

Yapı Bilgi Modelleme Standart ve Kılavuzların İçeriklerinin İncelenmesi

Onur SELÇUK (ORCID: 0000-0003-0470-477X)^{1*}, Gülben ÇALIŞ (ORCID: 0000-0003-3056-4870)^{2*}

^{1*}UKHO Mimarlık Mühendislik İnşaat Danışmanlık Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi,
Adalet Mahallesi Manas Bulvarı No:39 Folkart B Kule K:32 Ofis:3201 35000 Bayraklı, İzmir, Türkiye
e-posta: onurselcuk35@gmail.com

^{2*}Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü 35040 Bornova, İzmir,
Türkiye
e-posta: gulben.calis@ege.edu.tr

ÖZET

Yapı Bilgi Modellemesi (YBM), son yıllarda teknolojinin ilerlemesi ile birlikte inşaat sektöründe oldukça ilgi görmeye başlamıştır. YBM adaptasyon süreci dünyada hızlı bir şekilde ilerleme kaydederken, Türkiye’de bu sürecin daha yavaş ilerlediği görülmektedir. Gelişmiş ülkelerin adaptasyon sürecinde ilk önem verdiği konunun YBM yönetmeliklerinin çıkarılması olduğu bilinmektedir. Ancak standartlar veya kılavuzlar geliştirme sürecinin ayrıntılı bir hazırlık gerektirdiği bilinmektedir. Bu nedenle gelişmiş ülkelerdeki kamu kurumları YBM mevzuat hazırlama süreçlerinde özel sektör ve üniversiteler ile işbirliği yapmaktadır. Bu çalışma, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) üniversiteleri tarafından geliştirilen yedi YBM standardını ve / veya kılavuzunu incelemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda, YBM standart ve kılavuzlarının bölüm ve içerikleri karşılaştırılmıştır ve standartların, kılavuzların geliştirilmesi sürecini desteklemeyi planlayan Türkiye’deki kuruluşlara fayda sağlanması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapı Bilgi Modellemesi (YBM), YBM Standartları, YBM Kılavuzları.

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) has started to attract a lot of attention in the construction industry with the advancement of technology in recent years. BIM adaptation process is very fast in the world; however, this process proceeds more slowly in Turkey. It is known that the first thing that developed countries give importance during the adaptation process is issuing the BIM regulations. However, it is known that the process of developing standards or guidelines require a detailed preparation. Therefore, public bodies in the developed countries

cooperate with the private sector and universities during BIM legislation preparation processes. This study aims to investigate seven BIM standards and/or guidelines developed by the universities of the United States (U.S.). In this context, the chapters and contents of BIM standards and guidelines were compared. The results of this study will be beneficial to Turkish universities which plan to support the development process of standards and guidelines.

Key words: Building Information Modeling (BIM), BIM Standards, BIM Guidelines.

1.GİRİŞ

Günümüz teknolojisi hızla ilerlemekte ve sektörler iş süreçlerini gelişmelere göre değiştirmektedir. Ancak inşaat sektörünün diğer sektörlerle kıyasla geleneksel yöntemlerden yeni sistemlere oldukça yavaş uyum sağladığı bilinmektedir. Bu yavaş ilerleme inşaat sektöründe yapılan işlerin verimliliğini olumsuz anlamda oldukça etkilemektedir. Son yıllarda, Yapı Bilgi Modelleme (YBM), inşaat sektöründeki verimlilik problemlerine büyük ölçüde çözüm olabilecek bir sistem olarak sektörde büyük bir ilgi ile karşılanmıştır.

YBM, bir tesisin fiziksel ve işlevsel özelliklerinin dijital bir temsili olmasının yanında bir yapının inşası süreci boyunca alınacak kararlar için güvenilir bir temel oluşturan, müşterek bilgi kaynağı oluşturmaktadır (NBIMS-US,2007). YBM, multidisipliner bir çalışma ortamı sunarak tasarımda karar sürelerini azaltmakta ve hızlı olarak dokümantasyon, planlama ve maliyet tahminleri yapılmasını sağlamaktadır. Söz konusu faydalara ulaşabilmek ve yüksek verimin elde edilebilmesi ise YBM sisteminin etkin ve doğru uygulanmasına bağlıdır. YBM sürecinin etkin ve doğru bir şekilde uygulanabilmesi için ise YBM mevzuatlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle gelişmiş ülkelerin YBM sürecine geçiş aşamaları incelendiğinde, YBM sistemini etkin ve doğru bir şekilde uygulamak için YBM mevzuatlarına oldukça önem

verdikleri görülmüştür. YBM standartları ve kılavuzlarının faydaları şu şekilde özetlenebilir:

- YBM'nin mümkün olduğunca etkili ve verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır.
- Mevcut ve gelecekteki YBM projelerinin uygulanmasına yardımcı olmaktadır.
- YBM projelerinin başlangıcından tamamlanmasına kadar tüm paydaşlar arasında işbirliğine dayalı bir proje ortamının kolaylaştırılmasını sağlamaktadır.
- YBM sistemini kullanan yönetim, tesis yöneticilerine ve çalışanlarına, meslek hayatına hazırlanan öğrencilere doğru bilgilerin aktarılmasını sağlamaktadır.
- Bir teknoloji platformu oluşturarak, gelecekteki teknolojileri dâhil etmek için sürekli destek sağlamaktadır.
- YBM uygulamalarında standart bir yöntem belirlemektedir.
- YBM sürecinin inşaat sektörüne hızlı bir şekilde adapte olmasını sağlamaktadır.

Bütün bu hususlar, YBM standart ve kılavuzlarının inşaat sektörünün YBM'ye geçişini önemli ölçüde etkileyebileceği göstermektedir. Ancak, standart ve kılavuz hazırlama ve yürürlüğe girme süreçlerinin uzun sürdüğü bilinmektedir. ABD'de 2003 yılında "General Service Administration" (GSA) kamu kurumu tarafından YBM'nin oluşturulması ve adaptasyonu için 3D-4D YBM programını oluşturmuştur (Khemlani, 2012). Bu programdan sonra 2007 yılında "National Institute of Building Sciences" (NIBS) tarafından YBM standardı yayımlanmış (NIBS, 2007) ve bu tarihten itibaren tasarım finansmanı alan tüm büyük projelerin proje aşamasında YBM kullanımını gerekli kılmıştır (Leite ve diğ., 2011). Bu sayede ABD'de kendi YBM standartlarını ve kılavuzlarını oluşturma hükümet politikalarında yer aldıktan sonra, 2007 yılında %28 olan YBM adaptasyon oranının 2009 yılında %49'a yükseldiği görülmüştür (McGraw Hill Construction, 2012). Benzer şekilde İngiltere'de 2009 yılında ilk YBM standardı yayımlanmış ve kamu ihalelerinde Nisan 2016 yılından itibaren YBM uygulanmasını zorunlu hale getirerek kullanımının yaygınlaşmasını sağlanmıştır (Shimonti, 2018). "National Building Specification" (NBS) tarafından yapılan araştırmaya göre inşaat sektöründe YBM'nin kullanım oranı 2011 yılında %13 iken YBM'nin zorunlu kılındığı 2016 tarihinde %54, 2020 yılında %73 olmuştur (NBS, 2020). ABD, İngiltere, İskandinav Bölgesi, Singapur, Güney Kore, Japonya, Avustralya, Brezilya, Çin ve Hindistan ülkelerinde YBM kullanımının incelendiği bir çalışmada, YBM kullanımının ABD ve İngiltere'de ileri düzeyde olduğu ve bu durumun ortaya çıkmasında standartların temel taşı görevi gördüğü saptanmıştır (Smith, 2014).

Birçok ülkenin ulusal standartlarını oluştururken alt yapı olarak ABD ve İngiltere'nin standartları ve protokollerini kullandığı sonucuna varılmıştır. Edirisinghe ve London (2015), yaptıkları çalışmada Amerika, İngiltere, Filanda, Norveç, Singapur, Hong Kong, Güney Kore ve Avustralya ülkelerindeki durumu ulusal düzeyde incelemiştir. Bu kapsamda uluslararası düzeyde YBM standartlarının oluşturulamamasının nedenleri ve karşılaşılan zorluklar incelenmiştir. Harrison ve Thurnell (2014), YBM'ye geçiş sürecinde yaşanan zorlukların başında herkes için kabul görmüş standart veya protokol olmaması ve devletin bu süreci desteklememesi olduğunu belirtmiştir. Çalışma, Yeni Zelanda'da bu zorlukların kendi standart ve protokollerini oluşturmak ve kamu ihalelerinde YBM'nin kullanımını zorunlu hale getirilmesi aracılığıyla aşıldığı belirtilmiştir.

Ademci (2018), Türkiye'de YBM sistemine geçişin yavaş gerçekleşmesi ve YBM projelerinde yaşanan bir çok problemin standart ve kılavuz eksikliğinden yaşandığını tespit etmiştir. Türkiye'de YBM kullanımının yüksek olduğu ülkelere kıyasla YBM projelerinde referans alınacak YBM standartlarının ve kılavuzlarının bulunmadığı belirtilmektedir (Öktem ve Ergen, 2014). Bu doğrultuda YBM sürecine geçmek isteyen kurumlar gereksinimlerini belirlemekte ve bu gereksinimleri giderecek yönetim anlayışını oluşturmada zorluk yaşamaktadırlar. İnşaat sektöründeki şirketlerin, şirket içinde ya da şirketler arası veri transferi için çizim, model ve teslim süreçleri, dosya adlandırma gibi konularda standart eksikliği, YBM'nin mimarlık ve mühendislik şirketlerinde yaygın kullanılmaması, kamu sektöründe YBM projelerinin doğrudan uygulanabilmesi için gerekli mevzuatların eksiklikleri YBM'ye geçiş sürecine engel olduğu saptanmıştır (Ofloğlu, 2014). Oysaki gelişmekte olan teknoloji ile birlikte, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'deki inşaat firmalarının da projeleri için daha etkin planlama yapabilmek adına YBM temelli çalışma yöntemlerine geçiş yapmak istedikleri belirtilmektedir (Bayram, 2020). Bu nedenlere bağlı olarak, Türkiye'de YBM sürecinin doğru ve hızlı bir şekilde inşaat sektörüne entegre edilebilmesi için gerekli olan YBM standartları ve kılavuzlarının içeriklerinin belirlenmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye'de YBM kılavuz ve standartlarının oluşturulmasına yönelik yapılacak çalışmalara destek olmak amacıyla, ABD'deki toplam 7 üniversitenin hazırladığı YBM standart ve kılavuzları incelenmiştir. İlerleyen bölümlerde sırasıyla materyal, araştırma bulguları, sonuçlar ve öneriler sunulmaktadır.

2. MATERYAL

Bu çalışmada, ABD'deki yedi üniversite tarafından yayımlanan YBM standart ve kılavuzlarının bölümleri ve içerikleri incelenmiş ve

karşılaştırılmıştır. Çalışmada incelenen dokümanlar Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. İncelenen YBM standartları ve kılavuzları

Üniversite	Doküman türü	Başlık	İlk yayım tarihi	Versiyon	Referans
Florida International University	Standart&Kılavuz	BIM Standard & Guide	Aralık 2014	1.0	Florida International University, 2014
Indiana University	Standart&Kılavuz	BIM Standard & Guide for Architects, Engineers and Constructors	Temmuz 2015		Indiana University, 2009
Los Angeles Community College District	Standart	LACCD Building Information Modeling Standards	Haziran 2009		BuildLACCD, 2009
NYC School Construction Authority	Standart&Kılavuz	Building Information Modeling Guidelines and Standards for Architects and Engineers	Nisan 2013	1.1	NYC School Construction Authority, 2013
University of South Florida	Standart&Kılavuz	BIM Guidelines and Standards for Architects, Engineers and Constructors	Şubat 2018	1.0	University of South Florida, 2018
University of Southern California	Kılavuz	Building Information Modeling (BIM) Guidelines	Nisan 2012	1.6	University of Southern California, 2012
Western Michigan University	Standart&Kılavuz	BIM Project Execution Standards Guide for Western Michigan University Facility Management	Kasım 2013	1.0	Western Michigan University, 2013

3. YBM Standart ve Kılavuz Bölümleri

Bu bölümde YBM standart ve kılavuzlarında yer alan bölümlerinin içerikleri sunulmaktadır.

3.1. Uygulama Planı

YBM uygulama planı, YBM sürecinin en önemli bölümlerinden biridir. Uygulama planının hedefi, projede çalışan herkesin ortak bir bölümde işbirliğinde olmasını sağlamaktır. Uygulama planında projeye ait temel bilgiler, YBM tekniklerinin nasıl uygulanması gerektiği, yapılması gereken işlerin hangi sırayla ilerleyeceği, nasıl takip edileceği ve nasıl kontrol edileceği gibi bölümler yer almaktadır. Uygulama planı sayesinde proje sistemli ve düzgün bir şekilde ilerlemektedir. Uygulama planı doğru bir şekilde uygulanırsa projenin zamanında ve bütçe dâhilinde tamamlanma olasılığı yüksek olmaktadır.

Uygulama planı proje boyunca olgunlaşmaya devam etmekte olan bir belgedir.

3.2. Roller ve Sorumluluklar

Bu bölümde YBM projesinde yer alacak olan disiplinlerin ve bu disiplinlerdeki ekiplerin rollerine ve sorumluluklarına yer verilmektedir. YBM ekibinde kimlerin bulunduğu, görevlerinin ve sorumluluklarının neler olduğu, proje ya da doküman teslimatının nasıl yapılacağı ve sorumluluğun kime ait olduğunun detaylı bir biçimde belirtildiği bölümdür.

3.3. Gelişim Seviyeleri

Bu bölümde modellenecek elemanların gelişim seviyeleri (LOD) belirtilmektedir. LOD100, LOD200, LOD300, LOD400, LOD500 gibi gelişim seviyeleri bulunmaktadır.

LOD100 gelişim seviyesi konsept tasarım olarak bilinmektedir. Yapının üç boyutlu modeli temel bilgileri temsil etmek için geliştirilir. Bu gelişim seviyesinde alan, yükseklik, hacim, konum ve yön gibi parametrelere yer verilir.

LOD200 gelişim seviyesi genel modelleme ve şematik tasarım olarak bilinmektedir. Malzemelerin boyut, şekil, konumu ile modellendiği genel modeldir.

LOD300 gelişim seviyesi kesin modelleme ve detaylı tasarım seviyesidir. Malzemelerin belirli montajlarla, kesin miktar, boyut, şekil, konumlar ile tanımlandığı modelleme seviyesidir. Yapı elemanlarına bilgiler eklenebilmektedir.

LOD400 gelişim seviyesi imalat ve montaj seviyesidir. Yapı elemanları, kesin miktar, boyut, şekil detaylandırma bilgileri ile modellenmektedir.

LOD500 gelişim seviyesi nihai modelleme, işletme ve bakım seviyesi olarak bilinmektedir. Bu seviyede işletme ve bakımı destekleyecek bilgiler ile eleman modellemesi yapılmaktadır.

3. 4. Teknoloji Platformu ve Yazılım Bilgileri

YBM tabanlı projeler çok disiplinli çalışma ortamı gerektirdiğinden dolayı oluşturulacak projelerde kullanılacak olan yazılımlar ve disiplinler arası dosya aktarımlarının hangi platformlar üzerinden gerçekleşmesi gerektiği önemli bir konudur. İncelenen standartların ve kılavuzların teknoloji platformu ve yazılım bilgileri bölümünde, disiplinlerin YBM projelerinde hangi yazılımları kullanması gerektiği ve bu yazılımların versiyonları belirtilmektedir. Disiplinler arasındaki bilgi aktarımının hangi formatta yapılacağına dair bilgilere de yer verilmektedir. Ayrıca, kullanılacak yazılımların ara yüzleri tanımlanır.

3. 5. Analiz ve Simülasyonlar

Bu bölümde YBM projesinde yapılması gereken analizler ve simülasyonlara yer verilmektedir. Standartlarda bu bölümde, genel olarak YBM uygulama planında gerekli olan analizler belirtilmektedir. YBM projelerinde yer alan bazı analizler aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Arazi Analizi: Belirli bir arazide yapı konumunu ve yönelimini belirlemek amacıyla yapılan analizlerdir. Arazi analizleri yapının tasarımı sırasında enerji verimliliğini arttırmaya yarar.

Aydınlatma Analizi: Yapı bilgi modelinin hem doğal hem de yapay ışık altında, yaz ve kış aylarında gölgelerin sınırlarının durumunu analiz

eder. Bu doğrultuda yapının aydınlatma gereksinimleri belirlenir.

Enerji Analizi: Enerji analizlerini gerçekleştirmek için yapı bilgi modelinin tamamlanması gerekmektedir. Enerji analizi, yapıda kullanılan malzemelerde değişiklik önererek yapı enerji verimliliğini optimize etmeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda hem yapının kullanım ömrü uzamaktadır hem de yapının maliyet giderleri optimize edilmektedir.

Mekanik Analiz: Yapı bilgi modelinde tasarlanan mekanik sistemleri değerlendirmek amacıyla yapılan analizlerdir. Yapılan mekanik analizler, yapının ısıtma, soğutma, havalandırma ihtiyaçlarının verimli bir şekilde giderilmesi konusunda bilgi verir. Mekanik analizler, enerji tüketiminde azalma, mekanik sistemlerde kullanılacak yapının malzemelerin ihtiyaç doğrultusunda boyutlandırılması gibi faydalar sağlar.

Çakışma Analizleri: Disiplinler arasındaki modellerin çakışma kontrollerinin yapıldığı analizlerdir. Çakışma analizleri imalat sırasında oluşacak problemleri önceden tespit eder ve zaman, maliyet parametrelerini en verimli bir şekilde organize edilmesini sağlar. Sahada verimliliği artırır ve toplam inşaat süresini azaltır.

Simülasyonlar, yapı bilgi modellerinde oluşan problemleri inşaat sahasına çıkmadan sanal ortamda tespit etmeye yardımcı olur. Bu tespitler, tasarımlarda oluşan problemleri geleneksel yöntemlere kıyasla daha hızlı çözmeye yardımcı olur. Bu doğrultuda inşaat süreci daha hızlı ilerlemektedir. YBM tabanlı projelerde çakışma simülasyonları, enerji simülasyonları, 4B inşaat süreç simülasyonu, 5B maliyet simülasyonu daha sık kullanılmaktadır.

3. 6. Veri Güvenliği

YBM'lerde proje ekibi üyeleri, diğer çalışanlar veya dış kaynaklar tarafından herhangi bir olası veri bozulmasını, virüs bulaşmasını, verilerin kötüye kullanımını veya kasıtlı olarak zarar görmesini önlemek için bir veri güvenliği protokolü oluşturulmalıdır. Veri güvenliği protokolü temel olarak şunları içermelidir:

Olası veri kaybını ya da hasarları önlemek amacıyla, verilere erişimin çeşitli rollerini ve derecelerini, dosyaların değişimini, bakım işlemlerini gerçekleştirecek kullanıcılara erişim hakları ve izinleri oluşturulmalıdır.

Ağ sisteminde bulunacak olan YBM tabanlı proje verilerinin düzenli aralıklarla yedekleme işlemleri gerçekleştirilmelidir.

Verilerin yetki dışında başka bir yere transfer edilmesi, dosyaların virüsler, kötü amaçlı yazılımlar tarafından bozulması, ihmaller, verilere kasıtlı saldırılar gibi çeşitli güvenlik sorunlarında nasıl korunacağı belirtilmelidir.

Verilerin transferi, bakım ayarları, yedekleme prosedürleri ve verilerin arşivlenme kurallarına da güvenlik protokolünde yer verilmelidir.

3. 7. Dosya Yapısı ve Adlandırma Kuralları

Bu bölüm, YBM verilerinin proje dosyalama sisteminde nasıl saklanacağını tanımlar. Tüm disiplinlerin model dosyaları, çizimleri ve veriler, proje boyutu ve türü ne olursa olsun, merkezi bir sunucuda klasör yapısında organize edilmeli ve dosyalanmalıdır.

Modelleri ve veritabanlarını korumak, yedekleme yapmak ve olası veri kayıpları durumunda veri kurtarmak için tüm modeller merkezi bir sunucuda ya da bulut sisteminde saklanmalıdır. Tüm proje verileri, merkezi ağ sunucularında veya uygun bir bulut platformunda bulunan standart proje klasör yapısı içinde tutulmalıdır. Bu işlem, sistem yöneticisi tarafından standartlaştırılarak yapılmalıdır.

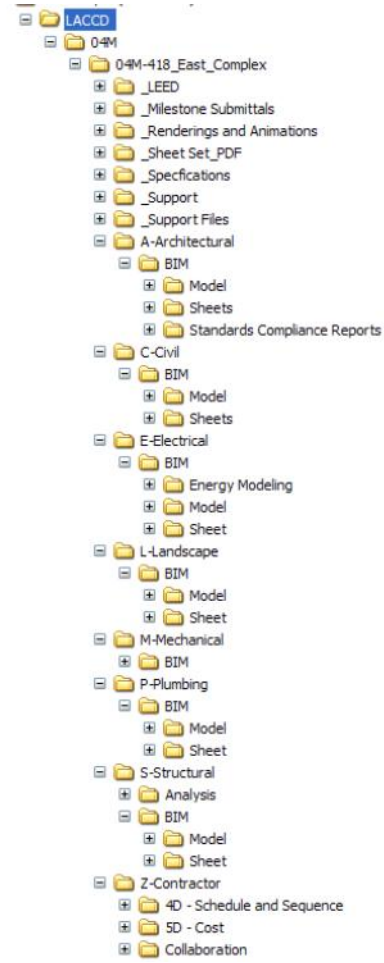
Proje klasörleri her şirkette farklılık gösterebilir. Ancak, proje klasör yapıları, ihtiyaç duyulan verileri kolay ve hızlı bir şekilde bulmaya yardımcı olacak şekilde oluşturulmalıdır. Şekil 1'de Los Angeles Community College District (LACCD) tarafından tasarlanmış örnek bir klasör yapısı gösterilmektedir (BuildLACCD, 2009).

Standartlaştırılan klasör yapısının değiştirilmesine veya bozulmasına karşı diğer personellere kısıtlama getirilmelidir. Personelin alt klasör oluşturma ihtiyacı duyması durumunda, yönetici ile görüşmesi gerekmektedir.

3. 8. İşletme ve Bakım Gereksinimleri

İşletme ve bakım bölümünde bir başka deyişle tesis yönetiminde gerekli olan içeriklerin neler olduğu ve bu içeriklerin hangi formatta olması gerektiği açıklanmaktadır. Bu bölümün amacı, tesisin verimli, ekonomik ve güvenli işletilmesini, bakımını ve onarımını açıklayan ayrıntılı bilgileri sağlamaktır. Sorumlu personelin, işletme ve bakım gereksinimlerini diğer personellerin kolayca kullanabileceği şekilde biçimlendirmesi gerekmektedir. Tesisin işletilmesinin, bakımının ve onarımının kapsamlı bir şekilde

gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan teknik detaylar bu bölümde yer almalıdır.



Şekil 1. LACCD Klasör Yapısı (BuildLACCD, 2009)

3. 9. Proje Evreleri

Standartların proje evreleri bölümlerinde; mimari, yapısal, mekanik, elektrik, sıhhi tesisat modellerinin YBM formatında neleri içermesi gerektiğine yer verilmektedir.

Mimari Projeler: Mimari proje, YBM Uygulama Planında belirtilen kurallar doğrultusunda oluşturulmalıdır. Yapı elemanları, duvarlar, kapılar, pencereler, mobilyalar vb. yazılım bölümünde belirtilen yazılım araçları ve bileşenleri kullanılarak çizilmelidir. Mimari elemanlar her kat seviyesi için ayrı ayrı modellenmelidir. Mimari elemanlar 3B olarak modellenmediğinde, modeli tamamlamak için 2B çizgiler ve semboller mimari modelde kullanılabilir. İhtiyaç halinde mimari bir elemanı doğru bir şekilde modellemek için elemanın gerçek boyutu, kalınlığı ve detayı kullanılmalıdır. Modelde mimari elemanın bilgi ve verileri yer almalıdır.

Yapısal Projeler: Yapısal Modelleme, mimari projeden gelen model doğrultusunda YBM uygulama planında belirtilen kurallara uygun tasarlanmalıdır. Yapı elemanları, perde duvarları, döşemeler, kolonlar ve kirişler belirtilen yazılımlar yardımı ile oluşturulmalı ve analizleri gerçekleştirilmelidir. Yapısal model, betonarme, ahşap, çelik ve prefabrik yapıları içerebilir. Oluşturulacak olan model tipine göre yapı elemanları her kat kotu için ayrı ayrı modellenmelidir.

Mekanik, Elektrik ve Sıhhi Tesisat Projeleri: Bu projeler, oluşturulan mimari ve yapısal model temel alınarak ve YBM uygulama planında belirtilen kurallara uyarak geliştirilmelidir. Bu projelerde elemanların (kanal, tava, boru vb.) YBM veri tabanından doğru seçilmesi ve detaylandırılması gerekmektedir.

3. 10. Koordinasyon

Bir YBM modelini nihai olarak kimin koordine edeceği projenin aşamasına göre değişiklik gösterebilir. Örneğin bir YBM projesinin tasarım aşaması için koordinasyonunu mimari model yöneticisi sağlayacaktır. Ancak, tüm disiplinlerin dahil olduğu aşamada, projelerin koordinasyonunu proje modeli yöneticisi sağlayacaktır.

YBM tabanlı projelerde; teknik elemanlar, müteahhitler ve taşeronlar arasındaki koordinasyonu sağlamak için resmi bir süreç tanımlamak gereklidir. Bu süreci tanımlamak için temel modelleme faaliyetleri, proje verileri, değişim gereksinimleri ve formatı, dokümantasyon gereksinimleri ve gerekli olan disiplin modellerinden oluşan bir proje koordinasyon çizelgesi oluşturulmalıdır. Koordinasyon adımları şu şekildedir:

1. Oluşturulacak modeller ve amaçları tanımlanmalıdır.
2. Modellerin oluşturulacağı ve yöneticiye teslim edileceği zaman planlanmalıdır.
3. Koordinasyonu sağlanacak olan disiplinlere özel dokümantasyon ve veri gereksinimleri tanımlanmalıdır.
4. Modellerin koordinatörleri ve sorumlulukların kimde olduğu tanımlanmalıdır.
5. YBM modeli içeriği hakkında işverene geri bildirim sağlanmalıdır.
6. Disiplinlerden gelen projeleri birleştirmeden önce disiplinlere ait modeller kontrol edilmelidir.
7. Disiplinlerden gelen modeller bir modelde birleştirilmelidir.
8. Birleştirilen projeler kontrol edilip, çakışma kontrolü yapılmalıdır.
9. Yapılan kontroller doğrultusunda çakışmalar tanımlanmalı ve belgelenmelidir.

10. 3B modellerin koordinasyonu için gerekli olan toplantıların zamanı ve koordine edilecek dokümanlar belirlenmelidir.

11. Bu toplantılar doğrultusunda çözümler tanımlanmalı ve belgelenmelidir.

12. Modellerin kullanılması için güncellenmiş modeller teslim edilmelidir.

13. Disiplinler, modellerin onaylandığını ve üretime hazır olduğunu doğrulamalıdır.

14. Modellerin güvenliğini ve disiplinlerin koordinasyonunu sağlamak için alınan her dosyanın bir kopyasını tutmak için verilerin yedeklenip, arşivlenmesi gerekmektedir.

3. 11. Model ve Veri Teslim Süreçleri

YBM uygulama planında, inşaat bitiminde işverene teslim edilecek dosyalar açıkça belirtilmelidir. Bu teslimlerin tipleri ağırlıklı olarak basılı kopya ve elektronik ortamda gerçekleştirilen teslimler olmaktadır. Teslim edilecek olan dosyaların içeriği sözleşmelerde açıkça belirtilmelidir.

Yazılı Kopyalar: Gerçekleştirilen model çizimlerinin nihai basılı kopyaları, işverence yazılı kopya teslim kural kılavuzunda açıkça belirtilmelidir. Bu doğrultuda işverene gerekli olan teslimler eksiksiz olarak yapılmalıdır.

Elektronik Teslimler: Ön tasarım modelinden inşaat aşamasında gerekli olan hizmetlere kadar YBM projelerinin elektronik versiyonları teslim edilmelidir. Elektronik olarak teslim edilen projelerde 3B model dosyaları, 2B model dosyaları ve gerekli olan pdf dosyaları yer almalıdır.

Teslimi yapılacak dosyalar içerisinde aşağıda belirtilenlerin yer alması beklenebilir.

- Arazi modeli
- Kütle modeli
- Mimari, yapısal, mekanik ve elektrik modelleri
- Disiplinlerden gelen modellerin koordinasyonunu sağlamakta gerekli olan çakışma analizleri
- Görselleştirmeler
- Maliyet hesabı için gerekli veriler
- İş programı
- İnşaat ve imalat modelleri
- Proje nihai modelleri
- Tesis yönetimi için gerekli olan veriler

3. 12. İşbirliği Modları

Büyük ve karmaşık projelerde ortak çalışma için izlenecek yollar hakkında bilgiler yer almaktadır. Ayrıca, çakışma kontrollerinin tespitine yer verilmektedir.

3. 13. Arşivleme

YBM tabanlı modellerde dosyaların ne kadar sıklıkla arşivleneceği, arşivlenen dosyaların ne kadar süre ile taraflarda saklanıyor olacağına, tarafların arşivlenmiş YBM projelerine ulaşabileceği erişim sürelerine, arşivlenen dosyaların güvenliğini kimin sağlayacağı ve ortaya çıkacak maliyetin kim tarafından karşılanacağı, arşivleme süresi dolan dosyaların nasıl yok edileceği gibi maddeler bu bölümde belirtilmektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölüm, karşılaştırma sonucu elde edilen bulguları ve değerlendirmeleri içermektedir.

4.1. Uygulama Planı

İncelenen YBM standartlarının ve kılavuzlarının uygulama planı bölümü detaylı incelendiğinde, alt başlık olarak proje bilgileri, roller ve sorumluluklar, teknoloji altyapı gereksinimleri, disiplinler arası çalışma prosedürleri, analizler ve simülasyonlar, YBM model gereklilikleri, model teslim süreçleri, uygulama planı şablonuna yer verildiği görülmektedir. İncelenen standartların YBM uygulama içeriklerinin karşılaştırması Tablo 2’de sunulmaktadır. Sonuç olarak, dokümanlardan sadece uygulama planı şablonunun bütün kılavuzlarda yer aldığı tespit edilmiştir. Disiplinler arası çalışma prosedürlerinin ise yedi kılavuzdan altısında yer aldığı görülmüştür.

4.2. Roller ve Sorumluluklar

Tablo 3 incelenen standart ve kılavuzlardaki işveren, tasarım ekibi ve inşaat ekibinin rolleri ve sorumluluklarının tanımlanmasına yer verilip verilmediğine ilişkin karşılaştırmayı sunmaktadır.

İncelenen standart ve kılavuzlarda, rollerin ve sorumlulukların nasıl yerine getirilmesi farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklardan en önemlisi ise YBM yöneticilerinin işveren tarafından istihdam edilme şartı koyulması veya YBM yöneticilerinin teknik personel, mimar, mühendisler tarafından atanmasıdır.

İncelenen standart ve kılavuzlarda, tasarım ekibinin rolleri ve sorumluluklarının bütün belgelerde yer aldığı; Indiana University ve NYC School Construction Authority’de işveren rolleri ve sorumluluklarına yer verilmediği ve inşaat ekibinin rollerine ve sorumluluklarına Indiana University dışındaki diğer tüm belgelerde yer verildiği görülmektedir.

4.3. Gelişim Seviyeleri

Bir projenin tasarım ve inşaat yaşam döngüsünün her aşamasına bir YBM modelinin bileşen parçaları için gereken “Gelişim Seviyelerini” tanımlamak, proje katılımcılarının işlerini düzgün bir şekilde planlamasına, koordine emesine ve kontrol etmesine olanak tanır (Reinhardt ve Bedrick, 2015). Proje aşamalarına bağlı gelişim seviyeleri tanımları olmadan, YBM modellerinde yer alan elemanların gelişim seviyelerinden emin olunamaz. Bu nedenle, YBM uygulama planında her projedeki yapı sisteminin ve malzemelerin gelişim seviyeleri detaylı tanımlanmalıdır.

Yapılan incelemede, Florida International University, NYC School Construction Authority, University of Southern California (USC) belgelerinde gelişim seviyeleri özelliklerine ayrıntılı olarak yer verildiği görülmektedir. Örneğin NYC School Construction Authority’de mimari, yapısal, havalandırma, elektrik, mekanik, sıhhi tesisat, yangın sistemlerinde kullanılan yapı elemanlarının, malzemelerin kapsamlı, eksiksiz gelişim seviyeleri tablolarına yer verilmektedir. Diğer belgelerde ise gelişim seviyelerinden yüzeysel olarak bahsedildiği tespit edilmiştir.

4.4 Teknoloji Platformu ve Yazılım Bilgileri

YBM projelerinin oluşturulmasında en önemli gerekliliklerden bir tanesi de teknoloji platformu ve yazılımlardır. İncelenen belgelerin tümünde yazılımlar hakkında ayrıntıya yer verildiği görülmektedir. İncelenen YBM standartları ve kılavuzlarda disiplinlerin kullanması gereken yazılımlarına ait bilgiler Tablo 4’de sunulmaktadır.

4.5. Analiz ve Simülasyonlar

Tablo 5 incelenen standart ve kılavuzlardaki analiz ve simülasyonlara ait karşılaştırmayı sunmaktadır. Sonuçlar, incelenen 5 belgenin enerji modellemesine tasarım süreçlerinde yer verdiğini göstermektedir. Bu doğrultuda tasarım detaylandırıldıkça enerji tahminlerinin daha doğruya yakın olabileceği söylenebilir.

Çakışma analizlerine ve simülasyonlara Indiana University hariç diğer tüm kılavuzlarda yer verildiği tespit edilmiştir. Çakışma analizleri ise maliyet ve zaman parametreleri için oldukça önemlidir. 5B maliyet simülasyonunun ise bütün belgelerde yer aldığı görülmektedir.

4.6. Veri Güvenliği

Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte veri güvenliği konusu da en önemli maddelerden biri haline gelmiştir. Özel, gizli projelerin güvenliği sağlamak

amacı ile standart ve kılavuzlarda gerekli açıklamalara yer verilmektedir. Bu kapsamda verilerin transferi, bakım ayarları, yedeklenme prodesürleri ve arşivlenme kuralları olmak üzere dört ana başlıkta ayrıntılar açıklanmaktadır. İncelenen belgelerde, Indiana University ve University of South Florida hariç diğerlerinde veri güvenliği konusuna yer verildiği görülmektedir (Tablo 6).

4.7. Dosya yapısı ve Adlandırma Kuralları

Dosyalama ve adlandırma kuralları, dosyaların otomatik olarak sıralanması ve bu doğrultuda dosyaların bulunmasını sağlamaktadır.

Yapılan incelemede Indiana University’i kılavuzu hariç diğer YBM standart ve kılavuzlarının dosyalama ve adlandırma kurallarını içerdiği görülmektedir. Bu kapsamda en detaylı bilgiyi NYC School Construction Authority belgesi ele almakta olup klasör adlandırma kurallarına örnek olacak açıklamaları Tablo 7’de sunulmaktadır.

4.8. İşletme ve Bakım Gereksinimleri

YBM tabanlı projelerde bilginin, yapının inşaat aşamasından işletme aşamasına kadar aktarılması inşaat endüstrisi için oldukça faydalı bir durumdur. İşletme ve bakım sürecinde en önemli iki unsur mevcut bir tesisin işletme ve bakım süreci ve inşa edilecek tesisin işletme ve bakım sürecidir.

İncelenen belgelerde bu kapsamda işletme ve bakım kuralları, restorasyon ve lazer tarama teknolojisi olmak üzere iç farklı içeriğe rastlanılmaktadır. Son yıllarda özellikle mevcut tesislerin işletme ve bakım sürecini gerçekleştirebilmek için lazer tarama teknolojisine ihtiyaç duyulmaya başlanmasının standart ve kılavuzlarda buna yönelik içeriklerin yer almasına yol açtığını görülmektedir. Tablo 8, işletme ve bakım içeriklerine ilişkin karşılaştırmayı sunmaktadır.

4.9. Proje Evreleri

İncelen belgelerin hepsinin mimari, yapısal, mekanik, elektrik ve sıhhi tesisat proje evrelerine yer verdiği görülmektedir. Bu kapsamda YBM projelerin oluşturacağı modellerin neler içermesi gerektiği ve tasarım evreleri detaylı olarak açıklanmaktadır.

4.10. Koordinasyon

Bir YBM tabanlı projenin koordinasyon aşamasında en önemli unsurlardan biri çakışma kontrolleridir. Farklı disiplinlerin gerçekleştirmiş olduğu modeller nihai projede çakıştırıldığı zaman ortaya çıkan problemler koordinasyon süreçlerinde

giderilmektedir. İncelenen belgelerin hepsinde koordinasyon bölümüne yer verildiği görülmektedir. Bu nedenle koordinasyon bölümünde en kapsamlı işlenen konu çakışma kontrolleri olmaktadır. İncelenen belgelerde çakışma kontrolleri için Navisworks programının kullanımı ön plana çıkmaktadır.

Los Angeles Community College District, NYC School Construction Authority, University of South Florida üniversiteleri belgelerinde, çakışma problemlerini kolay tespit edebilmek için Tablo 9’da örnek olarak gösterilen disiplinlere ait çakışma problemlerine renk tanımlamaları getirilmiştir.

4.11. Model ve Veri Teslim Süreçleri

Tamamlanan projelerin verileri ve modelleri yazılı kopyalar ve elektronik teslimler olarak işverene teslim edilebilmektedir. İncelenen standart ve kılavuzlarda bu iki tip teslim süreçlerine ait ayrıntılara Western Michigan University haricinde diğer tüm belgelerde yer verildiği görülmektedir (Tablo 10). Günümüz teknolojisinde teslim süreçleri elektronik olarak gerçekleştiği ve bu teslim süreci hakkında daha ayrıntılı bilgiler verildiği görülmektedir.

4.12. İşbirliği Modları

YBM’nin en önemli avantajlarından biri de farklı disiplinler arasında işbirliğinin sağlanabilmesidir. Bu kapsamda incelenen standart ve kılavuzlarda ya YBM ekiplerinin işbirliği kurmak amacı ile toplantılar gerçekleştirilmesi zorunlu kılınmakta ya da işbirliğinin sağlanması için dijital platformların kullanımını teşvik etmektedir. Bu platformlar disiplinlerin tasarlamış olduğu modelleri, dosyaları platforma yüklemesi ile diğer disiplinlere modellerin hangi aşamada olduğunu takip etme olanağı sağlamaktadır. Florida International University, Los Angeles Community College District, Indiana University, University of Southern California (USC) dijital platformların kullanımı teşvik edenler arasında yer almaktadır.

4.13. Arşivleme

İncelenen belgelerde, University of South Florida ve Western Michigan University hariç diğer tüm üniversitelerde arşiv bölümü hakkında detaylı bilgiye yer verildiği görülmektedir. Arşiv bölümü YBM proje ve inşaat aşamalarından sonraki evre için önemli bir bölümdür. Çünkü yapının ileriki yıllarda işletme, bakım ve onarım gibi gereksinimleri ortaya çıktığında gerekli olan belgeler, projeler arşivden elde edilebilecektir.

Tablo 2. YBM Uygulama Planı İçerik Karşılaştırması

	Florida International University	Indiana University	Los Angeles Community College District	NYC School Construction Authority	University of South Florida	University of Southern California (USC)	Western Michigan University
Proje Bilgileri	+	+	+	-	+	+	+
Roller ve Sorumluluklar	+	+	-	-	+	+	+
Teknolojik Altyapı Gereksinimleri	+	-	-	+	+	+	+
Disiplinler Arası Çalışma Prosedürleri	+	+	+	-	+	+	+
Analiz ve Simülasyonlar	-	+	-	-	-	+	+
YBM Model Gereklikleri	+	-	-	-	-	-	+
Model Teslim Süreçleri	+	-	-	+	+	-	+
Uygulama Planı Şablonu	+	+	+	-	+	+	+

Tablo 3. Roller ve Sorumluluk Bilgileri Karşılaştırması

	Florida International University	Indiana University	Los Angeles Community College District	NYC School Construction Authority	University of South Florida	University of Southern California (USC)	Western Michigan University
İşverenin Roller ve Sorumlulukları	+	-	+	-	+	+	+
Tasarım Ekibinin Roller ve Sorumlulukları	+	+	+	+	+	+	+
İnşaat Ekibinin Roller ve Sorumlulukları	+	-	+	+	+	+	+

Tablo 4. Teknoloji Platformu ve Yazılım Bilgileri Karşılaştırması

	Florida International University	Indiana University	Los Angeles Community College District	NYC School Construction Authority	University of South Florida	University of Southern California (USC)	Western Michigan University
Mimari Proje Yazılımı	Autodesk Revit Architecture	Autodesk Revit Architecture	Revit Architecture, Bentley BIM, ArchiCAD	Autodesk Revit Architecture	Autodesk Revit Architecture	Autodesk Revit Architecture	Autodesk Revit Architecture
Yapısal Proje Yazılımı	Autodesk Revit Structure, Civil 3D	Autodesk Revit Structure	Autodesk Revit Structure, Tekla, Civil 3D	Autodesk Revit Structure, Civil 3D	Autodesk Revit Structure	Autodesk Revit Structure, Tekla, Civil 3D	Autodesk Revit Structure, Civil 3D
Mekanik-Elektrik Proje Yazılımı	Autodesk Revit MEP	Autodesk Revit MEP	Revit MEP, AutoCAD MEP, Bentley BIM, CAD-Duct, CAD-Pipe, AutoSprink, PipeDesigner 3D	Autodesk Revit MEP	Autodesk Revit MEP	Autodesk Revit MEP	Autodesk Revit MEP, AutoCAD MEP
Koordinasyon (Çalışma Kontrolü) Yazılımı	Autodesk NavisWorks Manage	Autodesk NavisWorks Manage	NavisWorks Manage, Bentley Navigator	Autodesk NavisWorks Manage	Autodesk NavisWorks Manage	Autodesk NavisWorks Manage	Autodesk NavisWorks Manage
Dosya Aktarımı	IFC	IFC	IFC	IFC	IFC	IFC	IFC

Tablo 5. Analiz ve Simülasyon İçerikleri Karşılaştırması

	Florida International University	Indiana University	Los Angeles Community College District	NYC School Construction Authority	University of South Florida	University of Southern California (USC)	Western Michigan University
Enerji Analizleri ve Simülasyonları	+	+	+	•	+	•	+
Çakışma Analizleri ve Simülasyonları	+	•	+	+	+	+	+
4B İnşaat Süreç Simülasyonu	+	+	+	+	+	•	+
Arazi Analizi	+	+	+	+	+	•	+
Aydınlatma Analizi	+	+	+	+	+	•	+
Mekanik Analiz	+	+	+	+	•	•	+

Tablo 6. Veri Güvenliği İçerikleri Karşılaştırması

	Florida International University	Indiana University	Los Angeles Community College District	NYC School Construction Authority	University of South Florida	University of Southern California (USC)	Western Michigan University
Verilerin Transferi	+	•	+	+	•	+	+
Verilerin Bakım Ayarları	+	•	+	+	•	+	+
Verilerin Yedeklenme Prosedürleri	+	•	+	+	•	+	+
Verilerin Arşivlenme Kuralları	+	•	+	+	•	+	•

Tablo 7. Dosya Yapısı ve Adlandırma Kuralları

MADDE	AÇIKLAMA
YYYY	Dört basamaklı yıl
MM	İki basamaklı ay
DD	İki basamaklı gün
Açıklama (isteğe bağlı)	Kısa kullanıcı adı açıklaması (12 karaktere kadar). @ \$ % ^ & < > / \ " ' : ; ? * , ' karakterleri açıklamanın bir parçası olarak kullanılmamalıdır.

Tablo 8. İşletme ve Bakım İçeriklerinin Karşılaştırması

	Florida International University	Indiana University	Los Angeles Community College District	NYC School Construction Authority	University of South Florida	University of Southern California (USC)	Western Michigan University
İşletme ve Bakım Kuralları	+	+	+	+	+	+	•
Restorasyon	+	•	+	•	•	•	•
Lazer Tarama Teknolojisi	+	•	+	•	•	+	•

Tablo 9. Navisworks Programı Çakışma Problemleri Renk Şeması

DİSİPLİN	RENK
Mimari	Camgöbeği
Elektrik	Sarı
Yangın Koruma	Kırmızı
Mekanik	Yeşil
Sıhhi Tesisat	Mor
Yapısal	Mavi

Tablo 10. Model ve Veri Teslim Süreçleri Karşılaştırması

	Florida International University	Indiana University	Los Angeles Community College District	NYC School Construction Authority	University of South Florida	University of Southern California (USC)	Western Michigan University
Yazılı Kopyalar	+	+	+	+	+	+	-
Elektronik Teslimler	+	+	+	+	+	+	+

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma, YBM kullanımına önderlik etmiş ABD'deki üniversitelerin YBM standart ve kılavuzlarının bölümlerini inceleyerek içerik araştırması ve karşılaştırması yapmıştır. Bu kapsamda aşağıdaki bölümler ve ayrıntıları incelenmiştir:

- Uygulama planı
 - Proje bilgileri
 - Proje hedefleri
 - Personel rolleri ve sorumlulukları
 - YBM süreç tasarımı
 - YBM ve tesis veri gereksinimleri
 - Disiplinler arası çalışma prosedürleri
 - Teknolojik altyapı gereksinimleri
 - Proje çıktıları
 - Proje teslimat stratejisi
- Roller ve sorumluluklar
 - İşveren rolleri ve sorumlulukları
 - Tasarım ekibi rolleri ve sorumlulukları
 - İnşaat ekibi rolleri ve sorumlulukları
- Gelişim seviyeleri
 - Gelişim seviyelerinin ayrıntılı olarak tanımlanması
- Teknoloji platformu ve yazılım bilgileri
 - Mimari proje yazılımları
 - Yapısal proje yazılımları
 - Mekanik, elektrik, sıhhi tesisat proje yazılımları
 - Projelerin paylaşılacağı teknoloji platformu
- Analiz ve simülasyonlar
 - Çakışma analizleri
 - Enerji analizleri
- Veri güvenliği
 - Verilerin transferi
 - Verilerin bakım ayarları
 - Verilerin yedeklenme prosedürleri
 - Verilerin arşivlenme kuralları
- Dosya yapısı ve adlandırma kuralları
 - Klasör adlandırma kuralları
 - Dosya adlandırma kuralları
 - Disiplinlerin kodları

- Projelerin adlandırma kuralları
- İşletme ve bakım gereksinimleri
 - Mevcut bir tesis için işletme ve bakım gereksinimleri
 - Gelecekte yapılacak olan tesis için işletme ve bakım gereksinimleri
- Proje evreleri
 - Mimari projeler
 - Yapısal projeler
 - Mekanik projeler
 - Elektrik projeleri
 - Sıhhi tesisat projeleri
- Koordinasyon
 - Çakışma analizleri
- Model ve veri teslim süreçleri
 - Basılı olarak teslim edilen model teslim süreci
 - Elektronik ortamda teslim edilen model teslim süreci
- İşbirliği modları
 - Farklı disiplinler arası işbirliğinin gerçekleştirilme kuralları
- Arşivleme
 - Dosyaların arşivlenme sıklığı
 - Arşivlenen dosyaların saklanma süresi
 - Arşiv dosyalarına erişim süresi
 - Arşivlenen dosyaların güvenliği
 - Arşivlenen dosyaların yok edilme süreci

YBM standartları ve kılavuzları incelendiğinde içerik olarak birçok bölümde benzer konulara yer verdikleri görülmektedir. Özellikle, uygulama planı, detay seviyeleri, roller ve sorumluluklar, model ve veri teslim süreçleri bölümlerinde yoğun bir içerik olması dikkat çekmektedir. İncelenen YBM standart ve kılavuzlarında yer alan bölümlerin karşılaştırması özet olarak Tablo 11'de sunulmaktadır.

Türkiye'de YBM standart ve kılavuz oluşturulmasına yönelik çalışmaların hızlandırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda ABD'de olduğu gibi Türkiye'deki üniversiteler tarafından hazırlanacak dokümanların da bu süreci hızlandıracağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak hazırlanacak

dokümanların en başta “Uygulama planı”, “Roller ve sorumluluklar”, “Gelişim seviyeleri”, “Teknoloji platformu ve yazılım bilgileri”, “Analiz ve simülasyonlar”, “Proje evreleri”, “Koordinasyon”, “Model ve veri teslim süreçleri” ile “Arşivleme” içerikleri üzerine yoğunlaşmaları önerilmektedir. Bu maddelere ek olarak YBM tabanlı projelerde ihale süreci ile ilgili açıklamalara, YBM tabanlı projelerin ödeme planları ile ilgili şablonlara ve

farklı disiplinlerin gerçekleştirecek olduğu YBM projelerindeki çizimlerin prosedürlerinin de hazırlanacak olan standart ve kılavuzlara eklenmesi fayda sağlayacaktır. Ayrıca, bu çalışmaların YBM standart ve kılavuzlarının hazırlanmasına yardımcı olmak yanında ülkelerin YBM sürecine adaptasyon sürecine de hız kazandıracığı düşünülmektedir.

Tablo 11. İncelenen YBM standartları ve YBM kılavuzlarının içerik karşılaştırması

	Florida International University	Indiana University	Los Angeles Community College District	NYC School Construction Authority	University of South Florida	University of Southern California (USC)	Western Michigan University
Uygulama Planı	+	+	+	+	+	+	+
Roller ve Sorumluluklar	+	+	+	+	+	+	+
Gelişim Seviyeleri	+	+	+	+	+	+	+
Teknoloji Platformu ve Yazılım Bilgileri	+	+	+	+	+	+	+
Analiz ve Simülasyonlar	+	+	+	+	+	+	+
Veri Güvenliği	+	-	+	+	-	+	+
Dosya yapısı ve Adlandırma Kuralları	+	-	+	+	+	+	+
İşletme ve Bakım Gereksinimleri	+	+	+	+	+	+	-
Proje Evreleri	+	+	+	+	+	+	+
Koordinasyon	+	+	+	+	+	+	+
Model ve Veri Teslim Süreçleri	+	+	+	+	+	+	+
İşbirliği Modları	+	+	+	+	+	+	+
Arşivleme	+	+	+	+	-	+	-

6.KAYNAKLAR

Ademci, M.E., 2018, An Analysis of BIM Adoption in Turkish Architectural, Engineering and Construction (AEC) Industry, Mimar Sinan Fine Arts University Institute of Science and Technology, M. Sc. Thesis, İstanbul, 115p.

Atay Tosun, B., 2019, YBM Standartlarının Karşılaştırılmalı İncelenmesi ve Ulusal Standardizasyon Çalışmaları Açısından Değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İstanbul, 127s.

Bayram, S., 2020, Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Kapsamında Geleneksel Metraj ile Yazılımın Karşılaştırılması, Yapı Bilgi Modelleme Uluslararası Hakemli Akademik Dergi, Versiyon 02, Sayı 02, 22-29s.

BuildLACCD, 2009, LACCD Building Information Modeling Standards (LACCD BIMS), Interim Version 2.0, Los Angeles, 30p.

Edirisinghe, R., and London, K., 2015, Comparative Analysis of International and National Level BIM Standardization Efforts and BIM adoption, CIB W78 Conference, 149-158p.

Florida International University, 2014, Building Information Modeling (BIM) Standards & Guide, Florida, 69p.

GSA, 2007, “BIM Guide Overview”, GSA BIM Guide Series, U.S. General Services

Harrison, C. and Thurnell, D., 2014, BIM implementation in a New Zealand consulting quantity surveying practice, international journal of construction supply chain management, Versiyon 5, No:1, 1-15p.

Indiana University, 2009, BIM Guidelines & Standards for Architects, Engineers, and Contractors, Indiana, 30p.

Khemlani, L., 2012, Around the World with BIM, AECbytes,

www.aecbytes.com/feature/2012/Global-BIM.html
(Erişim tarihi: 28.12.2020)

Western Michigan University, 2013, BIM Project Execution Standards Guide For Western Michigan University Facility Management, Kalamazoo, 33p.

Kopuz, B., 2015, İnşaat Projelerinde Etkin Bir BIM Uygulaması İçin Katılımcılar Arasındaki BIM Protokollerinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, İstanbul, 137s.

Leite, F. Akcamete, A. Akinci, B. Atasoy, G. Kiziltas, S., 2011, Analysis of modeling effort and impact of different levels of detail in building information models, Automation in Construction Cilt 20, 601-609s.

McGraw Hill Construction, 2012, The Business Value of BIM in North America: Multi-Year Trend Analysis an User Ratings (2007-2012), Smart Market Report, 72p.

NBS, 2020, 10th Annual BIM Report, NBS Enterprises Ltd., 40p.

NIBS, 2007, National Building Information Modeling Standard-United States, V1, 183s.

NYC School Construction Authority, 2013, Building Information Modeling Guidelines and Standards for Architects and Engineers, New York, 184p.

Ofluoğlu, S., 2014, Bina Yaşam Döngüsünde BIM Uygulamaları, www.sayisalmimar.com, 22s.

Öktem, S., ve Ergen, E., 2017, BIM'e Geçiş Sürecinin Operasyonel Çerçevesi, Uluslararası Katılımlı 7. İnşaat Yönetimi Kongresi, Samsun, 627-635s.

Reinhardt, J. ve Bedrick, J. (2015), "Level of Development Specification", American Institute of Architects and Association of General Contractors.

Shimonti, P., 2018, BIM adoption around the world: how good are we?, Geospatial World, <https://www.geospatialworld.net/article/bim-adoption-around-the-world-how-good-are-we/>
(Erişim tarihi: 28.03.2021).

Smith, P., 2014, BIM Implementation – Global Strategies, Procedia Engineering, Versiyon 85, 482 - 492p.

University of South Florida, 2018, BIM Guidelines and Standards For Architects, Engineers and Contractors, Florida, 30p.

University of Southern California, 2012, Building Information Modeling (BIM) Guidelines, California, 66p.