

Araştırma Makalesi – Research Article

Yapı Bilgi Modellemesi'nin Türkiye için Uygulanabilirliğinin Araştırılması

Investigation of Application of Building Information Modeling for Turkey

Gözde Şahinkaya¹, Faik Ahmet Sesli², Varol Koç³, Ömer Faruk Uzun^{4*}

Geliş / Received: 07/04/2022

Revize / Revised: 13/06/2022

Kabul / Accepted: 13/06/2022

ÖZ

Her geçen gün daha karmaşık hale gelen yapıların, her anlamda verimli bir şekilde inşa edilebilmeleri, teknoloji den faydalanma derecesiyle yakından ilgilidir. Her türlü ön çalışma ve analizlerin yapılabilmesine olanak sağlamak suretiyle bina tasarımlarını sürdürülebilir, sağlıklı ve düşük maliyetlerle projelendirebilen Yapı Bilgi Modelleme (YBM) sisteminin kullanımı bu anlamda önemlidir. Bu anket çalışması ile YBM'nin sektör çalışanları tarafından bilinirliği, sağlayabileceği avantajların farkındalığı, daha yaygın kullanımının sağlanmasında engel olarak görülen hususları ve bu hususların giderilmesi noktasındaki düşüncelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmadan elde edilen verilere göre YBM sistemi, ülkemizde henüz yeterince bilinmemekte (%50) ve kullanılmamaktadır (%67). Çalışmaya katılanların %70'i ise YBM sisteminin nasıl kullanıldığını bilmemektedir. YBM sisteminin farkındalığı ve kullanımı henüz emekleme safhasındadır. Diğer yandan YBM sisteminin sektöre katkı sağlayabileceği fikrinin katılımcılarca büyük oranda kabul görmesi, ilerleyen zamanlarda sistemin daha fazla kullanılacağı şeklinde yorumlanabilir. Ankete katılanların %41'i YBM'nin proje maliyetlerini kesinlikle azaltacağı ve %31'i de azaltacağı fikrindedir. YBM ile inşaat aşamasından önce olası problemlerin tespitinin yapılabilmesi fikri, katılımcılar tarafından %58 oranında destek bulmuştur. YBM sisteminin kullanımının yaygınlaştırılmasında en büyük katkının devlet tarafından verilebileceği görüşü %61, sektördeki rekabet baskısının kullanımı yaygınlaştıracağı fikri ise %41 oranla kabul görmüştür. Büyük ölçüde kabul gördüğü üzere, sistem hakkında eğitim imkânlarının geliştirilmesi faydalı olabilecektir. Akademik çalışmalar ve tecrübeli olan kişi veya kurumlardan YBM'e geçiş konusunda destek alınabilir. YBM kullanımına geçişin gecikmesindeki en önemli sebeplerden biri olarak görülen yasal düzenlemelerin yapılması da bu anlamda faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler- Bilgisayar Destekli Tasarım, İnşaat Verimlilik İndeksi, Proje Yönetimi, 3 Boyutlu Modelleme, Yapı Sektörü

ABSTRACT

The efficient construction of buildings, which are becoming more complex day by day, is closely related to the degree of benefiting from technology. For this reason, it is important to use the Building Information Modeling (BIM) system, which can project building designs in a sustainable, healthy, and low cost by allowing all kinds of

¹İletişim: gozdesahinkayaa@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0001-8792-9944>)

Devlet Su İşleri 102. Bölge Müdürlüğü, Mardin, Türkiye

²İletişim: fasesli@omu.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0001-8352-734X>)

Harita Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye

³İletişim: kvarol@omu.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0003-4810-3845>)

İnşaat Mühendisliği, Mühendislik Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye

^{4*}Sorumlu yazar iletişim: ofuzun@sinop.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0002-0391-4495>)

Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü (Harita ve Kadastro), Boyabat MYO, Sinop Üniversitesi, Sinop, Türkiye

preliminary studies and analyses to be made. With the study, it was aimed to determine the awareness of BIM by the sector employees, the advantages it can provide in construction works, the issues that are seen as obstacles in ensuring its more widespread use, and their thoughts on eliminating these issues. According to the data obtained from the study, the BIM system is not known enough (50%) and is not used (67%) in our country yet. 70% of the respondents do not know how to use the BIM system. The awareness and use of the BIM system is still in its beginner level. On the other hand, the fact that the idea that the BIM system can contribute to the sector is widely accepted by the participants can be interpreted as the system will be used more in the future. 41% of the respondents stated that BIM will definitely reduce their project costs and will reduce it by 31%. The idea that the problem could be determined before the construction phase with BIM was supported by 58% of the participants. The opinion that the biggest contribution to the dissemination of the use of the BIM system can be made by the state was approved by 61%, while the idea that the competitive pressure in the sector would expand the use was approved by 41%. As it is widely accepted, it would be beneficial to improve educational opportunities about the system. Support can be obtained from academic studies and experienced people or institutions in transitioning to YBM. It will also be beneficial to make legal arrangements, which is seen as one of the most important reasons for the delay in the transition to the use of BIM.

Keywords- *Computer Aided Design, Construction Efficiency Index, Project Management, 3D Modelling, Construction Industry*

İ.GİRİŞ

Günümüz insanların yapılardan beklentilerinin giderek artması ve buna bağlı olarak gittikçe daha karmaşık hale gelen yapıların her anlamda verimli bir şekilde inşa edilmeleri, geleneksel inşaat projeleri ile her geçen gün daha da zorlaşmaktadır [1,2]. Halihazırda hazırlanan inşaat projelerine; enerji analizleri, yalıtım, otopark, çevre düzenlemeleri gibi unsurların da dahil edilmeleri gerekmektedir. Çok kapsamlı bir çalışmaya ihtiyaç duyulan bu noktada, ihtiyaçları tam olarak karşılayamayan CAD (Computer Aided Drawing) yazılımlarının yerine, her türlü ön çalışma ve analizlerin yapılabilmesine olanak sağlamak suretiyle yüksek performanslı bina tasarımlarını sürdürülebilir, sağlıklı ve düşük maliyetler ile projelendirebilen Yapı Bilgi Modelleme (YBM) sistemi öne çıkmaktadır.

Yapılacak yapının öncelikle bilgisayar ortamında inşa edilip en ekonomik ve işlevsel yapı tasarımının belirlenmesine imkân sağlayan YBM, görselleştirme, koordinasyon, prefabrikasyon, planlama, düşük hata toleransı ve işbirliği sağlama gibi pek çok avantajlara sahiptir. Bütün bunlara ek olarak iklimsel ve meteorolojik veriler, bina enerji sarfiyatı, ışıklanma, termal ışınlama, rüzgâr ve hava akımı gibi faktörlerin analizine imkân sağlayarak projenin tasarım aşamasında en doğru kararların alınmasını sağlayabilmektedir [3-5].

YBM, tüm proje paydaşlarının bir arada çalışabilmesine de imkân sağlayıp, çok boyutlu tasarım ile görsel sunum gerçekleştirmeye imkân sağlayabilmesi, hazırlanan projeye tüm boyutlarıyla hâkimiyet sağlanmasına da olanak sağlamaktadır [6-9]. Bina ile ilgili tüm tasarımsal (geometri/biçim vb.) ve sayısal (malzeme, maliyet, fiziksel çevre kontrolü vb.) veriden oluşan 3 boyutlu bir model meydana getirerek, hazırlanan projeye tüm verilerin işlendiği, analizlerin yapıldığı ve paydaşlar tarafından binanın yaşam döngüsü boyunca ortak kullanım sağlayan bir çalışma sistemidir [9-10].

Başarı için birlikte çalışmanın çok önemli olduğu inşaat sektöründe, çeşitli yazılım ve donanımların beraber kullanılmasıyla, proje ürünlerinin üç boyutlu olarak oluşturulduğu, proje katılımcıları arasındaki iş birliğini destekleyen, bilgi paylaşımını sağlayan, etkin kullanılmasının sağladığı iş birliği sayesinde süreç içerisindeki hata oranını azaltan, zaman ve maliyet açısından fayda sağlayan YBM, yapının fikir aşamasından yıkım aşamasına kadar bütün süreç boyunca kontrolünü sağlayarak iş verimliliğini yükseltmektedir [8,11,12].

Yapı Bilgi Modellemesini, günümüzde sadece işi kolaylaştıran bir sistem olarak görmek yeterli değildir. YBM süreci büyük çaplı projelerde artık bir ihtiyaç haline gelmiştir. Hatta İngiltere’de, ABD’de ve bazı kuzey Avrupa ülkelerinde kamu binalarında zorunlu hale getirilmiştir [13,14]. Ülkemizde özellikle büyük kamu projelerinde ve sözleşmelerinde yer alan maddeler gereğince adı geçen YBM kavramı, uluslararası standartlara uygunluğun sağlanması için kullanılmaktadır [9,15]. Bazı sözleşmelerde kullanımı zorunlu hale getirilen YBM konusundaki çalışmaların artacağı öngörüsü ile firmaların YBM’ye geçiş için hazırlıkları söz konusudur. Ancak ülkemizde belirli yasal altyapı, dokümanlar ve standartlar mevcut olmadığından dolayı, beklenen gelişim tam

anlamıyla sağlanamamaktadır. YBM'nin daha fazla kullanılması için devlet desteğinin sağlanması ve yasal mevzuatların hazırlanmış olması faydalı olacaktır.

Bu anket çalışması ile YBM'nin sektör çalışanları tarafından bilinirliği, sağlayabileceği avantajların farkındalığı, daha yaygın kullanımının sağlanmasında engel olarak görülen hususlar ve bu hususların giderilmesi noktasındaki düşüncelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

II. MATERYAL VE METOT

Yapılan çalışma, bir anket çalışması olup YBM'nin mevcut ve gelecekteki durumu hakkında sorular sorulmuş ve elde edilen veriler analiz edilmiştir. Anket çalışması için sorular hazırlanırken konu hakkındaki literatürler ve YBM hakkında daha önceden anket çalışması yapan araştırmacıların çalışmalarından yararlanılmıştır [5,16]. Anket çalışması bağlamında katılımcılardan bilgilendirilmiş onam ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi Etik Kurulu'ndan "Etik Kurul Onayı" alınmıştır.

A. Anket Sorularının Hazırlanması ve Katılımcılara İletilmesi

Google formlar menüsü kullanılarak hazırlanan anket formu, kamu ve özel sektör çalışanlarına e-posta ile dağıtılıp katılımları sağlanmıştır. Anket çalışmasının açıklama kısmında anketin hangi amaçla kullanılacağı ve YBM hakkında hangi konularda bilgi sahibi olunmak istendiği belirtilmiştir. Anket çalışması yapılırken katılımcıların konu ile ilgili soruları cevaplanmıştır. Böylelikle anket çalışmasına katılan ancak YBM hakkında fikir sahibi olmayan katılımcıların belli oranlarda bilgilendirilmesi de sağlanmıştır.

Anket çalışmasında aşağıda verilen bölümler halinde gruplandırılan ve toplamda 28 çoktan seçmeli soru sorulmuştur.

1. Genel bilgiler: Cinsiyet, meslek grubu, tecrübe yılları, eğitim seviyesi, çalışılan sektör, ağırlıklı olarak çalışılan sektör gibi katılımcılara kişisel ve çalıştıkları sektöre ait genel sorular sorulmuştur.

2. YBM hakkında genel değerlendirme: YBM hakkında temel bilgi soruları sorularak katılımcıların bilgi seviyeleri ölçülmüştür. Bunun için; YBM hakkında bilgi sahibi olunup olunmadığı, YBM'nin avantajları ve dezavantajlarının bilinip bilinmediği, YBM uygulaması yapılan projelerinin olup olmadığı, YBM'nin bir program mı yoksa süreç mi olduğu, YBM'nin boyutlarının bilinip bilinmediğini ölçmeye yönelik sorular sorulmuştur.

3. YBM'nin kullanılabilirliği hakkında değerlendirme: Bu bölüm kapsamında hazırlanan sorular, YBM'nin ülkemizde uygulanabilirliği konusunda katılımcıların düşüncelerini öğrenmeye yöneliktir. YBM'nin ilerleyen zamanlarda kullanım yüzdesinin ne olabileceği konusundaki fikirler derlenmiştir. Ülkemizde 10 yıl sonra YBM'nin projelerde kullanılma yüzdesinin tahmini için % 0-100 aralığında dört seçenek sunulmuştur.

4. YBM'nin kullanımının yaygınlaşması hakkında değerlendirme: Bu bölümde YBM kullanımının yaygınlaşmasının sonuçlarına yönelik sorular hazırlanmıştır. Proje teslimi, proje kontrolü, iş tekrarı, maliyet, iş birliği, yapılacak hataların önceden tespit edilmesi, çevreyle dost yapıların sayılarındaki değişim hakkında katılımcıların görüşleri alınmıştır.

5. YBM'ye geçişi kolaylaştırıcı faktörler hakkında değerlendirme: YBM'ye geçişi kolaylaştırıcı bazı faktörler belirlenip, katılımcılara bu faktörler hakkındaki düşünceleri sorulmuştur. Devlet desteğinin sağlanması, örnek iş akışı olması, uygun veri tabanının olması, kullanılacak yazılımların tanıtımının yapılması, müşteri taleplerinin yaygınlaşması gibi unsurların YBM'ye geçişi kolaylaştırması hususunda katılımcıların düşünceleri derlenmiştir.

6. YBM'ye geçişin gecikmesi hakkında değerlendirme: YBM'ye geçişin gecikme sebepleri hakkında bazı faktörler belirlenmiş ve katılımcılara düşünceleri sorulmuştur. Talep eksikliğinin olması, YBM'nin faydalarının tam olarak anlaşılabilmesi, yasal dayanak ve YBM'ye geçişi sağlayacak eğitimli insan kaynağı eksikliğinin yaşanması gibi hususlar hakkında katılımcıların düşünceleri tespit edilmiştir.

B. Ankete Katılan Kişilerin Bilgileri

Hedef kitle belirlenirken anket çalışmasının yapılacağı kurumlardan ve firmalardan çalışmaya katılabilecek teknik personel sayıları istenmiştir. Belirlenen kurum ve şirketlerden alınan bilgilere göre katılımcı sayısı 280 kişi olarak belirlenmiştir. Katılımcıların ikamet ettikleri iller; İstanbul, Ankara, İzmir, Konya, Eskişehir, Samsun, Ordu, Mardin, Diyarbakır ve Şanlıurfa'dır. Örneklem grubu; Üniversiteler, Devlet Su İşleri, Tapu ve Kadastro Müdürlüğü, Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlükleri ile Harita Genel Komutanlığı gibi kamu kurumları ve 3. Havalimanı Raylı Hatlar Projesi çalışanları, Bold Mimarlık, Kalyon İnşaat, ENKA, Prota Mühendislik, harita ve inşaat mühendisliği bürolarından seçilen çoğunluğu mühendis ve mimarlardan oluşan teknik personellerden oluşmuştur.

C. Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması

Örneklem büyüklüğünün hesabında sonuçların doğru ve güvenilir bir şekilde elde edilmesi için "Güç analizi" yönteminden yararlanılmış, evreni bilinen örneklem yöntemi için aşağıdaki formül kullanılmıştır (1);

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

N = Evrendeki birey sayısı

n = Örneklem alınacak birey sayısı

p = İncelenen olayın görülme sıklığı (olasılığı)

q = İncelenen olayın görülmemiş sıklığı ($1-p$)

t = t tablosunda bulunan teorik değer (1.96)

d = Olayın görülme sıklığına göre yapılmak istenen + sapma olarak simgelenmiştir (0.05).

$$n = \frac{280 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2(280 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} \cong 162$$

Güç analizi sonucunda hedef kitle olarak seçilen 280 katılımcı içerisinde %95 güven, 0.05 kabul edilebilir hata payına göre toplamda 162 kişi ile görüşülmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

10.09.2019 ile 20.11.2019 tarihleri arasında yapılan anket çalışmasına geri dönüş yapan katılımcı sayısı 100 kişidir. Yapılan anket sonuçlarına göre %90 güven, %10 kabul edilebilir hata payına göre yeniden hesaplama yapılmış ve 100 anketin güvenilir ve doğru sonuç vereceği görülmüştür.

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

A. Ankete Katılanların Genel Bilgiler

Kişisel ve iş deneyimleri hakkında sorular sorulan katılımcıların %61'ini mühendisler, %21'ini mimarlar ve geri kalan %18'ini de akademisyen, yönetici ve müteahhitler oluşturmuştur. Katılımcılarının %56'sı erkek, %44'ü kadın, %57'si özel ve %43'ü kamu sektöründe çalışmaktadır. Eğitim seviyesi olarak %71 oranında lisans, %22 yüksek lisans, %3 doktora ve %4'de diğer eğitim seviyelerine sahip olan katılımcıların; %39'u diğer kamu ve %4'ü üniversite olmak üzere toplamda %43 oranında kamu kurumlarına hizmet vermektedir. Kalan %57'lik oranı ise sırasıyla %18 belirlenen iş alanlarının dışında çalışanlar, %17 yüklenici firma çalışanı, %16 mimarlık firması çalışanı ve %6 yatırım şirketinde çalışan katılımcılar oluşturmuşlardır.

Ankete katılan kişilerden iş tecrübeleri 0-5 yıl arasında olanlar %51; 5-10 yıl arasında olanlar %28; 10-15 yıl arasında olanlar %10, 15 yıldan fazla olanlar ise %11'lik orana sahiptir. Katılımcılara çoğunlukla çalıştıkları proje sektörü sorulduğunda ise; katılımcıların %51'i kamu, %23'ü belirlenen seçeneklerin dışındaki projeler, %13'ü konut, %9'u ticari ve %4'ü ise endüstriyel projelerde yer aldıklarını belirtmişlerdir.

B. YBM Hakkında Genel Bilgi Seviyesinin Belirlenmesi

YBM hakkındaki bilgi düzeylerinin ölçüldüğü bu bölümde katılımcıların %50'si YBM hakkında bilgi sahibi olduğu, diğer %50'si ise olmadığını belirtmiştir.

YBM'yi kullanıp kullanmadıkları sorusuna verilen cevapların dağılımı %67 kullanmadığı, %18 kullandığı, %12 kullanılması planlanan projeleri olduğu ve %3 ise diğer şeklindedir.

Bu bulgulardan anlaşılacağı üzere YBM sisteminin ülkemizdeki kullanımının başlangıç düzeyinde olduğu anlaşılmaktadır. YBM hakkında genel bilgi ağına sahip olursa bile, detaylı olarak YBM hakkında bilgi sahibi olunmadığı görülmektedir. Diğer yandan YBM konusunda bilgi sahibi olanların oranı, ilerleyen zamanlarda YBM'nin yaygınlaşacağına göstergesi olarak kabul edilebilir.

YBM'nin tanımı için katılımcıların %60'ı, yapının sürdürülebilirliğini sağlayan ve yapının tüm aşamalarında yer alan bir süreç olduğunu düşünmektedir.

Katılımcıların %18'i YBM'nin çok boyutlu, %16'sı üç boyutlu çizim yapan, %4'ü maliyet hesabı yapan ve %2'lik kısım ise iş programı düzenleyen bir program olduğunu düşünmektedir. YBM aslında bu tanımların hepsini içinde barındırmaktadır. Ancak ülkemizde YBM bütün olarak kullanılmadığından her kullanıcı için farklı tanımlanmaktadır.

YBM'nin nasıl kullanılacağına bilinip bilinmediği sorusuna katılımcıların %70'i bilmediği, %18'i bildiği ve %12'si ise eğitim aldığı şeklinde cevap verdikleri görülmektedir.

YBM'nin avantajlarının bilinip bilinmemesiyle alakalı soruya katılımcıların %58'i bilmediği %42'si ise haberdar olduğunu söylemektedir. Katılımcıların verdiği cevaplara göre YBM'nin dezavantajlarının %67 oranında bilinmediği, %33 oranında ise bilgi sahibi olduğu görülmektedir. Bu verilere göre YBM hakkında kapsamlı bilgiye sahip olan kitlenin azınlıkta olduğu söylenebilir.

YBM'nin bir süreç mi yoksa bir program mı olduğuyla alakalı soruya YBM'nin bir süreç olduğunu düşünen katılımcıların oranı %83 iken, süreç olmadığını düşünen katılımcıların oranı ise %17'dir. YBM'nin bir program olduğunu düşünen katılımcıların oranı %58 iken, %42'si bir program olmadığını düşünmektedir.

YBM projenin tüm aşamalarında bulunan bir süreçtir. Üç boyutlu tasarım yapıldığı veya karşılaştırma analizlerinin uygulanabilirliği için programlar kullanıldığından bir program gibi de düşünülmektedir. Ancak YBM sadece bir program olmayıp yapının tasarımdan başlayıp yapının tesliminden sonra bile ömrünü sürdüren geniş yelpazeli bir modelledir.

Projelerde kullanımı ile ilgili soruya, katılımcıların büyük çoğunluğu (%67) YBM'i projelerinde henüz kullanmadığını belirtmiştir. YBM'i üç boyutlu yani görselleştirme için kullanan katılımcıların oranı ise %18'dir. Katılımcıların %14'ü sürdürülebilir proje planlaması, %11'i maliyet çalışması, %10'u iş programı düzenleme, %7'si fizibilite çalışması, %4'ü çakışma analizi ve %1'i ise şantiye planlaması için YBM'i kullanmaktadır.

Ülkemizde uygulanan projelerde çoğunlukla üç boyutlu tasarım, maliyet çalışmaları ve iş programı düzenleme amacıyla YBM'in kullanıldığı bilinmektedir [17].

YBM'nin boyutlarının bilinip bilinmediği sorusuna katılımcıların %62'si bilgi sahibi olmadığı, %38'i ise bilgi sahibi olduğu yönünde cevaplamıştır.

YBM'nin boyutlarının bilinmesi kullanımı konusuna katkı sağlayacaktır. Proje planlamalarının bu bilgiler doğrultusunda yapılması iş yükünü azaltabilecektir.

C. YBM'nin Kullanılabilirliği Hakkında Değerlendirme

YBM'nin aktif olarak kullanılabilirliğini etkileyen bazı faktörlerin sorularda verilerek, aktif olarak kullanımı etkileyen en önemli faktörün belirlendiği bu bölümde; katılımcıların %29'u farkındalık eksikliğini işaret etmişlerdir.

Kişiler, firmalar veya proje paydaşları YBM'nin projelerde ne için, hangi amaçla ve kullanıldığında ne gibi sonuçlar sunacağını bilmediği yeni bir çalışma yöntemi için çaba harcamakta, geleneksel yöntemlerin kullanımına devam etmektedir. Bu noktada YBM konusunda bilgilendirme platformları oluşturularak farkındalık oluşturulması faydalı olacaktır.

BM'yi aktif kullanmayı etkileyen diğer önemli etkenin, devlet desteğinin sağlanmamış olmasından kaynaklı olduğunu düşünen katılımcıların oranı %28'dir. Devletin projeler için yatırım desteği sağlaması YBM kullanım oranını artıracaktır. Devlet desteğinin sağlandığı projelere, yatırımcıların bakış açısı da önemli oranda değişebilecektir. Bu soruya katılımcıların %26'sı eğitim eksikliği, %12'si YBM ile proje yapımına olan talep eksikliği, %5'i ise kullanılacak olan yazılımların yüksek maliyetinin YBM'nin aktif olarak kullanılmasını etkilediği yönünde yanıt vermişlerdir.

Uygulanabilirliği hakkındaki düşünceleri sorulan katılımcıların % 54'ü, YBM'nin uygulanabileceğini ancak bunun için zaman gerektiğini, % 23'ü ise seçeneklerin dışında bir düşüncede olduklarını belirtmişlerdir. Katılımcıların % 12'si öncelikle kamu projelerinde, % 9'u tüm projelerde uygulanabileceğini ve % 2'si ise ülkemizde uygulanamayacağını düşünmektedir.

Sorulan soruya verilen cevaplardan da anlaşılacağı üzere zaman içerisinde YBM'nin kullanımının yaygınlaşacağı düşünülmekle birlikte, bu zaman kavramının nasıl değerlendirilmesi gerektiği oldukça önemlidir. Yasal dayanaklar oluşturulması, eğitimler verilmesi, adaptasyon kursları gibi faaliyetlerle YBM'nin uygulanabilirliğinin artırılması çalışmalarının faydalı olacağı söylenebilir [18]. YBM'nin uygulanabilirliği hakkındaki soruya verilen yanıtlarda "uygulanamaz" yönündeki cevapların az olması gelecek adına umut vadetmektedir.

Anket çalışmasında ülkemizde 10 yıl sonra YBM'nin projelerde kullanılma yüzdesi için % 0-100 aralığında dört seçenek sunulmuştur. Katılımcıların % 40'ı ülkemizde 10 yıl sonra YBM'nin kullanılma yüzdesinin % 0-25 aralığında olacağını düşünmektedir. Katılımcıların % 38'i % 25-50, % 21'i % 50-75 ve % 1'i ise % 75-100 aralığında kullanılacağını öngörmektedir.

"Türkiye'de proje yönetimi konusunda YBM en etkili yöntemdir" şeklinde yapılan yoruma katılımcıların fikirleri sorulmuştur. Katılımcıların %36'sı Türkiye'de YBM'nin proje yönetimi konusunda en etkili yöntem olduğunu, %34'ü ise olmadığını düşünmektedir. Katılımcıların %30'u ise konuyu yorumsuz bırakmışlardır.

YBM'e aktif olarak geçiş için gerekli süre ihtiyacının 10 yıldan daha fazla olduğunu öngören katılımcı oranı %45, 5-10 yıl diyenler %43, 0-5 yılı telaffuz edenler ise %12'dir.

Ülkemizdeki projelerde YBM kullanım yüzdesinin ne kadar olduğu hakkındaki tahminleri sorulan katılımcıların; %62'si %0-10, %33'ü %10-30, %4'ü %30-50 ve %1'i ise %70-90 aralığını işaret etmişlerdir.

Ülkemizde YBM'nin kullanıldığı kamu projelerinin olup olmadığı hakkında sorulan soruya; katılımcıların %53'ü "olduğunu", %7'si "olmadığını" söylerken, %40'ının ise herhangi bir fikirleri olmadığı görülmüştür. Gerçekte ülkemizde YBM'nin kullanıldığı metro projeleri, havalimanı projesi, konut projeleri, alışveriş merkezi, ticaret merkezleri ve sağlık kampüsleri gibi yapılan büyük kamu projeleri mevcuttur.

Çok aşamalı bir süreci kapsayan proje yapım aşamalarının her biri için hazırlanması gereken bilgi altlığı mevcuttur. YBM çok boyutlu bir modellemeye sahip olduğu için anket çalışmasında katılımcılara YBM'nin projelerde kullanımıyla hangi aşamaya daha çok katkı sağlayacağı yönünde soru hazırlanmıştır. Soruda projenin yapım aşamaları; tasarım öncesi, tasarım, inşaat aşaması ve inşaat sonrası olarak sınıflanmıştır. Katılımcıların % 54'ü projenin tasarım aşamasına, %31'i tasarım öncesi, % 12'si inşaat aşaması ve % 3'ü ise inşaat sonrasındaki kullanıma daha çok katkı sağlayacağını düşünmektedir.

YBM projelerde kullanıldığında, proje yapımındaki tüm aşamalara katkı sağlayacaktır. Tasarım aşamasında modelin detayları kapsamlı olarak planlanmakta ileride yaşanabilecek tüm problemler değerlendirilip ona göre önlem alınmaktadır. İlk aşamada uzun ve maliyetli gibi görünse de, projenin tüm yapım süreci değerlendirildiğinde sahada yaşanacak problemlerin önüne geçildiği için, zaman ve maliyet tasarrufu sağlanacaktır. Ülkemizde şu an, raylı sistem hatlarının yapım ihalesi aşamasında YBM ile proje yapımının zorunlu kılınması gerektiği düşünülmektedir. Bu çalışmalar sürekli hale dönüştüğünde YBM kullanımında önemli bir adım atılmış olacaktır.

D. YBM Kullanımının Yaygınlaşması Hakkında Değerlendirme

YBM kullanımının yaygınlaşması bazı avantaj ve dezavantajları da beraberinde getirecektir. Bu sebeple katılımcıların YBM kullanımının yaygınlaşmasının neticeleri hakkındaki öngörülerini de belirlenmeye çalışılmıştır.

YBM'nin projelerde aktif olarak kullanılmasının proje kontrollerini kolaylaştırıcı yönde etkisi olacağına kesinlikle katıldıklarını ifade edenlerin oranı %61 olmuştur. YBM, tasarım aşamasından başlayarak yapılan testlerle kontrol mekanizması sağlamakta ve yapılan testlerin sonuçları rapor olarak sunulduğundan kontrollerde büyük kolaylık sağlamaktadır.

YBM ile yapılan projelerin, proje teslim süresine katkı sağlayacağı yönündeki soruya katılımcıların % 48 "katılmakta", % 43'ü ise "kesinlikle katılmaktadır". YBM ile yapılan projeler iş programına göre yapıldığı için projenin teslim süresi bellidir. Ancak klasik yöntemler ile yapılan çalışmalarda sahada karşılaşılan olumsuzluklardan dolayı proje teslim süresinde aksaklıklar oluşmaktadır. YBM, saha çalışmalarında yapılacak

olası hataları inşa aşamasından önce öngördüğü için proje teslim süresinin zamanında yapılmasına katkı sağlayacaktır.

YBM'nin projelerde aktif olarak kullanıldığında iş tekrarını azaltacağı yönündeki düşünceye % 46 oranındaki katılımcı “kesinlikle katılmakta”, % 44 ise “katılmaktadır”. Projenin tasarım aşamasında çeşitli analizler yapıldığından dolayı olası sorunlar tasarım aşamasında defalarca test edilmekte ve çözüme kavuşturulmaktadır. Bu durum projenin diğer aşamalarında çalışmaların iş programına uygun şekilde ilerlemesini sağlayacağından iş tekrarının önüne geçilebilmektedir.

YBM kullanımı proje paydaşları arasındaki iş birliği sorununa çözüm olacağı yönündeki yoruma; % 43 “kesinlikle katılmış”, % 35 ise “katılmıştır. YBM, proje paydaşlarının iş birliği içinde çalışmasını, projenin her aşamasından proje paydaşlarının haberdar olmasını ve uzmanlık alanlarına göre müdahalede bulunmasını öngörmektedir. Bu tarz modelleme yapmayı öngören düşünce sisteminin proje paydaşları arasındaki iş birliğini sağlaması yönünde uzun vadede katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

YBM kullanımı projelerin maliyetlerini azaltacağı yönündeki fikre katılımcıların % 41'i kesinlikle katılmakta, % 31'i katılmaktadır.

Günümüzde ve gelecekteki yapı planlamalarında, çevreyle dost yapıların inşası yönünde çalışmalar yapılmaktadır. YBM'nin çevreyle dost yapıların sayısını artıracığı yönündeki yoruma % 52 kesinlikle katıldığı yönünde düşüncelerini bildirmiştir. İnşaat aşamasında karşılaşılabilecek problemlerin daha önce tespit edilmesi yönündeki soruya % 58 kesinlikle katılmıştır.

YBM'nin sağlayacağı en büyük katılardan biri yapının inşaat aşamasından önce sanal olarak inşa edilmesidir. Yani yapı adeta iki kere inşa edilmektedir. Bu durum yapının inşaat aşamasından önce en doğru bir şekilde projelendirilmesine katkı sağlayacaktır.

E.YBM'yeGeçişİ Kolaylaştırıcı Faktörler Hakkında Değerlendirme

YBM'e geçişi kolaylaştırıcı faktörler hakkında anket katılımcılarına “kesinlikle katılıyorum”, “katılıyorum”, “nötr”, “katılmıyorum” ve “kesinlikle katılmıyorum” şeklinde seçenekler sunulmuştur. Devlet desteğinin sağlanması yönündeki seçeneğe % 61 ile kesinlikle katılıyorum yönünde bildirimde bulunulmuştur.

Uygun veri tabanının oluşturulmasının YBM'ye geçişi kolaylaştıracağı yorumuna; katılımcıların % 54'ü “kesinlikle katılmakta”, % 36'sı ise “katılmaktadır”. Proje yapımından bitimine kadar birçok kurumla veya özel firmayla çalışmalar yapılmaktadır. Ancak standart bir veri altyapısı oluşturulamamakta ve bilgi kirliliği oluşmaktadır. Sadece YBM'ye geçişin kolaylaştırılmasından ziyade standart veri altyapısının oluşturulması, projeler ve proje paydaşları için kurtarıcı özellik taşıyacaktır.

Düzenli olarak eğitimlerin verilmesinin YBM'e geçişi kolaylaştırıcı etkenlerden biri olacağı düşüncesine katılımcıların % 55'i kesinlikle katılmaktadır. Yeni oluşturulan proje sistemi için hem adaptasyon, hem de geçiş aşamasının kolaylaşması için sürekli eğitimler, seminerler ve uygulamalı eğitimler verilmesi faydalı olacaktır.

Müşteri taleplerinin YBM kullanımının yaygınlaşmasında önemli etken olduğu yönünde hazırlanan soruya ise katılımcıların % 45'inin kesinlikle katıldığı görülmektedir. Arz - talep dengesi, YBM kullanımının yaygınlaşmasını etkileyen bir faktördür.

YBM'nin kullanımının yaygınlaşması için sunulan seçeneklerden birisi de rekabet baskısının kullanımı yaygınlaştıracağı yönündedir. Bu yoruma katılımcıların % 41'i katılmaktadır. Firmaların başarılı ve faydalı projeler üretmesiyle inşaat sektöründe rekabet artacaktır. Bu da YBM ile yapılan projelerin artmasına katkı sağlayabilecektir.

YBM'e geçiş için gerekli olan yazılımların tanıtımlarının yapılması YBM'ye geçişi kolaylaştıracağı yönündeki ifadeye % 47 ile katılımcılar kesinlikle katılmış, % 43'ü ise katılmıştır. YBM kavramının yapı sektörüne katılımıyla birlikte birçok yazılım şirketi yazılımlar geliştirmiştir [19]. BIM çalışmalarında başarılı olunabilmesi için projeye ve kullanıcılara uygun yazılımın seçilmesi oldukça önemlidir [20-22].

Örnek bir iş akışının oluşturulmasının YBM kullanımını yaygınlaştıracağı yorumuna katılımcıların % 61'i kesinlikle katılmış, % 27'si ise katılmıştır. Kullanıcıların önlerinde örnek bir iş akışı olması, önyargıların yıkılmasına ve kullanımının yaygınlaşmasına katkı sağlayacaktır. Proje yapılırken izlenecek adımların belli olması, firmaların YBM'ye geçiş sürecini kolaylaştıracaktır. Dezavantajı ise her projenin kendine has özellikleri

neniyle her projenin kendi içinde değerlendirilmesi ve özel olarak modellenmesi gerekliliğidir. Bundan dolayı örnek bir iş akışı her projeye uyum sağlayamayacak, kullanıcıların hata yapmalarına neden olabilecektir.

F. YBM'ye Geçişin Gecikmesi Hakkında Değerlendirme

Anketin bu bölümünde YBM'e geçişin gecikmesinin kaynaklandığı nedenler hakkında sorular sorulmuş ve öncelik sırasına göre 1-5 arasında derecelendirilmesi istenmiştir.

Yasal dayanakların olmaması yönündeki gerekçeyi; katılımcıların % 47'si 1., %18'i 2., % 18'i 3., % 7'si 4. ve % 10'u ise 5. derecede önemli görmüşlerdir.

YBM'e geçişin gecikmesinin nedenlerinden biri olarak YBM'nin tasarım aşamasının daha maliyetli olması yönünde hazırlanan soruya; katılımcıların % 31'i 1, % 36'sı 2, % 24'ü 3, % 6'sı 4 ve % 3'ü ise 5. derecede önem atfetmiştir.

Veri tabanının yetersiz olmasının YBM'ye geçişi geciktirdiği yönündeki ifade; katılımcılar tarafından % 25'i 1, % 38'i 2, % 25'i 3, % 7'si 4 ve % 5'i ise 5. derecede önemli görülmüştür.

Faydalarının tam anlaşılmasından kaynaklı gecikmeyi; % 32 oranındaki katılımcı 1, % 36'sı 2, % 12'si 3, % 10'u 4 ve % 10'u ise 5. derecede önemli gördüklerini belirtmişlerdir.

Kalifiye eleman eksikliğinden kaynaklı gecikme olmaktadır yorumu; katılımcıların % 39'u tarafından 1, % 29'u tarafından 2, % 18'i tarafından 3 % 9'u tarafından 4 ve % 5'i tarafından 5. derecede önemli olduğu yönünde karşılık bulmuştur. Yapısı gereği teknik bilgileri içinde barındıran bir sistem olduğundan nitelikli personel eksikliği YBM'ye geçişi yavaşlatan bir etkidir.

YBM'ye geçişin gecikmesi sebebinin talep eksikliğinden kaynaklı olduğu yönünde hazırlanan sorunun katılımcılardaki karşılıkları; % 38'i 1, % 28'i 2, % 16'sı 3, % 5'i, 4 ve % 13'ü 5. derecede önemli olduğu şeklindedir.

YBM'ye geçiş sürecinde adaptasyonu sağlayacak ekiplerin olmaması hususunun YBM'ye geçişin gecikmesindeki etkisi ise % 41 ile 1, % 27 ile 2, % 14 ile 3, % 8 ile 4 ve % 10 ile 5. derecede önemli bulunmuştur.

Bu soru genel olarak değerlendirildiğinde YBM'ye geçişin gecikmesine sebep olan 1. derecede önemli faktörün YBM ile ilgili yasal dayanakların olmaması hususu en yüksek oranla kabul görmüştür.

IV. SONUÇ VE ÖNERİLER

İlgili sektör çalışanlarının YBM sistemine hakkındaki bilgileri ölçülen ve sistem hakkındaki düşünceleri kayıt altına alınan bu çalışmadan elde edilen veriler irdelenerek, sektör çalışanlarının konu hakkındaki düşünceleri birçok yönden öğrenilebilir ve yorumlanabilir. Diğer yandan çalışmadan genel bir sonuç çıkarmak gerekirse, özellikle gelişmiş ülkelerde son yıllarda kullanımı artan YBM sistemi, ülkemizde henüz yeterince bilinmemekte ve kullanılmamaktadır. İnşaat firmalarının gerek yurt içi ve gerekse yurtdışı faaliyetlerinde rekabet yoğun ortamda ayakta kalabilmeleri, etkin proje yönetimi yapabilmeleri, kaynaklarını en uygun kullanabilmelerine bağlıdır. Bu anlamda sektöre katkı sağlayabileceği ankete katılanlarca da büyük oranda kabul gören YBM sisteminin kullanımının yaygınlaştırılmasında en büyük katkının devlet tarafından verilebileceği görüşü kabul görmüştür. Ancak rekabet baskısının da kullanımı yaygınlaştıracağı kabul edilmektedir. Ankete katılanlarca da büyük ölçüde kabul gördüğü üzere, sistem hakkında eğitim imkânlarının geliştirilmesi faydalı olabilecektir. Akademik çalışmalardan, tecrübeli olan kişi veya kurumlardan ve YBM'e geçiş sürecini tamamlayan ülkelerden YBM'e geçiş konusunda destekler alınabilir. Anket verilerinde de YBM kullanımına geçişin gecikmesindeki en önemli sebep olarak görülen yasal düzenlemelerin yapılması bu anlamda faydalı olacaktır.

YAZAR KATKILARI

Makalenin ilk ve ikinci sırasında yer alan yazarlar, çalışmanın planlanma, literatür taraması, verilerin eldesi, analizi ve yazımı olmak üzere çalışmanın tüm safhalarına katkı verirken, üçüncü ve dördüncü sıradaki yazarlar ise literatür taraması, veri analizi ve makale yazımı ile yayına hazırlama aşamalarına katkı sağlamışlardır. Tüm yazarlar sunulan makalenin son halini gözden geçirerek onaylamışlardır.

ÇIKAR İLİŞKİSİ

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

BİLGİLENDİRME

Bu çalışma ilk yazının yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Akkoyunlu, T. (2015). *Kentsel dönüşüm projeleri için YBM uygulama planı önerisi*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [2] Alat, H. (2019). *Konut projelerinde Yapı Bilgi Modellemesi kullanımı: Örnek vaka çalışması*. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik.
- [3] Atabay, Ş., & Öztürk, M.B. (2019). Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) uygulama planı üzerine inceleme. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(2), 418-430.
- [4] Autodesk, (2022). *YBM Pilot Projesi Başlangıç Rehberi*. <http://forums.autodesk.com>, (05.01.2022).
- [5] Chan, A.P.C., Scott, D., & Chan, A.P.L. (2004). Factors affecting the success of a construction project. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130, 153-155.
- [6] Epstein, E. (2012). *Implementing Successful Building Information Modelling*. Artech House, Boston, 256.
- [7] Erdik, M. (2018). *Yapı sektöründe Yapı Bilgi Modellemesinin adaptasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- [8] Fox, K. (2014). *The business value of BIM for construction in major global markets. Smart market report*. McGraw Hill Construction. Bedford, 64. https://icn.nl/pdf/bim_construction.pdf, (12.2.2022).
- [9] Inusah, Y. (2018). *Kentsel Türk inşaat sektöründe Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) uygulamalarının yaygınlığı ve uygulamalardaki başarı düzeyleri üzerine bir inceleme*. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- [10] İBB (2017). *Yapı Bilgi Modellemesi YBM Teknik Şartname Taslağı*. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul.
- [11] Kumar, B. (2015). *A practical guide to adopting BIM in Construction Projects*. Scotland:Whitless Publishing, Dunbeth, 145.
- [12] Ofloğlu, S., (2009). Yapı Bilgi Modelleme: Yeni Nesil Mimari Yazılımlar, [http:// www. sayisalmimar. com/yayin/ybm.pdf](http://www.sayisalmimar.com/yayin/ybm.pdf), (01.02.2022)
- [13] Öktem, S. (2016). *YBM'e geçiş sürecinin organizasyonel ve operasyonel çerçevesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [14] Özcan, U., & Erol, İ. (2018). Sürdürülebilir Tasarımda Yapı Bilgi Modellemesi (BIM). *International Congress on Engineering and Architecture*. 14-16 November, Alanya, 14-16.
- [15] Özorhon, B. (2018). *Yapı Bilgi Modellemesi İBB Anadolu Yakası Raylı Sistem Projeleri*. Abaküs Yayınları, 1. Baskı, İstanbul.
- [16] Porwal, A., & Hewage, K.N. (2013). Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects. *Automation in Construction*, 31, 204-214.
- [17] Sarı, R. (2017). *An investigation of Building Information Modeling maturity in Turkish small-medium size enterprises architectural and engineering firms*. Master Thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- [18] Sarıççek, T. (2019). *Türkiye'de mimarlık şirketleri için YBM uygulama yol haritası*. Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- [19] Selim, S. (2019). *Türkiye'de Yapı Bilgi Modellemesinin Mimari Projelerde Kullanımı Üzerine Bir Uygulama Çalışması*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [20] Tekin, H. (2017). *Yapı Bilgi Modellemesi sisteminin Türk inşaat sektörüne uygulanması ve adaptasyonunda kritik yol haritasının oluşturulması*. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [21] Vanlande, R., Nicolle, C., & Cruz, C. (2008). IFC and building lifecycle management. *Automation in Construction*, 18(1), 70-78.
- [22] Williams, T. (2002). *Modelling complex projects*. Wiley, London, 288.