

İnşaat Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesi ve Kurumsal Kaynak Planlama Entegrasyonunu Engelleyen Faktörlerin İncelenmesi¹

Investigation of Factors that Prevent Integration of Building Information Modeling and Enterprise Resource Planning in the Construction Industry

Hamdi Tekin 

Dr. Öğr. Üyesi, İnşaat Mühendisliği, İstanbul Arel Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Şenay Atabay 

Dr. Öğr. Üyesi, İnşaat Mühendisliği, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

* Corresponding author: hamditekin@arel.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 26.08.2022
Kabul Tarihi / Accepted: 24.09.2022

Araştırma Makalesi/Research Article
DOI: 10.5281/zenodo.7266388

ÖZET

İnşaat sektöründe bir devrim yaratan Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) her geçen gün yaygınlaşmakta olup, sektörde yer alan paydaşlara birçok avantaj sunmaktadır. Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) ise günümüzde endüstrinin farklı kollarında yer alan aktörlerin daha gelişmiş ve şeffaf bir sistem oluşturmaları, kaynaklarını en etkin ve verimli şekilde kullanabilmelerini sağlayan en önemli sistemlerden biridir. KKP konusunda birçok sektör önemli gelişmeler sağlarken, inşaat sektörü bu konuda geride kalmıştır. YBM ile beraber daha gelişmiş bir inşaat proje yönetimi ve daha kolay bir planlama oluşturulması mümkün olurken, bu sistemin kurumsal kaynak planlamasıyla entegrasyonu sektöre birçok avantaj getirecektir. Fakat, bu entegrasyonu kısıtlayan birçok unsur söz konusudur. Bu çalışmada doküman ve içerik analizi yöntemlerinden yararlanılarak, YBM ve KKP'nin inşaat sektöründeki rolleri irdelenerek, bu entegrasyonun önündeki engeller ele alınmıştır. Ayrıca YBM işbirliği süreci incelenmiştir. Sonuç olarak, YBM ve ERP sistem yapılarının farklı olması, entegrasyon planı, standartların, veritabanının eksik oluşu, yatırım maliyetleri, değişime olan direnç gibi konuların bu entegrasyondaki önemli sorunlar olduğu görüşmüştür. Buna karşılık, çalışma kapsamında entegrasyon plan önerisinde bulunulmuş, YBM&KKP çalışma grubunun kurulmasının, entegrasyon standardının ve veritabanının oluşturulmasının önemi vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapı Bilgi Modellemesi, Kurumsal Kaynak Planlama, Proje Yönetimi, İnşaat Sektörü.

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM), which has revolutionized the construction industry, is becoming more widespread day by day and offers many advantages to the stakeholders in the industry. Enterprise Resource Planning (ERP), on the other hand, is one of the most important systems that enables the actors in different branches of the industry to create a more advanced and transparent system and to use their resources in the most effective and efficient way. While many sectors have achieved important developments in ERP, the construction sector has lagged behind in this regard. While it is possible to create a more advanced construction project management and easier planning with BIM, the integration of this system with ERP will bring many advantages to the sector. However, there are many factors that limit this integration. In this study, the roles of BIM and ERP in the construction sector were examined by benefiting from document and content analysis as well as the obstacles to this integration were discussed. In addition, the BIM cooperation process was examined. As a result, it has been argued that issues such as the different

¹ Bu çalışma, YTÜ BAP Projesi, 2016-05-01-DOP01 kapsamında yapılan 'Yapı Bilgi Modellemesi Sisteminin Türkiye'ye Uygulanmasında ve Adaptasyonunda Kritik Yol Haritasının Oluşturulması' tez çalışmasından faydalanılarak üretilmiştir.

system structures of BIM and ERP, the lack of integration plans, standards and database investment costs, resistance to change are important problems in this integration. On the other hand, an integration plan was proposed within the scope of the study, and the importance of establishing the BIM&ERP working group, the integration standard and the creation of the database was emphasized.

Keywords: Building Information Modeling, Enterprise Resource Planning, Project Management, Construction Sector

1. GİRİŞ

İnşaat sektörüne birçok yenilik getiren Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) ve Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) her geçen gün yaygınlaşmakta olup, sektörde yer alan paydaşlara birçok avantaj sunmaktadır.

1.1. Yapı Bilgi Modellemesinin İnşaat Sektöründe Rolü

YBM, inşaat projelerinin tüm yaşam döngüsünde kullanabilen geometrik bilginin yanı sıra maliyet, zaman, malzeme bilgisi geometrik olmayan birçok bilgiyi de ihtiva eden, görselleştirmeden çakışma tespitine, hızlı metraj alabilmeden iş programı takibine kadar birçok iş kalemini kolaylaştıran çok önemli bir sistemdir. YBM, farklı disiplinlerin bilgi alışverişinde son yıllarda ortaya çıkan ve hızlı gelişme kaydeden kavramlardan biridir (Öktem, 2016). YBM, binayı koordine edilmiş bilgilerin entegre bir veritabanı olarak temsil eder (Ghosh ve diğ., 2011). YBM ayrıca proje yaşam döngüsü içerisinde işletme ve bakım safhası içinde etkin bir platformdur (Yalçınkaya ve diğ., 2014).

YBM'nin yaygınlaşması sonucunda, Türk inşaat sektöründe yer alan firmalar yenilikçi bir anlayışla, daha verimli, maliyeti düşük ve bilgi paylaşımının üst düzeyde olduğu projeler ortaya koyabilecektir. Kamu yatırımları daha ucuz maliyetli ve daha kaliteli hale gelecek (Cerovsek, 2011), işletme maliyetleri düşecek ve işletim sistemleri daha kolay kontrol edilebilir duruma gelecektir. YBM ile daha kısa sürede imalatı bitebilecek, daha uygulanabilir projeler yapabilmek mümkün olacak, imalat süreci başlamadan önce mimari, statik, mekanik ve elektrik projeleri arasında muhtemel çakışmalar asgari düzeye indirilebilecektir. Bunun dışında; inşaat safhasında, proje uygulama ekibinin yaşayacağı sıkıntılar asgari düzeye inecektir. Geri bildirimlerin en az seviyede olduğu bir proje uygulaması gerçekleşecektir. Bu da motivasyonu ve verimliliği önemli ölçüde arttıracaktır.

Müteahhitlerin hiç kuşkusuz en çok karşılaştıkları sorunların başında; imalat sırasında, işverenin değişiklik istekleri gelmektedir. Bunun en büyük nedeni de tasarımların işveren açısından yeterli düzeyde anlaşılabilir olamamasıdır. YBM sayesinde üç boyutlu görselleştirme daha da ileri boyuta taşınmıştır. Yeni yazılımlar sayesinde 3 boyutlu model içinde, sanal bir insan modeli dolaştırılarak, işveren ve yatırımcıların, tasarımları çok daha kolay ve detaylı bir şekilde anlamaları sağlanmaktadır. Diğer taraftan, yurtiçinde olduğu kadar, yurtdışında da iş yapan müteahhitlerimiz, sadece yapım işlerinde değil, aynı zamanda müşavirlik işlerinde de diğer uluslararası müteahhitlerle rekabet edebilir duruma gelebileceklerdir.

Yapı Bilgi Modellemesiyle birlikte iş güvenliğine bakış açısı da yeni bir boyut kazanmaktadır (Zhang et al., 2013). Türkiye'deki iş kazası ve bu kazalar sonucu hayatını kaybedenlerin sayısı, dünya ortalamalarının çok üzerindedir. Bu bağlamda, çalışan sağlığı ve iş güvenliğine verilen önem ciddi şekilde artırılmalıdır. Proje yönetiminin bir yapı bilgi modeliyle yürütülmesi, hem tasarım, hem de inşaat ve tesis yönetimi aşamasında, iş güvenliği açısından risk oluşturabilecek unsurları önceden görmek anlamında önemlidir.

Son yıllarda sürdürülebilirlik kavramının, inşaat sektörüyle beraber sıkça telaffuz edildiği görülmektedir. Yeşil bina sertifikaları, özellikle prestijli projelerde aranılan ihtiyaçlar haline gelmiştir. Önceleri daha az enerji harcayan bina tasarımları revaçtayken, şu andaki çağdaş yapı anlayışı enerji pozitif bina üretmek üzerinedir. Yapıdan beklenen şey ürettiği enerjinin harcadığı enerjiden fazla olmasıdır. Günümüzde, artan enerji maliyetleri ve çevreye olan hassasiyetin artması bu durumun en önemli katalizörleri olarak göze çarpmaktadır (Azhar et al., 2011). Sürdürülebilir projeler, ancak Yapı Bilgi Modellemesi ile ilişkilendirilmiş bir proje yönetim sistemiyle var olabilmektedir. Bu konudaki yazılımlar da artık modelleme programlarının içine enerji simülasyonlarını da entegre etmişler, enerji faktörünü bu işin olmazsa olmazlarından olduğu gerçeğini ortaya koymuşlardır. Son yıllarda, Avrupa'da ve Türkiye'de yürürlüğe giren kanun ve yönetmelikler enerji tüketimini azaltmak amacı taşımaktadır. Bu da enerji verimli bina, yeşil bina gibi kavramları çok daha önemli hale getirmiştir. Bu noktada, YBM daha da önem kazanmıştır.

YBM'nin sayısallaştırılmış ve parametreleştirilmiş özellikleri; proje tasarımcılarının, çevre ve enerjinin etkilerini tam olarak analiz etmesini sağlar (Wu ve Huang, 2014). Bu sayede, enerji tasarrufu sağlayan yapılar inşa etmek daha kolay hale gelmektedir.

1.2. Kurumsal Kaynak Planlamasının İnşaat Sektöründe Rolü

Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) ise günümüzde endüstrinin farklı kollarında yer alan aktörlerin daha gelişmiş ve şeffaf bir sistem oluşturmaları, kaynaklarını en etkin ve verimli şekilde kullanabilmelerini sağlayan en önemli sistemlerden biridir. Günümüz inşaat sektöründe, şirketlerin sistematik bir şekilde büyüebilmeleri, denetlenebilir bir yapı kurmaları ve kurdukları sistemleri sonraki nesillere aktarabilmeleri için Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (TMB, 2015).

KKP, bir işletmenin tüm bölüm ve faaliyetlerini birbiri ile entegre bir biçimde yönetmelerine ve denetlemelerine yardımcı olmaktadır (Avinal, 2012). Kurumsal kaynak planlaması bir veri tabanı oluşturarak, kurumun tüm bölümlerinin faaliyetlerini biraraya getiren ve tüm departmanların verilerini ortaklaşa ve hızlı bir şekilde paylaşabileceği, süreçler arasında koordinasyon sağlayan, maliyet avantajı sağlayan bir platform sağlar (Dulkadir, 2011; Vatansever ve Uluköy, 2013). Son zamanlarda, KKP, bilgi teknolojisinin yaygın olarak kullanıldığı çoğu firma için stratejik bir unsur haline gelmiştir (Yang et al., 2007). KKP, esneklikte artış, verimlilikte artış, sağlıklı iletişim, düşük işletme maliyetleri, gelir artışı, kısa çevrim zamanları, etkin işbirliği, yüksek kâr marjı gibi birçok avantaj sunmaktadır (Postacı ve diğ., 2012).

KKP konusunda birçok sektör önemli gelişmeler sağlarken, inşaat sektörü bu konuda geride kalmıştır. KKP'nin inşaat projelerine uygulanmasında karşılaşılan en büyük sıkıntılarının başında da inşaat sektörünün yapısının, diğer sanayi kollarından farklı olarak proje bazlı çalışması gelmektedir. Bunun yanı sıra inşaat firmalarının karakteristik özellikleri, yanlış tercihleri veya kullanım hataları gibi sebepler de KKP başarısını olumsuz etkilemektedir (Yıldız, 2010). Her projenin de kendine has özellikler taşıması ve mevcut KKP yazılımlarının proje bazlı kullanımına uzak oluşundan dolayı, bu durum KKP sistemlerinin inşaat projelerine uygulanmasını daha da zorlaştırmaktadır (TMB, 2015). Buna karşılık, inşaat sektöründe artan rekabet entegre iş uygulamalarını daha da önemli hale getirmiştir. Türkiye'de, bu ihtiyacı tespit eden birçok KKP yazılım ve danışmanlık şirketi de KKP sistemlerini inşaat sektörüne adapte edecek modüller geliştirmekte ve giderek daha başarılı uygulamalar yapmaktadır. Ozorhon ve Cinar (2015) çalışmada, KKP sistemlerinin inşaat sektöründe başarısı için üst yönetimin desteğinin, amaç ve hedeflerin net olmasının, proje ekibi yetkinliğinin, proje liderinin etkinliğinin ve ekip üyeleri arasındaki işbirliğinin önemini belirtmiştir.

Değişen ve gelişen piyasa koşullarının etkisi ile beraber yüklenicilerin rekabetçi olabilme istekleri onları geleneksel yönetim biçimlerini değiştirmeye yöneltmektedir (Polat ve diğ., 2012). Bu noktada, YBM ile beraber beraber daha gelişmiş bir inşaat proje yönetimi ve daha kolay bir planlama oluşturulması mümkün olurken, bu sistemin kurumsal kaynak planlamasıyla entegrasyonu sektöre birçok avantaj getirecektir. YBM sisteminin uygulanması, tek bir proje veri tabanının oluşturulmasını sağlarken, KKP sisteminin uygulanması, işletmelerin faaliyet gösterdiği tüm projelerin veri tabanlarının yönetimini mümkün kılmaktadır (Kolarić ve Vukomanović, 2017).

2. AMAÇ VE ÇALIŞMA YÖNTEMİ

Son yıllarda hızla gelişen bilgi teknolojileri, inşaat sektörünün de önemli bir destekleyici unsuru haline gelmiştir. İşletmelerin içinde buldukları rekabetçi ortam düşünüldüğünde, bilgi temelli teknolojilerin kullanımı bir zorunluluk haline gelmiştir (Çağlıyan, 2012). İnşaat işlerindeki proje yönetimi birimleri arasındaki yoğun evrak alışverişi, önemli bir sorun haline gelmiştir (TMB, 2015). Bu ve bunun gibi birçok sorunun çözümünde, YBM ve KKP gibi iki önemli kavram inşaat sektörünün geleceğini oluşturmaktadır. Bu iki kavramın entegreli bir şekilde çalıştırabilen piyasa aktörleri de global ve ulusal rekabette bir adım öne geçecektir. KKP'nin inşaat sektöründe klasik

proje yönetimi sistemleriyle bile uyumu istenilen düzeyde değilken, bunu YBM sistemi ile uyumlu çalışabilen bir entegre bir bilgi sistemine dönüştürebilmek oldukça meşakkatli bir iştir. Ayrıca, mühendislikle ilgili verileri (CAD) ve işle ilgili verileri (KKP) birbirine bağlamanın birçok zorluğu vardır (Babič et al. 2010).

YBM ve KKP gibi iki önemli kavram inşaat sektörünün geleceğini oluşturmaktadır. Her iki kavramı ayrı ayrı inceleyen çalışma sayısı fazlayken, bu iki kavramı içine alan çalışma sayısı oldukça kısıtlıdır. Bu çalışma bu doğrultuda, inşaat sektörüne büyük katkı sağlama potansiyeli olan Yapı Bilgi Modellemesi ve Kurumsal Kaynak Planlaması sistemlerinin inşaat sektörü için faydalarını ve bu iki sistemin entegrasyonunu engelleyen sorunları tespit ederek, bu sorunların çözümüne yönelik bir strateji oluşturmayı amaçlamıştır.

Bu amaç doğrultusunda doküman analizi ve içerik analizi yöntemlerinden yararlanılmıştır. Çeşitli kurumların yayımlanmış olduğu dokümanlar, makaleler, raporlar ve diğer kaynaklar incelenerek, YBM ve KKM faydaları öncelikle tespit edilmiştir. Daha sonrasında bu iki sistemin entegrasyonun engelleyen faktörler belirlenmiştir. Tüm bu veriler doğrultusunda, nihai olarak YBM&KKM entegrasyon planı önerisinde bulunulmuştur.

3. BULGULAR

3.1.Yapı Bilgi Modellemesi Ve Kurumsal Kaynak Planlamasının İnşaat Sektörüne Sağladığı Faydalar

YBM ve KKP inşaat sektörüne birçok fayda sunmaktadır. Çizelge 1’de bu faydalar yer almaktadır. Çalışma doğrultusunda, YBM ve KKP’nin müşteri memnuniyetini arttırmada, verimliliği arttırmada ve maliyeti düşürmede, kaliteyi arttırmada, teknoloji tabanlı operasyonel süreçler getirmede, yönetim kolaylığı, disiplinlerarası iletişimde ve veritabanı oluşturmada ortak önemli faydaları olduğu görülmüştür. Bunun dışında, YBM’nin görselleştirmeye, analize, kontrole, metraj çalışmalarına, iş güvenliğinin artırılmasına, bilgi temelli teknoloji kullanımına, KKP’nin ise tedarikçi memnuniyetine, şeffaf ve denetlenebilir bir yapı ve aktarılabilen sistemler oluşturmaya, iş süreçlerine, lojistiğe önemli faydalar sunduğu görülmüştür.

Çizelge 1. YBM ve KKP’nin İnşaat Sektörüne Sağladığı Faydalar

YBM Faydaları (BSI, 2013; Cerovsek, 2011; Ghosh ve diğ., 2011; Öktem, 2016; Yalçınkaya ve diğ., 2014; Zhang et al., 2013; Ofluoğlu, 2014)	KKP Faydaları (Akça ve Özer,2014; Avinal, 2012; Dulkadir, 2011; Kolarić ve Vukomanović, 2017; Postaci ve diğ., 2012;Vatansever ve Uluköy, 2013),
Görselleştirme avantajı, müşteri memnuniyeti	Artan müşteri ve tedarikçi memnuniyeti
Maliyet avantajı ve verimlilik	Maliyet avantajı ve verimlilik
Kalite artışı	Şeffaf ve denetlenebilir bir yapı
Etkin bir tesis yönetimi	Aktarılabilen sistemler
Analiz ve Kontrol, Çakışma Kontrolü, Çevre ve enerji etkileşimi analizleri	İş süreçlerinde iyileşme
Metraj kolaylığı	Lojistik avantajlar
İş güvenliğini artırması	Organizasyonel performans katkısı
Teknoloji tabanlı operasyonel süreçler	Teknoloji tabanlı operasyonel süreçler
Yönetim kolaylığı	Yönetim kolaylığı
Disiplinlerarası bilgi alışverişi ve iletişim	Disiplinlerarası bilgi alışverişi ve iletişim
Bina bilgileri için veritabanı oluşturma	Tüm projeler için bir veritabanı oluşturabilme

3.1. Yapı Bilgi Modellemesi Ve Kurumsal Kaynak Planlaması Entegrasyonunun Önündeki Engeller

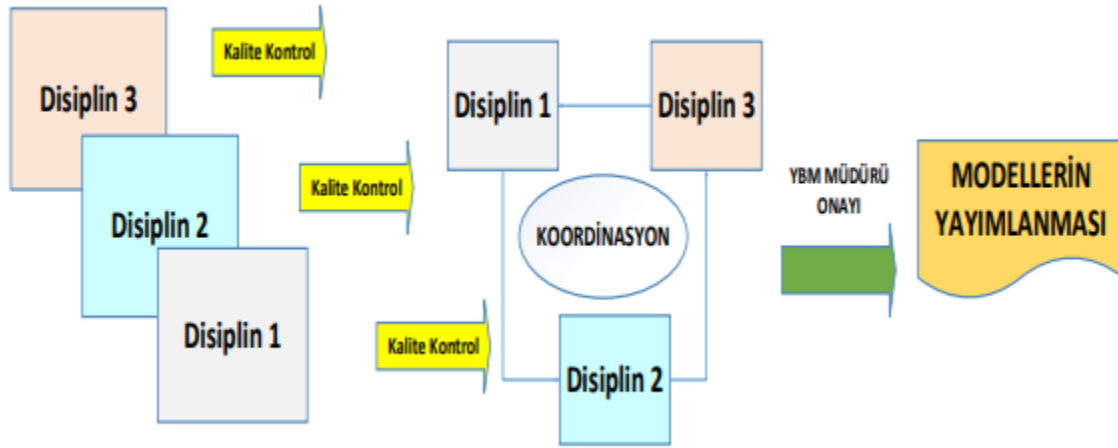
YBM ve KKP entegrasyonunun önündeki engeller Çizelge 2’de yer almaktadır. İnşaat sektörünün proje bazlı olması, KKP kullanıcılarının farklı sistemler kullanması ve birliktelik olmaması, maliyet faktörü, entegrasyon standardının olmayışı, CAD, YBM ve KKP’nin farklı sistem anlayışları, operasyonel süreçlerdeki değişimin zorluğu ve kalifiye eleman eksikliği bu entegrasyonu zorlayan faktörler olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. YBM& KKP entegrasyonunun önündeki engeller

No	YBM & KKP entegrasyonuna engelleyen faktörler (Babić et al. 2010; Ghosh et al., 2011; Kolarić ve Vukomanović, 2017; Özorhon ve Çınar, 2015; TMB, 2015, Yıldız, 2010)
1	İnşaat sektörünün proje bazlı olması, her projenin farklı özellikleri olması
2	KKP kullanıcılarının farklı sistemler kullanması
3	Maliyet faktörü
4	Entegrasyon standartlarının yetersizliği
5	CAD ve KKP sistemlerin farklı şekilde objeleri algılaması
6	CAD ve KKP sistemlerin farklı teknolojileri kullanıyor olması
7	YBM ve KKP’nin birbirine entegre olmasını güçleştiren yapısı
8	Entegrasyon sürecine karşı direnç
9	Entegrasyon başarısızlıkları
10	Entegrasyon yönetiminin zorlukları
11	KKP üzerinde çalışan paydaşların birlikte çalışmaması
12	Operasyonel süreçlerin değiştirilme gereksinimi
13	Kalifiye personel eksikliği

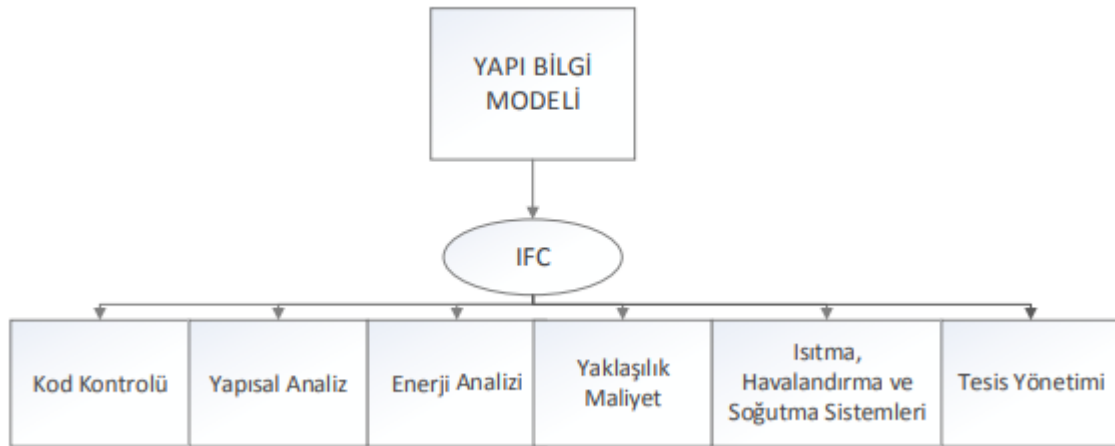
3.2 Yapı Bilgi Modellemesi Entegreli İşbirliği Süreci

YBM ile KKP’nin entegrasyonu düşünüldüğünde, YBM sisteminin işbirliği sürecini iyi analiz etmek gereklidir. Bu bölümde YBM’nin entegreli işbirliği süreci ile ele alınmıştır. YBM sistemiyle, genel olarak farklı disiplinleri bir araya getirerek, koordinasyon sağlanması ve proje yaşam döngüsü içerisinde yer alan tüm süreçler için en iyi bilgi modelinin üretilmesi amaçlanmaktadır. Bu süreçle ilgili olarak Şekil 1’de görüldüğü gibi, tipik bir YBM modelleme ve işbirliği süreci; her disiplinin kendine ait modeli üretmesini, sonrasında bu modellerin kalite kontrollerinin yapılmasını, daha sonrasında bu modellerin bilgi alışverişi sonucunda koordinasyonun yapılmasını, bunun da bir YBM müdürü otoritesinde yürütülmesini ve model üzerinde uzlaşının sağlanmasından sonra modelin yasal olarak geçerli hale gelmesi süreçlerini kapsamaktadır.



Şekil 1. YBM modelleme ve işbirliği süreci (BCA, 2013'ten derlenmiştir)

Geometrik çizim ile hazırlanan modellerde kullanılan standartlar nesne tabanlı modelleme yazılımları için yetersiz kaldığından, YBM yazılımlarında bir yapının proje yaşam döngüsü boyunca farklı teknik uygulamalar ve disiplinler arasında bilgi değişimini sağlaması amacıyla Endüstri Temel Sınıfları (Industry Foundation Classes-IFC) geliştirilmiştir. Bu nedenle YBM'nin işbirliği sürecinde IFC'nin çok büyük bir önemi vardır.



Şekil 2. Yapı Bilgi Modelinin IFC ile paylaşılması (BSI, 2013'ten derlenmiştir)

Nesne tabanlı bir standart olan ve önde gelen YBM yazılımları tarafından desteklenen IFC standardının en önemli özelliği; bir elemanın birden fazla özelliği ile tanımlanmasına imkan vererek elemanların hem grafik hem de alfasayısal özellikler bulundurabilmesine olanak sağlamaktadır, bu sayede farklı disiplinlerden paydaşlar bir binanın farklı yaşam döngüsü evrelerinde aynı verinin kendileri ile ilgili olan görünümünde çalışmalarını yapabilmektedir (Ofloğlu, 2014). Şekil 2'de de görüldüğü üzere, Yapı bilgi modelinin IFC ile paylaşılması sonucu kod kontrolü, yapısal analiz, enerji analizi, yaklaşık maliyet, ısıtma, havalandırma ve soğutma sistemleri (HVAC) ve tesis yönetiminde büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

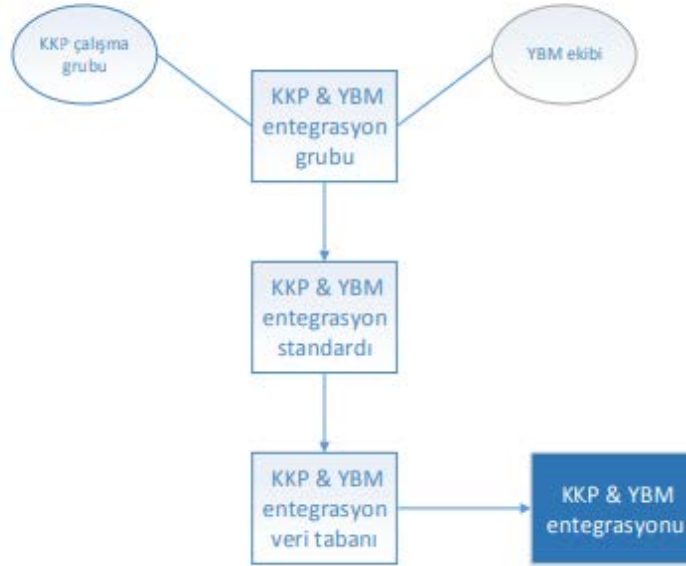
4. YAPI BİLGİ MODELLEMESİ VE KURUMSAL KAYNAK PLANLAMASI ENTEGRASYONU İÇİN ÖNERİ PLANI

YBM ve KKM entegrasyonunun önündeki engelleyici faktörler incelenerek, YBM'nin işbirliği süreci irdelendiğinde; bu entegrasyonu sağlamak için iyi bir plan hazırlanması gerektiği görülmektedir.

Şekil 3'te, Türkiye için KKP ve YBM entegrasyonunun sağlanması için bir plan önerilmiştir.

4.1. KKP & YBM Entegrasyon Çalışma Grubunun Oluşturulması

Bu plana göre öncelikle, hâlihazırda çalışma yapan KKP grupları, KKP çalışma grubu çatısında birleşmelidir. Bu birliktelik her paydaşın deneyimlerinin bir havuzda toplanmasını ve oluşturulacak stratejilerin zenginliğini arttıracaktır. Benzer şekilde YBM konusunda çalışan ekipler de YBM ekibi altında toplanmalıdır. Bu oluşturulacak grup ve ekip de, KKP & YBM entegrasyonu için çalışacak bir entegrasyon grubu oluşturmalıdır. Bu grubun KKP & YBM entegrasyonu için literatürde yer alan bilgiler ve önceki deneyimlerden yola çıkarak, gerekli çalışmaları yapması önemli çıktılar sağlayacaktır.



Şekil 3. Önerilen KKP & YBM entegrasyon planı

KKP uzun yıllardır birçok farklı endüstri kolunda faydalarını kanıtlamış bir sistemler bütünü olmasına rağmen, inşaat sektörüne uyumu henüz istenilen aşamaya gelmemiştir. YBM ise tüm dünyada yankı uyandırmış, inşaat sektöründe yeniliklerin ve bilgi teknolojilerinin kullanımı için önemli bir ortam yaratmıştır. Tabii bu iki sistemin tek başına uygulanması bile inşaat sektöründe çok zorlu süreçleri aşmayı gerektirmektedir. Bu iki önemli sistemi bir araya getirebilmek kuşkusuz çok daha zor ve karmaşık bir uygulama stratejisini ve bu konudaki işbirliğini daha önemli hale gerektirmektedir.

4.2. KKP & YBM Entegrasyon Standardının Oluşturulması

Daha sonraki süreçteki en önemli aşamalardan birisi KKP & YBM entegrasyon standardının oluşturulması ve yayımlanmasıdır. Bu standartta, bu entegrasyon sürecinin ne şekilde ilerleyeceği, gelecek planları, minimum koşullar, paydaşlar için minimum gereksinimler, öngörülen şartname, yönetmelik ve yönergeler, iş birliği süreçleri gibi birçok bilgi yer almalıdır. Bu standart YBM için IFC entegrasyonunu sağlayan, farklı disiplinlerin kontrol süreçlerine uygun yapıda, oluşturulacak

KKP entegreli YBM modelinin proje yaşam döngüsünün her safhasında uygulanabilir olmasına olanak sağlaması gerekir.

4.3. KKP & YBM Veri Tabanının Oluşturulması

KKP&YBM grubunun oluşturulması ve entegrasyon standardının oluşturulmasından sonra inşaat sektöründe yer alan tüm paydaşların faydalanabileceği bir veritabanı oluşturulması entegrasyonu destekleyecek önemli unsurlardandır.

Önceki tecrübelerin paylaşılması ve çalışmaların ortak havuzda toplanması, özellikle uygulamada yaşanan zorlukların aşılmasına, CAD ve YBM yazılımları ile KKP sistemlerinin farklı işleyiş yapılarından kaynaklı sorunları yenmede, ortak ve uygulanabilir, daha az maliyetli çözümler üretilmesine önemli katkılar sunacaktır. Ayrıca, bu paylaşım; benzer projelerde benzer sistemlerin uygulanmasını ve hangi projelerde ne gibi sistemlerin adapte edilmesi gerektiği ile ilgili bilgi havuzu oluşturulması anlamında da fayda sağlayacaktır. Bunun dışında, bu bilgi birikiminin oluşturulması ve bu bilginin paylaşımına izin veren veritabanı, organizasyonel entegrasyonlardaki geçiş süreçlerini kolaylaştıracaktır. Birlikte çalışma bu konuda ortak çalıştay, eğitim, seminer vb. etkinlikleri de sağlayacaktır. Bu da kurumların ve personellerin bu entegrasyona uyumunu kolaylaştıracaktır. Böylece, günümüz inşaat sektöründe önemi giderek artan iki kavramın bütünleşmesi sağlanacaktır.

5. SONUÇ

KKP, son yıllarda inşaat sektöründe çok ilgilenilen konulardan biridir. KKP'nin yapısının, proje bazlı çalışan inşaat sektörü yapısına göre farklı olması, uygulamalarda sorunlar yaratmaktadır. YBM ile birlikte çalışabilecek bir KKP ise inşaat sektörünü muazzam ölçüde geliştirecektir. Bu çalışmada inşaat sektörünün geleceği için çok önemli iki kavram olan YBM ve KKP'nin inşaat sektöründeki roller ve bu iki sistemin entegrasyonunun önündeki engeller incelenmiştir. Ayrıca YBM işbirliği süreci ele alınmıştır. Sonuç olarak sistem yapılarının farklı olması, entegrasyon plan ve standartlarının eksik oluşu, veritabanı eksikliği, yatırım maliyetleri, değişime olan direnç gibi organizasyonel konuların bu entegrasyondaki en önemli sorunlar olduğu görüşmüştür. Bu sonuçlar doğrultusunda bir entegrasyon planı önerilmiştir. Bu planda, entegrasyonu yönetecek bir çalışma grubunun oluşturulması, entegrasyon standardı ve sonrasında da bir veritabanı oluşturulması önerilmiştir. Multidisipliner çalışmalarda özellikle standartların ve veritabanının oluşturulması, paydaşların çalışmalarını çok daha koordineli hale getirmektedir. Bu bağlamda bu standartların oluşturulması, belli aralıklarla günün ihtiyaçlarına göre güncelleştirilmesi önemlidir. Güncel veritabanları da doğru bilginin hızlı bir şekilde iletilmesine yardımcı olacaktır. Böyle bir çalışmaya öncülük etmek Türkiye'yi global arenada oldukça öne çıkartacaktır. Giderek artan rekabet ortamında KKP ve YBM entegrasyonunda başarılı olmuş bir inşaat sektörü önemli başarılarla imza atacaktır. Bu doğrultuda, kamu-üniversite-özel sektör işbirliklerine ve Ar-Ge çalışmalarına büyük ihtiyaç vardır. Ayrıca yapılacak çalışmaların pilot projelerde denenmesi ve alınacak geribildirimlerle mevcut çalışmaların geliştirilmesi bu entegrasyon sürecine büyük katkı sunacaktır.

KAYNAKLAR

Akça, Y., & Özer, G. (2014). Organizasyonel özelliklerin kurumsal kaynak planlaması uygulama başarısına ve algılanan organizasyonel performansa etkisi.

Avinal, A., (2012). "İnşaat Proje Yönetimi ERP Sistem Seçimlerinde, Sorgulaması Gerekenler ve Olması Gereken Yapı", 2. Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi.

Babič, N. Č., Podbreznik, P., & Rebolj, D. (2010). Integrating resource production and construction using BIM. *Automation in construction*, 19(5), 539-543.

- BCA, Building and Construction Authority, BIM Steering Committee, (2013). Singapore BIM Guide. Version 2, Building and Construction Authority, Singapore.
- BSI, The British Standards Institution, (2013). PAS1192-2:2013- Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling, London, UK
- Çağliyan, V. (2012). Kurumsal Kaynak Planlama Yazilimi Kullaniminin İşletme Performansı Üzerine Etkisi: Örnek Olay Çalışması. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(1), 159-178.
- Dulkadir, B. (2011). *İşletmeleri kurumsal kaynak planlaması (ERP) kurmaya iten durumların değerlendirilmesi* (Master's thesis, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Ghosh, S., Negahban, S., Kwak, Y. H., & Skibniewski, M. J. (2011, June). Impact of sustainability on integration and interoperability between BIM and ERP-A governance framework. In *First International Technology Management Conference* (pp. 187-193). IEEE.
- Kolarić, S. ve Vukomanović, M. (2017). “Overview and analysis of current BIM and ERP integration models”, 3. Simpozij doktorskog studija građevinarstva.
- Vatansever, K., & Uluköy, M. (2013). Kurumsal kaynak planlaması sistemlerinin bulanık ahp ve bulanık moora yöntemleriyle seçimi: Üretim sektöründe bir uygulama. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 274-293.
- Ofluoğlu, S. (2014). Yapı Bilgi Modelleme: Gereksinim ve Birlikte Çalışabilirlik. *Mimarist, Ocak*.
- Ozorhon, B., & Cinar, E. (2015). Critical success factors of enterprise resource planning implementation in construction: Case of Turkey. *Journal of Management in Engineering*, 31(6), 04015014.
- Öktem, S., (2016). BIM’e Geçiş Sürecinin Organizasyonel ve Operasyonel Çerçevesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Polat, G., Gülen, A. L. P., & Bingöl, B. N. (2012). İnşaat İşletmelerinde Kaynak Tabanlı Stratejik Yönetim. *Engineering Sciences*, 7(1), 218-228.
- Postaci, T., Belgin, Ö., & ERKAN, T. E. (2012). KOBİ’lerde Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) Uygulamaları. *Verimlilik Genel Müdürlüğü, Yayın*, (723), 1-60.
- TMB, Türkiye Müteahitler Birliği, (2015). Türkiye’de ERP kullanımı, http://www.tmb.org.tr/arastirma_yayinlar/ERP_icg_R1.pdf, 23 Kasım 2017.
- Yalçinkaya, M., Öztürk, G. B., & Ardi, D. (2014). Yapı İşletmesi ve Bakımı için Bilgi Gereksinimlerinin Belirlenmesi ve Yapı Bilgi Modelleme Araçları ile Otomatik Transferi. *Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi*, 6-8 Kasım 2014.
- Yang, J. B., Wu, C. T., & Tsai, C. H. (2007). Selection of an ERP system for a construction firm in Taiwan: A case study. *Automation in construction*, 16(6), 787-796.
- Yıldız, B. (2010). *Türk inşaat sektöründe ERP uygulamalarında karşılaşılan riskler* (Doctoral dissertation, İstanbul Kültür Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı).
- Cerovsek T., (2011). “A review and outlook for a “Building Information Model” (BIM): a multistandpoint framework for technological development”, *Advanced Engineering Informatics*, 25 (2):224–244.
- Zhang S., Teizer J., Lee J.-K., Eastman C. M. ve Venugopal M.(2013), “Building Information Modeling (BIM) and Safety: Automatic Safety Checking of Construction Models and Schedules”, *Automation in Construction*, 29:183–195.

Azhar S., Carlton W. A. ve Olsen D., (2011). “Building information modeling for sustainable design and LEED® rating analysis study”, *Automation in Construction*, 20(2):217–224. [17] Chien, K.-F.,

Wu Z.-H. ve Huang S.-C., (2014). “Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study”, *Automation in Construction*, 45:1–15.