



## İnşaat Sektöründe Yüklenici Firma Ölçeğine Göre BIM Kullanımının Araştırılması

**Hülya BAHÇECİ**

*Fırat Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Elâzığ, Türkiye.  
hlya.bhcc@gmail.com*

**Dr. Öğr. Üyesi Hasan POLAT**

*Fırat Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Elâzığ, Türkiye.  
hpolat@firat.edu.tr*

### ÖZET

Yapı üretim sürecinin, birçok disiplinin iş birliği içerisinde çalışmasını gerektirmesi inşaat sektörünün çok parçalı ve dağınık bir yapıya bürünmesine neden olmaktadır. Sektörün bu yapısı, etkin bir proje yönetimi ve sağlıklı enformasyon alışverişi gibi konularda sıkıntılara yol açabilmektedir. Bu da bilişim teknolojilerinin yapım sürecine entegrasyonunu zorunlu kılmaktadır. Bu noktada Yapı Bilgi Modelleme (BIM) inovatif bir sistem olarak sektörde hızla yayılmaya başlamıştır. BIM en temel tanımıyla yapının tasarım, yapım, işletim süreçlerinin yönetilmesini ve bu süreçlerde paydaşlar arası bilgi alışverişinin yapılmasını sağlayan bütünlük bir modelleme yaklaşımıdır.

BIM nesne tabanlı olduğundan tasarlanmış yapının gerçeğe uygun bir modelini verir. Bu model üzerinde tüm disiplinler eş zamanlı olarak çalıştığından ve herhangi bir noktada yapılan değişiklik tüm proje bileşenlerine eş zamanlı olarak yansıdığından koordinasyon eksikliğinden doğacak tasarım hatalarının da önüne geçilir. BIM hızlı dokümantasyon, doğru maliyet, süre ve enerji analizleri ile çakışma kontrolleri sunmasıyla kullanıcılara yeni bir yöntem sunmaktadır.

BIM'in farkındalığının artmasıyla bu alanda yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucu BIM'in son yıllarda uluslararası literatürde geniş bir yer kapladığı ancak ulusal literatüre ise henüz girdiği görülmüştür. Bu bağlamda çalışmamız BIM'in Türk inşaat sektöründeki farkındalık ve kullanım düzeyini ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışma BIM'in sektördeki yerini ve sektör paydaşlarının BIM'e yaklaşımını ortaya koymasından değerlidir. Araştırma literatür verilerine dayandırılarak hazırlanmış bir anket yardımıyla yürütülmüş olup sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Anket verilerine dayanarak BIM'in farkındalığının ve kullanım düzeyinin firma ölçeğine göre değişkenlik gösterdiği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapı Bilgi Modelleme (BIM), İnşaat sektörü, Yüklenici firma

### ABSTRACT

The fact that the building production process requires the collaboration of many disciplines causes the construction sector to become a multi-part and disorganized structure. This structure of the sector can lead to problems such as effective project management and healthy information exchange. This necessitates the integration of information technologies into the construction process. At this point, Building Information Modeling (BIM) has started to spread rapidly in the sector as an innovative system. In its most basic definition, BIM is an integrated modeling approach that enables the design, construction, and operation of the structure to be managed and information exchange between stakeholders.

Because BIM is object-oriented, it gives a realistic model of the designed structure. Since all disciplines work on this model simultaneously and changes made at any point are

reflected to all project components simultaneously, design errors that arise from lack of coordination are avoided. BIM offers users a new way of providing rapid documentation, accurate cost, time and energy analysis, and clash detection.

With the increasing awareness of BIM in recent years, the studies in this field have accelerated. As a result of the researches, it has been seen that BIM has occupied a large place in the international literature in recent years but has not yet entered the national literature. In this context, our study aims to measure the level of awareness and use of BIM in the Turkish construction sector. This study is valuable in terms of demonstrating BIM's place in the sector and the approach of sector stakeholders to BIM. The research was conducted with the help of a questionnaire based on the literature data and the results were evaluated statistically. Based on the survey data, it can be said that the awareness and level of use of BIM varies according to the scale of the firm.

**Keywords:** Building Information Modeling (BIM), Construction sector, Contractor

## 1. GİRİŞ

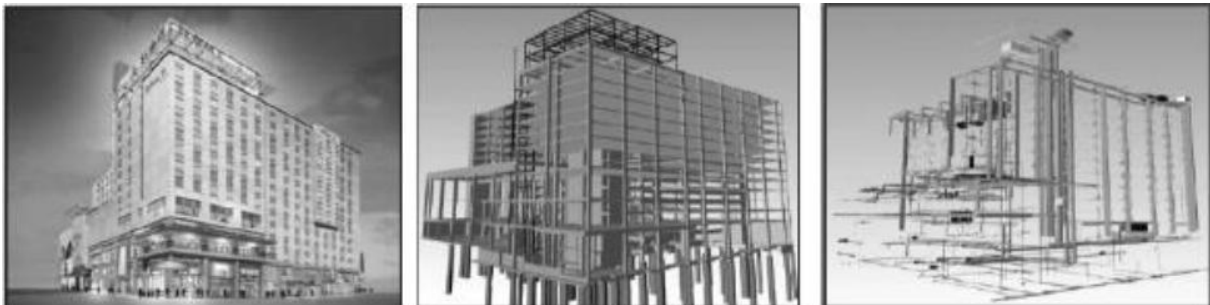
### 1.1 Yapı Bilgi Modelleme (BIM)

ABD Ulusal Yapı Bilgi Modeli Standart Komitesi (NBIMS) BIM'i '*bir tesisin fiziksel ve fonksiyonel niteliklerinin dijital bir temsili*' olarak tanımlamakta ve BIM'in bir tesisin yaşam döngüsü süreçlerini yönetirken alınan kararlar için güvenilir bir bilgi kaynağı olduğunu ifade etmektedir. (Cerda ve Marin, 2010)

Azhar vd., (2009) BIM'i sanal ortamda yapının üretilmesi, diğer disiplinlere ait çalışmalarla bir araya getirilmesi, bilgi alışverişinin yapılması ve yapıya ait süreçlerin yönetilmesi olarak açıklamaktadır.

Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) kavramı her ne kadar 1950'lerin sonlarına doğru yaygınlaşmış olsa da BIM'in ortaya çıkışı 1990'lı yılların ilk dönemlerinde olmuştur. (Çuhadar, 2017) Bu yıllarda nesne tabanlı (object-oriented) tasarım fikrinin gelişmesi CAD sistemlerine yeni bir perspektif kazandırmıştır. Nesneye yönelik tasarım yapı bileşenlerini belirli bir düzen içerisinde tanımlar ve birbiriyle ilişkilendirir. Bu sistemin en büyük katkısı tesisi birbirinden kopuk olan tasarım parçaları yerine bir 3D model ile ifade etmesidir. (Ross, 1999)

2000'li yıllara gelindiğinde BIM, AEC endüstrisine yenilikçi bir soluk katmıştır. BIM ilk olarak Jerry Laiserin tarafından 2002 yılında tanıtılmış ve BIM'i geliştirme çalışmaları hız kazanmıştır. İngiliz Ulusal Sağlık Örgütü (Her Majesty's Health Service) tarafından finanse edilmiş Cambridge Uygulamalı Araştırmalar 'ın OXSYS CAD'i, CEDAR ve HARNES hastane tasarımları BIM'in modelinin ilk uygulama örneklerindedir. (Çuhadar, 2017)



**Şekil 1.1.** Bir tesisin BIM ortamında oluşturulmuş (sırasıyla) mimari, statik ve tesisat modeli (Azhar, 2011)

BIM, geleneksel CAD sistemleri ile benzer yapıda olmasına rağmen; tümleşik bir modelleme sistemi olması BIM'i bu alışlagelmiş CAD sistemlerinden farklı kılmaktadır. CAD sistemlerinde 2 boyutlu çizim paftalarının tamamlanması sonrası 3D model üretilirken; BIM'de süreç 3 boyutlu bir model üzerinden 2 boyutlu çizimlerin elde edilmesi

şeklinde işlemektedir. Ayrıca geleneksel CAD sistemleri tasarlanmış olan tesisi çizgilerle anlatmasına karşın BIM, tasarımının yapı bileşenleri ile oluşturulmuş gerçekçi bir modelini verir ve kişinin hayal gücünün ötesinde veriler sunar. (Akkaya, 2012) Üstelik BIM modeli tesise ait tüm koşulları test etme imkânı sunduğundan inşa aşamasında ortaya çıkabilecek aksaklıklar daha tasarım sürecinde fark edilebilmektedir. Bu yönüyle de tasarımdan kaynaklı hataların yapı maliyetine etkisini azalttığı söylenebilir. (Akkoyunlu, 2015)

### 1.1.1. Yapı Bilgi Modelleme (BIM) 'in Temel Fonksiyonları

BIM'in temel fonksiyonlarını *'parametrik modelleme, akıllı nesnelere, veritabanı ve merkezi bilgi saklanması'* olmak üzere 4 başlık altında incelemek mümkündür.

#### • Parametrik Modelleme

Parametrik modelleme kavramı, yapının 3D modelini oluşturan tüm nesnelere birbirleriyle etkileşim içinde olmalarını ifade eder. (Akkaya, 2012) 3D modeli oluşturan nesnelere fonksiyonel, anlamsal veya tipolojik pek çok özellik yüklenebilir ve bu sayede nesnelere biçim değiştirme esnekliği kazanılır. (Akkoyunlu, 2015) Zeng ve Tan (2007), BIM'in bir teknoloji değil, bir yöntem olduğunu vurgulamış ve etkin bir biçimde uygulanabilmesi için Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD), nesne yönelimli CAD ve parametrik yapı modeli teknolojilerinin desteğine ihtiyaç duyduğunu belirtmiştir. Parametrik teknoloji ile oluşturulmuş bir 3D model gerçek yapı elemanları ile ifade edildiğinden, model üzerinde yapılan revizyonlar nesnelere arasındaki bağı koruyacak şekilde çalışır. Eastman vd. (2011) parametrik modelleme sayesinde 3D modelin 2 boyutlu çizimlerle tam etkileşimli ve eş zamanlı olarak çalışabildiğini ifade etmiştir.

#### • Akıllı Nesnelere

BIM'in belki de en önemli avantajı 3D model bileşenlerinin kendilerini tanıyan gerçek yapı elemanları ile ifade edilmesi ve bu elemanların birbirleriyle etkileşim içinde olmasıdır. (Akkaya, 2012) Teknik şartnameler, yönetmelikler ve diğer veriler ışığında hazırlanan tasarımın niteliğine uygun şekilde programlanarak oluşturulan akıllı nesnelere herhangi bir değişim sırasında nasıl bir davranış sergilemeleri gerektiğini bilirler. Örneğin; parametrelerin tanımlanmış olduğu bir duvarı düşünelim. Kullanıcının bu duvarın konumunda herhangi bir değişiklik yapması halinde duvar üzerinde bulunan kapı ve pencere gibi bileşenler de duvarla birlikte otomatik olarak taşınacaktır. Akıllı nesnelere, ayrıca, tasarımcı tarafından girilen yanlış bir veriyi fark ederek kullanıcıya hata uyarısında bulunacaktır. (Çuhadar, 2017)



Şekil 1.2. Yeri değiştirilen duvarın üzerindeki elemanların otomatik olarak yer değiştirmesi (Akkaya, 2012)

Şekil 1.3. Girilen merdiven riht değeri için hata mesajı (Ofloğlu, 2009)

#### • Veritabanı

BIM'de standart çizim uygulamaları 3D model ile etkileşimli olarak sürdürülür ve proje bilgileri bu 3D modelin veritabanında depolanır. Projenin ait tüm revizyonlar ve ilerlemeler bu veritabanına kaydedilir ve veritabanı zamanla büyür. Kesit, görünüş, plan,



metraj gibi paftaların hepsi bu modelin bir parçası olarak işlev görür ve istinasız tüm paftalar aynı tutarlı bilgileri içerir. (Ofloğlu, 2009) Bu zengin veri deposu proje ve tesis yönetiminin etkin bir şekilde uygulanması açısından çok değerlidir.

- **Merkezi Bilgi Saklanması**

Tasarım ve yapım süreci disiplinler arası ortak çalışmayı gerektiren iş akışları içerdiğinden BIM modeli farklı uzmanlık alanlarının aktardığı verilerle gelişir. Tesisin 3D modeli mimar, mühendis, mal sahibi ve yüklenici gibi paydaşların birlikte çalışmasıyla elde edilen bilgileri içerir. Bu sürece dâhil olan tüm katılımcıların güncel verilere ulaşabilmesi uyumsuzlukların giderilmesi ve yapım aşamasında ortaya çıkabilecek çelişkilerin önüne geçilmesi açısından önemlidir. Tüm proje paydaşları kendi uzmanlık alanlarıyla ilgili bir sorunla karşılaştığında sürece müdahalede bulunarak olası krizlerin önüne geçerler. (Ofloğlu, 2009)

### 1.1.2. BIM'in Yapım Sektörüne Kazandırdığı Yeni Kavramlar

- **Birlikte Çalışabilirlik (İnteroperability)**

Eastman vd., (2011) birlikte çalışabilirliği "tasarım ve yapım sürecindeki iş akışlarını ve işletme otomasyonlarını tertip eden uygulamalar arası bilgi aktarımını ve değişimini sağlayan bir özellik" olarak tanımlamaktadır. Bu özellik sayesinde tasarım ve yapım sürecine dâhil olan tüm disiplinler (mimari, statik, mekanik projelerinin yanı sıra yalıtım ve enerji gibi unsurları ele alan uzmanlıklar) aynı yapı modeli üzerinde eş zamanlı olarak çalışabilmektedir. Tüm disiplinler için gerekli imalat metotları birbiri ile bağlantılı olarak değerlendirilir. (Elmuallim ve Gilder, 2014)

- **Çakışma Kontrolleri (Clash Detections)**

Geleneksel 2 boyutlu CAD çizimlerinin tasarım esnasında neden olduğu koordinasyon eksikliği ve çakışma problemleri BIM 'de proje elemanlarının birbirine entegre edilmesiyle aşılabilmektedir. BIM bu özelliği sayesinde hem karar alma sürelerini kısaltmakta hem de zaman ve maliyet kayıplarının önüne geçmektedir. (Kiviniemi vd., 2008)

- **Çok Boyutlu (n-D boyutlu) Modelleme**

Günümüzde özellikleri hızla gelişen BIM 3 boyutlu bir modelin çok ötesine geçerek nBIM olarak ifade edilen farklı boyutlara ulaşmıştır. BIM'in (3-4-5-6-7)D boyutları günümüzde çokça kullanılmaktadır. (Akkoyunlu, 2015)

3 boyutlu modele işi programı ve süre bilgisinin tanımlanmasıyla 4D boyutu elde edilmekte ve zaman yönetimi simülasyonları yapılabilmektedir. 4D modele maliyet bilgilerinin entegre edilmesiyle 5D boyutuna erişilmekte ve maliyet yönetimi etkin şekilde yapılabilmektedir. 6D boyutu ise enerji tüketim simülasyonları ile eksiksiz enerji analizleri yapılmasına olanak tanır. Tesis yönetimi ise 7D BIM modeli ile sağlanabilmektedir. Yapının işletme-bakım ve onarım faaliyetleri saha ziyaretleri gerekmesizin 7D model üzerinden takip edilerek yönetilebilmektedir. (Doğan, 2017)

- **LOD Detay Seviyeleri (Levels of Development)**

Amerikan Mimarlar Enstitüsü (AIA) "G202-2013 Building Information Modeling Protocol Form" için temel LOD tanımlamaları yapmıştır. BIM modeli üzerine işlenmiş verilerin düzeyini anlatan LOD seviyesi, tasarımcı dışındaki paydaşlara tasarımın farklı seviyelerini detaylara boğulmadan anlatma olanağı sunmaktadır. (Akkoyunlu, 2015) Bu seviyeler LOD 100/200/300/400/500 şeklinde şekil 1.4'te gösterildiği gibi sınıflandırılmıştır.

				
LOD 100 (PD)	LOD 200 (SD-DD)	LOD 300 (CD- PR)	LOD 400 (CD)	LOD 500 (OP)
Hacim ve Sirkülasyon Planı	Kullanılacak Sistem ve Analizleri	İnşaat Yapımı için Gerekli Çizim ve Yapı Elemanları	Mal Sahibi, Müşavir ve Tasarımcıların Koordinasyon ve Üretimi için Kullanılabilecek Seviye (5D)	Yerinde İmal Edilmiş Bir Projenin As-Built Seviyesidir. Bakım ve İşletme İşlemleri için Gerekli Seviye (6D)

Şekil 1.4. BIM detay seviyeleri (LOD) kullanım aşamaları (URL-1)

- **Tümleşik Proje Yönetimi (IPD-Integrated project delivery)**

Tümleşik proje yaklaşımı, Amerikan Mimarlar Enstitüsü (AIA) tarafından 'kişileri, sistemleri, iş yapım tekniklerini ve uygulamaları, tasarım, imalat ve yapım aşamalarındaki kayıpları azaltarak optimum verim elde etmek için, tüm katılımcıların yetenek ve sezilerini ortaklaşa kullanan bir süreç içerisinde birleştiren bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır. (AIA, 2013)

IPD inşaat sektöründe geleneksel olarak sürdürülen 'Tasarla-İnşa et' veya 'Tasarla-İhale et-İnşa et' modellerinin çok ötesinde bir yaklaşımdır. Bu inovatif yaklaşımda tasarım aşamasından iş teslimine kadar olan tüm süreç bir bütün olarak değerlendirilir ve tüm paydaşların bu sürece katılımı sağlanır. (Eastman vd., 2011)

- **Canlı Metraj Listeleri**

BIM modelinde bileşenler, malzeme bilgisinin de tanımlandığı gerçek yapı elemanları ile ifade edildiği için yapıya ait tüm metrajlar otomatik olarak arka planda hesaplanmaktadır. Bu sayede metraj için ek bir işlem yapma gereksinimi olmaz. Model üzerindeki revizyonlar aynı anda ilgili tüm bileşenlere ve dolayısıyla metraj listelerine otomatik olarak yansır. BIM ile hesaplanan metraj kesin bir hesaptır ve kullanıcılar için zamandan tasarruf sağlar. (Akkoyunlu, 2015)

### 1.1.3. Yapı Bilgi Modelleme 'nin Kullanım Alanları

Ofluoğlu, (2009) BIM'in yapının tüm yaşam döngüsü süreçlerini yönetmeyi sağlayan bir veri deposu olduğunu ifade etmiş ve kullanım alanlarını 4 başlık altında sıralamıştır.

- **Tasarım sürecinde kullanım:** Tasarım sürecinde yapıya ilişkin alınacak kararların irdelenmesi ve diğer paydaşlar ile paylaşılması konularında kolaylık sağlar. Tasarım modeli ile maliyet analizi ve fizibilite etütleri gibi ön tasarım çalışmaları doğru şekilde yürütülebilir.
- **Yapısal ve çevresel analizlerde kullanım:** Tasarlanmış tesisin taşıyıcı sistem analizi, havalandırma-ısıtma-soğutma ve ışıklandırma sistemleriyle akustik performansı gibi niteliklerinin değerlendirilmesine imkân tanır.
- **Bina yapım sürecinde kullanım:** Şantiye planlaması (makinaların geliş-gidiş ve kurulumu gibi), iş güvenliği, maliyet, zaman ve malzeme yönetimi ile revizyonların takibi gibi pek çok hususu içerir.
- **Bina işletim sürecinde kullanım:** Tesis yönetimi (bakım -onarım çalışmaları, mekân organizasyonu ve yıkım gibi) faaliyetleri kapsar. Yapıda veya yapı bileşenleri üzerinde uygulanacak herhangi bir tadilat, bakım-onarım söz konusu olduğunda model üzerinden gerekli tespitler yapılabilir.



#### 1.1.4. Yapı Bilgi Modelleme 'nin Faydaları

Eastman vd., (2011) BIM'in faydalarını inşaat öncesi, tasarım, yapım ve yapım sonrası süreçler olarak 4 başlığa ayırarak incelemiştir.

- **İnşaat öncesi süreçte BIM;** iş birliği, ön tasarım ve fizibilite etütleri açısından kolaylık sağlar; ön tasarım sürecinde alınan kararların simülasyonlarla test edilmesine ve bu sayede son ürünün kalite değerlendirilmesine olanak tanır.
- **Tasarım sürecinde BIM;** yapının gerçeğe uygun bir modelini verir. Parametrik modelleme sayesinde tasarım hatalarını minimuma indirir. Tasarım sürecinde disiplinler arası koordinasyonu sağlayarak karar sürelerini kısaltır. Hızlı dokümantasyon, doğru maliyet, zaman ve enerji analizleri yapmayı sağlar.
- **Yapım sürecinde BIM;** model üzerinde hızlı revizyon ve fabrikasyon imkânı sunarak tasarımdan kaynaklı kusurların giderilmesini sağlar. Ayrıca imalat sürecinin tasarım aşamasıyla ve ihale sürecinin de tasarım ve inşa işleriyle entegre edilebilmesi açısından önemlidir.
- **Yapım sonrası süreçte BIM;** yapının teslim edilmesi, 3D modeli esas alan işletme sürecine geçilmesi ve tesis yönetimi sırasında yapılacak işlerin model ile senkronize şekilde yürütülmesi açısından kolaylıklar sağlar.

#### 1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, Türk inşaat sektöründe faaliyet gösteren yüklenici firmaların ve sektör çalışanlarının Yapı Bilgi Modelleme (BIM) konusundaki farkındalık ve kullanım düzeyini belirlemektir. Bu çalışma BIM'in Türk inşaat sektöründeki yerini ve gelişimini ortaya koyduğundan gelecek çalışmalar için bir altlık niteliği taşımaktadır.

#### 1.3. Çalışmanın Kapsamı ve Araştırma Yöntemi

Çalışma kapsamında Türk inşaat sektöründe faaliyet gösteren farklı ölçekteki yüklenici firmaların ve sektör çalışanlarının Yapı Bilgi Modelleme (BIM), lazer tarama teknolojisi ile bu iki teknolojinin entegre edilerek kalite kontrolde kullanımı konusundaki farkındalık ve kullanım düzeyini ölçmeye yönelik bir alan çalışması düzenlenmiştir. Ancak bu makale kapsamında yalnızca Yapı Bilgi Modelleme (BIM) ile alakalı elde edilen veriler paylaşılacaktır. BIM'in Türk inşaat sektöründeki yeri, BIM' e geçiş süreci zorlukları ve BIM'in yaygınlaşmasını engelleyen faktörler ile BIM'in avantaj ve dezavantajları firma ölçeğine göre karşılaştırmalı olarak açıklanmıştır.

Araştırma literatür verilerine dayandırılarak oluşturulmuş bir soru kâğıdı yardımıyla yürütülmüş ve elde edilen bulgular istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

## 2. Yüklenici Firmalarda BIM Kullanımı Üzerine Bir Alan Çalışması

### 2.1. Araştırma Tasarımı

Araştırma literatür verileri ışığında hazırlanmış bir soru kâğıdı yardımı ile yürütülmüş olup; soru kâğıdı 4 bölüm ve 33 soru içermektedir. Tek yanıt ve çok yanıt çoktan seçmeli ile açık uçlu türde olan sorular, mümkün mertebe bu inovatif teknolojilerin gerçek hayattaki uygulamalarını ve ilişkili tüm verileri belirleyecek biçimde hazırlanmıştır. İlk bölüm 6'sı firma özelliklerini ve 7'si katılımcıların demografik özelliklerini belirlemeye yönelik sorulmuş 13 sorudan oluşmaktadır. İkinci bölümde Yapı Bilgi Modelleme (BIM) teknolojisinin farkındalığı ve kullanım yoğunluğunu ile avantaj ve zorluklarını belirlemeye yönelik 9 soru sorulmuştur. Üçüncü bölümde lazer tarama teknolojisi ve dördüncü bölümde ise BIM-lazer entegrasyonu sistemi ile alakalı sorulara yer verilmiştir.

### 2.2. Veri Toplama

Araştırma Ocak 2019-Nisan 2019 tarihleri arasında yürütülmüş olup; MS Word programı ile hazırlanmış olan anket ilk olarak seçilen önemli inşaat firmalarından yüzlerce kişiye e-posta yoluyla iletilmiştir. Ancak bu şekilde yeterli veri elde edilemediğinden, veri toplama Ankara ve İstanbul illerinde merkez ofisleri bulunan inşaat firmalarının ziyaret edilerek, firma yöneticisi ve çalışanları ile yüz yüze görüşülerek tamamlanmıştır. 60 farklı inşaat şirkettinden toplamda 123 katılımcı ile anket yapılmış olup; bu firmalardan 8'inin yalnızca

mühendislik ve tasarım alanında hizmet verdiği belirlemiştir. Bu nedenle bu 8 firma analiz dışı bırakılmıştır.

### 2.3. Araştırma Bulguları

- Firmalar öncelikle sürekli olarak istihdam edilen çalışan sayısına göre gruplandırılmıştır.

**Tablo 1.** Firmada sürekli olarak istihdam edilen çalışan sayısı

	Küçük Ölçekli		Orta Ölçekli		Büyük Ölçekli		
	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde	
Çalışan Sayısı	1-9	5	27,8%	0	0,0%	0	0,0%
	10-49	13	72,2%	0	0,0%	0	0,0%
	50-249	0	0,0%	54	100%	0	0,0%
	250 ve üzeri	0	0,0%	0	0,0%	43	100,0%

Katılımcılara firmalarındaki sürekli olarak istihdam edilen çalışan sayısı sorulmuş olup elde edilen veriler tablo 1’de sunulmuştur. Buna göre;

- ✚ 5 katılımcı (%27,8) çalıştıkları firmadaki çalışan sayısının 1-9 kişi olduğunu ve 13 katılımcı (%72,2) ise personel sayısının 10-49 arası olduğunu ifade etmiştir.
  - ✚ 54 anket katılımcısı orta ölçekli olarak nitelendirilen (çalışan sayısı 50-249 arası) firma grubuna dahil olduğunu belirtmiştir. Toplamda 19 farklı orta ölçekli firma ile anket yapılmıştır.
  - ✚ Çalışan sayısının 250+ kişi olduğu büyük ölçekli olarak adlandırılan gruba dahil firmalarda çalışanların sayısı ise 43’tür. Ankete katılan büyük ölçekli firma sayısı ise 16’dır.
- Anket katılımcılarına firmalarının inşaat sektöründe verdiği hizmetlerin neler olduğu sorulmuş olup sonuçları tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Firmaların sektörde verdiği hizmetler

	Küçük Ölçekli		Orta Ölçekli		Büyük Ölçekli	
	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde
Mühendislik ve tasarım	15	83,3%	26	48,1%	32	74,4%
İnşaat ve taahhüt	18	100,0%	54	100,0%	43	100,0%
Proje yönetimi	15	83,3%	21	38,9%	26	60,4%
Danışmanlık	10	55,6%	21	38,9%	2	4,7%
İş /gayrimenkul geliştirme	1	5,6%	7	13,0%	8	18,6%
Restorasyon/rekonstrüksiyon	2	11,1%	6	11,1%	2	4,7%
Müşavirlik	3	16,7%	19	35,2%	6	14,0%
Diğer	0	0,0%	5	9,3%	0	0,0%

Ankete katılan firmaların tamamının inşaat ve taahhüt hizmeti verdiği ve bunu takiben küçük ölçekli firmalarda sırasıyla mühendislik tasarım, proje yönetimi ve danışmanlık; orta ölçekli firmalarda mühendislik tasarım, proje yönetimi, danışmanlık ve müşavirlik; büyük ölçekli firmalarda ise mühendislik tasarım ve proje yönetimi hizmet alanlarında yoğunlaştığı belirlenmiştir.

- Firmalar sektördeki faaliyet alanlarına göre değerlendirilmiş olup elde edilen sonuçlar tablo 3’de verilmiştir.

**Tablo 3.** Firmaların inşaat sektöründeki faaliyet alanları

	Küçük Ölçekli		Orta Ölçekli		Büyük Ölçekli	
	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde
Konut	13	72,2%	38	70,4%	19	46,3%
Kamu binaları	10	55,6%	33	61,1%	33	80,5%
Ticari yapılar	14	77,8%	38	70,4%	31	75,6%
Endüstriyel yapılar	7	38,9%	27	50,0%	32	78,0%
Ulaşım ve mühendislik	3	16,7%	27	50,0%	37	90,2%

Karma yapılar	6	33,3%	23	42,6%	17	41,5%
Alt yapı projeleri	3	16,7%	24	44,4%	20	48,8%
Diğer	2	11,1%	6	11,1%	2	4,9%

Bu tabloya göre küçük ölçekli firmaların en çok ticari yapılar alanında hizmet verdiği ve bunu sırasıyla konut ve kamu binaların takip ettiği; orta ölçekli firmalarda eşit oranlarla (%70,4) en çok konut ve ticari tesis alanında hizmet verilirken diğer faaliyet alanlarının da birbirine yakın frekanslarda olduğu; büyük ölçekli firmalarda ise %90,2'lik bir frekansla en çok ulaşım ve mühendislik alanında hizmet verildiği ve bunu kamu, endüstriyel ve ticari yapılarının takip ettiği belirlenmiştir.

- Katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin elde edilen bulgular tablo 4'te sunulmuştur.

**Tablo 4.** Katılımcıların demografik özellikleri

Demografik Özellikler		Küçük Ölçekli		Orta Ölçekli		Büyük Ölçekli	
		Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde
Cinsiyet	Kadın	2	11,1%	22	40,7%	17	39,6%
	Erkek	16	88,9%	32	59,3%	26	60,4%
Yaş	22-30	8	44,4%	14	25,9%	12	27,9%
	31-35	2	11,1%	22	40,7%	20	46,6%
	36-40	4	22,2%	8	14,8%	10	23,2%
	41-45	2	11,1%	6	11,1%	1	2,3%
	46-50	1	5,6%	1	1,9%	0	0,0%
	51 üzeri	1	5,6%	3	5,6%	0	0,0%
Meslek	Mimar	8	44,5%	17	31,6%	12	28,0%
	İnşaat Mühendisi	8	44,5%	23	42,6%	17	39,6%
	Elektrik Mühendisi	0	0,0%	7	13,0%	9	20,9%
	Harita Mühendisi	1	5,5%	1	1,8%	0	0,0%
	Çevre Mühendisi	0	0,0%	2	3,7%	0	0,0%
	Makine Mühendisi	1	5,5%	0	0,0%	0	0,0%
	Jeoloji Mühendisi	0	0,0%	0	0,0%	1	2,3%
	Yapı Öğretmeni	0	0,0%	1	1,8%	0	0,0%
	İnşaat Teknikeri	0	0,0%	2	3,7%	3	6,9%
	İç Mimar	0	0,0%	1	1,8%	1	2,3%
Eğitim durumu	Ön lisans	2	11,1%	4	7,4%	7	16,3%
	Lisans	11	61,1%	34	63,0%	26	60,5%
	Yüksek lisans	3	16,7%	15	27,7%	9	20,9%
	Doktora	1	5,6%	1	1,9%	0	0,0%
	Diğer	1	5,6%	0	0,0%	1	2,3%
Firmadaki pozisyonu	Yönetim K. Başkanı / üye	9	50,0%	2	3,7%	0	0,0%
	Genel müdür / G.M. Yrd.	2	11,1%	2	3,7%	0	0,0%
	Genel koordinatör / Yrd.	1	5,55%	4	7,4%	1	2,3%
	Şantiye şefi	0	0,0%	6	11,1%	3	7,0%
	Proje yöneticisi	5	27,8%	10	18,5%	3	7,0%
	Kalite kontrol personeli	1	5,55%	2	3,7%	15	34,9%
	Teknik ofis personeli	0	0,0%	17	31,5%	9	20,9%
	Saha mühendisi	0	0,0%	5	9,3%	4	9,3%
	Diğer	0	0,0%	6	11,1%	8	18,6%
Mesleki hizmet süresi	1-5	3	16,7%	9	16,7%	10	23,2%
	6-10	8	44,4%	20	37,0%	12	27,9%
	11-15	2	11,1%	15	27,8%	18	41,9%
	16-20	3	16,7%	6	11,1%	3	7,0%
	21 üzeri	2	11,1%	4	7,4%	0	0,0%
Çalıştığı kurumdaki hizmet süresi	1-5	10	55,6%	28	51,9%	29	67,4%
	6-10	3	16,7%	22	40,7%	11	25,6%
	11-15	3	16,7%	3	5,6%	3	7,0%
	16-20	1	5,6%	1	1,9%	0	0,0%
	21 üzeri	1	5,6%	0	0,0%	0	0,0%

- Katılımcılara BIM hakkındaki bilgi düzeyi sorulmuş olup elde edilen sonuçlar tablo 5'te verilmiştir.



**Tablo 5.** Katılımcıların Yapı Bilgi Modelleme BIM hakkındaki bilgi düzeyi

	Küçük Ölçekli		Orta Ölçekli		Büyük Ölçekli	
	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde
Uzman düzeyde bilgi sahibi	8	44,4%	12	22,2%	11	25,5%
Orta düzeyde bilgi sahibi	3	16,7%	21	38,9%	20	46,6%
Bir miktar bilgi sahibi	7	38,9%	16	29,6%	9	20,9%
Bilgi sahibi değilim	0	0,0%	5	9,3%	3	7,0%

- Katılımcılara BIM’i ne düzeyde kullandıkları sorulmuş olup elde edilen sonuçlar tablo 6’daki gibidir.

**Tablo 6.** Katılımcıların BIM kullanım düzeyi

	Küçük Ölçekli		Orta Ölçekli		Büyük Ölçekli	
	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde
Aktif olarak kullanıyorum	10	55,6%	11	20,4%	13	30,2%
Bazen kullanıyorum	3	16,7%	15	27,8%	13	30,2%
Kullanmıyorum	5	27,8%	28	51,8%	17	39,6%

- Firmaların BIM kullanım düzeyine göre değerlendirilmesinden elde edilen sonuçlar tablo 7’deki gibidir.

**Tablo 7.** Firmaların BIM kullanım düzeyi

	Küçük Ölçekli		Orta Ölçekli		Büyük Ölçekli	
	Frekans	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde
Aktif olarak kullanıyor	8	44,4%	10	18,5%	25	58,1%
Bazen kullanıyor	3	16,7%	16	29,6%	13	30,2%
Kullanmıyor	7	38,9%	28	51,9%	5	11,7%

Tablo 5,6 ve7’nin genel bir değerlendirmesi yapıldığında ulaşılan sonuçlar şunlardır:

- Küçük ölçekli inşaat firmalarında çalışanların BIM bilgi ve kullanım düzeyleri ile çalıştıkları firmaların BIM kullanım düzeyinde benzerlik bulunmaktadır.
  - Orta ölçekli firma çalışanları genel itibariyle BIM hakkında iyi düzeyde bilgi sahibi olmalarına rağmen BIM kullandıklarını ifade edenlerin oranı düşüktür. Ancak BIM’i çeşitli oranlarda kullandıklarını belirtenlerin frekansı ile BIM kullanan firmaların oranında paralellik vardır. Bu verilere dayanarak orta ölçekli firmalarda çalışan katılımcıların BIM farkındalığı olsa dahi, kendilerinden talep edilmeyen bir sistem olması sebebiyle BIM’i kullanmadıkları söylenebilir. Orta ölçekli yüklenicilerde BIM kullanım seviyesinin düşük çıkmasının nedeni ise ülkemizde yapım işleri şartnamelerinde BIM’in direkt olarak şart koşulmamasıdır. Bundan dolayı firmalar geleneksel yapımlar ile işlerini yürütmektedirler.
  - Büyük ölçekli yüklenicilerde ise çalışanların BIM bilgi düzeyi yüksek; buna karşın BIM’i çeşitli düzeylerde kullananların oranı nispeten düşüktür. Bu büyük ölçekli firmaların BIM kullanım düzeyi ise oldukça yüksektir. Büyük ölçekli yüklenicilerde çalışanların BIM kullanım düzeyinin düşük olmasının sebebi ise bu firmaların kendi bünyelerinde BIM proje grupları kurmasıdır. Bu gruplarda BIM konusunda yetkin kişiler bulunmakta ve BIM sürecini yönetmektedirler. Diğer birimlerde yer alan çalışanlar ise aktif bir şekilde BIM’i kullanmamakta ya gerekli durumlarda BIM sürecine dahil olmakta ya da firmadaki pozisyonu gereği düzenli aralıklarla yaptığı (maliyet-süre yönetimi, ilerleme takibi, şantiye planlaması ve çakışma kontrolü gibi) işlerde BIM’i kullanmaktadırlar.
- Firmalar BIM’i kullandıkları alanlara göre değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar;

**Tablo 8.** Firmaların BIM’i kullandığı alanlar

	Küçük Ölçekli		Orta Ölçekli		Büyük Ölçekli	
	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde
Modelleme	10	76,9%	20	76,9%	29	96,7%
Süresel planlama	7	53,8%	11	42,3%	20	66,7%
Maliyet analizi	10	76,9%	16	61,5%	25	83,3%
Kalite kontrolü/yönetimi	1	7,7%	2	7,7%	4	13,3%
Enerji analizi	0	0,0%	2	7,7%	13	43,3%
Çakışma analizi	7	53,8%	17	65,4%	21	70,0%
İşletme yönetimi	0	0,0%	0	0,0%	6	20,0%
Lazer tarama teknolojisi	1	7,7%	4	15,4%	1	3,3%
Simülasyon	4	30,8%	10	38,5%	2	6,7%
Diğer	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%

Bu verilerden hareketle üç ölçekteki firmada da BIM’in en fazla modelleme, maliyet ve çakışma analizleri ile süresel planlama alanlarında kullanıldığı söylenebilir.

- BIM kullanan firmaların BIM ile birlikte kullandığı yazılımlar değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar;

**Tablo 9.** Firmaların BIM ile birlikte kullanılan yazılımlar

	Küçük Ölçekli		Orta Ölçekli		Büyük Ölçekli	
	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde
Autodesk Revit	8	44,4%	24	42,8%	25	27,1%
Archicad	1	5,55%	0	0,0%	6	6,5%
Allplan	2	11,1%	2	3,6%	21	22,8%
Nawisworks	5	27,8%	14	25,0%	20	21,8%
Bentley	0	0,0%	2	3,6%	5	5,5%
Tekla	1	5,55%	7	12,5%	8	8,7%
Ecodomus	0	0,0%	0	0,0%	2	2,2%
Green Building Studio	0	0,0%	0	0,0%	2	2,2%
Design Builder	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
IES Solution	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Diğer	1	5,55%	7	12,5%	3	3,2%

Küçük ve orta ölçekli firmalarda öncelikli olarak Revit yazılımının tercih edildiği ve ikinci olarak da Navisworks yazılımının kullanıldığı; büyük ölçekli firmalarda ise Revit ve Navisworks yazılımlarının yanı sıra Allplan yazılımının da yüksek bir oranla kullanıldığı belirlenmiştir.

- BIM’ geçiş ve adaptasyon sürecinde ortaya çıkan zorluklar değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar;

**Tablo 10.** BIM ’e geçiş ve adaptasyon sürecinde ortaya çıkan zorluklar

	Küçük Ölçekli		Orta Ölçekli		Büyük Ölçekli	
	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde
Arayüz kullanımı zordur	2	13,3%	9	22,5%	13	35,1%
Program mantığı farklıdır	5	33,3%	19	47,5%	18	48,6%
Farklı disiplinlerle çalışmak zordur	5	33,3%	23	57,5%	20	54,1%
Yetkin personel bulmak zordur	12	80,0%	32	80,0%	29	78,4%
BIM’in kullanılması için gereken alt yapı oluşturulamamaktadır	9	60,0%	21	52,5%	23	62,2%
Alışkanlıkları değiştirir	8	53,3%	26	65,0%	23	62,2%
Test edilmemiş ve denenmemiş sorumluluklar getirir	4	26,7%	29	72,5%	16	43,2%
Lisans alma ve güvenlik sorunları ortaya çıkarmaktadır	5	33,3%	9	22,5%	10	27,0%
Disiplinler arası BIM ortak dili oluşturulamamaktadır	6	40,0%	19	47,5%	19	51,4%
Diğer	0	0,0%	1	2,5%	2	5,4%

BIM için yetkin personel bulunamaması, üç firma ölçeğinde de BIM’e geçiş ve adaptasyon sürecinin en büyük zorluğu olarak değerlendirilmektedir. Bunu çeşitli frekanslarla; BIM’in kullanımı için gerekli olan alt yapının oluşturulamaması, BIM’in alışkanlıkları değiştirmesi

ile BIM'in test edilmemiş ve denenmemiş sorumluluklar getirmesi seçenekleri izlemektedir.

- BIM kullanımının avantajları değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar;

**Tablo 11.** BIM kullanımının sağladığı avantajlar

	Küçük Ölçekli		Orta Ölçekli		Büyük Ölçekli	
	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde
Multidisiplinler bir çalışma ortamı sağlar	12	75,0%	30	71,4%	29	78,4%
Tutarlı ve sonuca yakın maliyet tahminleri yapılmasına olanak sağlar	11	68,8%	28	66,7%	26	70,3%
Konsept tasarımlarda hızlı değişimlere imkân verir	8	50,0%	20	47,6%	14	37,8%
Hızlı dökümantasyon sağlar	14	87,5%	38	90,5%	31	83,8%
Çalışma problemlerinin sahaya gitmeden çözülmesini sağlar	14	87,5%	35	83,3%	34	91,9%
Verim artışı ile birlikte maliyeti düşürür	8	50,0%	12	28,6%	8	21,6%
Süresel sapmaları minimuma indirir	7	43,8%	13	31,0%	15	40,5%
İnşaat kontrol kalitesini yükseltir	9	56,2%	17	40,5%	16	43,2%
Diğer	0	0,0%	0	0,0%	1	2,7%

Elde edilen verilerden hareketle şıklarda sunulan tüm seçeneklerin çeşitli oranlarda BIM'in avantajı olarak değerlendirildiği ancak BIM'in en büyük avantajlarının üç firma ölçeğinde de; çalışma problemlerini sahaya gitmeden çözmesi, hızlı dokümantasyon sağlaması ve multidisiplinler çalışma ortamı sunması olarak ifade edildiği belirlenmiştir.

- BIM kullanımının dezavantajları değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar;

**Tablo 12.** BIM kullanımının dezavantajları

	Küçük Ölçekli		Orta Ölçekli		Büyük Ölçekli	
	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde
BIM ilk yatırım maliyeti yüksektir	7	43,8%	15	35,7%	11	29,7%
BIM' e geçiş sürecinde üretkenlik zarar görür	5	31,2%	26	61,9%	25	67,6%
İş akışlarındaki değişim nedeniyle koordinasyon problemlerinin yaşanır	6	37,5%	33	78,6%	23	62,2%
BIM ile yürütülecek ilk projede uygulama hatalarından dolayı zaman ve maliyet kayıpları yaşanır	4	25,0%	16	38,1%	16	43,2%
İnşaat sektörünün BIM'e uyum sürecinin yavaştır	10	62,5%	33	78,6%	32	86,5%
Farklı disiplinlerin BIM yetkinlik düzeylerinin farklıdır	11	68,8%	32	76,2%	27	73,0%
Diğer	0	0,0%	1	2,4%	4	10,8%

Elde edilen verilerden hareketle şıklarda sunulan tüm seçeneklerin çeşitli oranlarda BIM'in dezavantajı olarak değerlendirildiği ancak BIM'in en büyük dezavantajlarının şöyle sıralandığı belirlenmiştir: Farklı disiplinlerin BIM yetkinlik düzeylerinin farklı olması, inşaat sektörünün BIM'e uyum sürecinin yavaş ilerlemesi, iş akışlarındaki değişim nedeniyle koordinasyon problemlerinin yaşanması ve BIM' e geçiş sürecinde üretkenliğin zarar görmesi.

- BIM'in yaygınlaşmasını engelleyen faktörler değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar;

**Tablo 13.** BIM' in yaygınlaşmasını engelleyen faktörler

	Küçük Ölçekli		Orta Ölçekli		Büyük Ölçekli	
	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde
BIM'in ilk yatırım maliyeti yüksektir	9	56,2%	21	50,0%	15	41,7%
Süreçleri yönetmek için referans alınacak kılavuz veya standartlar eksiktir	4	25,0%	18	42,9%	22	61,1%
Firmalar BIM' e geçişe kapalıdır	10	62,5%	36	85,7%	27	75,0%
BIM geliştirme süreci zaman kaybı olarak görülmektedir	7	43,8%	25	59,5%	27	75,0%
Piyasada geleneksel proje süreci hâkimdir	11	68,8%	39	92,9%	31	86,1%
Sektör çalışanları BIM'e karşı şüphelidir, BIM 'e henüz hazır olunmadığı inancı yaygındır	7	43,8%	27	64,3%	24	66,7%
Taraflar arasındaki sözleşmede doğrudan BIM modeli referans olarak gösterilememektedir	2	12,5%	19	45,2%	13	36,1%
Diğer	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%

Bu tabloya göre; piyasada geleneksel proje sürecinin hâkim olması, firmaların BIM' e geçişe kapalı olması, BIM geliştirme sürecinin zaman kaybı olarak değerlendirilmesi, BIM'in ilk yatırım maliyetinin yüksek olması ve sektör paydaşlarının BIM' henüz hazır olunmadığı şeklindeki şüpheli yaklaşımları BIM'in yaygınlaşmasını engelleyen faktörlerin başında gelmektedir.

### 3. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Alan çalışmasından elde edilen bulguların değerlendirilmesi sonucu Yapı Bilgi Modelleme (BIM)'nin farkındalık düzeyinin yüksek olmasına rağmen kullanım yoğunluğunun oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Sektör paydaşları çoğunlukla BIM'in sağladığı avantajların farkındadırlar. Ancak BIM' e geçiş konusunda büyük bir tereddüt sektörün geneline hakimdir. İnşaat sektörünün BIM'e uyum sürecinin yavaş olması, BIM' geçiş sürecinde üretkenliğin zarar görmesi, iş akışlarındaki değişim nedeniyle koordinasyon problemlerinin yaşanması, farklı disiplinlerin BIM yetkinlik düzeylerinin farklı olması, BIM alanında yetkin personel eksikliğinin olması ve BIM kullanımı için gereken alt yapının oluşturulamaması bu kararsızlığın başlıca nedenleridir. Piyasada geleneksel proje sürecinin hâkim olması ve süreçleri yönetmek için referans alınacak standart ve kılavuzların eksikliği BIM'in yaygınlaşmasını engellemektedir. Ayrıca BIM geliştirme süreçleri firmalar üzerinde büyük bir yük olmaktadır. Yine taraflar arasındaki sözleşmelerde BIM'in şart koşulamaması ve doğrudan BIM modelinin referans olarak gösterilememesi BIM önünde büyük bir handikaptır. Gelişmiş ülkelerde BIM kamu işleri teknik şartnamelerinde zorunlu hale gelmiş ve özel sektörde taraflar arasındaki sözleşmelerde yerini almaya başlamıştır. Ancak ülkemizdeki duruma bakıldığında BIM, kamu ihalelerinde bile sadece bir seçenek olarak sunulmaktadır. Dolayısıyla herhangi bir zorunluluk altında kalmayan firmalar geleneksel CAD yazılımları ile faaliyetlerini sürdürmektedirler. Bu noktada BIM kullanımının yaygınlaşması için gerekli kritik adımların atılması önemli hale gelmektedir. Sadece yapım sürecinin planlama ve tasarım aşamasını değil tesisin bakım-onarım ve yıkım dâhil tüm yaşam döngüsü süreçlerini yönetmeyi sağlayan bir veri deposu olduğu düşünüldüğünde BIM' in sektördeki önemi daha net anlaşılabilir. BIM önündeki engellerin ortadan kaldırıldığı taktirde BIM'in sektörde hızla yayılacağı düşünülmektedir.

### KAYNAKLAR

- AIA, American Institute of Architects, 2013. *Document G202-2013*, Project Building Information Modeling Protocol Form, <https://www.aiacontracts.org/> 27 Nisan 2019.
- Akkaya, D., 2012. İnşaat sektöründe yapı bilgi modellemesi hakkında inceleme, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akkoyunlu, T., 2015. Kentsel dönüşüm projeleri için BIM uygulama planı önerisi, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.



- Azhar, S., Brown, J., and Farooqui, R., 2009. BIM-based sustainability analysis: An evaluation of building performance analysis software. *In Proceedings of the 45th ASC annual conference* (Vol. 1, No. 4, pp. 276-292).
- Cerda, W., and Marin, C., 2010. Building Information Modeling.
- Çuhadar, F. G., 2017. Mimarlık hizmeti kapsamında bina bilgi modelleme: "G Villa" konut projesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Doğan, O., 2017. Yapım yönetiminde yapı bilgi modellemesi (YBM), TED Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, <https://docplayer.biz.tr/47380847-Yapim-yonetiminde-yapi-bilgi-modellemesi-ybm-onur-dogan.html>, 26 Nisan 2019.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K., 2011. BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. John Wiley & Sons, New Jersey.
- Elmuallim, A., and Gilder, J., 2014. BIM: innovation in design management, influence and challenges of implementation. *Architectural Engineering and Design Management*, Vol. 10, Nos. 3-4, 183-199,
- Kiviniemi, A.; Tarandi, V.; Karlshøj, J.; Bell, H.; and Karud, O.J., 2008. Review of the Development and Implementation of IFC compatible BIM, *Erabuild*, 128p.
- Ofluoğlu, S., 2009. Yapı bilgi modelleme: yeni nesil mimari yazılımlar. *Mimar Sinan Üniversitesi, Enformatik Bölümü*. <http://www.sayisalmimar.com/yayin/ybm.pdf>, 25 Nisan 2019.
- Ross, S. S., 1999. Object Lessons, *Architectural Record*, 88(6), s.129
- Zeng, X., and Tan, J., 2007. Building information modeling based on intelligent parametric technology, *Frontiers of Architecture and Civil Engineering in China*, 1(3), 367-370.

**NOT:** Bu çalışma Hasan POLAT danışmanlığı ile Hülya BAHÇECİ tarafından yazılan "Bina Yapım Sürecinde İnovatif Kalite Kontrol Tekniklerinin Firma Ölçeğine Göre Farkındalık Analizi" adlı yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Bu tez çalışmasını MİF.19.01 no'lu proje kapsamında destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FÜBAP) birimine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.