, YBM entegrasyonu için çok önemli bir giriş noktasıdır ve proje planlaması, maliyet tahmini ve paydaşların koordinasyonu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Kotter'ın modelini Gana'nın ihale sürecinde uygulamak için belirli stratejik eylemler gereklidir.

- Acil durumun oluşturulması, değişiklik için ivme kazandırmak amacıyla mevcut manuel ihale sistemindeki gecikmeler, maliyet aşırımları ve veri tutarsızlıkları gibi verimsizliklerin vurgulanmasını içerir (Correa ve Santos 2021).
- YBM'in benimsenmesini teşvik etmek için devlet kurumları, meslek kuruluşları, müteahhitler ve akademik kurumları içeren çok paydaşlı bir görev gücü oluşturmak.
- *Vizyonun Formüle Edilmesi ve İletilmesi*: Şeffaflığı, doğruluğu ve verimliliği artıran YBM destekli bir ihale süreci için vizyonu açıkça ifade etmek.
- Yetersiz eğitim, YBM standartlarının eksikliği ve dijital araçlara sınırlı erişim gibi zorlukları, odaklanmış kapasite geliştirme girişimleri yoluyla ele almak, güçlendirme için çok önemlidir.
- *Kısa Vadeli Kazanımların Uygulanması*: Teklif değerlendirme süresinin kısılması ve maliyet tahmininde doğruluğun artması gibi ölçülebilir avantajları göstermek için belirli kamu ihalelerinde YBM pilot projeleri yürütülmesi.
- *İvmeyi Sürdürmek*: Etkili pilot programları kapsamlı politika reformları ve kurumsal direktiflere genişletmek.
- YBM'in kurumsallaştırılması, ihale düzenlemelerinin uygulanmasını, mesleki sertifikasyonun oluşturulmasını ve YBM'in yükseköğretim müfredatına dahil edilmesini içerir.

Bu yapılandırılmış yaklaşım, YBM'in ihale aşamasında iletişimi güçlendirme, hataları en aza indirme ve karar vermeyi iyileştirme potansiyelini vurgulayan son araştırmalarla tutarlıdır (Correa ve Santos 2021; Parsamehr vd. 2023). Değişim yönetimi

ilkelerinin entegrasyonu, gelişmekte olan ülkelerde direnci aşmak ve YBM girişimlerinin uzun vadeli sürdürülebilirliğini sağlamak için çok önemlidir (Phillips ve Klein 2023).

Şekil 2.30’da Kotter’in Değişimi Yönetmek için 8 Adımlı Süreci (Kotter 1996) gösterirken, Çizelge 2.57’de Kotter’in YBM Uygulamasında Değişimi Yönetmek için 8 Adımlı Sürecinin ayrıntılı uygulamalarını vermektedir.



Şekil 2.30. Kotter'in değişimi yönetmek için 8 adımlı süreci

Çizelge 2.57. YBM Değişiminde Kotter’ın 8 Adımlı Modeli

Adım	YBM Uygulamasında Uygulama
Acil Durum Algısı Yaratma	Mevcut ihale sürecinin verimsizliklerini ve YBM'in faydalarını vurgulaması.
Güçlü Bir Koalisyon Oluşturun	YBM'in benimsenmesini desteklemek için etkili paydaşlardan oluşan bir grup oluşturun.
Stratejik Bir Vizyon Oluşturun	YBM'in ihale sürecini nasıl dönüştüreceğine dair net bir vizyon geliştirmesi.
Vizyonu İletin	Çeşitli iletişim kanallarını kullanarak vizyonu tüm paydaşlarla paylaşması.
Zorlukları Kaldırın	Eğitim eksikliği veya değişime direnç gibi YBM'in benimsenmesinin önündeki zorlukları belirleyin ve ortadan kaldırması.
Kısa Vadeli Kazançlar Elde Edin	YBM'in faydalarını göstermek için pilot projeler uygulaması.
Hızlanmayı Sürdürün	Erken dönemdeki başarıları temel alarak YBM'in daha fazla benimsenmesini sağlayın.
Değişimi Kalıcı Hale Getirin	YBM'i organizasyonel kültüre ve standart uygulamalara entegre etmesi.

Değişim Yönetimi Teorisi, yeni teknolojinin benimsenmesinin insani ve kurumsal yönlerini vurguladığı için Gana'nın ihale sürecinde YBM'in uygulanmasıyla ilgilidir. YBM'in başarılı bir şekilde uygulanması, hem teknik çözümler hem de sektör içinde kültürel bir dönüşüm gerektirir. Kotter'ın 8 Adımlı Süreci, kuruluşların değişimi etkili bir şekilde yönetmelerine yardımcı olarak YBM'in sorunsuz ve sürdürülebilir bir şekilde benimsenmesini sağlamaktadır.

2.11. Literatürdeki Boşluklar

Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) uygulamasına ilişkin literatür oldukça geniştir; ancak, özellikle Gana gibi gelişmekte olan ülkeler bağlamında önemli eksiklikler devam etmektedir. Gana'daki ihale sürecinde YBM uygulamasının getirdiği özel zorluklar ve fırsatlar üzerine yapılan araştırmalar sınırlıdır. Mevcut çalışmalar ağırlıklı olarak gelişmiş ülkelerdeki YBM uygulamasını incelemekte ve gelişmekte olan ekonomilerin kendine özgü düzenleyici çerçevelerini, endüstri uygulamalarını ve altyapı sınırlamalarını sıklıkla göz ardı etmektedir (Agyekum vd. 2020). Bu eksiklik, Gana'nın inşaat sektörüne odaklanan araştırmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır.

İkincisi, YBM'in Gana'daki ihale süreci üzerindeki etkisine ilişkin ampirik kanıtlar, özellikle maliyet tasarrufu, verimlilik artışı ve paydaş işbirliği açısından sınırlıdır. Diğer bölgelerden gelen vaka çalışmaları değerli içgörüler sunmaktadır; ancak, bulguları bağlamsal farklılıklar nedeniyle Gana'ya doğrudan uygulanamayabilir (Wirekoh 2020). Yerel dinamikleri anlamak, YBM'in başarılı bir şekilde uyarlanması ve uygulanması için çok önemlidir.

Gana'ya özgü ihale sürecinde YBM'i uygulamak için kapsamlı çerçeveler veya yol haritaları bulunmamaktadır. Mevcut literatür, YBM'in benimsenmesiyle ilgili genel faydaları ve zorlukları ele almakta olup, Gana inşaat sektöründeki paydaşlar için spesifik ve uygulanabilir rehberlikten yoksundur.

Bu çalışma, bir yol haritası geliştirerek Gana'nın ihale sürecinde YBM uygulamasının getirdiği zorluklar ve fırsatlar hakkında ampirik veriler ve pratik bilgiler sunarak mevcut boşlukları doldurmayı amaçlamaktadır. Bu araştırma, gelişmekte olan bir ülkenin özel koşullarına odaklanarak YBM'in benimsenmesi konusundaki anlayışı geliştirmeyi amaçlamaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, araştırmanın amaç ve hedeflerine ulaşmak için dört aşamayı kullanmıştır. Bu bölümde, izlenen yol ayrıntılı olarak adım adım yaklaşım aşağıda açıklanmaktadır.

Metodoloji iki aşamaya ayrılmıştır. Aşama, YBM'in ihale sistemine entegrasyonu için sağlam bir yol haritası geliştirilmesine yardımcı olacak mevcut zorlukları anlamak amacıyla, mevcut geleneksel ihale süreçleri zorlukları, e-ihale zorlukları ve PPP zorlukları hakkında nicel verileri toplamak ve analiz etmek için anket çalışma yapılmıştır.

3.1. Aşama 1 - Geleneksel İhale, E-ihale ve PPP Zorlukları

Bu bölümde, bu çalışmanın yürütülmesinde kullanılan ayrıntılı prosedürler, yaklaşımlar, stratejiler ve yöntemler açıklanmaktadır. Araştırma, geleneksel kağıt tabanlı ihale sistemiyle ilgili temel zorlukları belirlemek ve anlamak için titiz bir literatür taraması ile başlamıştır. Daha sonra, sonuçlar özetlenmiş ve ihale uzmanlarının Gana kamu alımları sistemindeki başlıca ihale zorluklarını sıralamaları için bir anketin geliştirilmesinde kullanılmıştır.

3.1.1. Anketin geliştirilmesi ve veri toplama

Bu çalışma, anket araştırma tasarımını benimsemiştir. Gana'daki İhale kurumları ve inşaat paydaşlarından seçilen profesyonellerden geleneksel ihale, e-ihale ve PPP zorlukları hakkında bilgi toplamak için amaçlı örnekleme kullanılmıştır.

Bu çalışmada ana araştırma aracı olarak anket kullanılmış ve geleneksel ihale, e-ihale ve PPP'lerde deneyimli seçilmiş katılımcılara anketler uygulanmıştır. Anketler, danışmanlar, müteahhitler, üniversiteler/akademi, büyükşehir/belediye/ilçe meclisleri, PPA ve bakanlıklar gibi kuruluşlardaki İhale uzmanları, mühendisler, mimarlar, proje yöneticileri, metrekaşe ölçüm uzmanları ve diğer ilgili profesyonellere dağıtılmıştır. Bu bilgili katılımcılar, araştırmacının Gana'da geleneksel ihale, e-ihale ve PPP'lerin uygulanmasındaki temel zorlukları ve YBM'i ihale sürecine entegre ederek inşaat sektöründe başarılı bir şekilde uygulanabilecek ilkeleri belirlemesine yardımcı olmuştur. Sorular, Gana inşaat sektöründeki bu paydaşların karşılaştığı zorlukları odaklanmıştır.

Anketler, literatür incelemesinde belirlenen zorlukları dayalı olarak, geleneksel ihale, e-ihale ve PPP uygulamaları dahil olmak üzere inşaat sektöründeki tedarik paydaşları ve uzmanlarının karşılaştığı başlıca zorlukları araştırmak amacıyla geliştirildi. Veriler, Gana'da gerçekleştirilen bir Google anketi ve yapılandırılmış görüşmeler yoluyla toplanmıştır. İlk olarak, ihale ve tedarik uzmanları ile öğretim görevlilerinin katıldığı bir pilot anketle, veri toplama sırasında hataların önlenmesi için anket formu iyileştirilmiştir. Ana anket, Kasım 2022'den Aralık 2023'e kadar Gana'nın 16 bölgesindeki kamu kurumlarındaki uzmanları hedefledi ve geleneksel kağıt tabanlı ihaleler için 106, e-ihale için 8 ve PPP için 11 katılımcı yanıt alınmıştır. Uzmanlarla e-posta ve telefon (WhatsApp aramaları dahil) yoluyla iletişime geçildi ve ek uzmanları belirlemek için kartopu tekniği kullanılmıştır.

Uzmanlar, geleneksel kağıt tabanlı ihalelerin önündeki zorlukları olarak algıladıkları zorlukları değerlendirmek için 4 puanlık Likert ölçeği kullandılar. Bu ölçekte, katılımcıların kararsız kalmasını önlemek için tarafsız bir seçenek bulunmamaktadır. Amaç, katılımcıların kararsız kaldıklarında varsayılan olarak tarafsız bir orta noktayı seçmelerini engelleyerek daha anlamlı veriler toplamaktır. Bu yöntem, tarafsız bir orta noktaya sahip 5 puanlık ölçeğe kıyasla daha net seçimler yapılmasını teşvik ederek, ince farkları yakalamak için daha fazla hassasiyet sağlamayı amaçlamıştır. Puanlama 1 (Kesinlikle Katılmıyorum) ile 4 (Kesinlikle Katılıyorum) arasında değişmekte ve zorlukların paydaşları mevcut ihale sistemini değiştirmeye ne kadar motive edebileceğini yansıttığını ölçmektir.

3.1.2. Veri Analizi

Anket, geleneksel kağıt tabanlı ihaleyi engelleyen bariyerleri sıralamak için R kodlaması kullanılarak ayarlanmış Göreceli Önem Endeksi (RII) ile analiz edilmiştir. RII'nin belirlenmesi, özellikle Likert ölçeği anketleri için değerli olan önem düzeylerinin hiyerarşisini doğru bir şekilde gösterdiği için çalışmada çok önemlidir. Veri analizi adımları aşağıda verilmiştir.

$$(1) \quad RII = \frac{\sum (W_i \times X_i)}{(k \times n)}$$

Burada

- RII bir engel için Göreceli Önem Endeksi'dir.
- W_i^{th} Likert ölçeğinin seviyesine atanan ağırlıktır.
- X_i Likert ölçeğinin i^{th} seviyesini seçen yanıtlayıcıların sıklığıdır.
- k Likert ölçeğindeki en yüksek seviyedir.
- n ankete katılanların toplam sayısıdır.

Formülde, $\sum (W_i \times X_i)$ Likert ölçeğinin her seviyesi için ağırlıkların ve sıklıkların çarpımının toplamını temsil etmektedir.

3.2. Aşama 2 - YBM İhale Metodolojisi

Bu çalışmanın amacına ulaşmak için, önceki bölümlerdeki literatür değerlendirmesinin ardından uygun bir veri toplama ve analiz stratejisi geliştirilmelidir. Bu bölümde, araştırma sorularını ele almak ve bu çalışmanın hedeflerine ulaşmak için benimsenen yaklaşım, tasarım ve prosedürler açıklanmaktadır. Bu bölümde araştırma tasarımı, popülasyon ve örnekleme teknikleri, veri toplama yöntemleri ve veri analizi için kullanılan prosedürler ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Ayrıca, çalışma ile ilgili etik hususlar ve bulguların geçerliliğini ve güvenilirliğini sağlamak için atılan adımlar da ele alınmaktadır.

➤ Araştırma yöntemleri

Araştırma yöntemleri, belirli araştırma sorularını ele almak için verilerin toplanması, analizi ve yorumlanması için yapılandırılmış bir çerçeve sağlar. İnşaatla ilgili çalışmalarda, özellikle YBM gibi dijital yenilikleri içeren çalışmalarda, bulguların güvenilirliğini ve alaka düzeyini sağlamak için uygun yöntemlerin seçilmesi çok önemlidir. Sileyew (2019), araştırma yöntemlerini araştırmacıların araştırmalarını yürütmek için izlemeleri gereken süreç olarak tanımlamaktadır. Araştırmacıların bir

sorunu tanımlamak, bir hedef belirlemek ve araştırma boyunca toplanan verilerden sonuçlar çıkarmak için attıkları adımları ayrıntılı olarak açıklamaktadır. Saunders vd. (2019) göre, araştırma metodolojisi araştırmacının felsefi duruşu ve araştırmanın doğası ile uyumlu olmalıdır ve bu genellikle "Araştırma Soğanı" modeli ile görselleştirilir.

Saunders vd. (2012), araştırma yöntemlerinin araştırmayı yürütmek için kullanılan araçlar veya stratejiler olduğunu öne sürmektedir. Bunlar arasında deneyler, anketler, vaka çalışmaları ve görüşmeler yer almaktadır. Bu araştırmada, hem nicel hem de nitel yöntemleri kullanan pragmatik bir yaklaşım benimsenmiştir. Farklı yöntemler benimsenmiş olup, başlıca yöntemler, sonraki bölümlerde ele alınacağı üzere, anketler, görüşmeler, odak grupları ve literatür taraması yoluyla yürütülen anketlerdir.

3.3. Araştırma felsefesi

Araştırmacının gerçekliğin doğası (ontoloji) ve bilginin doğası (epistemoloji) hakkındaki varsayımları, bir çalışmanın temelini oluşturan araştırma felsefesine yansır. Bu varsayımlar da kullanılan metodoloji ve yöntemlerin seçimini etkiler. Bryman ve Bell (2015) tarafından belirtildiği gibi, araştırma felsefesi, bir çalışma içinde bilgi üretmek, yorumlamak ve doğrulamak için kılavuz görevi gören temel bir bileşendir.

Gana'nın ihale sürecinde YBM kullanımını araştıran bu araştırma bağlamında, YBM'in benimsenmesinin objektif değerlendirmesini ve paydaşların öznel bakış açılarını bir araya getiren felsefi bir yaklaşım benimsemek çok önemlidir. Ayrıca, bu araştırmanın sadece Gana'da yürütüldüğünü belirtmek önemlidir. Bu nedenle, bu araştırma, araştırma konusu ve yürütüldüğü bağlama bağlı olarak hem pozitivist hem de yorumlayıcı paradigmaların kullanımını destekleyen pragmatik bir araştırma felsefesine bağlıdır.

YBM'in benimsenme düzeyini değerlendirmeye, proje performansı üzerindeki etkisini ölçmeye ve yaygın uygulama sorunlarını belirlemeye çalışan çalışmanın nicel yönü, çalışmada yansıtılan pozitivist yaklaşımı yansıtmaktadır. Saunders vd. (2019) göre, bu yaklaşım, önceden var olan teorilerden türetilen hipotezleri gerçek kanıtlar kullanarak test etmeyi içeren tımdengelimli yöntemle tutarlıdır.

Öte yandan, yorumlayıcı bakış açısı, Gana'nın inşaat sektöründeki paydaşların karşılaştığı algıları, motivasyonları ve bağlamsal zorlukları araştıran nitel bileşende açıkça görülmektedir. Yin (2014), yorumlayıcılığın özellikle karmaşık sosyal süreçleri anlamak ve "nasıl" ve "neden" ile ilgili sorulara yanıt vermek için yararlı olduğunu belirtmektedir 3.

Bu çalışma, YBM uygulamasının daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlayan karma yöntem yaklaşımını benimsemektedir. Bu, her iki felsefi perspektifi araştırmada birleştirilerek gerçekleştirilmektedir. Flick (2015) göre, çeşitli araştırma metodolojilerinin kullanılması, özellikle inşaat yönetimi gibi uygulamalı alanlarda araştırma bulgularının güvenilirliğini ve uygulanabilirliğini artırmaktadır.

Genelleştirilebilir fikirleri durumun derinlemesine anlaşılmasıyla birleştirme yeteneği nedeniyle, bu felsefi bakış açısı, Gana'da YBM'in benimsenmesi için bağlama duyarlı bir yol haritası geliştirmek için özellikle uygundur.

➤ Pozitivizm

Pozitivizm, deneysel araştırmalar yoluyla gözlemlenebilen, ölçülebilen ve açıklanabilen gerçekliğin nesnelliğini savunan felsefi bir çerçevedir. Bu yaklaşım, bilgi üretimine bilimsel yöntemlerin uygulanmasını vurgular ve sosyal fenomenlerin incelenmesinde doğa bilimi ilkelerinin kullanımını teşvik etmektedir. Karupiah (2022), pozitivizmin gerçekçi bir ontoloji ve nesnel bir epistemoloji üzerine kurulduğunu ve araştırımcıyı ve araştırma konusunu bağımsız varlıklar olarak gördüğünü savunmaktadır.

Araştırmada pozitivizm, yerleşik teorilere dayalı hipotezlerin formüle edilmesini ve ardından sistematik metodolojiler ve istatistiksel analizler kullanılarak test edilmesini savunur. Bu yöntem, bilginin gözlem, ölçüm ve doğrulama yoluyla inşa edildiğini öne süren hipotetik-tümdengelsel modelle tutarlıdır (Park vd. 2020). Pozitivist araştırmalar genellikle genelleştirilebilir bulgular veya "yasa benzeri" sonuçlar ile sonuçlanır ve bu sonuçlar inşaat yönetimi ve YBM uygulaması gibi alanlarda önemli bir değere sahiptir.

Saunders vd. (2019), pozitivist araştırmacıların genellikle yapılandırılmış metodolojiler kullandıklarını, anketler gibi standartlaştırılmış araçlar kullandıklarını ve sonuçlarında nesnellik ve tekrarlanabilirlik için çaba gösterdiklerini açıklamaktadır. Pozitivist paradigmanın doğasında bulunan nesnellik, araştırımcı önyargısını azaltıp bulguların güvenilirliğini artırdığı için bir güç olarak görülmektedir.

Bu çalışma, Gana'daki inşaat ihale sürecinde YBM'in benimsenme düzeyini inceleyen nicel bileşeni ile pozitivist bir tutumu yansıtmaktadır. Araştırma, YBM kullanımındaki ölçülebilir kalıpları belirlemek, proje performansı üzerindeki etkisini değerlendirmek ve sektör paydaşlarının karşılaştığı zorlukları değerlendirmek için yapılandırılmış anketler ve istatistiksel analizler kullanmaktadır.

Pozitivist araştırmanın sistematik ve tekrarlanabilir özellikleri, maliyet tahmin doğruluğu, ihale verimliliği ve paydaşların hazırlığı dahil olmak üzere YBM'in benimsenmesinin teknik ve operasyonel yönlerini analiz etmek için özellikle uygun hale getirir. Bu analiz, Gana'da YBM'i uygulamak için veriye dayalı bir yol haritasının oluşturulmasını kolaylaştırmaktadır.

➤ Yorumlayıcı yaklaşım

Yorumculuk, bireylerin oluşturduğu öznel deneyimler ve anlamlar aracılığıyla sosyal sorunları anlamayı vurgular (Alhumayn 2018). Buna karşılık, pozitivizm nesnel, genelleştirilebilir gerçekleri aramaktadır. Bryman ve Bell'e (2015) göre, yorumculuk, insan davranışlarının karmaşıklığı ve çeşitliliği nedeniyle, insanları ve kurumları incelemek için doğa bilimlerini incelemekten farklı bir mantık gerektirdiğine inanır. Yorumlayıcılık, gerçekliğin sosyal olarak oluşturulduğunu ve araştırımcı-katılımcı etkileşiminin bilgiyi yarattığını savunur. Saunders vd. (2019), yorumlayıcılığı bağlamsal anlayışı teşvik eden ve insanların sosyal fenomenleri nasıl yorumladığını anlamaya çalışan bir dünya görüşü olarak tanımlar. Görüşmeler ve vaka çalışmaları gibi nitel araştırma yaklaşımları, katılımcılardan derinlemesine içgörüler elde edilmesini sağlar.

Easterby-Smith vd. (2002), ve Pervin ve Mokhtar (2022) göre, yorumlayıcı yaklaşım ve sosyal yapılandırmacılık, insanların başkalarıyla ve çevreleriyle etkileşim yoluyla deneyimlerine öznel anlamlar yükledikleri konusunda hemfikirlerdir. Araştırmacılar, bu anlamların insanların koşulları nasıl algıladıklarını ve bunlara nasıl tepki verdiklerini etkilediği için, bilginin oluştuğu ortamı anlamalıdır.

Bu araştırma, Gana'nın ihale sürecini ve YBM'in benimsenmesini ve uygulanmasını incelemekte olup, yorumlayıcı yaklaşımı önemli kılmaktadır. Paydaşların görüşleri, deneyimleri ve hazırlıkları öznel ve bağlama bağlıdır, oysa YBM'in teknik faydaları objektif olarak ölçülebilir. Ganalı inşaat profesyonellerinin YBM'in yararlılığı ve benimsenmesinin önündeki zorlukları hakkındaki görüşlerini anlamak, bu farklı bakış açıları içeren yorumlayıcı bir yaklaşım gerektirir. Bu nedenle, bu çalışma, paydaşların deneyimlerini şekillendiren çeşitli gerçeklikleri ve kültürel, kurumsal ve mesleki bağlamları kabul etmek için yorumlayıcı yaklaşımı kullanır. Çalışmanın karma yöntem yaklaşımı ve felsefi perspektifi, Gana'nın YBM uygulamasındaki zorlukları ve fırsatları daha derinlemesine anlamayı sağlamaktadır.

➤ Araştırma felsefesinin seçimi

Uygun bir araştırma felsefesinin seçilmesi, tutarlı ve güvenilir bir araştırma çalışması tasarlamak için çok önemlidir. Saunders vd. (2019) ile Alharahsheh ve Pius (2020), araştırma felsefesinin seçiminin, bilginin anlaşılmasını ve gerçekliğin algılanmasını etkileyen araştırmacının ontolojik ve epistemolojik varsayımları tarafından belirlendiğini belirtmektedir.

Ontoloji, araştırmacının gerçekliğin doğası hakkındaki bakış açısıyla ilgilidir ve insan algısından bağımsız nesnel varoluş (gerçekçilik) ile sosyal olarak inşa edilmiş öznel yorum (görelilik) arasında ayrım yapar. Epistemoloji, bilginin doğası ve araştırmacı ile araştırma konusu arasındaki ilişki ile ilgilidir. Şu gibi soruları inceler: Geçerli bilgiyi ne tanımlar? Bilgimizin temeli nedir?

Bu çalışma, Gana'nın inşaat ihale sürecinde YBM'in benimsenmesini ve uygulanmasını, hem nesnel hem de öznel boyutları kapsayacak şekilde incelemektedir. YBM kullanımının derecesi ve proje performansı üzerindeki ölçülebilir etkileri, bilginin gözlemlenebilir, ölçülebilir ve genelleştirilebilir olduğunu öne süren pozitivist epistemoloji ile uyumludur. Buna karşılık, paydaşların algılarını, deneyimlerini ve karşılaştıkları kurumsal zorlukları anlamak, bilginin bağlama bağlı ve sosyal olarak inşa edildiğini kabul eden yorumlayıcı bir yaklaşım gerekmektedir.

Bu araştırma, her iki bakış açısının da önemini kabul ederek, karışık yöntemler tasarımı yoluyla pozitivist ve yorumlayıcı yaklaşımların entegrasyonunu kolaylaştıran pragmatik bir felsefi duruş benimsemektedir. Bu karar, gelişmekte olan ülkelerde YBM uygulaması gibi karmaşık, gerçek dünya sorunlarını ele almak için tek bir felsefi yaklaşımın yeterli olmadığı görüşüyle uyumludur. Saunders vd. (2019) ile Alharahsheh ve Pius (2020), pragmatizmin, nicel ve nitel içgörülerini entegre ederek eyleme geçirilebilir sonuçlar üretmeyi amaçlayan araştırmalar için özellikle uygun olduğunu savunmaktadır.

Bu çalışmanın felsefi temeli, YBM'in benimsenmesinin hem teknik hem de insani boyutlarının kapsamlı bir şekilde araştırılmasını sağlayan metodolojik olarak çoğulcu bir

yaklaşımı desteklemektedir.

➤ **Ontoloji**

Ontoloji, gerçekliğin ve varlığın doğasının felsefi incelemesidir. Araştırma, araştırmacıların gerçekliğin doğası ve onun anlaşılabilirliği yöntemler hakkındaki varsayımlarını incelemekle ilgilidir. Saunders vd. (2019) ile Davidavičienė (2018), ontolojinin araştırmacıların dünyayı algılama biçimlerini etkilediğini ve metodolojik kararlarını etkilediğini savunmaktadır.

Bu çalışma, iki temel ontolojik pozisyona dayanmaktadır: pozitivism ve yorumlayıcılık. Pozitivism, gerçekliğin insan algısından bağımsız olarak var olduğu ve nesnel olarak ölçülebileceği öncülüne dayanır. Bu bakış açısı, fenomenlerin çeşitli bağlamlarda tutarlı ve gözlemlenebilir olduğunu varsayar ve bu da tekil, nesnel bir gerçeklik kavramına yol açar (Karupiah 2022; Mbanaso vd. 2023). Bu ontolojik bakış açısı, genelleştirilebilir gerçekleri ortaya çıkarmak için yapılandırılmış, niceliksel metodolojilerin uygulanmasını savunur.

Buna karşılık, yorumculuk, gerçekliğin sosyal olarak inşa edildiğini ve insan deneyimleri ve etkileşimlerinden etkilendiğini varsayar. Bu bakış açısına göre, her biri bağlam ve ilgili bireyler tarafından şekillendirilen çok sayıda gerçeklik vardır. Easterby-Smith vd. (2012) ve Saunders vd. (2019), yorumcu ontolojinin, bireylerin deneyimlerine attıkları anlamları anlamının önemini vurguladığını belirtir. Bu anlamlar genellikle öznel ve bağlama bağlıdır.

Bu çalışma, her iki ontolojik perspektifin de önemini kabul etmektedir. Pozitivist ontoloji, YBM benimseme düzeylerinin ve performans ölçütlerinin nicel analizini kolaylaştırırken, yorumlayıcı ontoloji, Gana'da YBM uygulamasını etkileyen paydaş algılarının, kurumsal zorlukların ve bağlamsal faktörlerin incelenmesini mümkün kılar. Bu ikili ontolojik duruş, bu çalışmada kullanılan pragmatik araştırma felsefesiyle uyumludur ve metodolojik esnekliği ve araştırma probleminin daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını kolaylaştırır.

Johannesson ve Perjons (2021), hiçbir ontolojinin doğası gereği üstün olmadığını, seçimin araştırma hedefleri ve incelenen olgunun özelliklerine göre belirlenmesi gerektiğini savunmaktadır. Bu çalışma, ontolojik pozisyonların entegrasyonunun, özellikle gelişmekte olan bir ülkede YBM'in benimsenmesinin karmaşık ve gelişen bağlamında bulguları zenginleştirdiğini göstermektedir.

➤ **Epistemoloji**

Epistemoloji, bilgi ve araştırmacıların doğru bilgi ve bilginin edinilmesi hakkındaki fikirlerinin incelenmesidir. Araştırma felsefesini ve metodolojisini etkiler ve ontoloji ile doğrudan ilgilidir. Bryman (2012), epistemolojiyi bilgi ve bilen-bilgi ilişkisinin incelenmesi olarak tanımlar. Şu soruları sorar: Bilgi nedir? Nasıl elde edilir? Güvenilir kanıt nedir?

Easterby-Smith vd. (2008), epistemolojinin araştırmacıların evreni incelemek için en etkili yaklaşımları seçmelerine yardımcı olduğunu savunurlar. Epistemoloji, bilgi

sınırlarını belirler ve bilgi iddialarını haklı çıkarmaktadır. Eriksson ve Kovalainen (2008), epistemolojinin araştırmacının bilgi inşası ve doğrulamasına ilişkin görüşünü temsil ettiği için araştırma metodolojisini ve veri yorumlamasını etkilediğini eklerler.

Araştırmacılar epistemoloji konusunda pozitivist veya yorumlayıcı olabilirler. Pozitivistler bilginin nesnel, gözlemlenebilir ve ölçülebilir olduğuna inanırlar. Bu, nicel hipotez testini ve genellemeyi teşvik eder. Yorumlayıcı epistemoloji, bilgi öznel ve sosyal olarak yaratıldığından, katılımcıların bakış açılarını ve deneyimlerini anlamak için nitel araştırmayı vurgular. Saunders vd. (2019), kaynak ve duygu odaklı araştırmacıları birbirinden ayırır. Pozitif araştırmacılar nicel verilere ve istatistiksel analize odaklanırken, yorumlayıcı araştırmacılar bireylerle duygusal bağ kurarak anlam ararlar.

Epistemoloji, Gana'nın inşaat sektörünün YBM'i benimsemesini ve paydaşların öznel deneyimlerini inceleyen bu çalışma için çok önemlidir. "YBM farkındalığı ne düzeydedir?" ve "Paydaşlar YBM uygulamasının önündeki zorlukları nasıl algılamaktadır?" gibi "ne" ve "nasıl" sorularını yanıtlamak için pozitivist ve yorumlayıcı yönleri birleştiren pragmatik bir epistemolojik yaklaşım gereklidir. Çalışmanın ikili epistemolojik yönelimi, Gana'nın YBM benimseme ortamının genişliğini ve derinliğini yakalayarak, ampirik gerçeklerin ve bağlamsal içgörülerinin pratik ve bağlama duyarlı bir uygulama yol haritasına bilgi sağlamasını garanti eder.

➤ Metodoloji ve Aksiyoloji

Metodoloji, araştırma yöntemlerinin seçilmesi ve uygulanmasına yönelik yaklaşım ve gerekçeyi ifade eder. Araştırmacının ontolojik ve epistemolojik inançları, bilginin üretilmesini ve yorumlanmasını etkiler. Denzin ve Lincoln (2011), metodolojiyi, tümevarımsal veya tümdengelimli akıl yürütmenin ardındaki mantık da dahil olmak üzere, teoriyi teknikle ilişkilendiren ilkeler olarak tanımlar.

Bu çalışmada, pozitivist ve yorumlayıcı teoriler metodolojiyi şekillendirmektedir. YBM'in benimsenmesi ve proje performansı ile ilgili varsayımları test etmek için pozitif önyargılı tümdengelimli akıl yürütme kullanılmaktadır. Tersine, yorumlayıcı tümevarımcı yaklaşım, Gana'nın inşaat ihale sürecinde YBM'in uygulanmasına ilişkin paydaşların bakış açılarını ve bağlamsal kısıtlamaları incelemektedir. Bu iki yaklaşım, Creswell (2012) ve Yin (2013) tarafından açıklandığı gibi, sırasıyla nicel ve nitel yöntemler kullanılmaktadır.

Alternatif olarak, aksiyoloji araştırmada değerlerin rolünü inceler. Araştırmacı, kişisel değerlerin araştırmayı etkileyip etkilemediğini ve nasıl etkilediğini tartışır. Aksiyoloji, araştırmacının konudan uzak durduğu pozitivist araştırmada nesnellik ve değer tarafsızlığını vurgular. Yorumlayıcı yaklaşım, araştırmacının değerlerinin ve yorumlarının araştırma süreci için çok önemli olduğunu kabul eder. Denzin ve Lincoln (2011) göre, nitel araştırmada aksiyoloji etik konuları ve araştırmacı ile katılımcı arasında anlamın birlikte inşasını kapsamaktadır.

Bu çalışmanın aksiyolojisi pragmatik niteliktedir. Nicel aşama nesneldir, nitel aşama ise paydaşların görüşlerini kavramak için refleksivite ve empati kullanır. Bu dengeli yaklaşım, ampirik temelli ve bağlamsal olarak anlamlı araştırma bulguları sağlar ve Gana'da uygulanabilir ve kapsayıcı bir YBM uygulama yol haritası oluşturulmasını

mümkün kılmaktadır. Çizelge 3.1’de, çeşitli felsefi duruşları ve bunlara karşılık gelen metodolojileri özetlemektedir (Kaynak: (Alhumayn 2018) uyarlaması). İki farklı felsefe, özellikle Gana’da YBM tabanlı ihale sisteminin benimsenmesi ve uygulanması bağlamında araştırmada kullanılabilecek çeşitli yaklaşımlar ortaya koymaktadır.

Çizelge 3.1. İki Ana Araştırma Paradigmasının Özellikleri

Paradigma	Pozitivizm	Yorumlayıcılık
Bileşen		
Ontoloji	Doğruluk (Gerçeklik) nadirdir. Gerçeklik araştırmadan önce gelir.	Araştırma perspektifine bağlı olarak çeşitli gerçekler formüle edilebilir. Gerçeklik, araştırma yoluyla ortaya çıkar.
Epistemoloji	Bir kararı belirtir. Olaylar alt birimlere ayrılır. Araştırmacı ile araştırma konusu arasındaki mesafe korunur.	Yorumlamayı belirtir. Olaylar bütün olarak analiz edilir. Araştırmacı ile araştırma konusu arasındaki etkileşimi korur.
Metodoloji	Nicel yöntemler sıklıkla kullanılır.	Nitel yöntemlerin kullanımı

3.4. Araştırma yaklaşımı

Araştırma yaklaşımı, bilginin oluşturulduğu ve doğrulandığı mantıksal çerçeveyi tanımlar. Araştırma genellikle iki ana yaklaşım kullanır: tümdengelimli akıl yürütme ve tümevarımlı akıl yürütme. Easterby-Smith vd. (2002), tümdengelimli yaklaşımın genellikle pozitivist araştırma ile bağlantılı olduğunu, bu yaklaşımda hipotezlerin yerleşik teorilere dayalı olarak formüle edildiğini ve ardından ampirik gözlem yoluyla değerlendirildiğini belirtir. Tümevarımsal yaklaşım, teorilerin keşifsel araştırma yoluyla toplanan verilerden ortaya çıktığı yorumlayıcı paradigmalarla uyumludur (Davidavičienė 2018).

Tümdengelimsel yaklaşım, genel ilkeler veya teorik çerçevelerle başlar ve spesifik gözlemlere doğru ilerler. Nicel araştırma, hipotezleri test etmek ve genelleştirilebilir bulgular elde etmek için genellikle yapılandırılmış metodolojiler ve istatistiksel araçlar kullanır (Easterby-Smith vd. 2002; Davidavičienė 2018). Bu yöntem, YBM’in benimsenme derecesini ve Gana’nın inşaat sektöründeki proje performansı üzerindeki ölçülebilir etkilerini değerlendirmek için etkilidir.

Tümevarımsal yaklaşım, belirli gözlemlerle başlar ve yeni teorilerin formülasyonuna katkıda bulunabilecek kalıpları veya temaları belirlemeyi amaçlar. Bu yaklaşım, katılımcıların anlamlarını ve deneyimlerini anlamayı amaçlayan nitel araştırmalarda sıklıkla kullanılır. Bu çalışma, ihale sürecinde YBM’in uygulanmasını etkileyen paydaş algılarını, kurumsal zorlukları ve bağlamsal faktörleri araştırmak için

tümevarımsal bir yaklaşım kullanmaktadır.

Bu araştırma, YBM kullanım düzeyleri ve maliyet tahmin doğruluğu gibi nicel boyutların yanı sıra paydaşların tutumları ve politika zorlukları gibi niteliksel içgörüler hakkında kapsamlı bir anlayış elde etmek için her iki yaklaşımı da entegre eden karma yöntem stratejisi kullanmaktadır. Bu ikili yaklaşım, bulguların geçerliliğini, derinliğini ve uygulanabilirliğini artırarak Gana'da YBM uygulamasının pratik ve bağlama duyarlı bir yol haritasının oluşturulmasını kolaylaştırmaktadır.

3.4.1. Tümdengelimsel yaklaşım

Tümdengelimsel yaklaşım, yerleşik teorilere dayalı hipotezler oluşturmayı ve ardından bu hipotezleri ampirik gözlem yoluyla test etmeyi içermektedir. Silverman (2013) ve Haque (2022), bu yaklaşımı teorik önermeleri test edilebilir hipotezlere dönüştüren bir yaklaşım olarak tanımlamaktadır. Bu yaklaşım, önceki çalışmalarda belirlenen beklentilerle örtüşen gözlemlenebilir fenomenleri araştırmayı amaçlayan araştırmalar için özellikle uygundur. Soiferman'a (2010) göre, tümdengelimli akıl yürütme genel ilkelerle başlar ve belirli sonuçlara doğru ilerler, bu da onu hipotez odaklı araştırmalar için uygun hale getirmektedir.

Bu yaklaşım, gerçekliğin sistematik gözlem yoluyla nesnel ve ölçülebilir olduğunu öne süren pozitivist felsefeyle uyumludur. Baskarada ve Koronios (2018), tümdengelimli yöntemin, kontrollü ortamlarda hipotezleri test etmek için istatistiksel araçlar uygulayarak genelleştirilebilir bilginin geliştirilmesini kolaylaştırdığını iddia ederler. 3. Bu yaklaşım, teorik yapılarından ampirik verilere geçişle tanımlanır, kavramsal bir çerçeveye araştırmaya başlar ve ampirik doğrulamaya doğru ilerler. Nicel metodoloji genellikle tümdengelimsel yaklaşımla bağlantılıdır. Bu süreç, hipotezlerin geçerliliğini değerlendirmek için yapılandırılmış araçlar, sayısal veriler ve istatistiksel analiz kullanır. Stockemer ve Bordeleau (2023), bu metodolojinin neden-sonuç ilişkileriyle düzenlenen tekil, ölçülebilir bir gerçeklik öncülüne dayandığını iddia ederler.

Deduktif yaklaşım, epistemolojik bir bakış açısıyla, bilginin nesnel ve araştırmacıdan bağımsız olduğu pozitivist görüşe karşılık gelmektedir. Neuman (2006), nesnelliğin sağlanması için araştırmacıların önyargıları azaltmak ve bulgularının güvenilirliğini artırmak için konularından uzak durmaları gerektiğini öne sürer.

Bu çalışma, Gana'daki inşaat ihale sürecinde YBM'in benimsenme düzeyini değerlendirmek için tümdengelimli bir yaklaşım kullanmaktadır. Bu, araştırmacının YBM'in maliyet tahmini, proje verimliliği ve paydaş işbirliği üzerindeki etkileriyle ilgili oluşturulan hipotezleri değerlendirmesine olanak tanır. Sonuçlar, YBM'in uygulanması için veriye dayalı bir çerçevenin oluşturulmasını desteklemektedir.

➤ Tümevarımsal yaklaşım

Tümevarımsal yaklaşım, belirli gözlemlerden daha geniş genellemeler ve teorilere doğru ilerleyen bir akıl yürütme sürecini içerir. Bryman ve Bell (2015), bu yaklaşımın veri toplama ile başladığını ve ardından teorik gelişime katkıda bulunan kalıpları veya temaları belirlediğini belirtmektedir. Haque (2022) ve Takona (2024), tümevarımsal araştırmanın ampirik gözlemlerle başladığını ve araştırmacının içgörüler elde etmesine

ve anlamlar oluşturmasına olanak tanıdığını gözlemlemektedir.

Tümevarımsal yöntem, tümdengelimsel yaklaşımın aksine, önceden belirlenmiş bir teorik çerçeve ile başlamaz. Araştırmanın odak noktası genellikle veri toplama sırasında veya sonrasında gelişir. Flick (2011), bu esnekliğin araştırmacıların öngörülemeyen bulgulara açık kalmalarını sağladığını ve esnek olmayan teorik varsayımlardan kaynaklanan önyargı riskini azalttığını vurgulamaktadır.

Tümevarımsal yaklaşım, özellikle mevcut teorilerin incelenen fenomenleri yeterince açıklamadığı durumlarda, öncelikle nitel araştırma ile bağlantılıdır. Creswell (2012), nitel araştırmayı, gelişen, açık uçlu sorgulamalar yoluyla karmaşık insani ve sosyal konuların keşfine odaklanan, doğası gereği tümevarımsal olarak tanımlamaktadır. Bu yöntem, Gana'da YBM'in benimsenmesi gibi yeterince araştırılmamış konuların veya kültürel açıdan özgü uygulamaların incelenmesi için özellikle yararlıdır. Çeşitli nitel araştırma tasarımları, tümevarımsal akıl yürütmeye dayanmaktadır.

Etnografi, sosyal uygulamaları anlamak için gözlem ve görüşmelerden yararlanarak, doğal ortamlarında kültürel grupların uzun süreli incelenmesini içerir (Flick 2006; Creswell 2012). Dört Temellendirilmiş teori, katılımcılardan toplanan verilerden elde edilen soyut teorileri, yinelemeli kodlama ve sürekli karşılaştırma yöntemlerini kullanarak formüle etmeyi amaçlar (Neuman 2006). Yin (2013) tarafından özetlendiğı gibi, vaka çalışması araştırması, belirli bir sistemin (örneğin, bir proje, organizasyon veya süreç) zamansal bir çerçeve içinde kapsamlı bir şekilde incelenmesini gerektirir. Fenomenoloji, yaşanmış deneyimlerin ve bireylerin bunlara atfettikleri anlamın anlaşılmasını vurgular (Gomm 2008). Anlatı araştırması, bireylerin deneyimlerini nasıl yorumladıklarını anlamak için kişisel anlatıları toplar ve yapılandırır (Creswell 2012).

Bu çalışma, Gana'nın inşaat ihale sürecinde YBM'i uygularken paydaşların karşılaştığı algıları, deneyimleri ve bağlamsal zorlukları araştırmak için tümevarımsal bir yaklaşım kullanmaktadır. Bu yöntem, araştırmanın bağlama özgü bir uygulama yol haritasının oluşturulmasına bilgi sağlayan bilgilendirilmiş içgörüler üretmesini sağlamaktadır.

➤ Karma yöntem yaklaşımı

Araştırma tasarımı, bir çalışmanın çeşitli unsurlarını tutarlı ve mantıklı bir şekilde entegre etmek için kullanılan kapsamlı stratejiyi ifade eder ve böylece araştırma sorununun etkili bir şekilde çözülmesini sağlar. Bu araştırma, Gana'nın ihale sürecinde YBM'in benimsenmesini etkileyen faktörleri kapsamlı bir şekilde incelemek için nitel ve nicel yaklaşımları entegre eden karma yöntemler tasarımını kullanır.

Karışık yöntem yaklaşımı, özellikle YBM gibi karmaşık sosyo-teknik sistemleri içeren bağlamlarda, inşaat araştırmalarındaki değeriyle giderek daha fazla kabul görmektedir. Abowitz ve Toole (2010), nitel ve nicel yöntemlerin entegrasyonunun, veri yakınsaması veya uzaklaşmasının gözlemlenmesini sağlayarak araştırma bulgularının geçerliliğini ve güvenilirliğini artırdığını ve böylece nedensel çıkarımları güçlendirdiğini belirtmektedir (Abowitz ve Toole 2010). Bu yaklaşım, YBM'in benimsenmesi için bir yol haritası geliştirmek için gerekli olan paydaş algıları ve kurumsal hazırlık gibi bağlamsal faktörlerin yanı sıra maliyet tahmini ve model doğruluğı gibi teknik boyutların

incelenmesini kolaylaştırır.

Newaz (2022), karma yöntem araştırmasının, ampirik veriler ve bağlamsal anlayışın politika ve uygulamaları bilgilendirmek için çok önemli olduğu gelişmekte olan ülkeler gibi yapılandırılmamış veya gelişen araştırma bağlamları için özellikle uygun olduğunu vurgulamaktadır. Bu tasarım, YBM ile ilgili çalışmalarda, özellikle kamu alımları ve ihale süreçleri ile ilgili uygulama zorluklarının ve fırsatlarının kapsamlı bir analizini kolaylaştırmaktadır.

➤ 3.3.3.1. YBM Tabanlı İhale Tasarımında Karma Yöntemlerin Gerekçesi

Karışık yöntem tasarımının seçilmesinin gerekçesi, hem nitel hem de nicel yaklaşımların güçlü yönlerinden yararlanmaktır. Nitel bileşen, YBM'in benimsenmesi ile ilgili kilit paydaşların algı, tutum ve deneyimleri hakkında derinlemesine içgörüler sağlarken, nicel bileşen, YBM'in benimsenme oranlarını ve ihale sürecindeki etkinliğini etkileyen faktörler hakkında ölçülebilir veriler sunar (Creswell 2017). Genel özellikler aşağıdakileri içerir, ancak bunlarla sınırlı değildir:

- **Geçerlilik için Üçgenleme:** Karma yöntem araştırması, sonuçların geçerliliğini ve güvenilirliğini artırmak için çoklu veri kaynakları ve yöntemleri kullanarak üçgenlemeyi kullanır. Bu, etkili yol haritaları tasarlamak için hem teknik (nicel) hem de deneyimsel (nitel) içgörüler gereken YBM tabanlı ihalelerde özellikle önemlidir (Turner 2017; Seyis ve Sönmez 2022).
- **Kapsamlı Perspektif:** Sistematik literatür incelemeleri, uzman görüşmeleri ve yapılandırılmış anketleri entegre ederek, karma yöntemler endüstri trendlerinden pratik zorluklara ve paydaş deneyimlerine kadar çeşitli perspektifleri yakalar (Turner 2017).
- **Bağlamsal Anlama:** Yöntemlerin birleştirilmesi, araştırmacıların YBM uygulamasının ölçülebilir sonuçlarının yanı sıra, İhale ve ihale süreçlerini etkileyen, bağlama bağlı nüanslı faktörleri de ele almalarını sağlar (Turner 2017; Ryu 2020).

Ayrıca, Creswell ve Plano Clark (2018), Çizelge 3.2'de özetlendiği gibi Karma Yöntem Araştırma Tasarımının bazı özelliklerini özetlemiştir. Karma Yöntem Araştırma Tasarımının Özellikleri (Creswell ve Plano Clark 2018).

Çizelge 3.2. Karma Yöntem Araştırma Tasarımının Özellikleri

Özellik	Açıklama
Entegrasyon	Daha sağlam bir analiz için nitel ve nicel verileri birleştirir.
Tamamlayıcılık	Nicel bulguları açıklamak veya tamamlamak için nitel verileri kullanır.
Üçgenleme	Birden fazla veri kaynağı veya yöntem kullanarak bulguları çapraz doğrulama yapar.
Geliştirme	Bir yöntemi, diğerinin gelişimini bilgilendirmek için kullanır.

3.4.2. Araştırma yaklaşımları

En uygun çalışma yaklaşımını belirlemek için, epistemolojik veya teorik temellerden ve araştırmacılar tarafından sorulan soruların doğasından yola çıkan tümdengelimli ve tümevarımlı araştırma dahil olmak üzere çeşitli yöntemler kullanılır. Epistemolojik pozisyonlar ve Bölüm 1'de sunulan araştırma soruları dikkate alındığında, bu araştırma, YBM'in kullanımının yaygınlığı, işlevselliği ve proje performansının iyileştirilmesi ve Gana'da YBM'in uygulanmasındaki zorluklar açısından Gana inşaat sektörünü araştırmak için kullanılan tümdengelimli yaklaşımla uyumlu, karma bir yaklaşım benimsemiştir. Bu yaklaşım daha önce Alhumayn (2018) tarafından, Suudi Arabistan Krallığı'nda YBM kullanımının yaygınlığını araştırmak ve benimsenmesinin önündeki zorlukları belirlemek için kullanılmıştır. Bu çalışma da, YBM'in Gana ihale sürecine entegre edilmesi için bir yol haritası geliştirmek amacıyla, YBM kullanımının yaygınlığını incelemek ve Gana inşaat sektöründe uygulanmasının önündeki zorlukları belirlemek için Alhumayn'ın yöntemini benimsemiştir.

Araştırma çalışması, YBM kullanımının yaygınlığını araştırıp Gana'da YBM'in benimsenmesinin önündeki zorlukları belirlediğinden, çalışmaya net bir bakış açısı sağlamak için nicel bir yaklaşım kullanılmıştır. Saunders vd. (2012) tarafından sunulduğu gibi, tümdengelimli yöntem kim, ne, ne zaman, nerede, nasıl, ne kadar ve kaç tane gibi soruları yanıtlamak için kullanılabilir. Örneğin, bu yöntem "Gana inşaat sektöründe YBM farkındalık düzeyi nedir?" araştırma sorusunun yanıtlanmasına yardımcı olmuştur.

Tümevarımsal yaklaşım, YBM'in mevcut benimsenme düzeyini etkileyen temel faktörleri araştırmak ve bağlam içindeki belirli zorlukları ve kolaylaştırıcıları belirlemek için kullanılır. Bu yaklaşım, yorumlayıcı paradigma ile tutarlıdır ve nitel verilerden kalıpların ve temaların ortaya çıkmasını kolaylaştırarak "nasıl" ve "neden" sorularını etkili bir şekilde ele alır (Yin 2014). Örneğin, sektör profesyonelleriyle yapılan görüşmeler, YBM uygulamasını etkileyen sosyo-kültürel ve kurumsal faktörleri ortaya koymaktadır (Alhumayn 2018). Bu bağlamda, araştırma hem nitel hem de nicel araştırma unsurlarını içeren çeşitli metodolojik yaklaşımlar kullanmıştır.

3.5. Araştırma Yöntemleri

Pragmatik bir araştırma felsefesi oluşturulduktan sonra, Gana'nın ihale sürecinde YBM'in uygulanmasını kapsamlı bir şekilde araştırmak için karma yöntemler yaklaşımı kullanılmıştır. Araştırma yöntemlerinin seçimi, incelenen olguyu kapsamlı bir şekilde anlamak için nicel ve nitel verileri toplama, analiz etme ve yorumlama gerekliliği

tarafından belirlenmiştir (Alhumayn 2018).

Creswell ve Plano Clark (2018), karma yöntem araştırmasının nitel ve nicel metodolojilerin avantajlarını bir araya getirerek üçgenlemeyi kolaylaştırdığını ve bulguların daha rafine bir şekilde yorumlanmasını sağladığını belirtmektedir. Bu yöntem, istatistiksel eğilimler ve bağlamsal içgörülerinin her ikisinin de çok önemli olduğu YBM uygulaması gibi karmaşık sorunlar için özellikle uygundur.

Araştırma yöntemleri, deneyler, anketler, vaka çalışmaları ve görüşmeleri kapsayan, araştırma yürütürken kullanılan stratejileri veya araçları ifade eder (Bryman 2016). Yöntem seçimi, araştırma hedeflerine ve gerekli verilerin özelliklerine bağlıdır. Ametepey vd. (2020), Gana'da inşaatla ilgili çalışmaların etkinliğinin sıklıkla kullanılan veri toplama yöntemlerinin uygunluğuna bağlı olduğunu belirtmektedir. Araştırma yöntemleri aşağıda tartışılmaktadır.

3.5.1. Anket araştırması

Genellikle yapılandırılmış anketler kullanan anket yöntemi, inşaat yönetimi araştırmalarında çeşitli meslek gruplarından profesyonellerin görüş ve algılarını toplamak için yaygın olarak kullanılır (Seale vd. 2004). Bu yöntem, YBM'in benimsenmesiyle ilişkili tutum veya davranışları ölçmek için özellikle etkilidir. Buna karşılık, görüşmeler kişisel deneyimler ve kurumsal uygulamalar hakkında daha derin bir anlayış sağlar. Görüşmeler, YBM uygulamasını etkileyen zorlukları, motivasyonları ve bağlamsal faktörleri incelemede özel bir öneme sahiptir. (Gerard ve Dawood 2023), altyapı projelerinde YBM'in benimsenmesi ile ilgili sorunları araştırmak için yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanmış ve bu görüşmelerin, uygulamadaki ince farklılıkları ortaya çıkarmadaki değerini vurgulamıştır. Görüşmeler, araştırma ve açıklığa kavuşturma sürecini kolaylaştırarak toplanan verileri zenginleştirir.

Vaka çalışmaları, inşaat araştırmalarında, özellikle pratik bağlamlarda YBM analizinde yaygın bir yaklaşım olarak kullanılmaktadır. Yin (2018), vaka çalışmalarının, özellikle fenomen ile bağlamı arasındaki ayrımların net olarak tanımlanmadığı durumlarda, gerçek dünya bağlamlarında çağdaş fenomenleri incelemek için özellikle uygun olduğunu savunmuştur. Ding vd. (2023), yeşil bina projelerinde YBM kullanımına ilişkin vaka çalışmaları gerçekleştirerek, bu yöntemin pratik inşaat bağlamlarındaki geçerliliğini pekiştirmiştir. Bu çalışma, yakınsak paralel karma yöntem tasarımı kullanmıştır. Nicel veriler, Gana'daki inşaat profesyonellerine uygulanan yapılandırılmış anketler aracılığıyla elde edilmiştir. Bu profesyoneller arasında mimarlar, mühendisler ve metraj uzmanları bulunmaktadır. Profesyoneller, amaçlı ve kartopu örnekleme teknikleri kullanılarak seçilmiştir. Amaçlı ve kartopu örnekleme, nitel inşaat araştırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemler, uzmanlara ve ulaşılması zor nüfusa ulaşmak için tavsiye edilmektedir (Ting vd. 2025).

Nitel veriler, kamu ihaleleri ve YBM ile ilgili projelerde yer alan kilit paydaşlarla yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Çift yöntemli yaklaşım, araştırmacının çeşitli veri kaynaklarından elde edilen bulguları doğrulamasını ve ihale aşamasında YBM uygulamasının getirdiği zorlukları ve fırsatları kapsamlı bir şekilde anlamasını sağlamıştır.

➤ Anketin tasarımı

Ganalı inşaat uzmanlarından nicel veriler elde etmek için bir anket araştırması kullanılmıştır. Fowler (2014) göre, anketler geniş bir nüfustan standartlaştırılmış veriler toplamak ve "Kim", "Ne", "Nerede", "Kaç" ve "Ne kadar" gibi tanımlayıcı soruları yanıtlamak için idealdir. Bu yöntem, geniş bir yanıtlayıcı tabanından tutumları, davranışları ve gerçekleri yakalama yeteneği nedeniyle saygı görmektedir. Anketler, en uygun maliyetli ve ölçeklenebilir yapı araştırması veri toplama stratejilerinden biridir. Anketler telefon, e-posta, internet ve yüz yüze görüşmeler yoluyla yapılabilir (Dillman vd. 2014). Çevrimiçi ve e-posta tabanlı anketler, erişim ve kolaylık açısından YBM benimseme araştırmaları için, özellikle Gana gibi ülkelerde etkilidir (Boateng 2020).

Anket, anket metodolojisinin en iyi uygulamaları kullanılarak tasarlanmıştır. Gehlbach ve Artino Jr. (2018), belirsizlik, çift anlamlı ifadeler ve yönlendirici dil kullanımından kaçınmak için soruların tasarlanmasını tavsiye etmiştir. Anket, çalışmanın amaçlarını karşılamak ve YBM farkındalığı, benimseme zorlukları ve algılanan faydalar gibi önemli konuları temsil etmek için kapsamlı bir literatür analizinin ardından oluşturulmuştur.

Anket, mimarlar, mühendisler, metrekafe ölçüm uzmanları ve proje yöneticilerinden oluşan temsili bir örneklemden doğru yanıtlar almayı amaçlamıştır. Krosnick ve Presser (2010), yanıt doğruluğunu ve tamamlanma oranlarını artırmak için soruların net ve mantıklı bir akışa sahip olmasını önermektedir. Araç, netlik, basitlik ve yanıt motivasyonu için tasarlanmıştır. Martin (2004) göre, iyi yapılandırılmış anketler, uygulanması, kodlanması ve analiz edilmesi kolay olmalı ve tam katılımı teşvik etmelidir. Seçkin bir grup profesyonel, soruların anlaşılabilirliğini doğrulamak ve yorumlara göre çerçeveyi ayarlamak için soruları önceden test etmiştir.

Anketin kullanılması, Gana inşaat sektöründeki inşaat profesyonellerinden birincil verilerin toplanmasını sağlamıştır. Anket şunları değerlendirmiştir:

- Gana'da mevcut YBM benimseme düzeyi
- Profesyoneller arasında YBM bilgisi ve farkındalığı
- YBM uygulamasının önündeki zorlukları
- YBM'in faydaları
- Mevcut ihale sürecinin zorlukları
- E-ihale zorlukları
- PPA zorlukları

Bu yöntemle kapsamlı ve temsil niteliğinde veriler elde edildi ve Gana'nın inşaat ihale ortamında YBM'in değerlendirilmesi için zemin hazırlanmıştır.

Sorular, kapsamlı bir literatür taramasının ardından formüle edildi. Bu çalışmada kullanılan anket, Gana inşaat sektöründe Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) uygulamasının farklı boyutlarını incelemek üzere tasarlanmış sekiz tematik bölümden oluşmaktadır.

Bölüm 1, katılımcıların demografik ve organizasyonel profillerine odaklanan altı soru içermektedir. Bu sorular, şirketin uzmanlık alanı, faaliyet süresi, sektördeki rolü ve yanıt verenin mesleki rolü hakkında bilgi toplamaktadır. Bölüm 2, yedi soru aracılığıyla

Gana'nın inşaat sektöründe YBM'in mevcut kullanımını incelemektedir. Bu sorular, YBM kullanım süresi, YBM entegre projelerin sayısı ve yüzdesi, proje türleri ve uygulama aşamalarını kapsamaktadır. Bu bölümde ayrıca kullanılan yazılım araçları ve uygulanan belirli YBM işlevleri hakkında sorular da yer almaktadır.

Bölüm 3, YBM farkındalığını ve algılanan faydalarını üç soruyla araştırmaktadır. Katılımcılardan, kendi anlayışlarına göre YBM'i tanımlamaları, YBM ile ilişkilendirdikleri faydaları sıralamaları ve bu faydaların pratikte görülebilir olup olmadığını belirtmeleri istenmektedir. Bölüm 4, YBM'in teknik ve işlevsel yönlerine odaklanmakta ve yazılım kullanımı ve gelecekte beklenen uygulamalarla ilgili iki soru içermektedir.

Bölüm 5, YBM'in benimsenmesine yönelik tutum ve algıları değerlendirmek için tasarlanmış Likert ölçeği ifadeleri içerir. Bu ifadeler, iç hazırlık ve eğitimden dış işbirliği ve hükümet desteğine kadar uzanmaktadır. Kullanılan Likert ölçeği, yanıtlayanların "kesinlikle katılıyorum"dan "kesinlikle katılmıyorum"a kadar değişen derecelerdeki onaylarını ifade etmelerine olanak tanıyarak, organizasyonel perspektiflere ilişkin nüanslı içgörüler elde edilmesini sağlar. Bu yaklaşım, Likert ölçeklerinin farklı derecelerdeki görüş ve aşinalığı yakalamak için değerli araçlar olduğunu vurgulayan Jebb vd. (2021) ile uyumludur ve yanıtlayanların ikili seçimler yerine nüanslı perspektiflerini ifade etmelerine olanak tanımaktadır.

6. bölüm, YBM'in benimsenmesinin önündeki zorlukları ele almaktadır ve yirmi sorudan oluşmaktadır. Bu sorular teknik zorlukları, finansal kısıtlamaları, organizasyonel direnci ve düzenleyici boşlukları kapsamaktadır. 7. bölüm, YBM kullanmayanlar için özel olarak hazırlanmıştır ve YBM'i benimsememe nedenlerini, gelecekteki niyetlerini ve YBM'in potansiyel faydalarını nasıl algıladıklarını anlamaya yönelik yedi sorudan oluşmaktadır. Ayrıca, 8. bölüm açık uçlu geri bildirimler için alan sağlar ve yanıtlayanların ek yorum veya önerilerini paylaşımlarına olanak tanır. Anketin son bölümü, YBM'i Gana inşaat sektörüne entegre etmek için yol haritası stratejilerine odaklanmaktadır.

Anket, Gana'nın profesyonel ve akademik ortamlarında yaygın olarak kullanılan İngilizce dilinde yazılmıştır. Ancak, teknik geçmişlerinden bağımsız olarak tüm katılımcılar için dilin açık, basit ve erişilebilir olmasını sağlamak için özen gösterilmiştir. Anket, anlaşılabilirlik ve alaka düzeyini sağlamak için seçilmiş bir grup profesyonel ile önceden test edilmiştir (pilot uygulama yapılmıştır).

3.5.2. Görüşmeler

Görüşmeler, özellikle Gana'daki inşaat araştırmalarında, derinlemesine ve bağlam açısından zengin veriler toplamak için yaygın olarak kabul gören bir yöntemdir. Görüşmeler, paydaşların bakış açılarını anlamının çok önemli olduğu YBM'in benimsenmesi gibi karmaşık konuları araştırmak için özellikle yararlıdır. Moses vd. (2023) göre, görüşmeler araştırmacıların yanıtları incelemelerine ve sektördeki uygulamalar ve zorluklar hakkında daha derin içgörüler elde etmelerine olanak tanır.

Bu çalışmada, Gana'da YBM ile ilgili projeler ve kamu ihalelerinde yer alan kilit paydaşlarla görüşmeler yapılmıştır. Sorular, araştırma hedeflerine uygun olacak ve

ayrıntılı yanıtlar elde edilecek şekilde tasarlanmıştır. Osei-Asibey vd. (2021) tarafından vurgulandığı gibi, yarı yapılandırılmış görüşmeler, görüşmeler arasında tutarlılığı korurken sorgulamada esneklik sağladıkları için Gana'nın inşaat sektöründe özellikle etkilidir.

Kişilerarası iletişimi kolaylaştırmak ve katılımcıların yanıtlarının nüanslarının tam olarak yakalanmasını sağlamak için yüz yüze görüşmeler tercih edilmiştir. Bu yöntemin, güveni artırdığı ve açıklığı teşvik ettiği için, özellikle hassas veya karmaşık konularla ilgilenirken Gana'daki inşaat araştırmalarında etkili olduğu gösterilmiştir (Eyiah vd. 2019).

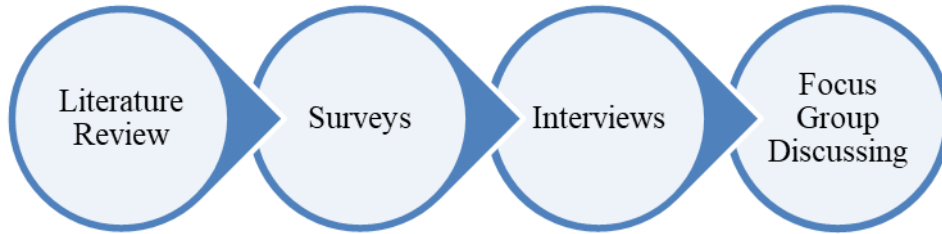
Bu çalışmada görüşmelerin kullanılması birçok avantaj sağlamıştır. Araştırmacının soruları netleştirmesi, ortaya çıkan temaları keşfetmesi ve yüksek kaliteli, ayrıntılı veriler elde etmesi mümkün olmuştur. Bu faydalar, Gana'nın inşaat sektöründeki sürdürülebilirlik uygulamalarını keşfetmek için yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanan ve bunların uygulayıcıların görüşlerini yakalamada etkili olduğunu bulan Asiedu vd. (2024) tarafından elde edilen bulgularla tutarlıdır.

Nitel araştırmalarda genellikle üç tür görüşme kullanılır: yapılandırılmış, yapılandırılmamış ve yarı yapılandırılmış (Bailey 2007). Bu çalışmada, yapılandırılmış görüşmelerin tutarlılığı ile yapılandırılmamış görüşmelerin esnekliğini birleştiren yarı yapılandırılmış format benimsenmiştir. Bu yaklaşım, katılımcıların deneyimlerini ve bakış açılarını ayrıntılı olarak anlatmalarına olanak tanırken, tüm önemli konuların ele alınmasını sağlamıştır.

Görüşmelerin kullanılması, Gana'da YBM'in nispeten düşük düzeyde benimsenmesinin ardındaki nedenleri ortaya çıkarmak ve iyileştirme stratejileri belirlemek açısından önemli bir rol oynamıştır. Bu yöntemle elde edilen niteliksel bilgiler, anketler yoluyla toplanan niceliksel verileri tamamlayarak araştırma sorununa daha kapsamlı bir anlayış sağlamıştır.

3.6. Veri Toplama

Veri toplama, araştırma sorularını yanıtlamak ve çalışmanın amaçlarına ulaşmak için bilgi toplamayı içerir. Bu çalışma, birincil ve ikincil veri toplama yöntemlerinin bir kombinasyonunu kullanmaktadır. Şekil 3.1'de veri toplama sürecini göstermektedir ve nicel veriler anketler ve Çizelge 3.3 veri toplama yöntemlerini göstermektedir.



Şekil 3.1. Veri Toplama Süreci

Çizelge 3.3. Veri Toplama Yöntemleri

Yöntem	Açıklama
Belge Analizi	Bulguları bağlam içine oturtmak için mevcut raporların, politika belgelerinin ve akademik literatürün incelenmesi.
Anket	YBM'in benimsenmesi hakkında nicel veriler toplamak için yapı profesyonellerinden oluşan bir örnek gruba yapılandırılmış anketler dağıtılmıştır.
Görüşmeler	YBM ile ilgili algılarını ve deneyimlerini araştırmak için kilit paydaşlarla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapıldı.
Odak Grup Tartışmaları	YBM uygulamasının zorlukları ve fırsatları hakkında daha derinlemesine bilgi edinmek için sektör uzmanlarıyla grup tartışmaları gerçekleştirilmiştir.

Etik hususlar, saha araştırmasının bütünlüğünü korumak için çok önemlidir. Bailey (2007), etik davranışın hem katılımcıların korunmasını hem de araştırma sürecinin güvenilirliğinin ve savunula bilirliliğinin artırılmasını kapsadığını savunmaktadır. Gana bağlamında, profesyonelleri araştırmaya dahil etmek için güven ve şeffaflık çok önemlidir, bu da etik uyumu özellikle önemli hale getirmektedir.

Bu araştırma, tüm süreç boyunca sıkı etik standartları korumuştur. Veri toplama öncesinde, Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Etik Kurulu'ndan etik onay alınmıştır. Katılımcılara araştırmanın amacı hakkında kapsamlı bilgi verilmiş ve katılımları tamamen gönüllü olmuştur. Bilgilendirilmiş onam alınmış ve katılımcılara yanıtlarının gizliliği ve anonimliği garanti edilmiştir.

Creswell (2012), etik araştırmanın katılımcıların haklarına saygı gösterilmesini, gönüllü katılımın sağlanmasını ve aldatmanın önlenmesini gerektirdiğini

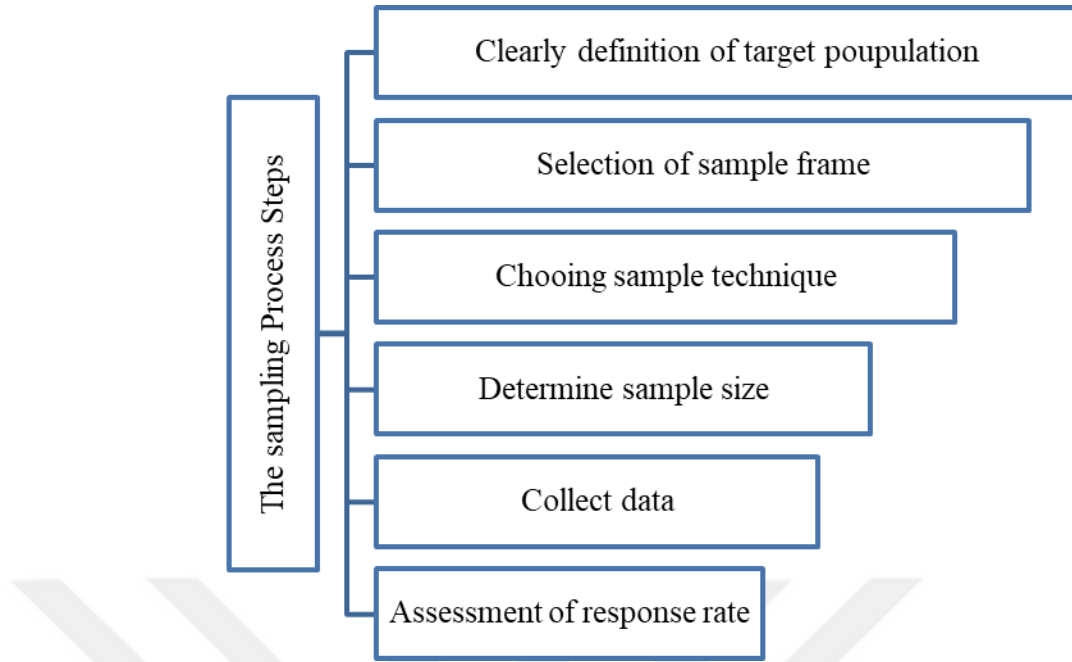
vurgulamaktadır. Bu çalışma bu ilkeleri benimsemiştir. Anket ve görüşme soruları, zorlama, önyargı ve rahatsızlığı ortadan kaldırmak için titizlikle hazırlanmıştır. Katılımcılara ayrıca, tüm verilerin güvenli bir şekilde saklanacağı ve araştırmanın tamamlanmasının ardından imha edileceği bildirilmiştir.

Gana inşaat sektöründe etik davranış, mesleki dürüstlük ve projelerin performansı ile içsel olarak bağlantılıdır. Kuoribo vd. (2023), inşaat profesyonelleri arasında etik davranışın, özellikle risk azaltma ve kalite güvencesi açısından proje sonuçları üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir. Bu araştırma, yüksek etik standartları destekleyerek katılımcıları korumuş ve sektörde etik uygulamaları teşvik etme genel hedefini ilerletmiştir.

3.6.1. Nüfus ve örnekleme teknikleri

Örnekleme prosedürü ve tasarımı, araştırma tasarımı için çok önemlidir. Bu araştırma, katılımcıları seçmek için Basit Rastgele Örnekleme yoluyla "Olasılık Örnekleme"nin kullanılmasını önermektedir. Bu yaklaşım, gerekli becerilere sahip önemli sayıda katılımcıyı dahil etmeyi ve verimli ve hedefli veri toplama imkanı sağlayan önemli bir yanıt almayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmada, anket yoluyla nicel veriler toplamak için olasılıklı örnekleme yaklaşımı kullanılmıştır. Bu, toplanan verilerin sektörü temsil etmesini sağlamıştır. Görüşmeler için olasılıksız örnekleme yöntemi kullanılmıştır, özellikle çeşitli profesyonelleri katılım için kasıtlı olarak seçmek için amaçlı örnekleme yaklaşımı kullanılmıştır. Görüşmeler için, YBM deneyimi olan profesyonelleri hedefleyen amaçlı örnekleme kullanılmıştır. Örneklem büyüklüğü, nitel veriler için doygunluk ilkeleri ve nicel veriler için istatistiksel güç analizi temelinde belirlenmiştir (Creswell 2017). Bu çalışmanın popülasyonu, mimarlar, mühendisler, müteahhitler, proje yöneticileri ve hükümet yetkilileri dahil olmak üzere Gana'nın inşaat sektöründeki profesyonellerden oluşmaktadır. İhale sürecinde YBM'in benimsenmesine odaklanıldığı göz önüne alındığında, çalışma YBM uygulamasıyla ilgili deneyim veya bilgiye sahip kişileri hedeflemektedir. Örnekleme süreci Şekil 3.2'de sunulmuştur.



Şekil 3.2. Örneklem Süreci

3.6.2. Anket temelli nicel veri toplama ve örneklem yöntemi

Çalışmada, yapılandırılmış anketler kullanılarak nicel veriler toplanmıştır. Bu bölümde, veri toplama için seçilen örneklem yöntemi, anketin pilot uygulaması ve iyileştirme süreci, kullanılan dağıtım kanalları ve araştırmada uygulanan örneklem büyüklüğü ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Bu çalışmada, nicel aşama için katılımcıları seçmek üzere basit rastgele örneklem yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, gerekli uzmanlığa sahip kişilerle kapsamlı bir etkileşim sağlamak ve böylece etkili ve hedefli veri toplama imkanı yaratmak amacıyla seçilmiştir. Çalışmanın amaçları ve zaman kısıtlamaları, hedef kitleyi Suudi Arabistan'daki firmalarda çalışan inşaat profesyonelleri olarak tanımlamıştır. Katılımcılar, dengeli ve temsil edici bir örneklem sağlamak için rastgele seçilmiştir. Bu yaklaşım, ilgili tüm profesyonellere çalışmaya katılma konusunda eşit fırsatlar sunmayı amaçlamıştır.

Anket, hedef kitleye etkili bir şekilde ulaşmak için hükümet bakanlıkları, yüksek öğretim kurumları, Gana Mühendisler Enstitüsü, Gana Metraj ve Keşif Mühendisi Enstitüsü, Gana Mimarlar Enstitüsü (GIA), PPA, müteahhitler ve danışmanlar dahil olmak üzere çeşitli önemli kanallar aracılığıyla dağıtılmıştır. Gana'daki tüm inşaat profesyonelleri ve şirketleri, onlara ulaşmanın etkili bir yolu olan kurumlara ve meslek kuruluşlarına kayıtlıdır. Ayrıca, akademik kurumlar veya devlet kurumlarıyla ilişkili kişiler, öğretim görevlileri ve iş departmanlarındaki personel dahil, meslek kuruluşunun ağı aracılığıyla önceden iletişim kurulmuş olup olmadığına bakılmaksızın doğrudan iletişime geçilmiştir.

➤ Belge Analizi

Belge analizi, toplanan birincil verilere bağlam ve destek sağlamak için politika

raporları, endüstri standartları ve akademik literatür dahil olmak üzere ilgili belgelerin incelenmesini içerir. Bu yöntem, bulguları üçgenlemeye ve araştırma probleminin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlamaya yardımcı olur (Bowen 2009).

Belge analizi, Gana inşaat sektörü için YBM tabanlı bir ihale yol haritası tasarlamak bağlamında veri toplama için son derece uygun ve etkili bir yöntemdir. Bu yöntem, araştırma hedefleriyle ilgili anlamlı bilgiler, modeller ve içgörüler elde etmek için mevcut belgelerin sistematik olarak incelenmesini ve yorumlanmasını içerir. İhale kılavuzları, ihale belgeleri, YBM pilot proje raporları ve politika çerçeveleri gibi resmi belgelerin genellikle kurumsal bilginin birincil kaynakları olduğu Gana bağlamında, belge analizi mevcut uygulamaları anlamak ve eksiklikleri belirlemek için zengin ve bağlamsal bir temel sağlamaktadır.

Küresel olarak inşaat sektörü — ve giderek artan bir şekilde Gana'da da dijital bir dönüşüm geçirmektedir ve Yapı Bilgi Modellemesi (YBM), proje teslimi, işbirliği ve yaşam döngüsü yönetimini iyileştirmede merkezi bir rol oynamaktadır. YBM, doğası gereği yoğun bir dokümantasyon sürecidir ve mekanların fiziksel ve işlevsel özelliklerinin dijital temsiline oluşturulmasını ve yönetimini içerir. Bu nedenle, İşveren Bilgi Gereksinimleri (EIR), YBM Uygulama Planları (BEP) ve ihale şartnameleri gibi YBM ile ilgili belgeleri analiz etmek, araştırmacıların YBM'in benimsenme olgunluğunu ve dijital iş akışlarının İhale süreçlerine entegrasyonunu değerlendirmelerine olanak tanır.

Ayrıca, inşaat projelerinde ihale aşaması geleneksel olarak şartnameler, çizimler, metraj listeleri ve sözleşme şartlarını içeren yoğun bir dokümantasyon sürecidir. Doküman analizi, bu süreçlerdeki verimsizlikleri, gereksizleri ve otomasyon fırsatlarını belirler. Correa ve Santos (2021) tarafından yapılan bir çalışma, YBM'in hataları azaltarak, iletişimi geliştirerek ve doğru metraj hesaplamaları ve risk analizleri sağlayarak ihale sürecini önemli ölçüde iyileştirebileceğini vurgulamaktadır (Correa ve Santos 2021). Bu faydalar, kamu alımları reformları ve dijitalleşme çabalarının devam ettiği ve YBM entegrasyonu için bir yol haritasının mevcut belgeler ve iş akışlarının gerçeklerine dayandırılması gereken Gana'da özellikle önemlidir.

Ayrıca, belge analizi, uzun vadeli içgörüler sağlayan, müdahaleci olmayan, maliyet etkin bir yöntemdir. Araştırmacıların, yol haritası geliştirme için gerekli olan politikaların ve uygulamaların zaman içindeki gelişimini izlemelerini sağlar. Görüşmeler veya anketlerle birlikte kullanıldığında, üçgenlemeyi de destekleyerek bulguların geçerliliğini ve güvenilirliğini artırır. YBM uygulamasını ulusal kalkınma hedefleri ve ihale düzenlemeleriyle uyumlu hale getirmenin stratejik önemi nedeniyle, belge analizi kanıta dayalı yol haritası tasarımı için sağlam bir temel sunar.

➤ Anketlerin Pilot Uygulaması

Anketin amaçlanan amaca uygunluğunu ve hataların giderilmesini doğrulamak için Gana inşaat sektöründen küçük bir grup profesyonelle bir pilot çalışma gerçekleştirildi. Bu ilk aşama, araştırma hedeflerinin karşılanmasını, soruların anlaşılır olmasını, sürenin uygun olmasını ve tüm önemli konuların dahil edilmesini sağlamak için birincil anketin pilotu olarak işlev gördü. Ayrıca, yanıtlayanlar için rahatsız edici veya kafa karıştırıcı olabilecek soruların belirlenmesi de kolaylaştırılmıştır. Bu, anket tasarımında yerleşik ilkelerle tutarlıdır ve netlik, alaka düzeyi ve veri kalitesini iyileştirmek için pilot uygulamanın gerekliliğini vurgulamaktadır (Sanders vd. 2021).

Geri bildirim bölümlerini içeren anketin pilot versiyonu, yaygın olarak kullanılan bir web tabanlı platform olan Google Survey aracılığıyla çevrimiçi olarak dağıtıldı. Çevrimiçi dağıtım, erişilebilirliği ve verimliliği nedeniyle anket araştırmalarında standart bir yöntem haline gelmiştir (Sanders vd. 2021). Katılımcılar soruların yapısını, ifadesini ve sırasını değerlendirdi. Anket, meslek odaları, akademi, endüstri kuruluşları ve araştırmacının Gana inşaat sektöründeki bağlantıları aracılığıyla dağıtıldı. Bu yöntem, örnekleme önyargısını etkili bir şekilde en aza indirdi ve daha temsil edici bir pilot grup oluşturdu.

Pilot anket katılımcıları arasında bir öğretim görevlisi ve araştırmacı, bir mimar, bir proje yöneticisi, bir inşaat yöneticisi ve bir inşaat mühendisi yer aldı. Anket, netlik, alaka düzeyi, uzunluk, karmaşıklık ve düzen açısından değerlendirildi ve katılımcılardan kapsamlı geri bildirimde bulunmaları istendi. Değişkenliği, nüfus büyüklüğünü ve kabul edilebilir hata marjlarını değerlendirmek için basit rastgele örnekleme yöntemi kullanıldı.

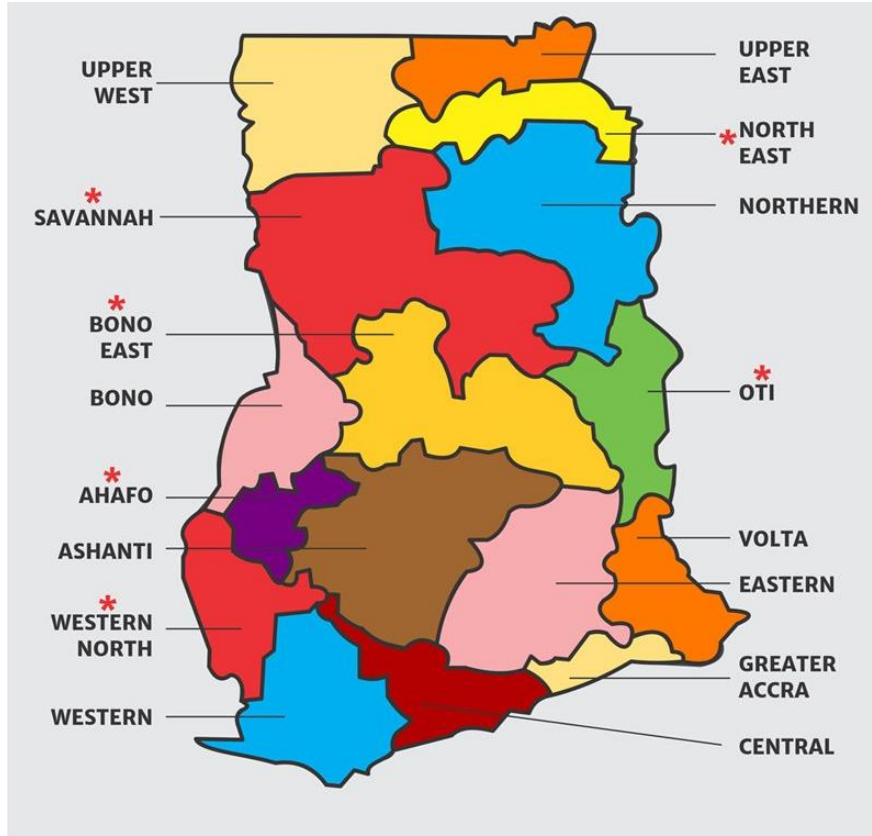
Geri bildirimler, anketin doldurulmasının yaklaşık 25 ila 45 dakika sürdüğünü gösterdi. Bazı katılımcılar belirli soruları alakasız, diğerleri ise belirsiz buldu. Sonunda, yanıt seçeneklerinin sayısının azaltılması ve açık uçlu geri bildirim için fırsat sunulması önerildi. Bu görüşler, anket testi ve ön testlerle ilgili çağdaş literatürde yaygın olarak kabul edilen sorunları vurgulamaktadır (Holtom vd. 2022; Thomander ve Krosnick 2024).

Bu geri bildirimler ışığında, birçok revizyon yapıldı. Ankete katılanların inşaat uzmanlık alanlarını soran soru da dahil olmak üzere, alakasız ve aşırı teknik bulunan sorular çıkarıldı. Soruların sayısı azaltıldı ve daha net ve özlü hale getirmek için yeniden ifade edildi. Yanıt seçenekleri belirsizliği azaltmak için sadeleştirilirken, açık uçlu bölümler daha kapsamlı yanıtları kolaylaştırmak için geliştirildi. Bu değişiklikler, tahmini tamamlanma süresini 30-45 dakikadan 20-35 dakikaya düşürdü ve anketin genel kullanılabilirliğini ve etkinliğini artırdı.

➤ Anketin uygulanması

Anketler, nicel verileri toplamak için yapılandırılmış anketler kullanılarak gerçekleştirildi. Anket, yanıtlayanların tutum, algı ve deneyimlerinin nicelendirilmesine olanak tanıyan hem kapalı uçlu hem de Likert ölçeği sorularını içermektedir (Dillman vd. 2014).

Gana inşaat sektöründeki inşaat profesyonellerini ankete dahil etmek için, mühendislerin meslek kuruluşlarının iletişim kanalları aracılığıyla çevrimiçi ankete katılma daveti yaygınlaştırılmıştır. Anket, web tabanlı <https://docs.google.com/forms/u/0/> platformu üzerinden uygulanmış ve dijital erişimi kolaylaştırmıştır. Çevrimiçi dağıtımın yanı sıra, devam eden inşaat projelerine yapılan saha ziyaretleri sırasında anketin basılı kopyaları da şahsen dağıtılmıştır. Ziyaretler Gana'nın 16 bölgesinin tamamında gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.3'te, anketin gerçekleştirildiği kesin konumları göstermektedir. Veri toplama dönemi 1 Kasım 2016'dan 31 Aralık 2023'e kadar uzanmıştır. (Resmin kaynağı: MFA 2025).



Şekil 3.3. Gana'nın 16 bölgesi

➤ **Örneklem Büyüklüğü**

Bölüm 3.6.2.3'te belirtildiği gibi, anketler Gana'daki inşaat profesyonellerine dağıtılmıştır. Bu, 2500 kayıtlı inşaat kuruluşu aracılığıyla onlara hem elektronik hem de basılı anketler gönderilerek gerçekleştirildi; Kamu İşleri Bakanlığı, Gana Anket Enstitüsü (Metraj ve Keşif Mühendisi bölümü), Mimarlık ve Mühendislik Hizmetleri Limited Şirketi (AESL), Gana Mimarlar Enstitüsü (GIA), Gana Mühendisler Enstitüsü (Ghie) ve inşaat ve mühendislikle ilgili dersler veren devlet üniversiteleri ve teknik üniversiteler.

Toplam 600 anket dağıtıldı ve yanıt oranının %70 ile %80 arasında olması bekleniyordu. Dört yüz elli bir (451) profesyonel ankete yanıt verdi. Toplam geçerli yanıt sayısı 451 idi ve genel yanıt oranı %75,17 olarak gerçekleşti. Pilot anket %100 yanıt oranı, Google Anket bağlantısı %74,50 ve basılı anket dağıtımı %76,40 yanıt oranı elde etmiştir. Bu bilgiler Çizelge 3.4'te gösterilmektedir.

Çizelge 3.4. Anket dağıtımının yanıt oranı

Veri Toplama Yöntemi	Yanıtlayanların sayısı	Geçerli yanıt sayısı
Pilot anket	13	13
Google Anket Bağlantısı	498	371
Dağıtılan basılı anketler	89	68
Toplam	600	451

3.6.3. Nitel veri toplama

Görüşmelerden ve odak grup tartışmalarından elde edilen nitel veriler tematik analiz kullanılarak incelenmiştir. Bu yöntem, verilerin kodlanması, temaların belirlenmesi ve bulguların araştırma soruları bağlamında yorumlanmasını içermektedir. NVivo yazılımı, kodlamayı kolaylaştırır ve nitel verileri yönetir (Braun ve Clarke 2006).

Nitel verileri toplamak için mimarlar, mühendisler, müteahhitler ve hükümet yetkilileri gibi kilit paydaşlarla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler, katılımcıların deneyimlerini ve bakış açılarını derinlemesine incelemek için kolaylık sağlamış ve iletişim, veri ortamı, motivasyon ve politika çerçeveleri dahil olmak üzere YBM'in benimsenmesini etkileyen faktörlerin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlamıştır (Pidgion ve Dawood 2021; Tian vd. 2023).

Gana'daki inşaat ihale sürecinde YBM'in uygulanmasıyla ilgili faydalar, zorlukları ve stratejileri araştırmak için mimarlar, mühendisler, müteahhitler ve ihale yetkilileri gibi kilit paydaşlarla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu nitel yöntem, katılımcıların deneyimlerini ve bakış açılarını ifade etmelerine olanak tanıyarak, YBM'in benimsenmesini etkileyen sosyo-teknik ve kurumsal faktörler hakkında değerli bilgiler sağlamıştır. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, Gana'nın İhale sistemlerinde YBM uygulamasının bağlamsal zorluklarını ve fırsatlarını anlamak için nitel yöntemlerin, özellikle de görüşmelerin önemini vurgulamaktadır (Bamfo-Agyei ve Nani 2017; Fosu vd. 2023).

➤ Görüşme Tasarımı

Nitel araştırma tasarımı için belirlenmiş kılavuzlara uygun olarak, görüşme soruları eleştirel bir literatür taraması yoluyla formüle edildi ve çalışmanın amaç ve hedefleriyle tutarlıydı. Yarı yapılandırılmış görüşmeler, belirgin bir tematik çerçeveyi korurken esneklik sağlamak ve katılımcıların deneyimlerini ve görüşlerini ifade etmelerine olanak tanımak için seçilmiştir. Bu yöntem, YBM'in benimsenmesi ile ilgili Gana'da yapılan son araştırmalarda, uygulamadaki zorluklar, faydalar ve stratejik yollar hakkında paydaşların bakış açılarını araştırmak için görüşmelerin kullanılmasıyla doğrulanmıştır (Fosu vd. 2023).

Görüşme kılavuzu aşağıdaki temalar etrafında yapılandırılmıştır:

- Görüşülen kişilerin ve kuruluşlarının arka planı.
- İnşaat proje ekipleri içindeki iletişim uygulamaları.
- YBM'e ilişkin farkındalık, anlayış ve algılar.
- Gana'da YBM'in benimsenmesinin önündeki zorlukları ve zorluklar.
- YBM'in başarılı bir şekilde uygulanması için stratejiler ve kilit aktörler.
- Hükümetin rolleri ve kurumsal destek mekanizmaları.
- YBM eğitimi ve öğretiminin önemi.
- YBM'in benimsenmesini entegre etmek için yol haritası stratejileri
- Gana inşaat sektöründe YBM'in geleceği için öneriler.

Netlik ve rahatlık sağlamak için görüşmeler İngilizce olarak gerçekleştirildi. Başlangıçta açık uçlu sorular kullanıldı, ardından tartışmayı zenginleştirmek için alt

sorular soruldu. Bu yöntem, Gana'da YBM'in benimsenmesinin sosyo-teknik dinamikleri hakkında ayrıntılı ve bağlamsal bilgiler sağlamıştır.

➤ Odak Grup Tartışmaları

Odak grup tartışmaları (FGD'ler), anket ve görüşmelerden elde edilen bulguları güçlendirmek için nitel veri toplama yöntemi olarak kullanıldı. Bu yöntem, Gana'nın inşaat sektöründeki paydaşlar, özellikle ihale sürecine katılanlar arasında kapsamlı, etkileşimli tartışmaların yapılabilmesi için seçildi. Odak grup tartışmaları (FGD'ler), ortak deneyimleri incelemek, grup normlarını ortaya çıkarmak ve kolektif içgörüler üretmek için özellikle yararlıdır (Krueger ve Casey 2015).

Katılımcılar, uzmanlıkları ve YBM ile ilgili faaliyetlere doğrudan katılımları nedeniyle kasıtlı olarak seçilmiştir. Grup, mimarlar, mühendisler, müteahhitler, İhale görevlileri, YBM danışmanları ve sektör deneyimine sahip üniversite öğretim üyelerinden oluşmuştur. Bu çeşitlilik, Gana'da YBM uygulamasının getirdiği zorluklar ve fırsatların kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını kolaylaştırmıştır.

Tartışmalar, temel temalar etrafında organize edilmiş yarı yapılandırılmış bir protokol ile yönlendirildi:

- İhalelerde YBM'in mevcut farkındalığı ve kullanımı.
- YBM'in benimsenmesinin önündeki kurumsal ve teknik zorlukları.
- YBM aracılığıyla İhale verimliliğini artırma fırsatları.
- YBM uygulamasında paydaşların rolleri ve sorumlulukları.
- Politika, eğitim ve kapasite geliştirme ihtiyaçları.

Netlik ve kapsayıcılığı teşvik etmek için tartışmalar İngilizce ve gerektiğinde yerel dillerde gerçekleştirildi. Eğitimli bir moderatör oturumları yönetti, açık diyalogu teşvik etti ve tüm katılımcıların katkıda bulunabilmesini sağladı. Tüm oturumlar, katılımcıların onayıyla ses kaydı altına alındı ve kelimesi kelimesine yazıya döküldü. Gana'nın ihale bağlamına özgü bir YBM uygulama yol haritasının oluşturulmasına rehberlik edebilecek tekrarlayan kalıpları, çelişkileri ve içgörülerini belirlemek için tematik analiz kullanıldı. Katılımcılar çalışmanın amacından haberdar edildi ve gizlilik süresince korundu. Bulguların raporlanması boyunca anonimlik korunmuştur.

➤ Nüfus ve Örneklem Süreci

Yarı yapılandırılmış görüşmelere katılanlar, hem YBM destekli hem de geleneksel inşaat projelerinde deneyime sahipti. Nitel araştırmada en iyi uygulamaları takip ederek, araştırma konusuna ilişkin derin ve ilgili içgörülere sahip bireyleri seçmek için amaçlı örneklem yöntemi kullanıldı. Bu yaklaşım, özellikle inşaat YBM'in benimsenmesi gibi karmaşık, bağlama özgü fenomenleri incelerken nitel araştırmalarda çok önemlidir (Ahmad ve Wilkins 2025).

Gana'da yakın zamanda yapılan çalışmalar, YBM tasarımı, koordinasyonu ve uygulaması konusunda deneyimli bireylerin seçilmesinin önemini vurgulamıştır (Akwaah 2015; Wireko 2020). Katılımcılar arasında mimarlar, inşaat mühendisleri, YBM yöneticileri, proje yöneticileri, MEP danışmanları, planlamacılar ve sektör deneyimli

üniversite profesörleri yer almıştır. Bu çeşitlilik, Gana'nın inşaat sektöründeki YBM sorunlarının ve fırsatlarının kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlamıştır. Çizelge 3.5'te nüfus ve örneklem dağılımını göstermektedir.

Çizelge 3.5. Nüfus ve Örnek Dağılımı

Paydaş Grubu	Nüfus Büyüklüğü	Örneklem Büyüklüğü	Örnekleme Tekniği
Mimarlar	150	30	Amaçlı Örnekleme
Mühendisler	200	40	Amaçlı Örnekleme
Müteahhitler	180	35	Amaçlı Örnekleme
Devlet Memurları	100	20	Amaçlı Örnekleme
Proje Yöneticileri	120	25	Amaçlı Örnekleme

Araştırmacı, Akra'da bir YBM eğitimine katıldı ve uygun gönüllüler bulmak için YBM proje uzmanlarıyla iletişime geçmiştir. Yeterli bilgi ve uzmanlığa sahip kişilere görüşme teklif edilmiştir. Etik araştırma ilkelerine uygunluk sağlamak için tüm katılımcıların kimlikleri gizli tutuldu. Ganalı nitel araştırmaların da desteklediği gibi, teorik doygunluğa ulaşmak için beş görüşme yeterliydi ve bu görüşmeler Ocak 2023 ile Temmuz 2024 arasında gerçekleştirilmiştir.

➤ Eşzamanlı veri toplama

Bu çalışma, katılımcıların uygunluğunu optimize etmek ve nitel ve nicel verileri eşzamanlı olarak toplayarak veri zenginliğini artırmak için eşzamanlı karma yöntemler yaklaşımını kullandı. Bu strateji, yanıtların bağımsızlığını ve bağlamsal alaka düzeyini koruyarak bulguların güvenilirliğini ve derinliğini artırmış. Creswell ve Plano Clark (2023), eşzamanlı karma yöntemlerin araştırmacıların bir veri formunu diğerine göre doğrulamasına, karşılaştırmalı analiz için verileri dönüştürmesine ve birleşik bir çerçeve içinde çeşitli araştırma sorularını ele almasına olanak tanıdığını belirtmektedir.

Fosu vd. (2023), Gana'da YBM'in benimsenmesinin teknik ve kurumsal yönlerini araştırmak için eşzamanlı görüşmeler ve anketler kullanmanın etkinliğini göstermiştir. Bu yöntem, araştırmacıların, özellikle karmaşık veya çelişkili bulgularla uğraşırken, yapılandırılmış anket yanıtlarını açık uçlu görüşmelerden elde edilen içgörülerle entegre etmelerine olanak sağlamıştır.

Ayrıca, eşzamanlı veri toplama, katılımcıların sezgisel yanıtlarını kolaylaştırır ve araştırmacıların yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verileri anlamlı bir şekilde birbirine bağlamasına olanak tanır, bu da son metodolojik literatürde vurgulanmaktadır. Bu çalışma, anket verilerinde belirlenen kalıpları geliştirmek ve açıklamak için niteliksel yanıtları kullanmış ve böylece Gana'nın inşaat sektöründe YBM'in benimsenmesiyle ilgili zorluklar ve stratejiler hakkında daha kapsamlı bir anlayış sağlamıştır.

3.7. Veri Analizi Teknikleri

Veri analizi, toplanan verileri tanımlamak, açıklamak ve değerlendirmek için istatistiksel ve mantıksal tekniklerin sistematik olarak uygulanmasını içerir. Bu çalışmada, hem nitel hem de nicel veri analiz yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışma,

araştırma hedeflerine ulaşmak için nicel ve nitel verilerin sistematik olarak kategorize edilmesi, yorumlanması ve entegre edilmesini kullanmıştır. Liu vd. (2020), YBM destekli inşaat inovasyonunda karma yöntem araştırmasının, çeşitli veri türlerini sentezlemek için sistematik bir yaklaşım gerektirdiğini ve bu sayede araştırmacıların teknolojik, örgütsel ve bağlamsal faktörler arasındaki karmaşık ilişkileri inceleyebildiğini belirtmektedir.

Bu araştırmadaki analiz, veri toplama yöntemleri ve elde edilen verilerin özelliklerine göre gerçekleştirilmiştir. Anket yanıtlarının nicel verileri, eğilimleri ve kalıpları belirlemek için tanımlayıcı istatistik teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Buna karşılık, görüşmeler ve odak grup tartışmalarından elde edilen nitel veriler, temel içgörüler ve tekrarlayan temaları ortaya çıkarmak için tematik analize tabi tutulmuştur. Bu bölüm, toplanan verileri yorumlamak için kullanılan analitik prosedürleri ayrıntılı olarak açıklamakta ve bulguların Gana'nın ihale sürecinde YBM uygulaması ile ilgili olarak geçerli ve güvenilir olmasını sağlamaktadır. Çizelge 3.6'da Araştırmada kullanılan veri analiz tekniklerini göstermektedir.

Çizelge 3.6. Veri analiz teknikleri

Veri Türü	Analiz Tekniği
Nicel Veriler	Tanımlayıcı istatistikler, çıkarımcı istatistikler ve regresyon analizi.
Nitel Veriler	Tematik analiz, kodlama ve içerik analizi.
Karışık Yöntemler Analizi	Üçgenleme için nitel ve nicel bulguların entegrasyonu.

3.7.1. Nicel veri analizi

Elektronik ve kağıt tabanlı anketler aracılığıyla toplanan nicel veriler, tanımlayıcı ve çıkarımcı istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edildi. Seçilen yöntemler, verilerin sağlam bir şekilde yorumlanmasını sağlar ve Gana'nın ihale sürecinde YBM farkındalığı, benimsenmesi ve uygulanması ile ilgili çalışmanın hedeflerini destekler.

Gheni Hussien vd. (2025), YBM ile ilgili çalışmalarda anket verilerini özetlemek için sıklık, ortalama ve standart sapma gibi tanımlayıcı istatistiklerin çok önemli olduğunu belirtmektedir. Buna karşılık, çıkarımcı istatistikler hipotezleri test etmek ve değişkenler arasındaki ilişkileri ayırt etmek için kullanılır. Bu çalışmada, merkezi eğilimleri ve dağılımı analiz etmek için tanımlayıcı istatistikler kullanılmış ve katılımcıların demografik profilleri ve YBM ile ilgili genel algıları hakkında kapsamlı bir genel bakış sunulmuştur.

Çıkarımcı istatistikler, değişkenler arasındaki ilişkilerin gücünü ve önemini değerlendirmek için kullanılmıştır. Kendall sıralama korelasyon katsayısı, inşaatla ilgili anketlerde sıklıkla karşılaşılan doğrusal olmayan ve sıralı verileri yönetmedeki etkinliği nedeniyle Spearman ve Pearson katsayıları yerine seçilmiştir. Zhang vd. (2021), Kendall tau'nun sıralı değişkenler arasındaki ilişkileri değerlendirmek için inşaat araştırmalarında özellikle etkili olduğunu göstermektedir.

Kağıt tabanlı anketlerden elde edilen veriler, tutarlılık ve eksiksizlik sağlamak için elektronik anket platformuna manuel olarak girilmiştir. Eksik olduğu düşünülen yanıtlar, özellikle sadece demografik veriler içerenler, yeterli bilgi bulunmaması nedeniyle analizden çıkarılmıştır.

İstatistiksel analiz SPSS (Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Uygulanan yöntemler şunlardır:

- Tanımlayıcı istatistikler (ortalama, mod, standart sapma)
- Çapraz Çizelgelama
- Kendall'in tau-b korelasyon testi

Kendall tau-b, iki sıralı değişken arasındaki ilişkinin gücünü ve yönünü değerlendirmek için parametrik olmayan bir ölçüt olarak kullanıldığından seçilmiştir. Spearman rho'ya kıyasla uç değerlere ve tutarsızlıklara karşı daha az duyarlıdır ve doğrusal olmayan ilişkiler için daha uygundur. Korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değişir ve değerler şu şekilde yorumlanır:

- 0 ilişki yoktur
- $\pm 0,0$ ila $\pm 0,2$: Çok zayıf
- $\pm 0,2$ ila $\pm 0,4$: Zayıf
- $\pm 0,4$ ila $\pm 0,6$: Orta
- $\pm 0,6$ ila $\pm 0,8$: Güçlü
- $\pm 0,8$ ila $\pm 1,0$: Çok güçlü
- ± 1 mükemmel bir ilişkidir

Anlamlılık düzeyleri $p < 0,05$ ve $p < 0,01$ olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyonları belirtmek için tek ve çift yıldız işaretleri kullanılmıştır. Testler, YBM farkındalığı, algılanan zorlulukları ve uygulama stratejileri arasındaki ilişkilerle ilgili hipotezleri doğrulamak için kullanılmıştır.

➤ Nitel veri analizi

Görüşmelerden ve odak grup tartışmalarından elde edilen nitel veriler tematik analiz kullanılarak analiz edilmiştir. Bu yöntem, verilerin kodlanması, temaların belirlenmesi ve bulguların araştırma soruları bağlamında yorumlanmasını içerir. NVivo yazılımı, kodlamayı kolaylaştırır ve nitel verileri yönetir (Braun ve Clarke 2006).

Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen nitel veriler, nitel verilerdeki kalıpları (temaları) belirlemek, analiz etmek ve raporlamak için esnek ve yaygın olarak kabul gören bir yaklaşım olan tematik analiz yoluyla analiz edilmiştir. Bu metodoloji, Braun ve Clarke (2022) tarafından oluşturulan refleksif tematik analiz çerçevesinden esinlenerek, araştırmacının refleksivitesinin, şeffaflığının ve bağlamsal yorumlamasının önemini vurgulamaktadır.

Analiz, verilere aşina olma, kodlama, tema geliştirme ve yorumlamayı kapsayan sistematik bir metodolojiye bağlı kalınarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, araştırmacının katılımcıların yanıtlarındaki altta yatan anlamları araştırmasına ve Gana'nın ihale sürecinde YBM uygulamasının temel "nasıl" ve "neden" sorularını ele alan açıklamalar formüle etmesine olanak sağlamıştır. Analizi yönlendirmek için aşağıdaki

ilkeler benimsenmiştir:

- **Veri Hazırlama ve Tanıma:** Tüm görüşmeler ses formatında kaydedildi ve aynen yazıya döküldü. Transkriptler, içeriğin kapsamlı bir şekilde anlaşılması ve ortaya çıkan kalıpların tanımlanmasının başlatılması için birden fazla kez gözden geçirildi. Bu adım, analizi katılımcıların ifadeleri ve deneyimlerine dayandırmak için çok önemliydi.
- **Kodlama ve Tema Geliştirme:** Naeem vd. (2023) tarafından oluşturulan çerçeveye uygun olarak, araştırmacı araştırma hedefleriyle ilgili önemli metin bölümlerini ayırt etmek için hem tümevarımsal hem de tümdengelsel kodlama stratejileri kullandı. Kodlar daha sonra potansiyel temalara göre kategorize edildi ve veri seti üzerinde yinelemeli karşılaştırmalar yapılarak iyileştirildi. "Maliyetli", "mali yük" ve "bütçe kısıtlamaları" gibi ifadeler "uygulama maliyeti" altında sınıflandırıldı ve daha sonra "YBM'in benimsenmesinin önündeki zorlukları" genel teması altında gruplandırılmıştır.
- **Tema İyileştirme ve Yorumlama:** Verilerin doğru bir şekilde temsil edilmesini ve görüşmeler arasında tutarlılığı sağlamak için temalar analiz edildi ve yeniden yapılandırıldı. Bu süreç, kodlanmış alıntıların tutarlılığını doğrulamayı ve bunların referans alındıkları orijinal bağlamla uyumlu olmasını sağlamayı gerektirdi. Sonuç temaları şunlardı:
 3. YBM'in farkındalığı ve anlaşılması
 4. YBM'in benimsenmesinin önündeki algılanan zorlukları
 5. Uygulama için stratejik yaklaşımlar
 6. Hükümetin ve politikanın rolü
 7. YBM entegrasyonu için araçlar ve teknolojiler
 8. YBM'in benimsenmesinden beklenen sonuçlar
- **Analitik Çerçeve:** Analiz, Braun ve Clarke (2022) tarafından özetlendiği gibi, araştırma sorularının, veri toplamanın ve analiz stratejilerinin uyumunu vurgulayan tematik analizde kavramsal tasarım düşüncesine dayandırılmıştır. Bu, metodolojik tutarlılığı teşvik etmiş ve sonuçların güvenilirliğini güçlendirmiştir.
- **Yazılım Kullanımı ve Etik Hususlar:** Nitel veriler NVivo yazılımı yardımıyla düzenlendi ve yönetildi. Katılımcıların anonimliği ve bilgilendirilmiş onam dahil olmak üzere etik hususlara sıkı sıkıya bağlı kalınmıştır.

3.8. Etik Hususlar

Etik konular, bilimsel dürüstlüğü, şeffaflığı ve insan onuruna saygıyı sağlamak için çok önemlidir. Bu çalışma, bilgilendirilmiş onam, gizlilik, gönüllü katılım ve zarardan korunma dahil olmak üzere yaygın olarak kabul edilen etik normlara uymaktadır. Etik hususlar Çizelge 3.7'de özetlenmiştir.

Çizelge 3.7. Etik Hususlar

Etik İlke	Açıklama
Bilgilendirilmiş Onam	Katılımcılar, çalışmanın amacı, prosedürleri, riskleri ve faydaları hakkında açık ve erişilebilir bilgiler alırlar, bu da gönüllü ve bilgilendirilmiş karar vermeyi kolaylaştırır (Grant 2021).
Gizlilik	Katılımcıların kimlikleri ve yanıtları gizli tutulur. Kişisel veriler, gizliliği korumak için yetkilendirilmiş personelin erişimiyle sınırlı olarak anonimleştirilir veya takma adla değiştirilir (Rogers 1990).
Gönüllü Katılım	Gönüllü bilgilendirilmiş onam, insan katılımcılarla etik araştırma yürütmenin temelidir. Geçerli onam üç temel üzerine kuruludur: zorlama veya uygunsuz etki olmaması, katılımcılara karar vermeleri için gerekli bilgilerin sağlanması ve bu bilgileri kullanarak katılıp katılmamaya dair özgün bir karar verebilme kapasitesine sahip olmaları (Nii Laryeafio ve Ogbewe 2023).
Zarardan Korunma	Katılımcıların fiziksel veya psikolojik zarara maruz kalmamalarını sağlamak için önlemler alınır (Rogers 1990).

İnsanlar üzerinde araştırma yapmak için temel etik kriter, onların bilgilendirilmiş onamını almaktır. Katılımcıların çalışmayı anladıklarından ve katılmayı isteyerek kabul ettiklerinden emin olmak için, bu sadece imzalanmış bir sözleşmeden daha fazlasıdır; etkili bir iletişim sürecidir. Nürnberg Yasası (1947), Helsinki Bildirgesi (1964) ve Belmont Raporu (1978) bu kavramı somutlaştırır ve ABD Ortak Kuralında (Grant 2021) kodlanmıştır.

Gizliliği korumak için, anonimleştirme ve sınırlı erişim dahil olmak üzere güvenli veri işleme prosedürleri uygulanır. Katılımcıların araştırma sürecine olan güvenini korumak ve herhangi bir sosyal veya psikolojik zararı önlemek için birkaç önlem alınması gerekir (Rogers 1987).

Katılımcıların özgür iradesini garanti altına alarak, araştırmacılar katılımlarında manipülasyon veya zorlama olasılığını ortadan kaldırabilirler. Nitel ve nicel araştırma etiğinin temel ilkelerinden biri, katılımcıların olumsuz sonuçlarla karşılaşmadan istedikleri zaman araştırmadan çekilme hakları konusunda bilgilendirilmeleridir (Nii Laryeafio ve Ogbewe 2023). Güvenliği sağlamak için, potansiyel riskleri düzenli olarak değerlendirmek ve bunları azaltmanın etkili yollarını bulmak çok önemlidir. Araştırmacılar, katılımcıları riske atmamak ve savunmasız grupları korumak için ekstra önlemler almak gibi ahlaki bir yükümlülüğe sahiptir (Rogers 1990).

3.9. Geçerlilik ve Güvenilirlik

Araştırma sonuçlarının güvenilir ve inandırıcı olması için geçerlilik ve güvenilirlik sağlanmalıdır. Araştırma süreci boyunca, titiz nitel ve nicel araştırmanın temelini oluşturan bu ilkeleri ele almak için metodolojik yöntemler kullanılır. Çalışmanın geçerliliğini ve güvenilirliğini artırmak için kullanılan başlıca yöntemler Çizelge 3.8’de listelenmiştir.

Çizelge 3.8. Geçerlilik ve güvenilirliği artırma stratejileri

Kavram	Strateji
Geçerlilik	Üçgenleme, üye kontrolü, akran bilgilendirme ve refleksivite (Morse vd. 2002; Noble ve Smith 2025).
Güvenilirlik	Tutarlı veri toplama prosedürleri, araçların pilot testi ve araştırma sürecinin ayrıntılı dokümantasyonu (Morse vd. 2002; Coleman 2022).

3.9.1. Geçerlilik

Sonuçların geçerliliğini sağlayan şey, sonuçların doğruluğu ve kesinliğidir. Üçgenleme, üye kontrolü ve akran bilgilendirme, nitel araştırmalarda geçerliliği artırmak için yaygın olarak kullanılan prosedürlerdir. Üye kontrolü, katılımcılardan bulgular hakkında görüşlerini istemeyi içerirken, akran bilgilendirme, meslektaşlarla etkileşime girerek görüşleri tartışmayı ve tartışmayı içerir (Morse vd. 2002). Araştırmacılar kendi önyargılarını ve bunların araştırmayı nasıl etkilediğini eleştirel bir şekilde değerlendirdiklerinde, çalışmalar daha güvenilir hale gelir. Buna refleksivite denir (Noble ve Smith 2025).

3.9.2. Güvenilirlik

Güvenilirlik, hem araştırma sürecinin hem de sonuçlarının tutarlılığı ve güvenilirliği ile ilgilidir. Bu çalışma, standartlaştırılmış veri toplama prosedürleri kullanarak, soruları ve protokolleri iyileştirmek için araçların pilot testlerini gerçekleştirerek ve araştırma sürecinin her adımını belgeleyen kapsamlı denetim izleri tutarak güvenilirliği garanti eder (Morse vd. 2002). Bu uygulamalar, bulguların tekrarlanabilir olmasını ve keyfi veya tutarsız yöntemlere bağlı olmamasını sağlamaktadır (Coleman 2022). Bu stratejilerin entegrasyonu, titiz bilimsel araştırma standartlarına uyulmasını sağlar ve böylece çalışmanın sonuçlarının güvenilirliğini doğrular.

Bu araştırmanın 3. bölümünde, bu çalışmada kullanılan araştırma metodolojisi ile ilgili literatür tartışılmaktadır. Bu çalışma, Gana'nın ihale sürecinde YBM'in uygulanmasını araştırmak için en uygun yaklaşımı belirlemek amacıyla çeşitli araştırma felsefelerini, stratejilerini ve veri toplama yöntemlerini incelemektedir. Tartışma, Gana'nın inşaat sektöründe, özellikle ihale aşamasında YBM'in sınırlı olarak benimsenmesinin nedenlerini araştırmakta ve etkili bir şekilde uygulanmasının önündeki potansiyel zorlukları belirlemektedir. Bu çalışma, araştırma sorununu kapsamlı bir şekilde ele almak için pragmatik bir felsefi duruş benimser ve karma yöntemler yaklaşımını kullanır. Anketlerin ve görüşmelerin birlikte kullanılması, nicel ve nitel içgörülerin dengeli bir şekilde entegre edilmesini kolaylaştırdığı için uygun görülmektedir. Bu yöntemlerin seçilmesini desteklemek için, bu yöntemlerin güçlü ve zayıf yönleri analiz edilmektedir. Sonraki bölümlerde, çalışmanın nicel ve nitel yönlerinden elde edilen analiz ve bulgular özetlenecektir.

4. BULGULAR

Bu araştırma birkaç aşamaya ayrılmıştır. İlk olarak, Gana'da geleneksel ihale ve e-ihale süreçleri, PPP ve YBM'in benimsenmesi ve uygulanmasında eksiklikleri belirlemek için literatür kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Ardından, bu araştırma, Gana inşaat sektöründe geleneksel ihale ve e-ihale süreçlerinin yanı sıra PPP'nin mevcut durumunu tespit etmek ve anlamak amacıyla, ihale sürecinde YBM'i uygulamak için bir yol haritası geliştirme ihtiyacını doğrulamak üzere, başlangıçta hem nicel hem de nitel verileri eşzamanlı olarak toplamıştır. YBM tabanlı bir ihale yol haritasına duyulan ihtiyaç belirlendikten sonra, YBM'in benimsenmesi ve uygulanmasının mevcut durumunu, ayrıca Gana'da yol haritasını geliştirmek için faydalarını, zorluklarını ve stratejilerini anlamak amacıyla hem nicel hem de nitel veriler eşzamanlı olarak toplandı. Bu bölümde, sırasıyla toplanan nicel verilere dayalı olarak geleneksel ihale ve e-ihale süreçleri, PPP ve YBM'in sonuçlarının analizi ve tartışması sunulmaktadır.

4.1. Gana'da İhale Sürecinin Mevcut Durumu

Bu bölümde, YBM uygulamalarının entegrasyonuna vurgu yapılarak Gana'daki geleneksel ihale sürecine genel bir bakış sunulmaktadır. Mevcut ihale çerçevesini anlamak, ele alınabilecek eksiklikleri, verimsizlikleri ve fırsatları tanımak için çok önemlidir. Bu bölüm, araştırmaya katılan katılımcılar hakkında arka plan bilgisi sunarak, araştırma sonuçlarını etkileyen mesleki bakış açılarını açıklamaktadır.

Gana'daki ihale süreci, birçok gelişmekte olan ülkede olduğu gibi, genellikle geleneksel İhale yöntemleri, sınırlı dijital benimseme ve şeffaflık, verimlilik ve işbirliği ile ilgili sorunlarla karakterize edilir. Bu sorunlar, YBM'in özellikle proje gecikmelerini azaltarak, maliyet tahminlerini iyileştirerek, belge yönetimini kolaylaştırarak ve paydaşların koordinasyonunu destekleyerek prosedürleri nasıl iyileştirebileceğini araştırma ihtiyacını vurgulamaktadır.

4.1.1. Kuruluşların demografik profilleri

Bu bölüm, yanıt oranı, katılımcıların geçmişleri, yaş grupları ve iş tanımları dahil olmak üzere bu araştırmaya katılanlar hakkında demografik bilgiler sunmaktadır. Buradaki bilgiler, katılımcıların ihale zorlukları hakkındaki görüşlerini ve YBM entegrasyonu için bir yol haritası geliştirme beklentilerini analiz etmek için bir temel oluşturmaktadır.

Toplanan verilerin sektörü temsil etmesini sağlamak için, inşaat sektöründeki tüm paydaşlardan bilgi toplamak gerekliydi. Çizelge 4.1'de, proje yöneticileri, belediye/ilçe mühendisleri, İhale/ihale veya sözleşme yöneticileri, ihale veya sözleşme idare asistanları, İhale yöneticileri, öğretim görevlileri/araştırmacılar ve İhale direktörleri dahil olmak üzere, katılımcı kuruluşlardan ve katılımcı kuruluşlardaki bireylerden yanıt verenleri listelemektedir. Yanıt verenler, danışmanlar, müteahhitler, üniversiteler/akademi, büyükşehir/belediye/ilçe meclisleri, PPA, bakanlıklar vb. dahil olmak üzere inşaat sektöründeki çeşitli paydaş gruplarından gelmiştir.

Çizelge 4.1. Katılımcıların geçmişleri

Paydaşlar (Ankete katılanlar)	Sıklık	Yüzde%
Proje yöneticileri	15	14,15
Belediye/İlçe Mühendisleri	30	28,30
Sözleşme Yöneticileri	24	22,65
İhale veya Sözleşme İdare Asistanları	19	17,92
İhale Direktörleri/İhale Müdürleri	13	12,26
Öğretim Görevlileri/Araştırmacılar	5	4,72
Toplam	106	100

Bu araştırma, Gana'nın inşaat ve tedarik sektörlerinde, özellikle ihale sürecine katılan 106 paydaşın yanıtlarını topladı. Katılımcıların dağılımı, YBM uygulamasının mevcut durumunu ve gelecekteki beklentilerini anlamak için hayati öneme sahip olan, çeşitli ve temsil niteliğinde bir profesyonel grubu göstermektedir. Veriler, özellikle ihale süreciyle ilgili olarak, Gana'nın inşaat ve tedarik sektörlerinde çalışan çeşitli ve temsil niteliğinde bir profesyonel grubunu doğrulamaktadır. Paydaşlar arasında Proje Yöneticileri, Belediye veya İlçe Mühendisleri, Sözleşme Yöneticileri, İhale veya Sözleşme Yönetimi Asistanları, İhale Direktörleri veya İhale Yöneticileri ve Öğretim Görevlileri veya Araştırmacılar bulunmaktadır.

Belediye ve Bölge Mühendisleri, toplamın %28,30'unu oluşturarak en büyük yanıtlayıcı grubunu oluşturdu. Bu önemli temsil, kamu sektörü altyapı projelerinin ve yerel yönetimin ihale ve tedarik süreçlerindeki rolünün önemini vurgulamaktadır. Sözleşme yöneticileri %22,65, ihale veya sözleşme yönetim asistanları ise %17,92 ile örneklemenin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu rollerdeki kişiler ihalelerin hazırlanması, değerlendirilmesi ve yönetimine katılırlar, bu da YBM entegrasyonu ile ilgili pratik zorlukları ve fırsatları değerlendirmek için onların görüşlerinin çok önemli olmasını sağlar.

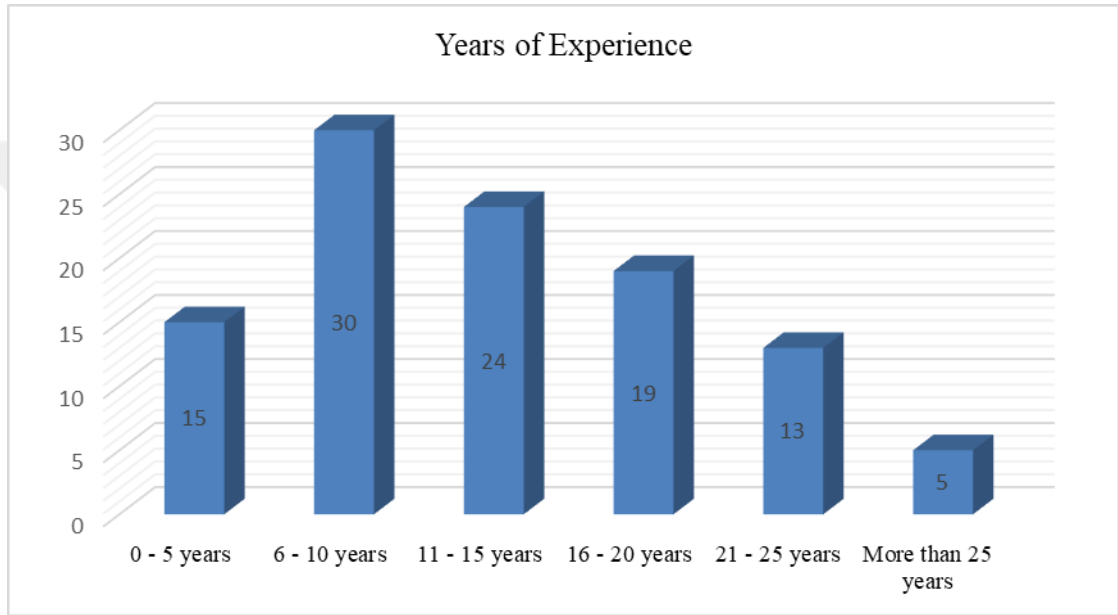
Ayrıca, katılımcıların %14,15'ini oluşturan Proje Yöneticileri de çalışmaya önemli katkıda bulunmuştur. Proje teslimatına ilişkin stratejik gözetimleri, YBM'in ihale aşamasında koordinasyonu ve verimliliği nasıl iyileştirebileceğine dair değerli bilgiler sunmalarını sağlamaktadır. %12,26'lık bir paya sahip olan Tedarik Direktörleri ve İhale Yöneticileri, YBM'in benimsenmesi gibi dijital dönüşüm girişimlerinin ilerletilmesi için desteği çok önemli olan üst düzey karar vericilerdir. Grubun %4,72'sini oluşturan öğretim görevlileri ve araştırmacılar, YBM uygulaması için politika önerileri ve eğitim çerçevelerinin şekillendirilmesine yardımcı olabilecek akademik ve teorik içgörüler sunmaktadır.

Çeşitli yanıtlayıcı tabanı, çalışmanın Gana'daki ihale sürecine ilişkin hem operasyonel hem de stratejik perspektifleri içeren kapsamlı bir anlayış sağlamasını garanti eder. Bu da, sonraki bölümlerde sunulan bulguların ve önerilerin güvenilirliğini artırır.

4.1.2. Ankete katılanların deneyimleri

Ankete katılan İhale ve ihale uzmanlarının deneyim yıllarının dağılımı, işgücünün kolektif uzmanlığı hakkında değerli bilgiler sunmaktadır. 0-5 yıl arasında deneyime sahip olanlardan 25 yıldan fazla deneyime sahip olanlara kadar çeşitli deneyim seviyelerindeki

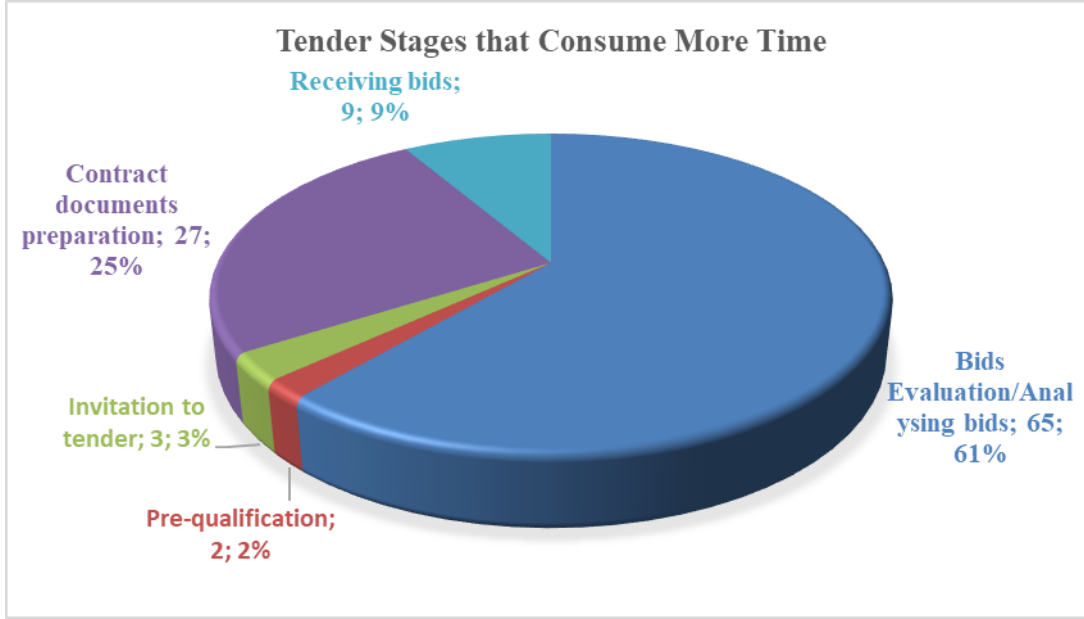
profesyonellerin varlığı, bu alanın çeşitlilik ve dinamizm içerdiğini göstermektedir. Kariyerinin başındaki profesyoneller (0-5 yıl) yeni bakış açıları ve coşku getirebilir, uyum ve inovasyonu artırabilir. Kariyerinin ortasında olan uzmanlar (6-15 yıl), önemli deneyimlerinden yararlanarak proje yönetimi ve stratejik planlamada kilit roller oynayabilirler. Kıdemli profesyoneller (16 yıl ve üzeri) değerli liderlik, tarihsel bilgi ve mentorluk sağlayabilir. Bu grupların birleşik güçleri, farklı aşamalarındaki bireylerin çeşitli becerileri ve içgörülerinin İhale ve ihale süreçlerinin genel başarısına katkıda bulunduğu işbirliğine dayalı bir ortamı işaret etmektedir. Bu çeşitlilik, tüm deneyim seviyelerindeki işgücünün potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için özel eğitim, mentorluk programları ve stratejik planlamanın önemini de vurgulamaktadır. Şekil 4.1’de, katılımcıların deneyim seviyelerini göstermektedir.



Şekil 4.1. Deneyim yılları

4.1.3. Daha fazla zaman alan ihale aşamaları

Bu bölümde, Gana'daki sektör profesyonellerinin en zaman alıcı olarak belirledikleri ihale sürecinin aşamaları, bu profesyonellerden toplanan verilere dayalı olarak analiz edilmektedir. Bulgular aşağıdaki Şekil 4.2’de gösterilmektedir.



Şekil 4.2. Daha fazla zaman alan ihale aşamaları

Verilerin analizi, teklif değerlendirme aşamasının ihale sürecinin toplam süresinin %61'ini oluşturarak başlıca darboğaz olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, teklif değerlendirmesinin kaynak yoğun olduğunu ve manuel prosedürler, tutarsız değerlendirme kriterleri veya süreci iyileştirmek için yetersiz dijital araçlar nedeniyle engellenebileceğini göstermektedir.

Sözleşme belgelerinin hazırlanması, toplam sürenin %25'ini oluşturan ikinci en zaman alıcı aşamadır. Bu aşama genellikle yasal ve teknik belgelerin taslağının hazırlanması, incelenmesi ve son halinin verilmesi aşamalarını kapsar ve bu aşama, paydaşlar arasında yetersiz koordinasyon veya standartlaştırılmış şablonların ve dijital işbirliği araçlarının eksikliği nedeniyle engellenebilir. Tekliflerin alınması (%9), ihaleye davet (%3) ve ön yeterlilik (%2) gibi aşamalar nispeten daha az zaman gerektirir. Bulgular, ihale sürecindeki ilk idari adımların nispeten verimli olduğunu, ancak sonraki aşamaların, özellikle ayrıntılı analiz ve belgeleme gerektirenlerin, gecikmelere daha yatkın olduğunu göstermektedir.

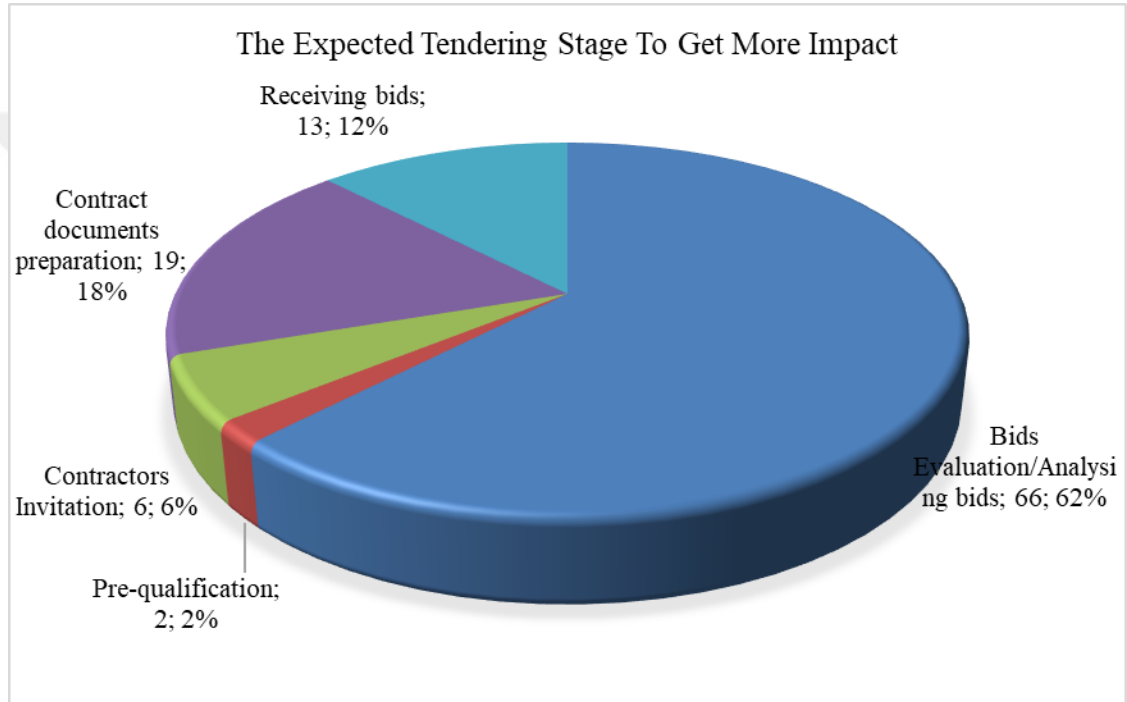
Sonuçlar, YBM'in uygulanması açısından önemlidir. YBM, otomatik metraj hesaplamaları yoluyla teklif değerlendirme ve sözleşme hazırlama süresini önemli ölçüde azaltabilir, merkezi belge yönetimi ve gerçek zamanlı işbirliği yoluyla sözleşme belgeleme verimliliğini artırabilir, şeffaflığı ve izlenebilirliği iyileştirerek tekrarlanan değerlendirmeler ve manuel değişikliklerin gerekliliğini en aza indirebilir ve proje paydaşları arasındaki işbirliğini geliştirebilir. Arayıcı vd. (2011), müşterilerin verimlilik ve şeffaflığın artırılması talepleri nedeniyle inşaat profesyonelleri üzerinde YBM'i uygulamaya yönelik artan baskıyı vurgulamaktadır. Bu çalışmanın bulguları, Gana'nın inşaat sektöründe, özellikle ihale aşamasında benzer baskıların ve fırsatların mevcut olduğunu göstermektedir.

YBM entegrasyonu için bu zaman alıcı aşamaları hedeflemek, verimlilik, doğruluk ve proje teslim sürelerinde önemli iyileştirmeler sağlayabilir. Bu analiz, ihale

sürecinin optimizasyonuna odaklanarak Gana'da YBM uygulamasının pratik bir yol haritasının geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca, bulgular, Gana'nın inşaat sektöründe verimliliği artırmak, gecikmeleri en aza indirmek ve proje teslim sonuçlarını iyileştirmek için teklif değerlendirme ve sözleşme hazırlık aşamalarında YBM entegrasyonuna öncelik verilmesini savunmaktadır.

4.1.4. Daha fazla etki elde etmek için beklenen ihale aşaması

Şekil 4.3 , paydaşların ihale sürecinin hangi aşamalarının YBM uygulamasından en fazla fayda sağlayacağına dair algılarına dayanarak, YBM entegrasyonu sırasında daha büyük etki yaratması beklenen ihale aşamasını göstermektedir. Veriler, Gana'nın inşaat ve tedarik sektörlerinde çalışan profesyonellerin yanıtlarından elde edilmiştir.



Şekil 4.3. Daha fazla etki elde etmek için beklenen ihale aşaması

Grafik, teklif değerlendirme ve analiz aşamasının YBM entegrasyonundan en fazla etkileneceğini ve yanıtların %62'sini oluşturduğunu göstermektedir. Bu, bu aşamanın en çok zaman alan aşama olduğu yönündeki önceki bulguları desteklemektedir. Paydaşlar, YBM'in teklif karşılaştırmasını iyileştirme, şeffaflığı artırma ve otomasyon ve veri entegrasyonu yoluyla manuel işi azaltma potansiyelini kabul etmektedir. YBM araçları, dijital metraj hesaplamaları, çakışma tespiti ve merkezi proje verilerine erişim ile değerlendirme doğruluğunu ve verimliliğini artırır.

Sözleşme belgelerinin hazırlık aşaması bunu takip ediyor ve katılımcıların %18'i bu aşamanın YBM'in etkisinin en önemli olduğu alan olduğunu kabul ediyor. Bu aşama, YBM özellikli belge yönetim sistemleri ile geliştirilebilen yasal ve teknik belgelerin oluşturulması ve düzenlenmesini içerir. Bu sistemler gerçek zamanlı işbirliğini destekler, sürüm kontrolünü mümkün kılar ve tasarım modelleriyle entegre olur, böylece hataları ve gecikmeleri azaltır. Tekliflerin alınması, ankete katılanların %12'si tarafından seçildi ve

bu da YBM'in etkisine ilişkin beklentilerin orta düzeyde olduğunu gösteriyor. Bu aşama esas olarak idari niteliktedir; ancak dijital platformların YBM ile entegrasyonu, teklif sunma, takip ve doğrulama süreçlerinin verimliliğini daha da artırabilir.

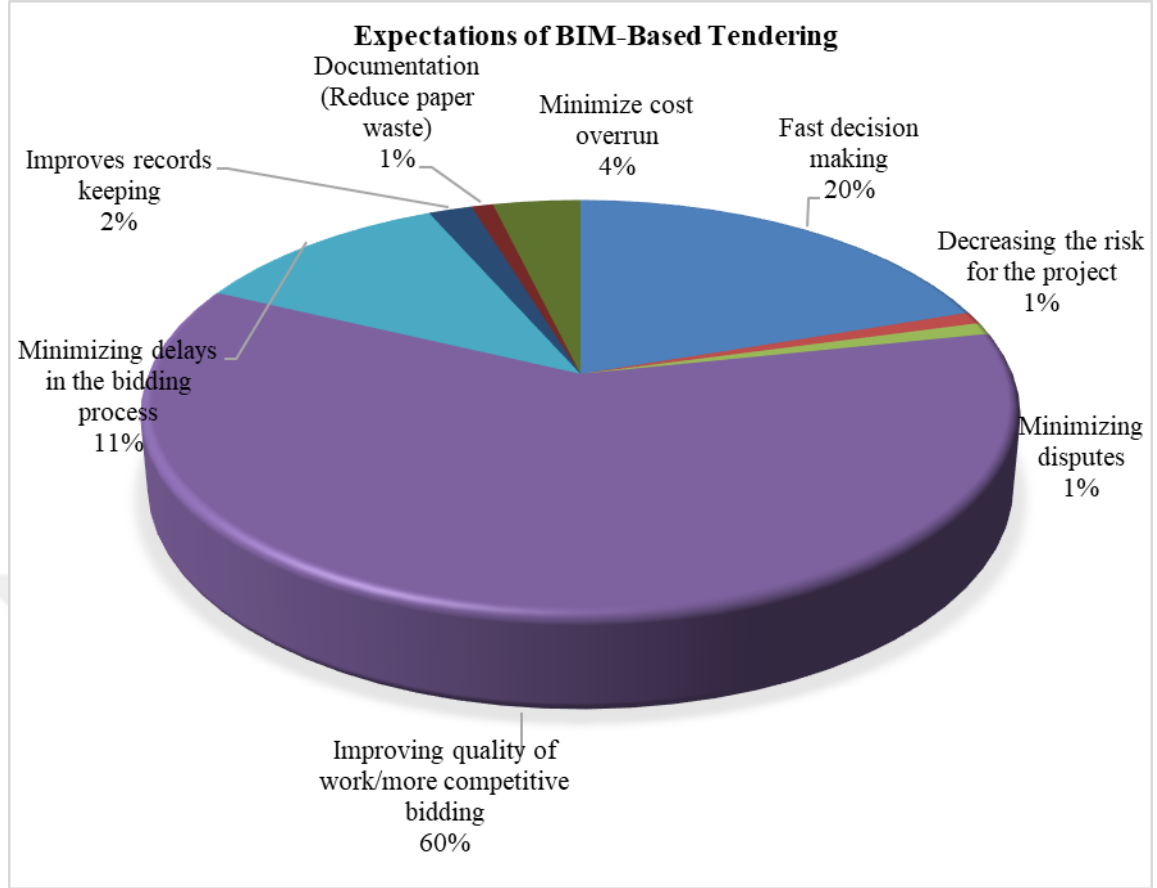
Ankete katılanların %6'sı müteahhitlerin davet aşamasını, %2'si ise ön yeterlilik aşamasını YBM'den fayda sağlayabilecek alanlar olarak belirlemiştir. Bu aşamalar genellikle karmaşıklığın azalması ve prosedürel nitelikleriyle karakterize edilir, bu da algılanan etkinin daha düşük olmasını açıklayabilir. Bu aşamalar, iyileştirilmiş veri paylaşımı ve standartlaştırılmış ön yeterlilik kriterleri sayesinde YBM'den fayda sağlayabilir.

➤ YBM uygulama stratejisi için dikkate alınması gerekenler

Sonuçlar, paydaşların YBM'in en büyük faydasını ihale sürecinin sonraki aşamalarında, özellikle teklif değerlendirme ve sözleşme belgeleri aşamalarında gördüklerini göstermektedir. Bu bilgiler, hedefe yönelik bir YBM uygulama planı geliştirmek için çok önemlidir. Kuruluşlar, bu yüksek etkili alanlara odaklanarak, YBM'in değerini gösteren erken başarılar elde edebilir ve daha geniş çaplı benimsenmesi için ivme kazanabilir. Zaman alan aşamalar ile YBM'den en fazla fayda sağlayacak aşamalar arasındaki bağlantı, tedarikte dijital dönüşümün stratejik önemini vurgulamaktadır. Bulgular, YBM'in Gana'nın inşaat sektöründeki tedarik ve ihale reformlarının temel bir unsuru olarak entegre edilmesini ve rolünün sadece tasarım ve inşaat araçlarının ötesine genişletilmesini desteklemektedir.

4.1.5. YBM tabanlı ihalelerden beklentiler

Şekil 4.4'te, Gana'nın inşaat sektöründeki katılımcıların YBM tabanlı ihalelerden beklentilerini göstermektedir. Veriler, performansın artırılması ve süreç verimliliğinin iyileştirilmesine önemli bir odaklanma olduğunu vurgulayan çeşitli beklentileri göstermektedir.



Şekil 4.4. YBM tabanlı ihalelerden beklentiler

Ankete katılanların %60'ı, YBM'in iş kalitesini artıracığı ve daha rekabetçi teklifler sunmayı sağlayacağı yönündeki beklentiyi ana beklenti olarak belirlemiştir. Bu, YBM'in ihale belgelerinin netliğini, doğruluğunu ve erişilebilirliğini artırarak, teklif verenlerin daha kesin ve rekabetçi teklifler oluşturmaya yardımcı olduğu yönündeki inancı yansıtmaktadır. Dijital modellerin ve veri açısından zengin ortamların kullanımı, görselleştirmeyi, metraj hesaplamalarını ve proje ihtiyaçlarının anlaşılmasını iyileştirerek belirsizlikleri azaltır ve adil rekabeti teşvik eder.

Ankete katılanların %20'si hızlı karar vermeyi önemli bir avantaj olarak görmektedir. YBM'de verilerin merkezileştirilmesi ve paydaşlar arasında gerçek zamanlı işbirliğinin desteklenmesi, teklif incelemeleri, uygunluk kontrolleri ve bilinçli ihale kararları için gereken süreyi büyük ölçüde kısaltabilir. Bu, YBM'in proje aşamalarının erken dönemlerinde veriye dayalı kararları desteklemek için giderek daha fazla kullanıldığını gösteren uluslararası eğilimlerle uyumludur. Ayrıca, ankete katılanların %11'i ihale sürecindeki gecikmeleri en aza indirmenin önemli bir hedef olduğunu vurgulamıştır. YBM, iş akışlarını iyileştirir, tekrarlayan görevleri otomatikleştirir ve manuel belge işlemlerini azaltır, böylece daha hızlı ve daha verimli ihale süreçleri sağlar.

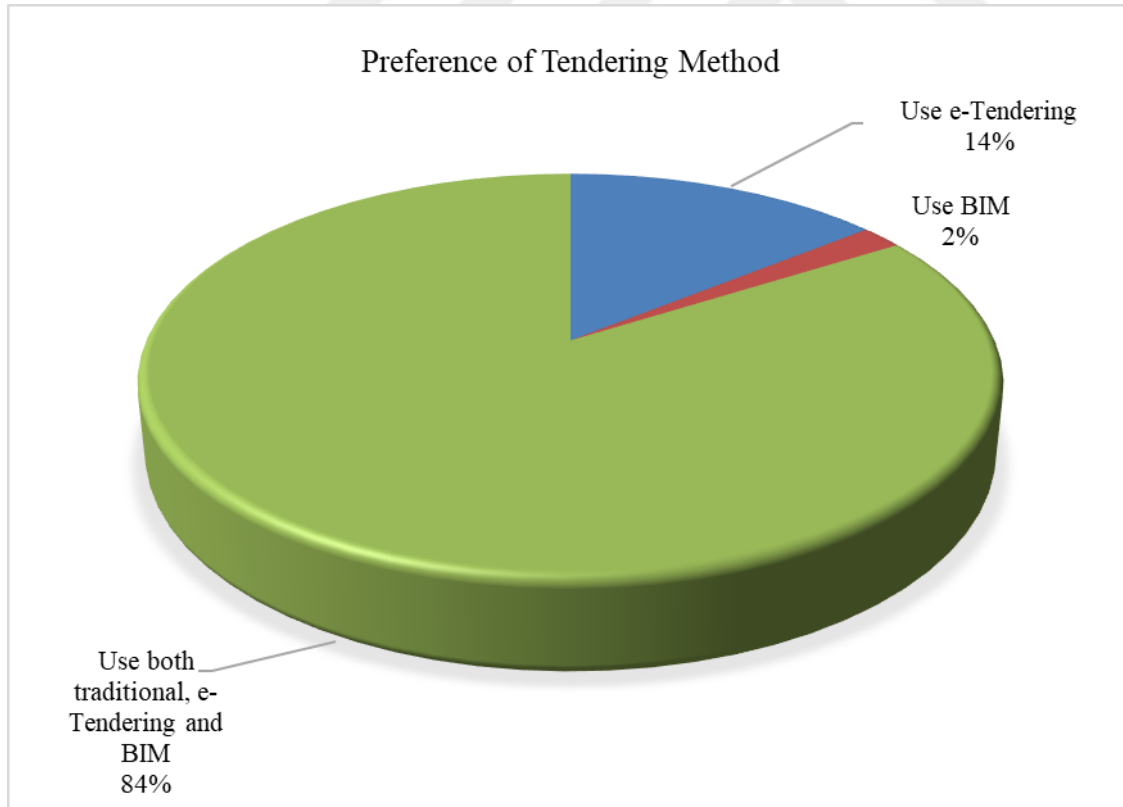
Daha az sayıda katılımcı tarafından belirtilse de, diğer beklentiler YBM tabanlı ihalelerin ek avantajlarını vurgulamaktadır. Bu beklentiler şunlardır: Maliyet tahminlerinin doğruluğunu artırarak ve tasarım tutarsızlıklarını hızlı bir şekilde tespit ederek maliyet aşımını azaltmak (%4); Dijital dokümantasyon ve merkezi veri

depolama yoluyla kayıt tutmayı iyileştirmek (%2); Dijital dokümantasyon yoluyla sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunan kağıt israfının en aza indirilmesi (%1); Daha iyi planlama ve daha az belirsizlik yoluyla proje riskinin azaltılması (%1); ve daha net sözleşme dokümantasyonu kullanılması ve izlenebilir karar alma süreçleri oluşturulması yoluyla anlaşmazlıkların %1'e indirilmesi.

Sonuçlar, paydaşların ihale sürecinin kalitesini ve rekabet gücünü artırmada YBM'in rolüne ilişkin yüksek beklentileri olduğunu göstermektedir. Belirlenen beklentiler, YBM'i tedarikte şeffaflığı, verimliliği ve işbirliğini artırmak için dönüştürücü bir araç olarak gören mevcut literatürle tutarlıdır (Eastman vd. 2011; Arayıcı vd. 2011). Bu bilgiler, Gana'daki politika yapıcılarının ve sektör liderlerinin hem kamu hem de özel sektör alımlarında YBM'in benimsenmesine öncelik vermesi gerektiğini güçlü bir şekilde desteklemektedir. Bu faydaların gerçekleştirilmesi için, uygulama stratejileri kapasite geliştirme, dijital altyapı geliştirme ve YBM'in alım düzenlemelerine dahil edilmesine odaklanmalıdır.

4.1.6. Sektör paydaşlarının ihale yöntemlerine ilişkin tercihleri

Şekil 4.5'te, Gana'nın inşaat sektöründe çeşitli ihale yaklaşımlarına yönelik paydaş tercihlerinin dağılımını göstermektedir. Grafik, yanıtları üç ana kategoriye ayırmaktadır: yalnızca e-ihale kullanımı, yalnızca YBM tabanlı ihale kullanımı ve geleneksel, e-ihale ve YBM yöntemlerini bir arada kullanan karma yaklaşım.



Şekil 4.5. İhale yöntemi tercihi

Bulgular, katılımcıların büyük çoğunluğunun (%84) geleneksel ihale yöntemlerini

e-ihale ve YBM tabanlı çözümlerle birleştiren karma bir yaklaşımı tercih ettiğini göstermektedir. Bu, dijital araçların faydalarının giderek daha fazla farkına varılmasına rağmen, paydaşların hala geleneksel yöntemlerin tanıdık ve güvenilir olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Karma model, sektördeki geçiş aşamasını yansıtmaktadır ve henüz tam olarak kurumsallaşmamış olan dijital kullanımın artmasıyla karakterize edilmektedir.

Ankete katılanların %14'ü yalnızca e-ihaleyi tercih ettiklerini belirtmişlerdir, bu da bu grubun teknolojiye pek alışkın olmadığını göstermektedir. E-ihale platformları, verimlilik artışı, daha az evrak işleri ve daha fazla şeffaflık gibi avantajlar sunmaktadır. Bu grubun YBM kullanmaması, entegre proje teslimatını desteklemek yerine, idari görevler için dijital araçlara dayandıklarını göstermektedir.

Ankete katılanların sadece %2'si YBM tabanlı ihaleyi tercih ettiğini belirtti. Bu düşük oran, YBM'in Gana'nın İhale süreçlerinde hala benimsenme aşamasının başlarında olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni, sınırlı teknik bilgi, yetersiz düzenlemeler, eğitim eksikliği veya kurumsal değişime direnç gibi sorunlar olabilir.

Bulgular, bireylerin ihalelerde dijital dönüşümü benimsemeye istekli olduklarını göstermektedir; ancak YBM'in yaygın kullanımı sınırlı kalmaktadır. Hibrit bir yaklaşımın tercih edilmesi, paydaşların ani değişiklikler yerine yeni teknolojinin kademeli olarak entegre edilmesini tercih ettiklerini göstermektedir. Bu durum, politika oluşturma ve kapasite geliştirme üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. YBM kullanımını artırmak için aşağıdaki adımların atılması gerekmektedir: YBM kullanarak ihale sürecini kolaylaştırmak için net kılavuzlar ve düzenlemeler oluşturmak; ihale uzmanlarının eğitimi için fon ayırmak; YBM'in ihale sürecini iyileştirme potansiyelini gösteren pilot projeleri desteklemek; geleneksel yöntemler, e-İhale ve YBM sistemlerinin entegrasyonunu teşvik etmek. Bu eylemler, mevcut prosedürlerin YBM'i tam olarak kullanarak ihale verimliliğini, şeffaflığını ve başarısını artırmasına yardımcı olacaktır.

4.1.7. Geleneksel kağıt tabanlı ihalelerin önündeki zorlukları

En büyük zorluk siyasi müdahaledir (1.), bunu rüşvet ve algılanan yolsuzluk, komite içindeki çıkar çatışmaları ve aşırı bürokrasi izlemektedir (2., RII% = 0,95). Bu faktörler, İhale verimliliğini ve dürüstlüğü önemli ölçüde etkilemektedir. Şeffaflık eksikliği (RII% = 0,92), yetersiz kayıt tutma (RII% = 0,90), yeni teknolojinin benimsenmemesi, yetersiz İhale yapıları (RII% = 0,89), belge işleme hacmi (RII% = 0,85) ve prosedürlerin kötüye kullanılması (RII% = 0,83) ihale uzmanları tarafından belirlenen en önemli on zorluk arasındadır.

Çizelge 4.2'de sonuçları, tüm ihale uzmanlarının 23 zorluğun 22'sinde (RII; %50) Gana'nın inşaat sektöründe ihale zorlukları olduğu konusunda hemfikir olduğunu göstermektedir. Sadece bir zorluk (RII; %50) tehdit oluşturmamaktadır.

Çizelge 4.2. Gana'da Kamu İhalelerine Katılımda Zorluk Kategorileri

No	Engel/Zorluk	RII Düzeltilmiş Yüzde	Sıra
	Siyasi müdahale	0,97	1
2	Rüşvet ve algılanan yolsuzluk	0,95	2
3	Komitenin çıkar çatışması	0,95	2
4	Aşırı bürokrasi	0,95	2
5	Şeffaflık eksikliği	0,92	5
6	Yetersiz kayıt tutma	0,9	6
7	Yeni teknolojinin benimsenmemesi	0,89	7
8	Yetersiz tedarik yapısı	0,89	7
9	Zorlu belge işleme süreci	0,85	9
10	Prosedürün kötüye kullanılması	0,83	10
11	PPA yasalarının yetersiz uygulanması	0,81	11
12	Yasaya düşük/hiç uymama	0,81	11
13	İhale Dolandırıcılığı/Zimmete Para Geçirme	0,79	13
14	Standart ve Profesyonellik Eksikliği	0,75	14
15	Yetersiz iletişim	0,75	14
16	Çalışanların yetersiz becerileri	0,7	16
17	Kötü sözleşme yönetimi	0,73	17
18	Haksız tek kaynak kullanımı	0,72	18
19	Sözleşmelerin daha küçük parsellere bölünmesi	0,70	19
20	Yetersiz İhale planları	0,59	20
21	Yanlış veriler	0,59	20
22	Güvenlik uygulamalarının yetersiz performansı	0,56	22
23	Yabancı rekabet	0,48	23

Zorlukların analizleri, karşılık gelen RII ayarlı yüzdeleri ve sıralamaları ile birlikte aşağıda verilmiştir.

- **Siyasi müdahale (RII% = 0,97)**

Siyasi müdahale (RII% = 0,95), Gana'daki ihale süreçlerinde kağıt tabanlı zorlulukları arasında en üst sırada yer almıştır. Tüm ihale uzmanları bunu doğrulamıştır. Tanzanya'daki yarı devlet kuruluşlarının bulguları, siyasi müdahalenin ihale performansını olumsuz etkilediğini, ancak proje tahsisine yardımcı olduğunu göstermektedir (Masoud 2023). (Isaac 2013; Adusei ve Laar 2016; Ameyaw vd. 2017; Amoah ve Shakantu 2017; Nuertey vd. 2018; Boatemaa-Yeboah ve Tamakloe 2019; Anas 2020) da siyasi müdahaleyi Gana'da önemli bir sorun olarak tanımlamıştır. Bu durum, politikacıları İhale sürecinden dışlamak ve sadece yetkili personeli dahil etmek gerektiğini vurgulamaktadır.

- **Rüşvet ve algılanan yolsuzluk (RII% = 0,95)**

Rüşvet ve algılanan yolsuzluk (RII% = 0,95), yanıtlayıcıların görüşlerine göre, Komite çıkar çatışmaları (RII% = 0,95) ve Aşırı bürokrasi (RII% = 0,95) ile birlikte ikinci sırada yer almaktadır. Asamoah ve Decardi-Nelson (2014) da bunu birinci sıraya koymuş ve Gana'nın ihale sürecinde acil olarak ele alınması gereken önemli bir sorun olarak vurgulamıştır. Strombom (1998), maliyetlerin sözleşmeleri %20-25 oranında artırabileceğini ortaya koymuş ve (Evenett ve Hoekman 2003) maliyetlerin toplam sözleşme değerinin %50'sine ulaşabileceğini öne sürmüştür. OECD (2016), kamu alımlarının yolsuzluğa son derece açık olduğunu belirtmiştir. Ehlermann-Cache (2007), gereksiz, uygunsuz ve tehlikeli projeler dahil olmak üzere, bunun zararlı sonuçlarını vurgulamıştır (OECD 2016; Ehlermann-Cache 2007). (Osei-Tutu vd. 2010; Ameyaw vd. 2012; PPA 2003; Ameyaw vd. 2017; Boatemaa-Yeboah ve Tamakloe 2019; Anas 2020; Amoah ve Shakantu 2019;) rüşvet ve yolsuzluğu Gana'nın inşaat sektörü ihale sürecindeki en büyük zorluklar olarak tanımlamıştır. Osei-Tutu vd. (2010), ülkenin büyümesi için sosyal adalet, yönetim, şeffaflık ve sorumlu kaynak dağıtımını teşvik eden güçlü bir İhale sistemi ve politikalarının oluşturulmasını önermiştir.

- **Komitenin çıkar çatışması (RII% = 0,95)**

Asamoah ve Decardi-Nelson (2014) göre, çıkar çatışması ihale zorlukları arasında ikinci sırada yer almaktadır (RII% = 95). Dünya Bankası (2020), bunu ihale değerlendiricisinin diğer çıkarlarının tarafsızlığını etkileyebileceği durumlar olarak tanımlamaktadır. Komite üyeleri, değerlendirme öncesinde bu tür çıkar çatışmalarını açıklamak zorundadır. Güney Afrika'da Bowen vd. (2012), hükümet yetkililerinin genellikle rüşvet (65%), ihaleye fesat karıştırma (64%) ve çıkar çatışması (63%) olaylarına karıştığını tespit etmiştir. Dünya Bankası'na (2020) göre, çıkar çatışması doğru yüklenici veya tedarikçinin seçilmesini engelleyerek Değerlendirme Komitesi'nin (EC) hedefini baltalamaktadır. Gana inşaat sektöründeki araştırmacılar, örneğin Ameyaw vd. (2017) ve Osei-Tutu vd. (2010), çıkar çatışmalarının varlığını doğrulamaktadır. Dünya Bankası 2020 yılında bu tür çatışmaları önlemek için tespit, raporlama ve çözüm prosedürleri dahil olmak üzere alınacak önlemleri vurgulamıştır.

- **Aşırı bürokrasi (RII% = 0,95)**

Aşırı bürokrasi ikinci sırada yer almıştır (RII% = 0,95). Aşırı bürokrasi, tedarikte gecikmelere, verimsizliğe ve maliyetlerin artmasına neden olmaktadır. Uzun onay süreçleri, karmaşık prosedürler ve çok katmanlı bürokrasi, tedariki yavaşlatmakta ve zamanında satın alımları engellemektedir. Karimi (2020), Afganistan'daki tedarikte beş ana neden belirlemiştir: geleneksel tedarik yöntemleri, şeffaflık eksikliği, geciken ödemeler, yavaş karar alma süreci ve yolsuzluk. Kusi vd. (2014) ile Boatemaa-Yeboah ve Tamakloe (2019) gibi araştırmacılar da aşırı bürokrasiyi Gana'daki ihalelerde önemli bir sorun olarak belirtmiştir. E-ihale ve bina bilgi modellemesi gibi teknolojiler bu soruna çözüm sunmaktadır.

- **Şeffaflık Eksikliği (RII% = 0,92)**

Şeffaflık, ihalelerde güven ve itimadı artırır. Şeffaflığın olmaması, kayırmacılık, yolsuzluk ve kamu fonlarının kötüye kullanılması şüphesine yol açabilir. Şeffaflık

eksikliği (RII% = 0,92), ihalelerde karşılaşılan başlıca zorluklar arasında beşinci sırada yer almıştır. Transparency International (2015), şeffaflığın ihalelerde izleme, değerlendirme, hesap verebilirlik ve rekabeti desteklediğini belirtmiştir. Şeffaflık, (Atiga ve Azanlerigu 2017) tarafından vurgulandığı gibi, ihtiyaç değerlendirmelerinden denetimlere kadar tüm döngüyü kapsamalıdır. Şeffaflığa öncelik vermek, ihalelerde yolsuzluğu önlemenin bir yoludur.

- **Yetersiz Kayıt Tutma (RII% = 0,90)**

Yetersiz Kayıt Tutma (RII% = 0,90) uzmanlar arasında altıncı sırada yer almıştır. Uygun kayıt tutma, hesap verebilirlik ve denetimler için çok önemlidir. Yetersiz kayıtlar, İhale kararlarının, harcamaların ve sonuçların izlenmesini ve doğrulanmasını zorlukları. Ottou vd. (2019), Uganda, Tanzania ve Gana dahil birçok gelişmekte olan ülkenin kamu İhale kayıtlarını yönetmede zorluklar yaşadığını ve bunun şeffaflığı ve hesap verebilirliği zedelediğini gözlemlemiştir. Bu sorun, Sahra Altı Afrika'da yaygın olarak görülmekte ve kamu satın alımlarında şeffaflık ve hesap verebilirliği etkilemektedir. Yeni teknolojilerin uygulanması en iyi çözümü sunmaktadır.

- **Yeni Teknolojinin Benimsenmemesi (RII% = 0,89)**

Yeni Teknolojiyi Benimsenmeme (RII% = 0,89) Gana İhale Sisteminde 7. sırada yer almıştır. Modern teknolojinin benimsenmemesi, ilerlemeyi ve verimliliği engellemektedir. Yenilikçi araçlar şeffaflığı artırabilir, süreçleri kolaylaştırabilir ve daha iyi kararların alınmasını destekleyebilir. Gana 2019 yılında GHANEPS'i benimsemiş olsa da, kurumlar beceri, eğitim ve yönetim sorunları nedeniyle değişime direnmektedir. Uzmanlar ve kurumlar, e-ihale, IoT, büyük veri analitiği, yapay zeka ve 3D baskı gibi modern ihale teknolojilerini benimsemelidir. Khuan (2019), bu teknolojilerin ihale uzmanlarını güçlendirerek verimliliklerini ve alaka düzeylerini artırdığına inanmaktadır.

- **Yetersiz İhale Yapısı (RII% = 0,89)**

Yetersiz İhale yapısı (RII% = 0,89) ihale sürecini engellemektedir. Kötü organize edilmiş bir yapı, İhale verimliliğini azaltabilir. İyi yapılandırılmış bir düzen, rolleri ve sorumlulukları açıkça tanımlar ve karar vermeyi destekler. Ameyaw vd. (2017), üst düzey yönetimin etkisinin, yetersiz yapı nedeniyle kamu kurumlarında uyumu engelleyebileceğini belirtmiştir. Akuffo (2014), verimliliği ve paranın karşılığını etkileyen verimli yapılar kurmanın ve nitelikli personel istihdam etmenin zorluğunu vurgulamıştır. Çalışma, kamu alımlarını denetlemek ve yetenekli kişileri sürece dahil etmek için Kamu Alımları Kanunu'ndaki hükümleri kullanarak Alım Birimleri ve Kurum İhale Komiteleri (ETC) gibi kurumlar kurulmasını önermiştir.

- **Zorlu belge işleme süreci (RII% = 0,85)**

Zorlu belgeleme, İhalede gecikmelere ve idari yükümlülöklere yol açmaktadır. Karmaşık evrak işleri, belirsiz kılavuzlar ve aşırı gereklilikler verimliliği düşürmektedir. Bu, 9. sırada yer alan önemli bir zorluktur (RII% = 0,85). Kusi vd. (2014), İhaledeki verimsizlikleri ödeme gecikmelerine, karmaşık belgelemeye ve uzun yönetim kurulu toplantılarına bağlamıştır. E-ihale gibi yeni teknolojilerin benimsenmesi ve uygulanması bu durumu iyileştirmeye yardımcı olabilir.

- **Prosedürlerin Kötüye Kullanılması (RII% = 0,83)**

Prosedürün kötüye kullanılması (RII% = 0,83) 10. sırada yer almaktadır ve Gana'nın ihale sürecinde yaygın olarak görülmektedir. Sözleşme bölünmesi veya değerlendirme kriterleri gibi ihale prosedürlerinin manipüle edilmesi, adil rekabeti bozar ve verimsizliğe yol açar. OECD (2016), sözleşme bölünmesi, uygunsuz aciliyet kullanımı ve desteksiz değişiklikler dahil olmak üzere rekabetçi olmayan prosedürlerin kötüye kullanılması, ihalelerde önemli bir sorun olarak tanımlanmıştır.

- **PPA Yasaları'nın Yetersiz Uygulanması (RII% = 0,81)**

Tukamuhabwa (2012) göre, uygulama, düzenleyicilerin uyumu sağlamasını içerir ve bunun etkinliği konusunda farklı görüşler vardır. Daha sıkı cezalarla güçlü bir uygulama, uyumu artırır. İhale kanun ve yönetmeliklerinin uygun şekilde uygulanması, adalet ve şeffaflık için gereklidir. Yetersiz uygulama, uyumsuzluk ve usulsüzlüklere yol açar. 11. sırada yer alan PPA yasalarının yetersiz uygulanması (RII% = 0,81), ihale makamlarının yasaları uygulayamadığı durumlarda ihaleyi zorlulukları. Nwabuzor (2005); Tukamuhabwa (2012), tarafından da belirtildiği gibi, zayıf uygulamayı Nijerya, Hindistan, Bangladeş, Sri Lanka ve Venezuela gibi gelişmekte olan ülkelerdeki kamu ihale yetkilileri arasındaki yolsuzlukla ilişkilendirmiştir. Okeahalam (2004) tarafından ortaya konulan ve Engelbert (2015) tarafından desteklenen zayıf yasa uygulaması, Nijerya ve Gana'da da görülmüştür.

- **Yasaların Düşük/Hiç Uyulmaması (RII% = 0,81)**

Yasaların düşük/uygulanmaması (RII% = 0,81) 11. sırada yer almıştır. ECA'nın (2015) kamu alımlarındaki hatalarla ilgili raporunda, haksız ihale, iş bölümü, uygunsuz prosedürler ve yayın/şeffaflık eksiklikleri gibi sorunlar vurgulanmıştır. Yasadışı veya ayrımcı teknik şartnameler, ihale ilanlarındaki seçim/tahsis kriterleri ve ihale belgeleri yasal sorunlara yol açabilir. Ameyaw vd. (2012) tarafından da doğrulandığı üzere, ihale kanun ve yönetmeliklerine uyulmaması, hukuki sorunlar ve hesap verebilirliğin tehlikeye atılması gibi ciddi sonuçlar doğurmaktadır.

- **İhale Zimmete Para Geçirme (RII% = 0,79)**

İhale Dolandırıcılığı/Zimmete Para Geçirme (RII% = 0,79) 13. sırada yer almıştır. Bu, ihale süreçlerinin yasadışı olarak manipüle edilmesini içerir. Asamoah ve Decardi-Nelson (2014) bunu inşaat sektöründe 3. ve 7. sırada sıralamıştır. Dolandırıcılık ve zimmete para geçirme, adil rekabete zarar verir ve önemli mali kayıplara neden olur.

- **Standartların ve Profesyonelliğin Eksikliği (RII% = 0,75)**

İhalelerde net standartların ve profesyonelliğin olmaması tutarsızlığa yol açar, kaliteyi tehlikeye atar ve tatmin edici olmayan sonuçlar doğurur. Bu nedenle, 14. sırada yer alan Standart ve Profesyonellik Eksikliği (RII% = 0,75), Boatemaa-Yeboah ve Tamakloe (2019) tarafından Kwahu West Belediye Meclisi'ndeki kamu alımları üzerine yapılan ve tedarikçiler ve müteahhitler arasında düşük profesyonellik düzeyini vurgulayan çalışmada da belirtildiği gibi, Gana'nın ihale sürecinde bir zorluk teşkil etmektedir.

- **Yetersiz İletişim (RII% = 0,75)**

Yetersiz İletişim (RII% = 0,75) de önemli bir zorluk olarak tespit edilmiş ve 14. sırada yer almıştır. Etkili iletişim, tüm paydaşların bilgilendirilmesini ve uyum içinde olmasını sağlamak için İhale sürecinde hayati önem taşır. Yetersiz iletişim, yanlış anlamalara, gecikmelere ve aksaklıklara yol açabilir. Lauesen ve Vium (2005) yetersiz iletişimin yetersiz bir sürece yol açabileceğini ve bunun da İhale sürecinde çeşitli sorunlara yol açabileceğini belirtmiştir.

- **Çalışanların Yetersiz Becerileri (RII% = 0,74)**

Çalışanların Yetersiz Becerileri (RII% = 0,74) de 16. sırada yer almıştır. Ntuli ve Allopi (2014), inşaat sektörünün ancak bu sektörde çalışan bireylerin rollerini etkili bir şekilde yerine getirmek için gerekli beceri ve yetkinliğe sahip olmaları halinde gelişip refah içinde olabileceğini belirtmiştir. Bu nedenle, yetenekli ve eğitilmiş İhale uzmanlarının eksikliği, İhale süreçlerinin ve kararlarının kalitesini olumsuz etkileyebilir.

- **Kötü Sözleşme Yönetimi (RII% = 0,73)**

Kötü sözleşme yönetimi (RII% = 0,73) 17. sırada yer almıştır. Marco (2013), Tanzania'da yetersiz sözleşme yönetimine katkıda bulunan faktörleri, kötü hazırlanmış ihale belgeleri, yolsuzluk, paydaşlar arasında sınırlı iletişim, yasal teknik ayrıntılar ve personel uzmanlığının eksikliği olarak belirlemiştir. Dünya Bankası (2003), Isaac (2013), Adusei ve Awunyo-Vitor (2015) ve Owusu vd. (2020), yetersiz sözleşme yönetimi nedeniyle proje gecikmeleri, tamamlanamama, sözleşme süresi değişiklikleri, siyasi etkiler, hatalı yüklenici talep değerlendirmeleri, ceza uygulama başarısızlıkları ve sözleşme şartlarına uyulmaması gibi sorunları vurgulamıştır. Sözleşme şartlarından sapmak, ekonomiyi, verimliliği ve şeffaflığı zedeler. Verimsiz sözleşme yönetimi, gecikmelere, maliyet aşımına ve hizmet sunumunda yetersizliğe yol açmaktadır.

- **Haksız Tek Kaynaklı Tedarik (RII% = 0,72)**

18. sırada yer alan haksız tek kaynak kullanımı (RII% = 0,72) bir sorundur. Hosseinpour vd. (2023), zaman tasarrufu sağlama avantajını kabul etmekle birlikte, kamu fonlarının optimizasyonunun gerekli olduğu durumlarda bu avantajların dezavantajları telafi edecek kadar önemli olmadığını belirtmiştir. Kamu sektörü genellikle tek kaynaklı tedariki belirli durumlarla sınırlandırır. Isaac (2013), Amoah ve Shakantu (2019), Ameyaw vd. (2017) ve Dünya Bankası (2003) da Gana'nın İhale Sisteminde haksız tek kaynaklı tedariki vurgulamıştır. Uygun şekilde gerekçelendirilmeyen tek kaynaklı tedarik, rekabeti sınırlar ve fiyatların şişirilmesi veya hizmet kalitesinin düşmesi riskini artırır.

- **Sözleşmelerin Daha Küçük Lotlara Bölünmesi (RII% = 0,70)**

19. sırada yer alan Sözleşmelerin Daha Küçük Lotlara Bölünmesi (RII% = 0,70), OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü) 2015 anketine göre birbiriyle bağlantılı nedenlere sahiptir: KOBİ'lerin büyümesini ve pazara girişini teşvik etmek, katılımı artırmak, rekabeti artırmak, tek tedarikçiye bağımlılığı önlemek ve sözleşme risklerini dağıtmak (OECD 2016).

Ancak, bu yaklaşımla ilgili araştırmalar sınırlı ve karışık sonuçlar vermektedir. Hoekman ve Taş (2020) kesin sonuçlara ulaşamamışken, Timmermans ve Zabala-Iturriagagoitia (2013) "koordineli ayrıştırma"nın KOBİ katılımını teşvik edebileceğini öne sürmektedir. Glas ve Eßig (2018), 380 Alman sözleşme ihalesine dayanarak, ihaleleri daha küçük parsellere bölmenin KOBİ'lerin başarısını önemli ölçüde artırmadığını belirtmektedir. İhale prosedürü, rekabet seviyesi ve genel ihale hacmi gibi diğer faktörlerin daha etkili olduğunu belirtmektedirler. Sonuç olarak, sözleşmelerin bölünmesi rekabeti azaltabilir ve ölçek ekonomisini engelleyerek maliyetlerin artmasına neden olabilir.

- **Yetersiz İhale Planları (RII% = 0,59)**

20. sırada yer alan Yetersiz İhale Planları (RII% = 0,59), gecikmelere, bütçe aşımına, rekabetin azalmasına, kötü tedarikçi seçimlerine, kaynak verimsizliğine, yasal risklere ve şeffaflık sorunlarına neden olmaktadır. Kuruluşlar, gereksinimlerin tanımlanması, pazar araştırması, şeffaf ihale, risk değerlendirmesi ve mevzuata uygunluk gibi unsurları içeren kapsamlı bir ihale planlamasına öncelik vermelidir. Etkili planlama, bu sorunları en aza indirir ve başarılı projeler ile paydaş ilişkilerini teşvik eder.

- **Yanlış Veriler (RII% = 0,59)**

İhale sürecindeki yanlış veriler, bütünlük, adalet ve projenin başarısını etkileyen geniş kapsamlı sonuçlar doğurur. Bu etkiler arasında hatalı kararlar, verimsizlik, gerçekçi olmayan bütçeler, rekabetçi olmayan teklifler, anlaşmazlıklar, kaynak israfı, itibar kaybı ve raporlama zorlukları yer alır. Veri doğruluğuna önem vermek çok önemlidir. Sağlam veri toplama, doğrulama ve onaylama prosedürleri uygulayın, düzenli denetimler ve kalite kontrolleri yapın ve veri bütünlüğü kültürünü teşvik edin. Personeli doğru veri uygulamaları konusunda eğitin ve İhalede bilinçli kararlar almak için güvenilir kaynaklara güvenin.

- **Yetersiz Performans Güvenliği Uygulaması (RII% = 0,56)**

22. sırada yer alan Yetersiz Performans Güvenliği Uygulaması (RII% = 0,56), ihale sürecini ve ilgili tarafları olumsuz etkiler. Performans güvenliği, sözleşmeye uyumu garanti eder ve performans teminatları veya finansal araçları içerebilir. Uygulamanın eksikliği, yüklenicinin temerrüde düşmesine, finansal kayıplara, proje gecikmelerine, rekabet ve kalitenin düşmesine, güven kaybına, yasal sorunlara ve İhale sürecinin itibarının zedelenmesine neden olur. Bu sorunları çözmek için kuruluşlar, güçlü güvenlik mekanizmaları, açık sözleşme şartları, etkili izleme ve uyumsuzluk durumunda hızlı eylemler uygulayarak tedarikçilerin sözleşme yükümlülüklerini yerine getirmelerini sağlamalıdır. Performans güvenliğinin uygulanması, sözleşmenin başarıyla tamamlanması için çok önemlidir.

- **Yabancı Rekabet (RII% = 0,48)**

Gana'nın inşaat sektöründe en az zorluk yaratan konu olan yabancı rekabet (RII% = 0,48), pazar dinamikleri, düzenlemeler ve yerli işletmelerin hazırlık durumuna bağlı olarak karışık etkiler yaratmaktadır. Yenilikçiliği, verimliliği ve daha fazla seçenek sunmayı teşvik edebilir, ancak aynı zamanda ulusal güvenlik, haksız avantaj ve yerli

pazar payının kaybı konusunda endişeler yaratabilir. Yabancı rakipler, yerel dinamikleri ve uluslararası uyumu etkileyebilir (Amoah ve Shakantu 2019). Bu sorunların ele alınması, dengeli ve rekabetçi bir pazarın oluşturulması için teşvikler, sübvansiyonlar, ticaret politikaları, eğitim, araştırma ve işbirliği yoluyla yerli sanayinin desteklenmesini gerektirir.

➤ **Görüşme/anket sırasında ortaya çıkan, ancak görüşme/anket sorularında yer almayan ihale zorlukları**

Görüşme ve anket araçlarındaki yapılandırılmış soruların yanı sıra, katılımcıların yaşadıkları deneyimlerden kaynaklanan birkaç önemli zorluk ortaya çıktı ve bu da ihale sürecinde karşılaşılan pratik zorluklar hakkında daha derin bir içgörü sağladı. Metraj listelerinin hazırlanması, kesin maliyet tahmini ve ihale belgeleri için çok önemli olduğundan, önemli bir zorluk oluşturdu. Ankete katılanlar, sınırlı kapasiteye sahip olmasına rağmen müteahhitlerin seçilmesinin proje kalitesini tehlikeye attığını belirterek rekabet gücündeki eksikliği işaret ettiler. İhale takvimine uyulmaması önemli bir sorun olarak ortaya çıktı; kişisel ilişkiler nedeniyle geç teslim edilen tekliflerin kabul edilmesi, sürecin bütünlüğünü zedeledi. Uygulama sırasında müteahhitlere yapılan ödemelerin sık sık gecikmesi, performans ve takvim üzerinde olumsuz bir etki yarattığını gösterdi.

Tek bir yüklenicinin ihaleleri tekelleştirmesi, adalet ve potansiyel kapasite aşırı yükü konusunda endişelere yol açmaktadır. İhale belgelerinin yetersiz paketlenmesi, etkili değerlendirme ve şeffaflığın önündeki bir engel olarak tanımlanmıştır. Katılımcılar, oran belirleme için veri toplama konusunda zorluklarla karşılaşmış ve bu da maliyet tahminlerinin güvenilirliğini etkilemiştir. İhalelerle ilgili yüksek maliyetler, özellikle fiziksel başvuru ve seyahat gerektiren geleneksel sistemlerde, yaygın bir sorun olmuştur. Bu sistemlerde başvuruya ilişkin lojistik ve mali zorlukları, daha erişilebilir ve basitleştirilmiş süreçlere duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır.

➤ **İhale sistemlerini iyileştirmek için yenilikçi çözümler**

Kamu alımlarında süregelen sorunları çözmek için çeşitli yenilikçi ve stratejik çözümler araştırılmalıdır. Bu yöntemler, sürdürülebilir kalkınmayı teşvik ederken ve paydaşların güvenini artırırken şeffaflığı, verimliliği ve hesap verebilirliği artırmayı amaçlamaktadır.

Kamu-özel sektör ortaklıkları (PPP'ler), İhalede yenilikçiliği ve verimliliği artırmak için başarılı bir yöntem haline gelmiştir. Özel sektörün uzmanlığını ve kaynaklarını kullanarak, PPP'ler altyapı teslimatını ve hizmet kalitesini artırabilir. Araştırmalar, PPP'lerin, özellikle performans odaklı sözleşmeler ve işbirliğine dayalı yönetim stratejilerine dayandıklarında yenilikçiliği teşvik ettiğini göstermektedir (Raco vd. 2021).

Ayrıca, yeni teknolojilerin entegrasyonu da bir başka yenilikçi çözümdür. YBM ve blok zinciri teknolojisinin İhale süreçlerine dahil edilmesi, önemli bir dönüşüm potansiyeli sunmaktadır. YBM, hassas metraj hesaplamaları, çakışma tespiti ve proje planlaması sağlarken, blok zinciri akıllı sözleşmeler ve değiştirilemez kayıtlar kullanarak veri güvenliğini, şeffaflığı ve izlenebilirliği artırmaktadır (Raco vd. 2021). Bu teknolojiler, karar vermeyi iyileştirir ve manuel süreçlerle bağlantılı riskleri azaltır.

Etkili izleme ve değerlendirme çerçeveleri, İhale performansını değerlendirmek ve standartlara uyumu sağlamak için çok önemlidir. Bu sistemler, verimsizlikleri belirlemeye, hesap verebilirliği artırmaya ve sürekli iyileştirmeyi desteklemeye yardımcı olur. Araştırmalar, izleme ve değerlendirmeyi İhale politikalarına entegre etmenin ve gerçek zamanlı veri toplama ve analiz için dijital altyapıyı kullanmanın önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, danışmanlar, yükleniciler ve son kullanıcılar gibi paydaşların dahil edilmesi, ihale uygulamalarını iyileştirmek için çok önemlidir. Düzenli geri bildirim mekanizmaları, İhale yetkililerinin değişen ihtiyaç ve beklentilere uyum sağlamasına olanak tanıyarak sistemin yanıt verebilirliğini ve kapsayıcılığını artırır. Ayrıca, İhale sistemlerini uluslararası en iyi uygulamalarla uyumlu hale getirmek için yasal ve kurumsal reformlar gereklidir. Bu, prosedürlerin basitleştirilmesini, bürokratik zorlukların azaltılmasını ve hedefe yönelik eğitim ve geliştirme girişimleri yoluyla İhale personelinin profesyonelliğinin artırılmasını içerir (Raco vd. 2021).

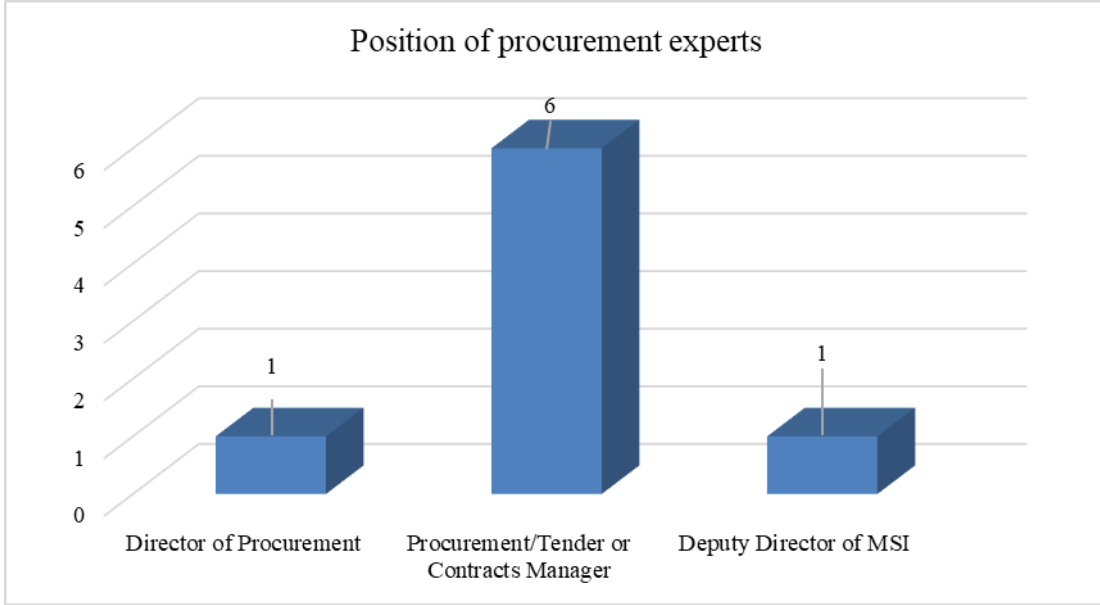
İhale zorluklarının üstesinden gelmek, yasal reformlar, teknolojik yenilikler, paydaşların katılımı ve kurumsal güçlendirmeyi birleştiren kapsamlı ve uyarlanabilir bir yaklaşım gerektirir. YBM ve blok zinciri gibi dijital araçları benimsemek, kamu-özel sektör ortaklıklarını teşvik etmek ve güçlü izleme mekanizmaları kurmak, şeffaf, verimli ve yolsuzluğa karşı dirençli bir İhale sistemi oluşturmak için çok önemli adımlardır. Ayrıca, bu çözümler uygulandıkları belirli sosyo-ekonomik ve kurumsal bağlamlara uyacak şekilde özelleştirilmelidir. Kamu İhale sistemlerinde sürdürülebilir bir değişim sağlamak için dürüstlük, hesap verebilirlik ve sürekli iyileştirme kültürünü oluşturmak hayati önem taşır.

4.2. Gana'da E-İhale Sürecinin Mevcut Durumu

Kamu alımlarında e-ihale sistemlerinin benimsenmesi, şeffaflık, verimlilik ve hesap verebilirliğin artırılması açısından önemli bir adımdır. Gana Kamu Alımları Kurumu (PPA), alım süreçlerinin dijitalleştirilmesi üzerinde çalışmaktadır; ancak, benimsenme, kapasite ve altyapı konusunda hala zorluklar bulunmaktadır. E-ihale sürecinin mevcut durumunu değerlendirmek ve iyileştirilmesi gereken alanları belirlemek için, alım uzmanlarının görüşlerini anlamak gerekir. Bu nedenle, bu bölümlerde Gana'da yapılan e-ihale anketinin sonuçları sunulmaktadır.

▪ İhale katılımcılarının pozisyonları

Şekil 4.6'da, araştırmaya katılan İhale uzmanlarının dağılımını göstermektedir. Grafik, yanıt verenleri üç mesleki role ayırmaktadır: İhale Direktörü (1 katılımcı), İhale/İhale veya Sözleşme Müdürü (6 katılımcı) ve Yönetim Bilgi Sistemleri (MSI) Müdür Yardımcısı (1 katılımcı).



Şekil 4.6. İhale yanıtlayıcılarının pozisyonları

Dağılım, katılımcıların önemli bir çoğunluğunun (%75) tedarik operasyonel faaliyetlerinde görev alan orta düzey yöneticiler olduğunu göstermektedir. Sorumlulukları genellikle ihale süreçlerini denetlemek, teklifleri değerlendirmek ve tedarik yasalarına uyumu sağlamak içermektedir. Tedarik Direktörü ve MSI Direktör Yardımcısı'nın dahil edilmesi, politika geliştirme ve dijital altyapı yönetimi için gerekli olan stratejik ve teknik perspektifleri sağlayarak veri setini zenginleştirmektedir.

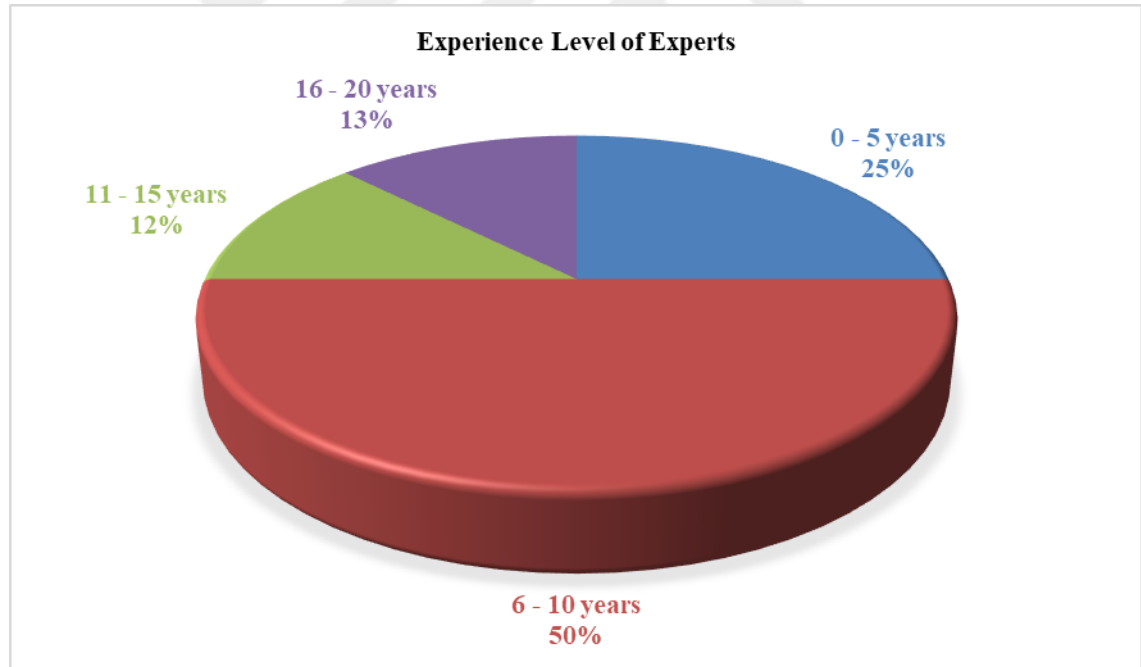
Örneklem üyelerinin çoğunun Tedarik/İhale veya Sözleşme Yöneticileri olması, sonuçların geniş bir operasyonel deneyime dayandığını göstermektedir. Bu uzmanlar, sistem kullanılabilirliğinin iyileştirilmesi, belge yönetimi, teklif verenlerin katılımı ve kuralların uygulanması gibi e-ihale sürecindeki gerçek sorunları tespit etmek için gerekli donanımına sahiptir. Ekipte bir İhale Direktörü bulunması, kurumun önceliklerini, kurallarını ve uzun vadeli hedeflerini anlamak için gerekli olan politika odaklı bir bakış açısı ekler. MSI'nın müdür yardımcısı ise, diğer yazılımlarla entegrasyon, veri güvenliği ve gerektiğinde ölçeklenebilirlik gibi e-ihale sisteminin arkasındaki teknolojiye ilişkin içgörüler sağlar. Bu çok düzeyli yaklaşım, politika, pratik deneyim ve teknik uzmanlığı harmanlayarak e-ihale ortamının kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlar. Ayrıca, İhale sürecindeki değişimin çeşitli disiplinleri içerdiğini ve çeşitli idari, operasyonel ve teknik alanlarda işbirliğini gerektirdiğini vurgular.

Çalışmaya yanıt veren uzmanlar, Gana'da e-ihale sisteminin etkinliğini etkileyen birkaç önemli faktörü ortaya koymaktadır. İlk olarak, operasyonel personelin teknoloji ve e-ihale sistemlerinin daha verimli kullanımı hakkında daha fazla bilgi edinmesi gerektiği açıktır. İkinci olarak, sonuçlar, İhale politikalarının destekleyici teknoloji altyapısı ile stratejik olarak uyumlu hale getirilmesinin önemini vurgulamaktadır. Bu, dijital araçların daha geniş yasal ve kurumsal çerçeveye entegre edilmesini sağlar. Üçüncüsü, çalışma, politika hedeflerinin daha pratik hale getirilmesi ve politika yapıcılarının günlük görevlerinin kolaylaştırılması için tüm paydaşların değişim sürecine dahil edilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Tüm bu noktalar, başarılı bir e-ihale için açık, verimli ve

sürdürülebilir bir İhale ortamı yaratmak üzere kurumsal liderlik, operasyonel deneyim ve dijital inovasyonun dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

▪ E-ihale uzmanlarının deneyim düzeyi

Bu çalışmaya katılan İhale uzmanlarının deneyim seviyesi, Gana'daki e-ihale süreciyle ilgili bulguları anlamak için önemli bir bağlam sağlamaktadır. Şekil 4.7'de, ankete katılanların %50'sinin 6 ila 10 yıl arasında mesleki deneyime sahip olduğunu göstermektedir. Bu, geleneksel İhale yöntemlerini ve gelişen dijital ortamı iyi bilen, kariyerinin ortasında olan profesyonellerin güçlü bir varlığını göstermektedir. Ayrıca, ankete katılanların %25'i 0-5 yıl arasında mesleki deneyime sahiptir. Bu, kurumsal deneyimleri sınırlı olsa da, dijital araçlarla yenilikçi fikirler ve gelişmiş beceriler getirebilecek kariyerinin başındaki profesyonellerin katılımını yansıtmaktadır. Geri kalan ankete katılanlar, 11-15 yıl (%12) ve 16-20 yıl (%13) kategorilerine girmektedir. Bu kategoriler, önemli kurumsal bilgiye ve İhale sistemlerine kapsamlı maruz kalma deneyimine sahip deneyimli profesyonelleri temsil etmektedir. Deneyim düzeylerinin çeşitliliği, çalışmanın operasyonel zorluklar ile stratejik ve politika düzeyindeki sorunlar da dahil olmak üzere geniş bir yelpazede içgörüler elde etmesini sağlamaktadır. Önerilen reformlar ve kapasite geliştirme çabaları, farklı deneyim düzeylerinin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde uyarlanmalı ve İhale personelinin kapsayıcılığını ve etkinliğini artırmalıdır.



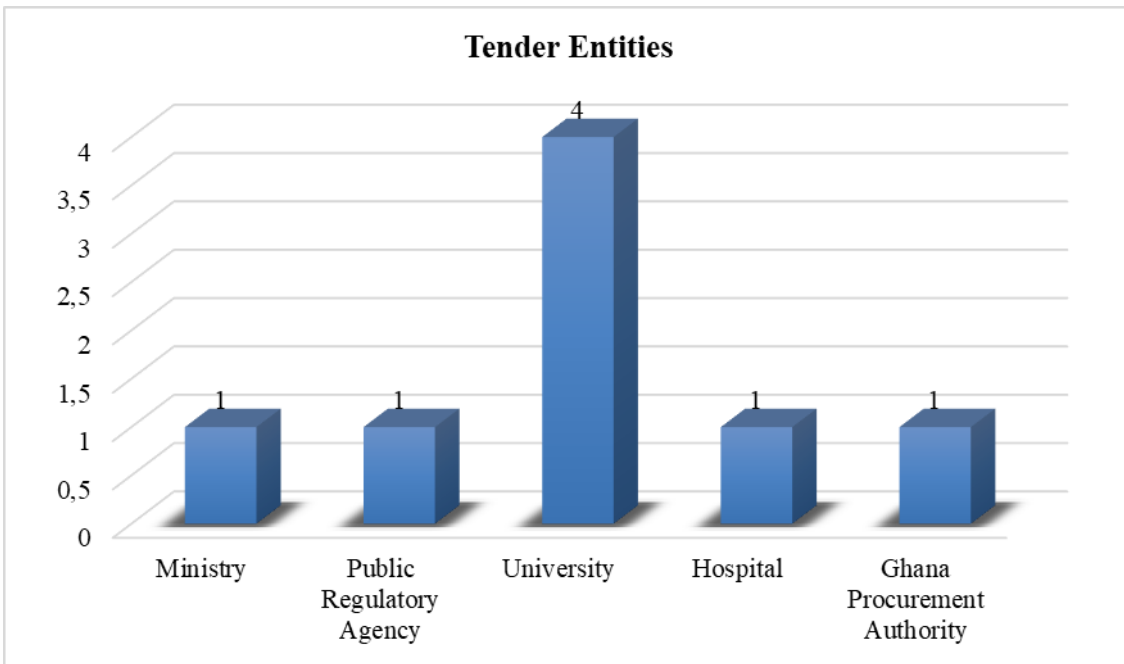
Şekil 4.7. Katılımcıların deneyim seviyeleri

▪ E-ihale katılımcılarının çalıştığı kurum kategorileri

Gana'da e-ihale sisteminin uygulanmasının değerlendirilmesi, ihale faaliyetlerinin çeşitli kamu kurumları arasında nasıl dağıldığını ortaya koymakta ve kurumsal katılım ve benimseme düzeylerini vurgulamaktadır. Şekil re 34, beş belirli kamu kurumu tarafından verilen yanıtçı sayısını göstermektedir: Bakanlık, Kamu Düzenleme Kurumu, Üniversite,

Hastane ve Gana İhale Kurumu. Grafik, Üniversitenin dört katılımcı ile en yüksek sayıya sahip olduğunu, diğer kurumlar olan Bakanlık, Kamu Düzenleme Kurumu, Hastane ve Gana İhale Kurumu'nun ise sadece birer katılımcı kaydettiğini göstermektedir.

Bu dağılım, üniversitelerin muhtemelen çeşitli operasyonel gereksinimleri, İhale kararlarında özerklikleri veya dijital sistemlere daha iyi uyum sağlama yetenekleri nedeniyle İhale faaliyetlerine daha fazla dahil olduklarını göstermektedir. Bakanlıklar ve düzenleyici kurumlardan gelen düşük ihale sayıları, çalışma dönemi boyunca İhale döngülerinin kısıtlı olduğunu, bürokratik gecikmeler olduğunu veya e-ihale platformlarının kademeli olarak benimsendiğini gösterebilir. Gana İhale Kurumu tarafından yayınlanan tek ihale, kurumun düzenli bir ihaleci olmaktan ziyade, öncelikle bir düzenleyici ve denetleyici kurum olarak işlev gördüğünü gösterebilir. E-ihale yanıtlayıcılarının çalıştığı kurum kategorileri Şekil 4.8'de gösterilmektedir.



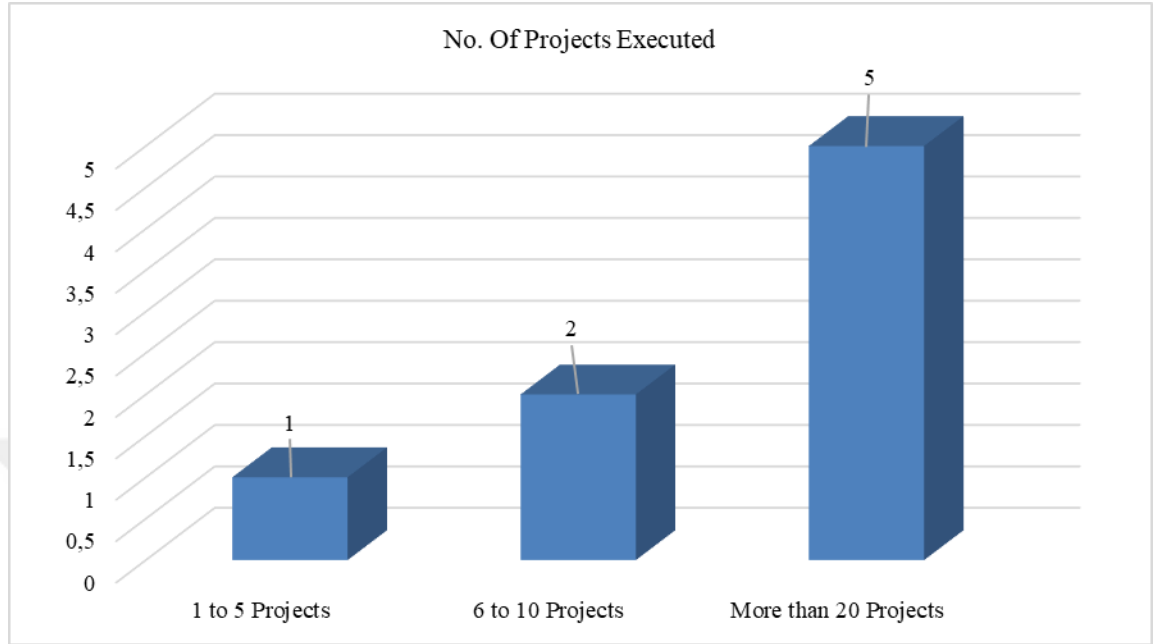
Şekil 4.8. E-ihale yanıtlayıcılarının çalıştığı kurum kategorileri

Bulgular, e-ihale uygulamalarının daha geniş ve tutarlı bir şekilde benimsenmesini teşvik etmek için daha az aktif kurumlar arasında hedefli destek ve kapasite geliştirme çabalarına duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır. Ayrıca, bu farklılıkların arkasındaki kurumsal dinamikleri anlamak, İhale süreçlerini standartlaştırmayı ve tüm kamu sektörlerinde İhale fırsatlarına adil erişimi sağlamayı amaçlayan politika önlemlerinin şekillendirilmesine yardımcı olabilir.

▪ E-ihale kullanılarak yürütülen proje sayısı

Şekil 4.9'da katılanların yönettiği İhale ile ilgili projelerin sayısını göstermektedir. Proje yürütme deneyimini üç farklı aralığa ayırmaktadır: 1-5 proje, 6-10 proje ve yirmiden fazla proje. Veriler, bir katılımcının 1 ila 5 projeyi tamamladığını, iki katılımcının ise 6 ila 10 projeyi yönettiğini göstermektedir. Katılımcıların çoğunluğu, toplamda beş kişi, 20'den fazla projeyi tamamlamıştır, bu da katılımcılar arasında önemli

bir pratik deneyim olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.9. E-ihale kullanılarak yürütülen proje sayısı

Bu dağılım, birçok katılımcının ihale projelerinin yürütülmesinde önemli pratik deneyime sahip olduğunu göstermektedir. Bu deneyim, e-ihale sisteminin etkinliği, zorlukları ve fırsatları hakkında bilgilendirici içgörüler sağlamak için çok önemlidir. Örnekleme son derece deneyimli profesyonellerin bulunması, bu kişilerin hem geleneksel hem de e-ihale süreçleri dahil olmak üzere çeşitli İhale senaryolarıyla karşılaşmış olma olasılığının daha yüksek olması nedeniyle, çalışmanın bulgularının güvenilirliğini artırmaktadır. Bu kişilerin görüşleri, sistemik verimsizlikleri belirlemek ve Gana'daki İhale uygulamalarına gerçekçi, bağlama özgü iyileştirmeler önermek için hayati önem taşımaktadır. Katılımcıların deneyim düzeyi, İhale reformlarının uzun vadeli etkilerini ve e-ihale platformlarına geçişin pratik sonuçlarını değerlendirme becerilerini yansıtmaktadır.

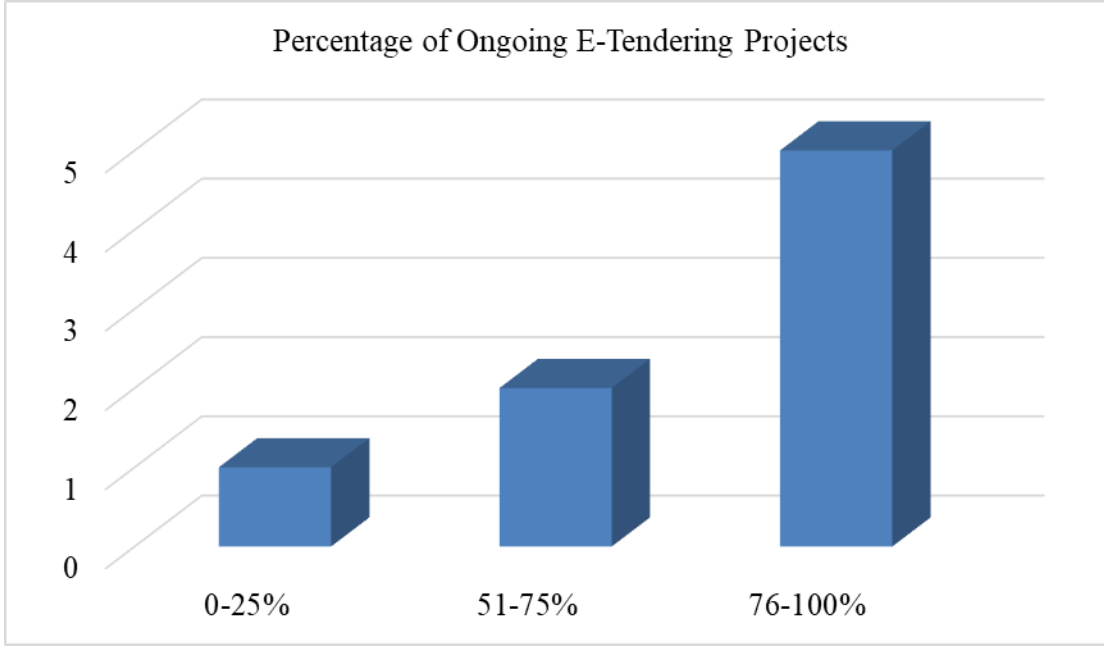
▪ Devam eden e-ihale projelerinin yüzdesi

Şekil 4.10'da, Gana'da mevcut e-ihale girişimlerinin ilerleme düzeylerini göstermektedir. Grafik, proje tamamlanma oranlarını üç yüzde aralığına ayırmaktadır: %0–25, %51–75 ve %76–100. Veriler, devam eden e-ihale projelerinin çoğunun %76–100 tamamlanma aralığında olduğunu ve bu kategoriye yaklaşık beş projenin girdiğini göstermektedir. Bir sonraki aralık %51–75 olup, iki projenin biraz üzerinde bir projeyi kapsamaktadır, %0–25 aralığı ise bir projeden biraz fazlasını kapsamaktadır.

Dağılım, birçok e-ihale projesinin tam uygulamaya yakın olduğunu göstermekte ve kamu alımlarının dijital dönüşümünde olumlu bir ilerleme olduğunu göstermektedir. Tamamlanmaya yakın çok sayıda proje, elektronik İhale sistemlerinin benimsenmesinde kurumsal taahhüdü ve ilerlemeyi göstermektedir. Düşük tamamlanma aralıklarında (0-

25% ve 51-75%) yer alan projeler, farklı kurumlar veya bölgeler arasında uygulamanın hızının eşit olmadığını vurgulamaktadır. Bu farklılıklar, teknik beceriler, altyapı hazırlığı veya idari destekteki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir.

Bulgular, düşük performans gösteren projeleri desteklemek ve kamu sektöründe istikrarlı ilerlemeyi teşvik etmek için hedefli müdahalelerin gerekliliğini vurgulamaktadır. Dijital altyapı, eğitim ve değişim yönetimine sürekli yatırım yapmak, ivmeyi sürdürmek ve e-ihale sistemlerinin ülke çapında yaygın olarak benimsenmesini sağlamak için çok önemlidir.



Şekil 4.10. Devam eden e-ihale projelerinin yüzdesi

▪ Gana'da e-ihale uygulamasının faydaları

Gana'da 2019 yılında pilot program olarak e-ihale uygulaması başlatıldıktan ve 2023 yılında kamu sektöründe zorunlu hale getirildikten sonra, araştırmacı e-ihale uygulamasının faydalarını ve YBM tabanlı ihale sürecinin gelişimini nasıl kolaylaştırabileceğini anlamaya çalıştı. Bu amaçla araştırmacı, katılımcılara e-ihale sisteminin gerçek faydalarını sordu. Anket yoluyla veriler toplandı ve Göreceli Önem Endeksi (RII) analizi, katılımcılar arasında e-ihale sistemlerinin en önemli faydaları konusunda net bir fikir birliği olduğunu ortaya koydu. Veriler, altı faydanın 1,000 olan maksimum RII puanını aldığını ve bu faydalara ilişkin önem konusunda oybirliği olduğunu gösteriyor. Bunlar arasında şunlar yer alıyor:

- Maliyet tasarrufu
- Evrak işlerinde azalma
- İhale bilgilerine güvenli erişim
- Değerlendirme ve karar verme sürecinin iyileştirilmesi
- Teklif verme ve sipariş verme kolaylığı
- Daha az hata ile daha iyi uyum

Bulgular, paydaşların e-ihaleyi operasyonel verimliliği artıran, idari yükleri azaltan ve İhale süreçlerinin bütünlüğünü artıran dönüştürücü bir araç olarak gördüklerini göstermektedir. Optimum RII puanları, paydaşların beklentileri ve deneyimleri arasında güçlü bir uyum olduğunu göstererek, bu özelliklerin e-ihaleye geçişte kritik faktörler olduğunu vurgulamaktadır.

Verilere ve bilgilere erişimi kolaylaştıran iki ek fayda ve emek yoğun görevlerdeki azalma, 0,969 ile biraz daha düşük ancak yine de yüksek RII puanları elde ederek 7. sırada yer aldı. Bu, bu özelliklerin takdir edilmesine rağmen, ikincil sonuçlar olarak değerlendirilebileceğini veya temel işlevlerin etkili bir şekilde yürütülmesine bağlı olabileceğini göstermektedir. Bir sonraki avantajlar düzeyi, ihale sürelerinin kısalması (RII = 0,938) ve sorulara verilen yanıtların hızlanması (RII = 0,906)dır. Bunlar, süreç hızı ve yanıt verme hızındaki iyileşmeleri göstermektedir. Bu iyileşmeler önemlidir, ancak belirli sistem veya organizasyonel bağlama göre farklılık gösterebilir.

Daha düşük sıralamada yer alan faydalar, gelişmiş işbirliği ve iletişim (RII = 0,906), standardizasyon ve şeffaflık (RII = 0,844) ve çevrimiçi raporlama (RII = 0,844) gibi, olumlu olarak değerlendirilse de, bu sistemik veya stratejik avantajların kullanıcılar için daha az belirgin olabileceğini veya pratikte henüz tam olarak hayata geçirilmediğini göstermektedir. Çizelge 4.3'te Gana'da e-ihale sisteminin gerçek faydaları sunulmaktadır.

Çizelge 4.3. Gana'da E-İhalenin gerçek faydaları

<i>Zorlulukları</i>	<i>RII</i>	<i>Sıra</i>
<i>Maliyet tasarrufu sağlar</i>	1.000	1
<i>Daha az evrak işi</i>	1.000	1
<i>İhale bilgilerine güvenli erişim sağlama</i>	1.000	1
<i>Değerlendirme ve karar verme sürecinin iyileştirilmesi</i>	1.000	1
<i>Kolay başvuru/Sipariş verme</i>	1.000	1
<i>Sınırlı hatalarla daha iyi uyumluluk</i>	1.000	1
<i>Verilere ve bilgilere kolay ve verimli erişim</i>	0,969	7
<i>Emek yoğun görevlerin azaltılması</i>	0,969	7
<i>İhale süresinin kısaltılması</i>	0,938	9
<i>Soru gönderme ve yanıtlama süresinin kısaltılması</i>	0,906	10
<i>Daha verimli işbirliği ve iletişim</i>	0,906	11
<i>İhale sürecinde standardizasyon, artan şeffaflık ve bütünlük</i>	0,844	12
<i>Çevrimiçi raporlama olanağı</i>	0,844	12

Bulgular, kuruluşların e-ihale sistemlerini benimserken maliyet tasarrufu, güvenli erişim ve kolay başvuru gibi temel operasyonel özelliklere odaklanmaları gerektiğini göstermektedir, çünkü bu özellikler paydaşlar tarafından en çok destek gören özelliklerdir. Kullanılabilirliğe odaklanması, platformların kullanıcı dostu ve erişilebilir olacak şekilde tasarlanması ve böylece yaygın olarak benimsenmesinin teşvik edilmesi gerektiğini göstermektedir. Şeffaflık ve raporlama gibi avantajlar için daha düşük RII puanları, bu avantajları en üst düzeye çıkarmak için daha iyi eğitim ve farkındalık ihtiyacına işaret etmektedir. Sonuçlar, dijital İhaleyi desteklemek için yasal çerçevelerin güncellenmesinin önemini vurgulamakta ve uzun vadeli etkinliği ve güveni artırmak için

kullanıcı geri bildirimlerine dayalı olarak sistemin sürekli iyileştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

▪ Gana'da e-ihale zorlulukları

Analiz, Gana'da e-ihaleye yönelik ana zorlulukların, iç teknik beceri ve bilgi eksikliği ile öncü firmaların veya forumların yokluğu olduğunu ortaya koymaktadır. Her ikisi de 0,906 ile en yüksek RII değerine sahiptir. Bu, sektördeki kapasite ve liderlik konusunda ortak bir endişe olduğunu göstermektedir. Ayrıca, yazılımların birbiriyle çalışabilirliği konusunda zorluklar gözlemlenmektedir (RII = 0,813), bu da platformlar arasında teknik entegrasyon sorunlarını vurgulamaktadır.

Değişime direnç, yüksek internet maliyetleri, büyük yatırım giderleri ve teknik zorluklar gibi bir dizi engel, 0,750'lik bir Göreceli Önem Endeksi (RII) değerine sahiptir. Bu, hem finansal hem de kültürel sorunların benimsenmenin önündeki başlıca zorlulukları olduğunu göstermektedir. Yetersiz ICT altyapısı ve e-ihale sistemlerine güvensizlik (RII = 0,719) gibi altyapı ile ilgili sorunlar da önemlidir ve sistemik zayıflıkları ortaya çıkarmaktadır.

Daha düşük sıralamada yer alan zorlulukları arasında yetersiz yasal altyapı, endüstri standartlarının olmaması, veri güvenliği endişeleri ve güvenilir olmayan elektrik tedariki yer almaktadır ve bunların RII değerleri 0,563 ile 0,500 arasında değişmektedir. E-ihale sisteminin geleceğine ilişkin belirsizlik, kıyaslama modellerinin olmaması ve iş avantajlarının algılanmaması gibi en az önemli zorlulukları 0,470'in altında puan almıştır. Bu, bu sorunların var olmasına rağmen, yaygın olarak endişe kaynağı olarak görülmediklerini göstermektedir.

Bulgular, Gana'da e-ihaleyi iyileştirmek isteyen politika yapıcılar ve paydaşlar için teknik kapasiteye, kurumsal desteğe ve maliyetle ilgili sorunların çözülmesine odaklanmanın gerekli olduğunu göstermektedir. Zorlulukların sıralaması aşağıdaki Çizelge 4.4'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.4. Gana'da e-ihale zorlulukları

Zorlulukları	RII	Sıra
Yetersiz iç e-ihale teknik beceri ve bilgi veya yetkinlik.	0,906	1
Forum/öncü firmalar/çalışmaların eksikliği	0,906	1
Yazılımların birbiriyle çalışabilirliği konusunda zorluklar	0,813	3
Değişime direnç	0,750	4
Yüksek hızlı internet hizmetleri pahalı	0,750	4
Yüksek yatırım maliyeti	0,750	4
Teknik zorluklar	0,750	4
Yetersiz ICT altyapısı	0,719	8
E-ihale sistemlerine güven eksikliği/şüphecilik	0,719	8
Müşterilerden gelen talep yok/düşük talep	0,688	10
Hükümet veya üst yönetimin desteğinin olmaması	0,688	10
E-İhale Sisteminin Avantajlarından habersizlik	0,688	10

Çizelge 4.4. Devamı

Zorlulukları	RII	Sıra
Müşterilerden gelen talep yok/düşük talep	0,688	10
Hükümet veya üst yönetimin desteğinin olmaması	0,688	10
E-İhale Sisteminin Avantajlarından habersizlik	0,688	10
Karmaşık kullanıcı arayüzü/Etkisiz iletişim/Zayıf disiplinler arası iletişim	0,656	13
Etik olmayan yatırımcılar ve yetkililer uygulamaya karşı mücadele ediyor	0,656	14
Hükümet tarafından belirlenen çerçeve koşulları yok.	0,625	15
Siyasi	0,625	16
Tek tip veri alışverişi prosedürlerinin eksikliği ve yetersiz hükümet kuralları ve düzenlemeleri	0,594	17
İş ortaklarıyla entegrasyon eksikliği	0,594	17
E-İhale düzenlemesi ve normları bulunmamaktadır.	0,594	17
Yasal altyapı eksikliği ve mevzuat eksikliği	0,563	20
Diğer firmaların rekabeti	0,563	21
E-İhale sektör standartlarının eksikliği	0,563	21
Yetersiz veri güvenliği	0,531	23
Yetersiz, yaygın olarak kabul gören e-ihale platformları	0,531	23
Güvenilmez elektrik tedariki	0,500	25
E-İhale sisteminin gelecekte de devam edip etmeyeceği bilinmiyor (bir moda)	0,469	26
Karşılaştırılabilir referans modellerin eksikliği	0,469	27
Diğer rakip girişimler/teknolojiler	0,469	27
İşletme açısından fayda sağlanamadı	0,406	29

4.3. Gana'da PPP'nin önündeki zorlulukları

Kamu-Özel Sektör Ortaklıkları (PPP), Gana'da altyapı projelerinin, özellikle ulaşım, enerji ve kamu binaları sektörlerinde uygulanması için hayati bir çerçevedir. Bu ortaklıklar, hizmet sunumunu ve proje sonuçlarını iyileştirmek için kamu denetimini özel sektörün verimliliği ile birleştirir. Ancak, Gana'da PPP'lerin uygulanması, sınırlı teknik kapasite, düzenleyici boşluklar ve finansal kısıtlamalar gibi çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu zorlulukları anlamak, ihale süreçlerini modernize etmek için etkili stratejiler geliştirmek açısından çok önemlidir. İnşaat ve ihale alanında dönüştürücü bir araç olarak YBM'in yükselişi, PPP çerçevelerinin gerçekleriyle uyum sağlanmasını gerektirmektedir. Bu anket, YBM'in ihale sürecine entegrasyonunu desteklemek için Gana'daki PPP'lerin mevcut durumunu ve zorluklarını analiz etmektedir.

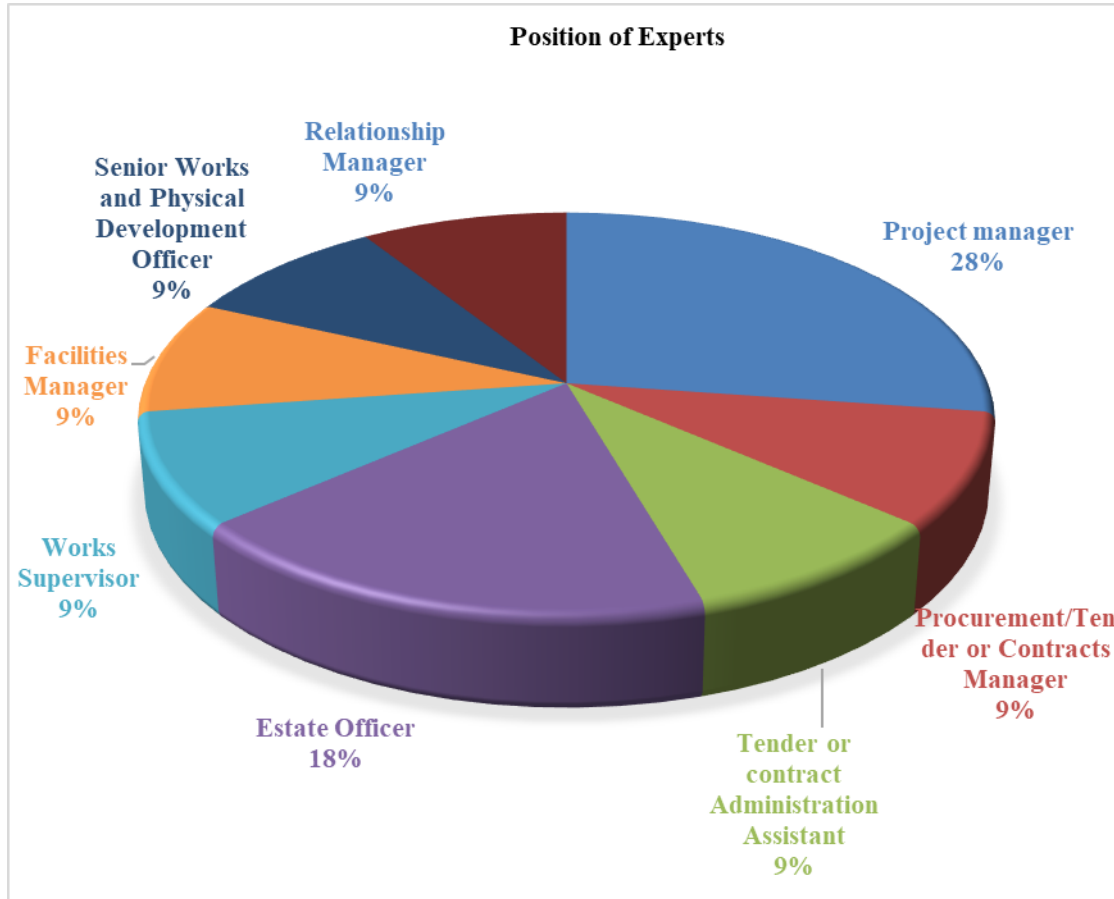
▪ Ankete katılanların mesleği/rolü

Şekil 4.11'de, araştırmaya katılanların veya katılımcıların mesleki rollerinin dağılımını göstermektedir. Proje yöneticileri, toplamın %28'ini oluşturan en büyük grubu oluşturmaktadır, bu da ihale ve inşaat sürecindeki önemli rollerini vurgulamaktadır.

Gayrimenkul görevlileri %18'lik bir paya sahiptir, bu da gayrimenkul ve varlık yönetimi alanındaki profesyonellerin önemli bir temsilini göstermektedir.

Kalan pozisyonlar Kıdemli İşler ve Fiziksel Geliştirme Görevlileri, İlişki Yöneticileri, Tesis Yöneticileri, İşler Süpervizörleri, İhale/İhale veya Sözleşme Yöneticileri ve İhale veya Sözleşme İdare Asistanları toplamın %9'unu oluşturmaktadır. Bu roller arasındaki eşit dağılım, proje planlama, İhale ve tesis işletmeciliğinde yer alan çeşitli paydaşların çeşitlilik arz eden ancak dengeli bir katkı sağladığını göstermektedir.

Bu dağılım, çalışmanın bulgularının, özellikle proje yönetimi ve emlak denetimi alanlarında çeşitli uzmanlıklar tarafından desteklendiğini göstermektedir. İhale ve sözleşme ile ilgili rollerin dahil edilmesi, çalışmanın ihale süreci, özellikle Gana'da YBM'in uygulanması ile ilgili önemini vurgulamaktadır.



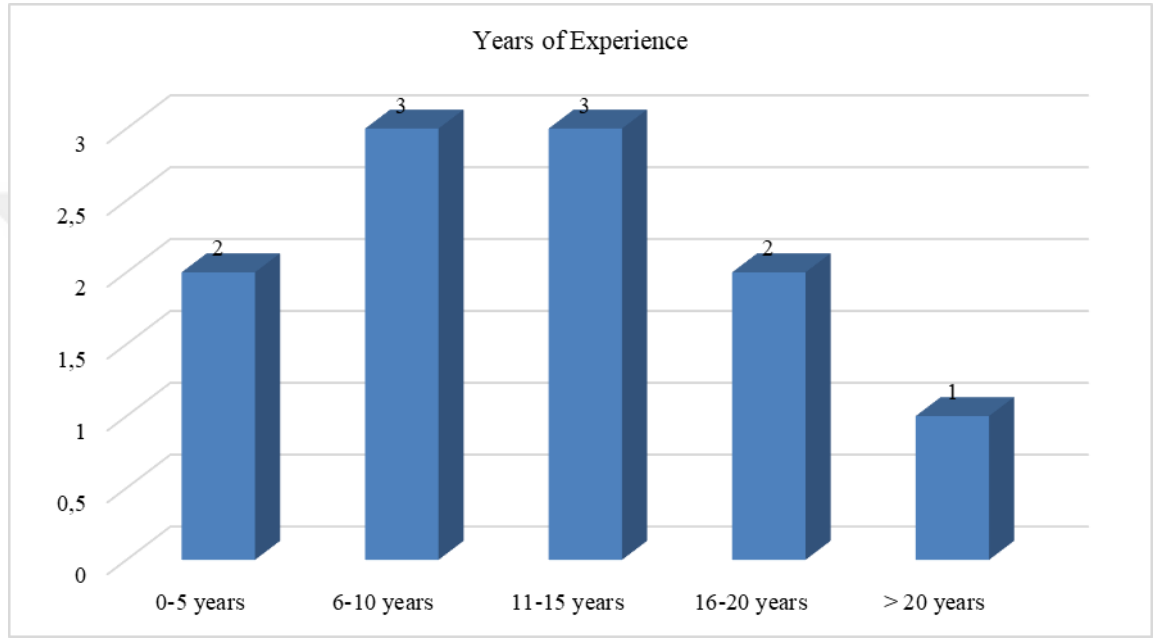
Şekil 4.11. Katılımcının mesleği/rolü

▪ Ankete katılanların deneyim yılları

Şekil 4.12'de, katılımcıların mesleki deneyim düzeylerine göre dağılımını göstermektedir. Katılımcıların çoğu, her biri üç kişiden oluşan 6-10 yıl ve 11-15 yıl aralıklarında kategorize edilmiştir, bu da kariyerinin ortasında olan profesyonellerin önemli bir temsilini göstermektedir. İki yanıtlayıcı hem 0-5 yıl hem de 16-20 yıl

kategorilerinde yer almaktadır, bu da kariyerinin başındaki ve daha deneyimli profesyonellerin dengeli bir şekilde temsil edildiğini göstermektedir. Sadece bir yanıtlayıcı 20 yıldan fazla deneyime sahiptir, bu da üst düzey uzmanların katkısının eksik olduğunu göstermektedir.

Dağılım, anket sonuçlarının ağırlıklı olarak bu alanda değerli deneyime sahip profesyonellerden elde edildiğini göstermektedir. Bu, PPP sürecindeki mevcut uygulamaları ve zorlukları anlamak için çok önemlidir. Deneyimli kişilerin sınırlı temsil edilmesi, uzun vadeli stratejik perspektifler ve tarihsel bağlam hakkında içgörüler elde etmeyi kısıtlayabilir.

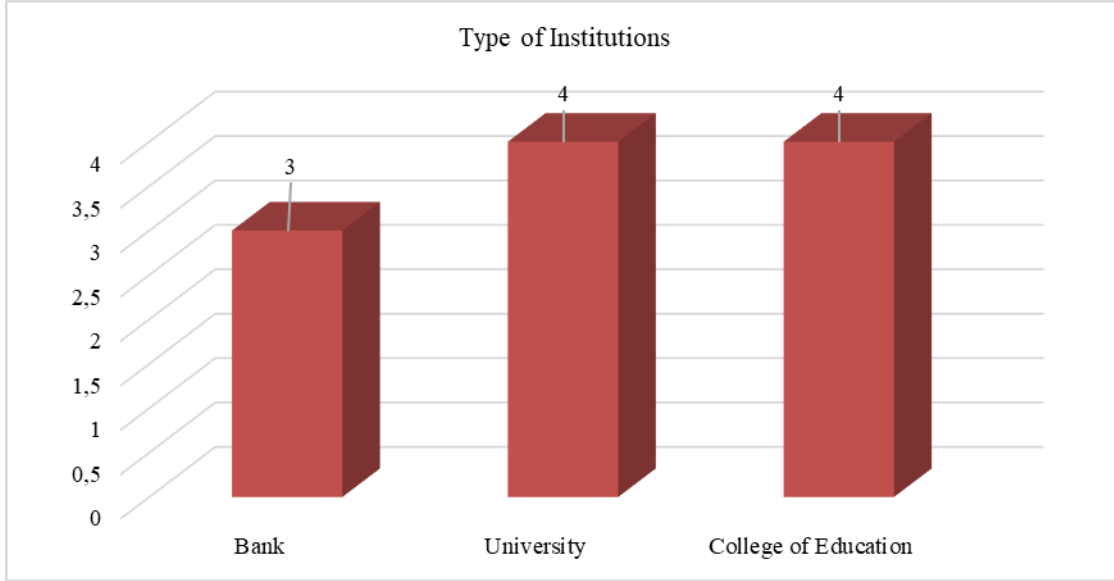


Şekil 4.12. Uzmanların deneyim yılları

▪ Ankete katılanların çalıştığı kurumların kategorileri

Şekil 4.13'te, katılımcıların kurumsal bağlılıklarına göre dağılımını göstermektedir. Veriler, katılımcıların çoğunluğunun 4'er katılımcıyla üniversiteler ve eğitim fakültelerinden olduğunu, bankaların ise 3 katılımcıyla ikinci sırada yer aldığını göstermektedir.

Dağılım, akademik sektörün önemli ölçüde temsil edildiğini göstermekte ve eğitim kurumlarının bakış açılarının bulgulara belirgin bir şekilde yansıdığını göstermektedir. Bankalardan katılımcıların dahil edilmesi, ihale, ihale ve kamu-özel sektör ortaklıkları ile ilgili tartışmalara finansal ve idari bir bakış açısı katmaktadır. Çeşitli kurumsal geçmişlerin bir araya gelmesi, özellikle Gana'nın ihale sürecinde YBM uygulamasının yol haritasının geliştirilmesinde, elde edilen bilgilerin güvenilirliğini ve çeşitliliğini güçlendirmektedir.

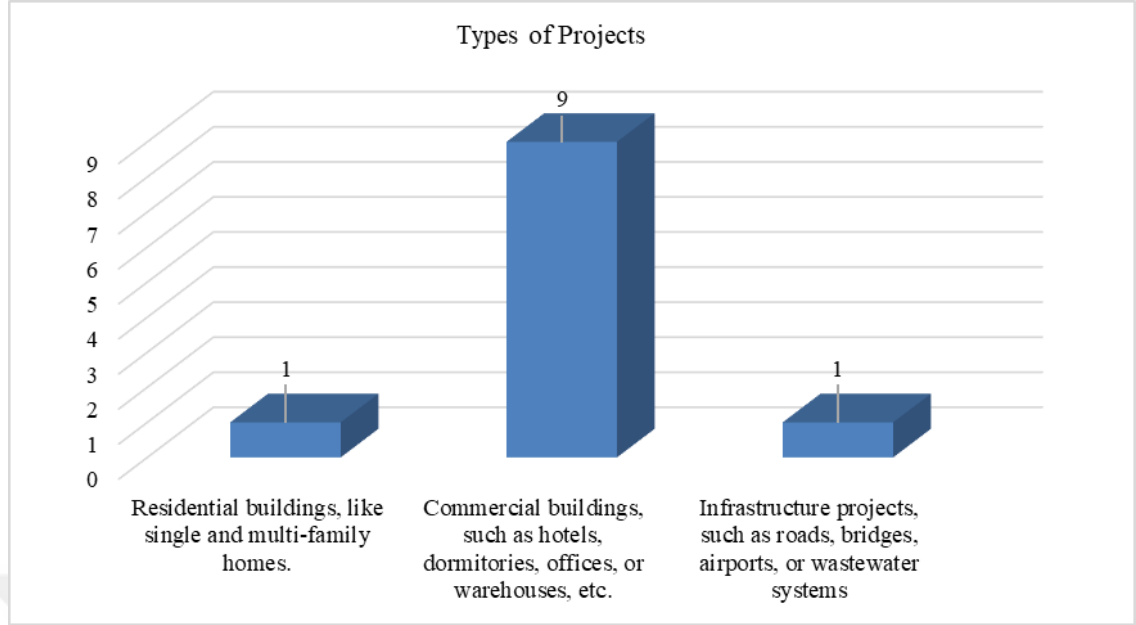


Şekil 4.13. Katılımcıların çalıştığı kurumların kategorileri

▪ **Kamu-Özel Sektör Ortaklığı kapsamında uygulanan proje türleri**

Şekil 4.14’te, çalışmada belirlenen proje türlerinin dağılımını göstermektedir. Veriler, 9 girişten oluşan ticari bina projelerinin belirgin bir üstünlüğüne işaret ederken, konut ve altyapı projeleri ise tek bir katılımcı tarafından temsil edilmektedir.

Dağılım, birçok katılımcının veya vaka çalışmasının oteller, ofisler ve depolar gibi ticari inşaatlarla ilgili olduğunu göstermektedir. Konut ve altyapı projelerinin sınırlı temsil edilmesi, bulguların ve önerilerin, özellikle ihale sürecinde YBM uygulamasının ilgili olanların, öncelikle ticari sektörle ilgili olduğunu göstermektedir. Bu odaklanma, sonuçların geniş uygulanabilirliğini kısıtlayabilir ve çeşitli proje türlerinden içgörüler toplamak için ek araştırma yapma ihtiyacını vurgulamaktadır.



Şekil 4.14. Gana'daki PPP projelerinin türleri

▪ Gana'da PPP projelerinin önündeki zorlukları

Gana'da PPP'ler, özellikle ulaşım, enerji ve inşaat gibi sektörlerde altyapı inşa etmek ve kamu hizmetleri sunmak için yararlı bir yol haline gelmiştir. Bu anlaşmaların amacı, özel sektörün uzmanlığını, yenilikçiliğini ve yatırımlarını kullanarak kamu sektörünün yeteneklerini geliştirmektir. Ancak, birçok sistemik ve yerel zorluk, PPP'lerin başarılı bir şekilde kullanılmasını engellemektedir. Bu sorunlar, PPP'lerin verimliliğini, şeffaflığını ve uzun vadeli başarısını etkilemektedir.

PPP'lerin önündeki zorlukları anlamak önemlidir, çünkü bu çerçeveler YBM'den yararlanabilecek birçok büyük altyapı projesinde kullanılmaktadır. Sonuç olarak, PPP'leri zorlaştıran kurumsal, yasal, mali ve pratik sorunlar, muhtemelen ihale sürecinde YBM'in uygulanmasını da engellemektedir.

Bu sorunlara ilişkin net bir genel bakış sağlamak için, belirlenen zorlukları dört ana risk alanına ayrılmıştır: operasyonel risk, siyasi risk, finansal risk ve yasal ve kurumsal risk. Bu sınıflandırma, sorunların düzenli bir şekilde gözden geçirilmesini kolaylaştırır ve genel YBM uygulama planının bir parçası olarak bu sorunları ele almak için özel stratejiler geliştirilmesine yardımcı olur. Uzmanlara göre PPP'nin önündeki başlıca zorlukları aşağıda özetlenmiştir. Bu zorlukların sınıflandırması da aşağıda sunulmuştur.

▪ Gana'da PPP'nin önündeki siyasi zorlukları

Çizelge 4.5'te, Gana'da Kamu-Özel Sektör Ortaklığı (PPP) projelerinin uygulanmasını etkileyen başlıca siyasi zorlukları belirleyen bulguları sunmaktadır. En önemli engel olan yolsuzluk ve şeffaflık eksikliği (RII = 0,909), kamu-özel sektör ortaklıklarının (PPP) başarısı üzerinde yönetimle ilgili faktörlerin kritik etkisini vurgulamaktadır. Bu sonuç, şeffaf olmayan karar alma, kayırmacılık ve yetersiz hesap verebilirlik konusunda yaygın endişeleri ortaya koymaktadır. Bu endişeler, paydaşların

güvenini zedelemekte ve özel sektörün katılımını engellemektedir.

Çizelge 4.5. Gana'da PPP'nin önündeki siyasi zorlulukları

<i>Zorlulukları/Zorluklar</i>	<i>RII</i>	<i>Sıra</i>
<i>Yolsuzluk ve Şeffaflık Eksikliği</i>	0,909	1
<i>Yetersiz hükümet taahhüdü ve desteği</i>	0,864	2
<i>Siyasi ve sivil kargaşa</i>	0,750	3
<i>Kamuoyu Algısı ve Toplumsal Muhalefet</i>	0,727	4
<i>Yasa Değişikliği ve Sözleşme İhlali</i>	0,727	4

İkinci sırada yer alan engel, yetersiz hükümet taahhüdü ve desteği (RII = 0,864), kamu-özel sektör ortaklığı girişimlerine yönelik siyasi irade ve kurumsal desteğin yetersiz olduğu algısını göstermektedir. Bu durum, tutarsız politika uygulamalarına, yetersiz kaynak tahsisine ve kurumlar arası koordinasyonun zayıflığına yol açarak proje yürütülmesini ve uzun vadeli sürdürülebilirliği engelleyebilir.

Siyasi ve sivil karışıklıklar (RII = 0,750) üçüncü sırada yer almaktadır ve bu da sosyo-politik istikrarsızlığın orta düzeyde ancak önemli bir risk oluşturduğunu göstermektedir. Bu tür karışıklıklar, özellikle uzun vadeli taahhüt gerektiren sektörlerde, proje zaman çizelgelerini bozabilir, maliyetleri artırabilir ve yatırımcılar için belirsizlik yaratabilir.

İki engel dördüncü sırada yer almaktadır: kamuoyu algısı ve toplumsal muhalefet ile yasa değişiklikleri ve sözleşme ihlalleri (RII = 0,727). Kamuoyu muhalefeti, hükümetin niyetlerine duyulan güvensizlik, paydaşların katılımının eksikliği veya özelleştirmeye ilgili korkulardan kaynaklanabilir. Sık sık yapılan yasa değişiklikleri ve sözleşme ihlalleri, düzenleyici istikrarın eksikliğini gösterir ve bu da yatırımları caydırabilir ve özel sektör ortakları için risk yönetimini zorlaştırabilir.

Bulgular, siyasi risklerin, özellikle yolsuzluk, hükümet desteğinin eksikliği ve yasal öngörülemesizliğin Gana'da PPP'nin uygulanmasının önündeki en büyük zorlulukları olduğunu göstermektedir. Bu sorunların üstesinden gelmek için, kamu-özel sektör ortaklıkları için daha istikrarlı ve cazip bir ortam oluşturmak amacıyla kapsamlı yönetim reformları gerçekleştirmek, şeffaflık mekanizmalarını iyileştirmek ve yasal korumaları güçlendirmek hayati önem taşımaktadır. Bu adımlar, kurumsal güven ve usul bütünlüğüne büyük ölçüde dayanan ihale sürecine YBM gibi dijital araçların başarıyla entegre edilmesi için gereklidir.

▪ **Gana'da PPP uygulamasının önündeki finansal zorlulukları.**

Finansal risk faktörleri, Gana'da Kamu-Özel Sektör Ortaklığı (PPP) projelerinin etkili bir şekilde yürütülmesi önünde önemli bir engel teşkil etmektedir. Belirlenen riskler, özellikle gelişmemiş veya istikrarsız finansal sistemlerin hakim olduğu ortamlarda, özel yatırımcıların altyapı geliştirme faaliyetlerine katılma istekliliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Çizelge 4.6'da bu çalışmada belirlenen başlıca finansal zorlukları, Göreceli Önem Endeksi (RII) sırasına göre özetlemektedir.

Çizelge 4.6. Gana'da PPP uygulamasının önündeki finansal zorlukları

<i>Zorlukları/Zorluklar</i>	<i>RII</i>	<i>Sıra</i>
<i>PPP projelerinin tedarikinde yüksek maliyetler</i>	0,886	1
<i>Özel yatırımcıların sermayesinin geri kazanılması için yetersiz mekanizmalar</i>	0,886	1
<i>İmtiyazlı Finansman (özel finansman eksikliği)</i>	0,841	3
<i>Döviz (devalüasyon riski dahil)</i>	0,818	4
<i>Karşı Taraf Riski (devlet garantisinin olmaması)</i>	0,750	5
<i>Fon Transferi</i>	0,636	6

En önemli iki engel, PPP projelerini elde etmenin yüksek maliyeti ve özel yatırımcıların sermayesini geri kazanmak için yetersiz mekanizmalar (RII = 0,886), özel sektör katılımcılarının karşılaştığı finansal zorlukları ve belirsizlikleri vurgulamaktadır. Yüksek ihale maliyetleri, özellikle basitleştirilmiş süreçler veya teşvikler bulunmadığında, katılımı caydırabilir. Benzer şekilde, yatırımcılar sermaye geri kazanım mekanizmalarına güven duymazlarsa, PPP'leri riskli girişimler olarak görebilir ve bu da katılım isteklerini azaltabilir.

Üçüncü sırada yer alan engel, imtiyazlı veya özel finansman eksikliği (RII = 0,841), uygun fiyatlı finansman seçeneklerine erişimin sınırlı olduğunu göstermektedir. Bu sınırlama, genellikle kamu finansmanına veya kalkınma yardımına aşırı bağımlılığa yol açar ve bu da PPP projelerinin büyümesini ve sürdürülebilirliğini kısıtlayabilir. Risk paylaşımı mekanizmaları ve finansal teşvikler yoluyla özel yatırımı teşvik etmek çok önemlidir.

Döviz riski, özellikle de para biriminin devalüasyonu (RII = 0,818), önemli bir endişe kaynağıdır. Genellikle yabancı yatırım veya ithal malzemeler içeren birçok PPP projesi, döviz kuru dalgalanmalarından büyük ölçüde etkilenir ve bu da proje maliyetlerini ve getirilerini etkiler. Bu sorunu çözmek için döviz riskinden korunma ve endeksli sözleşmeler gibi stratejiler gerekli olabilir.

Devlet garantilerinin olmaması, karşı taraf riskini artırır (RII = 0,750) ve bu da yatırımcıların güvenini azaltır. Kamu ortağının yükümlülüklerini yerine getireceğine dair güvenilir garantiler olmadan, özel kuruluşlar kaynak ayırmakta tereddüt edebilir. Yürürlükte olan garantiler veya risk sigortası içeren yasal çerçeveler oluşturmak, bu sorunun çözülmesine yardımcı olabilir.

Fon transferlerindeki zorluklar (RII = 0,636), en az önemli finansal engel olarak tanımlanmıştır, ancak yine de önemini korumaktadır. Fon transferlerindeki verimsizlikler, özellikle sınır ötesi işlemlerde proje gecikmelerine ve işlem maliyetlerinin artmasına neden olabilir.

Bulgular, Gana'da PPP projelerini daha cazip ve uygulanabilir hale getirmek için finansal risklerin azaltılmasının önemini vurgulamaktadır. İhale maliyetlerinin düşürülmesi, sermayenin geri kazanılmasının sağlanması, finansman kaynaklarının çeşitlendirilmesi, kur risklerinin yönetilmesi ve güvenilir garantiler sağlanması, özel sektörün katılımını teşvik eden bir ortamın oluşturulması için gereklidir. Bu finansal reformlar, istikrarlı ve iyi finanse edilmiş proje ekosistemleri gerektiren YBM dahil

olmak üzere ileri teknolojilerin benimsenmesini sağlamak için kritik öneme sahiptir.

▪ **Gana'da özel altyapı yatırımlarının önündeki yasal zorlukları.**

Hukuki ve kurumsal sistemler, Kamu-Özel Sektör Ortaklığı (PPP) projelerinin başarısı için çok önemlidir. Gana'da, özellikle altyapı geliştirme alanında PPP'lerin etkili bir şekilde uygulanmasını engelleyen bazı hukuki ve düzenleyici zorluklar hala mevcuttur. Göreceli Önem Endeksi'ne (RII) göre, bu çalışmada belirlenen en önemli hukuki zorlukları Çizelge 4.7'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.7. Gana'da PPP'nin uygulanmasının önündeki yasal zorlukları

<i>Zorlukları/Zorluklar</i>	<i>RII</i>	<i>Sıra</i>
<i>Fon yetersizliği de PPP anlaşmazlıklarının önemli bir nedenidir.</i>	0,886	1
<i>Yetersiz PPP yasal çerçevesi ve kılavuzları (izinler ve lisanslar)</i>	0,864	2
<i>İhale ve müzakerelerde yetersiz kapasite</i>	0,841	3
<i>Kurumlar arası koordinasyon</i>	0,818	4
<i>Kötü PPP sözleşmesi ve ihale süreci</i>	0,795	5
<i>Taraflar arasında uzun süreli anlaşmazlıklar ve çatışmalar</i>	0,795	5
<i>Proje Kapsamı (sözleşme tasarımı ve risk dağılımı dahil)</i>	0,750	6

En büyük sorun, PPP projelerini finanse edecek yeterli paranın olmamasıdır (RII = 0,886). Bu durum, finansal sıkıntılar sorunlara ve sözleşme ihlallerine yol açtığında para ve hukukun nasıl etkileşime girdiğini göstermektedir. Iossa ve Martimort (2016), istikrarsız finansmanın proje teslim tarihlerine ve sorumluluklara uymayı çok zor hale getirebileceğini ve bunun da hukuki sorunlara yol açabileceğini belirtmektedir.

İkinci sırada yer alan yetersiz yasal çerçeveler ve belirsiz kılavuzlar (RII = 0,864), izin ve lisans almak için kapsamlı PPP yasaları veya standart prosedürlerin bulunmadığını göstermektedir. Yasalardaki bu belirsizlik, proje kararlarını geciktirebilir ve yatırımcılar arasında endişe yaratabilir (Grimsey ve Lewis 2004).

Listede üçüncü sırada yer alan "ihale ve müzakerelerde yetersiz kapasite" (RII = 0,841), birçok kamu kurumunun karmaşık PPP sözleşmeleri oluşturma ve müzakere etme becerilerinden yoksun olduğunu göstermektedir. Bu durum genellikle, anlaşmazlıklara yol açan ve gecikmelere neden olan, kötü hazırlanmış sözleşmelerle sonuçlanmaktadır (Akintoye ve Beck 2009).

Bir diğer önemli engel ise kurumlar arası işbirliğidir (RII = 0,818). PPP'nin sorunsuz bir şekilde uygulanabilmesi için birçok kamu kurumunun birlikte çalışması gerekir. Koordinasyon sorunları, çifte çalışmalara, gecikmelere ve çelişkili kararlara yol açabilir (Grimsey ve Lewis 2004).

Kötü PPP sözleşme ve ihale süreçleri ile taraflar arasındaki uzun süreli anlaşmazlıklar beşinci sırada yer almaktadır (RII = 0,795). Bu tür sorunlar, sözleşmelerin yazılma şekli, risklerin paylaşılma şekli ve anlaşmazlıkların çözülme şeklinin mükemmel olmadığını göstermektedir. Yescombe (2007), projelerin sorunsuz bir şekilde yürütülmesi ve anlaşmazlıkların önlenmesi için açık ve bağlayıcı sözleşmelerin gerekli olduğunu belirtmektedir.

Son olarak, sözleşmenin tasarlanması ve riskin paylaşılmasını içeren proje planlaması (RII = 0,750) altıncı sırada yer almaktadır. Yeterli planlama yapılmaması, yanlış anlaşılmalara, rollerin karışmasına ve risklerin nasıl paylaşılacağı konusunda anlaşmazlıklara yol açabilir (Akintoye vd. 2003).

Sonuçlar, Gana'nın PPP'nin benimsenmesini desteklemek için önemli yasal ve kurumsal reformlara ihtiyaç duyduğunu açıkça göstermektedir. Bunu başarmak için, güçlü yasalar çıkarılmalı, kurumlar güçlendirilmeli, kurumlar arası iletişim iyileştirilmeli ve sözleşme yönetimi daha iyi hale getirilmelidir. YBM gibi gelişmiş araçların kullanılabilmesi için bu değişikliklerin uygulanması da çok önemlidir. Bu araçlar, açık yasalara, uyumlu paydaşlara ve iyi organize edilmiş ihale süreçlerine bağlıdır.

▪ **Özel Altyapı Yatırımlarının Önündeki Ana Zorlukları Olarak Operasyonel Risk Kategorileri**

Operasyonel riskler, özellikle altyapı geliştirme alanında Kamu-Özel Sektör Ortaklığı (PPP) projelerinin yürütülmesinde önemli zorluklar yaratmaktadır. Bu riskler, günlük proje operasyonlarıyla ilgilidir ve zaman çizelgelerini, maliyetleri, paydaşların koordinasyonunu ve projenin genel olarak uygulanabilirliğini etkileyebilir. Çizelge 4.8'de, bu çalışmada belirlenen ana operasyonel zorlukları, Göreceli Önem Endeksi (RII) sırasına göre detaylı olarak göstermektedir.

Çizelge 4.8. Gana'da PPP'nin önündeki operasyonel zorlukları

<i>Zorlukları/Zorluklar</i>	<i>RII</i>	<i>Sıra</i>
<i>Gecikmeler</i>	0,841	1
<i>Kötü risk dağılımı ve yönetimi</i>	0,818	2
<i>Yetersiz fizibilite çalışması</i>	0,795	3
<i>Ortaklar arasında farklı hedefler</i>	0,773	4
<i>İnşaat riskleri</i>	0,773	4
<i>Sosyal ve Çevresel Riskler (çevre kirliliği, insan sağlığı, emniyet ve güvenlik için tehlikeler vb.)</i>	0,750	6
<i>Konum Seçimi</i>	0,682	7
<i>Arazi Kullanılabilirliği ve Mülkiyeti</i>	0,636	8

Belirlenen en önemli operasyonel engel, proje uygulamasındaki gecikmelerdir (RII = 0,841). Bu gecikmeler, PPP projeleriyle ilişkili maliyet ve faydaları önemli ölçüde etkileyebilir. Gecikmeler genellikle yetersiz planlama, bürokratik verimsizlikler veya öngörülemeyen teknik zorluklar nedeniyle meydana gelir. Akintoye ve Beck (2009), risklerin azaltılması için proje yönetimi süreçlerinin iyileştirilmesinin ve darboğazların belirlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Kötü risk dağılımı ve yönetimi (RII = 0,818) ikinci sırada yer almakta ve risklerin açıkça tanımlanmasının ve paydaşlar arasında paylaşılmasının önemini vurgulamaktadır. Kötü risk yönetimi, çatışmalara, bütçe aşımına ve başarısız proje sonuçlarına yol açabilir. Tanımlama, değerlendirme ve azaltmayı içeren kapsamlı bir risk stratejisi, projenin başarılı bir şekilde teslim edilmesi için çok önemlidir (Grimsey ve Lewis 2004).

Üçüncü sırada yer alan engel olan yetersiz fizibilite çalışmaları (RII = 0,795),

yetersiz proje değerlendirmesinin sonuçlarını vurgulamaktadır. Kapsamlı bir fizibilite analizi yapılmadan, projelerin bütçe aşırımları, teknik sorunlar veya paydaşlar arasında uyumsuzluklarla karşılaşma olasılığı daha yüksektir. Yescombe (2007), bilinçli karar verme ve risk değerlendirmesi için kapsamlı fizibilite çalışmalarının önemini vurgulamaktadır.

Ortaklar arasındaki farklı hedefler ve inşaat riskleri, 0,773 RII ile dördüncü sırada yer almaktadır. Kamu ve özel kuruluşlar arasındaki çelişkili hedefler verimsizliğe neden olabilirken, gecikmeler, maliyet artışları ve teknik arızalar gibi inşaat riskleri projenin başarısını doğrudan tehdit etmektedir. Bu zorlukların yönetilmesi için etkili iletişim ve güçlü risk paylaşım mekanizmaları gereklidir (Akintoye ve Beck 2009).

0,750'lik bir alaka endeksine sahip olan sosyal ve çevresel riskler, kirlilik, sağlık tehlikeleri ve güvenlik endişelerini kapsar ve oldukça önemlidir. Bu riskler, kamuoyunun kabulü, mevzuata uyum ve uzun vadeli sürdürülebilirliği etkileyebilir. Çevresel ve sosyal etki değerlendirmelerinin proje planlamasına entegre edilmesi çok önemlidir (Yescombe 2007).

Sonuç olarak, yer seçimi (RII = 0,682) ve arazi mevcudiyeti ve mülkiyeti (RII = 0,636) gibi faktörler en düşük sırada yer almaktadır, ancak yine de önemlerini korumaktadır. Kötü yer seçimi ve çözülmemiş arazi mülkiyeti sorunları, projenin başlamasını geciktirebilir ve yasal ve operasyonel zorlukları artırabilir. Bu sorunların üstesinden gelmek için, kapsamlı yer değerlendirmeleri ve net arazi edinim politikaları çok önemlidir (Grimsey ve Lewis 2004).

Sonuçlar, kamu-özel sektör ortaklıklarının uygulanmasında operasyonel risklerin karmaşık doğasını vurgulamaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için, iyileştirilmiş proje yönetimi, stratejik risk paylaşımı, ayrıntılı fizibilite çalışmaları ve etkili paydaş koordinasyonunu içeren kapsamlı bir yaklaşım gereklidir. Operasyonel iyileştirmeler, doğru planlama, risk görselleştirme ve işbirliğine dayalı uygulamaya dayanan YBM'in başarılı bir şekilde entegrasyonu için çok önemlidir.

➤ PPP'yi İyileştirme Önerisi

Gana'da kamu-özel sektör ortaklıklarının (PPP) verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırmak için birkaç stratejik öneri sunulmuştur. Hükümetin sarsılmaz desteği, özellikle PPP girişimlerini partizan müdahalesinden korumak açısından çok önemlidir. Güven oluşturmak ve projenin sürekliliğini sağlamak, ortakların seçilmesinde şeffaf ve rekabetçi bir sürece ve tüm sözleşme yükümlülüklerinin hızlı bir şekilde yerine getirilmesine bağlıdır. Maliyetleri düşük tutmak ve zaman çizelgesine uymak için, etkili proje yönetimi ve planlaması öncelikli olmalıdır. PPP projeleri, bankalar tarafından finanse edilebilir, maliyet etkin ve sağlam rekabeti teşvik edici olmalıdır; bu, Eğitim Bakanlığı gibi sektöre özgü bakanlıkların sağlaması gereken bir husustur. Ayrıca, projeye dahil olan herkes rolünü açıkça anlamalı ve projenin tamamlanmasına kendini adanmalıdır. Savunuculuğu teşvik etmek, sözleşme şeffaflığını sağlamak ve siyasi ve hukuki ortamı güçlendirmek de aynı derecede önemlidir. Kolayca erişilebilir finansman, teknik uzmanlık ve yetkililer arasında güçlü koordinasyon ve bilgi paylaşımı, uygulamanın daha sorunsuz olmasını sağlayacaktır. Anlaşmazlıkları ve gecikmeleri önlemek için, paydaşların katılımını artırmak ve zamanında finansman için mekanizmalar oluşturmak

gereklidir. Destekleyici bir kurumsal çerçeve içinde çalışan proaktif proje yöneticileri, ek risk azaltma çabalarını destekleyebilir. Sonuç olarak, kamu-özel sektör ortaklıkları (PPP'ler), Gana'nın altyapı ihtiyaçlarını karşılamadaki hayati rolleri nedeniyle ciddiye alınmalı, desteklenmeli ve teşvik edilmelidir.

4.4. Gana'da YBM Benimsenmesi ve İhale Süreci

Bu çalışmanın ilk amacı, Gana'daki ihale sürecinde YBM'in benimsenmesinin mevcut durumunu değerlendirmektir. Bulgular, inşaat sektöründe YBM'e ilişkin farkındalığın artmasına rağmen, ihale sürecinde YBM'in benimsenmesinin sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, Gana'nın inşaat sektöründe YBM'in benimsenme durumunu değerlendirmek için yapılandırılmış bir anket kullanılmıştır. Bölgeler, roller ve organizasyon türleri açısından çeşitli kesimleri temsil eden toplam 451 geçerli yanıt toplanmıştır. Veriler, tanımlayıcı istatistikler ve sıralı yanıtlar için Göreceli Önem Endeksi (RII) kullanılarak analiz edilmiştir.

▪ Demografik bilgiler

Demografik profil, katılımcıların çoğunun (40,8%) 26-35 yaşları arasında olduğunu, bunu 36-45 yaş grubunun (26,2%) izlediğini göstermektedir. Bu, inşaat sektörü demografisinde küresel eğilimlerle uyumlu olarak, işgücünün çoğunlukla genç olduğunu göstermektedir (Eadie vd. 2013). Eğitim düzeyleri nispeten yüksekti; %36,1'i lisans derecesine, %18,4'ü yüksek lisans derecesine sahipti. Ancak, sadece %4,9'u doktora derecesine sahipti, bu da YBM ile ilgili araştırma ve uygulamalarda ileri düzey akademik deneyimin sınırlı olduğunu göstermektedir. Demografik bilgilerin ayrıntıları aşağıda açıklanmaktadır.

▪ Ankete katılanların yaşları

Ankete katılanların yaş dağılımı, Gana'nın inşaat sektöründe işgücünün çoğunlukla genç olduğunu göstermektedir. En büyük demografik grup %39,24) 26-35 yaş grubundan oluşurken, bunu %24,83 ile 36-45 yaş grubu izlemektedir. Bu, YBM girişimlerinin çoğunlukla kariyerinin başlarında veya ortasında olan profesyonelleri çektiğini göstermektedir. Bu demografik grup genellikle dijital inovasyona ve teknolojik değişime daha açık olup, bu da YBM'in benimsenmesi için çok önemlidir (Azhar 2011).

Genç profesyonellerin (18-25 yaş, %16,19) varlığı, erken maruz kalma ve eğitimin önceliklendirilmesine bağlı olarak YBM'in uzun vadeli entegrasyonu için bir potansiyel olduğunu göstermektedir. 46 yaş ve üstü yaşlı profesyoneller, örneklemin yalnızca %15,5'ini oluşturmaktadır. Değerli sektör deneyimlerine rağmen, sınırlı temsil oranları, etkili YBM uygulamasının vazgeçilmez unsurları olan stratejik liderlik ve nesiller arası bilgi aktarımını engelleyebilir (Ullah vd. 2023). Bulgular, YBM'in benimsenmesini esas olarak genç, teknolojiye yatkın profesyonellerin yönlendirdiğini gösteren küresel eğilimlerle uyumludur. Ancak, sürdürülebilir organizasyonel değişim için kıdemli uzmanların katılımını sağlamak üzere kapsayıcı stratejiler gereklidir. Çizelge 4.9'da katılımcıların yaş gruplarını göstermektedir.

Çizelge 4.9. Katılımcıların yaş grupları

Yaş Grubu	Sıklık	Yüz
26–35	177	%39,24
36–45 yaş	112	%24,83
18–25 yaş	73	%16,19
46–55 yaş	42	%9,31
55 yaş üstü	16	%3,55
Toplam	451	%100

▪ **Ankete katılanların resmi eğitim düzeyi**

Ankete katılanların eğitim profili, çoğunluğunun lisans derecesine sahip olduğunu (36,14%), ardından yüksek lisans derecesine sahip olanların (18,40%) ve HND mezunlarının (16,41%) geldiğini göstermektedir. Bu, Gana'nın inşaat sektöründe YBM'in benimsenmesinin öncelikle resmi yükseköğrenim görmüş kişiler tarafından etkilendiğini göstermektedir. Azhar vd. (2008), akademik programların sıklıkla dijital araçlar ve işbirliğine dayalı proje teslim yöntemlerini içermesi nedeniyle, eğitim düzeyinin artmasının YBM konusunda farkındalık ve yetkinlikle pozitif bir korelasyon gösterdiğini belirtmektedir.

Teknik veya mesleki eğitim (11,09%) ve lisansüstü sertifikalara (8,2%) sahip katılımcılar önemli katkı sağlamaktadır, bu da pratik eğitimin YBM katılımını etkilediğini göstermektedir. Katılımcıların sadece %4,88'u doktora derecesine sahiptir, bu da yerel bağlamda YBM alanında akademik araştırma kapasitesinin sınırlı olduğunu göstermektedir. Pezeshki ve Soleimani Ivari (2018), YBM'in üniversite müfredatına dahil edilmesinin, öğrencilerin dijital inşaat ortamlarına hazırlıklarını iyileştirdiğini ve sektör genelinde dönüşümü kolaylaştırdığını savunmaktadır.

SHS düzeyinde katılımcıların varlığı (%4,88), bazı profesyonellerin sınırlı resmi eğitimle sektöre girdiğini ve bunun YBM'in benimsenmesini etkileyebileceğini göstermektedir. Ullah vd. (2023), eğitimin, özellikle ulusal politikalar ve endüstri standartlarıyla uyumlu olduğunda, YBM'in benimsenmesini kolaylaştırmada hayati bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Bulgular, kapsayıcı ve sürdürülebilir bir benimsemeyi teşvik etmek için mesleki ve lisansüstü eğitim yolları da dahil olmak üzere tüm düzeylerde YBM eğitiminin iyileştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Ankete katılanların resmi eğitim geçmişi Çizelge 4.10'da göstermektedir.

Çizelge 4.10. Katılımcıların resmi eğitim düzeyi

Eğitim Düzeyi	Sıklık	Yüz
Lisans	163	%36,14
Yüksek lisans	83	%18,40
Yüksek Ulusal Diploma (HND)	74	%16,41
Teknik/Mesleki eğitim	50	%11,09
Yüksek lisans diploması veya sertifikası	37	%8,20
SHS (Lise)	22	%4,88
Doktora	22	%4,88
Toplam	451	%100

▪ Ankete katılanların deneyim seviyesi

Anket sonuçları, ankete katılanların çoğunun inşaat sektöründe 6-10 yıl (28,6%) ve 11-15 yıl (24,6%) deneyime sahip olduğunu göstermektedir, bu da işgücünün önemli ölçüde pratik deneyime sahip olduğunu göstermektedir. 0-5 yıl deneyime sahip kişiler, nüfusun %20'sini oluşturmaktadır ve bu da YBM ile ilgilenen kariyerinin başındaki profesyonellerin sayısında önemli bir artış olduğunu göstermektedir. Bu dağılım, kariyerinin ortasında olan ve yeni ortaya çıkan profesyonellerin dengeli bir karışımını yansıtmaktadır ve deneyim, dijital araçları kullanma konusunda hem hazırlığı hem de güveni etkilediği için (Azhar vd. 2008), YBM'in benimsenmesine fayda sağlamaktadır.

16-20 yıl (16,9%) ve 20 yılın üzerinde (10%) deneyime sahip katılımcılar daha az yaygındır ve bu durum stratejik liderliği ve YBM'in uzun vadeli entegrasyonunu etkileyebilir. Ullah vd. (2023), deneyimli profesyonellerin organizasyonel YBM'in benimsenmesi için çok önemli olduğunu vurgulamaktadır, çünkü bunlar uygulama sırasında rehberlik eder ve daha az deneyimli personele mentorluk yapar, Çizelge 4.11'de ankete katılanların deneyim seviyesi göstermektedir.

Çizelge 4.11. Ankete katılanların deneyim seviyesi

Deneyim Düzeyi	Sıklık	Yüzde
6 ila 10 yıl	129	%28,6
11 ila 15 yıl	111	%24,6
0 ila 5 yıl	90	%20,0
16 ila 20 yıl	76	%16,9
25 yaş üstü	24	%5,3
21 ila 25 yaş	21	%4,7
Total	451	%100

Sonuçlar, genç profesyonellerin inovasyona öncülük etmesine rağmen, YBM'in sürdürülebilir bir şekilde uygulanması için deneyimli uzmanların katılımının çok önemli olduğunu göstermektedir. Lechhab vd. (2022), YBM'in benimsenmesinin, proje aşamaları boyunca işbirliğini, karar vermeyi ve yatırım getirisini iyileştirdiği için, farklı deneyim seviyelerinin olduğu durumlarda avantajlı olduğunu vurgulamaktadır.

▪ Ankete katılanların çalıştığı kuruluş türleri

Anket, özel inşaat firmalarının %42,8 ile ankete katılanların en büyük grubunu oluşturduğunu, bunu %29 ile mühendislik/mimarlık danışmanlık firmaları, %18,2 ile devlet/kamu sektörü kurumları ve %10 ile akademik/araştırma kurumlarının izlediğini göstermektedir. Bu dağılım, rekabet baskısı ve proje teslimat ihtiyaçları nedeniyle özel firmaların genellikle YBM denemelerini ve benimsenmesini öncülük ettiği küresel eğilimlerle uyumlu olarak, Gana'nın inşaat sektöründe özel sektör katılımcılarının ön plana çıktığını vurgulamaktadır (Azhar vd. 2008).

Danışmanlık firmaları, özellikle mimarlık ve mühendislik sektörlerinde, YBM'in benimsenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Ullah vd. (2023), bu firmaların tasarım koordinasyonu ve dijital modellemede merkezi rol oynadıkları için genellikle erken benimseyenler olduğunu belirtmektedir. Kamu sektörü kurumları, daha az temsil

edilmekle birlikte, YBM'in benimsenmesini etkileyen politika ve düzenlemelerin şekillendirilmesinde çok önemlidir. Altyapı projelerinde ve tedarik sistemlerinde YBM kullanımının ilerletilmesi için bu kurumların katılımı hayati önem taşımaktadır.

Akademik kurumlar, ankete katılanların sadece %10'unu oluştursa da, YBM eğitimi ve araştırmasında önemli bir rol oynamaktadır. Müfredat geliştirme ve eğitime katılımları, sektörde sürdürülebilir dönüşümü kolaylaştırmaktadır. Bulgular, şu anda YBM'in benimsenmesinde özel ve danışmanlık firmalarının öncü rol oynadığını, ancak YBM'in sektör genelinde kurumsallaşması için kamu ve akademik sektörlerle işbirliğinin güçlendirilmesinin gerekli olduğunu göstermektedir. Ankete katılanların çalıştığı kuruluşlar Çizelge 4.12'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.12. Katılımcıların çalıştıkları kuruluş türleri

Kuruluş Türü	Sıklık	Yüzde
Özel İnşaat Firması	193	%42,79
Mühendislik/Mimarlık Danışmanlık Firması	131	%29,05
Devlet/Kamu Sektörü Kurumları	82	%18,18
Akademik/Araştırma Kurumu	45	%9,98
Toplam	451	%100

▪ **Ankete katılanların bölgesel dağılımı ve kuruluşun bulunduğu yer**

Ankete katılanların bölgeye göre dağılımı, Büyük Accra'nın %28,82 ile en büyük paya sahip olduğunu, onu %14,86 ile Ashanti Bölgesi ve %12,64 ile Kuzey Bölgesi'nin izlediğini göstermektedir. Bu bölgeler, önemli altyapı geliştirme ve inşaat faaliyetlerinin yürütüldüğü Gana'nın başlıca kentsel ve ekonomik merkezleridir. Sonuç olarak, bu bölgeler YBM gibi dijital yenilikleri benimseme olasılıkları daha yüksektir. Ullah vd. (2023), YBM'in benimsenmesinin inşaat faaliyetlerinin daha yoğun olduğu ve teknik uzmanlığa erişimin daha kolay olduğu bölgelerde daha yaygın olduğunu belirtmektedir.

Batı (10%), Orta (9%) ve Brong Ahafo (8,64%) gibi bölgeler orta düzeyde temsil edilirken, Volta (7%) ve Yukarı Doğu (2,44%) bölgeleri yetersiz temsil edilmektedir. Bu eşitsizlik, Gana'nın bölgeleri arasında YBM farkındalığı ve kapasitesinin dengesiz olduğunu göstermektedir. Diğerleri (6,43%) grubunun varlığı, büyük kentsel merkezlerin dışında da bazı katılımların olduğunu göstermektedir, ancak bunların ölçeği muhtemelen sınırlıdır. Ankete katılanların bölgesel dağılımı ve kuruluşların konumları Çizelge 4.13'te göstermektedir.

Çizelge 4.13. Katılımcıların bölgesel dağılımı ve kuruluşun konumu

Bölge	Sıklık	Yüzde
Büyük Akra	130	%28,82
Aşanti Bölgesi	67	%14,86
Kuzey Bölgesi	57	%12,64
Batı Bölgesi	44	%9,76
Orta Bölge	41	%9,09
Brong Ahafo Bölgesi	39	%8,64
Volta Bölgesi	33	%7,32
Yukarı Doğu Bölgesi	11	%2,44
Diğerleri (toplam)	29	%6,43
Toplam	451	%100

Bulgular, bölgesel eğitim girişimleri, altyapı yatırımları ve destekleyici politikaları kapsayan YBM kapasitesinin geliştirilmesinde merkezi olmayan stratejilerin gerekliliğini vurgulamaktadır. Ullah vd. (2023) tarafından yapılan sistematik inceleme, YBM'in benimsenmesinde bölgesel farklılıkların gelişmekte olan ülkelerde yaygın olduğunu ve kapsayıcı ulusal çerçeveler ve yerelleştirilmiş uygulama modelleri aracılığıyla dikkat edilmesi gerektiğini göstermektedir.

▪ **Anket katılanların mesleği/rolü Ankete katılanların**

Anket, yanıt verenler arasında çeşitli mesleki roller olduğunu ortaya koydu; en yaygın olanlar Direktörler/Genel Müdürler/Müteahhitler (%15,08) ve İhale ve Sözleşme Uzmanları (%14,41) idi. Bu roller genellikle YBM uygulamasının hayati önemi olan stratejik karar verme ve İhale faaliyetlerini içerir. Ullah vd. (2023), YBM'in benimsenmesini etkileyen temel faktörler olarak örgütsel liderlik ve İhale reformunu belirlemektedir.

Planlama ekibi üyeleri, akademisyenler, araştırmacılar (%12,86) ve proje yöneticileri (%12,64), özellikle tasarım ve inşaat aşamalarının koordinasyonunda YBM entegrasyonu için hayati öneme sahiptir. Mimarlar (%12,41), Metraj ve Keşif Mühendisi (%11,53) ve Mühendisler (%11,31) YBM iş akışlarında önemli bir rol oynayarak modelleme, maliyet tahmini ve teknik tasarıma katkıda bulunurlar. Bu kişilerin katılımı, YBM'in çok disiplinli doğasını vurgular ve çeşitli roller arasında işbirliği gerektirir.

MSI/BT Uzmanları (%0,89), YBM sistemlerinin teknik temelini oluşturarak yazılım dağıtımını ve veri yönetimini desteklemektedir. Bulgular, YBM'in benimsenmesinde belirli sorumlulukların ve dijital becerilerin rolünü vurgulayan mevcut literatürle uyumludur (Ullah vd. 2023). Stratejik, teknik ve akademik roller arasında dengeli bir dağılım, roller arasındaki işbirliğinin iyileştirilmesine bağlı olarak YBM'in yaygınlaşması için güçlü bir temel olduğunu göstermektedir. Çizelge 4.14'te, katılımcıların mesleklerini/rollerini göstermektedir.

Çizelge 4.14. Katılımcıların mesleği/rolü

Meslek/Rol	Sıklık	Yüzde
Direktör/Genel Müdür/Başkan/Yüklenici	68	%15,08
İhale ve Sözleşmeler Uzmanı	65	%14,41
Planlama Ekibi Üyesi / Akademisyen/Araştırmacı	58	%12,86
Proje Yöneticisi	57	%12,64
Mimar	56	%12,41
Metraj ve Keşif Mühendisi	52	%11,53
Mühendis	51	%11,31
MSI/BT Uzmanı	4	%0,89

▪ Kuruluşun mevcut YBM hazırlığı

Anket sonuçları, katılımcıların %36,8'inin kuruluşlarının YBM hazırlık düzeyini yüksek (7–10) olarak değerlendirirken, %32,1'inin orta düzeyde (4–6) ve %32,1'inin düşük düzeyde (1–3) olduğunu belirttiğini göstermektedir. Bu dağılım, YBM hazırlık düzeyinin parçalı bir Çizelge çizdiğini ve hazırlık düzeyinin yüksek olduğu yönünde hafif bir eğilim olduğunu ortaya koymaktadır. Ullah vd. (2023), YBM hazırlığının, teknik altyapı, insan kaynakları ve stratejik uyumu içeren YBM'i etkili bir şekilde benimseme ve uygulama kapasitesini yansıttığını belirtmektedir.

Yüksek hazırlık düzeyine sahip kuruluşlar genellikle dijital iş akışları ve işbirliği uygulamalarında daha fazla ilerleme gösterir ve bu da onların YBM'i tasarım koordinasyonu, maliyet tahmini ve proje yönetimi için kullanmalarını sağlar. Orta düzeyde hazırlık, kısmi benimseme veya pilot projeleri gösterirken, düşük hazırlık genellikle sınırlı farkındalık, eğitim eksikliği veya altyapı sorunları anlamına gelir.

Sonuçlar, YBM'in benimsenmesinde uluslararası eğilimlerle uyumludur ve şirketler ve bölgeler arasında hazırlık düzeyinde önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Ullah vd. (2023), YBM hazırlığının iyileştirilmesinin eğitim programları, politika desteği ve dijital araçlara yatırım gibi hedefli müdahaleler gerektirdiğini vurgulamaktadır. Anket, kuruluşların düşük YBM olgunluk düzeyinden yüksek YBM olgunluk düzeyine geçmelerine yardımcı olmak için stratejik planlama ve kapasite geliştirmenin önemini vurgulamaktadır. Çeşitli kuruluşların YBM hazırlık düzeylerinin ayrıntıları Çizelge 4.15'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. YBM hazırlık düzeyi

Hazırlık Puanı	Sıklık	Yüzde
1–3 (Düşük)	145	%32,15
4–6 (Orta)	140	%31,04
7–10 (Yüksek)	166	%36,81
Total	451	%100

▪ YBM ile aşinalık düzeyi

Anket sonuçları, katılımcıların %50,99'ünün YBM ile orta düzeyde aşına olduğunu, %20,84'ünün yetkinlik gösterdiğini ve yalnızca %11,09'ünün uzman kullanıcı olduğunu ortaya koymaktadır. Katılımcıların %17,07'ünün YBM ile aşına olmadığı dikkat çekicidir. Bu dağılım, YBM farkındalığının artmasına rağmen, hala önemli bir teknik uzmanlık eksikliği olduğunu göstermektedir. Ullah vd. (2023), YBM'in benimsenmesinin farkındalıkla başlayıp niyet, karar, uygulama ve onay aşamalarına doğru ilerleyen sıralı bir süreç olduğunu belirtmektedir.

Ankete katılanların önemli bir kısmının "biraz aşına" olması, birçok profesyonelin benimseme eğrisinin ilk aşamalarında olduğunu göstermektedir. Hedefli eğitim ve kurumsal destek olmadan, bireyler yetkin veya uzman kullanıcılar olmakta zorlanabilirler. Uzman kullanıcıların eksikliği, YBM eğitimi ve pratik deneyimin genellikle sınırlı olduğu gelişmekte olan ülkelerde önemli bir sorunu ortaya koymaktadır (Eadie vd. 2013). Çizelge 4.16'da YBM ile aşinalık düzeyini ayrıntılı olarak göstermektedir.

Çizelge 4.16. YBM ile aşinalık düzeyi

Aşinalık Düzeyi	Sıklık	Yüzde
Biraz aşına	230	%50,99
Yeterli	94	%20,84
Hiç aşına değilim	77	%17,07
Uzman kullanıcı	50	%11,09
Toplam	451	%100

İşgücü arasında YBM'e aşinalığı artırmak, resmi eğitim, işbaşı eğitimi ve sektör genelinde farkındalık girişimlerini kapsayan organize kapasite geliştirme çabalarını gerektirir. YBM'in benimsenmesi, bireysel yetkinlik ve organizasyonel hazırlığa bağlıdır; bu nedenle, başarılı bir uygulama için aşinalığı artırmak çok önemlidir.

▪ Kuruluşlarda YBM'in en çok uygulandığı proje aşamaları

Anket sonuçları, YBM'in esas olarak tasarım aşamasında kullanıldığını göstermektedir. Ankete katılanların %59'u bu aşamada YBM'i kullandığını belirtmiştir. Tasarım aşaması, görselleştirme, çıkışma tespiti ve işbirliğine dayalı modelleme gibi YBM özelliklerinden önemli ölçüde faydalandığı için bu durum küresel eğilimlerle uyumludur (Azhar vd. 2008). İnşaat aşaması (%14), ihale aşaması (%14) ve tesis yönetimi (%13) daha düşük benimseme oranlarına sahiptir, bu da Gana'da YBM kullanımının çoğunlukla projenin erken aşamalarında yoğunlaştığını göstermektedir.

Acebes vd. (2023), YBM'in PMBoK gibi proje yönetimi metodolojileriyle entegre edilmesinin tüm aşamalarda koordinasyonu ve verimliliği artırdığını, ancak tam potansiyelinin ancak tüm proje yaşam döngüsü boyunca kullanıldığında gerçekleştirilebileceğini belirtmektedir. İhale ve tesis yönetiminde sınırlı kullanım, politika, eğitim veya müşteri talebindeki eksiklikleri ortaya çıkarabilir.

Pezeshki ve Soleimani Ivani (2018), YBM'in birlikte çalışabilirliği ve veri zenginliğinin onu operasyon ve bakım dahil olmak üzere aşağı akış uygulamaları için uygun hale getirdiğini vurgulamaktadır. Ancak, bu faydalar gelişmekte olan bağlamlarda genellikle yeterince kullanılmamaktadır. Bulgular, YBM'in yaşam döngüsü değerini en üst düzeye çıkarmak için, özellikle tedarik ve varlık yönetiminde, tasarım aşamasının ötesinde YBM'i teşvik etmenin önemini vurgulamaktadır. Çizelge 4.17'de. YBM'in kuruluşlarda en çok uygulandığı proje aşamalarını göstermektedir.

Çizelge 4.17. Kuruluşlarda YBM'in en çok uygulandığı proje aşamaları

Proje Aşaması	Yanıtlayanlar	Yüzde
Tesis Yönetimi	59	%13,08
İnşaat Aşaması	65	%14,42
İhale Aşaması	61	%13,53
Tasarım Aşaması	266	59,97

▪ **Kuruluşlar neden YBM kullanmamaktadır?**

Anket, Gana'nın inşaat sektöründe YBM'in benimsenmesinin önündeki birçok önemli engeli ortaya çıkarmıştır. Belirlenen başlıca sorun, %19,3 ile yetersiz devlet desteği ve politikasıydı. Bunu %18,2 ile zayıf işbirliği ve parçalanma ve %17,1 ile yüksek uygulama maliyetleri izlemiştir. Bu bulgular, yetersiz düzenleyici çerçevelerin ve parçalanmış endüstri uygulamalarının YBM entegrasyonunu engellediğini belirten uluslararası literatürle örtüşmektedir (Siebelink vd. 2021).

YBM uzmanlarının eksikliği (%13,5) ve sınırlı farkındalık ve bilgi (%13,1), özellikle gelişmekte olan bölgelerde önemli beceri ve kapasite eksikliklerini ortaya koymaktadır. Azhar vd. (2008), YBM'in benimsenmesinin hem teknik beceriler hem de organizasyonel hazırlık gerektirdiğini vurgulamaktadır ve bu beceriler ve hazırlıklar genellikle gelişmekte olan pazarlarda eksiktir.

Müşteri talebinin olmaması (%9,8) ve değişime direnç (%9,1), hem kültürel hem de pazar odaklı faktörlerin önemli rol oynadığını göstermektedir. Ullah vd. (2023), YBM'in benimsenmesinin bireysel, kurumsal ve sektör genelindeki faktörlerin etkilediği çok düzeyli bir süreç olduğunu ve bu zorlukların aşılması için paydaşlar arasında koordineli çabalar gerektiğini savunmaktadır. Çizelge 4.18'de, kuruluşların YBM'i kullanmama nedenlerini göstermektedir.

Çizelge 4.18. Kuruluşların YBM'i kullanmama nedenleri

Engel	Sıklık	Yüzde
Yetersiz Devlet Desteği ve Politikası	87	%19.29
Zayıf İşbirliği ve Parçalanma	82	%18.18
Yüksek Uygulama Maliyetleri	7	%17.07
YBM Uzmanlarının Eksikliği	6	%13.53
Sınırlı farkındalık ve bilgi	59	%13.08
Müşteri Talebinin Olmaması	4	%9.76
Değişime Direnç	41	9.09%

▪ YBM yazılımı/aracının bilinirlik düzeyi

Anket, katılımcıların %80'inin YBM yazılımı veya araçlarına aşina olduğunu, %20'sinin ise aşina olmadığını göstermiştir. Bu yüksek farkındalık, YBM'in Gana'nın inşaat sektöründe önemli bir tanınırlık kazandığını göstermektedir. Ullah vd. (2023), farkındalığı YBM benimseme sürecinin ilk adımı olarak tanımlamakta ve bunu niyet, karar, uygulama ve onay adımlarının izlediğini belirtmektedir. Farkındalık tek başına benimsemeyi garanti etmez; eğitim, altyapı ve organizasyonel hazırlık yoluyla destek de gerektirir.

Azhar vd. (2008), YBM'in yazılımın ötesine geçtiğini ve insan, sistem ve iş akışlarının entegrasyonunu gerektiren bir süreci temsil ettiğini vurgulamaktadır. Farkındalığın varlığı, benimseme potansiyelini gösterir; ancak, önceki anket sonuçlarının da gösterdiği gibi, farkındalık ile uzman kullanımı arasındaki uçurum, birçok profesyonelin YBM araçlarını etkili bir şekilde kullanmak için gerekli derinlemesine bilgiye sahip olmadığını düşündürmektedir.

Pezeshki ve Soleimani Ivani (2018), etkili uygulamayı desteklemek için farkındalığın eğitim ve pratik deneyim yoluyla artırılması gerektiğini savunmaktadır. Bulgular, organize eğitim, müfredat entegrasyonu ve endüstri öncülüğünde kapasite geliştirme yoluyla farkındalığı beceriye dönüştürme ihtiyacını vurgulamaktadır. YBM yazılımı/aracının farkındalık düzeyi Çizelge 4.19'da göstermektedir.

Çizelge 4.19. YBM yazılımı/aracının farkındalık düzeyi

Farkındalık	Say	Yüz
Evet	362	80%
Hayır	89	20%

▪ En yaygın YBM yazılım programları

Anket, Autodesk'in yazılım paketi (Revit, Navisworks, YBM 360) en çok tanınan ve kullanılan YBM yazılımı olduğunu göstermektedir. Ankete katılanların %23,5'i bu yazılımı kullanmaktadır. Bunu %20,4 ile Graphisoft ArchiCAD ve %19,96 ile SketchUp izlemektedir, bu da tanınmış platformlara olan tercihi açıkça göstermektedir. Tekla Structures (%10,2) ve Bentley araçları (%9,09) önemli ölçüde kullanılmaktadır ve bu da bunların yapısal ve altyapı modellemede önemini vurgulamaktadır.

Bulgular, Autodesk ürünlerinin birlikte çalışabilirliği, kapsamlı belgeleri ve güçlü endüstri desteği nedeniyle hakim olduğunu gösteren küresel eğilimlerle uyumludur (Alrasheed 2025). Vectorworks, Nemetschek ve Gehry Technologies gibi araçların varlığı, nispeten nadir olsa da, mimari tasarım ve karmaşık geometri modellemede özel kullanımlarını vurgulamaktadır.

Kullanılan araçların çeşitliliği, YBM yazılım ekosistemlerinin parçalı yapısını vurgulamakta ve bu da birlikte çalışabilirlik ve işbirliği açısından zorluklar yaratabilmektedir. Alrasheed (2025), YBM'in yaygın olarak benimsenmesine rağmen, platformlar arasında standardizasyon eksikliğinin sorunsuz entegrasyonu engellemeye

devam ettiğini vurgulamaktadır. Bulgular, disiplinler arası işbirliğini geliştirmek için farklı platformları kapsayan ve açık standartları teşvik eden eğitim programlarına ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Çizelge 4.20’de en yaygın YBM yazılım programlarını göstermektedir.

Çizelge 4.20. En yaygın YBM yazılım programları

Yazılım	Sıklık	Yüzde
Microstation	9	%2,00
Autodesk (Revit, Navisworks, YBM 360)	10	%23,50
Bentley (Mimarlık, Navigator)	41	%9,09
Vico	13	%2,88
Tekla Yapıları	46	%10,20
Graphisoft (ArchiCAD)	92	%20,40
Nemetschek	17	%3,77
Vectorworks Architect	25	%5,54
Gehry Technologies (Dijital Proje)	12	%2,66
SketchUp	90	%19,96

▪ Çeşitli kuruluşlarda YBM kullanımının nedenleri

Anket sonuçları, YBM’in kullanılmasının ana nedeninin 3D görselleştirme (%17,35) olduğunu, bunu çarpışma tespiti (%13,7) ve maliyet tahmini ve planlama (%12,56) izlediğini göstermektedir. Bu uygulamalar, tasarım netliğini artırma, hataları azaltma ve finansal denetimi geliştirme konusunda YBM’in temel faydalarını vurgulamaktadır. Azhar vd. (2008), YBM’in görselleştirme, maliyet tahmini ve çakışma tespitini iyileştiren hassas sanal modelleme imkanı sağladığını ve sonuçta daha iyi proje sonuçlarına yol açtığını belirtmektedir.

Şantiye planlama ve zamanlama %11,42’yi oluştururken, metraj hesaplaması %9,13’ü oluşturmaktadır, bu da YBM’in inşaat lojistiği ve tedarikteki önemini vurgulamaktadır. Daniotti vd. (2019), YBM’in farklı proje aşamalarında dijital iş akışlarının entegrasyonu yoluyla koordinasyonu ve zaman yönetimini iyileştirdiğini vurgulamaktadır. Çizelge 4.21’de çeşitli kuruluşlarda YBM’in kullanıma nedenlerini göstermektedir.

Çizelge 4.21. Çeşitli kuruluşlarda YBM'in kullanılma nedenleri

SebeP	Sıklık	Yüz
3D Görselleştirme	76	%17,35
Çakışma Algılama	60	%13,70
Maliyet Tahmini ve Planlama	55	%12,56
Saha Planlama (Zaman ve Program Simülasyonu)	50	%11,42
Metraj Hesaplama	40	%9,13
Tasarım Koordinasyonu	34	%7,76
Karar Verme	31	%7,08
Çizimlerde ve programlarda anlık güncellemeler	25	%5,71
İnşaat İlerleme Takibi	23	%5,25
Çevresel Analiz	19	%4,34
Daha Az Evrak İşleri ve Dosya Yönetimi	15	%3,42
Firmanın proje ekibinin gereksinimi	10	%2,28

Ek faktörler arasında tasarım koordinasyonu, karar verme ve anında güncellemeler yer almaktadır ve bunlar işbirliğine dayalı ve çevik proje teslimatını desteklemektedir. Borrmann vd. (2018), YBM'in bilgi akışını iyileştirdiğini, manuel veri yeniden girişini azalttığını, üretkenliği artırdığını ve hataları azalttığını göstermektedir. Çevresel analiz ve dosya yönetimindeki düşük yüzdeler, özellikle sürdürülebilirlik ve operasyonlar açısından YBM'in tüm yeteneklerinin potansiyel olarak yeterince kullanılmadığını göstermektedir.

▪ YBM'in uygulandığı inşaat projelerinin sayısı

Anket, yaklaşık %45'i temsil eden 202 katılımcının Gana'da YBM destekli herhangi bir inşaat projesine katılmadığını göstermektedir. Toplam 14 katılımcı 10'dan fazla projeye katıldığını belirtirken, 135 katılımcı 1-2 proje, 68 katılımcı ise 3-5 proje deneyimi olduğunu bildirmiştir. Bu, YBM farkındalığının artmasına rağmen, sektördeki pratik deneyimin hala sınırlı olduğunu göstermektedir.

Eadie vd. (2013), YBM ile pratik deneyimin, kullanıcı güvenini artırdığı ve örgütsel öğrenmeyi kolaylaştırdığı için başarılı bir şekilde benimsenmesi için gerekli olduğunu belirtmektedir. Son derece deneyimli kullanıcı sayısının sınırlı olması, YBM'in Gana'da uygulama aşamasının henüz başlarında olduğunu ve profesyonellerin çoğunun proje düzeyinde önemli bir deneyime sahip olmadığını göstermektedir. Çizelge 4.22'de, YBM'in uygulandığı inşaat projelerinin sayısını göstermektedir.

Çizelge 4.22. YBM'in uygulandığı inşaat projelerinin sayısı

YBM Proje Sayısı	Yanıtlayanlar
0 proje	20
1-2 proje	13
3-5 proje	6
6-10 proje	3
10'dan fazla proje	14

Ullah vd. (2023), YBM'in benimsenmesinin yalnızca teknolojik bir değişim değil, aynı zamanda pratik uygulama yoluyla tekrarlayan öğrenmeyi gerektiren kültürel ve prosedürel bir dönüşümü de gerektirdiğini vurgulamaktadır. Sonuçlar, gerçek inşaat iş akışlarında YBM uygulamasını geliştirmek için pilot projelerin, demonstrasyon vakalarının ve müşteri odaklı görevlerin gerekliliğini vurgulamaktadır.

▪ İhalelerde YBM'in faydaları

Anket sonuçları, katılımcıların ihale sürecinde YBM'in faydaları konusunda güçlü bir fikir birliği içinde olduklarını göstermektedir. En dikkat çekici avantaj, veriye dayalı karar vermeyi desteklemesi (RII = 0,81) idi. Bunu, sürüm kontrolü (0,79), çakışma tespiti ve risk yönetimi (0,77) ve dokümantasyon hatalarının azalması (0,75) izlemektedir. Bu bulgular, YBM'in metraj hesaplamalarını otomatikleştirme, yeniden çalışma ihtiyacını azaltma ve ihale aşamasında paydaşlar arası iletişimi iyileştirme yeteneğini vurgulayan Correa ve Santos (2021) ile uyumludur.

Zaman ve program simülasyonu (0,74) ve sürdürülebilirlik analizi (0,72) yüksek puanlar almış ve YBM'in planlama ve çevresel değerlendirmedeki değerini ortaya koymuştur. Azhar vd. (2008), YBM'in ihale sürecinde çok önemli olan proje görselleştirme, maliyet tahmini ve sıralama süreçlerini geliştirdiğini vurgulamaktadır.

Daha az öne çıkan ancak önemli avantajlar arasında tedarik şeffaflığı, daha az evrak işi ve paydaşlar arasında daha iyi işbirliği sayılabilir. Daniotti vd. (2019), YBM'in işbirliğine dayalı iş akışlarını iyileştirdiğini ve bilgi alışverişini kolaylaştırdığını, her ikisinin de rekabetçi ve doğru teklif verme için gerekli olduğunu belirtmektedir. Çizelge 4.23'te, YBM'in ihale sürecindeki faydalarını göstermektedir.

Çizelge 4.23. İhalelerde YBM'in faydaları

Avantaj Açıklaması	Düzeltilmiş RII	Sıra
YBM, veriye dayalı karar vermeyi destekler	0,81	1
YBM sürüm kontrolü sağlar	0,79	2
YBM, çakışma tespiti ve risk azaltma sağlar.	0,77	3
YBM, dokümantasyon hatalarını azaltır.	0,75	4
YBM, zaman ve program simülasyonunu destekler.	0,74	5
YBM sürdürülebilirlik analizini destekler.	0,72	6
YBM, maliyet tahminlerinin doğruluğunu artırır.	0,71	7
YBM, ihale şeffaflığını artırır.	0,69	8
YBM, evrak işlerini ve manuel süreçleri azaltır.	0,68	9
YBM, paydaşlar arasındaki işbirliğini geliştirir.	0,66	10

▪ YBM uygulamasının önündeki zorlukları

Ankette YBM kullanımının önündeki altı ana engel tespit edildi. Sınırlı teknik uzmanlık en yüksek puanı aldı (RII = 0,842), bunu yüksek uygulama maliyetleri (0,812)

ve değişime direnç (0,771) izledi. Bu bulgular, YBM olgunluğunun tüm organizasyonel düzeylerde iç motivasyon ve beceri eksikliği nedeniyle büyük ölçüde engellendiğini belirten Siebelink vd. (2021) ile uyumludur.

Sistemik sorunlar, ulusal YBM standartlarının eksikliği (RII = 0,742) ve YBM tabanlı sunum için yetersiz altyapı (0,721) ile açıkça görülmektedir. Azhar vd. (2008), kurumsal çerçeveler, dijital altyapı ve yazılımın YBM'in benimsenmesi için gerekli olduğunu vurgulamaktadır.

Odaklanmış eğitim ve politika reformu ihtiyacı, ihale farkındalığının düşük seviyesi (RII = 0,689) ile daha da vurgulanmaktadır. Arunkumar vd. (2018) göre, YBM'in benimsenmesi, müşteri talebinin ve hükümet düzenlemelerinin eksikliği nedeniyle tutarsız ve bireysel projelerle sınırlı kalmaktadır. Bulgular, bu zorlulukların kaldırılması için paydaşların katılımı, politika geliştirme ve eğitim gibi koordineli çabalar gerektiğini göstermektedir. Gana'da YBM uygulamasının önündeki başlıca zorlulukları aşağıda Çizelge 4.24'te adresinde gösterilmektedir.

Çizelge 4.24. YBM uygulamasının önündeki zorlulukları

Sıra	Engel Açıklama	Düzeltilmiş RII	Sıra
	Sınırlı teknik uzmanlık	0,842	1
2	Yüksek uygulama maliyeti	0,812	2
3	Değişime direnç	0,771	3
4	Ulusal YBM standartları veya kılavuzları yok	0,742	4
5	YBM tabanlı sunum için yetersiz altyapı	0,721	5
6	İhalelerde YBM konusunda farkındalık eksikliği	0,689	6

▪ İhalelerde YBM'in benimsenmesini destekleyecek stratejiler

Anket, ihalelerde YBM kullanımını teşvik etmek için birkaç etkili taktik belirlemiştir. En sık bahsedilenler hükümet yasaları ve düzenlemeleri (%12,86) olmuştur, bunu finansal teşvikler (%11,53) ve üniversite derslerine dahil edilmesi (%10,86) izlemiştir. Bu sonuçlar, kamu alımlarında YBM'in kurulmasının yasal çerçevelere ve eğitim reformlarına bağlı olduğunu belirten Correa ve Santos'un (2021) sonuçlarını desteklemektedir.

Yanıtların yaklaşık %10'u, meslek kuruluşları, ulusal YBM uygulama planları (BEP) ve farkındalık kampanyaları ile işbirliğinin önemini vurgulamıştır. Bu stratejiler, parçalanmayı azaltmak ve YBM'in faydalarının ortak bir anlayışını teşvik etmek için sektör genelinde çaba gösterilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Ullah vd. (2023), sektör, organizasyon ve proje düzeyindeki faktörlerin YBM'in benimsenmesini etkilediğini ve tüm düzeylerde stratejik uyum gerektirdiğini belirtmektedir.

Ayrıca, pilot projeler, birlikte çalışabilirlik iyileştirmeleri ve eğitim girişimleri gibi teknik ve operasyonel kolaylaştırıcılar da önemli faktörler arasında yer almaktadır. Azhar (2011) göre YBM, prosedürlerde değişiklikler, paydaşların katılımı ve dijital altyapı gerektiren bir süreçtir. Müşteri talebi ve tedarik reformunun da dahil edilmesi

(%8,65), piyasa güçlerinin benimsemeyi nasıl etkilediğini vurgulamaktadır. Genel olarak, sonuçlar ihalelerde YBM'in benimsenmesini hızlandırmak için uygulamaya dayalı, yasal ve eğitim girişimlerinin bir kombinasyonuna ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Çizelge 4.25, Gana'da ihalelerde YBM'in benimsenmesini desteklemek için stratejileri göstermektedir.

Çizelge 4.25. İhalelerde YBM'in benimsenmesini destekleyecek stratejiler

Strateji	Sıklık	Yüzde%
Hükümet politikası/yönetmelikleri	58	12,86
Mali teşvikler	52	11,53
Üniversite müfredatına entegrasyon	49	10,86
Farkındalık kampanyaları ve duyarlılık artırma çalışmaları	45	9,98
Ulusal YBM Uygulama Planı (BEP)	44	9,76
Meslek kuruluşları arasında işbirliği	43	9,53
Yükleniciler ve danışmanlar için eğitim programları	42	9,31
YBM birlikte çalışabilirliğinin geliştirilmesi	40	8,87
Pilot projeler ve demonstrasyon örnekleri	39	8,65
Müşteri talebi ve tedarik reformu	39	8,65
YBM yazılımı ve araçlarının kullanılabilirliği	40	8,87

Sonuç olarak, sonuçlar YBM'in sektörde giderek daha fazla kabul görmesine rağmen, kullanıcıları acemilikten uzmanlığa taşımak için yapılandırılmış eğitim ve mesleki gelişim ihtiyacının hala önemli olduğunu göstermektedir. İşletmeler YBM'in verimliliği, işbirliği ve veriye dayalı karar verme süreçlerinin avantajlarından yararlanmak istiyorlarsa, iş akışı entegrasyonundaki bu boşluğu gidermeleri gerekmektedir.

Gana inşaat sektöründe etkili olan kişilerle yapılan 25 yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen veriler, bu Çizelgede ana temalara göre özetlenmiştir. Görüşmelere yöneticiler, proje yöneticileri, teknik uzmanlar, kamu görevlileri ve akademisyenler katılmıştır. Görüşmelerde, ihale için YBM kullanımıyla ilgili düşünceler, duygular ve beklentiler araştırılmıştır. Sonuçlar, temel bulguları ve bunların analitik yorumlarını vurgulayan tematik bir formatta sunulmuştur. YBM uygulama planı geliştirmek için, bu niteliksel analiz Gana'nın inşaat ihale sektöründe dijital dönüşümün mevcut durumunu anlamak için bağlamsal bir çerçeve sunmaktadır. Çizelge 4.26'da 25 katılımcıyla yapılan görüşmelere dayanan niteliksel bulguları ve analizleri sunulmaktadır.

Çizelge 4.26. 25 Görüşmeye Dayalı Niteliksel Bulgular

Tema	Anahtar Bulgular	Analiz
Teknoloji Benimseme	Manuel ihale süreci hala hakimdir ve YBM kullanımı sınırlıdır, ancak büyük firmalar öncelikle AutoCAD gibi dijital araçları kullanmaktadır.	Düşük dijital olgunluk; büyük firmalar ile KOBİ'ler arasında dijital uçurum
Geleneksel İhalelerde Karşılaşılan Zorluklar	Zaman alıcı süreçler, sık hatalar, şeffaflık eksikliği ve manuel maliyet tahmini	Otomasyon ve entegrasyon için güçlü gerekçeler; YBM bu sorunları çözebilir
Dijital Dönüşüm Deneyimi	GHANEPS, CAD araçları ve belge dijitalleştirmesinin kullanımı; az sayıda stratejik girişim	Parçalı uygulama; yapılandırılmış dijital dönüşüm planlarına ihtiyaç
YBM Farkındalığı	YBM'in 3D modelleme olarak temel anlayışı; tam yetenekler hakkında sınırlı farkındalık	Bilgi eksikliği; farkındalık kampanyaları ve eğitim ihtiyacı
YBM'in Algılanan Faydaları	Daha hızlı ihale, daha az hata, daha iyi işbirliği ve şeffaflık	Güçlü algılanan değer; küresel YBM faydalarla uyumlu
YBM'in algılanan riskleri	Yüksek maliyetler, değişime direnç, standartların eksikliği ve sistem uyumluluğu sorunları	Uygulama korkuları geçerlidir; aşamalı bir geçiş ve destek ile hafifletilebilir.
Geçişle İlgili Endişeler	Maliyet, eğitim ihtiyaçları, görevler hakkındaki belirsizlik, iş kaybı korkusu	Kültürel ve teknik zorlukları; değişim yönetimi çok önemlidir
Uygulama Yaklaşımı	Kamu sektörü pilot uygulamalarıyla başlayan aşamalı uygulama	Öğrenme ve kademeli ölçeklendirme imkanı sağlar
Liderlik ve Paydaşlar	Hükümet, meslek kuruluşları, akademi	Çok paydaşlı liderlik esastır
Hükümetin Rolü	Standartlar geliştirmek, YBM'i zorunlu kılmak ve altyapıyı finanse etmek	Hükümet, elverişli bir ortam yaratmalıdır
Aşamalı Yol Haritası	4 aşamalı model: pilot uygulama → ölçeklendirme → zorunlu kılma → entegrasyon	Küresel en iyi uygulamalarla uyumlu
Altyapı İhtiyaçları	İnternet, bulut depolama, YBM araçları, dijital platformlar	Altyapı yatırımı temeldir
Beceri Geliştirme	Eğitim, üniversite ortaklıkları, sertifikalar	Çift yönlü bir eğitim stratejisi gereklidir
Ortaklıklar	Kamu-özel sektör ortaklıkları, akademi-endüstri bağlantıları, uluslararası uzmanlar	İşbirliği, benimsemeyi hızlandırır ve riski azaltır

4.5. 2D ve YBM Tabanlı İhale Süreçlerinin Karşılaştırması

İhale aşaması, inşaat projesi yaşam döngüsünün önemli bir parçasıdır ve maliyet kesinliği, proje zaman çizelgeleri ve kalite sonuçları üzerinde büyük etkiye sahiptir. Gana'da inşaat sektörü, geleneksel 2D ihale yöntemlerinden YBM tabanlı yaklaşımlara geçerek dijital dönüşüm sürecinden geçmektedir. Bu değişim, tedarik verimliliğini ve proje teslimatını iyileştirmek için stratejik bir fırsat sunmaktadır. Bu karşılaştırmalı çalışma, ihale sürecinde geleneksel 2D sürecin ve YBM tabanlı sürecin etkinliğini dört ana kritere odaklanarak incelemektedir: kalite, maliyet, zaman ve risk. Manuel çizim ve parçalı iletişim ile karakterize edilen geleneksel yöntem, genellikle tasarım tutarsızlıklarına, karar verme sürecinin gecikmesine ve bütçe aşımalarına neden olmaktadır. YBM, tasarım, zamanlama ve maliyet tahminini tek bir modelde birleştiren, gerçek zamanlı güncellemeler, otomatik çakışma tespiti ve doğru metraj hesaplamaları sağlayan işbirliğine dayalı bir dijital ortam oluşturur.

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, ihale aşamasında YBM'in faydalarını doğrulamaktadır. YBM, hataya açık görevleri ve yeniden çalışmayı azaltma, paydaşlar arasındaki iletişimi iyileştirme ve daha doğru maliyet tahmini ve risk analizi yapma becerisini göstermiştir. Makine öğrenimi ve veriye dayalı karar verme araçlarıyla entegrasyonu, özellikle gecikmeleri azaltma ve kaynak tahsisini optimize etme konusunda tahmin yeteneklerini geliştirir. YBM'in benimsenmesi için küresel olarak güçlü bir ivme olsa da, araştırmalar, özellikle Gana gibi gelişmekte olan ülkelerde ihale aşamasında YBM'in uygulanmasının hala erken aşamalarda olduğunu ve yapılandırılmış çerçevelerin ve kapasite geliştirme girişimlerinin geliştirilmesini gerektirdiğini göstermektedir. Bu çalışma, Gana'nın inşaat sektöründe YBM entegrasyonu ile ilgili politika, uygulama ve gelecekteki araştırmaların anlaşılmasını derinleştiren karşılaştırmalı bir analiz sunmaktadır.

4.5.1. Projeye genel bakış

Bu karşılaştırmalı analiz, iki büyük projeye odaklanmaktadır: biri, yaşam döngüsü boyunca geleneksel 2D kağıt tabanlı bir süreç kullanmış ve benzer bir iş kapsamı ve bütçeye sahipken, diğeri YBM tabanlı bir süreç kullanmıştır. Özellikle, ihale uygulamalarının zaman, kalite, maliyet ve risk yönetimi açısından nasıl farklılık gösterdiğini incelemektedir. Amaç, geleneksel kağıt tabanlı ihale yöntemlerine kıyasla YBM tabanlı ihalenin avantajlarını ve sınırlamalarını vurgulamaktır.

Gana'nın Asante Mampong bölgesinde önerilen Awinbor Yurdu, 5.202,6 metrekare (m²) alana sahip 1.120 yatak kapasiteli yeni bir projedir. YBM'in projenin tüm aşamalarında uygulanması öngörülmektedir. Tasarım aşamasında, YBM, koordineli YBM Modelleme, çakışma tespiti (3D), zaman çizelgeleme (4D) ve metraj hesaplama ve maliyet tahmini (5D) odaklanılarak projenin tasarımında başarıyla kullanılmıştır. Bu araştırmada, ihaleye en doğrudan etki eden 3D, D ve 5D odak noktası olmuştur. 3D modelleme ve dokümantasyon için Autodesk Revit, çakışma tespiti ve inşaat simülasyonu için Navisworks ve bulut tabanlı işbirliği ve ihale belgesi yönetimi için YBM 360 kullanılmıştır. Çizelge 4.27'de projelerin özelliklerini gösterirken, YBM ve Geleneksel projelerin ayrıntılı tasarımları aşağıda verilmiştir. Ayrıca, Şekil 4.15a) 2D tasarım çizimini, Şekil 4.15b) 3D yapısal modeli, Şekil 4.16 mimari modeli ve Şekil 4.16b) mimari kesiti göstermektedir. Şekil 4.17 3D HVAC modelini gösterirken, Şekil 4.18

geleneksel bir tedarik projesinin 2D zemin kat planını ve Şekil 4.19'da geleneksel bir projenin mimari tasarımını göstermektedir.

➤ **Önerilen YBM tabanlı ihale proje modelleri**



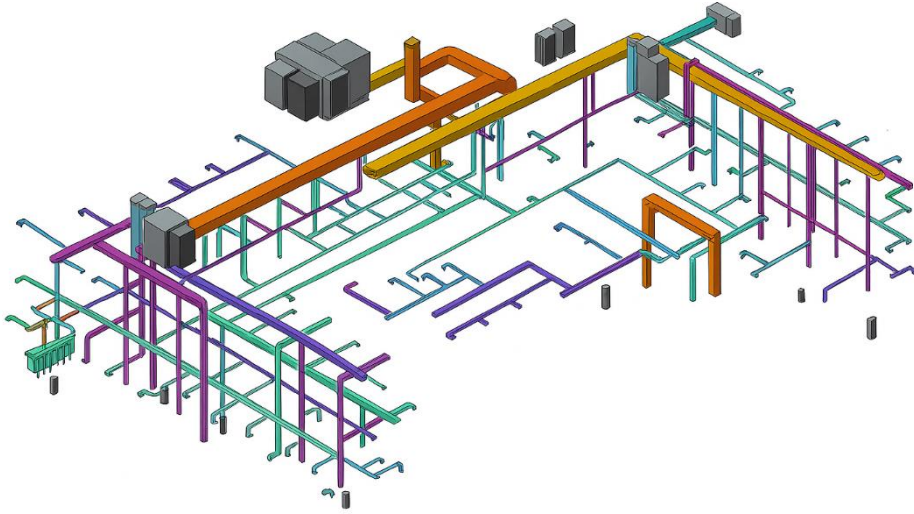
Şekil 4.15 a). 2D tasarım çizimi, Şekil 4.15b). 3D yapısal model



Şekil 4.16 a). Mimari model



Şekil 4.16b). Mimari kesit

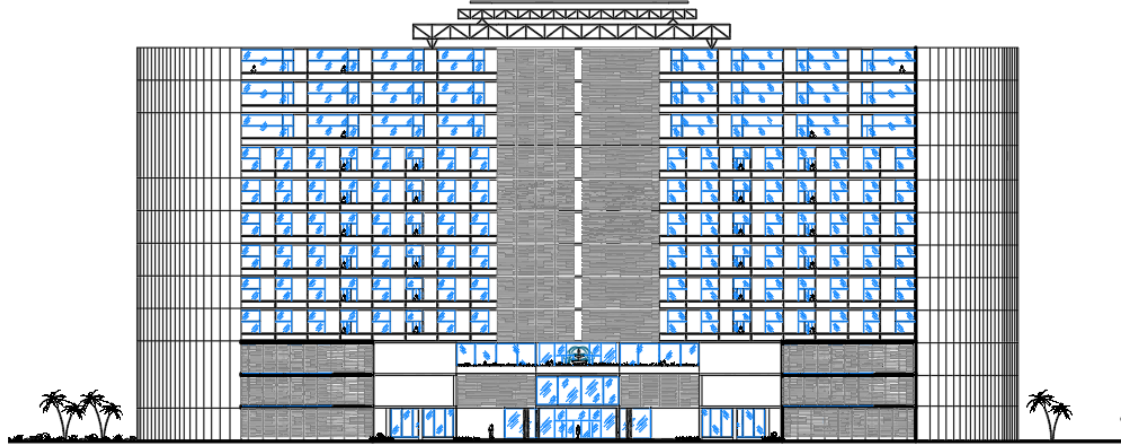


Şekil 4.17. 3D HVAC modeli

4.1.1.1. Geleneksel 2D tabanlı ihale proje tasarımları



Şekil 4.18. Zemin kat planı



Şekil 4.19. Mimari tasarım

Çizelge 4.27. Projelerin özellikleri

Özellikler	Proje 1 Geleneksel Yöntem Projesi	Proje 2 YBM Projesi
Proje Türü	Üniversite Öğrencileri için Yurt	Üniversite Yurdu
Yaklaşım	Geleneksel (2D çizimler, manuel ihale süreçleri, standart inşaat uygulamaları)	YBM destekli (3D modelleme, işbirliğine dayalı dijital ortam, YBM entegre ihale)
Boyut	10.000 metrekare	10.000 metrekare
Süre	18 ay	15 ay
Bütçe	Bütçe: 10 milyon dolar	9 milyon dolar

4.5.2. Kriterlere göre karşılaştırmalı analiz

Proje tesliminde Geleneksel Yöntem ile YBM Tabanlı Yöntemin göreceli performansını değerlendirmek için yapılandırılmış bir değerlendirme kriterleri seti geliştirilmiştir. Kriterler, özellikle İhale ve ihale aşamasında proje başarısını etkileyen temel boyutları vurgulamaktadır. Analiz, aşağıda ayrıntılı olarak açıklanan dört temel alana dayanmaktadır: kalite, maliyet, zaman ve risk.

- Kalite Kriterleri, tasarım belgelerinin doğruluğunu, disiplinler arası koordinasyonu, tasarım amacının netliğini ve inşaat sırasında gerekli olan yeniden çalışma derecesini değerlendirir.
- Maliyet kriterleri, ilk kurulum masraflarını, bütçeye uygunluğu, tasarım hatalarından kaynaklanan maliyet aşımalarını ve uzun vadeli finansal etkinliği değerlendirir.
- Zaman kriterleri, proje süresini, ihale hazırlığı ve değerlendirme zaman çizelgelerini ve tasarım değişiklikleri veya yanlış iletişimden kaynaklanan gecikmeleri vurgular.

- Risk kriterleri, tasarım çelişkileri, yanlış yorumlamalar, sözleşme anlaşmazlıkları ve Bilgi Talep Formları (RFI) sıklığının olasılığını ve sonuçlarını değerlendirir.

Her kriter, projeden elde edilen nicel veriler ve ampirik gözlemlerle desteklenir, bu da iki yaklaşımın kapsamlı bir şekilde karşılaştırılmasını sağlar. Bu çerçevede, YBM'in proje teslimat sonuçlarını iyileştirmedeki etkinliğini değerlendirmek için güçlü bir temel sağlar ve gelecekteki YBM tabanlı ihaleler için stratejik kararlar alınmasına yardımcı olur.

➤ **Zamana göre karşılaştırmalı analiz**

Zaman kriterlerine dayanan bu karşılaştırmalı analiz, YBM entegrasyonunun geleneksel proje yönetimi yöntemlerine kıyasla verimlilik, program gecikmeleri ve genel ihale sürecini nasıl etkilediğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Geleneksel proje teslimi 18 ay sürdü ve yoğunlukla geç aşamadaki tasarım değişiklikleri ve paydaşlar arasındaki iletişim sorunları nedeniyle birkaç gecikme yaşandı. 2D belgelere dayanmak da projenin doğru bir şekilde görselleştirilmesini engelledi ve inşaat sırasında yanlış anlaşılmalara ve sık değişikliklere yol açtı. Bu sorunlar ilerlemeyi yavaşlattı ve iş yükünü artırdı, bu da zaman ve maliyet verimliliğini olumsuz etkiledi.

Geleneksel ihale hazırlama yöntemi oldukça zaman alıcıydı. Mimari ve mühendislik tasarımlarının, metraj listelerinin (BoQ) ve ayrıntılı çizimlerin manuel olarak oluşturulması süreci önemli ölçüde uzattı. Her tasarım revizyonunu birden fazla belgede manuel olarak güncellemek, genellikle tutarsızlıklara ve ekstra gecikmelere yol açtı. Güncellemeleri yönetmek için merkezi bir sistemin olmaması, süreci hatalara açık ve emek yoğun hale getiriyordu. Ayrıca, entegre görsel araçların olmaması, paydaşlar arasındaki işbirliğini engelliyor, iletişim boşluklarına neden oluyor ve karar verme sürecini geciktiriyordu. Kağıt belgelere dayalı ihale değerlendirme süreci, tasarımın farklı yorumlanmasından dolayı verimsizdi ve daha uzun sürüyordu. Genel olarak, ihale hazırlık ve değerlendirme aşaması yaklaşık altı ay sürdü ve bu, toplam proje süresinin %33'ünü oluşturd.

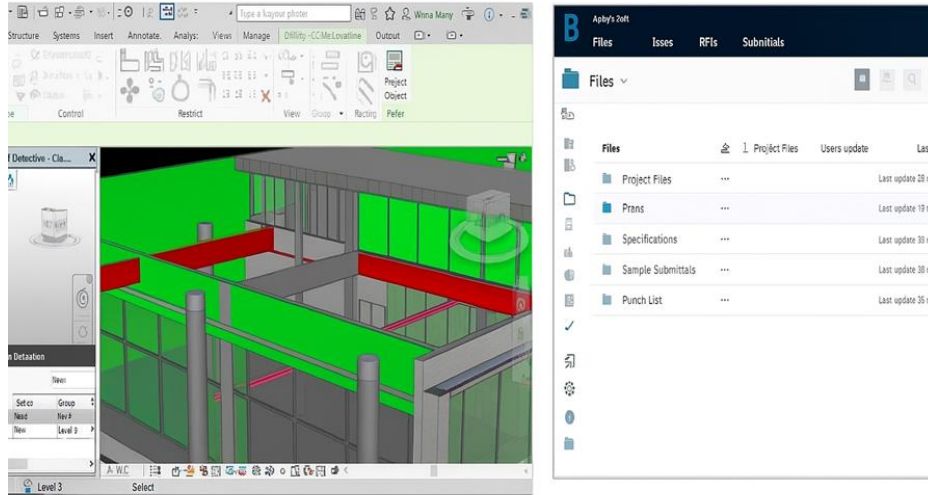
YBM tabanlı proje 15 ayda tamamlandı ve genel zaman verimliliğinde %16,7'lik bir artış sağlandı. YBM'in işbirliğine dayalı dijital platformu, mimarlar, mühendisler ve müteahhitler arasında gerçek zamanlı koordinasyonu mümkün kıldı ve bu da iletişim hatalarından kaynaklanan gecikmeleri önemli ölçüde azalttı. Projeyi üç boyutlu olarak görselleştirme yeteneği, tasarım sorunlarının erken aşamada tespit edilip çözülmesine yardımcı oldu ve bu da inşaat sırasında yeniden çalışma ihtiyacını azalttı.

İhale hazırlığında YBM'in kullanılması süreci önemli ölçüde hızlandırdı. Model, çizimleri, programları ve malzeme metrajlarını otomatik olarak oluşturarak önemli ölçüde zaman tasarrufu sağladı ve tüm belgelerde tutarlılık sağladı. Tasarım değişiklikleri, ilgili tüm belgelere hızla entegre edildi ve paydaşlarla gerçek zamanlı olarak paylaşıldı, böylece manuel yöntemlere kıyasla güncelleme süreleri %50'den fazla azaldı. İhale değerlendirmesi, teklif verenler için tasarım amacını netleştiren hassas 3D modeller ve sanal gezintilerle daha verimli hale geldi. İhale aşaması üç ay içinde tamamlandı ve geleneksel yöntemlere kıyasla süre yarı yarıya azaldı. Koordinasyon, otomasyon ve erken sorun tespiti alanlarındaki iyileştirmeler, YBM'in proje teslimatını hızlandırma ve tüm aşamalarda zaman yönetimini iyileştirme konusundaki etkinliğini göstermektedir.

➤ Maliyet bazında karşılaştırmalı analiz

Bu araştırma kapsamında Proje 1 (Geleneksel Yöntem) ve Proje 2 (YBM Projesi) arasında Maliyet Kriterlerine Göre Karşılaştırmalı Analiz yapmanın amacı, her iki proje teslim yönteminin finansal etkilerini değerlendirmek ve karşılaştırmaktır. Bu analiz, inşaat projelerinde, özellikle ihale aşamasında, geleneksel yöntemlere kıyasla YBM'in benimsenmesiyle ilişkili potansiyel maliyet farklarını ve faydaları belirlemeye yardımcı olur. Geleneksel ihale ile YBM tabanlı ihale arasındaki maliyet karşılaştırması aşağıda verilmiştir. İhale sürecinde YBM kullanımı, proje süresince oldukça maliyet etkin olduğu kanıtlanmıştır. YBM yazılımı ve profesyonel eğitime yapılan ilk yatırım, geleneksel yöntemlere göre %7 daha yüksek olarak tahmin edilmiştir; ancak bu ön maliyetler, önemli uzun vadeli tasarruflarla dengelenmiştir. Geliştirilmiş planlama, koordinasyon ve tedarik süreçleri, toplam proje maliyetinin yaklaşık %10'u olan 1 milyon dolar civarında bir tasarruf sağlamıştır.

Erken çakışma tespiti, inşaat başlamadan önce tasarım çakışmalarının belirlenmesi ve çözülmesine olanak tanıyarak maliyetlerin önemli ölçüde azaltılmasına yardımcı oldu. Bu proaktif strateji, yeniden işleme ve değişiklik siparişlerini %40 oranında azalttı, malzeme israfını azalttı ve projenin zamanında tamamlanmasını sağladı. Gecikmelerin en aza indirilmesi de giderleri düşürdü ve cezaları önledi, böylece genel finansal verimlilik artırıldı. YBM, 3D modelden doğrudan alınan metrajlarla maliyet tahminlerinin doğruluğunu artırdı ve Malzeme Metraj Listesi'nde (BoQ) hassasiyet ve tutarlılık sağladı. Bu ayrıntılı yaklaşım, bütçe aşımaları riskini azalttı ve daha güvenilir finansal planlamayı destekledi. Proje, yalnızca %3'lük bir sapma ile orijinal bütçesi içinde kaldı ve inşaat sırasında minimum yeniden çalışma yaşandı. Şekil 4.20'de, Autodesk Revit çakışma tespiti ve Autodesk YBM 360 ihale aşaması dijital simülasyonlarını göstermektedir.



Şekil 4.20. Autodesk Revit çakışma algılama ve Autodesk YBM 360 ihale aşaması dijital simülasyonları

Özetle, ilk kurulum maliyetleri yüksek olsa da, YBM tabanlı ihale süreci

öngörülebilir ve kontrol edilebilir finansal sonuçlar sağladı. Doğru tahminlerin entegrasyonu, yeniden çalışma ihtiyacının azalması ve optimizasyonlu tedarik, karmaşık inşaat projelerinde maliyet kontrolünü artırma ve daha iyi finansal sonuçlar elde etme konusunda YBM'in önemini vurgulamaktadır.

➤ Kaliteye göre karşılaştırmalı analiz

Bu analiz, iki farklı proje yürütme yöntemini karşılaştırmaktadır: Proje 1 – Geleneksel Yöntem ve Proje 2 – YBM Yöntemi. Proje teslimatının tedarik ve ihale aşamasına odaklanarak her iki yaklaşımın etkinliğini, verimliliğini ve kalitesini değerlendirmektedir. Çalışma, belirli bir kalite kriterleri seti kullanarak her iki yöntemin güçlü ve zayıf yönlerini vurgulamayı amaçlamaktadır. Bu karşılaştırmadan elde edilen temel bulgular, her iki yaklaşımın performansına ilişkin içgörüler sunarak proje yönetimi ve yürütme stratejilerinde gelecekteki kararlar için yol gösterici olmaktadır.

➤ Geleneksel proje

2D belgelere dayanan geleneksel proje teslim yöntemi, çeşitli kalite sorunlarıyla karşı karşıya kalmıştır. Projenin tamamlanması 18 ay sürmüş ve tasarım değişiklikleri ve paydaşlar arasındaki iletişim sorunları nedeniyle sık sık gecikmeler yaşanmıştır. Bu sorunlar, inşaat sırasında birçok kez düzeltme yapılmasına neden olmuş ve hem süreyi hem de maliyetleri artırmıştır.

İhalelerin hazırlanması, mimari ve mühendislik tasarımlarının, metraj listelerinin (BoQ) ve ayrıntılı çizimlerin manuel olarak oluşturulması dahil olmak üzere yoğun emek gerektirmiştir. Bu süreç yaklaşık altı ay sürmüş ve toplam proje süresinin %33'ünü oluşturmuştur. Her tasarım değişikliğinin birden fazla dosyaya manuel olarak yansıtılması gerektiğinden, belgelerin güncellenmesi verimsizdi ve bu da sıklıkla tutarsızlıklara ve gecikmelere neden oluyordu. Merkezi bir sistemin olmaması, mimarlar, mühendisler ve müteahhitler arasındaki işbirliğini engelliyor, iletişim boşluklarına ve daha fazla gecikmeye yol açıyordu.

Teklif değerlendirme süreci verimsizdi. Kağıt formunda sunulan teklifler ve iki boyutlu çizimlerin farklı yorumlanması, uzun süren açıklığa kavuşturma döngülerine neden oluyordu. Geleneksel yaklaşım, proje sorunlarının %25'inin tasarım hatalarından kaynaklanmasına, %12'lik bütçe aşımına ve inşaat sırasında önemli ölçüde yeniden çalışmaya neden oluyordu.

➤ YBM projesi

YBM, koordinasyon, görselleştirme ve çakışma tespiti destekleyen dijital araçları entegre ederek proje kalitesini artırdı. YBM, inşaat öncesinde bina sistemlerinin sanal simülasyonunu ve testini mümkün kılarak uygun hizalamayı sağlar ve inşaat sonrası değişiklik ihtiyacını azaltır. Bu proaktif yaklaşım, tasarımla ilgili yeniden çalışma ihtiyacını %390 oranında azalttı, proje yürütme verimliliğini artırdı ve hataları en aza indirmiştir.

YBM'in otomatik çakışma tespiti, mimari, yapısal ve MEP bileşenleri arasındaki çakışmaların erken tespitini ve çözümünü sağlayan hayati bir özelliktir. Bu özellik, inşaat kesintilerini yaklaşık %45 oranında azalttı ve böylece inşa edilen ortamın genel bütünlüğünü artırdı. YBM ayrıca, birleşik bir 3D model içinde tüm taraflar arasında işbirliğini kolaylaştırarak paydaşların koordinasyonunu iyileştirdi. Bu uyum, yanlış yorumlama ve tasarım tutarsızlıkları riskini %50'nin üzerinde azalttı, böylece tasarım kalitesi iyileşti ve ihale belgelerinin doğruluğu arttı.

YBM'in 3D modellemesinin sağladığı görsel netlik, karmaşık tasarım bileşenlerini anlamak için çok önemliydi. Bu netlik, ihale sürecindeki belirsizliği azalttı ve ihaleye katılanların tasarım amacını daha doğru bir şekilde yorumlamasına ve daha güvenilir teklifler sunmasına olanak tanıdı. YBM tabanlı ihale prosedürleri, geleneksel yöntemlerde görülen %15-25'e kıyasla, tasarım hatalarından kaynaklanan proje sorunlarının %5'ten az olmasıyla daha iyi sonuçlar verdi. Bu, kalitede önemli bir artış ve inşaat sırasında yeniden çalışma oranında dikkate değer bir azalma olduğunu göstermektedir.

➤ Risklere göre karşılaştırmalı analiz

Bu karşılaştırmalı analiz, iki farklı proje teslim yöntemiyle ilişkili potansiyel riskleri incelemektedir: Proje 1 – Geleneksel Yöntem ve Proje 2 – YBM Yöntemi. Ana hedef, her bir yaklaşımın risk maruziyetini, özellikle de proje başarısı için çok önemli olan ihale aşamasında nasıl etkilediğini değerlendirmektir. Analiz, hem içsel hem de ortaya çıkan riskleri araştırarak, YBM'in benimsenmesinin tasarım tutarsızlıkları ve koordinasyon hataları gibi geleneksel riskleri nasıl azaltabileceğini değerlendirirken, dijital entegrasyonun getirdiği yeni riskleri de belirlemektedir. Çalışma, proje güvenilirliğini, şeffaflığını ve performansını artıran risk yönetimi stratejileri hakkında içgörüler sağlamak için iki yaklaşımı sistematik olarak karşılaştırmaktadır.

➤ Geleneksel proje

Geleneksel proje teslim yaklaşımı, esas olarak sınırlı paydaş iletişimi ve 2D belgelere bağımlılık nedeniyle daha yüksek bir risk profili taşıyordu. Bu sınırlamalar, sık sık yerinde ayarlamalara ve proje gecikmeleri olasılığının artmasına neden oluyordu. Önemli bir sorun, yanlış yorumlama olasılığıydı, çünkü müteahhitler genellikle 2D çizimlerden tasarım amacını yanlış anlıyordu ve bu da proje bileşenlerinin yaklaşık %18'inde inşaat hatalarına neden olmuştur.

Ayrıca, sorunlar genellikle inşaat aşamasının sonlarında tespit edildiğinden, proje faaliyetlerinin yaklaşık %22'sinde gecikmeler ve anlaşmazlıklar yaşandı. Dokümantasyonundaki tutarsızlıklar riskleri artırdı, çünkü bir çizim setindeki güncellemeler diğerlerine her zaman yansıtılmadığından, iletişim sorunları ve sözleşme anlaşmazlıkları ortaya çıktı. Proje, dokümantasyon hataları ve koordinasyon başarısızlıklarından kaynaklanan gecikmelerin ve yeniden çalışmaların %25'inden fazlasının yasal anlaşmazlıklara yol açmasıyla önemli risklere maruz kalmıştır.

➤ YBM Projesi

YBM'in benimsenmesi, tasarım çakışmalarının erken tespit edilmesini sağlayarak ve paydaşlar arasındaki iletişimi iyileştirerek proje risklerini önemli ölçüde azalttı. Şeffaflığın artmasıyla ihale süreci de daha net hale geldi ve ayrıntılı model verileri daha doğru ve bilinçli tekliflerin verilmesini destekledi. En büyük avantaj, tüm paydaşların tek tip bir 3D model kullanmasıyla iletişim hatası riskinin azalmasıydı. Bu sayede, geleneksel yöntemlere kıyasla koordinasyonla ilgili hatalar %70 azaldı. YBM ayrıca, inşaat sıralamasını, malzeme lojistiğini ve maliyet değişikliklerini simüle ederek proaktif risk yönetimini destekledi ve ekiplerin potansiyel sorunları projeyi etkilemeden önce öngörüp çözmelerini sağlamıştır.

Ayrıca, YBM tabanlı dokümantasyon kapsamla ilgili anlaşmazlıkları yaklaşık %60 oranında azalttığı için sözleşme anlaşmalarının netliği de arttı. Proje, tasarımla ilgili hataların toplam proje sorunlarının %5'inden azını oluşturmasıyla önemli ölçüde daha az kesinti yaşadı ve YBM'in inşaat ve finansal riskleri azaltmadaki etkinliğini kanıtlamıştır.

➤ YBM'in ihale sürecine etkisi

YBM'in ihale sürecine entegrasyonu, doğruluk, şeffaflık ve risk yönetiminde önemli iyileşmeler sağladı. Veriye dayalı teklif verme yönündeki geçişin önemli bir etkisi var. YBM, kesin metraj hesaplamaları ve ayrıntılı görselleştirmeler sağlayarak müteahhitlerin daha bilinçli teklifler sunmasına yardımcı oluyor. Tasarım amacı ve kapsamı baştan itibaren açıkça iletildiğinden, bu ayrıntılı yaklaşım değişiklik siparişlerinde %40 azalma ve ihale sonrası anlaşmazlıklarda %30 azalma sağladı. YBM, ihale aşamasında paydaşlar arasındaki iletişimi de geliştirmiştir. Merkezi model, tüm taraflar arasında beklentilerin uyumlaştırılmasını teşvik eder ve ihale prosedürlerini basitleştirir. Artan şeffaflık, daha hızlı karar vermeyi ve daha iyi koordinasyonu kolaylaştırarak, ihaleyle ilgili gecikmelerin tahmini %25 oranında azalmasına katkıda bulunmuştur.

Esas olarak 2D çizimlere dayanan geleneksel yöntem, zaman ve maliyetlerde daha büyük artışlara neden olmuştur. Tasarım çakışmalarının erken tespit edilememesi, inşaat sırasında reaktif ayarlamalara yol açmış, proje bileşenlerinin %20'sinden fazlasında bütçe aşımalarına ve faaliyetlerin yaklaşık %22'sinde program gecikmelerine neden olmuştur. Geleneksel yaklaşım, yanlış yorumlama ve parçalı dokümantasyon risklerini artırarak, proje sonuçlarının daha az öngörülebilir olmasına ve anlaşmazlık olasılığının artmasına neden olmuştur. YBM, ihale sürecinde, özellikle kalite, verimlilik ve risk yönetimi açısından önemli iyileştirmeler sağlamıştır. Geleneksel ve YBM tabanlı ihale projelerinin özet karşılaştırması Çizelge 4.28'de sunulmaktadır.

Çizelge 4.28. Geleneksel ve YBM tabanlı ihale projelerinin özet karşılaştırması

Kriter	Geleneksel Proje	YBM Projesi
Proje Süresi	18	15 ay (%16,7 daha hızlı)
Tasarım Hataları	Proje sorunlarının %23,5'i yeniden kodlandı	Proje sorunlarının %5'inden azı
Tasarım Yeniden Çalışması	İnşaat sırasında yüksek sıklıkta değişiklikler	Erken sorun tespiti sayesinde %39 azalma
İhale Hazırlık Süresi	6 ay	3 ay (%50 daha hızlı)
İhale belgelerinin doğruluğu	Tutarsızlıklar ve manuel hatalara yatkın	Otomatikleştirilmiş metrajlar ve programlarla yüksek doğruluk
Teklif Değerlendirme Verimliliği	Yanlış yorumlama ve manuel açıklamalar nedeniyle yavaş	3D görselleştirme ve net tasarım amacı ile daha hızlı
İnşaat Kesintileri	Tasarım çakışmalarının geç fark edilmesi nedeniyle sık sık yaşıyor	Çakışma tespiti ile %45 oranında azaldı
Bütçe Aşımı	Yeniden çalışma ve gecikmeler nedeniyle orijinal bütçenin %12 üzerinde	Orijinal bütçenin %3'ü içinde kalmıştır
Toplam Proje Maliyeti	10 milyon	9 milyon dolar (maliyet tasarrufu %10)
Paydaş Koordinasyonu	Manuel, parçalı iletişim	Paylaşılan 3D model aracılığıyla gerçek zamanlı işbirliği
Genel Kalite Sonucu	Parçalı süreçler ve geç sorun tespiti nedeniyle düşük kalite	Entegre iş akışları ve erken sorun çözümü nedeniyle daha yüksek kalite
Güncelleme Yönetimi	Birden fazla belgeye manuel güncellemeler	Tüm belgelerde anında güncellemeler

Geleneksel 2D kağıt tabanlı ihale ile YBM tabanlı ihale arasındaki karşılaştırma, zaman verimliliği, kalite, maliyet kontrolü ve risk azaltma açısından YBM'in açık avantajlarını göstermektedir. YBM, daha yüksek başlangıç maliyetleri ve teknoloji yatırımı gerektirse de, tasarım ve inşaat sürecini kolaylaştırma, yeniden çalışma ihtiyacını önleme ve riski azaltma yeteneği, onu modern inşaat projeleri için daha iyi bir yöntem

haline getirmektedir. YBM tabanlı ihaleyi benimseyerek, inşaat sektörü proje yürütme sırasında iyileştirilmiş işbirliği, daha iyi karar verme ve daha az belirsizlik gibi avantajlardan yararlanabilmektedir.



5. TARTIŞMA

Bu bölüm, Bölüm 4.4'teki bulguları gözden geçirir. Bu bulguların Gana'daki ihale sürecinde YBM'in benimsenmesi için olan etkilerine odaklanır. Ayrıca, çalışmanın hem pratik hem de teorik katkılarını tartışır, belirlenen zorlukları ve fırsatları vurgular ve inşaat sektöründeki paydaşlar için öneriler sunar. Bölüm, çalışmanın sınırlılıkları ve gelecekteki araştırmalar için öneriler üzerine bir değerlendirme ile sona ermektedir.

5.1. Zamana göre karşılaştırmalı analiz

Bu bölüm, ihale aşamasına odaklanarak geleneksel 2D yöntemler ile YBM tabanlı yaklaşımlar arasında proje teslim zaman çizelgelerinin karşılaştırmalı analizini sunar. Amaç, YBM entegrasyonunun zaman verimliliğini nasıl etkilediğini, program gecikmelerini nasıl azalttığını ve geleneksel proje yönetimi uygulamalarına kıyasla ihale sürecini nasıl kolaylaştırdığını değerlendirmektir.

Geleneksel proje teslim yöntemi, proje sırasında birkaç gecikme yaşanarak yaklaşık 18 ayda tamamlanmıştır. Bu gecikmeler, esas olarak geç aşamadaki tasarım değişiklikleri ve paydaşlar arasındaki iletişim sorunlarından kaynaklanmıştır. 2D belgelere dayanmak, projenin doğru bir şekilde görselleştirilmesini sınırlamış ve sıklıkla yanlış yorumlamalara ve tasarım hatalarına yol açmıştır. Bu sorunlar, inşaat sırasında sık sık revizyon yapılmasını gerektirmiş, bu da yeniden çalışma, daha uzun zaman çizelgeleri ve daha fazla iş gücü gerektirmiştir. Genel olarak, bu aksaklıklar hem zaman hem de maliyet verimliliğini büyük ölçüde azaltmıştır.

Geleneksel yöntemler kullanılarak yapılan ihale hazırlığı özellikle zaman alıcıydı. Mimari ve mühendislik çizimlerinin, metraj listelerinin (BoQ) ve programların manuel olarak oluşturulması, inşaat öncesi aşamayı uzattı. Her tasarım değişikliği, birden fazla belgede manuel olarak revize edilmeliydi, bu da tutarsızlık ve gecikme riskini artırıyordu. Güncellemeler için merkezi bir sistemin olmaması bu sorunları daha da kötüleştirdi ve süreci emek yoğun ve hataya açık hale getirdi. Ayrıca, entegre görsel araçların olmaması, proje paydaşları arasında etkili işbirliğini sınırladı ve iletişim boşluklarına ve daha yavaş karar almaya neden oldu. Kağıt sunumlara dayanan teklif değerlendirme süreci de tasarım belgelerinin farklı yorumlanmasından dolayı verimsizdi. Genel olarak, ihale hazırlık ve değerlendirme aşaması yaklaşık altı ay sürdü ve toplam proje süresinin %33'ünü oluşturmuştur.

Buna karşılık, YBM tabanlı proje zaman verimliliğinde önemli bir iyileşme göstererek 15 ayda tamamlandı ve bu süre geleneksel yöntemle göre %16,7 daha kısaydı. YBM'in işbirliğine dayalı dijital ortamı, mimarlar, mühendisler ve müteahhitler arasında gerçek zamanlı koordinasyonu mümkün kıldı ve iletişim hatalarından kaynaklanan gecikmeleri büyük ölçüde azalttı. Projeyi üç boyutlu olarak görselleştirme yeteneği, tasarım sorunlarının erken aşamada tespit edilip çözülmesine yardımcı olarak inşaat sırasında yeniden çalışma ihtiyacını en aza indirmiştir.

YBM'in kullanımı ihale sürecini de hızlandırdı. YBM modelinden çizimlerin, programların ve malzeme listelerinin otomatik olarak oluşturulması, belge hazırlama için

gereken süreyi azalttı ve tüm çıktılarda tutarlılık sağladı. Tasarım değişiklikleri, ilgili tüm belgelere anında yansıtıldı ve paydaşlarla gerçek zamanlı olarak paylaşıldı, böylece güncelleme süreleri %50'nin üzerinde azaldı. İhale değerlendirme süreci, tasarım amacını netleştiren ve kapsamlı açıklamalara olan ihtiyacı azaltan doğru 3B modeller ve sanal gezintiler kullanılarak geliştirildi. Sonuç olarak, ihale aşaması geleneksel yaklaşıma göre %50 daha hızlı, sadece üç ayda tamamlanmıştır.

Bu bulgular, küresel araştırmalarla da uyumludur. Das vd. (2025), YBM'in benimsenmesinin proje sürelerini ortalama %20 kısalttığını, aynı zamanda tasarım hatalarını %30 ve RFI'ları %25 azalttığını bildirmiştir. Benzer şekilde, Igba vd. (2024), YBM'in gerçek zamanlı işbirliği ve 4D planlama yeteneklerinin iş akışlarını önemli ölçüde kolaylaştırdığını ve gecikmeleri azalttığını vurgulamıştır. Ayrıca, Beeston (2021), YBM'in ihale aşamasında entegrasyonunun koordinasyonu iyileştirdiğini, yeniden çalışmayı azalttığını ve tedarik süreçlerini hızlandırdığını, bunun da daha öngörülebilir ve verimli proje teslimatı ile sonuçlandığını doğrulamaktadır.

5.2. Maliyet bazında karşılaştırmalı analiz

Bu maliyet temelli karşılaştırmalı analiz, özellikle ihale aşamasında, geleneksel proje teslim yöntemlerine kıyasla YBM'in benimsenmesinin finansal etkisini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. YBM'in daha iyi planlama, koordinasyon ve tahmin yoluyla maliyet tasarrufu potansiyelini vurgularken, YBM uygulamasının gerektirdiği daha yüksek ilk yatırımı da kabul etmektedir.

Geleneksel yöntemde, maliyet tahmini genellikle manuel ve parçalıdır ve geçmiş verilere, birim fiyatlara ve 2D çizimlere dayanır. Bu yöntem, özellikle tasarım değişiklikleri sürecin geç aşamalarında gerçekleştiğinde hatalara ve tutarsızlıklara açıktır. Çalışmalar, geleneksel maliyet tahmin tekniklerinin, esas olarak insan hatası ve entegrasyon eksikliği nedeniyle, başlangıç tahminlerinin %25'inden %50'sine kadar bütçe aşımına yol açabileceğini göstermiştir (Das vd. 2025). Analiz edilen durumda, proje, esas olarak yeniden çalışma, değişiklik siparişleri ve yanlış metraj hesaplamaları nedeniyle %12'lik bir bütçe aşımı yaşamıştır.

Buna karşılık, YBM tabanlı proje önemli maliyet tasarrufları sağlamıştır. YBM yazılımı ve eğitimine yapılan ilk yatırım geleneksel yöntemlere göre yaklaşık %7 daha fazla olsa da, bu maliyetler uzun vadeli faydalarla dengelenmiştir. YBM, erken çıkışma tespiti yapılmasına olanak tanıyarak yeniden işleme ve değişiklik siparişlerini %40 oranında azaltmış, malzeme israfını ve program gecikmelerini azaltmıştır. Proje, toplam bütçenin %10'u olan 1 milyon dolar tasarruf sağlamış ve orijinal bütçesinin %3'ü içinde kalmıştır.

Bu bulguları destekleyen önemli bilimsel çalışmalar tartışılmıştır. Das vd. (2025), YBM'in benimsenmesinin proje maliyetlerini ortalama %15 oranında düşürdüğünü, aynı zamanda tasarım hatalarını %30 ve RFI'ları %25 oranında azalttığını bildirmiştir. Benzer şekilde, Deore ve Joshi (2024), YBM'in maliyet tahminlerinin doğruluğunu ve koordinasyonu artırdığını, bu da işletme maliyetlerinin azalmasına ve finansal öngörülebilirliğin artmasına yol açtığını bulmuştur. Chalmers Üniversitesi'nin "Total YBM" üzerine yaptığı çalışma, YBM tabanlı maliyet tahmininin tahmin süresini %90'a kadar azaltabileceğini ve YBM kullanan büyük projelerin toplam maliyetlerin %8-12'sini

tasarruf edebileceğini göstermiştir (Passe vd. 2022).

YBM'in 3D modelden doğrudan kesin Metraj Listeleri (BoQ) oluşturma kapasitesi, tutarlılığı sağlar ve bütçe aşım riskini en aza indirir. Maliyet verilerinin modele entegrasyonu (5D YBM), dinamik maliyet takibi ve tahminini mümkün kılar, bu da proje yaşam döngüsü boyunca daha güvenilir finansal planlama ve karar vermeyi destekler.

YBM, daha yüksek bir başlangıç yatırımı gerektirse de, uzun vadeli finansal faydaları önemlidir. Doğru tahminlerin entegrasyonu, yeniden işleme ihtiyacının azalması ve optimizasyonlu tedarik süreçleri, YBM'in maliyet kontrolünü iyileştirme ve daha iyi finansal sonuçlar elde etme konusundaki değerini göstermektedir. Bu bulgular, YBM'in modern inşaat proje yönetiminde dönüştürücü bir araç olarak rolünü vurgulayan araştırma ve vaka çalışmalarıyla güçlü bir şekilde desteklenmektedir.

5.3. Kaliteye Göre Karşılaştırmalı Analiz

Bu analiz, iki farklı proje yürütme yöntemini karşılaştırır: Proje 1: Geleneksel Yöntem ve Proje 2: YBM Tabanlı Yöntem, özellikle tedarik ve ihale aşamasında bunların etkinliğini, verimliliğini ve kalitesini değerlendirmeye odaklanır. Amaç, belirli kalite göstergelerine dayalı olarak her bir yöntemin tasarım doğruluğu, koordinasyon, paydaş iletişimi ve yeniden çalışma açısından nasıl performans gösterdiğini değerlendirmektir. Elde edilen bilgiler, proje teslim stratejilerinde gelecekteki kararları yönlendirmeyi amaçlamaktadır.

2D belgelere büyük ölçüde bağlı olan geleneksel proje teslim yöntemi, kaliteyle ilgili birkaç sorunla karşılaştı. Projenin tamamlanması 18 ay sürdü ve geç aşamadaki tasarım değişiklikleri ve paydaşlar arasındaki iletişim sorunları nedeniyle sık sık gecikmeler yaşandı. Bu sorunlar, inşaat sırasında birçok değişiklik yapılmasına neden olarak hem süreyi hem de maliyeti artırmıştır.

İhale hazırlığı, mimari ve mühendislik çizimlerinin, metraj listelerinin (BoQ) ve ayrıntılı belgelerin manuel olarak hazırlanmasını gerektiren yoğun emek gerektiren bir süreçti. Bu süreç yaklaşık altı ay sürdü, yani toplam proje süresinin %33'ünü oluşturdu. Her tasarım revizyonu, birden fazla belgede manuel olarak güncellenmek zorundaydı ve bu da genellikle tutarsızlıklara ve gecikmelere yol açıyordu. Merkezi bir sistemin olmaması, mimarlar, mühendisler ve müteahhitler arasındaki işbirliğini engelliyor, iletişim boşluklarına ve ek verimsizliklere neden olmuştur.

Teklif değerlendirme süreci de verimsizdi. Kağıt tabanlı başvurular ve 2D çizimlerin tutarsız yorumları, daha uzun açıklama döngülerine yol açtı. Sonuç olarak, proje zorluklarının %25'i tasarım hatalarından kaynaklandı ve bu da %12'lik bir bütçe aşımına ve inşaat sırasında önemli ölçüde yeniden çalışmaya neden oldu. Bu bulgular, geleneksel yöntemlerin genellikle parçalı iş akışlarına, zayıf koordinasyona ve daha yüksek hata oranlarına sahip olduğunu gösteren küresel araştırmalarla uyumludur (Das vd. 2025).

Buna karşılık, YBM tabanlı proje, koordinasyon, görselleştirme ve çalışma tespiti için yardımcı olan dijital araçların kullanımıyla kalitede önemli iyileşmeler gösterdi. İnşaat öncesinde YBM ile mümkün olan sanal simülasyon ve bina sistemlerinin test

edilmesi, uygun uyumu sağlar ve inşaat sonrası değişiklik ihtiyacını azaltır. Bu proaktif yaklaşım, tasarımla ilgili yeniden çalışma ihtiyacını %35-40 oranında azalttı ve proje yürütme verimliliğini büyük ölçüde artırmıştır (Bhatarai vd. 2025).

YBM'in en etkili özelliklerinden biri, mimari, yapısal ve MEP bileşenleri arasındaki çakışmaları erken aşamada tespit edip çözmeyi sağlayan otomatik çakışma tespiti özelliğidir. Bu özellik, inşaat kesintilerini yaklaşık %45 oranında azaltarak, inşa edilen ortamın genel bütünlüğünü artırmıştır. YBM, tüm tarafların tek bir 3D model içinde işbirliği yapmasına olanak tanıyarak paydaşlar arasındaki koordinasyonu da iyileştirdi. Bu uyum, yanlış yorumlama ve tasarım tutarsızlıkları riskini %50'nin üzerinde azalttı, bu da daha yüksek tasarım kalitesi ve daha kesin ihale belgeleri ile sonuçlanmıştır (Das vd. 2025).

YBM'in 3D modellemesinin sağladığı görsel netlik, karmaşık tasarım öğelerini anlamak için çok önemliydi. Bu netlik, ihale sürecindeki belirsizliği azalttı ve ihaleye katılanların tasarım amacını daha kesin bir şekilde yorumlamasına ve daha güvenilir teklifler sunmasına olanak tanıdı. Sonuç olarak, proje sorunlarının %5'inden azı tasarım hatalarından kaynaklanırken, geleneksel yöntemlerde bu oran %15-25 idi, bu da kalitede belirgin bir iyileşme ve yeniden çalışma oranında önemli bir azalma olduğunu göstermektedir (Bhatarai vd. 2025).

Karşılaştırmalı analiz, YBM'in tasarım doğruluğunu artırarak, yeniden çalışma ihtiyacını azaltarak ve paydaşlar arasında daha iyi koordinasyonu teşvik ederek proje kalitesini önemli ölçüde iyileştirdiğini açıkça göstermektedir. Bu bulgular, YBM'in tasarım hatalarını %30'a kadar azaltabileceğini, işbirliğini artırabileceğini ve ihale süreçlerini kolaylaştırabileceğini gösteren ampirik çalışmalarla desteklenmektedir (Das vd. 2025). YBM'in proje teslimine dahil edilmesi, inşaat sırasında sonuçları iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda daha güvenilir ve verimli İhale ve ihale aşamaları sağlamaktadır.

5.4.Risklere göre karşılaştırmalı analiz

Bu karşılaştırmalı analiz, iki farklı proje teslim yöntemiyle ilişkili risklere odaklanmaktadır: Proje 1, Geleneksel Yöntem ve Proje 2, YBM Tabanlı Yöntem, özellikle ihale aşamasına odaklanarak. Amaç, her bir yaklaşımın risklerin belirlenmesi, yönetimi ve azaltılmasına nasıl etki ettiğini değerlendirmek ve YBM'in benimsenmesinin tasarım tutarsızlıkları, koordinasyon hataları ve iletişim sorunları gibi geleneksel riskleri nasıl azaltabileceğini incelemek ve aynı zamanda dijital entegrasyonla ortaya çıkan yeni riskleri tanımlamaktır.

Geleneksel proje teslim yöntemi, esas olarak sınırlı paydaş iletişimi ve 2D belgelere bağımlılık nedeniyle daha yüksek bir risk profili sergilemiştir. Bu sınırlamalar, sahada sık sık değişikliklere neden olmuş ve proje gecikmeleri olasılığını artırmıştır. Önemli bir sorun, tasarım amacının yanlış yorumlanmasıydı ve bu da proje bileşenlerinin yaklaşık %18'inde inşaat hatalarına yol açtı. Ayrıca, proje faaliyetlerinin %22'si, inşaat sırasında tasarım sorunlarının geç fark edilmesi nedeniyle gecikmeler ve anlaşmazlıklarla karşı karşıya kalmıştır.

Güncellemeleri yönetmek için merkezi bir sistemin olmaması riskleri daha da artırdı. Tasarım değişiklikleri tüm belgelerde tutarlı bir şekilde gösterilmedi, bu da

iletişim sorunlarına ve sözleşme anlaşmazlıklarına neden oldu. Genel olarak, proje gecikmelerinin ve yeniden çalışmaların %25'inden fazlası, bazıları yasal anlaşmazlıklara yol açan dokümantasyon hataları ve koordinasyon sorunlarından kaynaklanmıştır.

Bu bulgular, küresel araştırmalarla da uyumludur. Numan vd. (2024), geleneksel yöntemlerin genellikle parçalı iş akışlarına ve reaktif risk yönetimine sahip olduğunu ve bunun da sıklıkla maliyet artışlarına, program aşımına ve hukuki anlaşmazlıklara yol açtığını gösteren sistematik bir inceleme ve vaka çalışmaları gerçekleştirmiştir.

Buna karşılık, YBM tabanlı proje, tasarım çakışmalarını erken aşamada tespit ederek ve paydaşlar arasındaki iletişimi iyileştirerek risk maruziyetini büyük ölçüde azaltmıştır. Birleştirilmiş bir 3D modelin kullanılması, tüm tarafların aynı doğru kaynak üzerinden çalışmasına olanak tanıyarak koordinasyonla ilgili hataların %70 oranında azalmasını sağlamıştır. YBM, inşaat sıralaması, malzeme lojistiği ve maliyet değişikliklerinin simülasyonlarını mümkün kılarak proaktif risk yönetimini desteklemiş ve ekiplerin potansiyel sorunları projeyi etkilemeden önce öngörüp çözmelerine yardımcı olmuştur.

YBM tabanlı dokümantasyon, kapsamla ilgili anlaşmazlıkların olasılığını yaklaşık %60 oranında azaltarak sözleşme netliğini de artırdı. Proje, tasarım hatalarından kaynaklanan toplam sorunların %5'inden azı ile önemli ölçüde daha az kesinti yaşadı. Bu sonuçlar, YBM'in inşaat ve finansal riskleri azaltmadaki etkinliğini göstermektedir.

Salzano vd. (2024), YBM'in tasarım ve uygulama aşamalarına entegrasyonunun dinamik risk değerlendirmesini ve azaltmayı kolaylaştırarak güvenliği artırdığını ve proje kesintilerini azalttığını doğrulamıştır. Benzer şekilde, Tantawy vd. (2025), YBM'in proaktif anlaşmazlık önlemedeki rolünü vurgulayarak, YBM'in geleneksel projelerde çatışmanın başlıca kaynakları olan iletişim hatalarını ve sözleşme belirsizliklerini azalttığını göstermiştir.

Karşılaştırılmalı analiz, YBM'in inşaat projelerinde risk yönetimini büyük ölçüde iyileştirdiğini göstermektedir. Sorunların erken tespitini sağlayarak, iletişimi geliştirerek ve proaktif planlamayı destekleyerek, YBM geleneksel proje teslimatını sıklıkla etkileyen risklerin sıklığını ve etkisini azaltır. Bu sonuçlar, ampirik kanıtlar ve bilimsel çalışmalarla desteklenerek, YBM'in proje güvenilirliğini, şeffaflığını ve performansını artırmak için güçlü bir araç olarak rolünü güçlendirmektedir.

5.5. YBM'in İhale Sürecine Etkisi

İhale, müteahhitlerin tasarım belgelerine dayalı olarak tekliflerini sundukları inşaat projesi teslimatında hayati bir aşamadır. Geleneksel olarak 2D çizimlere ve dağınık belgelere dayanan bu süreç, yanlış yorumlamalara, maliyet aşımına ve anlaşmazlıklara yol açmaktadır. YBM, işbirliğine dayalı ve bilgilendirilmiş karar vermeyi mümkün kılan merkezi, veri açısından zengin bir model sunarak temel bir değişiklik getirmektedir.

5.5.1. Doğruluk ve teklif kalitesinde iyileşme

YBM'in ihale sürecine entegrasyonu, tekliflerin doğruluğunu ve kalitesini büyük ölçüde artırmıştır. YBM, hassas metraj hesaplamaları, otomatik maliyet tahminleri ve

tasarım amacının net bir şekilde görselleştirilmesini sağlar ve bunlar birlikte daha güvenilir ve bilinçli tekliflere yol açmaktadır. Miao (2023), YBM'in süreçleri standartlaştırarak ve paydaşlar arasındaki çıkar çatışmalarını azaltarak teklif verimliliğini artırdığını göstermiştir. Anhui Kentsel ve Kırsal Planlama Sergi Projesi'nin bir vaka çalışmasında, YBM daha rafine ve doğru teklif sonuçları elde edilmesine yardımcı olmuştur. Ayrıca, Majzoub ve Eweda (2021), ihale sürecinde YBM'in kullanılmasıyla Kaliteye Dayalı Seçim (QBS) yönteminde sözleşme kazanma şansının %9,42'ye, Maliyet Temelli Seçim (CBS) yönteminde ise %5,5'e kadar arttığını gösteren olasılık temelli bir model geliştirmiştir. Bu iyileştirmeler, değerlendirme kriterleriyle daha iyi uyum ve proje değerinin daha net bir şekilde iletilmesinden kaynaklanmaktadır.

5.5.2. Gelişmiş şeffaflık ve değerlendirme

YBM, tüm paydaşların erişebileceği merkezi, veri açısından zengin bir model sunarak ihale sürecinde şeffaflığı artırır. Bu paylaşılan dijital platform, proje gereksinimlerinin tutarlı bir şekilde anlaşılmasını sağlar ve daha adil değerlendirme prosedürlerinin oluşturulmasına yardımcı olur. Matos vd. (2024A), yüklenici seçiminin adaletini ve netliğini artıran MACBETH yöntemi ile desteklenen YBM entegreli Çok Kriterli Karar Analizi (MCDA) çerçevesini tanıtmıştır. Ampirik sonuçları, YBM ile geliştirilmiş değerlendirme çerçevelerinin, özellikle paydaşların uyumunun ve karar verme verimliliğinin artması nedeniyle, geleneksel ihale yöntemlerine kıyasla daha iyi proje sonuçları sağladığını göstermektedir.

5.5.3. Risk yönetimi ve uyuşmazlıkların azaltılması

YBM, ihale ve erken tasarım aşamalarında risklerin belirlenmesi, analizi ve azaltılmasında önemli bir rol oynar. Numan (2024), YBM'in gerçek zamanlı risk izleme, senaryo tabanlı planlama ve tasarım çakışmalarının erken tespiti konusundaki yeteneklerini vurgulayan sistematik bir inceleme gerçekleştirmiştir. Bu özellikler, maliyet aşırımları ve program gecikmeleri olasılığını önemli ölçüde azaltır. Parsamehr vd. (2023), YBM'in görsel yönetimi, işbirliğini ve bilgi akışını iyileştirerek değişiklik emirleri, tasarım hataları ve gecikmeler gibi yaygın uyuşmazlık nedenlerini azalttığını gösteren kavramsal bir çerçeve oluşturmuştur. Ayrıca, Wang (2022), YBM'in, özellikle daha iyi tasarım koordinasyonu ve ayrıntılı dokümantasyon yoluyla, proje yaşam döngüsünün erken aşamalarında temel nedenleri ele alarak uyuşmazlıkların önlenmesine yardımcı olduğunu doğrulamıştır.

2D çizimlere ve parçalı belgelere büyük ölçüde dayanan geleneksel ihale yöntemleri, yanlış yorumlama ve reaktif çatışma çözümü risklerinin artmasıyla bağlantılıdır. Araştırmalar, bu yöntemlerin tasarım sorunlarının geç tespit edilmesi nedeniyle proje parçalarının %20'sinden fazlasında bütçe aşırımlarına ve faaliyetlerin yaklaşık %22'sinde program gecikmelerine yol açtığını göstermektedir. Buna karşılık, YBM tabanlı yaklaşımlar, değişiklik siparişlerinde %40 azalma ve ihale sonrası anlaşmazlıklarda %30 azalma sağlamıştır. Bu kazanımlar, başlangıçtan itibaren tasarım amacının ve kapsamının net bir şekilde iletilmesinden kaynaklanmaktadır, bu da İhale süreci boyunca öngörülebilirliği artırmakta ve belirsizliği azaltmaktadır.

Akademik literatür, YBM'in teklif doğruluğunu artırarak, şeffaflığı teşvik ederek, risk yönetimini geliştirerek ve anlaşmazlıkları azaltarak ihale sürecini dönüştürdüğüne

dair ikna edici kanıtlar sunmaktadır. Yasal çerçeveler, birlikte çalışabilirlik ve eğitim gereksinimleri gibi zorluklar devam etse de, YBM entegrasyonunun faydaları önemli ve iyi belgelenmiştir. İnşaat sektörü dijital dönüşümü benimsemeye devam ederken, YBM verimli ve adil ihale uygulamalarının temel taşı olmaya hazırlanmaktadır.

5.6. Gana'da YBM'i Uygulamak için Yol Haritasının Geliştirilmesi: İhale Sürecine Odaklanma

YBM, herhangi bir projenin yaşam döngüsü boyunca yapılandırılmış, birlikte çalışabilir bilgilerin oluşturulması, yönetilmesi ve paylaşılması için sistematik bir yaklaşım ve veri standardıdır. Gana'da YBM'in ihale sürecine entegre edilmesi: (i) şeffaflığı ve denetlenebilirliği artırabilir; (ii) standartlaştırılmış dijital başvurular yoluyla işlem maliyetlerini azaltabilir; (iii) sözleşmelerin verilmesi öncesinde model tabanlı metraj hesaplamasını ve çakışma tespitini destekleyebilir; ve (iv) daha kapsamlı teknik değerlendirme kriterleri (LOD, koordinasyon, 4D/5D hazırlığı) ile paranın karşılığını değerlendirme sürecini iyileştirebilir. YBM, kamu ihalelerinde iyi yönetim ve yolsuzlukla mücadele çabalarını teşvik ederken, özel sektörde ihaleyle ilgili riskleri azaltır ve ihale sürelerini kısaltır. Aşağıdaki yol haritası, kurumsal düzeyde uygulanabilir adımlarla birlikte kapsamlı bir ulusal ve sektör çapında yol haritasını özetlemektedir.

Bu çalışma, özellikle ihale sürecine odaklanarak Gana'da YBM'in uygulanması için kapsamlı bir çerçeve geliştirmeyi amaçlamaktadır. Karar verme sürecini iyileştirmek, maliyetleri azaltmak ve proje sonuçlarını iyileştirmek için YBM'i İhale iş akışlarına entegre etmek için gerekli olan temel zorlukları, fırsatları ve stratejik adımları belirlemeyi amaçlamaktadır. Yol haritası, ihale aşamasında şeffaflığı artırmayı, hataları en aza indirmeyi ve paydaşlar arasında işbirliğini teşvik etmeyi amaçlayarak Gana'nın inşaat sektörünün modernizasyonunu ve rekabet gücünü desteklemektedir. Bu girişim, politikayı uygulamayla ilişkilendirerek, devlet kurumları, müteahhitler, danışmanlar ve eğitim kurumları gibi paydaşlara Gana'nın özel düzenleyici, ekonomik ve teknolojik bağlamına uygun olarak YBM'i benimsemeleri için yapılandırılmış bir yaklaşım sağladığı için önemlidir.

Bu yol haritasını geliştirmek için, geleneksel ihale sürecinin zorlukları, elektronik ihale, PPP zorlukları ve YBM uygulama sorunları incelenerek kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Bu zorluklar daha sonra anketler ve uzmanlarla yapılan görüşmelerle doğrulanarak yol haritasının geliştirilmesinin temelini oluşturmuştur. Ayrıca, kamu alımları için YBM uygulama yol haritaları oluşturmuş on ülkenin kullandığı stratejiler, başarı faktörlerini, zorlukları ve çıkarılan dersleri belirlemek için analiz edilmiştir. Ayrıca, bölüm 2.1'de daha önce tartışılan teorilere dayanarak, Gana'daki ihale sürecinde YBM uygulaması için bir yol haritası önerilmektedir. Bu çerçeve, YBM'in benimsenmesini anlamak ve teşvik etmek için kapsamlı bir yaklaşım sağlamak üzere TAM, DOI, Paydaş Teorisi ve Değişim Yönetimi Teorisini bir araya getirmektedir.

Yol haritasını geliştirme metodolojisi, küresel referans noktalarından en iyi uygulamaları kullanarak gelişmiş yöntemler, teknikler ve karşılaştırmalı analizleri içerecek şekilde tasarlanmıştır. Süreç, her biri nihai stratejiye katkıda bulunan belirli çıktılar üretmeyi amaçlayan açık aşamalara bölünmüştür. Bu metodoloji katılımcı, veriye dayalı ve karşılaştırmalı olup, stratejinin Gana'nın benzersiz bağlamına uymasını ve aynı zamanda uluslararası standartlarla uyumlu olmasını sağlamaktadır.

5.6.1. Yol haritasının temel aşamaları

YBM'in Gana'nın inşaat sektöründe başarılı bir şekilde uygulanması, yerel bağlamdaki benzersiz zorlukları ve fırsatları ele alan iyi yapılandırılmış bir yol haritası gerektirir. Bu yol haritası, YBM'i ihale sürecine ve inşaat projelerinin diğer aşamalarına entegre etmek için bir plan çizen stratejik bir plan görevi görür. Altı aşamalı bir uygulama stratejisi önerir. Yol haritasının ana aşamaları veya bileşenleri şunlardır: Aşama 1 - Politika ve Yasal Olanaklar, Aşama 2 - Kurumsal Kapasite ve Yönetişim, Aşama 3 - Dijital Altyapı ve İşbirliği, Aşama 4 - Pilot Projeler ve Öğrenme Döngüsü, Aşama 5 - Ölçeklendirme ve Yetki Genişletme ve Aşama 6 - İzleme ve Değerlendirme Mekanizmaları. YBM tabanlı ihale süreçlerinin aşamaları ve temel unsurları aşağıda Çizelge 5.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. YBM tabanlı ihale sürecinin temel bileşenlerinin özeti

Aşama/Bileşen	Açıklama	Süre
Aşama 1 - Politika ve Yasal Olanaklar	Ulusal yönelim, minimum YBM ihale gereklilikleri ve veri standartları belirlenir.	0–12 ay
Aşama 2 - Kurumsal Kapasite ve Yönetişim	İhale kurumları ve piyasa aktörleri arasında kapasite oluşturmak.	6–18 ay; 1. Aşama ile çakışır
Aşama 3 - Dijital Altyapı ve İşbirliği	Güvenli, denetlenebilir model değişimi için platformlar ve kurallar sağlayın.	9–24 ay
Aşama 4 - Pilot Projeler ve Öğrenme Döngüsü	Gerçek projelerde uçtan uca YBM ihalesini test etmek ve iyileştirmek.	12–30 ay
Aşama 5 - Ölçeklendirme ve Zorunluluk Genişletme	YBM'i tüm kategorilerde normalleştirin ve minimum gereksinimleri artırın.	24–60 ay
Aşama 6 - İzleme ve Değerlendirme	Ayarlamalar için bilgi sağlamak üzere ilerleme ve etkinin sürekli değerlendirilmesi.	Sürekli

▪ Aşama 1 - Politika ve Yasal Olanaklar

Gana'da YBM uygulamasının başlatılması için sağlam bir politika ve yasal çerçeve gereklidir. Kamu ve özel sektördeki paydaşlar arasında tutarlılık, meşruiyet ve uyum sağlamak için ulusal bir yön belirlenmesi esastır. Bu aşama, ihale için minimum YBM gerekliliklerinin belirlenmesi, veri standartlarının tanımlanması ve dijital İhale uygulamalarının ilerlemesi için gerekli yasal koşulların oluşturulmasına odaklanmaktadır.

Ulusal YBM Politikası ve Yetkisi'nin yayınlanması, bu aşamadaki önemli bir adımdır. Politika, kapsamı ve değeri açıkça tanımlanmış kamu altyapı projeleriyle başlayarak, "büyük patlama" yaklaşımı yerine aşamalı bir uygulamayı teşvik etmelidir. Bu, daha geniş bir uygulama öncesinde kontrollü deneme, öğrenme ve iyileştirme süreçlerini kolaylaştırır. Yetki, yüksek düzeyde siyasi taahhüdü göstermek için kabine notu veya bakanlık direktifi ile birlikte Çalışma ve İskan Bakanlığı'nın onayı gerektirir.

Kamu İhale Kurumu (PPA), dijital model sunumlarına izin vermek için mevcut ihale yönetmeliklerini eşzamanlı olarak güncellemelidir. Bu, ihale belgeleri şablonlarının, İşveren Bilgi Gereksinimleri (EIR), YBM Uygulama Planları (BEP) ve model çıktıları için matrisler gibi YBM'e özgü unsurları içerecek şekilde değiştirilmesini içerir. Bu güncellemeler, ihale eden kurumlar tarafından YBM çıktılarının tutarlı ve şeffaf bir şekilde talep edilmesini ve değerlendirilmesini sağlayacaktır. Gana, birlikte çalışabilirliği ve veri bütünlüğünü garanti etmek için, bilgi yönetimi için ISO 19650 serisi dahil olmak üzere uluslararası standartları ve Industry Foundation Classes (IFC) ve YBM Collaboration Format (BCF) gibi açık değişim formatlarını resmi olarak benimsemelidir. Bu standartlar, dijital işbirliğini ve model doğrulamasını destekleyecektir. Ayrıca, yerel İhale uygulamaları ve proje ihtiyaçları ile uyum sağlamak için GHA-EIR ve GHA-BEP gibi Gana'ya özgü şablonlar geliştirmek de çok önemlidir.

Önemli bir husus, ulusal bir sınıflandırma sistemi kurmak ve Ortak Veri Ortamı (CDE) tanımlamaktır. Gana, Uniclass veya OmniClass gibi mevcut sistemleri inşaat sektörünün özel ihtiyaçlarına uyacak şekilde uyarlayabilir. Gana Standartlar Kurumu (GSA), projeler arasında tutarlılığı sağlamak için veri şemalarını, sınıflandırma standartlarını ve temel CDE gereksinimlerini özetleyen kılavuz belgelerin geliştirilmesine öncülük etmelidir. Bu aşamanın önemli kilometre taşları arasında bakanlık direktifinin yayınlanması, PPA tarafından güncellenmiş ihale şablonlarının yayınlanması ve GSA tarafından teknik rehberliğin sağlanması yer almaktadır. Bu adımlar, ilerleme ve yaklaşan uygulama aşamalarına hazır olma durumunun somut göstergeleri olacaktır.

Bu aşamanın temel performans göstergeleri (KPI) arasında en az üç resmi politika aracının yayınlanması, EIR, BEP ve model çıktıları için standart şablonların yayınlanması ve ihale düzenlemelerinde yasal değişikliklerin başlatılması yer almaktadır. Belirlenen KPI'lar, temel çabaların etkinliğini değerlendirecek ve politika ve yasal çerçevenin Gana'nın ihale sürecinde YBM'in benimsenmesini desteklemek için yeterince hazır olmasını sağlayacaktır.

▪ Aşama 2 - Kurumsal kapasite ve yönetim

Kurumsal kapasitenin artırılması ve etkili yönetim çerçevelerinin oluşturulması, YBM'in Gana'nın ihale sürecine başarılı bir şekilde entegre edilmesi için kritik öneme sahiptir. İlk politika ve yasal olanak sağlama aşamasıyla örtüşen bu aşama, kamu ve özel İhale sistemlerinde YBM'in işlevselleştirilmesi için kilit paydaşlara bilgi, beceri ve organizasyonel çerçevelerin sağlanmasına vurgu yapmaktadır.

İlk adım, Kamu İhale Kurumu (PPA), Karayolları Bakanlığı (MRH), İş ve İskan Bakanlığı (MWH), Maliye Bakanlığı (MoF), Ulusal Bilgi Teknolojileri Ajansı (NITA), Gana Standartlar Kurumu (GSA), Gana Mühendisler Enstitüsü (GhIE), Gana Haritacılar Enstitüsü (GhIS), Mimarlar Kayıt Konseyi (ARC) ile akademi ve özel sektörden temsilcilerin yer alması gerekir. Komite, politika uygulamasını denetleyen, ilerlemeyi izleyen ve paydaşların katılımını teşvik eden ana koordinasyon organı olarak görev yapacaktır.

İhaleyi gerçekleştiren kurumlara ve küçük ve orta ölçekli işletmelere (KOBİ) yardımcı olmak için bir YBM Yardım Masası veya Yetkinlik Merkezi kurulmalıdır. Bu merkez, YBM tabanlı ihalelere geçiş yapan kuruluşlara teknik yardım, eğitim kaynakları

ve danışmanlık hizmetleri sunacaktır. Gana'nın koşullarına özel olarak tasarlanmış en iyi uygulamalar, vaka çalışmaları ve uygulama araçlarının depolandığı bir merkez işlevi görecektir.

İnsan sermayesinin geliştirilmesi bu aşamanın önemli bir parçasıdır. YBM Yöneticisi, Bilgi Yöneticisi ve Görev Ekibi Lideri gibi temel YBM rolleri, uluslararası standartlara, özellikle ISO 19650 serisine uygun, açıkça tanımlanmış rol profillerine ihtiyaç duyar. Kamu görevlileri ve sektör profesyonellerinin hem temel hem de ileri düzey YBM becerilerini edinmelerini sağlamak için eğitim programları geliştirilmeli ve akredite kurumlar aracılığıyla sunulmalıdır. YBM ile ilgili temel performans göstergelerini (KPI) mevcut performans çerçevelerine entegre etmek, YBM'i devlet kurumlarında kurumsallaştırmak için hayati önem taşır. Kurumlar, YBM araçlarının benimsenmesi, standartlaştırılmış şablonların (EIR ve BEP gibi) kullanımı ve ihale sürecinde dijital başvuruların kalitesi temelinde değerlendirilmelidir. Bu, uyumu teşvik edecek ve sürekli iyileştirme kültürünü geliştirecektir.

Bu aşamadaki önemli kilometre taşları arasında Ulusal YBM Yönlendirme Komitesinin resmi olarak faaliyete geçmesi ve YBM Yetkinlik Merkezinin kurulması yer almaktadır. 300'den fazla kamu görevlisinin temel düzeyde eğitilmesi ve en az 100 sektör profesyonelinin sertifikalandırılması, kapasite geliştirme konusunda kayda değer bir ilerlemeyi işaret etmektedir. Bu aşamanın temel performans göstergeleri, eğitilen ve sertifikalandırılan personel sayısı, YBM gerekliliklerini ihale belgelerine entegre eden kurum sayısı ve YBM özellikli ihalelerin hacmidir. Bu ölçütler, kurumsal hazırlığı değerlendirmek ve ek destek veya müdahale gerektirebilecek alanları belirlemek için yardımcı olacaktır.

▪ Aşama 3 - Dijital Altyapı ve Birlikte Çalışabilirlik

Gana, ihale süreçlerinde YBM'in yaygın olarak benimsenmesine doğru ilerlerken, sağlam bir dijital altyapı ve birlikte çalışabilirlik standartlarının geliştirilmesi çok önemlidir. Bu aşama, kamu ve özel İhale platformlarında YBM artefaktlarının güvenli, denetlenebilir ve verimli bir şekilde paylaşılmasını sağlayan bir teknolojik çerçeve oluşturmaya odaklanmaktadır. Güvenilir bir dijital ekosistem, iyileştirilmiş işbirliği, şeffaflık ve veriye dayalı karar verme dahil olmak üzere YBM'in avantajlarından tam olarak yararlanmak için hayati önem taşımaktadır.

Bu aşamadaki ana hedef, şu anda Gana Elektronik İhale Sistemi (GHANEPS) tarafından yönetilen ulusal e-ihale portalını iyileştirmek ve genişletmektir. Portal, Industry Foundation Classes (IFC) dosyaları, YBM Collaboration Format (BCF) dosyaları, PDF'ler ve metraj hesaplama (QTO) hesap Çizelgeleri gibi çeşitli YBM ile ilgili dijital dosyaları desteklemek için güncellenmelidir. İyileştirmeler, dosya türleri, meta verilerin eksiksizliği ve dijital imzalar için otomatik doğrulama kontrollerini içermeli ve gönderilen dosyaların sisteme kabul edilmeden önce belirlenen standartları karşıladığından emin olmalıdır.

Aynı zamanda Gana, YBM verilerinin depolanmasını, paylaşılmasını ve yönetilmesini düzenlemek için bir Ulusal Ortak Veri Ortamı (CDE) Çerçevesi oluşturmalıdır. Bu çerçeve, veri güvenliği, denetim izleri, meta veri standartları ve saklama politikalarına ilişkin açık spesifikasyonların yanı sıra hem şirket içi hem de bulut

tabanlı çözümler için seçenekler içermelidir. CDE, proje bilgilerinin merkezi bir deposu olarak hizmet verecek ve veri bütünlüğünü ve izlenebilirliği korurken paydaşlar arasında işbirliğini teşvik edecektir.

Kalite güvencesini iyileştirmek için bir Model Denetleyici Hizmeti uygulanmalıdır. Bu hizmet, YBM modellerinin önceden gönderilmeden doğrulanmasını sağlayarak adlandırma kurallarına, IFC şema standartlarına ve zorunlu özniteliklerin dahil edilmesine uyumu garanti eder. Model denetleyicisi, özel sektör CDE'leriyle entegrasyona izin vermek ve merkezi olmayan doğrulama iş akışlarını desteklemek için API'ler aracılığıyla erişilebilir olmalıdır. Bu, gönderim hatalarını azaltacak ve ihale değerlendirmelerinde kullanılan YBM verilerinin güvenilirliğini artıracaktır. Bu aşamanın önemli kilometre taşları arasında, pilot projelerin kontrollü bir çerçeve içinde model tabanlı sunumları test etmesine olanak tanıyan bir e-ihale sandbox ortamının başlatılması ve belirlenen kamu kurumları ve yüklenicilerin kullanabileceği bir CDE referans sürümünün geliştirilmesi yer almaktadır. Bu çabalar, sistem performansı, kullanıcı deneyimi ve birlikte çalışabilirlik sorunları hakkında değerli bilgiler sağlayacaktır.

Bu aşamanın ana performans göstergeleri, model tabanlı sunumları kullanan pilot ihalelerin yüzdesi ve ortalama sunum hata oranıdır. Bu ölçütler, dijital altyapının etkinliğini değerlendirecek ve iyileştirilmesi gereken alanları belirleyecektir. Sunum hatalarının azalması ve YBM özellikli ihalelerin kullanımının artması, Gana'nın dijital İhale sisteminin olgunlaştığını gösterecektir.

▪ Aşama 4 - Pilot Projeler ve Öğrenme Döngüsü

Gana'da YBM uygulamasının dördüncü aşaması, gerçek dünya pilot projeleri aracılığıyla pratik deneyler ve yinelemeli öğrenmeye odaklanmaktadır. Bu aşama, çeşitli İhale senaryolarında model sunumu, değerlendirme ve ihaleyi kapsayan, ihalede YBM'in tüm yaşam döngüsünü değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Amaç, önceki aşamalarda oluşturulan çerçeveleri ve araçları değerlendirmek, uygulama stratejilerini geliştirmek ve ölçülebilir sonuçlar yoluyla paydaşların güvenini artırmaktır.

Bina, yol ve su altyapısı projelerinin bir karışımını içeren 8 ila 12 pilot İhale stratejik olarak seçilmelidir. Pilot projeler, merkezi ve yerel devlet kurumlarının yanı sıra kamu-özel sektör ortaklıkları (PPP'ler) ve özel sektörün liderliğindeki projeleri de içermelidir. Pilot projelerin çeşitliliği, Gana'nın farklı İhale ortamlarını yansıtarak belirli zorluklar ve fırsatlar hakkında içgörüler sağlar. Her pilot uygulama, Geliştirme Seviyesi (LOD) 300'e göre geliştirilen birleşik modellerle başlayan aşamalı İşveren Bilgi Gereksinimleri (EIR) ile başlamalıdır. Modeller, yapılandırılmış metraj hesaplamaları (QTO) ve çakışma tespit raporlarını içermelidir. Kapasite ve güven arttıkça, pilot uygulamalar 4D (zaman) ve 5D (maliyet) YBM hazırlığına doğru ilerleyerek daha gelişmiş planlama ve değerlendirme imkanı sağlayabilmektedir.

Bu pilot projelerde ihale değerlendirme süreci, metraj hesaplamalarının (QTO) otomatik doğrulanması, tasarım koordinasyon kalitesinin değerlendirilmesi ve bilgi teslimi kilometre taşlarının gözden geçirilmesini içeren, yapılandırılmış ve model odaklı olmalıdır. Bu yaklaşım, objektifliği ve şeffaflığı artırarak değerlendiricilerin doğrudan dijital modellerle çalışmasına olanak tanır ve bu da karar verme sürecinin doğruluğunu

ve verimliliğini artırır. Bu aşamanın önemli bir parçası, her pilot uygulamadan elde edilen derslerin sistematik olarak belgelendiği öğrenme döngüsüdür. Bu bilgiler, YBM şablonları, kılavuz belgeler ve eğitim müfredatlarının sürekli iyileştirilmesinde kullanılmalıdır. İhaleyi düzenleyen kurumlar, teklif verenler ve değerlendiricilerden gelen geri bildirimler, gelecekteki ihalelerin birikmiş deneyimlerden yararlanmasını sağlamak için uygulanabilir öneriler halinde birleştirilmelidir.

Bu aşamadaki önemli kilometre taşları arasında, YBM tabanlı değerlendirme kriterleri kullanılarak ilk üç pilot projenin başarıyla ihale edilmesi ve sonuçları, zorlukları ve önerileri ayrıntılı olarak açıklayan bağımsız bir değerlendirme raporunun yayınlanması yer almaktadır. Bu rapor, YBM'in ihalelerde etkinliğini değerlendirmek ve gelecekteki politika ve uygulamalara rehberlik etmek için bir referans noktası görevi görecektir. Bu aşamanın temel performans göstergeleri arasında ihale döngüsü süresinde %15-25 oranında azalma, bilgi talepleri (RFI) ve açıklamalarda ölçülebilir bir azalma ve sözleşme ihale aşamasında maliyet farkında azalma yer almaktadır. Bu ölçütler, YBM'in tedarik verimliliği, netlik ve maliyet kontrolü üzerindeki etkisinin açık bir kanıtı olacaktır.

▪ Aşama 5 - Ölçeklendirme ve Yetki Genişletme

Gana'nın YBM uygulama planının 5. aşaması, YBM'i inşaat ve tedarik sektörlerinde standart bir uygulama olarak yerleştirmeyi amaçlamaktadır. Bu aşama, politikaların geliştirilmesi, kapasite oluşturma, dijital altyapı ve pilot testlerin ardından, daha geniş bir proje ve paydaş yelpazesinde YBM'in benimsenmesini normalleştirmeye odaklanmaktadır. Ana hedef, YBM katılımı için minimum standartları yükseltmek ve hem kamu hem de özel sektördeki ihale süreçlerinde tutarlı bir uygulama sağlamaktır.

Bu aşamadaki ana yaklaşım, proje değer eşiklerine ve belirli sektörlerin hazırlık durumuna göre YBM zorunluluğunun genişletilmesini içermektedir. Genişletme kademeli olmalı ve kuruluşların gerekli yetenekleri uyarlayıp geliştirmelerine olanak tanıyan açık bir geçiş süresi içermelidir. Zorunluluk, gelişen endüstri standartları, teknolojik ilerlemeler ve önceki uygulama aşamalarından elde edilen bilgilerle uyumlu kalmak için yıllık güncellemeler gerektirmektedir. Bu aşama, proje devri sırasında YBM'in uzun vadeli yararını artırmak için as-built modeller ve varlık bilgileri için gereklilikler belirlemektedir. Sonuçlar, devlet kurumları ve özel müşteriler dahil olmak üzere sahiplere, varlıklarının düzenli dijital modellerini sağlayarak operasyonel verimliliği, bakımı ve gelecekteki yükseltmeleri iyileştirecektir. Bu, YBM'in esas olarak bir tasarım ve tedarik aracı olarak kullanılmasından, varlık yönetimi ve yaşam döngüsü planlamasının temeli olarak kullanılmasına doğru bir geçişi işaret etmektedir.

Kabulün artırılması ve olgunluğun tanınması için teşvikler çok önemli olacaktır. İhaleyi düzenleyen kurumlar, ileri düzey YBM becerileri sergileyen firmalara ihale puanlama avantajları, daha hızlı ödeme planları ve eğitim kuponları sunmalıdır. Bu teşvikler, sürekli iyileştirmeyi teşvik edecek ve hükümetin yapıli çevrede dijital dönüşüme olan bağlılığını gösterecektir. Gana, kalite güvencesini ve pazar şeffaflığını iyileştirmek için YBM yetkinliğine sahip firmalar için resmi bir akreditasyon sistemi kurmalıdır. Bu sistem, firmaları teknik becerileri, proje deneyimleri ve ulusal YBM standartlarına uyumları temelinde değerlendirecektir. Bilgilendirilmiş tedarik kararlarının alınmasını sağlamak ve rekabeti teşvik etmek için, akredite firmaları ve uzmanlık alanlarını listeleyen bir kamu tedarikçi rehberi yayınlanmalıdır.

Bu aşamanın önemli kilometre taşları arasında yıllık görev güncellemelerinin yayınlanması ve önemli bir benimseme hedefinin gerçekleştirilmesi yer almaktadır: 4. yıla kadar, belirlenen eşiği aşan merkezi hükümet sermaye projelerinin en az %50'sinde YBM ihale sistemi kullanılacaktır. Bu kilometre taşı, YBM'in başarılı bir şekilde kurumsallaştırıldığını ve standart ihale uygulamalarına entegre edildiğini gösterecektir. Bu aşamanın temel performans göstergeleri, EIR ve BEP gereklilikleri olan ihalelerin oranı, teslimatta yapılandırılmış varlık verileri sağlayan projelerin yüzdesi ve proje yürütme sırasında ortaya çıkan anlaşmazlıkların veya maliyet değişikliklerinin sıklığıdır. Bu ölçütler, YBM'in ihale verimliliği, proje teslimi ve varlık performansı üzerindeki etkisinin ayrıntılı bir değerlendirmesini sağlayarak gelecekteki politika ayarlamalarına rehberlik edecektir.

▪ İzleme ve Değerlendirme Mekanizmaları

Gana'nın ihale sürecinde YBM'in etkili bir şekilde uygulanması, hesap verebilirliği sağlamak, ilerlemeyi takip etmek ve sürekli iyileştirmeyi desteklemek için güçlü bir izleme ve değerlendirme çerçevesi gerektirir. YBM'in benimsenmesi birden fazla aşama ve paydaş içermesi nedeniyle, İzleme ve değerlendirme sistemleri kapsamlı ve esnek olmalı, değişimin teknik, kurumsal ve davranışsal yönlerini yakalayabilmelidir.

Ulusal düzeyde, Ulusal YBM Yönlendirme Komitesi, izleme ve değerlendirme sürecini denetlemeli ve Kamu İhale Kurumu (PPA), Gana Standartlar Kurumu (GSA) ve Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı gibi ilgili kurumlarla koordinasyon sağlamalıdır. Bu komite, uygulamanın tüm aşamalarında temel performans göstergelerini (KPI'lar) izlemek için merkezi bir gösterge paneli oluşturmalıdır. Bu KPI'lar, YBM gerekliliklerini (EIR/BEP) içeren ihalelerin yüzdesi, eğitilmiş ve sertifikalı profesyonel sayısı, model tabanlı tekliflerin oranı ve ihale döngüsü süresindeki ve maliyet farklılıklarındaki azalmalar gibi ölçütleri içermelidir.

Yol haritasının her aşaması, bağımsız değerlendiriciler veya akademik kurumlar tarafından hazırlanan aşama özelinde değerlendirme raporlarını içermelidir. Bu raporlar, önceden tanımlanmış hedeflerle karşılaştırmalı olarak sonuçları incelemeli, darboğazları belirlemeli ve düzeltici önlemler önermelidir. Örneğin, Aşama 4'teki pilot projeler sadece teknik performans açısından değil, aynı zamanda paydaş memnuniyeti, veri kalitesi ve tedarik verimliliği açısından da değerlendirilmelidir. Şeffaflığı ve paydaş katılımını sağlamak için, izleme ve değerlendirme sürecinden elde edilen bulguların sektör profesyonelleri, akademi ve sivil toplumla paylaşıldığı yıllık kamu incelemeleri yapılmalıdır. Bu incelemeler, diyalog, geri bildirim ve politika iyileştirme için bir platform sunan ulusal YBM forumları veya paydaş atölyeleri şeklinde olabilir.

Ek olarak, yol haritası, uygulamadan elde edilen derslerin standartlar, şablonlar ve eğitim müfredatındaki güncellemeleri şekillendirmesine olanak tanıyan geri bildirim döngüleri içermelidir. Bu yinelenmeli süreç, yol haritasının yeni zorluklara ve fırsatlara duyarlı kalmasına yardımcı olarak Gana'nın YBM stratejisinin küresel en iyi uygulamalarla uyumlu kalmasını sağlar.

Son olarak, İzleme ve değerlendirme çerçevesi, ulusal e-ihale portalı ve Ortak Veri Ortamı (CDE) ile entegre edilmiş veri toplama ve analizi için dijital araçlar içermelidir. Bu araçlar, gönderim hatalarının, model uyumluluğunun ve varlık verilerinin

teslimatının izlenmesini otomatikleştirerek, uygulama performansına ilişkin gerçek zamanlı içgörüler sağlayabilir. YBM yol haritasına sıkı izleme ve değerlendirme mekanizmaları ekleyerek, Gana inşaat sektöründeki dijital dönüşümünün kanıta dayalı, kapsayıcı ve sürdürülebilir olmasını sağlayabilir. Çizelge 5.2’de yol haritasının özetini sunmaktadır.

Çizelge 5.2. Yol haritasının özeti

Aşama	Hedefler	Anahtar Eylemler	Kilometre Taşları
Aşama 1 - Politika ve Yasal Düzenlemeler (0–12 ay)	Ulusal YBM politikası, yasal çerçeve ve ihale standartları oluşturmak.	- Ulusal YBM Politikası ve Yetki Belgesi Yayınlamak - İhale yönetmeliklerini güncellemek - ISO 19650, IFC/BCF'yi onaylamak - Sınıflandırma ve CDE temelini tanımlayın	Politikalar yayınlanmıştır; şablonlar yayınlanmıştır; standartlar kabul edilmiştir
Aşama 2 - Kurumsal Kapasite ve Yönetişim (6–18 ay)	Kurumsal kapasite ve yönetim yapıları oluşturmak.	- YBM Yönlendirme Komitesi kurulması - Yetkinlik Merkezi oluşturmak - Rol profilleri ve eğitim müfredatları geliştirmek - Kamu görevlileri ve profesyonelleri eğitmek	Yönlendirme Komitesi faaliyete geçsin; 300'den fazla memur eğitilsin; 100'den fazla profesyonel sertifikalandırılsın
Aşama 3 - Dijital Altyapı ve İşbirliği (9–24 ay)	YBM özellikli ihale için güvenli dijital altyapı sağlayın.	- YBM modellerini kabul edecek şekilde e-ihale sistemini yükseltin - Ulusal CDE çerçevesini yayınlayın - Model denetleyici hizmetini uygulamaya koyun	E-ihale sandbox canlı; CDE çerçevesi operasyonel
Aşama 4 - Pilot Projeler ve Öğrenme Döngüsü (12–30 ay)	Gerçek projelerde YBM özellikli ihaleyi test etmek ve kılavuzları iyileştirmek.	- 8–12 pilot İhale seçin - Aşamalı EIR gerekliliklerini uygulayın - Yardımlı değerlendirmeler yapın - Pilot değerlendirme raporlarını yayınlayın	İlk 3 pilot ihale sonuçlandırıldı; dersler şablonlara entegre edildi
Aşama 5 - Ölçeklendirme ve Zorunlu Genişletme (24–60 ay)	YBM kullanımını normalleştirin ve zorunlu benimseme eşiklerini genişletin.	- Sektör/değer eşiklerine göre zorunluluğu genişletin - As-built ve varlık bilgilerini zorunlu kılın - Akreditasyon ve teşvikler getirin	4. yıl itibarıyla merkezi hükümet projelerinin %50'sinde YBM kullanımı
Aşama 6 - İzleme ve Değerlendirme (Sürekli)	İlerlemeyi takip edin ve hedeflerle uyumu sağlayın.	Performansı değerlendirmek için KPI'lar, gösterge Çizelgeleri ve raporlama araçlarını kullanın.	Ara dönem değerlendirmesi tamamlandı, ayarlamalar yapılmıştır.

5.6.2. Uygulama için araçlar ve teknolojiler

Gana'nın ihale sürecinde YBM'in başarılı bir şekilde uygulanması, birlikte çalışabilirliği sağlayan, veri bütünlüğünü koruyan ve süreç otomasyonunu destekleyen uygun dijital araçların, platformların ve standartların kullanılmasına bağlıdır. Bu bölümde, güçlü ve ölçeklenebilir bir YBM ekosistemi oluşturmak için gerekli olan temel teknolojiler ve çerçeveler özetlenmektedir.

YBM'in benimsenmesi, temelde platformlar ve paydaşlar arasında tutarlılık ve uyumluluğu garanti eden uluslararası standartlara ve şemalara dayanmaktadır. Gana, varlık yaşam döngüsü boyunca bilgi yönetimi için birincil çerçeve olarak ISO 19650 serisini (Bölüm 1-5) uygulamalıdır. Satıcıdan bağımsız birlikte çalışabilirliği kolaylaştırmak için model alışverişinde Industry Foundation Classes (IFC 4.x) standardı kullanılmalıdır. Tasarım koordinasyonunda sorun takibi, YBM İşbirliği Formatı (BCF) kullanılarak geliştirilebilirken, varlık devri COBie veya yerel olarak uyarlanmış Gana Varlık Bilgi Şeması ile desteklenmelidir. Uniclass veya OmniClass gibi sistemleri kullanan ulusal bir sınıflandırma haritalaması, veri yapılarının standardizasyonunu geliştirecek ve otomatik metraj hesaplamaları ile tedarik analizlerini kolaylaştıracaktır.

Ortak Veri Ortamı (CDE), dijital altyapının temel bir unsurudur. CDE, sürüm kontrolünü kolaylaştırmalı, kullanıcı izinlerini yönetmeli, denetim izlerini korumalı, meta veri etiketlemeyi mümkün kılmalı ve açık API'ler aracılığıyla e-İhale platformlarıyla sorunsuz entegrasyonu sağlamalıdır. Çeşitli paydaşların gereksinimlerine ve yeteneklerine göre uyarlanmış, hem bulut tabanlı hem de yerinde çözümler sunulmalıdır. CDE, tüm projeye ilgili bilgilerin birincil deposu olarak işlev görecek ve disiplinler arası güvenli ve izlenebilir işbirliğini kolaylaştıracaktır.

Ulusal e-ihale sisteminde iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. Platform, IFC ve BCF dosyaları, PDF'ler ve yapılandırılmış elektronik Çizelgeleri içeren YBM paketlerinin güvenli bir şekilde yüklenmesini kolaylaştırmak için yükseltme gerektirmektedir. Sistem, kimlik doğrulama için dijital imzaları kolaylaştırmalı, dosya formatlarının ve meta verilerin doğrulanmasını otomatikleştirmeli ve İşveren Bilgi Gereksinimleri (EIR) ve YBM Yürütme Planları (BEP) için yapılandırılmış formlar sağlamalıdır. Ayrıca, ihale değerlendirmelerinde şeffaflık ve hesap verebilirliği sağlamak için model kontrol günlüklerinin entegrasyonu da gereklidir.

Model oluşturma ve koordinasyon için satıcıdan bağımsız bir yaklaşım benimsenmelidir. Autodesk Revit, Graphisoft Archicad, Civil 3D, OpenRoads ve Tekla Structures gibi yazılım uygulamaları, dışa aktarılan IFC dosyalarının uygunluk standartlarını karşılaması koşuluyla izin verilmelidir. Bu esneklik, daha geniş katılımı teşvik edecek ve çeşitli yazılım çözümleri kullanan firmalar için giriş zorluklarını azaltacaktır. Doğrulama ve kontrol araçları, kalite ve uyumluluğu sağlamak için çok önemlidir. Bunlar arasında IFC şemasına, adlandırma kurallarına ve gerekli özniteliklere uyumu doğrulamak için kural tabanlı model denetleyicileri; metraj hesaplama (QTO)

doğrulama araçları ve tasarım koordinasyonunu değerlendirmek için çakışma algılama motorları bulunur. Bu araçlar, teklif sunum öncesi doğrulamayı destekleyecek ve ihale değerlendirme sürecine yardımcı olacaktır.

Yol haritası, izleme, öğrenme ve sürekli iyileştirmeyi desteklemek için analitik ve depo sistemlerini içermelidir. Anonimleştirilmiş pilot proje verileri için merkezi bir depo kurulmalı ve temel performans göstergelerini (KPI) izlemek için gösterge panelleri oluşturulmalıdır. Örnek EIR'ler, BEP'ler ve model kütüphaneleri içeren bir bilgi tabanı, tedarik kuruluşları ve danışmanlar için referans görevi görecek ve sektör genelinde tutarlılığı ve en iyi uygulamaları teşvik edecektir.

Bu araçlar ve teknolojiler, Gana'nın YBM destekli İhale sisteminin temelini oluşturarak, küresel standartlara uygun güvenli, verimli ve şeffaf ihale süreçlerini kolaylaştırır.

5.6.3. Paydaşlar ve rolleri

Gana'nın ihale sürecinde YBM'in etkili bir şekilde uygulanması, çeşitli paydaşlar arasında koordineli çabalar gerektirir. Her grup, politikayı etkileme, kapasite oluşturma, teknolojiyi uygulama ve uyumu sağlama konusunda belirli bir role sahiptir. Bu rolleri anlamak, etkili yönetim ve sürekli gelişim için çok önemlidir. Bu paydaşlar arasında mimarlar, mühendisler, müteahhitler, hükümet yetkilileri, akademik kurumlar ve yazılım satıcıları bulunmaktadır. Her grup, uygulama sırasında dikkate alınması gereken benzersiz bakış açıları, ihtiyaçlar ve katkılar getirir. Çizelge 5.3 aşağıda, yol haritasının geliştirilmesi için katılımı hayati önem taşıyan kilit paydaşları göstermektedir.

Çizelge 5.3. Önemli paydaşlar ve rolleri

Paydaş Grubu	Paydaş Alt Grupları	YBM Uygulamasındaki Rolü
Hükümet/Kamu Sektörü Kurumları/Ajansları	Çalışma ve İskan Bakanlığı (MoWH)	Ulusal inşaat politikası ve altyapı gelişimini denetler
	Kamu İhale Kurumu (PPA)	İhale süreçlerini düzenler ve YBM'in ihale çerçevelerine entegre edilmesinde merkezi bir rol oynar
	Gana Standartlar Kurumu (GSA)	YBM ile ilgili standart ve protokollerin belirlenmesi ve uygulanmasından sorumludur
Akademik ve Araştırma Kurumları	Kamu ve özel üniversiteler ve diğer araştırma kurumları	YBM ve inşaat teknolojisi alanında araştırma ve eğitim sağlar. İnşaat yönetimi ve YBM ile ilgili araçlar konusunda programlar sunar.
Meslek Kuruluşları	Gana Mühendisler Enstitüsü (GhIE)	Bu kuruluşlar, YBM uygulamalarında mesleki standartları ve sürekli gelişimi sağlar.
	Gana Mimarlar Enstitüsü (GIA)	
	Gana Haritacılar Enstitüsü (GhIS)	

Çizelge 5.3. Önemli paydaşlar ve rollerin devamı

Paydaş Grubu	Paydaş Grupları	Alt	YBM Uygulamasındaki Rolü
	Gana Haritacılar Enstitüsü (GhIS)		
Özel Sektör ve Endüstri	İnşaat ve Mühendislik Firmaları		Proje yürütme ve ihale süreçlerinde YBM'in temel uygulayıcıları.
	Yazılım Satıcıları ve BT Danışmanları		YBM platformları ve teknik destek sağlar.
Mimarlar ve Mühendisler	Özel şirketler		Projelerde YBM'in tasarım ve teknik entegrasyonunu yönetir.
Müteahhitler	Özel şirketler		İnşaat süreçlerinde YBM'i uygular ve projenin teslimini sağlar.
Eğitim kurumları	İnşaatla ilgili programlar sunan üniversiteler		Eğitim sağlayın ve yeni nesil YBM profesyonellerini yetiştirin.
Kalkınma Ortakları ve Bağışçılar	Dünya Bankası, Afrika Kalkınma Bankası (AfDB), EC, ADB, KfW, AFD vb.		Genellikle altyapı projelerini finanse ederler ve İhale gereklilikleri yoluyla YBM'in benimsenmesini etkileyebilirler.

▪ Kamu Sektörü Kuruluşları

Kamu İhale Kurumu (PPA), ihale süreçlerinin reformunda hayati bir rol oynamaktadır. Kurum, YBM gerekliliklerini içerecek şekilde ihale kurallarını ve şablonlarını güncellemekten ve ulusal e-ihale platformunun YBM ile geliştirilmiş özelliklerini yönetmekten sorumludur. Karayolları Bakanlığı (MRH) ve Çalışma ve İskan Bakanlığı (MWH), pilot projelerin seçilmesi ve kapasite geliştirme girişimleri için finansman sağlanması dahil olmak üzere sektöre özgü roller tanımlamıştır. Maliye Bakanlığı (MoF), YBM uyumluluğunu bütçe tahsisleri ve mali teşviklerle stratejik olarak ilişkilendirerek, maliye politikası yoluyla YBM'in benimsenmesini teşvik etmektedir.

Gana Standartlar Kurumu (GSA), sınıflandırma sistemleri ve veri şemaları dahil olmak üzere YBM ile ilgili standartları benimsemek ve yayınlamaktan sorumludur. Ulusal Bilgi Teknolojisi Ajansı (NITA), Ortak Veri Ortamı (CDE) ve e-ihale sistemleri gibi dijital platformların güvenliğini, birlikte çalışabilirliğini ve barındırılmasını yönetmektedir. Yerel yetkililer ve kamu iktisadi teşebbüslerinin (KİT) pilot projeler yürütmesi ve pratik zorluklar ve başarılar hakkında içgörüler sunarak sürekli öğrenme ve iyileştirmeyi desteklemesi beklenmektedir.

▪ Meslek Kuruluşları ve Akademi

Gana Mühendisler Enstitüsü (GhIE), Gana Haritacılar Enstitüsü (GhIS), Mimarlar Kayıt Konseyi (ARC), Gana Mimarlar Enstitüsü (GIA) ve Chartered Institute

of Building (CIOB) yerel şubeleri dahil olmak üzere mesleki kurumlar, müfredat geliştirme, sürekli mesleki gelişim (CPD) sağlama ve YBM uygulayıcılarını akredite etme konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Üniversiteler ve teknik ve mesleki eğitim ve öğretim (TVET) kurumları, YBM'i akademik müfredata dahil etmeli ve kanıta dayalı politika ve uygulamaları desteklemek için araştırma yapmalıdır.

▪ Özel Sektör

Müteahhitler, danışmanlar, metraj ölçüm firmaları ve tedarikçilerden oluşan özel sektör, YBM yeteneklerini geliştirmek, uyumlu dijital teklifler sunmak ve YBM süreçlerinin pratikliği ve verimliliği hakkında geri bildirim sağlamakla sorumludur. Aktif katılım, YBM'in benimsenmesini iyileştirmek ve inşaat yaşam döngüsü boyunca değer sağlamasını garanti etmek için hayati önem taşır. CDE platformları ve e-ihale sistemleri sunan teknoloji tedarikçileri, küresel çözümleri Gana'nın özel koşullarına uyarlamada önemli bir rol oynamaktadır. Görevleri arasında YBM işlevlerini entegre etmek, teknik destek sağlamak ve sistemlerin birbiriyle çalışabilirliğini garanti etmek bulunmaktadır.

▪ Kalkınma Ortakları

Dünya Bankası, Afrika Kalkınma Bankası (AfDB), Avrupa Birliği (AB) ve çeşitli kalkınma finans kurumları (DFI'lar) dahil olmak üzere uluslararası kalkınma ortakları, teknik yardım, pilot projeler için finansman ve eğitim ve dijital altyapı için destek sağlar. Onların katılımı, uygulamayı hızlandırabilir, küresel en iyi uygulamaları teşvik edebilir ve genel kalkınma hedefleriyle uyumu garanti edebilir.

5.6.4. Öngörülen zorluklar ve zorlulukları ile hafifletme stratejileri

Gana'nın ihale sürecinde YBM kullanıldığında ortaya çıkan bağlama özgü birçok fırsat ve zorluk bulunmaktadır. Uygulamanın başarılı olması için teknik, kurumsal, finansal ve kültürel boyutları kapsayan zorlulukları azaltmaya yönelik hedefli stratejiler gereklidir.

Dijital hazırlık ve maliyet, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler) için önemli zorluklar oluşturmaktadır. Birçok firma, YBM araçlarına ve model tabanlı ihale için gerekli teknik altyapıya erişememektedir. Yol haritası, ortak veri ortamı (CDE) seçeneklerinin uygulanmasını, satıcıdan bağımsız IFC iş akışlarının teşvik edilmesini ve kapasite geliştirmeyi artırmak için eğitim kuponlarının dağıtılmasını önermektedir. Aşamalı değer eşiklerinin kullanılması, küçük firmaların acil finansal yüklerle karşılaşmadan YBM'i kademeli olarak benimsemelerine olanak tanır.

Değişime direnç, genellikle YBM süreçlerine aşına olmama nedeniyle algılanan riskler ve diskalifiye olma korkusundan kaynaklanan önemli bir engeldir. Bu durum, uzatılmış ödemesiz dönemler sunulması, sandbox pilot projeleri uygulanması ve YBM'in başarılı bir şekilde benimsenmesini gösteren net örnekler yayınlanmasıyla çözülebilir. YBM olgunluğu için ekstra puan gibi ihale puanlaması içindeki teşvikler, gönüllü

benimsemeyi teşvik edebilir ve ilgili endişeleri azaltabilir.

Gana'nın ihale yasaları ve uygulamaları, YBM veya dijital model sunumlarına açık bir şekilde atıfta bulunmamakla birlikte, düzenleyici eksiklikleri ortaya koymaktadır. Yasal netliğin olmaması, benimsemeyi engelleyebilir ve belirsizlik yaratabilir. Kamu İhale Kurumu (PPA), İşveren Bilgi Gereklilikleri (EIR) ve YBM Uygulama Planları (BEP) için standartlaştırılmış ekler dahil olmak üzere ihale belgelerini güncelleyen genelgeler yayınlamalıdır. Uygulamayı kolaylaştırmak için, ISO 19650 ve ilgili standartlar resmileştirildikten sonra açıklayıcı notlar eklenmelidir.

Veri ve birlikte çalışabilirlik sorunları, esas olarak tutarsız adlandırma, değişken özellik tanımları ve tescilli yazılım kilitlenmesinden kaynaklanan kısıtlamalardan kaynaklanmaktadır. Ulusal bilgi standartları oluşturulması, zorunlu IFC ve BCF formatlarının uygulanması ve otomatik model denetleyicilerin kullanılmasıyla bu sorunlar azaltılabilir. Standartlaştırılmış YBM nesneleri ve şablonlarından oluşan bir kütüphane, tutarlılığı artıracak ve yinelemeleri azaltacaktır.

Yeterli sayıda nitelikli YBM yöneticisi, bilgi yöneticisi ve teknik personel bulunmaması nedeniyle beceri ve eğitim eksikliği yapısal bir engel teşkil etmektedir. Bu sorunu çözmek için ulusal bir yetkinlik çerçevesi oluşturmalı, mesleki gelişim için yollar geliştirmeli ve bireylerin eğitim ve sertifika almalarına yardımcı olmak için burslar ve eğitim kurumları ile işletmeler arasında ortaklıklar yoluyla finansal destek sağlamalıyız. Bağlantı ve veri güvenliği ile ilgili endişeleri gidermek için sınırlı bant genişliği ve veri egemenliği gibi sorunların ele alınması önemlidir. Çözümler arasında hibrit ve yerinde CDE seçenekleri sunmak, çevrimdışı senkronizasyonu mümkün kılmak ve Ulusal Bilgi Teknolojisi Ajansı (NITA) ile işbirliği içinde veri yerleşim kuralları belirlemek yer almaktadır. Hassas İhale verilerini korumak için güvenlik temel standartları oluşturmak çok önemlidir.

Kamu finansmanındaki kısıtlamalar, özellikle de rekabetçi taleplerle birlikte, önemli bir engel olmaya devam etmektedir. Yatırımı haklı çıkarmak için yol haritası, YBM'in proje teslimatını nasıl iyileştirebileceğini, yolsuzluğu nasıl azaltabileceğini ve paranın karşılığını nasıl sağlayabileceğini vurgulamalıdır. Avrupa Birliği, Dünya Bankası ve Afrika Kalkınma Bankası, Gana'nın hibe ve imtiyazlı krediler için başvurabileceği kalkınma finansmanı kurumları (DFI) örnekleridir. Gana, hedefli hafifletme stratejileri uygulayarak ulusal kalkınma hedefleriyle uyumlu, hoşgörülü, dayanıklı ve YBM dostu bir ortam oluşturabilir.

5.6.5. Doğrulama: yol haritasının değerlendirilmesi ve onaylanması

Gana'nın YBM uygulama yol haritasının güvenilirliğini, etkinliğini ve uyarlanabilirliğini sağlamak için, uygulamaya geçirme sürecini entegre etmek üzere yapılandırılmış bir doğrulama çerçevesi gereklidir. Bu yol haritası, varsayımları değerlendirmek, sonuçları ölçmek ve stratejileri geliştirmek için ampirik değerlendirme,

paydaş katılımı ve sürekli geri bildirim mekanizmalarını entegre eder.

Pilot projelerin değerlendirilmesi, doğrulama süreci için çok önemlidir. Seçilen 8-12 pilot proje, ihale döngüsü süresi, bilgi talebi hacmi (RFI), değerlendirme doğruluğu, ihale sonuçlarında maliyet farkı ve ihale sonrası değişiklik siparişlerinin sıklığı gibi bir dizi açık anahtar performans göstergesine (KPI) dayalı olarak bağımsız değerlendirmelerden geçmelidir. Bu ölçütler, YBM'in tedarik verimliliği, şeffaflık ve maliyet kontrolü üzerindeki etkisinin nicel kanıtlarını sunar.

Pilot değerlendirmelerin yanı sıra, tedarik kurumları, özel şirketler, akademi ve meslek odalarının temsilcilerini bir araya getiren uzman çalıştayları üç ayda bir düzenlenmelidir. Bu çalıştaylar, İşveren Bilgi Gereksinimleri (EIR) ve YBM Uygulama Planları (BEP) kalitesini gözden geçirmek, model denetleyici kurallarının etkinliğini değerlendirmek ve uygulamada devam eden zorlukları belirlemek için bir platform görevi görecektir. Bu çalıştaylardan elde edilen bilgiler, şablonların, standartların ve eğitim kaynaklarının güncellenmesinde kullanılmalıdır.

İhaleye katılanlar, değerlendiriciler ve proje yöneticileriyle yapılan anketler ve yapılandırılmış görüşmelerden oluşan paydaş danışmaları, YBM destekli ihalelerin pratikliği, netliği ve adaleti hakkında niteliksel bilgiler sağlayacaktır. Danışma sonuçları yayınlanmalı ve belgeleri ve süreçleri iyileştirmek için kullanılmalı, böylece yol haritasının kullanıcı ihtiyaçlarıyla uyumlu kalması sağlanmalıdır. Zaman içindeki ilerlemeyi izlemek için, hem organizasyonel hem de proje düzeyinde YBM hazırlığı ve olgunluğuna ilişkin yıllık değerlendirmeler yapılmalıdır. Bu değerlendirmeler, kurumlar ve firmalar tarafından YBM uygulamalarının benimsenme düzeyini, dijital sunumlarının kalitesini ve YBM'in iç iş akışlarına ne kadar etkili bir şekilde entegre edildiğini ölçecektir. Bulgular, kapasite eksikliklerinin belirlenmesi ve hedefe yönelik müdahalelerin bilgilendirilmesine yardımcı olacaktır.

Ek olarak, dijital izlenebilirlik, model kullanımına uyum ve prosedürel adalet odaklı olarak ihale sürecinin denetimleri gerçekleştirilmelidir. Bu denetimler, YBM destekli ihalelerin belirlenen standartları karşıladığından ve dijital başvuruların güvenli ve şeffaf bir şekilde yönetildiğinden emin olunmasını sağlayacaktır.

YBM'in benimsenmesinden önce ve sonra işlem maliyetlerini, ihtilaf oranlarını ve ihale sonuçlarını karşılaştırmak için derinlemesine bir ekonomik değerlendirme yapılmalıdır. Bu analiz, YBM'in değerine ilişkin kapsamlı bir bakış sunarak politika kararlarını destekler ve dijital dönüşüme yapılan devam eden yatırımları haklı çıkarır. Doğrulama mekanizmaları, Gana'nın YBM yol haritasının teknik olarak sağlam, sosyal olarak kabul görmüş, ekonomik olarak sağlam ve kurumsal olarak sürdürülebilir olmasını sağlayacaktır.

5.6.6. Tartışma: teorik temeller

Gana'nın ihale sürecinde YBM'i uygulamak için oluşturulan çerçeve, teknoloji

benimseme, kurumsal değişim ve örgütsel yeteneklerin geliştirilmesinin dinamiklerini açıklayan çeşitli teorik modellere dayanmaktadır. Bu teoriler, Gana'da YBM'in başarılı bir şekilde uygulanmasına yol açan faktörleri anlamak için sağlam bir temel sunarak, kapasite, altyapı ve yönetim ile ilgili politikaların geliştirilmesine rehberlik etmektedir.

Teknoloji Kabul Modeli (TAM), bireylerin, özellikle de İhale yetkilileri ve endüstri uzmanlarının yeni teknolojileri nasıl benimsediğini analiz etmek için önemli bir çerçeve sunar. TAM, algılanan yarar ve kullanım kolaylığının, teknolojinin kabul edilip edilmeyeceğini etkileyen temel faktörler olduğunu öne sürer. Yol haritası, hedefli eğitimler, standartlaştırılmış EIR ve BEP şablonları gibi net örnekler sunarak ve otomatik model kontrol araçları kullanarak bu faktörleri ele almaktadır. Bu adımlar, bilişsel ve prosedürel zorlukların aşılmasına yardımcı olarak, kullanıcıların ihale sürecinde YBM'i benimseme konusundaki güvenini ve hazırlığını artırmaktadır.

Yenilik Yayılımı (DOI) Teorisi, yeni teknolojilerin zaman içinde sosyal sistemler aracılığıyla nasıl yayıldığını açıklar. Yol haritası, erken benimseme örnekleri olarak pilot projeler başlatarak, daha kısa ihale döngü süreleri ve daha az ihale sonrası değişiklik gibi ölçülebilir iyileştirmeleri vurgulayarak bu teoriyi uygular. Birleşik modellerle başlayıp 4D/5D yeteneklerine ilerleyen YBM gereksinimlerinin modüler tasarımı, çeşitli sektörler ve bölgeler arasında yayılımı kolaylaştıran iki önemli faktör olan deneme kolaylığı ve uyumluluğu artırır.

İşlem Maliyeti Ekonomisi (TCE), YBM'in tedarik süreçlerindeki verimsizlikleri nasıl azaltılabileceğine dair ekonomik bir analiz sunar. Yol haritası, EIR ve BEP gibi belgeleri standartlaştırarak, IFC ve BCF formatları aracılığıyla açık veri paylaşımını mümkün kılarak ve Ortak Veri Ortamları (CDE) aracılığıyla izlenebilirliği sürdürerek bilgi toplama, sözleşme müzakereleri ve uyumun uygulanmasıyla ilgili maliyetleri azaltır. Bu, hem şeffaf hem de verimli bir tedarik ortamı yaratır.

Kurumsal Teori, örgütsel davranış üzerinde hem resmi hem de gayri resmi baskıların etkisini vurgular. Yol haritası, hükümetin zorunlu kıldığı düzenlemeler ve İhale yönetmeliklerinden kaynaklanan zorlayıcı baskıları, mesleki standartlar ve akreditasyon yoluyla uygulanan normatif baskıları ve başarılı pilot projelerin sergilenmesiyle uygulanan taklitçi baskıları bir araya getirir. Bu mekanizmalar, inşaat ve İhale sektörlerinde YBM'in yeni bir kurumsal standart olarak benimsenmesini teşvik etmek için birlikte çalışır.

Kaynak Temelli Yaklaşım (RBV), bir şirketin iç kapasitelerinin stratejik önemini vurgular. Nitelikli personel, yapılandırılmış süreçler ve yüksek kaliteli verileri içeren YBM yetkinlikleri, değerli, nadir ve kopyalanması zor kaynaklar olarak kabul edilir. Yol haritası, akreditasyon programları ve performans dayalı teşvikler yoluyla bu kapasitelere yatırım yapılmasını teşvik eder ve böylece hem kamu hem de özel pazarlarda rekabet avantajını artırır.

Yol haritası, sürdürülebilir teknolojik değişimin insan, süreç ve teknolojinin uyumunu gerektirdiğini belirten Sosyo-Teknik Sistemler Teorisi'nden yola çıkmaktadır. CDE'ler ve e-ihale sistemleri gibi dijital platformları içerir, YBM Yöneticileri ve Bilgi Yöneticileri gibi rolleri tanımlar ve EIR/BEP şablonları ve değerlendirme kriterleri aracılığıyla standartlaştırılmış iş akışları oluşturur. Bu kapsamlı yaklaşım, tekil arıza noktalarının riskini azaltır ve uzun vadeli kurumsallaşmayı destekler. Teorik çerçeveler yol haritasının tasarımını destekler ve aşamalı, kapsayıcı ve uyarlanabilir uygulama stratejisi için güçlü bir gerekçe sağlamaktadır. Şekil 5.1'de Gana için YBM tabanlı nihai ihale yol haritası gösterilmektedir.



Şekil 5.1. Gana için YBM tabanlı nihai ihale yol haritası

5.6.7. Yol haritasının sürdürülebilirliği

Gana'nın inşaat sektörünü modernize etmek için atılması gereken önemli bir adım, ülkede, özellikle ihale sürecinde YBM'in benimsenmesidir. Bu, dönüştürücü bir adımdır. YBM, bir projenin yaşam döngüsü boyunca işbirliğini, şeffaflığı ve verimliliği artıran dijital bir yeniliktir. Ancak, bu girişimin uzun vadeli başarısı, sürdürülebilirliğine bağlıdır. Bu, bugün uygulanan stratejilerin gelecek nesiller için uygulanabilir, uyarlanabilir ve potansiyel olarak faydalı olmasını sağlar. Bu tartışmada, sürdürülebilirlik, Çizelge 5.4'te özetlendiği gibi üç temel unsuru içermektedir.

Çizelge 5.4. YBM tabanlı ihale yol haritasının sürdürülebilirliği

Sürdürülebilirlik Türü	Açıklama
	YBM ile, daha doğru malzeme tahmini, atıkların en aza indirilmesi ve enerji verimli tasarım yoluyla çevresel sürdürülebilirlik sağlanabilir ve bunların tümü daha yeşil inşaat uygulamalarına katkıda bulunur. İhale sürecine sürdürülebilirlik önlemlerini dahil ederek, Gana altyapısının gelişimini küresel çevre hedeflerine ulaşma çabalarıyla uyumlu hale getirebilir.
	Yol haritası, yeniden çalışma miktarını azaltarak, risk yönetimini iyileştirerek ve ömür boyu finansal analizler gerçekleştirerek maliyet etkin proje teslimatını teşvik eder. Kamu alımlarının ülkenin büyümesinde önemli bir rol oynadığı Gana'da, YBM'in ihale sürecine dahil edilmesi daha şeffaf ve değer odaklı yatırımlara yol açabilir.
	Plan, kapasite geliştirme, paydaşların katılımı ve politika desteği sağlamaya vurgu yapmaktadır. Sosyal ve kurumsal sürdürülebilirliğe odaklanmaktadır. İvmeyi korumak ve YBM tekniklerini kurumsallaştırmak için, profesyonellere eğitim sağlamak, kurumsal uyumu sağlamak ve destekleyici yasal çerçeveler oluşturmak çok önemlidir.
Sosyal ve Kurumsal Sürdürülebilirlik	

➤ Gana'nın YBM Uygulama Yol Haritasının Sağlamlığının Artırılması

Yol haritası, YBM'in Gana'da benimsenmesinin uzun vadeli başarısını sağlamak için temel stratejilerin ötesine geçmelidir. Bu nedenle, yol haritasının geliştirilmesinden sonra, yol haritasının nihai hedefi olan şeffaflık, verimlilik ve hesap verebilirliği artırmak ve Gana'daki ihale sürecini dönüştürmek için sağlam bir strateji geliştirilmiştir. Sağlam strateji, şeffaflık, verimlilik ve hesap verebilirliği teşvik eden yenilikçi dijital araçların entegre edilmesini içermektedir. Önemli bir gelişme, Canlı Dijital İhale Platformu'nun tanıtılmasıdır. Bu platform, YBM'i gerçek zamanlı, veriye dayalı değerlendirmelere entegre ederek İhale sürecini modernize etmektedir. Gana'yı akıllı, sürdürülebilir altyapı sunumunda lider konumuna getirir. Sonraki bölümlerde, yol haritasında Canlı İhale

Platformu konseptinin tanıtılması ele alınmaktadır.

➤ **Canlı Dijital İhale Platformunun Tanıtımı**

Canlı Dijital İhale Platformu, tüm ihale sürecini dijitalleştiren, gerçek zamanlı teklif sunumu, değerlendirme ve YBM ortamında etkileşimi entegre eden güvenli, bulut tabanlı bir sistemdir. İhaleye katılanların YBM uyumlu bir arayüz üzerinden teklif sunmalarını sağlar, adalet için anonimlik ve zaman damgası sağlar ve kısa listeye giren ihaleye katılanların tekliflerini değerlendirme panellerine sunup gerekçelendirdikleri canlı savunma oturumlarını kolaylaştırır. Bu platform, otomatik model tabanlı değerlendirmeleri etkileşimli, gerçek zamanlı değerlendirmelerle birleştirerek kamu alımlarının şeffaflığını, objektifliğini ve teknik titizliğini artırır.

Canlı Dijital İhale Platformu'nun dahil edilmesi, Gana'nın özellikle kamu alımları alanında YBM'i uygulama stratejisinde ilerleme kaydetmeye devam etmesi ile birlikte, oyunun kurallarını değiştiren bir yenilik olarak ortaya çıkmaktadır. Dijital teknolojinin kullanımı ve YBM'in dahil edilmesi ile bu platform, proje seçim sürecinde açıklık, adalet ve teknik titizliği teşvik etmek amacıyla geleneksel ihale sürecini yeniden tasarlamaktadır.

Platform, teklif sahiplerinin YBM ile uyumlu güvenli bir arayüz üzerinden fikirlerini sunmalarına olanak tanır. Tarafsızlığı garanti etmek için, sunumlara zaman damgası ve anonimleştirme uygulanır. Otomatik, model tabanlı değerlendirmeleri canlı savunma oturumlarıyla birleştiren dinamik bir değerlendirme prosedürü getirir. Bu, kısa listeye giren teklif sahiplerinin yaklaşımlarını açıklamalarına, YBM modelini anladıklarını göstermelerine ve değerlendiricilere gerçek zamanlı olarak yanıt vermelerine olanak tanır.

Bu teknik, değerlendirmelerin objektifliğini ve derinliğini artırır ve dijital İhale alanında dünya çapındaki en iyi uygulamalarla uyumludur. Değerlendirme kriterlerini doğrudan YBM ortamına dahil ederek ve teklif sahipleri ile değerlendiriciler arasında gerçek zamanlı etkileşimi kolaylaştırarak, platform İhale kararlarının veriye dayalı, şeffaf ve teknik olarak sağlam olmasını garanti eder.

Sonuç olarak, Canlı Dijital İhale Platformu, daha dayanıklı ve geleceğe hazır bir İhale sistemine doğru atılmış önemli bir adımdır. Bu sistem, hesap verebilirlik, inovasyon ve sürdürülebilirlik ilkelerine saygı gösterirken, Gana'nın altyapı hedeflerine de yardımcı olacaktır.

➤ **Temel Bileşenler**

Bu strateji önerisi, aşağıdaki özelliklere sahip bir canlı dijital ihale platformu sunmaktadır:

- İhaleye katılanlar, YBM ile entegre güvenli bir arayüz üzerinden tekliflerini sunar.
- Önyargıları önlemek için teklifler anonimleştirilir ve zaman damgası eklenir.

- Değerlendirme kriterleri YBM ortamına entegre edilerek model tabanlı değerlendirmeler yapılabilmektedir. Ayrıca, teknik uygunluk için otomatik puanlama ve değerlendiriciler için görsel model tanıtımı da içermektedir.
- Canlı savunma oturumları düzenlenir ve kısa listeye giren teklif sahipleri şunları sunar ve gerekçelendirir:
 - Teknik nitelikleri
 - Metodolojileri ve yaklaşımları
 - YBM modeli ve proje gereksinimlerine ilişkin anlayışları
 - Anahtar uzmanların yetkinlikleri
 - Teklif sahiplerinin yapılandırılmış sunumları
 - Değerlendirme paneli ile gerçek zamanlı soru-cevap
 - Denetim ve şeffaflık için kaydedilen oturumlar
- Değerlendirme panelleri, standart puanlama kriterlerini kullanarak dijital başvuruları ve canlı savunmaları değerlendirir.
- Kapasite Geliştirme
 - İhale görevlileri, değerlendiriciler ve teklif sahipleri için eğitim
 - YBM ve dijital İhalede sertifika programları
- Yasal ve Düzenleyici Uyum
 - Dijital başvuruları ve canlı değerlendirmeleri mümkün kılmak için İhale yasalarını değiştirme
 - Veri koruma, uyumsuzluk çözümü ve denetim mekanizmalarını tanımlamak.

➤ Amaç

Adalet, şeffaflık ve teknik titizliği sağlamak için gerçek zamanlı teklif verme, otomatik değerlendirme ve canlı savunma oturumlarını içeren, dijital öncelikli, YBM entegre ihale sürecini getirerek kamu alımlarını modernize etmek.

Politika Hedefleri:

- Güvenli, YBM uyumlu platformlar kullanarak ihale sürecini **dijitalleştirmek**.
- Değerlendirme kriterlerini **standartlaştırmak** ve bunları YBM modellerine entegre edin.
- Kısa listeye giren teklif sahiplerinin niteliklerini ve metodolojilerini sunmaları ve gerekçelendirmeleri için **canlı savunma oturumları başlatmak**.
- Anonim başvurular ve denetim izleri yoluyla **şeffaflığı sağlamak**.
- Dijital İhale ve YBM tabanlı değerlendirme için **kurumsal kapasite oluşturmak**.

➤ Kapsam

Canlı Dijital İhale Platformunun kapsamını tanımlamak, Gana'nın kamu alımları alanında etkili ve aşamalı bir şekilde uygulanmasını sağlamak için çok önemlidir. Bu bölüm, platformun sınırlarını ve uygulanabilirliğini özetleyerek, başlangıçta hangi tür projeleri, sektörleri ve mali eşikleri kapsayacağını belirtir. Kapsamı net bir şekilde belirleyerek,

paydaşlar beklentilerini uyumlu hale getirebilir, kaynakları verimli bir şekilde tahsis edebilir ve ulaşım, su ve enerji gibi yüksek etkili alanlarda pilot girişimlere öncelik verebilir. İyi tanımlanmış bir kapsam, ülke çapında benimsenmesi için yasal uyumluluk ve stratejik planlamayı da destekler. Bu, belirli bir eşiğin (örneğin 5 milyon dolar) üzerindeki tüm kamu altyapı projeleri için geçerlidir ve ulaşım, su ve enerji sektörlerindeki pilot projelerle aşamalı olarak uygulanmaya başlanacaktır.

➤ **Temel Avantajlar**

Canlı Dijital İhale Platformu, özellikle YBM özellikli ortamlarda kamu alımlarında bir paradigma değişikliği getiriyor. Platform, teklifleri dijitalleştirerek ve gerçek zamanlı değerlendirme özelliklerini entegre ederek şeffaflık, adalet ve teknik değerlendirme alanlarında uzun süredir devam eden zorlukları ele alıyor. İhale makamlarına veriye dayalı kararlar almaları için araçlar sağlarken, teklif verenlerin katılımını ve hesap verebilirliğini artırıyor. Aşağıdaki temel avantajlar, bu platformun ihale sürecinin bütünlüğünü ve verimliliğini nasıl güçlendirdiğini vurgulamaktadır. Temel avantajlar şunlardır:

- **Şeffaflık** - Gerçek zamanlı teklif takibi ve canlı sunumlar belirsizliği azaltır.
- **Adalet** - Anonimleştirilmiş dijital teklifler ve yapılandırılmış canlı savunmalar, kayırmacılığı en aza indirir.
- **Teknik Titizlik** - YBM tabanlı değerlendirme, objektif, veriye dayalı karar vermeyi sağlar.
- **Katılım** - Canlı oturumlar, değerlendiricilerin teklif sahiplerinin yeteneklerini daha derinlemesine incelemelerine ve belirsizlikleri gidermelerine olanak tanır.

➤ **Canlı Dijital İhale Platformu Değerlendirme Örneği**

Canlı Dijital İhale Platformunun pratik uygulamasını tam olarak anlamak için, böyle bir sistemin gerçek bir ihale sürecinde nasıl işlediğine dair yapılandırılmış bir örneği incelemek önemlidir. Bu örnek, dijital başvurudan canlı savunmaya kadar uçtan uca iş akışını gösterir ve YBM entegrasyonu, gerçek zamanlı etkileşim ve standartlaştırılmış değerlendirme kriterlerinin nasıl bir araya gelerek şeffaf, adil ve teknik açıdan sağlam bir seçim süreci sağladığını vurgular. Örnek bir değerlendirme oturumunu inceleyerek, paydaşlar platformun yeteneklerini ve kamu alımları üzerindeki dönüştürücü etkisini görselleştirebilirler.

Örnek Gündem: Canlı İhale Savunma Oturumu

Proje Başlığı: Akra-Kumasi Metro Hattının Uzatılması

Tarih: 10.09.2025

Platform: Microsoft Teams, YBM 360 + Canlı Yayın Entegrasyonu

Süre: Her teklif sahibi için 2,5–3 saat (projenin karmaşıklığına göre ayarlanabilir)

Gündem

Canlı ihale savunma oturumlarının verimli, şeffaf ve tutarlı bir şekilde yürütülmesini sağlamak için iyi yapılandırılmış bir gündem şarttır. Gündem, faaliyetlerin sırasını, zaman dağılımını ve hem teklif sahipleri hem de değerlendiriciler için beklentileri özetler. Adil değerlendirmeyi destekleyen, kapsamlı sunumları teşvik eden ve paydaşlar arasında anlamlı etkileşime olanak tanıyan standart bir çerçeve sağlar. Aşağıdaki örnek gündem, tipik bir oturumun nasıl düzenlendiğini gösterir ve YBM entegre ihale süreci içinde canlı

dijital değerlendirmelerin uygulanması için net bir yol haritası sunmaktadır. Çizelge 5.5 planlanmış bir canlı ihale savunma oturumunun tipik bir gündem örneğini sunmaktadır.

Çizelge 5.5. Planlanmış canlı ihale savunma oturumunun tipik bir örnek gündemi

Saat	Oturum	Açıklama
00:00	Açılış Konuşması	İhale yetkilisi tarafından hoş geldiniz konuşması, oturum formatı ve kurallarına genel bakış.
00:10	İhaleye Katılanların Tanıtımı	Teklif verenin kuruluşu, ekibi ve ilgili deneyimleri hakkında kısa sunum.
00:30	Metodoloji Sunumu	Önerilen metodoloji, çalışma planı ve YBM entegrasyonu hakkında ayrıntılı açıklama.
01:00	YBM Modeli Tanıtımı	YBM modelinin canlı tanıtımı, tasarım amacı, sıralama ve risk azaltma konularına vurgu.
01:30	Değerlendirme Paneli ile Soru-Cevap	Panel, teknik, finansal ve uygulama konularında sorular sorar.
02:00	Açıklamalar ve Gerekçeler	Teklif sahibi, değerlendirme sırasında ortaya çıkan belirli sorular veya endişelere yanıt verir.
02:20 – 02:30	Kapanış Konuşması	Panel tarafından özet, değerlendirme sürecinin sonraki adımları.

➤ YBM Entegrasyonu ve Model Paylaşımı

Şeffaf, veriye dayalı ve işbirliğine dayalı bir ihale ortamı oluşturmak için, Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) teknolojisinin dijital ihale sürecine başarıyla entegre edilmesi büyük önem taşımaktadır. YBM entegrasyonu sayesinde gerçek zamanlı görselleştirme, çakışma tespiti ve performans analizi mümkün hale gelir ve değerlendiriciler, teklif sahipleri tarafından sunulan dijital modellerle doğrudan etkileşim kurabilir. Model paylaşım teknolojilerinin kullanımıyla, konumlarından bağımsız olarak tüm paydaşların güncel bilgilere erişebilmeleri, bunları değerlendirebilmeleri ve yorum yapabilmeleri sağlanabilir. Canlı ihale değerlendirmeleri bağlamında, bu bölüm YBM'in sorunsuz entegrasyonunu ve modellerin paylaşımını sağlayan başlıca platform ve teknolojilerin bir listesini sunar.

- Autodesk YBM 360 / ACC – Gerçek zamanlı model paylaşımı, sorun takibi ve işbirliği.
- Navisworks + Teams/Zoom – Canlı model incelemeleri ve çakışma tespiti için.
- Trimble Connect – İşbirliği araçlarına sahip bulut tabanlı YBM görüntüleyici.
- Revizto – Sunumlar sırasında gerçek zamanlı sorun takibi ve model navigasyonu.

Güvenlik ve Uyumluluk

Çevrimiçi ihale süreci yürütülürken, tekliflerin gizliliğinin ve gerçekliğinin sağlanması çok önemlidir. Hassas verileri korumak, kullanıcıları doğrulamak ve teklifleri gizli tutmak için Canlı Dijital İhale Platformu sağlam güvenlik önlemleri üzerine kurulmalıdır. Veri koruma yasaları, İhale standartları ve denetim gereklilikleri gibi yasal ve kurumsal çerçevelere uymak da aynı derecede önemlidir. Bu bölüm, dijital ihale sürecini güvence

altına alan temel araçları ve prosedürleri listelemeyi amaçlamaktadır. Bu güvenlik önlemleri, İhale döngüsü boyunca güven, hesap verebilirlik ve yasal geçerliliği artırır.

- DocuSign / Adobe Sign – Dijital imzalar ve tekliflerin geçerliliğinin doğrulanması için.
- Blockchain tabanlı zaman damgası (isteğe bağlı) – Denetim izleri ve teklif bütünlüğü için.

➤ Uygulama Yol Haritası

Gana'nın YBM yol haritası kapsamında Canlı Dijital İhale Platformu'nun uygulanması, aşamalı ve stratejik bir yaklaşım gerektirir. Yol haritası, platformun etkinliğini ve sürdürülebilirliğini sağlamak için teknik, kurumsal ve yasal boyutları ele almalıdır. Bu bölüm, ilk fizibilite değerlendirmelerinden tam politika entegrasyonuna kadar uygulamanın temel aşamalarını özetleyerek paydaşların izlemesi gereken net bir yol sunar. Her aşama, kapasite oluşturmak, işlevselliği test etmek ve ulusal ve uluslararası İhale standartlarıyla uyum sağlamak için tasarlanmıştır.

1. Fizibilite Çalışması

İlk adım, dijital ihale için yasal, kurumsal ve teknolojik hazırlığı değerlendirmek üzere kapsamlı bir fizibilite çalışması yürütmektir. Bu, mevcut ihale kanunlarını, veri koruma düzenlemelerini ve ICT altyapısını gözden geçirerek eksiklikleri ve fırsatları belirlemeyi içerir. Bu aşamada paydaşlarla istişare de çok önemlidir. Devlet kurumları, sektör profesyonelleri, bağışçı kuruluşlar ve sivil toplumun katılımı, platformun gerçek dünyadaki ihtiyaçları karşılayacak şekilde tasarlanmasını ve başlangıçtan itibaren geniş tabanlı destek kazanmasını sağlar.

2. Platform Geliştirme

Fizibilite onaylandıktan sonra, bir sonraki aşama dijital platformun geliştirilmesine odaklanır. Bu, gerçek zamanlı teklif sunumu, model yüklemeleri ve otomatik değerlendirmeyi destekleyen güvenli, YBM uyumlu bir sistemin tasarlanmasını içerir. Platform, savunma oturumlarını kolaylaştırmak için canlı video konferans araçlarını da entegre etmeli ve değerlendiricilerin teklif sahipleriyle doğrudan etkileşime girmesine olanak sağlamalıdır. Geliştirme sırasında, kullanıcı deneyimi, veri güvenliği ve mevcut devlet sistemleriyle birlikte çalışabilirlik önemli hususlardır.

3. Pilot Projeler

Seçici altyapı projeleri ideal olarak ulaşım, su veya enerji gibi sektörlerde platformun işlevselliğini doğrulamak ve özelliklerini iyileştirmek için pilot vakalar olarak hizmet edecektir. Bu projeler, dijital platformu kullanarak ihale döngüsünün tamamını test edecektir. Bu pilot projelerden elde edilen dersler, sistem, eğitim materyalleri ve değerlendirme protokollerinde yapılacak ayarlamalara ışık tutacaktır. Pilot projeler ayrıca paydaşlar arasında güven oluşturmaya ve platformun gerçek dünya koşullarında değerini göstermeye yardımcı olur.

4. Kapasite Geliştirme

Başarılı bir uygulama, platform kullanıcılarının becerilerine ve hazırlık durumuna bağlıdır. Bu aşama, YBM ve dijital ihale süreçlerinde ihale görevlileri, değerlendiriciler ve teklif sahiplerinin eğitimine odaklanmaktadır. Atölye çalışmaları, sertifika programları ve uygulamalı simülasyonlar, tüm kullanıcıların yeni sistemi kullanma konusunda

kendilerine güvenmelerini ve yetkin olmalarını sağlayacaktır. Kapasite geliştirme, kamu ihale kurumları içinde inovasyon ve sürekli iyileştirme kültürünü de teşvik emektedir.

5. Politika Entegrasyonu

Son aşama, platformun Gana'nın yasal ve politika çerçevelerine entegre edilmesini içerir. Bu, dijital başvuruları ve canlı değerlendirmeleri tanımak için İhale yasalarının güncellenmesini ve Dünya Bankası ve Afrika Kalkınma Bankası gibi kurumların bağışçı kılavuzlarıyla uyumlaştırılmasını içerir. Veri koruma, uyuşmazlık çözümü ve denetim mekanizmalarına ilişkin net politikalar, platformun sağlam bir yönetim yapısı içinde çalışmasını sağlayarak ülke çapında benimsenmesinin önünü açacaktır.

➤ Uygulama Takvimi

Gana'nın YBM yol haritası kapsamında Canlı Dijital İhale Platformu'nun başarılı bir şekilde devreye alınması için açıkça tanımlanmış bir uygulama zaman çizelgesi şarttır. Bu zaman çizelgesi, fizibilite çalışmalarından tam politika entegrasyonuna kadar ana aşamaların sırasını ve süresini özetleyerek her adımın stratejik olarak planlanıp uygulanmasını sağlar. Gerçekçi kilometre taşları ve son tarihler belirlemek, paydaşların ilerlemeyi izlemesine, kaynakları etkin bir şekilde tahsis etmesine ve zorluklara uyum sağlamasına olanak tanır. Zaman çizelgesi ayrıca devlet kurumları, kalkınma ortakları ve sektör paydaşları arasında hesap verebilirliği ve koordinasyonu destekler. Çizelge 5.6'da Uygulama Zaman Çizelgesini göstermektedir.

Çizelge 5.6. Uygulama zaman çizelgesi

Aşama	Faaliyetler	Zaman çizelgesi
Aşama 1	Fizibilite Çalışması ve Paydaş Katılımı	6 ay
2. Aşama	Platform Geliştirme ve Hukuki İnceleme	12 ay
Aşama 3	Önemli Sektörlerde Pilot Projeler	12–18 ay
Aşama 4	Değerlendirme ve Ulusal Uygulama	24–36 ay

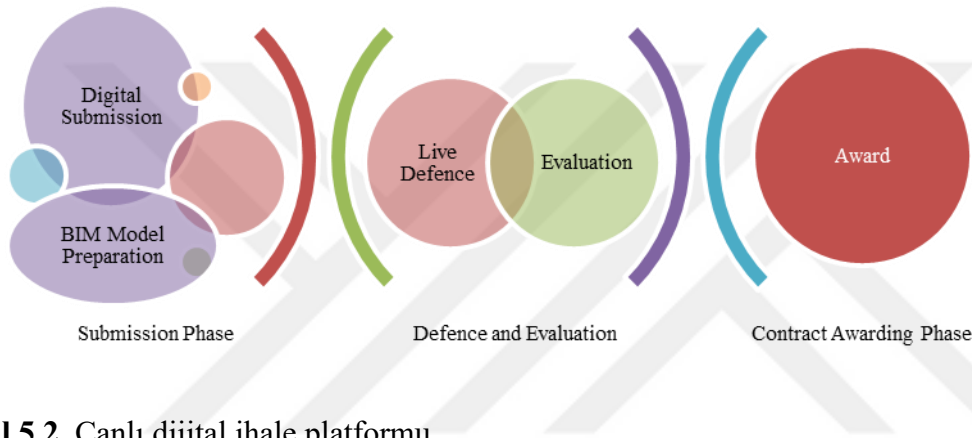
➤ Uygulamada Olası Zorluklar

Canlı Dijital İhale Platformu, kamu ihalelerinde şeffaflığı, verimliliği ve teknik titizliği artırmak için önemli avantajlar sunsa da, uygulaması zordur. Geleneksel ihale yöntemlerinden tamamen dijital, YBM entegre bir sisteme geçiş, yasal, teknik, kurumsal ve kültürel zorlukların aşılmasını gerektirir. Bu potansiyel zorlukların erken aşamada tespit edilmesi, paydaşların proaktif stratejiler geliştirerek bu zorlukları azaltmalarını sağlar. Bu bölümde, uygulama sırasında ortaya çıkabilecek temel zorlukları özetlenmekte ve uzun vadeli başarıyı sağlamak için uyarlanabilir planlama, paydaş katılımı ve sürekli kapasite geliştirmenin önemi vurgulanmaktadır.

Çizelge 5.7 uygulamada karşılaşılabilecek potansiyel zorluklar, Şekil 5.2 ise Canlı Dijital İhale Platformunu göstermektedir.

Çizelge 5.7. Uygulamada karşılaşılabilecek potansiyel zorluklar

Kategori	Zorluk	Azaltma
Yasal	Mevcut ihale kanunları dijital/canlı süreçleri desteklemeyebilir	Yasal reform ve politika uyumu
Teknik	YBM altyapısı ve birlikte çalışabilirlik eksikliği	Açık standartlara ve bulut platformlarına yatırım yapın
Kapasite	YBM ve dijital tedarik konusunda sınırlı beceriler	Eğitim ve sertifika programları
Değişime direnç	Kurumsal atalet veya şeffaflıktan korkma	Pilot başarı öyküleri ve paydaşların desteği
Siber güvenlik	Veri ihlali veya manipülasyon riski	Blockchain, şifreleme ve güvenli bulut kullanımı
Maliyet	Platformlara ve eğitime yapılan ilk yatırım	Uzun vadeli tasarruflar ve bağışçı desteği

**Şekil 5.2.** Canlı dijital ihale platformu

➤ Paydaş haritalama

Canlı Dijital İhale Platformunun başarılı bir şekilde uygulanması, çeşitli paydaş gruplarının aktif katılımına ve koordinasyonuna bağlıdır. Paydaş haritalama, devlet kurumları, özel sektör katılımcıları, kalkınma ortakları ve sivil toplum dahil olmak üzere tüm ilgili aktörleri belirleyen ve bunların uygulama sürecindeki rollerini, çıkarlarını ve etkilerini analiz eden stratejik bir süreçtir. Proje liderleri, kilit oyuncuların kimler olduğunu ve bunların nasıl etkileşimde bulunduğunu anlayarak işbirliğini teşvik edebilir, beklentileri yönetebilir ve platformun tüm kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde tasarlanıp uygulanmasını sağlayabilir. Bu bölümde, platformun başarısına katkıda bulunan başlıca paydaşlar ve bunların katkıları özetlenmektedir. Bir paydaş haritası, Çizelge 5.8’de olduğu gibi aşağıdakileri açıkça belirtmelidir.

Çizelge 5.8. Paydaş haritalama

Paydaş Grubu	Süreçteki Rol
Lider Kurum	Pilot uygulamayı denetler, tedarik ve uyumluluğu yönetir
YBM Danışmanları	Modeller hazırlar, değerlendirmeyi destekler, paydaşları eğitir
BT Sağlayıcıları	Dijital ihale platformunu geliştirir ve bakımını yapar
Bağışçı Kurumlar	Finansman, denetim ve teknik destek sağlama
İhale Görevlileri	Değerlendirmeleri yürütmek, şeffaflığı sağlamak
İhaleye katılanlar	Teklif sunar, canlı savunma oturumlarına katılır
Değerlendiriciler	Teklifleri puanlar, canlı oturumlara katılır, ihaleyi önerir

6. SONUÇLAR

Kamu ihale sürecine vurgu yapan bu doktora çalışması, Gana'nın inşaat sektöründe YBM'in uygulanması için stratejik bir yol haritası oluşturdu. Gana'nın ihale sistemindeki yapısal verimsizliklerin, örneğin yetersiz sözleşme yönetimi, siyasi müdahale ve yaygın yolsuzluk gibi, ele alınması gerekliliği, bu çalışmanın itici gücü olmuştur. Bu verimsizlikler, tanınmış altyapı projelerinde büyük gecikmelere ve maliyet aşımına neden olmuştur.

Çalışmada, kamu alımları ve ihale uygulamalarının durumunu incelemek, YBM'in benimsenmesini kolaylaştıran ve engelleyen faktörleri belirlemek ve YBM'in proje teslimini, maliyet tahminini ve şeffaflığı nasıl artırabileceğini değerlendirmek için karma yöntemler yaklaşımı kullanılmıştır. Geleneksel ve YBM tabanlı proje teslim metodolojilerini karşılaştırmak için iki önemli vaka çalışması gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya göre, geleneksel projelerde, kopuk iş akışları, insan hataları ve etkisiz iletişim nedeniyle %12'lik bir bütçe aşımı ve daha uzun süreler söz konusuydu. Öte yandan, YBM tabanlı projelerde verimlilik, koordinasyon ve maliyet kontrolü açısından kayda değer kazanımlar elde edilmiştir. YBM kullanılan bir proje, başlangıç bütçesinin %3'ü içinde kalarak 1 milyon dolar, yani toplam bütçenin %10'unu tasarruf etmiştir. YBM sayesinde erken çıkışma tespiti kolaylaşmış, malzeme israfı ve program gecikmeleri azalmış ve yeniden çalışma ve değişiklik talepleri %40 oranında azalmıştır.

Kotoka Uluslararası Havalimanı Terminal 3 projesi, Gana'nın YBM kullanımında bir model oluşturdu. YBM, dijital ikiz oluşturarak tesis yönetimini desteklemek, karmaşık tasarım gereksinimlerini karşılamak ve yerel ve çok uluslu ekipler arasındaki işbirliğini iyileştirmek için kullanıldı. Projeden çıkarılan derslerde, erken YBM entegrasyonunun önemi, yerel profesyonellerin yetkinliğinin geliştirilmesi ve inşaatın ötesinde YBM'in uzun vadeli faydaları vurgulanmıştır.

YBM'in benimsenmesinin gerekliliği, 25 paydaşla yapılan görüşmelerden elde edilen niteliksel sonuçlarla da desteklendi. Katılımcılar, manuel ihale sürecinin verimsizliği, dijital teknolojilerin avantajları ve aşırı masraflar, standartların eksikliği ve teknik bilgi eksikliği gibi YBM'in uygulanmasındaki zorlukları vurguladılar. Hükümetin düzenlemeler, mali teşvikler ve genelgeler yoluyla YBM'i resmi olarak entegre etme çabalarına ve kamu sektöründe deneme projeleriyle başlayan aşamalı uygulamaya güçlü destek olmuştur.

Çalışmada önerilen yol haritası, paydaşlardan bağımsız IFC süreçleri, dijital denetimler, standartlaştırılmış YBM nesne kütüphaneleri ve Ortak Veri Ortamları (CDE) kullanımı gibi faydalı stratejileri içermektedir. Çalışma, hükümet, akademi ve endüstri arasındaki koordinasyonu kolaylaştırmak için bir YBM Konseyi oluşturulmasını, bağımsız incelemelerle pilot tekliflerin sunulmasını ve YBM'e özgü unsurları dahil etmek için ihale kurallarının değiştirilmesini önermektedir. Bu geçişi kolaylaştırmak için eğitim girişimleri ve dijital altyapıya yatırımlar çok önemlidir.

Bu çalışmanın önemli sonuçları vardır. Yasa koyuculara YBM'i ulusal ihale planlarına dahil etmek için bir çerçeve sunar. Sektör paydaşlarına proje sonuçlarını ve rekabet gücünü artırmak için önerilerde bulunur. Yol haritası, kalkınma ortakları tarafından dijital altyapı ve kurumsal reformlara yönelik stratejik yatırımlara rehberlik

etmek için kullanılabilirken, eğitim kurumları müfredatlarını YBM yetkinlikleriyle uyumlu hale getirmeleri için teşvik edilmektedir. Ayrıca, bu yol haritasında önerilen önemli bir yenilik, gerçek zamanlı, model tabanlı teklif değerlendirmeleri ve etkileşimli savunma oturumları sağlayan Live YBM ihale değerlendirmelerinin entegrasyonudur. Bu yaklaşım şeffaflığı, teknik titizliği ve paydaş katılımını artırır ve Gana'nın ihale sistemini bölgedeki dijital dönüşümün ön saflarına yerleştirir.

Ancak çalışmanın bazı dezavantajları da vardır. Çalışma, YBM'in tüm proje yaşam döngüsü boyunca kullanımını incelememekte, bunun yerine ihale aşamasına odaklanmaktadır. Karşılaştırma için uluslararası vaka çalışmaları kullanılmış olsa da, araştırma coğrafi olarak Gana ile sınırlıdır ve sonuçlar diğer ortamlarda hemen uygulanamayabilir. Çalışma ayrıca, önyargılı ve temsil gücü düşük olabilecek nitel veriler kullanmaktadır. Ayrıca, yol haritası, çeşitli kurumlar ve alanlar arasında tutarlı olmayabilecek bir temel dijital hazırlık düzeyi varsayımı yapmaktadır.

Sonuç olarak, bu tez Gana'nın inşaat sektöründe dijital dönüşüm için sağlam, bağlama duyarlı bir yol sunmakta ve geliştirmekte olan ülkelerde YBM'in benimsenmesi konusunda genişleyen araştırma alanına katkıda bulunmaktadır. Gana, belirlenen zorlukları ortadan kaldırarak ve fırsatlardan yararlanarak tedarik verimliliğini artırabilir, yolsuzluğu azaltabilir ve altyapı teslimatını uluslararası standartlara uygun hale getirebilir. Yol haritasını iyileştirmek ve genişletmek için, gelecekteki çalışmalarda YBM'in inşaat projelerinin farklı aşamalarında kullanımı araştırılmalı ve benzer ekonomilerle karşılaştırmalı analizler yapılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Abd Jamil, A. H., & Fathi, M. S. (2016). The integration of lean construction and sustainable construction: A stakeholder perspective in analyzing sustainable lean construction strategies in Malaysia. *Procedia Computer Science*, 100, 634-643.
- Abdalhameed, B. F. (2023). Based BIM techniques to clash detection for construction projects. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 11(1), 239-245.
- Abdelaal, M., Zhong, B., & Li, H. (2023). Model-based bid comparison methodologies: A comparative analysis. *Automation in Construction*, 147, 104728.
- Abdullah, M. S., Salem, M., Said, S. O., & Tantawy, M. (2024). BIM Adoption in MENA's Construction Industry: A Contractor's Perspective. *Civil Engineering Journal*, 10(08). <https://doi.org/10.28991/cej-2024-010-08-015>.
- Abowitz, D. A., & Toole, T. M. (2010). Mixed method research: Fundamental issues of design, validity, and reliability in construction research. *Journal of construction engineering and management*, 136(1), 108-116.
- Abubakar, M., Ibrahim, Y. M., Kado, D., & Bala, K. (2014). Contractors' perception of the factors affecting Building Information Modelling (BIM) adoption in the Nigerian construction industry. *Computing in Civil and Building Engineering*, 167-174.
- Abu-ELSamen, A., Chakraborty, G., & Warren, D. (2010). *A process-based analysis of e-procurement adoption*. *Journal of Internet Commerce*, 9(3-4), 243-259. <https://doi.org/10.1080/15332861.2010.524240>.
- Acebes, F., Testa, R., Alonso, J., & Curto, D. (2023). BIM Implementation in Construction Project Management. In *Industry 4.0: The Power of Data: Selected Papers from the 15th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management* (pp. 235-251). Cham: Springer International Publishing.
- Ackah, D., Agboyi, M. R., Adu - Gyamfi, L., & Enu, P. (2014). Competitive tendering, an effective tool in ensuring value for money in public sector procurement: A case study at "Ahanta West District Assembly" a district in the Western Part of Ghana. *Global Journal of Management Studies and Researches*, 1(4), 186-201.
- Acquah, F., Essah, E., & Bamfo-Agyei, E. (2018). Factors influencing BIM adoption in Ghanaian construction firms. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 16(6), 927-946. <https://doi.org/10.1108/JEDT-02-2018-0024>.
- Adamu, I., Mohammed, A. S., & Osei-Tutu, E. (2017). Adopting Design and Build (D&B) as an Alternative Construction Procurement System to the Traditional Method in Ghana. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 6(4), 148-159.
- Addo, J. N. T. (2015). Delay and its effect on the delivery of construction projects in Ghana. *African Journal of Applied Research*, 1(1), 54-66.
- Addo, N., & Owusu-Manu, D. G. (2021). *Challenges and opportunities in digital leadership training: A case study of the University of Ghana*. *Journal of Higher Education in Africa*, 19, 45 - 60.

- Addo, S. K. (2019). Challenges of E-procurement adoption in the Ghana public sector: A survey in the Ministry of Finance. *Journal DOI*, 10, 22501991.
- Addy, M. N., Addo, E. T., Abdulai, S. F., Kwofie, T. E., Aigbavboa, C. O., & Adade-Boateng, A. O. (2024). E-procurement acceptance in the Ghanaian public sector: an application of an extended technology acceptance model (TAM) in the construction industry. *Journal of Engineering, Design and Technology*.
- Adetoro, P., Kululanga, G., Mkandawire, T., & Malik, A. (2025). A Critical Analysis of Factors Influencing BIM Implementation for Public Projects in Developing Countries: A Case Study of Malawi. *Buildings*, 15(3), 502. <https://doi.org/10.3390/buildings15030502>.
- Adjei-Kumi, T., & Danku, J. C. (2019). Barriers to BIM adoption in Ghanaian construction procurement. *African Journal of Applied Research*, 2(2), 165–173.
- Adriaanse, A., Voordijk, H., & Dewulf, G. (2023). "Theoretical foundations of BIM contracting: A comprehensive review." *Building Research & Information*, 51(3), 267-283.
- Adusei, C. (2016). Adherence to Public Procurement Act in Tamale Polytechnic of Ghana: Rhetoric or Reality in practice? *Archives of Business Research*, 4(3), 10–20. <https://doi.org/10.14738/abr.43.2015>
- Adusei, C., & Awunyo-Vitor, D. (2015). Implementation Challenges of the Public Procurement Act by Selected Metropolitan, Municipal and District Assemblies in the Ashanti Region, Ghana. *IBusiness*, 07(01), 39–50.
- Afolabi, A. O., Ojelabi, R. A., & Oyeyipo, O. (2019). Comparative analysis of barriers to BIM adoption among construction stakeholders in Nigeria. *Journal of Construction Project Management and Innovation*, 9(2), 2047-2065.
- Aforla, B., Woode, A., & Amoah, D. (2016). Causes of Delays in Highway Construction Projects in Ghana. *Civil and environmental research*, 8, 69-76.
- African Development Bank Group (AFDB). (2023). *Annual Report and Financial Report 2023*. Retrieved from <https://www.afdb.org/en/annual-report-and-financial-report-2023>. Son erişim tarihi: 18.10.2025.
- Aghimien, D., Aigbavboa, C., Oke, A., Thwala, W., & Moripe, P. (2022). Digitalization of construction organisations—a case for digital partnering. *International Journal of Construction Management*, 22(10), 1950-1959.
- Aguiar Costa, A., & Grilo, A. (2015). BIM-based e-procurement: An innovative approach to construction e-procurement. *The Scientific World Journal*, 2015, Article ID 905390. <https://doi.org/10.1155/2015/905390>.
- Agyekum, K., Adinyira, E., & Amudjie, J. (2021). Ethical misconducts within the invitation to tender and tender evaluation and award stages of construction contracts in Ghana. *Journal of Engineering, Design and Technology*. 19(5), 1101-1123. <https://doi.org/10.1108/JEDT-07-2020-0274>.
- Agyekum, K., Ayarkwa, J., & Acheampong, A. (2020). Building Information Modeling (BIM) uptake in Ghana – Assessing the factors hindering the adoption of BIM in Ghana's construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(10), 2499-2517.

- Ahlijah, L., Akrong, E., & Adikah, A. (2025). *Public procurement in Ghana: Focus on single source procurement*. HG.org., <https://www.hg.org/legal-articles/public-procurement-in-ghana-focus-on-single-source-procurement-59883>. Son erişim tarihi: 30.06.2025.
- Ahmad, M., & Wilkins, S. (2025). Purposive sampling in qualitative research: A framework for the entire journey. *Quality & Quantity*, 59(2), 1461-1479.
- Ahuja, R., Sawhney, A., & Arif, M. (2018). Developing organizational capabilities to deliver lean and green project outcomes using BIM. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(10), 1255-1276.
- Akal, A. Y., Kineber, A. F., & Mohandes, S. R. (2022). A phase-based roadmap for proliferating BIM within the construction sector using DEMATEL technique: Perspectives from Egyptian practitioners. *Buildings*, 12(11), 1805. <https://doi.org/10.3390/buildings12111805>.
- Akdag, S. G., & Maqsood, U. (2020). A roadmap for BIM adoption and implementation in developing countries: The Pakistan case. *ArchNet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 14(1), 112–132.
- Akintoye, A., & Beck, M. (2009). *Policy, finance & management for public-private partnerships*. Chichester, UK: Wiley-Blackwell.
- Akuffo, M. K. (2014). *Assessing the level of compliance with the public procurement Act 2003, (Act 663) in selected public entities in Upper Denkyira East Municipality, Central Region* [Master of Science in Procurement]. KNUST, Kumasi, Ghana.
- Akwaah, G. (2015). *Guideline for building the capacity of contractors for adoption and implementation of Building Information Modeling (BIM) in Ghana* (Postgraduate Diploma thesis, KNUST, Kumasi, Ghana).
- Alathamneh, S., Collins, W., & Azhar, S. (2024). BIM-based quantity takeoff: Current state and future opportunities. *Automation in Construction*, 165, 105549.
- Alghamdi, M. S., Beach, T. H., & Rezgui, Y. (2022). Reviewing the effects of deploying building information modelling (BIM) on the adoption of sustainable design in Gulf countries: A case study in Saudi Arabia. *City, Territory and Architecture*, 9(1), 18.
- Al-Hammadi, M. A., & Tian, W. (2020). Challenges and barriers of building information modeling adoption in the Saudi Arabian construction industry. *The Open Construction & Building Technology Journal*, 14(1), 98–110.
- Al-Hanawi, M. K., Almubark, S., Qattan, A. M. N., Cenkier, A., & Kosycarz, E. A. (2020). Barriers to the implementation of public-private partnerships in the healthcare sector in the Kingdom of Saudi Arabia. *PLOS ONE*, 15(6), e0233802.
- Alhumayn, S. A. (2018). *Developing a framework for BIM implementation in the Saudi Arabian construction industry* (Doctoral dissertation, University of Wolverhampton). Retrieved from <https://wlv.openrepository.com>.
- Ali, K. N., Alhajlah, H. H., & Kassem, M. A. (2022). Collaboration and risk in building information modelling (BIM): a systematic literature review. *Buildings*, 12(5), 571.

- Al-Mohammad, M. S., Haron, A. T., Esa, M., Aloko, M. N., Alhammadi, Y., Anandh, K. S., & Rahman, R. A. (2022). Factors affecting BIM implementation: Evidence from countries with different income levels. *Construction Innovation*, 23(3), 683-710. <https://doi.org/10.1108/ci-11-2021-0217>
- Alotaibi, B. S., Waqar, A., Radu, D., Khan, A. M., Dodo, Y., Althoey, F., & Almujiabah, H. (2024). Building information modeling (BIM) adoption for enhanced legal and contractual management in construction projects. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(7), 102822, <https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102822>.
- Alqahtani, F. K., Alabduljabbar, A., Alsager, T., & Abotaleb, I. S. (2022). Evaluation of using building information modelling in green building in Saudi Arabia construction contracts. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1026(1), 012053. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1026/1/012053>.
- Al-Raqeb, H., Ghaffar, S., Haitherali, H., & Gopakumar, A. (2024). Overcoming Barriers to Implementing Building Information Modelling in Kuwait's Ministry of Public Works: A Framework for Sustainable Construction. *Buildings*, 14(1), 130.
- Alrasheed, K.A. Enhancing construction management with machine learning-integrated building information modeling: a transformative approach. *Discov Civ Eng* 2, 155 (2025). <https://doi.org/10.1007/s44290-025-00316-7>.
- Al-Saidi, M., & Zaidan, E. (2024). Smart cities and communities in the GCC region: from top-down city development to more local approaches. *Frontiers in Built Environment*, 10, 1341694.
- Alwafi, A. A. M. (2025). Climate change as an influential factor in designing future cities (case study the NEOM Project "The line city" in Saudi Arabia). *Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture*, 16(2), 237-251.
- Al-Yahya, M., & Panuwatwanich, K. (2018). Implementing e-tendering to improve the efficiency of public construction contract in Saudi Arabia. *International Journal of Procurement Management*, 11(3), 267-294.
- Al-Yahya, M., Skitmore, M., Bridge, A., Nepal, M. P., & Cattell, D. (2018). E-tendering readiness in construction: An a priori model. *International Journal of Procurement Management*, 11(5), 608–638.
- Al-Yami, A., & Sanni-Anibire, M. O. (2021). BIM in the Saudi Arabian construction industry: State of the art, benefits, and barriers. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 39(1), 33-47.
- American Institute of Architects (AIA). (2022). *Instructions: G203™-2022, BIM Execution Plan*. <https://help.aiacontracts.com/hc/en-us/articles/7356618493075-Instructions-G203-2022-BIM-Execution-Plan>.
- Ametepey, S. O., Ansah, S., & Gyadu-Asiedu, W. (2020). Strategies for sustainable environmental management of construction activities in Ghana. *Journal of Building Construction and Planning Research*, 8(03), 180.
- Ametepey, S. O., Gyadu-Asiedu, W., & Assah-Kissiedu, M. (2017). Causes-effects relationship of construction project delays in Ghana: Focusing on local government projects. In J. Charytonowicz (Ed.), *Advances in Human Factors, Sustainable Urban Planning and Infrastructure* (pp. 84–95). Springer.

- Ameyaw, C., Mensah, S., & Osei-Tutu, E. (2012). Public Procurement in Ghana: The Implementation Challenges to the Public Procurement Law 2003 (Act 663). *International Journal of Construction Supply Chain Management*, 2(2), 55–65.
- Ameyaw, E. E., & Chan, A. P. C. (2015). Risk ranking and analysis in PPP water supply infrastructure projects. *Facilities*, 33(7/8), 428–453.
- Ameyaw, E. E., Pärn, E., Chan, A. P., Owusu-Manu, D. G., Edwards, D. J., & Darko, A. (2017). Corrupt practices in the construction industry: Survey of Ghanaian experience. *Journal of Management in Engineering*, 33(6), 05017006.
- Amoah, C., & Shakantu, W. (2019, July). Killing what we intend to grow: the challenges of the local construction industry with the public procurement systems in Ghana. In *Construction Industry Development Board Postgraduate Research Conference* (pp. 112-123). Cham: Springer International Publishing.
- Amoatey, C. T., Ameyaw, Y. A., Adaku, E., & Famiyeh, S. (2015). Analysing delay causes and effects in Ghanaian state housing construction projects. *International Journal of Managing Projects in Business*, 8(1), 198-214.
- Amoatey, C., & Ankrah, A. (2017). Exploring critical road project delay factors in Ghana. *Journal of Facilities Management*, 15, 110-127.
- Ampadu-Asiamah, A., & Ampadu-Asiamah, O. (2013). Management of Government Funded Construction Projects in Ghana: Stakeholders' Perspective of Causes of Delays in Construction of Public Buildings. *Developing Country Studies*, 3(2), 149-156.
- Amuda-Yusuf, G. (2018). Critical Success Factors for Building Information Modelling Implementation. *Construction Economics and Building*, 18(3), 55-73.
- Anaman, K. A., & Osei-Amponsah, C. (2007). Analysis of the causality links between the growth of the construction industry and the growth of the macro-economy in Ghana. *Construction management and economics*, 25(9), 951-961.
- Anas, R. (2020). *Challenges to The Implementation of Public Procurement Act 2003 (Act 663) In Public Institutions In The Wa Municipality* [Master of Commerce (MCOM) Degree in Procurement and Supply Chain Management]. University for Development Studies, Wa, Ghana.
- Anvuur, A., Kumaraswamy, M., & Male, S. (2006). Taking Forward Public Procurement Reforms in Ghana. *CIB W107 Construction in Developing Countries International Symposium Construction in Developing Economies: New Issues and Challenges*.
- Aranda-Mena, G., Crawford, J., Chevez, A., & Froese, T. (2009). Building information modelling demystified: does it make business sense to adopt BIM?. *International Journal of managing projects in business*, 2(3), 419-434.
- Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C., & O'Reilly, K. (2011). Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. *Automation in Construction*, 20, 189-195.
- Arayici, Y., Khosrowshahi, F., Ponting, A. M., & Mihindu, S. (2009, May). Towards the implementation of building information modelling in the construction industry. In *Fifth International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-*

V) "Collaboration and Integration in Engineering, Management and Technology", May (pp. 20-22).

- Ardani, J. A., Utomo, C., & Rahmawati, Y. (2021). Model ownership and intellectual property rights for collaborative sustainability on building information modeling. *Buildings*, 11(8), 346.
- Arensman, D., & Ozbek, M. (2012). Building information modeling and potential legal issues. *Construction Research Congress 2012*, 341–350.
- Ariono, B., Wasesa, M., & Dhewanto, W. (2022). The drivers, barriers, and enablers of building information modeling (BIM) innovation in developing countries: Insights from systematic literature review and comparative analysis. *Buildings*, 12(11), 1912. <https://doi.org/10.3390/buildings12111912>.
- Arrotéia, A. V., Freitas, R. C., & Melhado, S. B. (2021). Barriers to BIM adoption in Brazil. *Frontiers in Built Environment*, 7, 520154. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.520154>.
- Arslan, G., & Kivrak, S. (2008). E-business transformation stages for construction companies. In *Computing in Civil Engineering (2007)* (pp. 745-755).
- Arthur-Aidoo, B. M., Ansary, N., & Aigbavboa, C. (2016). Assessing the strength and weakness of the Ghanaian construction industry. *Integrated Solutions for Infrastructure Development*, 1-6.
- Arunkumar, S., Suveetha, V., & Ramesh, A. (2018). A feasibility study on the implementation of building information modeling (BIM): from the architects' & engineers' perspective. *Asian Journal of Civil Engineering*, 19(2), 239-247.
- Asamoah, K., Berko, E., & Adu Poku, S. (2019). Assessing the implementation challenges of the Procurement Act of Ghana: The Newmont Ghana experience. *SocialSci Journal*, 3, 1–15.
- Asamoah, R. O., & Decardi-Nelson, I. (2014). Promoting trust and confidence in the construction industry in Ghana through the development and enforcement of ethics. *Information and Knowledge Management*, 4(2), 63–68.
- Asare, K. A., Ruikar, K. D., Zanni, M., & Soetanto, R. (2020). BIM-based LCA and energy analysis for optimised sustainable building design in Ghana. *SN Applied Sciences*, 2, 1-20.
- Asare, S. O., Fobiri, G., & Bondinuba, F. K. (2025). Enhancing fairness, transparency, and accountability during tendering under Ghana's procurement system: a systematic review. *Built Environment Project and Asset Management*, 15(1), 33-50.
- Asiedu, E., Blay Jnr, A. V. K., & Denutsui, S. K. (2024). Exploring practitioners' knowledge of circular economy in the Ghanaian construction industry. *International Research Journal of Science, Technology, Education, & Management (IRJSTEM)*, 4(1).
- Asiedu, R., & Alfen, H. (2016). Understanding the underlying reasons behind time overruns of government building projects in Ghana. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 20, 2103-2111. <https://doi.org/10.1007/S12205-015-0544-4>.

- Assibey-Mensah, G. O. (2009). Ghana's construction industry and global competition: A research note. *Journal of Black Studies*, 39(6), 974-989. <https://doi.org/10.1177/0021934707306582>.
- Atiga, O. (2024). Public Sector Procurement in Ghana (Volume 1). *Public Sector Procurement in Ghana (Volume 1)*, 1–161. <https://doi.org/10.9734/bpi/mono/978-93-48119-13-1>.
- Atiga, O., & Azanlerigu, J. A. (2017). A longitudinal outlook of violations of Ghana's Public Procurement Law, Act (663) 2003. *International Journal of Procurement Management*, 10(1), 38-50.
- Autodesk (2025). Industrialized construction disciplines the building process with data. Available: <https://www.autodesk.com/design-make/emerging-tech/industrialized-construction>, Son erişim tarihi: 22.03.2025.
- Autodesk. (2003). *Parametric modeling software*. Retrieved from <https://www.autodesk.com/solutions/parametric-modeling>. Son erişim tarihi: 22.03.2025.
- Autodesk. (2021). *What is BIM | Building Information Modeling?* Retrieved from <https://www.autodesk.com/solutions/aec/bim>. Son erişim tarihi: 18.10.2025.
- Autodesk. (2024). *Digital delivery of large-scale projects: The impact of efficient BIM integration with project management*. Autodesk University. Retrieved from <https://www.autodesk.com/autodesk-university/class/Digital-Delivery-of-Large-Scale-Projects-The-Impact-of-Efficient-BIM-Integration-with-Project-Management-2024>. Son erişim tarihi: 22.03.2025.
- Ayirebi-Dansoh, A., vd. (2010). The changing face of construction in Ghana: Implications for training and innovation. *Journal of Construction in Developing Countries*, 15(2), 1–17.
- Azanlerigu, J. A., & Akay, E. (2015). Prospects and challenges of e-procurement in some selected public institutions in Ghana. *European Journal of Business and Management*, 7(33), 1–10.
- Azhar, S. (2011). Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and management in engineering*, 11(3), 241-252.
- Azhar, S., Khalfan, M., & Maqsood, T. (2012). Building information modeling (BIM): now and beyond. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, The, 12(4), 15-28.
- Azhar, S., Nadeem, A., Mok, J. Y., & Leung, B. H. (2008). Building Information Modeling (BIM): A new paradigm for visual interactive modeling and simulation for construction projects. In *Proc., First International Conference on Construction in Developing Countries* (Vol. 1, pp. 435-46).
- Babatunde, S. O., Ekundayo, D., Adekunle, A. O., & Bello, W. (2020). Comparative analysis of drivers to BIM adoption among AEC firms in developing countries: a case of Nigeria. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 18(6), 1425-1447. <https://doi.org/10.1108/jedt-08-2019-0217>.
- Babatunde, S. O., Opawole, A., & Ujaddughe, I. C. (2010). An appraisal of project

- procurement methods in the Nigerian construction industry. *Civil Engineering Dimension*, 12(1), 1-7.
- Baharom, M. H., Habib, S. N. H. A., & Ismail, S. (2021). Building information modelling (BIM): Contractual issues of intellectual property rights (IPR) in construction projects. *International journal of sustainable construction engineering and technology*, 12(1), 170-178.
- Bailey, C. A. (2007). *A Guide to Qualitative Field Research* (2nd ed.). Pine Forge Press.
- Bamfo-Agyei, E., & Nani, G. (2015). The Adoption of Building Information Modeling (BIM) For Procurement of Works in Ghana. *African Journal of Applied Research*, 2(2), 165-173.
- Baracho, R. M. A., da Silva Santiago, L. G., e Silva, A. T. M. A., Vidigal, M. J. M., & Porto, M. F. (2025). Building information modeling (BIM) for planning and construction. *Architecture, Structures and Construction*, 5(1), 6.
- Barajei, C., Bamfo-Agyei, E., Antwi-Agyei, P., Doumbia, M. O., & Nyameche, M. (2024). Success of the tender stage of Ghanaian public labor-based construction projects. *Journal of Public Procurement*, 24(3), 281-301.
- Barlish, K., & Sullivan, K. (2012). How to measure the benefits of BIM: A case study approach. *Automation in Construction*, 24, 149–159. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.02.008>.
- Baskarada, S., & Koronios, A. (2018). A philosophical discussion of qualitative, quantitative, and mixed methods research in social science. *Qualitative Research Journal*, 18(1), 2-21.
- Batjargal, T., & Zhang, M. (2021). Review of key challenges in public-private partnership implementation. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 5(2), 1378.
- BCA. (2022A). *BIM Handover Technical Guide – Version 1*. Singapore: BCA Academy. Retrieved from [BCA Academy PDF](#). Son erişim tarihi:19.10.2025.
- BCA. (2024). *Guide on Building Information Modelling (BIM) e-Submission: Fixed Installation Requirements*. Singapore: BCA. Retrieved from [BCA Official PDF](#). Son erişim tarihi:19.10.2025.
- BCA. (2024A). *IDD Implementation Plan*. Singapore: BCA. Retrieved from [BCA Official Website](#). Son erişim tarihi:19.10.2025.
- Becerik-Gerber, B., Jazizadeh, F., Li, N., & Calis, G. (2012). Application areas and data requirements for BIM-enabled facilities management. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(3), 431–442. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000433](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000433).
- Beeston, P. (2021). *Why we should use BIM at tender stage*. RICS Construction Journal. [RICS](#).
- Bentil, E., Nana-Addy, E., Asare, E. K., & Fokuo-Kusi, A. (2017). The level of existence and impact of cost and time overruns of building construction projects in Ghana. *Civil and Environmental Research*, 9(1), 36-46.
- Betts, M., Rixon, D., & Martin, L. (2006). Legal and security issues in electronic

- procurement. *Journal of Information Technology in Construction*, 11, 119–131.
- Bew, M., & Richards, M. (2008). *Bew-Richards BIM Maturity Model ("The Wedge")*. UK BIM Task Group.
- Bhatarai, R., Banihashemi, S., Shakouri, M., & Antwi-Afari, M. (2025). *Integration of Augmented Reality with Building Information Modelling: Design Optimization and Construction Rework Reduction Perspective*. Archives of Computational Methods in Engineering. Springer.
- BIM Life (2025). BIM-FM Integration. Available at: <https://www.bimlife.com/solutions-services/solutions-for-idd-services/bim-fm-integration/>. Last accessed: 28.09.2025.
- BibLus, (2024). 2BibLus (2024). 8D BIM: What is it and what are its benefits? Available: <https://biblus.accasoftware.com/en/8d-bim-what-is-it-and-what-are-its-benefits/>. Last Accessed: 28.09.2025.
- Bitaraf, Iman, Ali Salimpour, Pedram Elmi, and Ali Akbar Shirzadi Javid. "Improved Building Information Modeling Based Method for Prioritizing Clash Detection in the Building Construction Design Phase." *Buildings* 14, no. 11 (2024): 3611.
- Boadu, E., Wang, C., & Sunindijo, R. (2020). Characteristics of the Construction Industry in Developing Countries and Its Implications for Health and Safety: An Exploratory Study in Ghana. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 4110. <https://doi.org/10.3390/ijerph17114110>.
- Boatemaa-Yeboah, Y., & Tamakloe, W. A. (2019). Challenges in public procurement in Kwahu West Municipal Assembly, Ghana. *African Research Review*, 13(3), 42.
- Boateng, F. (2020). *Adoption of Building Information Modelling (BIM) in Ghana: Opportunities and challenges*. Journal of Construction Engineering and Management, 146(6), 04020055.
- Borrmann, A., Forster, C., Liebich, T., König, M., Tulke, J. (2021). Germany's Governmental BIM Initiative – The BIM4INFRA2020 Project Implementing the BIM Roadmap. In: Toledo Santos, E., Scheer, S. (eds) Proceedings of the 18th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. ICCCBE 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 98. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51295-8_31
- Borrmann, A., König, M., Koch, C., Beetz, J. (2018). Building Information Modeling: Why? What? How?. In: Borrmann, A., König, M., Koch, C., Beetz, J. (eds) Building Information Modeling. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3>
- Bosio, E., Djankov, S., Glaeser, E., & Shleifer, A. (2022). Public procurement in law and practice. *American Economic Review*, 112(4), 1091-1117.
- Boton, C., & Forgues, D. (2023). "4D BIM for construction schedule validation: A longitudinal study." *Journal of Construction Engineering and Management*, 149(3), 04022186.
- Bouman, S., Friperon, R., Gielen, M., & Wilms, P. (2013). *Public-private partnerships in developing countries*. Policy and Operations Evaluation Department (IOB), Ministry of Foreign Affairs, The Hague. Retrieved from <https://agris.fao.org>.

- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>.
- Bowen, P., Edwards, P., & Cattell, K. (2012). Corruption in the South African construction industry: A mixed methods study. In S. D. Smith (Ed.), *Proceedings of the 28th Annual ARCOM Conference* (pp. 521–531).
- Bradley, A. (2008). *Barriers to the adoption of BIM in the construction industry*. Proceedings of the 24th Annual ARCOM Conference, Cardiff, UK.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77–101.
- Braun, V., & Clarke, V. (2022). *Conceptual and design thinking for thematic analysis*. *Qualitative Psychology*, 9 (1), 3–26.
- Bromberg, D., & Manoharan, A. (2015). E-procurement implementation in the United States: Understanding progress in local government. *Public Performance & Management Review*, 38(3), 409–429. <https://www.jstor.org/stable/24773421>.
- Brühl, V. (2024). The economic rise of China – an analysis of China’s growth drivers. *International Economics and Economic Policy*, 22(16). <https://doi.org/10.1007/s10368-024-00640-w>
- Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2013). The Project Benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31(7), 971–980.
- Bryman, A. (2012). *Social research methods* (4th ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Bryman, A. (2016). *Social research methods* (5th ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Bryman, A., & Bell, E. (2015). *Business research methods* (4th ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Buertey, J. T., Dadadzogbor, E., & Atsrim, F. (2016). Procurement of developmental projects in Ghana: A literature review of the designer-led system versus the producer-led systems. *American Journal of Civil Engineering*, 4(4), 127–135.
- Buertey, J. T., Dadadzogbor, E., & Atsrim, F. (2021). Procurement path influencing factors in Ghana: Managing the challenge of cultural shift. *International Journal of Construction Management*, 21(1), 78–92.
- Building and Construction Authority (BCA). (2013). *Singapore BIM Guide Version 2*. Singapore: Building and Construction Authority. Retrieved from <https://www.corenet.gov.sg>, Son erişim tarihi:19.10.2025.
- Building and Construction Authority (BCA). (2016). *Singapore BIM Roadmap 2010–2020*. Singapore: Building and Construction Authority. Retrieved from https://www1.bca.gov.sg/docs/default-source/docs-corp-buildsg/digitalisation/media_release_scpw_2016_181016.pdf. Son erişim tarihi:19.10.2025.
- Building and Construction Authority (BCA). (2022). *BIM e-Submission Requirements for New Developments*. Singapore: Building and Construction Authority. Retrieved from https://www1.bca.gov.sg/docs/default-source/docs-corp-news-and-publications/circulars/bim-circular-for-private-project_dec2020.pdf. Son erişim

tarihi:19.10.2025.

- buildingSMART International. (2023). buildingSMART Sweden. <https://www.buildingsmart.org/community/chapter-directory/buildingsmart-sweden/>.
- buildingSMART International. (2024). Industry Foundation Classes (IFC) 4.3 final specification. *BuildingSMART Technical Report*.
- Byggningsstyrelsen. (n.d.). *Digital construction*. Danish Government. <https://en.bygst.dk/construction/digital-construction/>. Son erişim tarihi: 04.08.2025.
- Bynum, P., Issa, R. R. A., & Olbina, S. (2013). Building Information Modeling in Support of Sustainable Design and Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(1), 24-34.
- Cabinet Office. (2016). Government construction strategy: 2016–2020. HM Government. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a80ac49ed915d74e622fca7/Government_Construction_Strategy_2016-20.pdf. Son erişim tarihi: 04.08.2025.
- Campbell County, Wyoming. (n.d.). *Construction Manager at Risk (CMAR) information*. Retrieved: <https://www.campbellcountywy.gov/DocumentCenter/View/3238/CMAR-Information>. Last accessed: 01.06.2025.
- Cao, D., Li, H., Wang, G., & Zhang, W. (2023). Comparative analysis of global BIM contracting practices: A 28-country investigation. *Automation in Construction*, 147, 104712.
- Cao, Y., Zhanga, L. H., McCabe, B., & Shahi, A. (2019). The Benefits of and Barriers to BIM Adoption in Canada. *Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, 152–158.
- Celoza, A., de Oliveira, D. P., & Leite, F. (2023). Role of BIM contract practices in stakeholder BIM implementation on AEC projects. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, 15(2), 04523002.
- Chan, D. W. M., Olawumi, T. O., & Ho, A. M. L. (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.
- Charef, R., Alaka, H., & Emmitt, S. (2018). Beyond the third dimension of BIM: A systematic review of literature and assessment of professional views. *Journal of Building Engineering*, 19, 242-257. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2018.04.028>.
- Charef, R., Emmitt, S., Alaka, H., & Fouchal, F. (2019). Building Information Modelling adoption in the European Union: An overview. *Journal of Building Engineering*, 42, 102746. <https://doi.org/10.1016/j.job.2019.100777>.
- Cheng, J. C., & Lu, Q. (2015). A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 20(27), 442-478.
- Choi, J., Kim, H., & Kim, I. (2015). Open BIM-based quantity take-off system for schematic estimation of building frame in early design stage. *Journal of*

- Computational Design and Engineering*, 2(1), 16-25.
- Chowdhury, M., Hosseini, M. R., Edwards, D. J., Martek, I., & Shuchi, S. (2024). Comprehensive analysis of BIM adoption: From narrow focus to holistic understanding. *Automation in Construction*, 160, 105301.
- CIPS (2025). Procurement Definition. Available: <https://www.cips.org/intelligence-hub/procurement/what-is-procurement#:~:text=Procurement%20is%20defined%20as%20the,a%20profitable%20and%20ethical%20manner>. Son erişim tarihi: 08.03.2025.
- Ciribini, A., Bolpagni, M., & Oliveri, E. (2015). An Innovative Approach to e-public Tendering Based on Model Checking. *Procedia. Economics and finance*, 21, 32-39. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00147-1](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00147-1).
- Citi Newsroom. (2024, June 18). *Government signs \$12bn agreement for first phase of petroleum hub project*. Retrieved from <https://citinewsroom.com/2024/06/government-signs-12bn-agreement-for-first-phase-of-petroleum-hub-project/>, Son Erişim tarihi, 10.10.2025
- Clifton, C., & Duffield, C. F. (2006). Improved PFI/PPP service outcomes through the integration of Alliance principles. *International Journal of Project Management*, 24(7), 573-586.
- Cohen, J. (2010). Integrated Project Delivery: Case Studies January 2010. AIA California Council, 1303 J Street, Suite 200, Sacramento, CA, USA.
- Coleman, P. (2022). Validity and reliability within qualitative research for the caring sciences. *International Journal of Caring Sciences*, 14(3), 2041-2045.
- Construction Industry Development Board Malaysia (CIDB). (2015). *BIM roadmap for Malaysia's construction industry (2014–2020)*. CIDB Malaysia. Retrieved from <https://smart.cidb.gov.my/publication/bim-roadmap-report-62> [smart.cidb.gov.my], Son erişim tarihi, 13.04.2024.
- Correa, S. L. M., & Santos, E. T. (2021). BIM support in the tendering phase of infrastructure projects. In *Proceedings of the 18th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering* (pp. 383–392). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51295-8_27.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (4th ed.). Pearson
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage Publications.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2023). Revisiting mixed methods research designs twenty years later. *Handbook of mixed methods research designs*, 1(1), 21-36.
- Cui, C., Liu, Y., Hope, A., & Wang, J. (2018). Review of studies on the public–private partnerships (PPP) for infrastructure projects. *International journal of project management*, 36(5), 773-794.
- Damoah, I., & Kumi, D. (2018). Causes of government construction projects failure in an

- emerging economy: Evidence from Ghana. *International Journal of Managing Projects in Business*, 11, 558-582. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-04-2017-0042>.
- Daniotti, B., Pavan, A., Lupica Spagnolo, S., Caffi, V., Pasini, D., Mirarchi, C. (2020). Benefits and Challenges of BIM in Construction. In: BIM-Based Collaborative Building Process Management. Springer Tracts in Civil Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32889-4_6.
- Das, K., Khursheed, S., & Paul, V. K. (2025). The impact of BIM on project time and cost: insights from case studies. *Discover Materials*, 5(1), 25.
- Dautremont, C., Jancart, S., Dagnelie, C., & Stals, A. (2019). Parametric design and BIM, systemic tools for circular architecture. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 225, No. 1, p. 012071). IOP Publishing.
- Davidavičienė, V. (2018). Research methodology: An introduction. In *Modernizing the academic teaching and research environment: Methodologies and cases in business research* (pp. 1-23). Cham: Springer International Publishing.
- Davis, F. D. (1989). Technology acceptance model: TAM. *Al-Sugri, MN, Al-Aufi, AS: Information Seeking Behavior and Technology Adoption*, 205, 219.
- Davis, R. P., Love, P., & Baccarini, D. (2008). Building procurement methods.
- Decarolis, F., & Giorgiantonio, C. (2022). Corruption red flags in public procurement: new evidence from Italian calls for tenders. *EPJ Data Science*, 11(1), 16.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2011). *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (4th ed.). SAGE Publications.
- Deore, S. P., & Joshi, D. A. (2024). *Comparative Analysis of Traditional Methods and Building Information Modeling (BIM) in Construction Project Cost Estimation*. IJRASET. DOI.
- Department for Business, Innovation and Skills. (2012). *Building Information Modelling: Industrial strategy – government and industry in partnership* (Publication No. 12/1327). UK Government. Retrieved from <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a79b2eae5274a18ba50e280/12-1327-building-information-modelling.pdf>. Son erişimi: 18.10.2025.
- DFØ (n.d.). Public procurement information (English). <https://anskaffelser.no/en/public-procurement-information-english>
- Di Giuda, G. M., Giana, P. E., Paleari, F., Schievano, M., Seghezzi, E., & Villa, V. (2020). A BIM-based process from building design to construction: a case study, the school of Melzo. *Buildings for Education: A Multidisciplinary Overview of The Design of School Buildings*, 163-173.
- Dillman, D. A., Smyth, J. D., & Christian, L. M. (2014). Internet, Phone, Mail, and Mixed-Mode Surveys: The Tailored Design Method (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Ding, Z., Wang, X., Zuo, J., Zou, P.W., Yuan, L. (2023). Interview Methods in Construction and Demolition Research: Based on Case Study and Recommended Best Practices. In: Li, J., Lu, W., Peng, Y., Yuan, H., Wang, D. (eds) Proceedings of the 27th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate. CRIOCM 2022. Lecture Notes in Operations

- Research. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-3626-7_5.
- Dogbey, S. Y. (2021). *Readiness of Ghanaian construction industry towards digital transformation in Ghana: Effects of communication on project success* (Doctoral dissertation). KNUST, Kumasi, Ghana.
- Don, N. L. S. U., Panuwatwanich, K., & Waidyasekara, K. G. A. S. (2024), "Multicriteria selection practices in public tender evaluation process: the case of Sri Lanka", *Built Environment Project and Asset Management*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-12-2023-0220>.
- Dotoli, M., Epicoco, N., & Falagario, M. (2020). Multi-Criteria Decision Making techniques for the management of public procurement tenders: A case study. *Appl. Soft Comput.*, 88, 106064. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106064>.
- Douh, S. (2016). Standard practices for an effective competitive tendering process for public works procurement. *Civil Engineering and Architecture*, 4(5), 193-200.
- Du, Y., Lu, W., & Li, H. (2005). Tendering and bidding principles in construction projects. *Journal of Construction Procurement*, 11(2), 56-68.
- Duah, P. Y. A. P. (2017). *An appraisal of the Ghana Highway Authority road design guide* (Doctoral dissertation). KNUST, Kumasi, Ghana.
- 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.
- Easterby-Smith, M., Thorpe, R., & Jackson, P. R. (2012). *Management research* (4th ed.). London: SAGE Publications.
- Easterby-Smith, M., Thorpe, R., & Lowe, A. (2002). *Management research: An introduction* (2nd ed.). London: SAGE Publications.
- Easterby-Smith, M., Thorpe, R., Jackson, P., & Lowe, A. (2008). *Management research*, 3rd edn London.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors* (2nd ed.). Wiley.
- Ecofin Agency. (2025, October 2). *Ghana rail expansion faces setbacks as Tema-Mpakadan line stalls*. Retrieved from <https://www.ecofinagency.com/news-infrastructure/0210-49220-ghana-rail-expansion-faces-setbacks-as-tema-mpakadan-line-stalls>. Son Erişim tarihi, 10.10.2025
- Ehlermann-Cache, N. (2007). *Bribery in public procurement: Methods, actors and counter-measures*. Paris: OECD Publishing. ISBN: 9789264013940. Retrieved from <https://searchworks.stanford.edu/view/6849558>, son erişim tarihi; 22.1.2024
- El Hajj, C., Martínez Montes, G., & Jawad, D. (2023). An overview of BIM adoption barriers in the Middle East and North Africa developing countries. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 30(2), 889-913.
- El Hajj, C., Martínez Montes, G., & Jawad, D. (2023). An overview of BIM adoption barriers in the Middle East and North Africa developing countries. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 30(2), 889-913.

- Elghaish, F., Hosseini, M. R., Talebi, S., Abrishami, S., Martek, I., & Kagioglou, M. (2020). Factors driving success of cost management practices in integrated project delivery (IPD). *Sustainability*, 12(22), 9539. <https://doi.org/10.3390/su12229539>.
- Elghaish, F., Pour Rahimian, F., Brooks, T., Dawood, N., Abrishami, S. (2023). An Automated 4D BIM Model Development and Optimization. In: Blockchain of Things and Deep Learning Applications in Construction. *Springer*, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-06829-4_8.
- El-Gohary, N. M., Osman, H., & El-Diraby, T. E. (2006). Stakeholder management for public-private partnerships. *International journal of project management*, 24(7), 595-604.
- Ellis, G. (2022, February 1). *The Ultimate Guide to Choosing the Best Project Delivery Method*. Autodesk. <https://constructionblog.autodesk.com/best-project-delivery-method/>.
- Elmalı, Ö., & Bayram, S. (2022). Adoption of BIM concept in the Turkish AEC industry. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 46(1), 435-452.
- Elsharkawi, H., Elbeltagi, E., Eid, M. S., Alattyih, W., & Wefki, H. (2025). Construction Payment Automation Through Scan-to-BIM and Blockchain-Enabled Smart Contract. *Buildings*, 15(2), 213. <https://doi.org/10.3390/buildings15020213>.
- Engelbert, L. (2015). Anti-corruption elements in the Ghanaian public procurement law. *African Public Procurement Law Journal*, 2(1), 1–23.
- Erbaş, I. (2015). A Critical Approach to Contractor Selection Process of Turkish Public Building Procurement. *International Conference on Architecture, Structure and Civil Engineering (ICASCE-15) Sept. 7-8, 2015 Antalya (Turkey)*, 1–5.
- Eriksson, P., & Kovalainen, A. (2008). *Qualitative Methods in Business Research*. SAGE Publications.
- Essilfie-Baiden, E. (2020). Building industry and its relationships to the Ghanaian economic impact. *Project Management Scientific Journal*, 4(3), 1–7.
- EU BIM Task Group. (2017). *Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector: Strategic action for construction sector performance – driving value, innovation and growth*. European Commission. Retrieved from https://eubim.eu/downloads/EU_BIM_Task_Group_Handbook_FINAL.PDF.
- European Commission. (2022). *Electronic procurement (e-procurement)*. Brussels: European Commission. Retrieved from https://ec.europa.eu/growth/single-market/public-procurement/e-procurement_en.
- European Investment Bank (EIB). (2021). *EPEC Guide to Public-Private Partnerships*. Luxembourg: EIB. ISBN: 978-92-861-5043-2. Retrieved from <https://www.eib.org/en/publications/epec-guide-to-public-private-partnerships>.
- Evenett, S. J., & Hoekman, B. M. (2003). *Government procurement: Market access, transparency, and multilateral trade rules*. Washington, DC: World Bank Publications. Retrieved from <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/15762>.

- Eyiah, A. K., Kheni, N. A., & Quartey, P. D. (2019). An assessment of occupational health and safety regulations in Ghana: a study of the construction industry. *Journal of Building Construction and Planning Research*, 7(2), 11-31.
- Faghihi, V., Peimankar, P., Nazarpour, M. T., & Shafaat, A. (2022). Effects of contractual challenges in building information modeling on successful implementation. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, 14(4), 05022003.
- Famakin, I. O., Othman, I., Kineber, A. F., Oke, A. E., Olanrewaju, O. I., Hamed, M. M., & Olayemi, T. M. (2023). Building information modeling execution drivers for sustainable building developments. *Sustainability*, 15(4), 3445.
- Famiyeh, S., Amoatey, C., Adaku, E., & Agbenohevi, C. (2017). Major causes of construction time and cost overruns. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 15, 181-198. <https://doi.org/10.1108/JEDT-11-2015-0075>.
- Fan, S. L. (2014). Intellectual property rights in building information modeling application in Taiwan. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(3), 04013058.
- Fan, S.-L. (2014). Intellectual Property Rights in Building Information Modeling Application in Taiwan. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(3), 04013058. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000808](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000808).
- Farnsworth, C. B., Warr, R. O., Weidman, J. E., & Mark H. D. (2016). Effects of CM/GC Project Delivery on Managing Process Risk in Transportation Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(3), 04015091.
- FHWA (2021). *Advancing pavement performance prediction: FHWA research and technology evaluation*. U.S. Department of Transportation. <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/pavements/21064/index.cfm>.
- Firmino, S.I.R. (2020). Public-Private Partnerships. In: Farazmand, A. (eds) *Global Encyclopedia of Public Administration, Public Policy, and Governance*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31816-5_3985-1
- Flick, U. (2006). *An introduction to qualitative research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Flick, U. (2011). *An introduction to qualitative research* (5th ed.). SAGE Publications.
- Flick, U. (2015). *Introducing Research Methodology: A Beginner's Guide to Doing a Research Project*. SAGE Publications.
- Fombad, M. (2013). Accountability challenges in public-private partnerships from a South African perspective. *African Journal of Business Ethics*, 7(1), 11.
- Fosu, C., Amoateng, S. S., & Duku, T. (2023). BIM adoption in architectural practice in Ghana: A study of current status and future prospects. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 4(8), 2998–3005.
- Fowler, F. J. (2014). *Survey research methods* (5th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Freeman, R. E. (1984). *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Pitman.

- Frimpong, B. E., Sunindijo, R. Y., & Wang, C. (2020). Towards improving performance of the construction industry in Ghana: a SWOT approach. *Civil Engineering Dimension*, 22(1), 37-46. <https://doi.org/10.9744/ced.22.1.37-46>.
- Gadlage, K., & Manos, J. L. (2020). Implementation, phases, and project management. In *Comprehensive Healthcare Simulation: Program & Center Development* (pp. 25-30). Cham: Springer International Publishing.
- Galli, B.J. (2019). Comparison of Change Management Models: Similarities, Differences, and Which Is Most Effective? In: Daim, T., Dabić, M., Başoğlu, N., Lavoie, J.R., Galli, B.J. (eds) *R&D Management in the Knowledge Era. Innovation, Technology, and Knowledge Management*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15409-7_24.
- Gao, J., & Fischer, M. (2008). Framework and Case Studies Comparing Implementations and Impacts of 3D/4D Modeling Across Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(5), 394-404.
- Gariba, S. (2019). Factors influencing the adoption and implementation of e-procurement in Ghana's public sector: A case study of Tamale Teaching Hospital. *International Journal of Supply Chain Management*, 8(3), 45-55.
- Gehlbach H, Artino AR Jr. The Survey Checklist (Manifesto). *Academic Medicine : Journal of the Association of American Medical Colleges*. 2018 Mar;93(3):360-366. DOI: 10.1097/acm.0000000000002083. PMID: 29210756.
- Gerard, P. A., & Dawood, N. (2023). BIM adoption issues in infrastructure construction projects: analysis and solutions. *Digitalization in Construction: Recent Trends and Advances*. London: Routledge, 173-200.
- Gerges, M., Austin, S., Mayouf, M., Ahiakwo, O., Jaeger, M., Saad, A., & El Gohary, T. (2017). An investigation into the implementation of Building Information Modeling in the Middle East. *Journal of Information Technology in Construction*, 22, 1-15.
- Ghaffarianhoseini, A., Tookey, J., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., Azhar, S., Efimova, O., & Raahemifar, K. (2017). Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges. *Renewable and sustainable energy reviews*, 75, 1046-1053.
- Gharaibeh, L., Eriksson, K., Lantz, B. (2024). Quantifying BIM investment value: a systematic review. *Journal of Engineering, Design and Technology*. <http://dx.doi.org/10.1108/JEDT-06-2023-0259>
- Gheni Hussien, I., Saeed Rasheed, Z., Asaadsamani, P., & Sarvari, H. (2025). Perceived Critical Success Factors for Implementing Building Information Modelling in Construction Small-and Medium-Sized Enterprises. *CivilEng*, 6(1), 5.
- Girginkaya Akdag, S., & Maqsood, U. (2020). A roadmap for BIM adoption and implementation in developing countries: the Pakistan case. *Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 14(1), 112-132.
- Glas, A. H., & Eßig, M. (2018). Factors that influence the success of small and medium-sized suppliers in public procurement: Evidence from a centralized agency in Germany. *Supply Chain Management: An International Journal*, 23(1), 65-78.

- Gledson, B. J., & Greenwood, D. (2017). The adoption of 4D BIM in the UK construction industry: An innovation diffusion approach. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 24(6), 950-967.
- Gomm, R. (2008). *Social research methodology: A critical introduction*. (2nd ed.), Bloomsbury Publishing.
- Goswami, S., Dutta, S., & Roy, S. (2020). Security challenges in e-procurement systems: A review. *International Journal of Computer Applications*, 176(24), 1–6.
- Grady, T. and Hopkins, K. (2024). The Challenges of Transitioning from Closed to Open Access Books. Copim.URL: <https://copim.pubpub.org/pub/challenges-of-transitioning-from-closed-to-openaccess-books>, Accessed: 12.03.2025.
- Grandia, J., Volker, L., & Schotanus, F. (2023). *Public procurement: Theory, practices and tools*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-18490-1>.
- Grant, S. C. (2021). Informed consent—we can and should do better. *JAMA network open*, 4(4), e2110848-e2110848.
- Greenhalgh, B., & Squires, G. (2011). *Introduction to Building Procurement* (1st Edition). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203885062>.
- Grilo, A., & Jardim-Goncalves, R. (2011). Challenging electronic procurement in the AEC sector: A BIM-based integrated perspective. *Automation in Construction*, 20(2), 107–114. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.008>.
- Grimsey, D., & Lewis, M. K. (2004). *Public Private Partnerships: The worldwide revolution in infrastructure provision and project finance*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- GSA. (2018). BIM Guide Overview. U.S. General Services Administration. Retrieved from <https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/design-excellence/building-information-modeling/bim-guide-overview>. Son erişim tarihi: 22.03.2025.
- Hale, D. R., Shrestha, P. P., Gibson, G. E., & Migliaccio, G. C. (2009). Empirical Comparison of Design/Build and Design/Bid/Build Project Delivery Methods. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(7), 579–587.
- Hall, A. T., Durdyev, S., Koc, K., Ekmekcioglu, O., & Tupenaite, L. (2022). Multi-criteria analysis of barriers to building information modeling (BIM) adoption for SMEs in New Zealand construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 30(9), 3798–3816.
- Hall, D., & Lobina, E. (2005). The relative efficiency of public and private sector water. *PSIRU Reports*, University of Greenwich. Retrieved from <https://www.ircwash.org/sites/default/files/Hall-2005-Relative.doc>.
- Hamil S. (2021A). BIM dimensions – 3D, 4D, 5D, 6D BIM explained. Available: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-bim-explained>, Son erişim tarihi: 22.03.2025.
- Hamil, S. (2021). *What is Building Information Modelling (BIM)?* NBS. Retrieved from <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-building-information-modelling-bim>. Son erişim tarihi: 22.03.2025.

- Hamledari, H., & Fischer, M. (2021). Construction payment automation using blockchain-enabled smart contracts and robotic reality capture technologies. *Automation in Construction*, 132, 103926.
- Hamza, S., Rasheed, S., & Hussein, A. (2022). Procurement challenges analysis of Iraqi construction projects. *Journal of the Mechanical Behavior of Materials*, 31, 112 - 117. <https://doi.org/10.1515/jmbm-2022-0012>.
- Haque, M.S. (2022). Inductive and/or Deductive Research Designs. In: Islam, M.R., Khan, N.A., Baikady, R. (eds) Principles of Social Research Methodology. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-5441-2_5.
- Hardin, B., & McCool, D. (2015). BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows (2nd ed.). Wiley.
- Hasannejad, A., Shirzadi Javid, A. A., & Bitaraf, I. (2024). BIM-based Clash Resolution Process Using Fuzzy AHP Methods. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 48(3), 1749-1762.
- Hasek, A. (2021). BIM adoption in Europe: 7 countries compared. PlanRadar. Available: <https://www.planradar.com/gb/bim-adoption-in-europe/>. Last Accessed: 22.03.2025.
- Hemanth Kumar, N., & Sreenivas Padala, S. P. (2023). BIM-Based Integrated Approach for Design and Construction Planning of Building Projects. In *International Conference on Interdisciplinary Approaches in Civil Engineering for Sustainable Development* (pp. 605-616). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Hemming, R. (2006). *Public-Private Partnerships, Government Guarantees, and Fiscal Risk*. Washington, DC: International Monetary Fund. ISBN: 9781589064935.
- Hilton, B. D., Azhar, S., Khalfan, M., & Ul-Haq, I. (2021). Building information modelling (BIM) for structural components in construction. *International Journal of Sustainable Real Estate and Construction Economics*, 2(1), 20-45.
- HM Government. (2012). *Building Information Modelling: Industrial Strategy – Government and Industry in Partnership*. Department for Business, Innovation & Skills. Retrieved from gov.uk. Son erişim tarihi: 19.10.2025.
- HM Government. (2015). Digital Built Britain: Level 3 Building Information Modelling – Strategic Plan. UK Government. Son erişim tarihi: 19.10.2025.
- Hochscheid, E., Falardeau, M., Lapalme, J., Boton, C., & Rivest, L. (2023). Practitioners' concerns about their liability toward BIM collaborative digital mockups: Case study in civil engineering. *Journal of Construction Engineering and Management*, 149(9), 05023010.
- Hoekman, B., & Taş, B. K. O. (2020). Procurement policy and SME participation in public purchasing. *Small Business Economics*, 58(2), 383–402.
- Holtom, B., Baruch, Y., Aguinis, H., & A Ballinger, G. (2022). Survey response rates: Trends and a validity assessment framework. *Human relations*, 75(8), 1560-1584.
- Holzer, D. (2022). "Critical provisions in BIM contracts: Analyzing implementation effectiveness." *Building Research & Information*, 50(4), 367-384.
- Hosseinpour, M., Roghanian, E. ve Weber, G. (2023). Zaman-maliyet dengesi problemi

- ve uzantıları: Güncel durum ve gelecek perspektifi. *Journal of Project Management*, 8(3), 141–164. <https://doi.org/10.5267/j.jpm.2023.4.001>.
- Ibbs, C. W., Kwak, Y. H., Ng, T., & Odabasi, A. M. (2003). Project Delivery Systems and Project Change: Quantitative Analysis. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(4), 382–387.
- Ibem, E. O., & Laryea, S. (2017). E-tendering in the South African construction industry. *International Journal of Construction Management*, 17(4), 310-328.
- Igba, E., Danquah, E. O., Ukpoju, E. A., et al. (2024). *Use of Building Information Modeling (BIM) to Improve Construction Management in the USA*. World Journal of Advanced Research and Reviews, 23(03), 1799–1813. [WJARR](https://www.wjarr.com).
- IMANI Africa and Africa Centre for Energy Policy (ACEP) (2022). Public Procurement Reforms: An Analysis of the Drivers of Procurement Irregularities in Ghana. Retrieved from IMANI Africa. Available: https://imaniafrica.org/wp-content/uploads/2024/06/Public-Procurement-Reforms-ACEP_IMANI.pdf. Last accessed: 18.10.2025.
- Institution of Civil Engineers (ICE). (2018). *Crossrail – The Elizabeth Line*. Retrieved from <https://www.ice.org.uk/what-is-civil-engineering/infrastructure-projects/crossrail>, son erişim tarihi 09.08.2025.
- International Organization for Standardization (ISO). (2018). *ISO 19650-1:2018: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles*.
- International Trade Administration. (2023). *Ghana - Procurement*. U.S. Department of Commerce. Retrieved from <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/ghana-procurement>
- International Training Centre of the International Labour Organization (ITCILO). (2021). *Public procurement principles*. Turin: ITCILO. Retrieved from <https://www.itcilo.org>.
- Inusah, Y.; Kazaz, A.; Ulubeyli, S. (2025). Barriers to E-Tendering Implementation in the Construction Industry: A Comprehensive Review and Analysis of a Decade and Beyond. *Sustainability*, 17, 2052. <https://doi.org/10.3390/su17052052>
- Investment Times. (2025, October 10). *US\$7.65bn ‘Agenda 111’ hospital push hinges on funding fix*. Retrieved from <https://investmenttimesonline.com/2025/10/10/us7-65bn-agenda-111-hospital-push-hinges-on-funding-fix/>, Son Erişim tarihi, 10.10.2025
- Iossa, E., & Martimort, D. (2016). The simple microeconomics of public-private partnerships. *Journal of Public Economic Theory*, 18(1), 48–75.
- Isaac, P. (2013). *Combating Public Sector Corruption in Ghana: The Case of the Public Procurement Act (2003) Act 663* [MPHIL]. University of Ghana, Legon.
- Ismail, N. A. A., Chiozzi, M., & Drogemuller, R. (2017). An overview of BIM uptake in Asian developing countries. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1903, No. 1). AIP Publishing.

- Itanola, M., Hamma-Adama, M., Antwi-Afari, M. F., Blay, K., Adamu, Z., Kaduma, L., Dalumo, D. (2020). *African BIM Report 2020*. BIM Africa Initiative. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24849.51049>
- Jacobsen, D., & Kocha, C. (2013). Global trends in e-procurement adoption. *Journal of Public Procurement*, 13(3), 321–345.
- Jama, L. A. (2023). The impact of procurement practices on organizational performance: A literature review. *Journal of Logistics, Informatics and Service Science*, 11(1).
- Jamil, A., & Fathi, M. (2018). Contractual challenges for BIM-based construction projects: a systematic review. *Built environment project and asset management*, 8(4), 372-385. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-12-2017-0131>.
- Jaśkowski, P., Biruk, S., & Bucoń, R. (2010). Assessing contractor selection criteria weights with fuzzy AHP method application in group decision environment. *Automation in Construction*, 19, 120-126. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2009.12.014>.
- Jayasuriya, S., Zhang, G., & Yang, R. J. (2019). Challenges in public private partnerships in construction industry: A review and further research directions. *Built Environment Project and Asset Management*, 9(2), 172–185.
- Jebb, A. T., Ng, V., & Tay, L. (2021). A review of key Likert scale development advances: 1995–2019. *Frontiers in psychology*, 12, 637547.
- Jiang, R., Wu, C., Lei, X., Shemery, A., & Hampson, K. D. (2021). Government efforts and roadmaps for building information modeling implementation: Lessons from Singapore, the UK and the US. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2019-0438>.
- Jin, R., Hancock, C. M., Tang, L., & Wanatowski, D. (2017). BIM investment, returns, and risks in China's AEC industries. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(12), 04017089.
- Johannesson, P., & Perjons, E. (2014). Design science. *An introduction to Design Science*, Springer, 10.
- Johansson, M., & Velin, H. (2014). *BIM for construction clients: A study on client requirements and use of BIM in the procurement process* [Master's thesis, Chalmers University of Technology]. DiVA Portal. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A729278>.
- Kaewunruen, S., Baniotopoulos, C., Guo, Y., Sengsri, P., Teuffel, P., & Bajare, D. (2024). 6D-BIM Applications to Enrich Circular Value Chains and Stakeholder Engagement Within Built Environments. In V. Ungureanu et al. (Eds.), *CESARE 2024*, LNCE 489, pp. 346–356. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-57800-7_32.
- Kajewski, S., & Weippert, A. (2004). E-tendering: Benefits, challenges and recommendations for practice. In *Clients Driving Innovation CRC Construction Innovation International Conference Proceedings* (pp. 1-11). Australian Cooperative Research Centre for Construction Innovation.
- Kappeler, A., & Nemoz, M. (2010). *Public-private partnerships in Europe – Before and during the recent financial crisis* (Economic and Financial Report No. 2010/04).

- European Investment Bank. Retrieved from https://www.eib.org/attachments/efs/efr_2010_v04_en.pdf.
- Karupiah, P. (2022). Positivism. In: Islam, M.R., Khan, N.A., Baikady, R. (eds) *Principles of Social Research Methodology*. (pp. 73-82), Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-5441-2_6.
- Kassem, M., Succar, B., & Dawood, N. (2013). A proposed approach to comparing the BIM maturity of countries. In *30th International Conference on Applications of IT in the AEC Industry*.
- Kaur, R., Mwambegele, B. J., Abraham, A. G., Basheer, S. A., & Garia, S. (2025). A comprehensive review on building information modelling (BIM), its implementations and applications. *Discover Civil Engineering*, 2(1), 177.
- Kavishe, N., & An, M. (2016). Challenges for implementing public-private partnership in housing projects in Dar es Salaam City, Tanzania. *Proceedings of ARCOM Conference*, Birmingham: University of Birmingham.
- Kavishe, N., Jefferson, I., & Chileshe, N. (2018). An analysis of the delivery challenges influencing public-private partnership in housing projects: The case of Tanzania. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(2), 193–214.
- Kazaz, A., Inusah, Y., & Gizli Tabaklar, B. (2017). Comparison Of Public Administrations Contractor Selection Process Between Ghana and Turkey. *Journal of International Social Research*, 10(54), 876–882.
- Khalil, C. A., & Waly, A. F. (2015). Challenges and obstacles facing tenderers adopting e-tendering in the public sector of the construction industry in Egypt. *Proceedings of ICSC15: The Canadian Society for Civil Engineering 5th International/11th Construction Specialty Conference*, University of British Columbia, Vancouver, Canada. June 7-10.
- Khalil, H., & Waly, A. (2015). *Barriers to E-Tendering Adoption and Implementation in The Construction Industry*. *Proceedings of IPCMC2022*.
- Khan, N. (2018). How It Is Done: Procurement Cycle and Procedures. (2018). *Public Procurement Fundamentals*, 29–61. doi:10.1108/978-1-78754-605-920181003.
- Khosrowshahi, F., & Arayici, Y. (2012). Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry. *Engineering, construction and architectural management*, 19(6), 610–635. <https://doi.org/10.1108/09699981211277531>.
- Kim, E., Cho, Y., & Kim, K. (2023). Automated construction progress measurement using 4D BIM and computer vision. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 37(1), 04022046.
- Kineber, A., Massoud, M., Hamed, M., Alhammadi, Y., & Al-Mhdawi, M. (2023A). Impact of Overcoming BIM Implementation Barriers on Sustainable Building Project Success: A PLS-SEM Approach. *Buildings*. 13(1), 178.
- Kineber, A., Othman, I., Famakin, I., Oke, A., Hamed, M., & Olayemi, T. (2023). Challenges to the Implementation of Building Information Modeling (BIM) for Sustainable Construction Projects. *Applied Sciences*. 13(6), 3426.
- Kissi, E., Adjei-Kumi, T., Badu, E., & Boateng, E. (2017). Factors affecting tender price

- in the Ghanaian construction industry. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 22, 252-268. <https://doi.org/10.1108/JFMPC-09-2016-0044>.
- Kissi, E., Eluerkeh, K., Aigbavboa, C., Addy, M., & Babon-Ayeng, P. (2024). Project managers' competencies in the era of digitalization: the case of the construction industry. *Built Environment Project and Asset Management*, 15(1), 165-189. .
- Kiviniemi, A., Karlshøj, J., & Tarandi, V. (2019). "Review of the Development and Implementation of IFC compatible BIM in Finland." Technical Research Centre of Finland.
- Komakech, R. A. (2016). Public Procurement in Developing Countries: Objectives, Principles and Required Professional Skills. *Public Policy and Administration Research*, 6(8), 20-29.
- Kothawade, A. S. (2024). A Case Study on BIM Integration Data Management in Construction Projects. *2024 Innovation in the Construction Industry*.
- Kotter, J. P. (1996). *Leading Change*. Harvard Business School Press.
- Koutamanis, A., Dainty, A., Kvan, T., & Turk, Ž. (2023). The enigma of BIM. *Architecture, Structures and Construction*, 3(1), 1-9.
- Krosnick, J. A., & Presser, S. (2010). Question and questionnaire design. In P. V. Marsden & J. D. Wright (Eds.), *Handbook of survey research* (2nd ed., pp. 263–313). Emerald Group Publishing.
- Krueger, R. A., & Casey, M. A. (2015). *Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research* (5th ed.). SAGE Publications.
- Kundu, O., Uyarra, E., Ortega-Argiles, R., Tirado, M. M., Kitsos, T., & Yuan, P. Y. (2025). Impacts of policy-driven public procurement: a methodological review. *Science and Public Policy*, 52(1), 50-64. <https://doi.org/10.1093/scipol/scae058>.
- Kuoribo, E., Yomoah, R., Owusu-Manu, D. G., Acheampong, A., John Edwards, D., & Debrah, C. (2023). Assessing the interactive effects of the ethics of construction professionals on project performance in the Ghanaian construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 30(10), 5233-5252. <https://doi.org/10.1108/ecam-10-2021-0865>.
- Kusi, L. Y., Aggrey, G. A., & Nyarku, K. M. (2014). Assessment of Public Procurement Policy Implementation in the Educational Sector (A Case Study of Takoradi Polytechnic). *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 4(10), 260. <https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v4-i10/1226>.
- Kusumarukmi, E. I., & Adi, T. J. W. (2019). Public tendering process for construction projects: problem identifications, analysis, and proposed solutions. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 258, p. 02013). EDP Sciences.
- Kwak, Y. H., Chih, Y., & Ibbs, C. W. (2009). Towards a comprehensive understanding of public private partnerships for infrastructure development. *California Management Review*, 51(2), 51–78. <https://doi.org/10.2307/41166480>.
- Kwofie, T. E., et al. (2015). Adoption of Building Information Modeling for procurement

- of works in Ghana. *African Journal of Applied Research*, 2(2), 165–173.
- Laryea, S. (2017). Impact of tendering procedure on price formation in construction contracts: case study of the competitive negotiation procedure. In *Procs 7th West Africa Built Environment Research (WABER) Conference*, 16-18 August 2017, Accra, Ghana.
- Laryea, S. (2008). *The tendering process and performance analysis of a public building project in Ghana*. In: COBRA 2008 The construction and building research conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors, 4-5 September 2008,
- Latiffi, A. A., Mohd, S., Kasim, N., & Fathi, M. S. (2013). Building Information Modeling (BIM) Application in Malaysian Construction Industry. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 2(4A), 1–6.
- Lauesen, S., & Vium, J. P. (2005). Communication gaps in a tender process. *Requirements Engineering*, 10(4), 247–261.
- Lavelle, D., & Bardon, A. (2009). E-tendering in Construction: Time for a Change. *Built Environment Research Paper*, 2(2), 104–112.
- Lechhab, N., Iordanova, I., Forgues, D. (2023). Evaluation of the Return on Investment of BIM—The Case of an Architectural Firm. In: Walbridge, S., *et al.* Proceedings of the Canadian Society of Civil Engineering Annual Conference 2021 . CSCE 2021. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 251. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1029-6_33.
- Lee, S., & Yu, J. (2016). Comparative study of BIM acceptance between Korea and the United States. *Journal of construction engineering and management*, 142(3), 05015016. doi:10.1061/(asce)co.1943-7862.0001076.
- Lee, Y., Kozar, K. A., & Larsen, K. R. (2003). The technology acceptance model: Past, present, and future. *Communications of the Association for Information Systems*, 12(1), 50.
- Lee, Y., Yun, L., Kim, M. L., & Washington, M. (2020). A qualitative systematic review of public–private partnership in promoting physical activity. *Evaluation & the health professions*, 43(2), 90–104.
- Leite, F., Akcamete, A., Akinci, B., Atasoy, G., & Kiziltas, S. (2011). Analysis of modeling effort and impact of different levels of detail in building information models. *Automation in Construction*, 20(5), 601–609.
- Li, B., Akintoye, A., Edwards, P. J., & Hardcastle, C. (2005). Critical success factors for PPP/PFI projects in the UK construction industry. *Construction Management and Economics*, 23(5), 459–471. <https://doi.org/10.1080/01446190500041537>.
- Li, Q., Bi, X., Xu, Y., Chong, H.-Y., & Liao, X. (2023). *Analyzing Barriers of BIM and Blockchain Integration: A Hybrid ISM-DEMATEL Approach*. Buildings, 13(8).
- Liao, L., Teo, E. A. L., Chang, R., & Zhao, X. (2020). Diffusion of Building Information Modeling in Building Projects and Firms in Singapore. *Sustainability*, 12(18), 7762. <https://doi.org/10.3390/su12187762>
- Liao, X., Lee, C. Y., & Chong, H. Y. (2019). Contractual practices between the consultant and employer in Chinese BIM-enabled construction projects. *Engineering*,

- Construction and Architectural Management*, 27(1), 227-244.
- Lindsley, G., & Stephenson, P. (2008). E-tendering process within construction: A UK perspective. *Tsinghua Science and Technology*, 13(S1), 273–278.
- Ling, Fl. Y. Y., Chan, S. L., Chong, E., & Ee, L. P. (2004). Predicting Performance of Design-Build and Design-Bid-Build Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(1), 75–83.
- Liu, H., Skibniewski, M. J., Ju, Q., Li, J., & Jiang, H. (2021). BIM-enabled construction innovation through collaboration: a mixed-methods systematic review. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 28(6), 1541-1560.
- Liu, L. (2023). An investigation of the challenges for BIM implementation. *International Journal of Frontiers in Engineering Technology*. 5, 1-8.
- Liu, R., Issa, R., & Olbina, S. (2010). Factors influencing the adoption of building information modeling in the AEC Industry. In *Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering* (pp. 139-145).
- Liu, T., Wang, Y., & Wilkinson, S. (2016). Identifying critical factors affecting the effectiveness and efficiency of tendering processes in Public–Private Partnerships (PPPs): A comparative analysis of Australia and China. *International Journal of project management*, 34(4), 701-716.
- Liu, Y. (2024). Stakeholder theory application in BIM adoption: Enhancing collaboration and project outcomes. *Journal of Construction Engineering and Management*, 150(3), 04024012. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002345](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002345).
- Love, P. E., Edwards, D. J., Han, S., & Goh, Y. M. (2010). Design Error Reduction: Toward the Effective Utilization of Building Information Modeling. *Research in Engineering Design*, 21(3), 173-187.
- Lu, Y., Wu, Z., Chang, R., & Li, Y. (2017). Building Information Modeling (BIM) for green buildings: A critical review and future directions. *Automation in construction*, 83, 134-148. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2017.08.024>.
- Lynch, J. (2013). *Public Procurement: Principles, Categories and Methods* (Vol. 2).
- Ma, L., Lovreglio, R., Yi, W., Yiu, T. W., & Shan, M. (2022). Barriers and strategies for building information modelling implementation: a comparative study between New Zealand and China. *International Journal of Construction Management*, 23(12), 2067–2076.
- Macek, D. (2023). Use of BIM as a Support for Tendering of Facility Management Services. *Buildings*, 13(3), 664. <https://doi.org/10.3390/buildings13030664>.
- Mahamadu, A. M., Mahdjoubi, L., & Booth, C. A. (2017). Critical BIM qualification criteria for construction pre-qualification and selection. *Architectural Engineering and Design Management*, 13(5), 326-343.
- Mahdian, A., Parchami Jalal, M., & Yavari Roushan, T. (2023). Contractual risks of BIM implementation and the proposed contract form for DBB and DB projects. *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, 15(1), 06522003. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)la.1943-4170.0000561](https://doi.org/10.1061/(asce)la.1943-4170.0000561).

- Majzoub, M., & Eweda, A. (2021). Probability of Winning the Tender When Proposing Using BIM Strategy: A Case Study in Saudi Arabia. *Buildings*, 11(7), 306.
- Manso, P. F., & Nikas, A. (2016). The application of post tender negotiation procedure: a public sector procurement perspective in UK. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 4(2), 23-39.
- Maqbool, R., Saiba, M., & Ashfaq, S. (2022). Emerging industry 4.0 and Internet of Things (IoT) technologies in the Ghanaian construction industry: sustainability, implementation challenges, and benefits. *Environmental Science and Pollution Research International*, 30.13 (2023): 37076-37091.
- Marcellino, M., Castelblanco, G., & Marco, A. D. (2023). Building information modeling for construction project management: a literature review. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2928, No. 1, p. 070012). AIP Publishing LLC.
- Marco, S. (2013). Effectiveness in contract management in Tanzania: A case study of TANROADS. Master's dissertation, Mzumbe University. Retrieved from https://www.academia.edu/67756318/Effectiveness_in_contract_management_in_Tanzania_A_case_study_of_Tanroads.
- Martin, E. (2004). Vignettes and respondent debriefing for questionnaire design and evaluation. *Methods for testing and evaluating survey questionnaires*, 149-171.
- Martínez-Aires, M. D., López-Alonso, M., & Martínez-Rojas, M. (2018). Building information modeling and safety management: A systematic review. *Safety science*, 101, 11-18.
- Martínez-Caro, E., Cegarra-Navarro, J. G., & García-Pérez, A. (2013). Environmental knowledge management: A long-term enabler of sustainable innovation. *Journal of Knowledge Management*, 17(3), 349-367.
- Maryan, A. (2019, May 3). *Ghana Rolls Out First E-Procurement in West Africa*. Public Procurement Authority. <https://ppa.gov.gh/ghana-rolls-out-e-procurement-in-west-africa/#:~:text=Ghana%20has%20become%20the%20first,Tuesday%2C%2030th%20April%2C%202019>. son erişim tarihi: 12.05.2022.
- Maryan, A. (2022). *Implementation of the Ghana's Electronic Procurement System (GHANEPS)*. <https://ppa.gov.gh/implementation-of-the-ghanas-electronic-procurement-system-ghaneps/>. son erişim tarihi: 12.05.2022.
- Maskeliūnas, R., Maqsood, S., Vaškevičius, M., & Gelšvartas, J. (2025). Fusing LiDAR and photogrammetry for accurate 3D data: A hybrid approach. *Remote sensing*, 17(3), 1-27.
- Masoud, Y. (2023). The effects of political interference on procurement performance in the parastatal organizations in Dar es Salaam Region. *International Journal of Research in Business & Social Science*, 12(2).
- Matarneh, R., & Hamed, S. (2017). Barriers to the adoption of Building Information Modeling in the Jordanian building industry. *Open Journal of Civil Engineering*, 7(3), 325–335. <https://doi.org/10.4236/ojce.2017.73022>.
- Matarneh, S. T., Danso-Amoako, M., Al-Bizri, S., Gaterell, M., & Matarneh, R. (2022). BIM-based facilities management: A literature review and future research

- directions. *Building Research & Information*, 50(6), 635-651.
- Matos, B. C., Cruz, C. O., & Branco, F. B. (2024A). *Digitalization and Tender Evaluation in Construction Projects: A BIM-Integrated MCDA Approach Supported by MACBETH*. *Journal of Information Technology in Construction*, 29, 662–685.
- Matos, B., Cruz, C., & Branco, F. (2024). Digitalization and procurement in construction projects: An integrated BIM-based approach. *J. Inf. Technol. Constr.*, 29, 400-423. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2024.019>.
- Mbanaso, U.M., Abrahams, L., Okafor, K.C. (2023). Research Philosophy, Design and Methodology. In: *Research Techniques for Computer Science, Information Systems and Cybersecurity*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30031-8_6.
- McGraw-Hill Construction. (2014). The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How Contractors Around the World Are Driving Innovation with Building Information Modeling. SmartMarket Report.
- MDT (2020). *Mapa drogowa dla wdrożenia metodyki BIM w zamówieniach publicznych* (Roadmap for the implementation of BIM methodology in public procurement). (<https://www.gov.pl/web/infrastruktura/plan-dzialan-na-rzecz-wdrozenia-metodyki-bim-w-zamowieniach-publicznych>), Son erişim tarihi: 12.05.2025
- Mejlænder-Larsen, Ø. (2021). Implementing a common BIM workflow in a large consulting company. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 28(8), 2411-2431.
- MFA. (2025). *Regions*. Republic of Ghana. <https://mfa.gov.gh/index.php/about-ghana/regions>, Son erişim tarihi: 13.07.2025.
- MIT (2017). *Decreto 1 dicembre 2017, n. 560 – Regolamento per la digitalizzazione delle procedure di appalto*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2017/12/12/17G00242/sg>.
- Miao, Y. (2023). *The Application of BIM Technology in Tendering and Bidding Stage of Construction Projects*. *Industrial Engineering and Innovation Management*, 6(7), 10–15. DOI: [10.23977/ieim.2023.060702](https://doi.org/10.23977/ieim.2023.060702).
- Ministry of Finance. (2025). *The Big Push: Ghana's infrastructure investment strategy*. Government of Ghana. Retrieved from <https://mofep.gov.gh>
- Mittelbach, D. F. A. (2025). Change Management - A hybrid approach to successfully implement change processes. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14825415>.
- Mohammadi, A., & Jahanshahi, A. A. (2009). E-procurement: Opportunities and challenges. *International Journal of Business and Management*, 4(1), 152–158.
- Mohemad, Rosmayati, Abdul Razak Hamdan, Zulaiha Ali Othman, and Noor Maizura Mohamad Noor. "Decision support systems (DSS) in construction tendering processes." arXiv preprint arXiv:1004.3260 (2010).
- Monteiro, A., & Martins, J. P. (2013). A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design. *Automation in construction*, 35, 238-253.
- Montiel-Santiago, F. J., Hermoso-Orzáez, M. J., & Terrados-Cepeda, J. (2020).

- Sustainability and energy efficiency: BIM 6D. Study of the BIM methodology applied to hospital buildings. Value of interior lighting and daylight in energy simulation. *Sustainability*, 12(14), 5731.
- Moo, F., & Eyiah, A. (2020). Factors influencing the growth of small and medium construction firms in northern Ghana. *Journal of African Business*, 21(3), 416-431. <https://doi.org/10.1080/15228916.2019.1641306>.
- Morse, J. M., Barrett, M., Mayan, M., Olson, K., & Spiers, J. (2002). Verification strategies for establishing reliability and validity in qualitative research. *International journal of qualitative methods*, 1(2), 13-22.
- Moses, E., & Lawani, K. (2023). A framework to improve sustainable practices in government construction projects in Ghana: an exploratory study interviewing industry experts. *Journal of the Ghana Institution of Engineering*, 23(2), 51-63.
- Mosey, D. (2014). *Project Procurement and Delivery Guidance: Using Two Stage Open Book and Supply Chain Collaboration*. King's College London.
- Mucha, K., Chaba, D., & Midor, K. (2023). Legal Aspects of the Evaluation of Tenders in Public Procurement Procedures in the Polish Mining Industry. *Sustainability*. 15(21), 15421. <https://doi.org/10.3390/su152115421>.
- Muhammad, R., & Nasir, A. R. (2022). Integrating BIM in construction dispute resolution: Development of a contractual framework. *Buildings*, 12(11), 1828.
- Musa, H. G., Fatmawati, I., Nuryakin, N., & Suyanto, M. (2024). Marketing research trends using technology acceptance model (TAM): A comprehensive review of researches (2002–2022). *Cogent business & management*, 11(1), 2329375.
- Musarat, M., Sadiq, A., Alaloul, W., & Wahab, M. (2022). A Systematic Review on Enhancement in Quality of Life through Digitalization in the Construction Industry. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su15010202>.
- Mustapha, Z., Akomah, B. B., & Kwaku, O. E. (2024). Unveiling the Driving Factors of Emerging Trends in the Ghanaian Construction Industry: An Evaluative Analysis of Push and Pull Factors. *Journal of Civil Engineering Frontiers*, 5(01), 13-21. <https://doi.org/10.38094/jocf50181>.
- Mustapha, Z., Akomah, B. B., Kwaku, O. E., Nkomo, M. W., & Thwala, W. D. (2024B). Harnessing Artificial Intelligence for Transformative Impact in the Ghanaian Construction Sector. *Journal of Applied Science and Technology Trends*, 5(2), 72-80. <https://doi.org/10.38094/jastt52209>.
- Mustapha, Z., Akomah, B., Abilgah, T., & Tieru, C. (2024A). Transforming Construction Risk Management through Digital Tools: A Case Study from Ghana. *International Journal of Real Estate Studies*. 18(2), 31-38. <https://doi.org/10.11113/intrest.v18n2.368>.
- Naeem, M., Ozuem, W., Howell, K., & Ranfagni, S. (2023). A step-by-step process of thematic analysis to develop a conceptual model in qualitative research. *International journal of qualitative methods*, 22, 16094069231205789.
- Nayak, B. (2019). Reconceptualising public-private partnerships (PPPs) in global public policy. *World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1108/WJEMSD-04-2018-0041>.

- NBIMS (2022). *National BIM Standard – United States Version 3 (NBIMS-US V3)*. Retrieved from <https://www.nibs.org/nbims/v3>. Son erişim: 18.10.20225.
- NBS. (2020). *Digital Construction Report: The Results*. Retrieved from <https://www.thenbs.com/events/digital-construction-report-the-results>. Son erişim: 18.10.20225.
- NBS. (2023). *Digital Construction Report: The Results*. Retrieved from <https://www.thenbs.com/events/digital-construction-report-the-results>. Son erişim: 18.10.20225.
- Neuman, W. L. (2006). *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches* (6th ed.). Pearson Education, London, UK.
- Newaz, M. N. (2022). Mixed Research Methodology: Justification for Selection. *International Journal of Advances in Engineering and Management (IJAEM)*, 4(9), 567-569.
- Nguyen, T. D., & Adhikari, S. (2023). The Role of BIM in Integrating Digital Twin in Building Construction: A Literature Review. *Sustainability*, 15(13), 10462.
- NIBS (2022). Frequently Asked Questions About the National BIM Standard-United States, National Building Information Modelling Standard, National Institute of Building Sciences, Washington, D.C. Available: <https://www.nationalbimstandard.org/faqs#faq1>. Son erişim tarihi: 20.08.2024.
- Nii Laryeafio, M., & Ogbewe, O. C. (2023). Ethical consideration dilemma: systematic review of ethics in qualitative data collection through interviews. *Journal of Ethics in Entrepreneurship and Technology*, 3(2), 94-110.
- Nilchian, S., Majrouhi Sardroud, J., Darabpour, M., & Tavousi Tafreshi, S. (2022). Features and conditions of building information modeling contracts. *Buildings*, 12(11), 1839. <https://doi.org/10.3390/buildings12111839>.
- Nimako-Boateng, A. (2025). Adoption of E-Procurement and Its Effects on Firm Performance in Ghana's Construction Sector. *International Journal of Developing Country Studies*. 7(1), 19-35. <https://doi.org/10.47941/ijdcs.2484>.
- Noble, H., and Smith, J. (2025). Ensuring validity and reliability in qualitative research. *Evidence-Based Nursing*.
- Noor, B. A., & Yi, S. (2018). Review of BIM literature in construction industry and transportation: meta-analysis. *Construction Innovation*, 18(4), 433–452.
- Ntuli, B., & Allopi, D. (2014). Impact of inadequate experience and skill on the construction sector in KwaZulu-Natal, South Africa. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 4(1), 570–575. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14032>.
- Nuertey, E., Owusu-Bempah, G., Abbey, W., & Akrofi, T. (2018). Examining the effects of Political Influences on the Procurement Functions of District Assemblies in Ghana. *International Journal of Political Science, Law and International Relations (IJPSLIR)*, 8(3), 1–10.
- Numan, M. (2024). BIM and Risk Management: A Review of Strategies for Identifying, Analysing and Mitigating Project Risks. *Journal of Engineering Research and Sciences*, 3(1), 20-26. <https://doi.org/10.55708/js0301004>.

- Nwabuzor, A. (2005). Corruption and development: New initiatives in economic openness and strengthened rule of law. *Journal of Business Ethics*, 59(1–2), 121–138. <https://doi.org/10.1007/s10551-005-3402-3>.
- OECD (2023). *Public procurement performance: A framework for measuring efficiency, compliance and strategic goals*. OECD Public Governance Policy Papers.
- OECD. (2012). *Recommendation on principles for public governance of public-private partnerships*. Paris: OECD Publishing. Retrieved from <http://www.oecd.org/governance/budgeting/PPP-Recommendation.pdf>.
- OECD. (2016). *Preventing corruption in public procurement*. Paris: OECD Publishing. Retrieved from https://baselgovernance.org/sites/default/files/2020-03/oecd_preventing_corruption_in_public_procurement_2016.pdf [baselgovernance.org], son erişim tarihi, 11.12.2023.
- Ofori, P. A., Twumasi-Ampofo, K., Danquah, J. A., Osei-Tutu, E., & Osei-Tutu, S. (2017). Investigating challenges in financing contractors for public sector projects in Ghana. *Journal of Building Construction and Planning Research*, 5(2), 58–70.
- Ofori, D., & Fuseini, O. I. (2020). Electronic government procurement adoption in Ghana: Critical success factors. *Advances in Research*, 21(3), 18–34.
- Okeahalam, C. C. (2004). Corporate governance and disclosure in Africa: Issues and challenges. *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 12(4), 359–370. <https://doi.org/10.1108/13581980410571174>
- Olanrewaju, A. L., & Abdul-Aziz, A.-R. (2015). Building maintenance processes, principles, practices, and strategies. Springer.
- Olanrewaju, O. I., Babarinde, S. A., Chileshe, N., & Sandanayake, M. (2021A). Drivers for implementation of building information modeling (BIM) within the Nigerian construction industry. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 26(3), 366–386. <https://doi.org/10.1108/JFMPC-12-2019-0090>.
- Olanrewaju, O., Kineber, A., Chileshe, N., & Edwards, D. (2021). Modelling the relationship between Building Information Modelling (BIM) implementation barriers, usage and awareness on building project lifecycle. *Building and Environment*. 207, 108556. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108556>.
- Olawumi, T. O., & Chan, D. W. (2019). Development of a benchmarking model for BIM implementation in developing countries. *Benchmarking: An International Journal*, 26(4), 1210–1232. <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2018-0138>.
- Olsen, D., & Taylor, J. (2017). Quantity Take-Off Using Building Information Modeling (BIM), and Its Limiting Factors. *Procedia Engineering*, 196, 1098–1105.
- Olugboyega, O., & Windapo, A. (2022). Investigating the Strategic Planning of BIM Adoption on Construction Projects in a Developing Country. *Journal of Construction in Developing Countries*. 27(2), 183–204.
- Oppong, W. A. (2020). Assessing the Effectiveness of the Procurement Acts in Public Financial Administration in Ghana. *African Journal of Procurement, Logistics and Supply Chain Management*, 2(4), 01–18.
- Osei, V. (2013). The construction industry and its linkages to the Ghanaian economy-

- polices to improve the sector's performance. *International Journal of Development and Economic Sustainability*, 1(1), 56-72.
- Osei, V. (2020). *The Construction Industry and Its Linkages to the Ghanaian Economy*. Bank of Ghana, Research Department. [EA Journalseajournals](#)
- Osei-Asibey, D., Ayarkwa, J., Acheampong, A., Adinyira, E., & Amoah, P. (2023). Impacts of accidents and hazards on the Ghanaian construction industry. *International Journal of Construction Management*, 23(4), 708-717.
- Osei-Asibey, D., Ayarkwa, J., Acheampong, A., Adinyira, E., & Amoah, P. (2021). Stakeholders' compliance with existing construction Health and Safety related laws and regulations in Ghana. *Journal of Building Construction and Planning Research*, 9(2), 138-159.
- Osei-Kyei, R., & Chan, A. P. C. (2017). Implementing public-private partnership in Ghana: Critical success factors and policy implications. *Journal of Construction in Developing Countries*, 22(1), 37-50.
- Osei-Tutu, E., Badu, E., & Owusu-Manu, D. (2010). Exploring corruption practices in public procurement of infrastructural projects in Ghana. *International Journal of Managing Projects in Business*, 3(2), 236–256.
- Osei-Tutu, E., Mensdah, S., & Ameya, C. (2011). The level of compliance with the public procurement act (act 663) in Ghana. *M In Management and Innovation for a Sustainable Built Environment MISBE 2011, Amsterdam, The Netherlands, June 20-23, 2011*.
- Oteng, D., Ansah, M. K., Kissi, E., & Eshun, B. T. B. (2018). Barriers to the adoption of building information modelling in developing countries: the case of Ghana. In 1st International Conference on Construction Futures. 1st International Conference on Construction Futures, Wolverhampton, UK. December 2018.
- Otoo, N.D. and Fanta, A. (2021). Determinants of schedule delay and cost Overruns in infrastructure projects in Ghana. *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, 25(5), 1–16.
- Ottou, J. A., Baiden, B. K., & Nani, G. (2020). Root Causes of Delays in Ghanaian Public Sector Competitive Tendering Process. In *Supporting Inclusive Growth and Sustainable Development in Africa - Volume I* (pp. 201–214). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41979-0_15.
- Owoo, N. S., & Lambon-Quayefio, M. P. (2020). The construction sector in Ghana. In *Mining for Change: Natural Resources and Industry in Africa* (pp. 119–138). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198851172.003.0006>.
- Owusu, E. K., Chan, A. P., Hosseini, M. R., & Nikmehr, B. (2020). Assessing procurement irregularities in the supply-chain of Ghanaian construction projects: a soft-computing approach. *Journal of Civil Engineering and Management*, 26(1), 66–82. <https://doi.org/10.3846/jcem.2020.11659>.
- Oyediran, O. S., & Akintola, A. A. (2011). A survey of the state of the art of e-tendering in Nigeria. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 16, 557–576. <http://www.itcon.org/2011/32>.
- Pan, Y., & Zhang, L. (2023). Integrating BIM and AI for smart construction management:

- Current status and future directions. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 30(2), 1081-1110. <https://doi.org/10.1007/s11831-022-09830-8>.
- Panagiotidou, N., Pitt, M., & Lu, Q. (2022). Building information modelling execution plans: a global review. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Smart Infrastructure and Construction*, 176(3), 126-147.
- Papadonikolaki, E., & Wamelink, H. (2022). "The evolution of BIM-based contracting: Historical analysis and future directions." *Architectural Engineering and Design Management*, 18(2), 157-174.
- Pargar, F., Kujala, J., Aaltonen, K., & Ruutu, S. (2019). Value creation dynamics in a project alliance. *International Journal of Project Management*, 37(5), 716-730.
- Park, J., & Kim, K. (2023). "Artificial intelligence applications in BIM-based contracting: Opportunities and implementation barriers." *Automation in Construction*, 148, 104742.
- Park, Y. S., Konge, L., & Artino, A. R. (2020). *The positivism paradigm of research*. *Academic Medicine*, 95(5), 690–694.
- Pärn, E. A., & Edwards, D. J. (2017). Conceptualising the FinDD API plug-in: A study of BIM-FM integration. *Automation in Construction*, 80, 11-21.
- Parsamehr, M., Perera, U. S., Dodanwala, T. C., Perera, P., & Ruparathna, R. (2023). A review of construction management challenges and BIM-based solutions: Perspectives from the schedule, cost, quality, and safety management. *Asian Journal of Civil Engineering*, 24, 353–389. <https://doi.org/10.1007/s42107-022-00501-4>
- Påsse, D., Disney, O., Roupé, M., & Johansson, M. (2022). *Cost-Estimation in Construction: BIM versus Total BIM*. ARCOM Conference Proceedings. (pp. 52–61), Chalmers University.
- Peel, C., Hamalwa, A. M., & Kaisara, G. (2022). Public Procurement and Stakeholders: Assessing Namibia's Consultative Processes and Challenges. In *Interdisciplinary Approaches to the Future of Africa and Policy Development* (pp. 137-149). IGI Global Scientific Publishing. DOI: 10.4018/978-1-7998-8771-3.ch008.
- Pérez-García, A., Martín-Dorta, N., & Aranda, J. (2021). BIM Requirements in the Spanish Public Tender Analysis of Adoption in Construction Contracts. *Buildings*, 11(12), 594. <https://doi.org/10.3390/buildings11120594>.
- Pervin, N., & Mokhtar, M. (2022). The interpretivist research paradigm: A subjective notion of a social context. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 11(2), 419-428.
- Petroleum Hub Development Corporation. (2025, November 28). *Petroleum Hub's multiplier effect will be enormous, potentially raising Ghana's GDP by 70% – Dr. Toni Aubynn*. Retrieved from <https://phdc.gov.gh>. Son Erişim tarihi, 10.10.2025
- Pezeshki, Z., & Ivani, S. A. S. (2018). Applications of BIM: a brief review and future outline. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 25(2), 273-312.
- Phillips, J., & Klein, J. D. (2023). Change management: From theory to practice. *TechTrends*, 67(2), 189–197.

- Piaskowski, A., & Svidt, K. (2020, July). Automating BIM objects quantity take-off for lifecycle costing of cleaning operations. In *International Conference on Computing in Civil and Building Engineering* (pp. 683-696). Cham: Springer International Publishing.
- Pidgeon, A., & Dawood, N. (2023). BIM adoption issues in infrastructure construction projects: analysis and solutions. *Digitalization in Construction*, 173-200.
- Pietroforte, R., & Miller, J. B. (2002). Procurement methods for US infrastructure: historical perspectives and recent trends. *Building Research & Information*, 30(6), 425-434. <https://doi.org/10.1080/09613210210159875>.
- Pishdad, P., & Onungwa, I. (2024). Analysis of 5D BIM for cost estimation, cost control, and payments. *Journal of Information Technology in Construction*, 29, 525–543. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2024.024>.
- Plebankiewicz, E., Zima, K., & Wieczorek, D. (2021). "BIM-based quantity take-off and cost estimation methodologies: A systematic review." *Buildings*, 11(7), 304.
- Poljanšek, M. (2017). *Building Information Modelling (BIM) standardization* (EUR 28977 EN). Publications Office of the European Union. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC109656>.
- Public Procurement Authority (PPA). (2003). *Public Procurement Act, 2003 (Act 663)*. Parliament of the Republic of Ghana. <https://ppa.gov.gh/wp-content/uploads/2019/01/Public-Procurement-Act-2003-Act-663.pdf>
- Public Procurement Authority (PPA). (2016). *Public Procurement Act, 2003 (Act 663) as amended by Public Procurement (Amendment) Act, 2016 (Act 914)*. Accra: Republic of Ghana. Retrieved from <https://ppa.gov.gh/online-documents/public-procurement-act/>.
- Public Procurement Authority (PPA). (2019). *Standard Tender Document for Procurement of Goods – National Competitive Tendering*. <https://ppa.gov.gh/wp-content/uploads/2019/01/Standard-Tender-Document-for-Procurement-of-Good-NCT.pdf>
- Public Procurement Authority (PPA). (2023). *Mandatory use of GHANEPS for all Government Procurement*. Public Procurement Authority Ghana. <https://ppa.gov.gh/mandatory-use-of-the-ghana-electronic-procurement-system-ghaneps-for-all-government-procurement/>. Son erişim tarihi: 05.08.2025.
- Public Procurement Authority (PPA). (2025). *Improving Efficiency and Transparency in Public Procurement*. <https://ppa.gov.gh/>.
- PwC. (2023). *The economic impact of BIM mandates: A cross-country analysis*. PricewaterhouseCoopers. <https://www.pwc.com>. Son erişim tarihi: 19.10.2025.
- Quashie, M. K. (2017). An Appraisal of Single-Source Procurement in Ghana. *JL Pol'y & Globalization*, 68, 112.
- Raco, F., Stefani, M., Balzani, M., & Ferrari, L. (2021). Towards effective project documentation, transparency, and data-driven decision-making through BIM-blockchain-based applications. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 46(4/W5-2021), 437-444.

- Rajabi, M., Radzi, A., Rezaeiashtiani, M., Famili, A., Rashidi, M., & Rahman, R. (2022). Key Assessment Criteria for Organizational BIM Capabilities: A Cross-Regional Study. *Buildings*. <https://doi.org/10.3390/buildings12071013>.
- Ralph, D., & Hancock, C. (2017). The Role of BIM in the Sydney Metro Project: A Case Study. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 15(4), 582-596.
- Ramage, M. (2022). *What is a BIM Execution Plan and What Should It Include?* Trimble Inc. Retrieved from <https://constructible.trimble.com/construction-industry/what-is-a-bim-execution-plan-and-what-should-it-include>. Last Accessed: 14.04.2025.
- Rashidi, A., Chan, D., Ravanshadnia, M., Sarvari, H., & Tajaddini, A. (2024). Applying Building Information Modelling (BIM) Technology in Pre-Tender Cost Estimation of Construction Projects: A Case Study in Iran. *Buildings*, 14(5), 1260.
- Rathnasinghe, A. P., Wijewickrama, M. K. C. S., Kulatunga, U., & Jayasena, H. S. (2018). Integration of BIM and construction supply chain through supply chain management; An information flow model. In *International Conference on Sustainable Built Environment* (pp. 604-614). Singapore: Springer Singapore.
- Ratnasabapathy, S., & Rameezdeen, R. (2006). Performance assessment of commercial projects in Sri Lanka. In Peter McDermott & Malik M. A. Khalfan (Eds.), *In Symposium on sustainability and value through construction procurement, Salford, UK* (pp. 474-481). Salford Centre for Research and Innovation (SCRI).
- Raymond, J. (2008). Benchmarking in public procurement. *Benchmarking: An International Journal*, 15(6), 782-793.
- Rogers, B. (1987). Ethical considerations in research. *Aaohn Journal*, 35(10), 456-458.
- Rogers, B. (1990). Ethics and research. *AAOHN Journal*, 38(12), 581-585. <https://doi.org/10.1177/216507999003801205>
- Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of innovations*. Free Press.
- Rostiyanti, S. F., and R. Z. Tamin. "Identification of challenges in public private partnership implementation for Indonesian toll road." In *Proceedings of the First Makassar International Conference on Civil Engineering, March*, pp. 9-10. 2010.
- Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS). (2010). *E-tendering guidance note*. RICS. Retrieved from <https://www.rics.org>. Son erişim tarihi, 20.02.2023.
- Saavedra, R., Meléndez, W., & Garcés, G. (2025). Comparative analysis of quantity take-off in concrete, steel bars and formwork in apartment buildings based on CAD and BIM methodologies. *Journal of Information Technology in Construction*. 30(8), 159-184. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2025.008>.
- Sacks, R., Brilakis, I., Pikas, E., Xie, H. S., & Girolami, M. (2020). Construction with digital twin information systems. *Data-centric engineering*, 1, e14.
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers*. John Wiley & Sons.
- Safour, R., Ahmed, S., & Zaarour, B. (2021). BIM Adoption around the World. *International Journal of BIM and Engineering Science*, 4(2), 49-63.

- Salzano, A., Cascone, S., Zitiello, E. P., & Nicoella, M. (2024). Construction Safety and Efficiency: Integrating Building Information Modeling into Risk Management and Project Execution. *Sustainability*, 16(10), 4094.
- Sanders, M., Walsh, K. P., & Wheeler, L. B. (2021). *Effective Survey Design for Research*. POD Network Publication.
- Sardroud, J. M., Azhar, S., & Amiri, A. (2018). Challenges of implementing BIM in construction projects. *International Journal of Construction Management*, 18(5), 403–415. <https://doi.org/10.1080/15623599.2017.1326305>.
- Sarkar, D. and Tomar, S. (2018). Integrated Project Delivery: A Review of Literature. *International Journal of Management, Technology and Engineering*. 8(: 2249-7455), pp. 2468-2475.
- Sarpong, D., Amankwah-Amoah, J., & Dartey-Baah, K. (2017). E-procurement adoption barriers in retrospect: A structural equation analysis of Ghanaian hospitals. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 23(2), 110–120.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2012). *Research Methods for Business Students* (6th ed.). Pearson Education.
- Saunders, M.N.K., Lewis, P. and Thornhill, A. (2019). *Research Methods for Business Students*. 8th Edition, Pearson, New York.
- Sawhney, A., Knight, A., & Birch, S. (2023). *Digitalisation in construction report 2023*. Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS). Parliament Square, London, UK. ISBN 978-1-78321-500-3.
- Seale, C. (2004). Quality in qualitative research. In C. Seale, G. Gobo, J. F. Gubrium, D. Silverman (Eds.) *Quality in qualitative research* (pp. 379-389). SAGE Publications Ltd, <https://doi.org/10.4135/9781848608191.d32>.
- Semaan, J., Underwood, J., & Hyde, J. (2021). An investigation of work-based education and training needs for effective BIM adoption and implementation: An organisational upskilling model. *Applied Sciences*, 11(18), 8646.
- Sherafat, B., Taghaddos, H., & Shafaghat, E. (2022). Enhanced Automated Quantity Take-Off in Building Information Modeling Enhanced automated quantity take-off in building information modeling. *Scientia Iranica*, 29(3), 1024-1037. <https://doi.org/10.24200/SCI.2021.56668.4847>.
- Siebelink, S., Voordijk, H., Endedijk, M. *et al.* Understanding barriers to BIM implementation: Their impact across organizational levels in relation to BIM maturity. *Front. Eng. Manag.* 8, 236–257 (2021). <https://doi.org/10.1007/s42524-019-0088-2>.
- Siemiatycki, M. (2009). Delivering transportation infrastructure through public-private partnerships: Planning concerns. *Journal of the American planning association*, 76(1), 43-58.
- Sileyew, K. J. (2019). *Research Design and Methodology*. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.85731.
- Silverman, D. (2013). *Doing Qualitative Research* (4th ed.). SAGE Publications.
- Simeone, D., Cursi, S., Coraglia, U., & Fioravanti, A. (2020). Reasoning in Common

- Data Environments. Re-thinking CDEs to enhance collaboration in BIM processes. In *Anthropologic-Architecture and Fabrication in the cognitive age* (Vol. 2, pp. 499-506). Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe, Brussels, Belgium.
- Simon, L., Jefferies, M., Davis, P., & Newaz, M. T. (2020). Developing a theoretical success factor framework for the tendering phase of social infrastructure PPPs. *International Journal of Construction Management*, 20(6), 613-627.
- Smith, N. J. (1995). *Managing risk in construction projects*. Oxford: Blackwell Science. Retrieved from <https://scispace.com/pdf/managing-risk-in-construction-projects-6vyvwhn1gi.pdf>
- Smith, P. (2014). BIM & the 5D Project Cost Manager. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119, 475-484.
- Soomro, M. A., & Zhang, X. (2015). Roles of private-sector partners in transportation public-private partnership failures. *Journal of Management in Engineering*, 31(4), 04014056.
- Soon, L. T., Wong, L. S., Kamarazaly, M. A., Saar, C. C., & Ilmi, H. S. (2024). Comparison of bim-based quantities take-off in quantity surveying profession. *Planning Malaysia*, 22.
- Sriyolja, Z., Harwin, N., & Yahya, K. (2021). Barriers to implement building information modeling (BIM) in construction industry: A critical review. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 738, No. 1, p. 012021). IOP Publishing.
- Stanek, Ł. (2024). Hegemony by Adaptation: Decolonizing Ghana's Construction Industry. *Comparative Studies in Society and History*, 66(4), 899-932.
- Statsbygg, (2022). Statsbygg BIM Manual 3.0. Norwegian Government.
- Stockemer, D., & Bordeleau, J.-N. (2023). *Quantitative Methods for the Social Sciences: A Practical Introduction with Examples in R*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-34583-8>.
- Strombom, D. (1998). *Corruption in procurement. Economic Perspectives*, U.S. Information Agency. Retrieved from <https://usinfo.org/usia/usinfo.state.gov/journals/ites/1198/ijee/strombom.htm>. [usinfo.org].
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in construction*, 18(3), 357-375.
- Succar, B., and Kassem, M. (2015). Macro-BIM adoption: Conceptual structures. *Automation in construction*, 57, 64-79.
- Succar, B., Sher, W., & Williams, A. (2013). An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application. *Automation in construction*, 35, 174-189.
- Sudarsan, J. S., & Gavali, H. (2024). Application of BIM in conjunction with circular economy principles for sustainable construction. *Environment, Development and Sustainability*, 26(3), 7455-7468.

- Takona, J. P. (2024). Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. *Quality & Quantity*, 58(1), 1011-1013.
- Tan, S., & Ayalp, G. (2022). Root factors limiting BIM implementation in developing countries: sampling the Turkish AEC industry. *Open House International*, 47(4), 732-762. <https://doi.org/10.1108/ohi-12-2021-0273>.
- Tantawy, M., Kosbar, M. M., Nour, S. M., Mansour, N., & Ehab, A. (2025). *Leveraging BIM for Proactive Dispute Avoidance in Construction Projects*. Buildings, 15(9), 1401. MDPI.
- Tariq, S., & Zhang, X. (2020). Critical failure drivers in international water PPP projects. *Journal of Infrastructure Systems*, 26(4), 04020038.
- Tetteh-Agblakah, D. (2025). Investigation of Efficiency Improvements in Large-scale Infrastructure Projects in Ghana through Construction 4.0 Technologies. *International Journal of Applied and Natural Sciences*, 2(2), 86-98. <https://doi.org/10.61424/ijans.v2i2.183>.
- Thaarrini, J. (2024). How to Manage Building Sustainability Information with 6D BIM Modelling. Desapex: September 4, 2024, Available: <https://www.desapex.com/blog-posts/how-to-manage-building-sustainability-information-with-6d-bim-modeling>, Son erişim tarihi: 22.03.2025.
- The BIM Engineers (2023). Understanding the Different Dimensions of BIM: A Guide to 8D, 9D, and 10D BIM. Available: <https://thebimengineers.com/blog/view/understanding-the-different-dimensions-of-bim-a-guide-to-8d-9d-and-10d-bim>. Son erişim tarihi: 22.03.2025.
- Thomander, S. D., & Krosnick, J. A. (2024). Question and Questionnaire Design. In J. E. Edlund & A. L. Nichols (Eds.), *The Cambridge Handbook of Research Methods and Statistics for the Social and Behavioral Sciences: Volume 2: Performing Research* (pp. 352–370). chapter, Cambridge: Cambridge University Press.
- Thurairajah, N., & Goucher, D. (2013). *Advantages and Challenges of Using BIM: a Cost Consultant's Perspective*. Paper presented at 49th ASC Annual International Conference, 10th to 13th April, 2013, San Luis Obispo, California, United States. <http://ascpro.ascweb.org/chair/paper/CPRT114002013.pdf>.
- Tian, L., Wright, A., Painter, B., & Pazhoohesh, M. (2023). Factors influencing BIM use in green building construction project management in the UK and China. *Building research & information*, 51(7), 853-870.
- Tikate, H., Ostwal, S., Kumar, A., Ahmad, A., Tripathi, P., & Katare, V. (2025). Integrating BIM and Lean Principles for SMEs in Indian Construction. In *International Conference on Construction, Real Estate, Infrastructure & Project Management* (pp. 218-225). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Timmermans, B., & Zabala-Iturriagoitia, J. M. (2013). Coordinated unbundling: A way to stimulate entrepreneurship through public procurement for innovation. *Science and Public Policy*, 40(5), 674–685. <https://doi.org/10.1093/scipol/sct023>
- Ting, H., Memon, M. A., Thurasamy, R., & Cheah, J. H. (2025). Snowball sampling: A review and guidelines for survey research. *Asian Journal of Business Research (AJBR)*, 15(1).

- Touran, A., Molenaar, K. R., Gransberg, D. D., & Ghavamifar, K. (2009). Decision support system for selection of project delivery method in transit. *Transportation research record*, 2111(1), 148-157.
- Transparency International. (2015). Transparency in public procurement: G20 position paper. Retrieved from https://pdf4pro.com/file/10685c/files_content_activity_2015_TI_G20PositionPaper_PublicProcurement.pdf.pdf.
- Tukamuhabwa, B. R. (2012). Antecedents and consequences of public procurement non-compliance behavior. *Journal of Economics and Behavioral Studies*, 4(1), 34–46.
- Turner, A. (1997). *Building Procurement* (Second Edition). Macmillan Education UK. <https://doi.org/10.1007/978-1-349-14398-6>.
- Tutu, S. O., Kissi, E., Osei-Tutu, E., & Desmond, A. (2019). Evaluating critical factors for the implementation of e-procurement in Ghana. *International Journal of Procurement Management*, 12(1), 1-14.
- U.S. Commercial Service. (2025). *Ghana - Construction and Infrastructure Industry*. [Trade.gov](https://trade.gov).
- UK BIM Framework. (2023). *Guidance on ISO 19650 series implementation*. Retrieved from <https://ukbimframework.org/resources/>. Son erişim tarihi: 18.10.2025.
- Ullah, F., Sepasgozar, S. M. E., & Wang, C. (2023). BIM adoption barriers and strategies in developing countries. *Journal of Construction Engineering and Management*, 149(2).
- Umar, T. (2022). Challenges of BIM implementation in GCC construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 29(3), 1139-1168. <https://doi.org/10.1108/ECAM-11-2019-0608>.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2017). *Introduction to sustainable public procurement*. Bonn: UNFCCC. Retrieved from <https://unfccc.int>.
- UNMC. (2020). *BIM Execution Plan - Example - v1.0*. Retrieved from https://www.unmc.edu/facilities/documents/design-standards/bim-standards/unmc-nm-bim_execution_plan-example-v1.0.pdf. Son Erişim Tarihi: 14.04.2025.
- Vaidya, K., Sajeew, A. S. M., & Callender, G. (2006). Critical success factors for e-procurement implementation in the public sector. *Journal of Public Procurement*, 6(1 & 2), 70–99.
- Valinejadshoubi, M., Moselhi, O., Iordanova, I., Valdivieso, F., & Bagchi, A. (2024). Automated system for high-accuracy quantity takeoff using BIM. *Automation in Construction*, 157, 105155. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105155>.
- Vassen, S. A. (2021). Impact of BIM-based quantity take off for accuracy of cost estimation. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 10(3), 55-69.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management science*, 46(2),

186-204.

- Vidalakis, C., Abanda, F. H., & Wood, G. (2020). Semantic and syntactic interoperability of BIM and asset management data. *European Conference on Computing in Construction Proceedings*, 406–413. <https://doi.org/10.35490/EC3.2019.154>.
- Vignali, V., Acerra, E. M., Lantieri, C., Di Vincenzo, F., Piacentini, G., & Pancaldi, S. (2021). Building Information Modelling (BIM) application for an existing road infrastructure. *Automation in Construction*, 128, 103752.
- Vigneault, M. A., Botton, C., Chong, H. Y., & Cooper-Cooke, B. (2020). An innovative framework of 5D BIM solutions for construction cost management: A systematic review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 27(4), 1013-1030.
- Vince, J., Fudge, M., Fullbrook, L., & Haward, M. (2024). Understanding policy integration through an integrative capacity framework. *Policy and Society*, 43(3), 381-395.
- Wang, F. (2018). China-Brazil cooperation in infrastructure construction: Progress, challenges and approaches. *Institute of Latin American Studies, CASS*. 81, 85
- Wang, J. (2022). *BIM and Construction Dispute Management* [Doctoral dissertation, University of Manchester]. [Full Text PDF](#).
- Waqar, A., Othman, I., Hayat, S., Radu, D., Khan, M. B., Galatanu, T. F., Almujiabah, H. R., Hadzima-Nyarko, M., & Benjeddou, O. (2023). Building Information Modeling-Empowering Construction Projects with End-to-End Life Cycle Management. *Buildings*, 13(8), 2041.
- Weparia, A., Fosu, R., and Otoo, J. (2024). Construction Sector Performance in Ghana: Trends and Challenges. *International Journal of Project Management*, 42(2), 115-130.
- Wierzbicki, M., De Silva, C. W., & Krug, D. H. (2011). BIM–history and trends. In *CONVR2011–International Conference on Construction Applications of Virtual Reality*, 3rd to 4th November 2011. Weimar, Thuringia, Germany.
- Wimalasena, N. N., & Gunatilake, S. (2018). The readiness of construction contractors and consultants to adopt e-tendering: The case of Sri Lanka. *Construction Innovation*, 18(3), 350–370. <https://doi.org/10.1108/CI-03-2017-0025>.
- Winfield, M., & Rock, S. (2018). *The Winfield Rock Report: Overcoming the legal and contractual barriers to BIM: A practical approach*. UK BIM Alliance. Retrieved: <https://www.maber.co.uk/app/uploads/2018/03/The-Winfield-Rock-Report.pdf>. Son erişim tarihi: 15.06.2025.
- Wireko, F. K. (2020). *An investigation into the use of building information modelling and its impact on construction performance within the Ghanaian construction industry*. (MPhil), University of Education, Winneba, Ghana.
- Wong, J. K. W., & Zhou, J. (2015). Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review. *Automation in construction*, 57, 156-165.
- World Bank. (2018). *Ghana - Public-Private Partnership Project: Implementation Completion and Results Report (ICR00004638)*. Washington, D.C.: World Bank

- Group. Retrieved from <https://documents1.worldbank.org/curated/en/159951546546576136/pdf/icr00004638-12282018-636818041814084888.pdf>. Son erişim tarihi: 08.03.2025.
- World Bank. (2020). Global Public Procurement Database: Share, Compare, Improve. Published, March 23, 2020. Available: <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2020/03/23/global-public-procurement-database-share-compare-improve>. Son erişim tarihi: 08.03.2025.
- World Bank. (2021). *World Bank Procurement Framework and Business Opportunities*. Washington, DC: World Bank Group. Retrieved from <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/dd52d41e829c5cc9ea3db8a7aefd9540-0290022021/world-bank-procurement-framework-and-business-opportunities-april-2021>, Son erişim tarihi: 08.03.2025.
- World Bank. (2021A). *PPP Reference Guide Version 3.1*. Washington, DC: World Bank Group. Retrieved from <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/sites/ppp.worldbank.org/files/2021-08/PPP%20Reference%20Guide%20Version%203%20-%20Introduction.pdf>
- World Bank. (2023). *Public-Private Partnerships Reference Guide (Version 3)*. World Bank. <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/PPP-Reference-Guide>. Son erişim tarihi: 01.07.2025.
- World Bank. (2023A). *Infrastructure Finance: PPP Reference Guide*. World Bank Academy. <https://academy.worldbank.org/en/infrastructure/infrastructure-finance/ppp-reference-guide>. Son erişim tarihi: 01.07.2025
- World Bank. 2003. Ghana: Country Procurement Assessment Report, Volume 1. Executive Summary. © World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/15638> License: CC BY 3.0 IGO. Last retrieved: 18.10.2025.
- Wuni, I., Boafo, H., & Agyei-Kumi, S. (2017). Critical Causes and Effects of Payment Delays in the Execution of Public Construction Projects in Ghana: Fresh Evidence from the Brong-Ahafo Region. *Developing Country Studies*, 7, 12-24.
- Ye, X., Zeng, N. & König, M. Systematic literature review on smart contracts in the construction industry: Potentials, benefits, and challenges. *Front. Eng. Manag.* **9**, 196–213 (2022). <https://doi.org/10.1007/s42524-022-0188-2>.
- Yescombe, E. R. (2007). *Public-Private Partnerships: Principles of Policy and Finance*. Amsterdam: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Yevu, S. K., Yu, A. T. W., & Darko, A. (2023). Barriers to electronic procurement adoption in the construction industry: a systematic review and interrelationships. *International Journal of Construction Management*, 23(6), 964-978.
- Yigitbas, E., Nowosad, A., & Engels, G. (2023, August). Supporting construction and architectural visualization through BIM and AR/VR: A systematic literature review. In *IFIP Conference on Human-Computer Interaction* PP. 145-166.
- Yin, R. K. (2013). *Case Study Research: Design and Methods* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research: Design and Methods* (5th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage Publications.
- Yussif, A. (2017). *Motivations for Public-Private Partnership (PPP) in Ghana and implications for their account giving* [Master's thesis, University of Ghana]. UGSpace. Retrieved from <https://ugspace.ug.edu.gh/items/91d1c5a2-b6d2-4bd9-abb9-805ea1e4d9b6>.
- Zahedi, F., Sardroud, J. M., & Kazemi, S. (2022). Global BIM adoption movements and challenges: An Extensive literature Review. In *Proceedings of the Creative Construction e-Conference* (p. 048).
- Zen, F. (2018). Public-private partnership development in Southeast Asia. *ADB Economics Working Paper Series*, No. 553. Asian Development Bank. <https://doi.org/10.22617/WPS189496-2>.
- Zhang, L., Wang, G., Liu, H. (2014). The Development Trend and Government Policies of Open BIM in China. In: Wang, J., Ding, Z., Zou, L., Zuo, J. (eds) *Proceedings of the 17th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35548-6_101
- Zhang, L., Wang, G., Liu, H. (2014). The Development Trend and Government Policies of Open BIM in China. In: Wang, J., Ding, Z., Zou, L., Zuo, J. (eds) *Proceedings of the 17th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35548-6_101
- Zhang, S., Teizer, J., Lee, J. K., Eastman, C. M., & Venugopal, M. (2013). Building information modeling (BIM) and safety: Automatic safety checking of construction models and schedules. *Automation in construction*, 29, 183-195.
- Zhang, S., Ye, K., & Wang, M. (2021). A simple, consistent Bayes factor for testing the Kendall rank correlation coefficient. *arXiv preprint*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2105.00364>.
- Zhang, X. (2004). Concessionaire selection: Methods and criteria. *Journal of construction engineering and management*, 130(2), 235-244.
- Zhang, X. (2005). Critical success factors for public-private partnerships in infrastructure development. *Journal of construction engineering and management*, 131(1), 3-14.
- Zhang, X. (2006). Public clients' best value perspectives of public private partnerships in infrastructure development. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(2), 107-114.
- Zhang, Z., Hamledari, H., Billington, S., & Fischer, M. (2018). 4D beyond construction: spatio-temporal and life-cyclic modeling and visualization of infrastructure data. *J. Inf. Technol. Constr.*, 23, 285-304.
- Zhou, Y., Yang, Y., & Yang, J. B. (2019). Barriers to BIM implementation strategies in China. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(3), 554-

574. <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2018-0158>.

Zitiello, E. P., Porcellini, F., Basile, E., Salzano, A., & Nicoletta, M. (2025, June). Synergy Between BIM and e-Procurement: A New Paradigm for Digital Procurement Management. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 63-77). Cham: Springer Nature Switzerland.



ÖZGEÇMİŞ

Yusif INUSAH

EĞİTİM BİLGİLERİ

Doktora 02.2020-11.2025	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye
Yüksek Lisans 2016-2018	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye
Lisans 09.2009-12.2012	Sunyani Technical University Fen Fakültesi, Yapı Teknolojisi, Sunyani
Lise 09.2005 – 06.2008	Agona Senior High Technical School, Agona, Gana
Orta Okulu 09.2001 – 06.2004	Kofiase Seventh Day Adventist Junior High School, Kofiase, Gana
İlkokullu 09.1995-06.2001	Kofiase Seventh Day Adventist Primary School, Kofiase, Gana

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Uzman 08.2020-Devam Ediyor	INH Engineering Consult ve Awinbor International Limited. Şirket kurucusu, Akra, Gana
12.2022-Devam Ediyor	Boğaziçi Proje Mühendislik A.Ş. ve Kaiser Mühendislik ve Müşavirlik A.Ş. İnşaat Mühendisi ve Uluslararası İş Geliştirme Müdürü, İstanbul, Türkiye
12.2020-11.2022	Seleksan İnşaat ve Saldas İnşaat Taah. Ltd.Şti Gayrimenkul Satış Uzmanı, Antalya, Türkiye
09.2013-09.2015	Brains Construction Limited Şantiye Şefi, Sunyani, Gana
Araştırma Görevlisi 09.2012-08.2013	Sunyani Teknik Üniversitesi Fen Fakültesi, Yapı Teknolojisi Bölümü, Sunyani, Gana

ESERLER

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

- 1- Inusah, Y.; Kazaz, A.; Ulubeyli, S. Barriers to E-Tendering Implementation in the Construction Industry: A Comprehensive Review and Analysis of a Decade and Beyond. *Sustainability* **2025**, *17*, 2052. <https://doi.org/10.3390/su17052052>.
- 2- Kazaz, A., Inusah, Y., & Gizli Tabaklar, B. (2017). Comparison of Public Administrations ' Contractor Selection Process Between Ghana And Turkey. *Journal of International Social Research*, *10*(54).

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

Arslan, G., Kazaz, A., Esendal, H., Yetim, E., & Inusah, Y. (2023). The Importance of Feasibility Study In the Land Selection: Example of A Residential Land. Proceedings of the Creative Construction Conference (2023), 20-23 June 2023, Keszthely, Hungary.

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

- 1- Kazaz, Aynur, Yusif Inusah, and Serdar Ulubeyli. "Barriers to e-tendering adoption and implementation in the construction industry: 2010–2022 Review." In Conference: 7th International Project and Construction Management ConferenceAt: Istanbul, pp. 2010-2022. 2022.