

Danışmanın, Tasarım Öncesi, Tasarım ve Yapım Öncesi Aşamalarında BIM Sistemindeki Rolünün Literatür Kapsamında İncelenmesi

Abdulkadir BUDAK, İbrahim KARATAŞ*

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 80000, Osmaniye

YAYIN BİLGİSİ

Tarihçe:

Alınış: Aralık 2019
Kabul: Aralık 2019
Online Yayınlanma: Aralık 2019

Anahtar Kelimeler:

Danışmanlık hizmetleri
BIM (Building Information
Modelling)
Yapı Bilgi Modellemesi

ÖZET

Günümüz yapı üretimi, üretimde yer alan bütün disiplinlerin aynı platform üzerinde çalışmasını gerektirmektedir. Bu kapsamda, özellikle gelişmiş ülkelerde, danışmanlık hizmetlerinin ve BIM sisteminin kullanımı büyük önem arz etmektedir. Ancak, ülkemizde danışmanlık – BIM ilişkisi ekseninde yetersiz çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada, projelerin yaşam döngüsündeki yapım aşamasına kadar olan bölümünde, danışmanlık hizmetlerinin BIM sistemi kapsamındaki görev ve sorumlulukları literatür kapsamında irdelenmiştir. Sonuç olarak bu çalışmanın; danışmanlık hizmetlerinin dahil olduğu proje teslim sistemlerinde, hem teorik hem pratik anlamda, danışmanlık hizmetinin, inşaat projelerinde BIM entegrasyonuna ve konuyla ilgili diğer akademik çalışmalara katkısı olacağı umulmaktadır.

A Review of Role of the Construction Manager in the BIM System During the Pre-design, Design, and Procurement Phases

ARTICLE INFO

History:

Received: December 2019
Accept: December 2019
Available online: December 2019

Keywords:

CM services
BIM
Building Information Modeling

ABSTRACT

Nowadays, construction production requires that all disciplines related to production work on the same platform. In this context, especially in developed countries, the application of construction management (CM) services and Building information modeling (BIM) system is very important. However, there are insufficient studies on the axis of CM-BIM relationship in our country. Therefore, in this study, the duties and responsibilities of CM services under the BIM system, are examined within the scope of the literature, until the construction phase. As a result of this study; in project delivery systems including CM services, in both theoretical and practical terms, it is hoped that the consultancy service will contribute to the integration of BIM in construction projects and other relevant academic studies.

1. Giriş

Literatüre bakıldığında gün geçtikçe BIM sisteminin önemi ve uygulamaları artmaktadır [14]. Özellikle ABD ve İngiltere başta olmak üzere çoğu Avrupa ve Asya ülkeleri BIM sistemini benimsemiş ve kullanmaya devam etmektedir [5,13]. Ülkemizde ise son yıllarda kullanılmaya başlanan BIM sistemi, bazı büyük ölçekli projelerde kullanılmıştır. Bunlardan bazıları Adana Entegre Sağlık Kampüsü, Ok Meydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kabataş-Mecidiyeköy-

Mahmutbey Metro Hattı ve İstanbul Yeni Havalimanı projeleridir [2,21]. BIM sisteminin kullanılmasıyla birlikte projelerdeki tarafların görev ve sorumlulukları farklılaşmaktadır [7,10,25]. BIM sistemin etkin olarak uygulanmasında, bu farklılaşmanın etki ettiği en önemli taraflardan birisi de danışmandır. Ancak ülkemizde, bu konuda akademik anlamda çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada BIM sistemi kullanılan projelerdeki danışmanın görev ve sorumlulukları literatür yardımıyla belirlenmiştir. Bu çalışmada ilk olarak

BIM sistemi, daha sonra ise danışmanlık sistemi ve geleneksel projelerdeki danışmanın görev ve sorumlulukları genel olarak özetlenmiştir. Son olarak ise, yapım aşamasına kadar, danışmanların BIM sistemindeki görev ve sorumlulukları literatür kapsamında irdelenmiştir.

2. BIM (Building Information Modeling) Sistemi

İnşaat sektöründe rekabetin artması, değişen teknoloji, işveren ve yüklenicilerin istekleri yapıların daha büyük ve farklı tasarlanmasına neden olmaktadır. Bu da yapıları, daha karmaşık ve projenin her aşamasında hata yapmaya elverişli hale getirmektedir. Proje yaşam döngüsü boyunca bu hataların azaltılması maliyet ve zamanın optimum düzeyde olması için yaklaşık 40 yıl önce ortaya çıkan ancak daha çok 2000’li yıllarda uygulamaları hızlanan BIM sistemi yapının geometrisini, malzeme özelliklerini, grafik analizlerini ve simülasyonlarını göstererek yapının sanal olarak inşa edilmesini sağlayan bir sistemdir [3,4]. Ulusal BIM Standardına (NBIMS-National BIM Standards) göre ise BIM sistemi bir yapının tüm özelliklerinin sayısal bir şekilde tanımlanmasıdır. Ayrıca proje yaşam döngüsü boyunca yapının en az hatayla, en uygun maliyet ve zamanda ve güvenilir bir şekilde inşa edilebilmesini sağlayan bir sistemdir [19]. BIM sistemi projelerde yaşam döngüsü boyunca farklı paydaşlar tarafından kullanılmaktadır. Bu paydaşlar BIM sistemini her aşamada farklı amaçlar için kullanabilmektedirler [8]. Bu yüzden de BIM sisteminde farklı amaçlar için kullanılmak üzere BIM sisteminin temeli olarak bilinen çok boyutlu modelleme sistemleri ortaya çıkmıştır. BIM sisteminde ortaya çıkan bu çoklu boyutlar ve özellikleri Tablo 1’de gösterilmiştir [1].

Tablo 1. BIM sisteminde çoklu boyutlar ve özellikleri

BIM Boyutları	Özellikleri
3D BIM	Tasarım, parametrik modelleme, 3 Boyutlu görselleştirme
4D BIM	3D+Zaman, İnşaat planlanması ve İnşaat süresi tahmini, Disiplinler arası iletişim, Çakışma analizi ve simülasyon, Şantiye kurulum planı
5D BIM	4D+Maliyet, Otomatik metraj ve maliyet tahmini, Kaynak yönetimi, Değişikliklerin otomatik algılanması, Proje kontrolünün kolaylaştırılması
6D BIM	Sürdürülebilirlik, Binaların enerji performansları, Uluslararası yeşil bina değerlendirme sistemi LEED ve BREEAM gereksinimlerini karşılanması
7D BIM	Tesis Yönetimi, İnşaat bittikten sonra arıza tespiti, bakım ve onarım için bilgi kaynağı
8D BIM	Binanın güvenliği ve acil yönetimi

BIM sistemi kullanılan projelerde 3D tasarım aşamasından sonra, 4D iş programlaması ve 5D

maliyet yönetimi boyutları ile birlikte BIM sisteminin önemli bir özelliği olan paydaşların birlikte çalışabilirlik özelliği de kullanılmaktadır [9]. İnşaat endüstrisinde birlikte çalışabilirlik, proje boyunca paydaşlar arasındaki bilgi alışverişi ve iletişim için son derece önemlidir [8,10]. Çünkü, proje de yaşanan iletişimsizlik ve bilgi alışverişindeki sorunlar, projeye zaman ve maliyet açısından zarar verebilmektedir. Bu nedenle, BIM sistemi ile tasarlanan bir inşaat projesinde işveren, tasarımcı, yüklenici ve danışman gibi paydaşların sorumlulukları ve aralarındaki birlikte çalışabilirliğin ve koordinasyonun kuvvetli olması projenin optimum bir şekilde tamamlanması için önemlidir. Bu bağlamda, bu paydaşların BIM projelerindeki sorumlulukları literatür kapsamında incelenmiştir. Bu paydaşların BIM projelerindeki sorumlulukları ise kısaca şu şekildedir [7,17,21,23]:

- **İşveren;** Tasarım şartnamesinin oluşturulması, tasarımın değerlendirilmesi ve onaylanmasından,
- **Tasarımcı;** Tasarımın yapılması, geliştirilmesi, bitirilmesi ve gerekirse güncellenmesinden,
- **Yüklenici;** Tasarımın değerlendirilmesi, inşaat modelinin oluşturulması, inşaat yapım yönetimi ve uygulama modelinin oluşturulmasından,
- **Danışman;** İşverenin BIM süreci hakkında eğitilmesi ve bu sürecin uygun kullanımının sağlanması, BIM hedeflerini ve takım sorumluluklarını yapım yönetim planına eklenmesi, projeye bağlı maliyet ve tahminler, iş programı, yapılabirlik incelemeleri ve koordinasyon için model oluşturulması, BIM standartlarına ve proje uygulama prosedürlerinin yerine getirilmesi, paydaşların proaktif katılımının sağlanması ve projenin eksiksiz bir şekli de devir teslimin yapılmasından,
- **BIM yöneticisi;** BIM sistemi ile yapılacak projelerde, BIM modelini etkin bir şekilde kullanılabilmesi ve BIM modelinin bir sonraki aşamaya sorunsuz bir şekilde geçişinin sağlanması, bununla birlikte BIM modeli üzerinde diğer paydaşlardan gelen bilgileri güncellemesi ve modeller arasında birlikte çalışabilirliğinin sağlanması, BIM modelinin uygulanmasının her aşamasında, önceden hazırlanan proje prosedür kılavuzu ve BIM şartnamelerine uygun inşa edilmesinden sorumludur.

BIM yöneticisi; BIM konusunda uzmanlaşmış danışman, mimar, mühendis, yüklenici ve diğer şahıslar tarafından seçilir.

BIM sisteminde proje yaşam döngüsü boyunca bu paydaşların projenin hangi bölümlerinde yer

alacağı, görev ve sorumlulukları ve diğer paydaşlarla birlikte çalışabilirliği projenin önceden belirlenen teslim sistemine göre değişir [10,15]. Ülkemizde BIM sistemi yeni gelişen bir sistem olduğu için belirlenen herhangi bir proje teslim sistemine göre hangi paydaşın projenin hangi bölümlerinde yer alacağı ya da görev ve sorumluluklarının tanımı ve diğer paydaşlarla iş birliği konusunda zorluklar yaşanmaktadır. Literatürde belirlenen BIM sisteminde karşılaşılan zorlukların bazıları şunlardır [3,16]:

- BIM sistemi için standart ve mevzuatın olmaması.
- Telif hakkı ve güvenlik sorunları.
- Farklı aşamalardaki projenin farklı kişiler tarafından sahiplenilmesi.
- BIM konusunda uzman teknik eleman eksikliği.
- Uygulama maliyetinin yüksek olması.
- Yazılımlar ile ilgili sorunlar.

BIM sisteminde karşılaşılan bu zorluklar neticesinde geleneksel olarak inşa edilen yapılarda da olduğu gibi, BIM sistemi konusunda da işverenlerin zorlukların üstesinden gelebilmeleri için, bu konuda uzman olmaları veya danışmanlık hizmeti almaları elzemdir.

3. Yapı Üretiminde Danışmanlık Hizmeti

Yapı üretiminde işverenin inşaat konusunda yeteri kadar teknik bilgi ve tecrübeye sahip olmadığı durumlarda projenin ilerleyebilmesi için işverenin kendisini temsil etmek üzere teknik bilgi ve tecrübeye sahip kişi veya kişilerden destek alması gerekmektedir [6,11,20]. Bu desteği sağlamak için günümüzde danışmanlık hizmeti veren kişi veya tüzel kişilikler bulunmaktadır. Türk Müşavir Mühendisler ve Mimarlar Birliği (TürkMMMB) danışmanlık hizmetlerini “Mühendislik ve mimarlığın bir veya birkaç dalında tecrübesi, yeterli teorik ve pratik bilgisi olan bilgi ve düşünceye dayalı fikir hizmeti veren kişi veya kuruluş” olarak tanımlar. TürkMMMB ’ye göre danışmanların iş alanlarının kapsamı şunlardır [24]:

- Planlama/Değerlendirme,
- Zemin Etüdüleri,
- Fizibilite (Olabilirlik) Etütleri,
- Mimarlık-Mühendislik Tasarım İşleri,
- İhale Dokümanlarının Hazırlanması,
- İhale Değerlendirme ve Sözleşme Akdine Yönelik Teknik Yardım Hizmetleri,
- İnşaat Yönetimi,
- Proje Yönetimi,

- İşletmeyi Devreye Alma Danışmanlığı (Commissioning),
- Personelin Teknik Eğitimi,
- Anlaşmazlıkların Giderilmesi.

Yapı üretiminde danışmanın gerekliliği konusunda inşaat projelerinde sözleşme yönetimi adlı kitapta [20] “işverenin yüklenici ile sözleşmenin imzalanması aşamasına kadar bir danışmandan hizmet alması mutlaka gereklidir” ifadesi yer almaktadır. Ancak işin beklenildiği gibi sonuçlanması için sadece sözleşme aşamasına kadar değil yapı üretiminin tüm aşamalarında danışman desteği alınması gerekmektedir. Projenin tüm aşamalarında danışmanın diğer paydaşlarla olan ilişkisi ve görevlerinin kapsamı işverenin danışmandan alacağı hizmetin niteliğine ve yapıda kullanılacak proje teslim sistemine göre değişmektedir [20]. Bu bağlamda, Yapı üretiminde danışmanın belli başlı görevleri kısaca şu şekildedir [6,7,20]:

- Arsa seçimi ve gerekli belgelerin temini.
- Projeyi tasarlayacak mimar ve mühendisin seçimi ve sözleşmelerin hazırlanması.
- Teknik şartnamenin hazırlanması ve uygulanacak sözleşme türünün belirlenmesi.
- Sözleşme tasarısının, ihale şartnamesi ve dosyasının hazırlanması ve ihale aşamasının yönetilmesi.
- Yapım sürecinin yönetimi.
- Sözleşme değişiklikleri ve anlaşmazlıklarının yönetimi.
- Yapının teslim sürecinin yönetilmesidir.

Profesyonel danışmanlık hizmetlerinde ve inşaat proje yönetiminde gerçekleştirilecek görevler kategorilere ayrılmaktadır. Bu durum, görevlerin daha kolay ve doğru anlaşılması için önemlidir. Bundan dolayı inşaat yönetimi uygulamaları da proje yönetim fonksiyonları adı altında aşağıda açıklandığı gibi alt kategorilere ayrılmıştır [7,11,17,18,22]:

- Proje Yönetimi fonksiyonu; projenin organizasyonunu, inşaat projesi yönetim planının oluşturulması ve onu oluşturan unsurların belirlenmesi, tasarım dokümanlarının incelenmesi, sözleşmeler ve şartnamelerin incelenmesi, toplantıların düzenlenmesi, maliyet ve süre kontrolleri, ihale süreci, şantiyenin kurulması, yönetimi ve mal sahibine yapının teslim edilmesini kapsar. Yani proje yönetimi fonksiyonu genel anlamda inşaat projelerinin yönetimi ve denetimini ana hatlarıyla ortaya koymaktadır.

- **Maliyet Yönetimi fonksiyonu;** proje ve yapım bütçelerini, maliyet analizleri, keşifler, maliyet kontrolleri, değer analizleri, tekliflerin incelenmesi ve müzakereleri, hakediş çizelgeleri, ek mali talepler ve maliyet raporu gibi uygulamaları kapsar. Yani maliyet yönetimi fonksiyonu işveren ile belirlenen proje bütçesi dahilinde projenin maliyet yönetimi ile birlikte en ekonomik şekilde planlanmasını ve yapımını sağlar.
- **Zaman Yönetimi fonksiyonu;** işgücünü, malzemeyi, araçları ve parayı verimli bir şekilde kullanmayı amaçlamaktadır. Projenin yaşam döngüsü boyunca planlanması, iş programını ve koordinasyonunu kapsar.
- **Kalite Yönetimi fonksiyonu;** ilgili kaynak ve işlemleri koordine ederek yönlendiren prosedür ve sistemi planlama, örgütleme, izleme ve kaydetme sürecidir. Kalite yönetimi fonksiyonu, kalite yönetim programı ve planının hazırlanması, işin amacının ve kapsamının belirlenmesi, tasarım prosedürleri, evrak ve kalite kontrolü ve onayı, yapılabirlik ve değer mühendisliği incelemeleri, kalite yönetim şartnameleri, denetleme ve kalite yönetim raporlarının oluşturulmasını kapsar.
- **Sözleşme Yönetimi fonksiyonu;** projenin yürürlükte olduğu dönem boyunca üstlendiği yönetsel görevlere ve tüm yapım sözleşmelerinde gerekli olan raporlamaya açıklık getirmektedir.
- **İş Güvenliği Yönetimi fonksiyonu;** proje yaşam döngüsü boyunca sağlanan güvenlik yönetimi hizmetlerinin sunulması ile ilgilidir. İş güvenliği yönetimi fonksiyonu, iş güvenliği yönetim programı ve organizasyonunu, acil durum yönetimini, iş güvenliği uygulama ve yaptırımları, iş güvenliği denetimleri ve personele iş güvenliği eğitiminin verilmesini kapsar.
- **Bilgi Yönetimi fonksiyonu;** projenin sözlü ve tasarımı ile ilgili bilgilerin toplanmasını, belgelendirilmesini, yayılmasını, güvenli tutulmasını ve aktarılmasını kapsar. Proje sorumluluğunu ortaya koymak amacıyla ekip üyelerinin karar almasını ve proje kontrolünü sağlayan bilgi yönetimi, belirli bir raporlama yapısı ve verimli bir bilgi alma ve depolama sistemi gerektirir.

4. Materyal ve Metot

Bu çalışmada danışmanların BIM sistemindeki görev ve sorumlulukları literatür kapsamında incelenmiştir. Yapı üretiminde, BIM sistemi araçları daha çok yapım öncesi aşamalarda kullanılmaktadır [8,10]. Bu nedenle, bu çalışmada,

proje yaşam döngüsünde danışmanın görev ve sorumluluklarının sadece yapım aşamasına kadar olan kısmı irdelenmiştir. Bu kısım; tasarım öncesi aşaması, tasarım aşaması ve yapım öncesi aşaması olarak tanımlanmıştır.

5. Danışmanlık Hizmetlerinin BIM Sistemi Kapsamında Görev ve Sorumlulukları

Geleneksel inşaat projelerinde danışmanlar çeşitli görev ve sorumluluklar üstlenmektedir. Bunlar “Yapı Üretiminde Danışmanlık Hizmetleri” başlığı altında kısaca özetlenmiştir. BIM sistemi ile tasarlanıp inşa edilen projelerde ise danışmanların görev ve sorumlulukları geleneksel projelere göre değişiklik göstermektedir. Ancak bu konuda çok kısıtlı çalışmalar bulunmaktadır. Bu konuyla alakalı en kapsamlı çalışma CMAA (Construction Management Association of America) tarafından yapılmıştır. Bu nedenle bu çalışmada, öncelikle CMAA tarafından hazırlanan Construction Management Standart of Practice kitabı ve diğer akademik çalışmalar esas alınarak BIM sistemi kapsamında danışmanlık hizmetlerinin görev ve sorumlulukları incelenmiştir.

Bu çalışmada, proje yaşam döngüsünde yapım aşaması öncesine kadar belirlenen görev ve sorumluluklar maddeler halinde açıklanmıştır. Bu kapsamda ilk olarak BIM sisteminde danışmanların tasarım öncesi aşamasında görev ve sorumlulukları, devamında BIM sisteminde danışmanların tasarım aşamasında görev ve sorumlulukları ve son olarak da BIM sisteminde danışmanların yapım öncesi aşamasında görev ve sorumlulukları aşağıda ayrı ayrı belirtilmiştir.

5.1. BIM Sisteminde Danışmanların Tasarım Öncesi Aşamasında Görev ve Sorumlulukları [7,8,11,12,17,21,25].

- Danışman, proje paydaşları arasında BIM rolleri ve sorumlulukları ile beklentilerin uyumunu sağlamak için projedeki BIM sisteminden beklentileri ve BIM ekibinin niteliklerini mümkün olduğunca erken belirlemelidir.
- Danışman, BIM sistemi ile tasarım yapacak tasarım ekibinin seçiminde BIM deneyimi ve yeterliliği konusunda uygun olan tasarım ekiplerini araştırmalı ve proje teklifinde bulunmalıdır.
- Danışman, projenin tüm aşamaları için BIM sistemi ile ilgili prosedürleri ele alan bir kılavuz geliştirmelidir. Proje prosedür kılavuzu BIM sistemi için modelleme kriterleri oluşturacaktır. Böylece model tüm projedeki BIM sisteminin

hedefleri için kullanılabilir. BIM prosedürleri teklif ve sözleşme belgeleri ile koordine edilmelidir.

- Danışman, proje boyunca BIM sisteminin kullanımındaki amaç ve hedefleri belirlemek için işveren ile birlikte çalışacaktır.
- Danışman, işvereni BIM süreci hakkında eğitmeli ve uygun kullanımı için desteklemelidir. Ayrıca projeyi etkileyebilecek sonuçların yanı sıra projeye ilgili BIM teknolojisinin eksiklerini net bir şekilde belirlemelidir.
- Tüm proje için ayrıntılı bir modelin danışman tarafından geliştirilmesi aşırı maliyetli bulunursa, danışman, projenin her bir bölümüne özgü uygun fonksiyonları açığa çıkararak alternatifler geliştirmelidir.
- Danışman; tasarım ekibine yönelik sözleşmeyi geliştirmek için işverenin hukuk danışmanı ile birlikte çalışmalıdır. Sözleşme ile BIM sisteminin yapısını ve formatını ele alması gerekmektedir. Bu sözleşme ayrıca, tasarım ekibi tarafından oluşturulan modelin uygunluğu ve BIM sisteminin kullanımı bakımından danışman ve inşaat ekibi de dahil olmak üzere diğer proje ekibi üyeleri tarafından da anlaşılabilir bir dil ile yazılmalıdır.
- Danışman, BIM sistemi uygulamalarının seçilen teslim sistemine göre önemli ölçüde değiştiği konusunda bilgi sahibi olmalıdır.
- Eğer proje BIM sistemi ile tasarlanmadıysa danışman, BIM araçlarını kullanarak modeli geliştirmeyi ve BIM sistemini kullanmayı düşünmelidir. Buna göre danışman projenin türü ve büyüklüğü, modelin maliyet ve detay seviyesi ve modelden elde edilecek faydalara bağlı olarak; bütçe ve ayrıntılı tahmin, 4D programlama, yapılabirlik incelemeleri, belirli saha lojistiği ve koordinasyon konularında bir model oluşturabilir.

5.2. BIM Sisteminde Danışmanların Tasarım Aşamasında Görev ve Sorumlulukları [7,8,11,12,17,21,25].

- Danışman, BIM standartlarını ve proje üzerindeki uygulama prosedürlerinin daha çok anlaşılabilirliği ve uygunluğunun kabul edilmesi için bir “BIM başlangıç” toplantısı düzenlemelidir.
- Danışman; belge kontrolünden sorumlu olmalıdır ve tüm disiplinlerin, belge dağıtımını ve diğer belge kontrol protokollerini takip etmesini sağlamalıdır. Bu protokol ayrıca BIM modellerine erişme ve revizyon yapma prosedürlerini de tanımlamalıdır.

- Danışman, projeyi toplulukla ve projeden etkilenecek taraflara iletmek üzere, halkla ilişkiler faaliyetlerine yardımcı olmalıdır.
- Proje için oluşturulan BIM hedeflerine bağlı olarak danışman, model tabanlı bütçeleme ve tahmin kullanımını en üst seviyeye çıkarmaya çalışmalıdır. Ayrıca danışman, bu tahminlerin geliştirilmesini sağlamak için model geliştirme kriterlerini tanımlamak üzere tasarım ekibi ile iş birliği yapmalıdır.
- Danışman, modelden en iyi şekilde yararlanmak için projenin maliyet yapısını geleneksel bir projeden daha önce geliştirebilir. Böylece danışman, tasarımı bütçeye uyacak şekilde değiştirerek, model tabanlı bütçe ve tahmin uygulamaları ile BIM sistemini, seçenek analizi ve değer mühendisliği için kullanabilir.
- Danışman, BIM sisteminin görselleştirme özelliğinin tüm avantajlarını kullanarak, işveren ve diğer disiplinlerin, projelerini sanal olarak görebilmelerini ve bina inşa edildikten sonra potansiyel değişikliklerin en aza inmesini sağlayacaktır.
- Danışman ve tasarımcılar tarafından, çakışma tespiti uygulamaları yapılarak; fiziksel çakışmalar, mekânsal kısıtlamalar tespit edilerek disiplinler arasında daha iyi bir koordinasyon sağlanacaktır.
- Danışman, belge kontrolünden sorumlu olarak belge kontrol protokollerinde herhangi bir revizyon tespit edilirse BIM sistemi prosedür belgesinin güncellenmesini sağlamalıdır.
- Danışman ve tasarım-inşaat ekibi, çoklu tasarım projelerinin incelenmesini gerçekleştirmek için BIM modelini kullanmalıdırlar. Bu uygulama, modelin kullanılması danışman ve tasarım-inşaat ekibinin mekân ve uygulamaları görselleştirmesine, tasarımı optimize etmesine ve uygulamalar hakkında karar verme sürecinin kolaylaştırılması ve hızlandırmasına yardımcı olacaktır.

5.3. BIM Sisteminde Danışmanların Yapım Öncesi Aşamasında Görev ve Sorumlulukları [7,8,11,12,17,21,25].

- Danışman; projeyi teklif öncesi veya ön teklif toplantısındaki muhtemel teklif eden ya da teklif verene iletmek ve tekliflerin sunulmasından önce yükleniciler tarafından yorum ve soru üretilmesini kolaylaştırmak için modeli kullanacaktır. Danışman ayrıca bu toplantıda projenin BIM sistemi gerekliliklerini vurgulamalı ve açıklamalıdır.
- Danışman, BIM sistemi konusunda tecrübesi ve bilgisi olan nitelikli kuruluşların yapım öncesi aşamasında yer almasını sağlamalıdır.

- Danışman, çeşitli teslim yöntemleri için yapım öncesi aşamasında BIM sisteminin uygulanması hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Teklif verme sürecini de kapsayan bu aşamada BIM kullanımı, teslim yöntemlerine göre önemli ölçüde değişecektir.
- BIM modeli; ihale belgelerinin bir parçası olarak projeye dahil edilmelidir. Bu yaklaşım; tüm disiplinlere projeyi tam olarak anlamalarını sağlamak için gereklidir. İşveren ve tasarımcı modelleme belgelerini ihale belgelerinin bir parçası olarak projede olmamasını tercih ederse; danışman verilen belgelerin, öncelik sıralamasını uygun bir şekilde belirtmeli ve referans belgeler olarak kullanılmasını sağlamalıdır.
- Danışman; işvereni sözleşme belgelerinde yazılı olan BIM sistemi şartlarına sahip olmaya teşvik etmelidir.
- Danışman; BIM modelinin ve bu modelin parçalarının veya alt modellerinin tümü ve veri tabanlarının uygulanan şartlarını yansıtacak şekilde güncellenmesi ve revize edilmesi gerektiğini doğrulamalıdır. Sözleşme, uygulanan modellerin ve bu modellere ait veri tabanlarının belgelerinin projenin sonunda bir araya getirilmesini ve teslim edilmesini sağlamalıdır.
- Bir tasarla-ihale et-inşa et teslim sistemi sürecindeki yüklenicilerin seçiminde, danışman; yüklenicinin BIM deneyiminin olup olmadığını ön yeterlilik faktörlerinden biri olarak kullanabilir. Teklifler alındıktan ve değerlendirildikten sonra düşük teklif veren ile ön teklif toplantısı düzenlenecektir. Danışman, yüklenicinin sözleşme belgelerinde belirtilen projenin BIM gerekliliklerine uyup uymadığı konusunda yükleniciyi kontrol etmelidir.
- Risk üstlenimli danışman veya tasarla-yap proje teslim sisteminde seçim süreci muhtemelen yazılı tekliflerin ve mülakatların gözden geçirilmesini içerecektir. Danışman; BIM gerekliliklerine uygunluk için teklifi gözden geçirirken merkezi bir rol oynayacaktır. Mülakatlarda danışmanın BIM ile ilgili kuruluşların yaklaşım ve kabiliyetlerini açıkça ifade etmesini ve bu yaklaşım ve kabiliyetlerin seçimdeki faktörlerden biri olarak kabul edilmesini sağlamalıdır.

Danışmanın, BIM sistemi dahil olan yapı üretiminde, literatür kapsamında belirlenen görev ve sorumlulukları incelendiğinde, BIM sisteminin kullanımıyla birlikte, farklı çözüm alternatifleri daha kısa zamanda yapılabilecek, taraflar arası koordinasyon ve iletişim oldukça hızlanacaktır. Ancak, projede BIM sisteminin sürdürülme ve

özellikle başlangıç maliyetleri (BIM prosedürlerinin hazırlanması, kullanılacak programların maliyetleri vb.) fazla olacaktır.

Ayrıca, projede kullanılacak teslim sistemlerinin BIM sistemiyle entegre olabilmesi için nasıl bir yol izlenmesi gerektiği önem arz etmektedir. Çünkü bu sistem, farklı proje teslim sistemleriyle birlikte farklı maliyetlere ve/veya farklı BIM prosedürlerinin hazırlanmasına neden olacaktır.

Bir diğer önemli konu ise BIM sistemiyle birlikte BIM yöneticisinin organizasyonda yer alması gerektiğidir. Ancak danışmanın bu görevi yapabilmesi için sadece yeterli bilgiye ve eğitime değil aynı zamanda yeterli bir deneyime de sahip olması gerekmektedir. Bu durum, bu sistemin profesyonel anlamda yerleşmesi için daha uzun bir zaman gerektiğini ortaya koymaktadır.

6. Sonuç ve Öneriler

Günümüzde inşaat projelerinde BIM sisteminin verimli ve etkin bir şekilde kullanılabilmesi için bu konuda uzman, bilgi ve deneyime sahip teknik elemanlara ihtiyaç vardır. Bu kapsamda BIM konusunda uzman teknik elemanların inşaat projelerinde danışmanlık yapması projenin en optimum şekilde tamamlanmasını sağlayacaktır. Ancak danışmanlık-BIM ekseninde çok az akademik çalışma bulunmaktadır. Bunun için bu çalışmada danışmanın BIM sistemi kapsamındaki görev ve sorumluluklarının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Özellikle, tasarım öncesi aşamasında, BIM sistemi ile ilgili prosedürler ve oluşturulan modelin uygunluğu ve BIM sisteminin kullanımı önem arz etmektedir. Ayrıca BIM sistemi uygulamalarının seçilen teslim sistemine göre farklılaştığı ve seçilen teslim sistemine göre bir yol izlenmesi gerekmektedir.

Tasarım aşamasında, BIM modellerine erişme, revizyon yapma prosedürlerinin ve projenin maliyet yapısının belirlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda danışman ve tasarım-inşaat ekibi BIM modelini ve taraflar arası koordinasyonu etkin kullanabilmelidirler. Böylece çakışma analizi ve değer mühendisliği süreçleri verimli olabilecektir. Yapım öncesi aşamasında, BIM sisteminin teslim sistemleriyle uygulanması ve ilişkisi hakkında bilgi sahibi olunması gerekmektedir. Bununla birlikte, BIM sisteminin sözleşme kapsamında projenin bir parçası olması gerektiği ve bütün bu süreçlerde sözleşmenin merkezi bir rol görevini yerine getireceği bilinmelidir.

Sonuç olarak; her aşamada BIM sisteminin dahil olduğu projelerde danışmanlık hizmetlerinin görev ve sorumluluklarının BIM sistemi kapsamında oldukça farklılaştığı görülmektedir. Örneğin, BIM sisteminin tam olarak etkin ve verimli bir şekilde yerine getirmek için BIM yöneticisi rolü ortaya çıkmıştır. BIM yöneticisinin danışmanla birlikte bu görev ve sorumlulukları yerine getirebilmesi gerekmektedir. Danışmanın, BIM yöneticisi ile birlikte bu farklılaşan görev ve sorumlulukları yerine getirebilmesi için profesyonel anlamda bilgi, tecrübe ve eğitime sahip olması gerektiği anlaşılmaktadır. Bu nedenle; proje yönetimine BIM sisteminin entegre olabilmesi için danışmanlık-BIM sistemi ekseninde eğitilmiş ve uzman kişilerin yetiştirilmesi gerekmektedir. Böylece yeterince bilgi ve deneyim sahibi danışman aynı zamanda BIM yöneticisi rolünü de üstlenebilecektir.

BIM ekseninde uygulamaya yönelik çalışmalar, sistemin akademik olarak detaylı incelenmesi ve ülkemizde proje yönetimi paydaşlarınınca bilinirliğinin artmasına katkı sağlayacağı umulmaktadır.

Not: Bu çalışma, 13-15 Haziran 2019 tarihleri arasında İskenderun/Türkiye’de düzenlenen Uluslararası İnşaat Mühendisliği’nde İnovasyon, Sürdürülebilirlik, Teknoloji ve Eğitim Konferansında (iSTE-CE’2019) sunulmuştur.

Kaynakça

- [1] Akkoyunlu, T. Kentsel Dönüşüm Projeleri İçin BIM Uygulama Planı Önerisi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 2015.
- [2] Aladağ, H., Demirdöğen, G., and Işık, Z. Building Information Modeling (BIM) Use in Turkish Construction Industry. *Procedia Engineering* 2016; 161, 174–179.
- [3] Azhar, S., Khalfan, M., and Maqsood, T. Building information modelling (BIM): now and beyond. *Construction Economics and Building* 2015; 12(4), 15–28.
- [4] Bergin, M. S. (2013). History of BIM. Erişim adresi: <http://www.architectureresearchlab.com/arl/2011/08/21/bimhistory/%5Cnhttp://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim/>
- [5] Bryde, D., Broquetas, M., and Volm, J. M. The project benefits of building information modelling (BIM). *International Journal of Project Management* 2013; 31(7), 971–980.
- [6] Budak, A. İnşaat Proje Yönetiminde Danışmanlık ve İşveren Temsilciliği Sisteminin Yeri, Önemi ve Türkiye’de Uygulanabilirliğinin İrdelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2016.
- [7] CMAA Construction Management Standards of Practice, Advancing Professional Construction and Program Management Worldwide, ABD, 2010.
- [8] Deutsch, R. BIM and Integrated Design Strategies for Architectural Practice. John Wiley & Sons, Inc, Canada. 2011.
- [9] Dilsizoğlu Özperçin, G. Integrated Project Delivery Method Using BIM to Support of Sustainable Design and Construction, Yıldız Technical University Graduate School of Natural And Applied Sciences, Istanbul. 2016.
- [10] Eastman, C., Liston, K., Sacks, R., and Liston, K. BIM Handbook Paul Teicholz Rafael Sacks. USA. 2008.
- [11] Haltenhoff, C. E. The CM Contracting System Fundamentals and Practices: Prentice-Hall Inc. USA. 1999.
- [12] Hergunsel, M. F. Benefits of Building Information Modeling for Construction Managers And BIM Based Scheduling. Worcester Polytechnic Institute, ABD. 2011.
- [13] Howard, R., and Björk, B. C. Building Information Modelling –Experts’ Views On Standardisation And Industry Deployment. *Advanced Engineering Informatics* 2008; 22(2), 271–280.
- [14] Jung, Y., and Joo, M. Building information modelling (BIM) framework for practical implementation. *Automation in Construction* 2011; 20(2), 126–133.
- [15] Karataş, İ. Danışmanlık Hizmetlerinde Yapı Bilgi Modelleme (Building Information Modeling-BIM) Sisteminin Uygulanabilirliğinin İncelenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi, Osmaniye. 2018.
- [16] Ku, K., and Taiebat, M. BIM Experiences and Expectations: The Constructors’ Perspective. *International Journal of Construction Education and Research* 2011; 7(3), 175–197.

- [17] McKean, J. J. Becoming a Construction Manager. New Jersey, ABD: John Wiley & Sons Inc. 2011.
- [18] Muratođlu, H. BIM Kullaniminin Tasarım Aşamasından Kaynaklanan Uyuşmazlıklar Üzerine Etkileri, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 2015.
- [19] NBIMS. National Institute of Building Sciences, National BIM Standard. 2007. Erişim adresi: https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/02_nbims_us_norway_20130124.pdf
- [20] Öcal, M. E. İnşaat Projelerinde Sözleşme Yönetimi. Birsen Yayınevi. İstanbul. 2014.
- [21] Özorhon, B. Yapı Bilgi Modellemesi Building Information Modelling, Abaküs Yayınevi, İstanbul. 2018.
- [22] Sorguç, D., and Kuruođlu, M. İnşaat (Proje) Yönetiminin Hizmet ve Uygulama Standartlar. İstanbul. 2002.
- [23] Thomassen, M. BIM & Collaboration in the AEC Industry. Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, Aalborg University, Denmark. 2011.
- [24] TürkMMMB. TürkMMMB Tüzüğü. 2018.
- [25] Yalcinkaya, M., and Arditi, D. Building Information Modeling (BIM) and the Construction Management Body of Knowledge. IFIP International Federation for Information Processing, 619–629. 2013.