

T.C  
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
TASARIM VE YAPIM YÖNETİMİ BİLİM DALI

**TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜ İÇİN YAPI BİLGİ MODELİ  
UYGULAMA PLANI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:

**Gürhan KÖSE**

İstanbul, 2016

T.C  
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
TASARIM VE YAPIM YÖNETİMİ BİLİM DALI

**TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜ İÇİN YAPI BİLGİ MODELİ  
UYGULAMA PLANI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:

**Gürhan KÖSE**

Öğrenci No:

110863007

Tez Danışmanı:

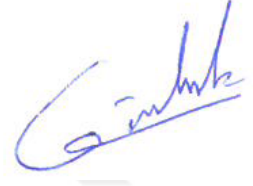
Doç. Dr. Ümit IŞIKDAĞ

İstanbul, 2016

## YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “**TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜ İÇİN YAPI BİLGİ MODELİ UYGULAMA PLANI**” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 17/05/2016

**Gürhan KÖSE**



T.C.  
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

**Be Kent Üniversitesi**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,**

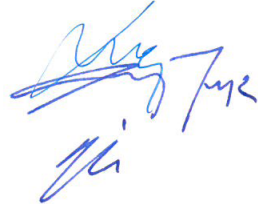
Aşağıda tez adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi 110863007 no'lu Gürhan KÖSE'nin 16/05/2016 tarihinde yapılan tez savunma sınavı<sup>1</sup> sonucunda, 60 dakika süreyle sunduğu ve savunduğu tezi hakkında<sup>2</sup> oybirliği / oyçokluğu ile, BAŞAMU kararı verilmiştir.

Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

---

**Anabilim Dalı** : İnşaat Mühendisliği  
**Programı** : Tasarım ve Yapım Yönetimi  
**Tez Başlığı<sup>3</sup>** : Türk İnşaat Sektörü İçin Yapı Bilgi Modeli Uygulama Planı

---

<u>Tez Sınav Jürisi</u>	<u>Öğretim Üyesi</u>	<u>İmza</u>
<b>Danışman</b>	: Doç. Dr. Ümit IŞIKDAĞ	
<b>Üye</b>	: Yrd. Doç. Dr. Bülent Onur TURAN	
<b>Üye</b>	: Yrd. Doç. Dr. Ayşe Elif ÖZSOY ÖZBAY	

<sup>1</sup> Jüri üyeleri söz konusu tezin kendilerine teslim edildiği tarihten itibaren en geç bir ay içinde toplanarak öğrenciyi tez savunma sınavına alır. Belirlenen günde yapılamayan jüri toplantısı, katılanların hazırladığı bir tutanakla enstitü yönetimine bildirilir. Bu durumda jüri en geç onbeş gün içinde toplanarak adayı tez savunma sınavına alır. Tez savunma sınav süresi en az 45 dakikadır. Yüksek lisans tez savunma sınavı, tez çalışmasının sunulması ve bunu izleyen soru-yanıt bölümlerinden oluşur ve dinleyiciye açıktır. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-3)

<sup>2</sup> Tez sınavının tamamlanmasından sonra jüri, tez hakkında "kabul", "düzeltme" veya "red" kararı verir. Jüri başkanı, jüri üyelerince imzalanmış sınav tutanağını, tez sınavını izleyen üç gün içinde ilgili enstitü yönetimine teslim eder. Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç üç ay içinde gerekli düzeltmeleri yaparak ve yönetmelikte belirtilen usullere uygun olarak tezini aynı jüri önünde yeniden savunur. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-4)

<sup>3</sup> İleride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığının yazılması gerekmektedir.

## TEŐEKKÜR

Bu çalıőmam ve yüksek lisans eğitimim boyunca benden sıklımadan, usanmadan, yardımlarını esirgemeyen, özel hayatım olsun, eğitim hayatım olsun her zaman bana destek olan çok değerli danışman hocam Sn. Doç. Dr. Ümit IŞIKDAğ'a,

Eğitimime devam etmemi hep destekleyen, her zaman yanımda olan, yaőamımı varlıklarıyla güzelleőtiren canım ailem, eőim Gülay KÖSE'ye, annem Serap KÖSE'ye ve babam Tuncay KÖSE'ye teőekkürlerimi sunarım.

İstanbul,2016

Gürhan KÖSE

Adı ve Soyadı : Gürhan KÖSE  
Danışmanı : Doç. Dr. Ümit IŞIKDAĞ  
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans / Tez, 2016  
Alanı : Tasarım ve Yapım Yönetimi  
Anahtar Kelimeler : Yapı Bilgi Modelleme, BIM, Yapı Bilgi Modeli Uygulama Planı

## ÖZ

### TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜ İÇİN YAPI BİLGİ MODELİ UYGULAMA PLANI

Dünyanın birçok ülkesinde bulunan büyük çaptaki projelerin çoğunda uygulanmaya başlanmış olan Yapı Bilgi Modelleme'nin daha kolay ve düzgün uygulanabilmesi için çeşitli üniversiteler ve firmaların uygulama planları bulunmaktadır. Uluslararası uygulama planları dünya geneline ya da bazı ülkelere uyarlanmış durumdadır. Literatür taraması ve bu uygulama planları ile yapılmış proje örnekleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. İnceleme sonucunda bu uygulama planları vasıtası ile ülkemizde YBM uygulamasında bazı problem ortaya çıkabileceği öngörülmektedir. Bu doğrultuda ülkemiz içinde bir ihtiyaç olan uygulama planının safhaları ile detaylı bilgiye ulaşılabilmesi için, uluslararası uygulama planlarını ve ülkemizde ki proje yönetimini, diğer bilimsel çalışmalar ile harmanlayarak Türkiye şartlarına uygun olabilecek süreçler ortaya çıkarılmıştır.

Bu süreçlerin içerikleri belirlenerek, detay seviyeleri, çalışması gereken aktörler, gerekli yazılımlar, girdiler ve çıktılar oluşturulmuştur. Bunlar birer kaynak haline getirilerek, YBM uygulaması ile ilgilenen kişilere ve kurumlara, doğrulanması amacı ile anket düzenlenmiştir. Düzenlenen anket sonuçları derlenip çeşitli istatistik yöntemleriyle incelenmiştir. Bu inceleme sonucuna göre, bu tez çalışmasının orta seviyeden daha başarılı olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu olumlu bulgu ile anlaşılacağı üzere, hazırlanmış olan uygulama planı süreçleri Türkiye şartlarında YBM kullanılmasını kolaylaştıracaktır.

Name and Surname : Gürhan KÖSE  
Supervizor : Asst. Prof. Ümit IŞIKDAĞ  
Degree and Date : Master, 2016  
Major : Design and Construction Management  
Key Words : Building information modeling, Bim, Bim Execution Plan,  
Turkey

## **ABSTRACT**

### **A BIM EXECUTION PLAN FOR TURKISH CONSTRUCTION INDUSTRY**

For most of the world, which has been implemented in large-scale projects in the country with a very smooth implementation of Building Information Modeling it is easier and there are several universities and the implementation plan of the company. International execution plans are tailored to the situation in some countries or the world in general. Literature and made with the execution plan of the project samples were examined in detail. This implementation plan in our country through the application BIM is anticipated that some problems arise. In this thesis, the need for a phase of the execution plan in order to get a comprehensive overview of our country, this thesis has emerged in our country in the international execution plans and project management The Scientific blends in with other studies.

Determining the content of this phase, the level of detail, the work to be actors, necessary software, input and output are created. They turned into a resource, BIM applications with interested individuals and institutions, the survey was organized for the purpose of verification. The questionnaire results were compiled and analyzed by various statistical methods. According to this review, it appears that this thesis is more successful than the mid-level. This can be inferred by the positive findings, the implementation plan prepared phase will facilitate the use of BIM conditions in Turkey.

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
<b>ÖZ</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iii
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	v
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	vi
<b>KISALTMALAR</b> .....	vii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1 Amaç ve Hedefler .....	1
1.2 Araştırma Soruları .....	2
1.3 Araştırma Yöntemi .....	2
1.4 Araştırma Akış Şeması .....	5
<b>2 YAPI BİLGİ MODELLEME</b> .....	6
2.1 Yapı Bilgi Modelleme Nedir? .....	6
2.2 Yapı Bilgi Modelleme'nin Kullanım Alanları .....	9
2.3 Yapı Bilgi Modelleme Vaka Çalışmaları .....	10
2.4 Yapı Bilgi Modelleme'nin Benimsenmesi.....	12
<b>3 YBM UYGULAMA PLANI</b> .....	14
3.1 Yapı Bilgi Modelleme Uygulama Planı Nedir?.....	14
3.2 YBM Uygulama Planında Proje Yönetimi Teknikleri .....	15
3.2.1 Tümüleşik Proje Yönetimi (Integrated Project Delivery).....	15
3.2.2 Tasarla-İnşaa Et Proje Yapımı (Design - Build).....	15
3.2.3 Tasarım-İhale-İnşaa Et (Design - Bid - Build) .....	16
3.3 YBM Uygulama Planı Örnekleri .....	16
3.3.1 Penn State Üniversitesi YBM Uygulama Planı .....	16
3.3.2 AEC UK YBM Uygulama Planı.....	17
3.3.3 Autodesk YBM Uygulama Planı .....	17
3.3.4 Penn State Üniversitesi Mal Sahipleri için YBM Uygulama Planı .....	18
3.4 Detay Düzeyi Şartnamesi (LoD's) .....	19

<b>4 TÜRKİYE'DE YAPI BİLGİ MODELLEME UYGULAMA PLANI</b> .....	22
4.1 Maliyet Yönetimi .....	24
4.2 Mevcut Durum Modeli .....	24
4.3 Tasarım Geliştirme .....	25
4.4 Enerji ve Sürdürülebilirlik Analizleri .....	25
4.5 Yönetmeliğe Uyumluluk Denetimi .....	26
4.6 Statik, Elektrik, Mekanik Tasarımı/Analizleri .....	27
4.7 3D Koordinasyonu .....	27
4.8 Sanal Maket .....	28
4.9 ND Model ve Simulasyonu .....	29
4.10 İnşaat Kalite Yönetimi.....	29
4.11 As-Built Model.....	30
4.12 Kazanılmış Değer Analizi .....	30
4.13 YBM Tabanlı Tesis Yönetimi .....	31
4.14 Yıkım Modeli .....	31
<b>5 ANKET ÇALIŞMASI VE VERİ ANALİZİ</b> .....	32
<b>SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER</b> .....	41
<b>KAYNAKLAR</b> .....	43
<b>EKLER</b> .....	46
Ek-1 Türkiye’de Ybm Kullanımları.....	46

## TABLolar LİSTESİ

Sayfa No.

**Tablo.1.** Araştırma Akış Şeması..... 5

**Tablo.2.** Türkiye'de Yapı Bilgi Modelleme Süreci ..... 22



## ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil.1. Yapı Bilgi Modelleme Yaşam Döngüsü.....	7
Şekil.2. Yapı Bilgi Modelleme Aktör İlişkileri .....	8
Şekil.3. Yapı Bilgi Modelleme Kullanımı Anketi Oranları.....	13
Şekil.4. Penn State Üniversitesi YBM Kullanım Örnekleri .....	17
Şekil.5. LOD-200 Çelik Zemin İskeleti.....	19
Şekil.6. LOD-300 Çelik Zemin İskeleti.....	20
Şekil.7. LOD-350 Çelik Zemin İskeleti.....	20
Şekil.8. LOD-400 Çelik Zemin İskeleti.....	21
Şekil.9. Cevap Değerlendirme Matrisi.....	34
Şekil.10. Süreç/Cevap Ortalamaları Matrisi .....	34
Şekil.11. Süreç/Cevap Ortalamaları Matrisi SPSS Görünümü.....	35
Şekil.12. Shapiro-Wilk Testi .....	36
Şekil.13. One-Sample İstatistikleri .....	37
Şekil.14. One-Sample Test .....	37
Şekil.15. Non Parametrik Analiz Hipotez Test Özeti .....	39
Şekil.16. P9,P10,P11,P14 Tamamlayıcı İstatistikler .....	39

## KISALTMALAR

<b>AIA</b>	: The American Institute of Architects
<b>AIACC</b>	: AIA California Council
<b>BIM</b>	: Building Information Modelling
<b>BPMN</b>	: Business Process Modeling Notation
<b>BPT</b>	: Bütünleştirilmiş Proje Teslimi
<b>EIU</b>	: The Economist Intelligence Unit
<b>FM</b>	: Facility Management
<b>GSA</b>	: General Services Administration
<b>IAI</b>	: International Alliance for Interoperability
<b>IDM</b>	: Information Delivery Manual
<b>IFC</b>	: Industry Foundation Classes
<b>IPD</b>	: Integrated Project Delivery
<b>LOD</b>	: Level Of Developement
<b>MEP</b>	: Mekanik, Elektrik, Tesisat
<b>NBIMS</b>	: National Building Information Modeling Standard
<b>NIBS</b>	: National Institute of Building Sciences
<b>YBM</b>	: Yapı Bilgi Modelleme

## 1. GİRİŞ

Yapı Bilgi Modelleme sürecine projelerde işi kolaylaştıran, yapılabilir ekstra bir sistem olarak görmek yanlıştır. Yapı Bilgi Modelleme süreci büyük çaplı projelerde artık bir ihtiyaçtır. Hatta İngiltere'de, ABD'de ve bazı kuzey Avrupa ülkelerinde kamu binalarında zorunlu hale getirilmiştir.

Yapı Bilgi Modelleme sistemi kurallarına uygun yönetilmesi gereken bir süreçtir. Bu işleyişi sağlıklı bir şekilde yürütebilmek için bazı standartlar ve uygulama yöntemleri mevcuttur. Bu yöntemleri ve standartları evrensel hale getirmek için ciddi çalışmalar yapılmıştır, ancak bunlar her yerde uygulanamamaktadır.

Uygulanabilirliğin düşmesinin en başlıca sebeplerinden biri kültürel farklılıktır. Kültürel farklılığı inşaat yönünden inceleyecek olursak fizibilite çalışmalarından, arsa evraklarına, ihtiyaç listelerinden, malzeme türü ve teminine, uygulanabilir teknolojiden, yıkıma kadar pek çok ülkede farklılıklar gözlemlenmektedir.

Bu tez çalışmasında Uluslararası düzeyde hazırlanmış olan Yapı Bilgi Modeli uygulama planları ve standartlarını inceleyerek, Türkiye şartlarına adaptasyonu ve uygulaması yapılmıştır. Buna ek olarak incelenen uygulama planlarında Yapı Bilgi Modelleme süreçlerinin Türkiye açısından bazı kısımların eksik kaldığı düşünülüp, bazı uygulama safhaları eklenmiştir.

### 1.1 Amaç ve Hedefler

Çalışmanın amacı ulusal düzeyde bir Yapı Bilgi Modeli Uygulama Planı geliştirilmesine temel olacak BIM (YBM) süreç haritalarını oluşturmaktır.

Çalışma Hedefleri;

- Geliştirilecek süreç haritalarına esas olacak dünyada ilgili literatürü incelemek
- Süreç Haritalarını özet/tanım/girdi, çıktı, gerekli yazılımları ve aktörleri içerecek şekilde oluşturmak
- Süreç haritalarının gerçek yaşam süreçlerini yansıtırma düzeyini test etmek

## 1.2 Araştırma Soruları

Araştırmanın soruları şu şekilde belirlenmiştir.

- Türk İnşaat Sektörü odaklanması ile YBM süreç haritaları geliştirmek olası mıdır?
- Türk İnşaat Sektörü odaklanması ile geliştirilen YBM süreç haritalarının gerçek yaşam süreçlerini hangi oranda yansıttığını belirlemek mümkün müdür?

## 1.3 Araştırma Yöntemi

Araştırmaya öncelikli olarak bilimsel makaleler okunarak başlandı. Makalelerin yanı sıra konferans sunumları ve kitaplar incelendi. Makale ve konferans sunumlarına “Science Direct”, “itc.tix.net”, “ITCON” gibi bilimsel yayın yapan sitelerden ulaşıldı. Diğer kitap ve internet sitelerine ise arama motorları vasıtası ile ulaşıldı.

Araştırmaya ilk olarak YBM'nin tanımının bir çok çeşidi elde edilerek başlandı. Daha sonrasında ise YBM uygulama planları incelendi. YBM uygulama planlarının gereksinimi olan detay seviyesi standartları ve proje metodları ile araştırmaya devam edildi. Bütün bunlar bir araya geldiğinde ise dünya genelinde yapılmış olan çalışmalara hakim olunmuştur.

Süreç haritalarına ise, YBM uygulama planları incelendikten sonra, bu planlardaki süreçlerin Türkiye şartlarında uygulanabilirliği denetlenerek başlanmıştır. Çeşitli uygulama planları sentezlendikten sonra ortaya çıkarılan süreçler bahsetmiş olduğumuz denetlemeden sonra bir elemeye tabi tutulmuştur. Elde kalan süreçlerin içerikleri; süreç yönetimleri, buldukları fazlar, detay seviyeleri, rol alması gereken aktörler, gerekli olan yazılımlar, girdiler ve çıktılar, her bir süreç için belirlendikten sonra Türkiye'de ki sistemde bu süreçlerin dışındaki ihtiyaçlar belirlenmiştir. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda yeni süreç haritaları da listemize eklenip, diğer süreç haritalarında bahsedilen içerikler eklenmiştir.

Belirlenmiş olan süreçler kendi içinde sınıflandırıldıktan sonra onaylanması için, bu konuda Türkiye'de tecrübe sahibi olan kişilerle görüşülmüştür. Toplam 12 kişi ile yapılan bu görüşmeler, şahışlar ile yüz yüze yapılmıştır. Görüşmelerde her bir süreç

haritası için tek tek içerikler ile ilgili hazırlanmış olan sorular şahıslara yönlendirilmiştir. Bu soruların cevapları ise derlendikten sonra bazı analiz testleri kullanılarak sonuca ulaştırılmıştır.

Literatürde belirtildiği üzere (istatistikanaliz.com ,2016) t testi, hipotez testlerinde en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. t testi ile iki grubun ortalamaları karşılaştırılarak, aradaki farkın rastlantısal mı, yoksa istatistiksel olarak anlamlı mı olduğuna karar verilir. Küçük örnekleme teorisi olarak da bilinen t dağılımı, küçük örneklemelerle de çalışmaya imkan verdiği için, araştırmacılar için büyük kolaylık sağlamaktadır. "t" testi örnek boyutunun küçük olduğu ve ana kütleyle ilişkin standart sapmaların bilinemediği durumlarda "t" dağılımından yararlanarak;

- İncelenen bir değişken açısından bir gruba ait ortalama değer in önceden belirlenen değerden farklı olup olmadığını, İncelenen bir değişken açısından bağımsız iki grup arasında fark olup olmadığını
- İncelenen bir değişken açısından herhangi bir grubun farklı koşullar altındaki tepkilerinde farklılığın olup olmadığını incelenmesine yönelik hipotezleri test etmeye yönelik olarak geliştirilmiş bir analiz yöntemidir.

Bu nedenle üç tür t testi bulunmaktadır. Bunlar tek grup t testi (one-sample t test), bağımsız iki grup arası farkların t testi (independent samples "t" test) ve eşleştirilmiş iki grup (paired-samples "t" test) arasındaki farklılıkların incelenmesine yönelik "t" testidir. Çalışmamızda tek grup-t testi hazırlanan süreç modellerini doğrulamak amacı ile anket çalışmasını takiben kullanılmıştır.

Literatürde anlatılan Tek grup "t"-Testi (istatistikanaliz.com ,2016) genellikle herhangi bir konuda belirli öngörülerde bulunduğu bu öngörünün doğruluk derecesini test etmek amacıyla uygulanır. Örnekler:

- A işletmesinde çalışan 5000 personelin yaş ortalamasının 37 olduğu biliniyor. Rasgele seçilen 500 kişilik örneklemin yaş ortalaması 37'den farklı mıdır?
- Bir üniversitede okuyan öğrencilere günlük harcamalarının ne kadar olduğu soruluyor. Acaba öğrencilerin günlük harcamalarının ortalaması (öngörülen) 10 milyondan farklı mıdır?

İstatistik bilim dalında, Shapiro-Wilk sınaması bir parametrik olmayan istatistik sınaması olup normallik sınamaları arasında bulunmaktadır. Bu sınama ilk defa 1965de Amerikan istatistikçi Samuel Shapiro ile Kanadalı istatistikçi Martin Wilk tarafından yayınlanmıştır. Bu sınama için sıfır hipotez bir örneklem veri serisinin (yani  $x_1, \dots, x_n$  serisinin) bir normal dağılım gösteren anakütleden geldiğidir. Sınama istatistiği  $W$ 'nin bulunması şöyle başarılır: Önce,  $(i)=1,2,\dots,n$  için  $x_{(i)}$  bulunur. Veriler alt-indeksi  $(i)$  parantez içinde gösterilir; çünkü veri serisi en küçükten en büyüğe sıralanmıştır ve alt-indeks sıralama düzenine konulmuştur. Sonra, sabit normal dağılım değerleri olan  $a_i$  şöyle bulunur:

$$(a_1, \dots, a_n) = \frac{m^\top V^{-1}}{(m^\top V^{-1} V^{-1} m)^{1/2}}$$

Burada

$$m = (m_1, \dots, m_n)^\top$$

$m_1, \dots, m_n$  Standart normal dağılımdan örneklem olarak bulunmuş bağımsız ve aynı dağılım gösteren rassal değişkenlerin sıra ististiklerinin beklenen değerlerdir ve  $V$  ise bu sıra istatistikleri için kovaryans matrisidir. En son olarak sınama istatistiği şu formül kullanılarak hesaplanır:

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)}\right)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Eğer hesaplanan  $W$  küçükse, sıfır hipotez ret edilmelidir. Shapiro-Wilks sınamasının diğer normallik sınamalarına karşılaştırılması yapılmış ve Shapiro-Wilks için güç özelliklerinin daha iyi olduğu önerilmiştir. Bu sınamanın büyük örneklem hacimlerine (5000 gözleme kadar) uygulanabilecek geliştirilmiş şekli bazı kompüter istatistik paket programlarında uygulanmıştır. (wikipedi,2016)

"Wilcoxon" testi eşleştirilmiş gruplara ilişkin farklılıkların boyutlarını da dikkate alarak iki değişkene ait dağılımın aynı olup olmadığını test etmek amacıyla geliştirilmiş bir analiz yöntemidir. "Paired" eşleştirilmiş "t" testinin parametrik olmayan karşılığıdır, n birimlik örnekten elde edilen iki gözlem grubu farkının ortancası sıfır olan toplumdun çekilmiş rasgele örnek olup olmadığını test eder.

Bağımlı değişkenlere ilişkin veriler;

- Sayısal karakterler ile ifade edilmelidir.

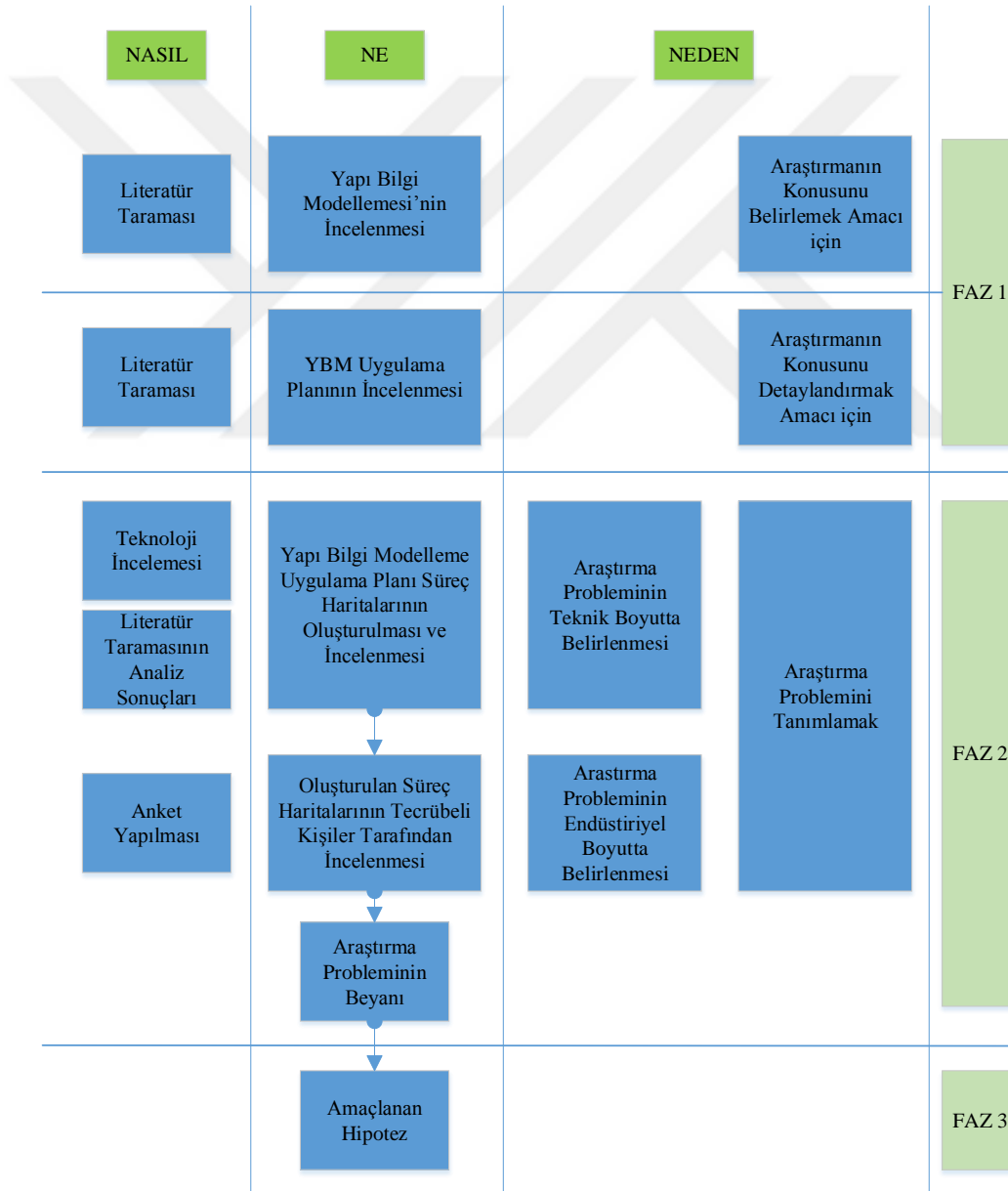
- Sürekli veri olmalıdır.

- Aralık veya oran ölçeğindedir. (istatistikanaliz.com ,2016)

#### 1.4 Araştırma Akış Şeması

Araştırmanın yöntemini ve fazlarını açıklayan “Araştırma Akış Şeması” tablosu Tablo 1 de görülmektedir.

**Tablo.1.** Araştırma Akış Şeması



## 2 YAPI BİLGİ MODELLEME

### 2.1 Yapı Bilgi Modelleme Nedir?

Yapı Bilgi Modelleme süreci, paylaşılabilen, dijital tabanlı, entegre ve çoklu çalışabilen Yapı Bilgi Modeline dayalı olarak eşsizdir. Böylece, Yapı Bilgi Modellemesi tanımı olarak Yapı Bilgi Modeli, bilgi yönetimini sağlayan süreç ve uygunluk olarak,

*Yapı Bilgi Modellemesi sürecinin bel kemiği, anlamsal olarak zenginleştirilmiş 3D model(ler) dir. (Underwood, Işıkdag, 2010)*

ABD Ulusal Yapı Bilgi Modeli Standart Proje Komitesi(NBIM)'nin şu tanımı vardır:

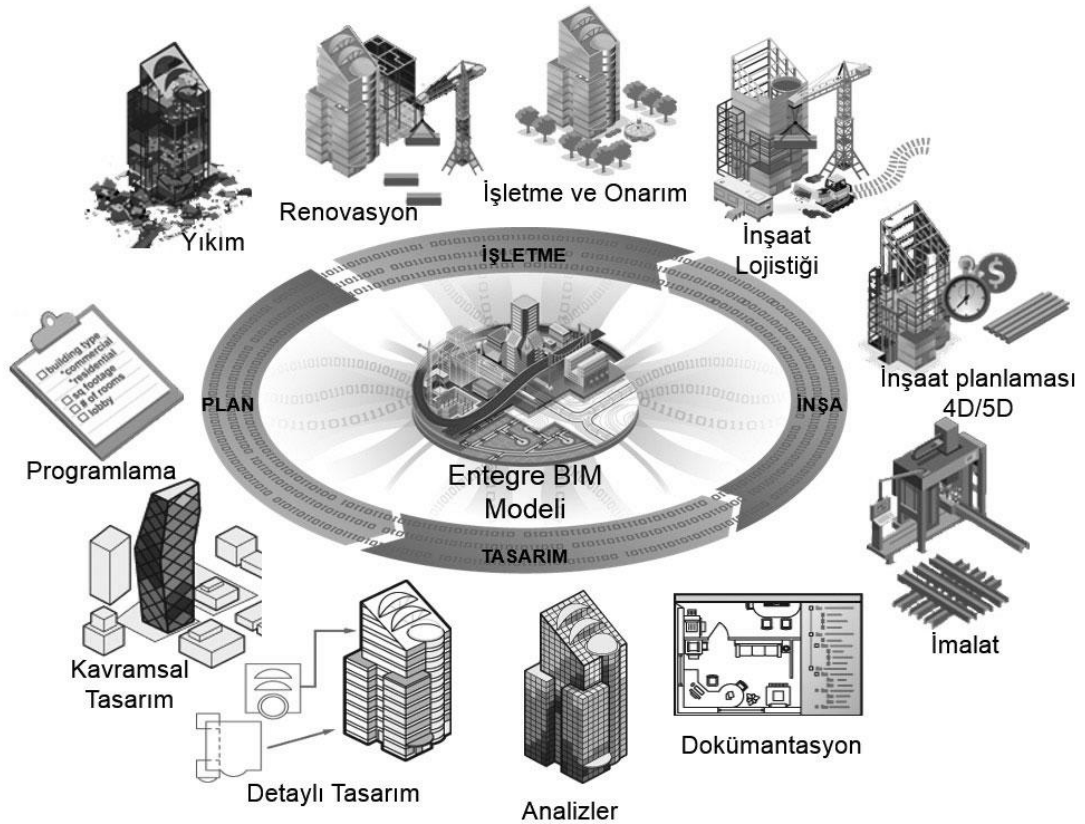
*Yapı Bilgi Modelleme (BIM) bir tesisin fiziksel ve fonksiyonel özelliklerinin bir dijital temsilidir. BIM bir tesisin yaşam döngüsü boyunca alınan kararlar için güvenilir bir temel oluşturan ortak bir bilgi kaynağıdır; yapım kararından, yıkımın sonuna kadar geçerlidir.(NBIMS, 2016)*

Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) yapı modellemesi, ortak tasarım ve bütünleşik proje teslimatı için oluşturulmuş gelişmekte olan bir teknolojidir (Yan vd., 2011). Burada bütünleşik proje teslimatı ile anlatılmak istenen bir inşaat projesinin disiplinler arası tüm bölümlerinin (altyapı, üstyapı, elektrik, çevre vs.) hazırladığı projelerin bir arada birleştirilerek teslim edilmesidir. Yani ortak bir dil oluşturarak, tek bir proje halinde yapı projesinin detaylandırılmasıdır.(Akkaya, 2012)

Yapı tasarım sürecinde, ilk eskizlerden nokta detaylarına kadar sürecin tüm disiplinlerinde birçok veri üretilir. Geleneksel CAD yazılımlarında, bu veriler, birbirinden bağımsız dokümanlarda temsil edilir. Plan çizimleri, görünüş ve kesitler, detaylar, metraj listeleri hepsi aynı yapıyı tanımlasalar da birbirinden bağımsız dokümanlardır. Aynı bilgiyi, birbirinden bağımsız dokümanlar için yeniden çizmek, yazmak, yerleştirmek, hem zaman alıcıdır hem de hatalara açıktır. Tasarımda yapılan değişiklikler, tüm bu bağımsız dokümanlarda teker teker ve tekrar tekrar işlenmek zorundadır. Özellikle proje teslim tarihi yaklaştıkça ve doküman sayısı arttıkça, bu değişiklikler çok can sıkıcı olabilir. Buna bir de yapım sırasında ortaya çıkan

revizyonlar dahil olunca, günümüzde geleneksel yöntemlerin yetersiz kalacağı aşikârdır.(Fazlı, Fathi, Enferadi, Fazlı, Fathi, 2014)

YBM bizlere gerçek bir tesisin tüm yaşam döngüsü boyunca ulaşılabilirliğini sanala olarak sağlar.(Volk, Stengel, Schultmann, 2014) Bina bilgileri modelleme çözümleri iş birliği içinde dijital veri tabanlarının oluşturulması ve yürütülmesidir, Veri tabanının herhangi bir parçasında güncelleştirme yapıldığında, bu değişim tüm bölümlerle koordineli olup herkes tarafından kontrol edilebilir.(Autodesk, 2016) Çoğu zaman YBM insanlar tarafından yanlış anlaşılmaktadır. YBM'in yakınında dahi geçmemiş olsalar bile, genel yanlış olan kanı YBM'in tek bir model yada veri tabanı sanılmasıdır. YBM'in insanların yerini alamayacağı anlatılması gereklidir. YBM gereksiz ve sıradan işleri azaltır ve veri işlemeyi kolaylaştırır. Ancak YBM'de de hatalar muhtemeldir, insanlar tarafından yanlış veri yüklendiği takdirde hatalar gerçekleşebilir. (Fazlı, vd., 2014). YBM yaşam döngüsünü Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil.1. Yapı Bilgi Modelleme Yaşam Döngüsü (Işıkdag, 2010)

Yapı Bilgi Modelleme tasarım sürecinden bina işletimine kadar çok geniş bir çerçevede binanın tüm varlık döngüsü içinde kullanılabilir. Bu kullanımı başlıca dört başlıkta toplamak mümkündür:(Ofloğlu, 2009)

1. Tasarım Sürecinde kullanım
2. Çevresel Analizlerde kullanım
3. Bina Yapım Sürecinde kullanım
4. Bina İşletiminde kullanım

Yapı Bilgi Modelleme’de olması gereken aktörler arası ilişkiler Şekil 2’de gösterilmiştir..



Şekil.2. Yapı Bilgi Modelleme Aktör İlişkileri(Akkaya, 2012)

## 2.2 Yapı Bilgi Modelleme'nin Kullanım Alanları

Yapı Bilgi Modeli aşağıdaki amaçlar için kullanılabilir (Forbes, 2010):

- *Görselleştirme:* 3B kaplamalar kolayca oluşturulabilir.
- *Üretim/İşyeri Çizimleri:* Çeşitli yapı sistemleri için iş yeri çizimlerini oluşturmak kolaydır. Örneğin, model tamamlandıktan sonra metal levha boru tesisatı çizimleri kolayca oluşturulabilir.
- *Otomatik Üretim:* Teknolojik açıdan gelişmiş tedarikçileri içeren projelerde, YBM dosyalarından elde edilen veriler sayısal kontrollü imalat malzemesine girdi olarak kullanılabilir.
- *Yönetmeliğe ilişkin değerlendirmeler:* İtfaiye ve diğer yetkililer bu modeli yapı projelerinin kendileri ile ilgili kısımlarını gözden geçirmeleri için kullanabilirler.
- *Adli Analiz:* YBM, potansiyel arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını gibi unsurları grafiksel olarak göstermeye kolayca adapte edilebilir.
- *Tesis Yönetimi:* Tesis yönetimi bölümleri YBM'yi tadilat, mekan planlama ve bakım onarım işlemleri için kullanabilir.
- *Maliyet Hesabı:* YBM yazılımları maliyet hesabı özelliği ile oluşturulmuştur. Modelde herhangi bir değişiklik yapıldığında malzeme miktarları otomatik olarak algılanır ve değiştirilir.
- *Yapı Dizisi:* YBM modeli malzeme siparişi, imalat ve bütün bina ürünleri için teslimat programları oluşturmada etkin olarak kullanılabilir.
- *Uyuşmazlık, Müdahale ve Çakışma araştırması:* YBM modelleri 3B mekanda ölçekli olarak üretilmektedir. Bütün büyük sistemler etkileşim için görsel olarak kontrol edilebilmelidir. Bu süreçte çelik kirişler, kanallar ve duvarlar ile boru

sisteminin keşilmesi kontrol edilebilir. (Akkaya, Ceylan, Karahan, Başaraner, 2011)

Yapı Bilgi Modelleme tasarım sürecinden bina işletimine kadar çok geniş bir çerçevede binanın tüm varlık döngüsü içinde kullanılabilir. Bu kullanımı başlıca dört başlıkta toplamak mümkündür:

1. Tasarım Sürecinde kullanım: Fizibilite sonrası sisteme eklenecek belediye evrakları, ihtiyaç listesi, avan proje tasarımı, kesin proje tasarımı, statik-elektrik-mekanik projeleri vb...
2. Çevresel Analizlerde kullanım: Işık analizi, ısı-yalıtım analizi vb...
3. Bina Yapım Sürecinde kullanım: Malzeme tedariki, revizyon kontrolü, depolama kontrolü vb...
4. Bina İşletiminde kullanım: Arıza tespiti, revizyon kontrolü, yıkım vb... (Ofloğlu, 2009)

### **2.3 Yapı Bilgi Modelleme Vaka Çalışmaları**

Günümüzde dünyada bir çok YBM organizasyonu kurulmuştur. Bu örgütlenme kendi ülkelerinde YBM kullanımını benimsetmek, arttırmak amacı gütmektedir. Bu örgütlere avrupa kıtasında daha fazla rastlanmaktadır.

Avrupa kıtasında ki örgütlere bir kaç örnek ile değinecek olursak; Çek Cumhuriyeti-Czech BIM Council, Fransa-FFB(Federation Française du Batiment), Macaristan-Hungarian BIM Council, İtalya-Instute for BIM Italy(iBIMi), Litvanya-Skaitmenine statyba(Digital Construction), Portekiz-The CT 197 BIM, Norveç-buildingSMART Norway, Slovakya-BIMaS, Birleşik Krallık-US National BIM Standart Prroject Comitee-National Building Specification.(wikipedi,2016)

Birkaç adet vaka çalışmasını incelediğimizde sonuçlarının YBM ile ilgili pek çok soru işaretini ortadan kaldırdığını görmekteyiz. Bu örneklerden bazıları;

TAV firmasının tesis yönetiminde kullanmış olduğu YBM'nin incelemesinin sonuçları: İstanbul Atatürk Havalimanı Terminalleri gibi çok sayıda mahal ve iş akışı içeren yerlerde tesis yönetimi klasik yöntemlerle gerçekleştirilemeyecek kadar karmaşıktır. BIM TAV'ın tesis yönetimi hizmetlerine önemli katkıda bulunmuştur. Birinci katkısı ihale belgeleri için gerekli kesin metraj hesaplarının oluşturulmasındadır. BIM, bilginin düzenli toplanması ve geliştirilmesi için gerekli altyapıyı sunmaktadır; tesis yönetiminde, bilginin kaydı, güncellenmesi ve Web üzerinden bağlantılı sistemlerle birlikte kullanılmasına imkan vermektedir. TAV, tesis yönetiminde BIM vasıtasıyla mekansal bilginin hassas bir şekilde kaydedilmesi ve Web üzerinden erişimine olanak sağlamasıyla operasyonlarında teknolojiden stratejik bir avantaj sağlamaktadır.(Duru, Badem, 2010)

Central Park Kulesi projesi YBM uygulanan projelerden biri olarak incelenmiş olup detayları; Interlocken Central Park Tower Denver'ın kuzeybatısında , Colorado, Broomfield kentinde yer almaktadır. 305.000 metrekarelik A sınıfı ofis binasıdır. Bir yeraltı otopark, fitness merkezi, birden çok paylaşılan işbirliği alanları, açık ve kapalı oturma alanları ve kafe bulunmaktadır. Central Park Tower sofistike kiracı pazarına yanıt çok kiracı ofis binaları yeni nesil ilk biridir.(Rashidi, Fathi, 2010)

Maryland General Hastanesi'ne ek bina yapımında da YBM kullanılmış olup detayları; 1881 yılında kurulan, Maryland General Hospital (MGH) Maryland Tıp Sisteminin Üniversitesi bir parçası halinde olan hastanelerden biridir. MGH batı Baltimore'da 110.000'den fazla hastada için sağlık tam bir spektrum sağlayan, Baltimore şehrinde yer almaktadır. 2007'den önceki yıllarda hastaneye yatışta, doğumda, acil servis ziyaretlerinde ve polikliniklerde önemli bir artış yaşadı. Bu nedenle, artan hastaların sağlık ihtiyaçlarına cevap vermek için ve çekirdek tesislerinin iyileştirilmesi için, hastane Aralık 2007'de başlayıp Mart 2010'da tamamlanan 96.534 metrekarelik genişleme (1950'lerde inşa edilmiş) mevcut yapıya bağlandı. 8 yeni suit, 4 özel oda, 18 yataklı yoğun bakım üniteleri (YBÜ), eczane ve laboratuvar yapılmıştır. (Florez 2010)

Bir de ulaşımdan bir örneği inceleyecek olursak, İstanbul Ulaşım A.Ş de 2007 yılından itibaren Revit kullanmaktadır. Kurum İBB adına ihale usulü ile hizmet alımı yapabilen bir kurumdur. Mimari Proje Müdürlüğü ise Projeler Müdürlüğüne bağlıdır. İkitelli-Ataköy Metrosu İstanbul Ulaşım A.Ş. tarafından yapılmıştır. İkitelli-Ataköy

Metro inşaatı işi kapsamında metro istasyonu BIM ile modellenmiş olup; kesin hesap ve metraj aşamasında bu modelin CAD programına dönüştürülerek metraj çıkarıldığı ifade edilmiştir.(Karabulut, Önem, Nasser, 2014)

#### **2.4 Yapı Bilgi Modelleme'nin Benimsenmesi**

Her yenilikte olduğu gibi bu sistemde de değişime karşı doğal bir dirençle karşı karşıya kalınabilmektedir. Bu gibi durumlarda yapılacak iyi bir eğitimle bu durumun da üstesinden rahatlıkla gelinebilir. Yeni sistemin eğitim aşamasında bu iki sistemi iç içe kullanmak gerektiği tavsiye edilmektedir. Yeni bir çalışma düzenine alışmaya kadar bu şekilde devam edilmeli ve değişime karşı bulunan doğal direnç kırılıncaya kadar her iki sistem de kullanılmalıdır (E-harita, 2012).

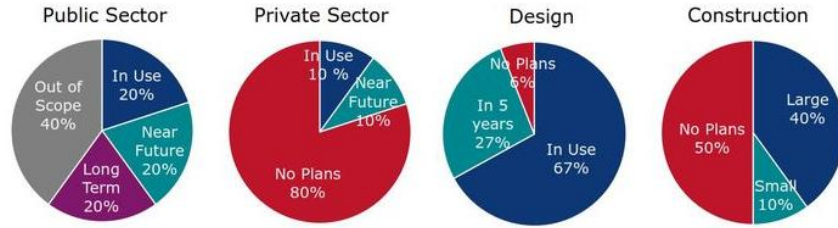
Akademi ve inşaat sektöründe yapılan geniş araştırma, geliştirme, yapısal analiz, tasarım ve detaylandırma, güçlü ve pratik yapı bilgi modelleme araçlarının ortaya çıkmasına yol açmıştır. Yavaş yavaş bu araçları mühendislik ve tasarım firmaları kabul etmektedir. Ancak, tek başına yazılım araçları başarılı YBM kabulü için yetersiz kalmaktadır. Başarı için iş uygulamaları, insan kaynakları, beceri bakımından derin değişimler, müşteriler ve sözleşmeye bağlı düzenlemeler, ilişkiler gereklidir. Nitekim bu değişimle bireysel organizasyonun ötesine geçmek işten bile değildir.(Eastman et al. 2008).

YBM araçlarını erken benimseyen mühendislik ve tasarım firmaları çalıştırma, araştırma ve etkileri hakkında daha çabuk bilgi sahibi olup faydalarını görecektir..(Kaner, Sacks, Kasian,Quitt, 2008) Yapı Bilgi Modellemesi bir tesis projesi üzerinde oluşturulan bilgileri yönetmek için mal sahipleri ve proje katılımcılarının daha etkili sağlar. YBM iyi yönetilen tasarım değerlendirmeleri, tesis elemanlarının koordinasyonu, gelişmiş saha planlaması ve diğer görevler ile planlama, tasarım ve tesislerinin inşaatı ile ilişkili süreçleri iyileştirmek açısından yardımcı olmuştur. Bazı mal sahipleri ve tesis yöneticileri YBM'nin başarısını tesislerinin başarısı ile doğru orantılı olduğunu görüp dikkatlerini tamamen bu konudaki çalışmalara vermiş durumda. (Jordani 2010)

Henttinen BIM in Finland'ın 2013 yılında dünya genelinde yaptığı araştırmaya göre dünyada YBM benimsenme genel oranı %20-30 aralığında. Kamu yapılarının %20'si, özel sektörün %10'u YBM'yi benimsemiş durumda.(Şekil 3)

### Use of BIM in Building Projects

The overall adaption of BIM is 20-30% of the volume



Şekil.3. Yapı Bilgi Modelleme Kullanımı Anketi Oranları (Henttinen, 2013)

Başka bir profesyonel endüstri aralığında anketteki dağılıma baktığımızda, ilginç bir şekilde katılımcıların neredeyse üçte biri mimarlık firmalarından. Mimarlık firmalarını ise %12 ile Mühendislik Firmaları, %11 ile Mimarlık/Mühendislik, %10 ile Müteahhitler, %9 ile İnşaat Müdürleri ve %8 ile BIM danışmanları izlemektedir. Mimarlık ve Mühendislik Firmalarının en çok katılımcı oranına sahip olmasının sebebi konunun diğer gruplara nazaran daha ilgi çekici olması veya yüksek adaptasyon olabilir. Ayrıca katılımcıların çoğunluğunu %70 oranıyla kıdemli yöneticiler oluşturuyor. Bunun sebebi ise konunun ilgi çekici bulunması ve anketteki soruların doğallığı olabilir.(Becerik-Gerber, 2011)

### 3 YBM UYGULAMA PLANI

#### 3.1 Yapı Bilgi Modelleme Uygulama Planı Nedir?

Yapı Bilgi Modeli "bir tesisin fiziksel ve fonksiyonel özelliklerinin dijital gösterimi." başarıyla YBM uygulamak için, bir proje ekibi tarafından detaylı ve kapsamlı bir planlama yapmak gerekir. İyi belgelenmiş YBM uygulama planı tüm tarafların açıkça proje iş akışına YBM'yi dahil etmesi ile ilgili fırsatları ve sorumluluklarının farkında olmasını sağlayacaktır. Bir tesise ömür boyu YBM uygulanabilmesi için, sürecin ayrıntılı bir şekilde tasarımı ve belgelerinin tamamlanmış olması gerekir. YBM uygulama planı bir proje üzerinde YBM için uygun kullanımları tanımlamalıdır (örneğin, tasarım geliştirme, tasarım değerlendirmesi, ve 3 boyutlu koordinasyonu). Plan oluşturulduktan sonra, BIM uygulanmasından maksimum fayda elde etmek için bu planla ilerleyebilirsiniz.(bim.psu, 2011)

Etkili bir YBM uygulaması için takım, ayrıntılı bir yürütme planı geliştirerek etkili bir proje teslim sürecine YBM entegre etmek önemlidir. Ekip, proje boyunca takip etmek için YBM uygulama planı detayları ile birlikte genel vizyonu özetliyor. YBM uygulama planı projenin erken aşamalarında geliştirilmelidir. Ek katılımcılar projeyi sürekli olarak günceller ve eklenir. Projenin uygulama aşaması boyunca gerektiği gibi izlenmeli, güncellenmeli ve revize edilmelidir. Uygulama planı, YBM görevleri için iş akışını belirlemek, proje üzerinde YBM uygulamasının kapsamını tanımlamak ve taraflar arasında bilgi alışverişini tanımlamak, uygulanmasını desteklemek için gerekli proje ve şirket altyapısını geliştirmeyi öngörebilmektedir.

YBM planlama elemanları:

- **Strateji:** YBM amaç ve hedeflerini tanımlar; değişime hazır; ve dikkatli yönetim ve kaynak desteği.
- **YBM Kullanımları:** YBM oluşturulması için uygulanacak metotları tanımlayan; mal sahibi ihtiyaçları doğrultusunda sürdürme, iletişim, uygulama ve yönetim bilgisi.

- **Süreç:** YBM'den yararlanarak, YBM kullanımlarının uygulanması.
- **Enformasyon:** Arsa ile ilgili, ihtiyaç listeleri, şartnameler...
- **Altyapı:** YBM'yi destekleyen yazılımsal, donanımsal, mekansal, teknolojik altyapı.
- **Personel:** Rollerin ve sorumlulukların belirlendiği eğitimlerini tamamlamış personel.

Ülkeden ülkeye değişeceği gibi, proje metotlarına göre de değişebilmektedir.

### **3.2 YBM Uygulama Planında Proje Yönetimi Teknikleri**

Dünyada incelenen YBM uygulama planlarında farklı proje yönetimi tekniklerine rastlanmaktadır. Bunlar sırası ile...

#### **3.2.1 Tümüleşik Proje Yönetimi (Integrated Project Delivery)**

Bu yöntemde projenin en başında entegrasyon yapılması gerekir, projenin esnek ve başarılı bir şekilde tamamlanmasını sağlayacak gelişmiş teknoloji kullanılır. Bu yöntem tüm katılımcıların yetenek ve kavrayışını iş birliği ortamında kullanır, üst düzeyde iletişime imkan verir ve proje ekibinde yoğun işbirliğini destekler. (Autodesk, 2016)

#### **3.2.2 Tasarla-İnşaa Et Proje Yapımı (Design - Build)**

Bu yöntemde, tek bir şirket tek bir sözleşme altında hem mimarlık/mühendislik işlerini hem de inşaat işlerini yapar. Bu tür şirketler eksiksiz ve hatasız dokümanlar hazırlayacağı konusunda sözleşme yaptığı kuruluşa taahhüt verir. (Autodesk, 2016)

### **3.2.3 Tasarım-İhale-İnşaa Et (Design - Bid - Build)**

Bu yöntemde, mal sahibi tüm dokümanları Bir tasarımcıya hazırlatır ve işlerin birden çok yüklenici tarafından yapılmasını sağlayacak şekilde ihale eder. Bu yöntem yüklenicinin YBM teknolojisini koordinasyon aracı olarak tam olarak kullanmasına imkan vermez.(Autodesk, 2016)

## **3.3 YBM Uygulama Planı Örnekleri**

### **3.3.1 Penn State Üniversitesi YBM Uygulama Planı**

YBM kullanımları, bazı akademik çalışmalar vasıtası ile standart hale getirilmiştir. Aşağıda bulunan tabloda Penn State Üniversitesinin YBM kullanımları bulunmaktadır. Penn State üniversitesi bir YBM sürecinin nasıl işlenmesi gerektiğini ve bu süreç içinde hangi safhaların kullanılması gerektiğini tek tek irdeleyen bir kaynak oluşturmuştur. Bu safhalarda potansiyel değerleri, gereken kaynakları, ekibin sahip olması gereken özellikleri ve bunları belirlerken faydalanılan kaynakları belirtmişlerdir. Bu safhalar sırasıyla: Mevcut durum planı, maliyet tahmini, faz planlama, programlama, arsa analizleri, tasarım kritikleri, tasarım geliştirme, enerji analizleri, 3D koordinasyonu, vaziyet konumlanma planları, 3D kontrol ve planları, son model, bakım programlama, bina sistemleri analizleri.(Şekil 4)

PLAN	DESIGN	CONSTRUCT	OPERATE
Existing Conditions Modeling			
Cost Estimation			
Phase Planning			
Programming			
Site Analysis			
Design Reviews			
Design Authoring			
Energy Analysis			
Structural Analysis			
Lighting Analysis			
Mechanical Analysis			
Other Eng. Analysis			
LEED Evaluation			
Code Validation			
3D Coordination			
Site Utilization Planning			
Construction System Design			
Digital Fabrication			
3D Control and Planning			
Record Model			
Maintenance Scheduling			
Building System Analysis			
Asset Management			
Space Mgmt/Tracking			
Disaster Planning			

Primary BIM Uses  
 Secondary BIM Uses

Şekil.4. Penn State Üniversitesi YBM Kullanım Örnekleri(bim.psu, 2011)

### 3.3.2 AEC UK YBM Uygulama Planı

Aynı Penn State üniversitesinde olduğu gibi, AEC komitesinde 2009 yılında İngiltere’de birleşip, İngiltere’de uygulanması için bir YBM uygulama planı oluşturmuştur. Bu oluşturulan uygulama planına göre, YBM kullanımlar; bina bakım programlama, bina sistem analizleri(tesis yönetimi), varlık yönetimi, alan planlama, afet planlama, mevcut durum modelleme, mühendislik analizleri, enerji analizleri, statik analizleri, güneş analizleri, mekanik analizler, diğer mühendislik analizleri, sürdürülebilirlik hesaplamaları(BREAM’e göre), kod onayları, programlama, maliyet tahmini, dijital üretim, 3D kontrol ve planlama, görselleştirme, dizayn geliştirme, dizayn revizyonları, faz planlama(4D Modelleme), 3D koordinasyonu, saha kullanımı planları, vaziyet analizleri, inşaat sistem dizaynları(sanal maket).

### 3.3.3 Autodesk YBM Uygulama Planı

İlk iki örneğimizde belirtilen net YBM kullanımlarının aksine Autodesk firması, tek tek kullanım belirleyip spesifik bir süreç oluşturmak yerine her ülkede uygulanabilirlik adına daha yüzeysel olan üst süreçlere yer vermiştir. Aynı kaynağı Türkçeleştirip, Türkiye’de de kullanım imkanı sağlayan firma, YBM’yi uygulayabilmek için her projenin kendi öz niteliklerini taşıyan fazlarını oluşturarak

yola devam edilebileceğini gösteren bir süreç haritası hazırlamıştır. Kısacası bu kaynak yola nasıl başlanacağını ufak örneklerle izah etmektedir. Bu örnekler; modelleme planı, planlanan modeller, modelleme standartları, hassasiyet ve boyutlandırma, modellemede nesne özellikleri, modellemede detay düzeyi, sistem ölçü birimi kuralı, analiz modelleri, malzeme listesi(metraj) analizleri, inşaat iş programı analizleri, çakışma kontrolü analizi, görselleştirme analizi, LEED puanı/enerji analizi, strüktürel analiz, kullanımı planlanan analiz araçları gibi üst başlıklardan oluşmaktadır. Sonuç olarak proje bazında detaylandırılması gerektiği yansıtılmıştır.

### **3.3.4 Penn State Üniversitesi Mal Sahipleri için YBM Uygulama Planı**

Penn State Üniversitesin'de yapılan bir diğer çalışma ise, YBM'nin mal sahipleri tarafından nasıl kullanılması gerektiğini izah etmektedir. Bu kaynakta YBM'nin ne olduğundan, faydalarından ve oluşum safhalarından, mal sahiplerinin çıkarları doğrultusunda çok detaylı bir şekilde irdelenmiştir. Tezimizin esas konusu olan YBM kullanımlarının mal sahibi gözüyle dört ana başlığın altında toplam dokuz safha olarak belirlenmiş. Bunlar;

İnşaat Kalitesinin geliştirilmesi: Dizayn Revizyonu, 3D Koordinasyon Tasarımı, Dijital üretim

Bilgi talebinin azaltılması: Dizayn Revizyonu, 3D Koordinasyonu

Geliştirilmiş tesis verileri: Kayıtlı Durum Modeli, Mevcut Durum Modeli

Bu kaynak yukarıda belirtilmiş safhalar inşaat sonrası, tesis yönetimi fazında mal sahiplerinin maksimum düzeyde YBM kullanımından faydalanmasını sağlamakta olduğunu belirtmektedir. Belirtilen kullanımların yanı sıra, tesis bakım modeli, bina sistem analizi, varlık yönetimi ve alan yönetimi gibi YBM kullanımlarından da mal sahiplerinin faydalanabileceğinden bahsedilmektedir.

Ancak daha öncede bahsedildiği gibi bu kullanım safhaları her ülkeye uyum sağlayamayacağı için sadece bir yol gösterici konumundadır. Bu kullanımlar ülkeden ülkeye değişeceği gibi, proje metotlarına göre de değişebilmektedir.

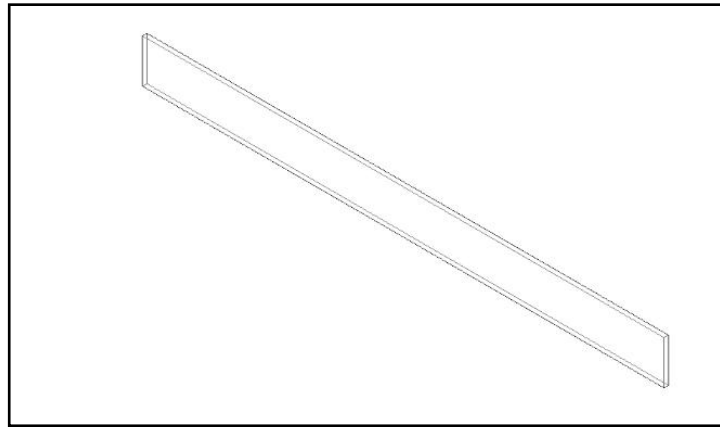
### 3.4 Detay Düzeyi Şartnamesi (LoD's)

Dünyada biri ABD'de bir diğeri de İngiltere'de olmak üzere iki çeşit detay düzeyi şartnamesi vardır. Bu tez çalışmasında biz ABD'deki çalışmada kullanılan LOD'ları kullandık. Bu şartnameye göre LOD açıklaması şöyledir;

Bu detay düzenlemeleri AEC sanayi uygulayıcıları tarafından hazırlanan yol gösterici şartnamedir. İnşaat sürecine kadar olan kısımda tasarımın çeşitli aşamalarında belli düzeyde detay seviyeleri belirtilmektedir. LOD Şartname AIA G202-2013 binası için AIA tarafından geliştirilen temel LOD tanımları kullanır. Bilgi Modelleme Protokol Form1 ve CSI Unifomat 20102 tarafından düzenlenen bu tanımlar modelin özelliklerini göstermektedir.(LOD DRAFT, 2015)

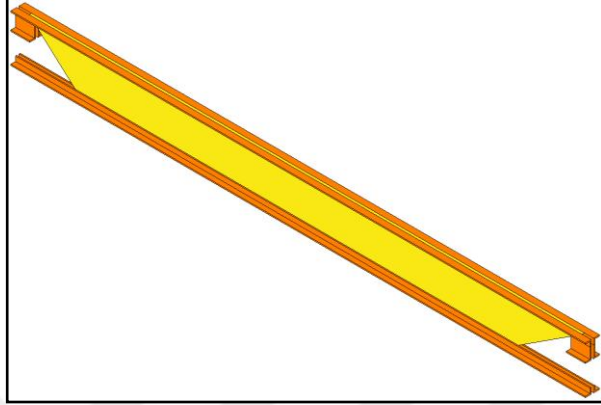
**LOD100** seviyesinde model objesi bir sembol veya diğeri bir türde grafiksel olarak temsil edilebilir, ancak bu LOD200 gereksinimleri için tatmin edici değildir. Model objesinde bulunan bilgiler (metrekare maliyeti, havalandırma ağırlığı vb.) başka bir model objesinden alınmış (türetilmiş, çıkartılmış) olabilir.

**LOD200** seviyesinde model objesi miktar, büyüklük, biçim, lokasyon ve alıştırmaya dayanarak bir genel sistem, nesne veya bileşim türünün grafiksel olarak temsil edilmesidir. Ayrıca grafiksel olmayan bilgiler de bu Model Objesine eklenebilir. Örnek olarak çelik zemin iskeleti Şekil.5.'te görülmektedir.



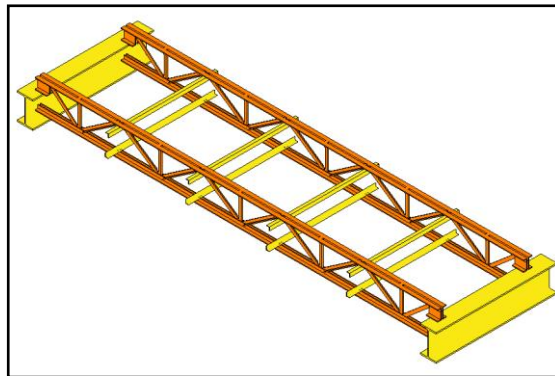
Şekil.5. LOD-200 Çelik Zemin İskeleti(LOD DRAFT, 2015)

**LOD300** seviyesinde model objesi miktar, büyüklük, biçim, lokasyon ve alıştırma dayanarak bir özel sistem, nesne veya bileşim türünün grafiksel olarak temsil edilmesidir. Ayrıca grafiksel olmayan bilgiler de bu Model Objesine eklenebilir. Örnek olarak çelik zemin iskeleti Şekil.6.'te görülmektedir.



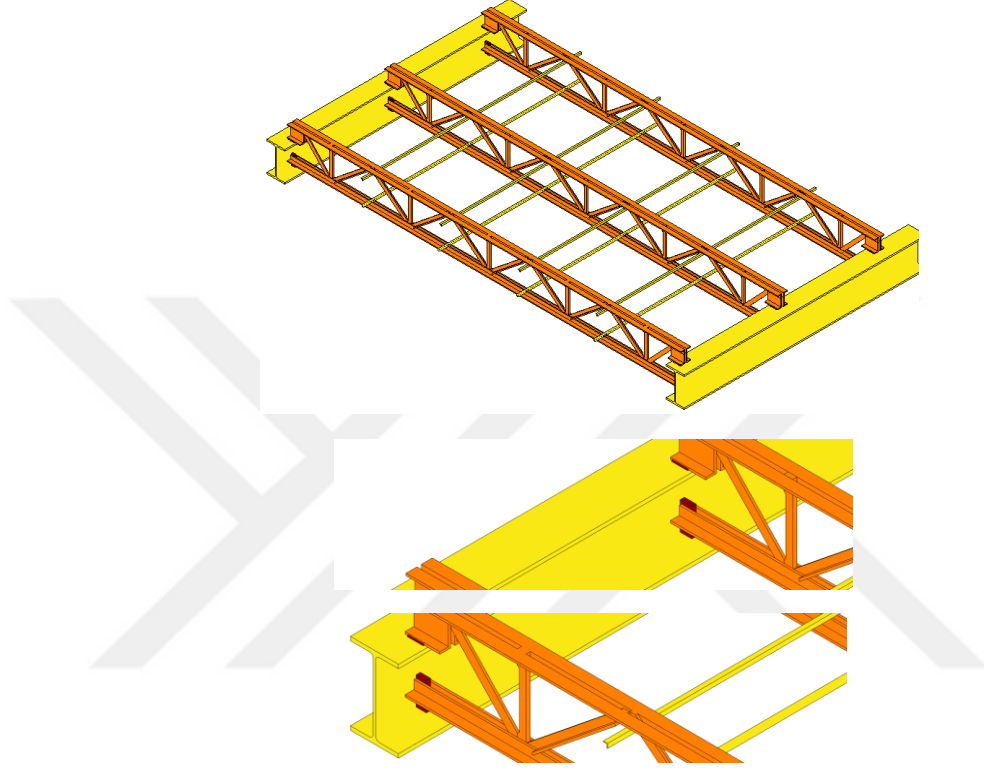
**Şekil.6.** LOD-300 Çelik Zemin İskeleti(LOD DRAFT, 2015)

**LOD350** seviyesinde model objesi miktar, büyüklük, biçim, alıştırma ve uyumlaşma dayanarak bir özel sistem, nesne veya bileşim türünün başka bina sistemleriyle grafiksel olarak temsil edilmesidir. Ayrıca grafiksel olmayan bilgiler de bu Model Objesine eklenebilir. Örnek olarak çelik zemin iskeleti Şekil.7.'te görülmektedir.



**Şekil.7.** LOD-350 Çelik Zemin İskeleti(LOD DRAFT, 2015)

**LOD400** seviyesinde model objeş miktar, büyüklük, biçim, lokasyon ve alıştırmaya dayanarak bir özel sistem, nesne veya bileşim türünün fabrikasyon, birleşim ve kurulum bilgilerinin detaylarıyla grafiksel olarak temsil edilmesidir. Ayrıca grafiksel olmayan bilgiler de bu Model Objesine eklenebilir. Örnek olarak çelik zemin iskeleti Şekil.8.'te görülmektedir.



**Şekil.8.** LOD-400 Çelik Zemin İskeleti(LOD DRAFT, 2015)

#### 4 TÜRKİYE'DE YAPI BİLGİ MODELLEME UYGULAMA PLANI

Çalışmamızda YBM uygulama planının oluştururken, yaşam döngüsü fazlarında YBM süreçleri oluşturularak içerikleri çıkarılmıştır. Toplam 7 adet yaşam döngüsü fazı ve toplam 14 YBM süreç haritası mevcuttur. Bu fazlar ve safhalar oluşturulurken, incelenen YBM uygulama planlarından, özellikle Türkiye’de uygulanabilirliğe en yakın olan Penn State Üniversitesi’nin çalışması olan “BIM PROJECT EXECUTION PLANING GUIDE”den faydalanılmıştır. Aşağıda ülkemiz için yapı bilgi modelleme uygulamasına esas olacak ve tez çalışması kapsamında uzman görüşmeleri ile belirlenen “Yapı Bilgi Modelleme Süreçleri” Tablo 2 .de sunulmaktadır. Bu süreçler literatür taramasında ulaşılan farklı ülkelere ait YBM süreçlerinden ve uzman görüşlerinden yararlanılarak belirlenmiştir.

**Tablo.2.** Türkiye'de Yapı Bilgi Modelleme Süreci

TÜRKİYE'DE YBM SÜRECİ						
PLANLAMA	ÖNCÜL DİZAYN	DETAYLI DİZAYN	İHALE	İNŞAAT	TESİS YÖNETİMİ	YIKIM
MALİYET YÖNETİMİ						
MEVCUT DURUM MODELİ						
DİZAYN GELİŞTİRME						
ENERJİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ANALİZLERİ						
YÖNETMELİĞE UYUMLULUK DENETİMİ						
STATİK & MEP DİZAYN/ANALİZLERİ						
3D KOORDINASYON						
SANAL MAKET						
ND MODELLEME VE SİMULASYONU						
İNŞAAT KALİTE YÖNETİMİ						
AS-BUILT MODEL						
EVM						
FM MODEL						
YIKIM MODELİ						

Tablo 2 de yer alan Yapı Bilgi Modelleme süreçleri;

- Maliyet Yönetimi(Cost Management)
- Mevcut Durum Modeli(Current Situation Modeling)
- Tasarım Geliştirme(Design Authoring)
- Enerji ve Sürdürülebilirlik Analizleri(Energy & Sustainability Analysis)
- Yönetmeliğe Uyumluluk Denetimi(Regulation Compliance Checking)
- Statik, Elektrik, Mekanik Tasarımı/Analizleri(Structural & MEP Design/Analysis)
- 3D Koordinasyonu(3D Coordination)
- Sanal Maket(Virtual Mockup)
- ND Model ve Simulasyonu(ND Modeling & Simulation)
- İnşaat Kalite Yönetimi(Construction Quality Management)
- As-Built Model(As-Built Modeling)
- Kazanılmış Değer Analizi(Earned Value Management)
- YBM Tabanlı Tesis Yönetimi(BIM Based Facility Management)
- Yıkım Modeli(Demolition Model)' dir.

BIM süreçlerinin üzerinde yer aldığı Bina Yaşam Döngüsü fazları ise benzer olarak literatür taramasında ulaşılan farklı ülkelere ait YBM süreçlerinden yararlanılarak aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Planlama
- Öncül Dizayn
- Detaylı Dizayn
- İhale
- İnşaat
- Tesis İşletmesi
- Yıkım

Aşağıda her bir BIM süreci için süreç özetleri ve süreçler hakkında temel bilgiler sunulmakta olup, tez çalışması kapsamında hazırlanan süreç haritaları **EK-1** de verilmiştir.Aşağıda EK-1 de verilen her bir süreç haritasına ait süreç özetleri sunulacaktır.

#### **4.1 Maliyet Yönetimi(Cost Management)**

Maliyet yönetimi süreci yapının maliyet tahminini kapsamaktadır. Ayrıca sürecin amacı inşaat esnasında ve tesis yönetiminde maliyetin kontrolünü de incelemektedir. Maliyet tahmini süreci planlama ve öncül tasarım aşamasına başlayıp, binanın olası maliyetini, ön ve OOM tahminlerine göre belirlemektedir. Tahminler detaylı tasarım fazında kesin tahminler olarak bilinir ve esas olarak metraj sonuçlarına dayanmaktadır. Bu metrajlar yazılım uygulamaları ile detaylı tasarım modellerine dayalı tamamlanabilir. İhale fazında ise bu kesin metrajların elde edildiği model kullanılarak gerçeğe en yakın veriler kullanılır. İnşaat fazında ise yapıda herhangi bir değişiklik olduğunda bu modele işlenir ve maliyet sonucu gözlemlenebilir. Maliyet yönetimi faaliyetleri sadece maliyet tahmini süreçlerini içerir ama aynı zamanda Kazanılan Değer Yönetimi yaklaşımının yardımıyla proje bütçesinin izlenmesine odaklanmıştır, mal yönetim çabalarını dahil değildir. Maliyet yönetimi, tesis yönetimi sürecinde ise binada yapılan bir tadilat veya değişiklik yapılacağı takdirde As-built modelinde geçmişteki veriler kontrol edilebilir ve tadilat veya değişiklik sonrasında As-built modeline işlenmelidir. Bu süreçte gerekli olan yazılımlar; model tabanlı tahmin yazılımları, tasarım geliştirme yazılımları, maliyet yönetimi yazılımlarıdır. Bu süreçte ki girdiler; maliyet raporları, analiz metotları, 3D model, maliyet veri tabanıdır. Bu süreçte ki çıktılar; uygulama için metrajlar, maliyet raporları, uygulama için maliyet tahminidir.

#### **4.2 Mevcut Durum Modeli(Current Situation Modeling)**

Bu süreç inşaat, inşaat sahası ve etrafı ile ilgili mevcut durumu izah etmektedir. Mevcut durum modeli sürekli olarak güncel tutulması gerekmektedir. Mevcut durum modelleme binanın yaşam döngüsünün çeşitli aşamalarında yapılabilir. Tasarım fazının ilk evrelerinde, tasarımcıların sahayı daha iyi anlamasına yardımcı olur. Lazer tarama, İHA, hava fotoğrafları, dijital modeller(coğrafi modelleri dahil) olarak çeşitli araçlar bilgi edinimi için kullanılabilir. Mevcut durum modeli aşağıda belirtilen araç ve yazılımlar vasıtası ile detaylı tasarım modelini besler ve ND model ile kıyaslanarak proje safhaları kontrol altında tutulabilir. Bu süreçte ki gerekli yazılımlar; YBM yazılımları, lazer tarayıcı, GIS, point cloud yazılımlar, photo manipulation araçlarıdır. Bu süreçte ki girdiler; geoteknik raporlar,

lazer tarayıcı modeli, GIS verileri, önceki durum, tesis bilgileridir. Bu süreçte ki çıktılar; saha modeli, mevcut durum modelidir.

### **4.3 Tasarım Geliştirme(Design Authoring)**

Bu süreç yapının mimari, statik, elektrik ve mekanik modellerinin oluşturulduğu süreçtir. Temel tasarım bu süreçte oluşturulur. Tasarım geliştirme, öncül dizayn fazında şematik tasarım ile başlar. Model kullanıcı gereksinimleri ile uyum açısından sahibi ile değerlendirilir. Mal sahibi tarafından ve gerekli resmi daireler tarafından onanmış şematik tasarımın ardından mimar ve diğer mühendisler birlikte detaylı dizayn modelini oluşturur. Detaylı tasarım modeli mimari, statik ve MEP modellerinin ayrıntılı içerir. Detaylı dizayn fazında YBM kolaylaştırıcı olarak dizayn koordinasyonunda işbirliğini sağlamaktadır. Ozalitler ve ihale dokümantasyonları, detaylı dizayn fazının sonlanmasıyla bu modelden üretilebilir. İhale aşamasının başında mal sahibi detaylı tasarım değerlendirmesini yapar ve gerekli olan değişiklikler ihtiyaçlar doğrultusunda dizayn modelini revizde kullanılır. Bu değişiklikler tasarım geliştirme sürecinin bir parçası olarak yürütülmektedir. İhale aşamasının sonunda yüklenici(ler) detaylı dizayn fazından gelen modeli inceler ve uygulamada problem veya zorlukları çıkarabilecek kısımları belirler ve tekrar güncellenir. Bu süreçte ki gerekli yazılımlar; taslak tasarım araçları, detaylı tasarım geliştirme yazılımları, dizayn birleştirme yazılımıdır. Bu süreçte ki girdiler; vaziyet bilgileri, vaziyet analiz modeli, mevcut durum modeli, parametrik model içeriğidir. Bu süreçte ki çıktılar; avan mimari model, mimari model, statik model, elektrik ve mekanik modeldir.

### **4.4 Enerji ve Sürdürülebilirlik Analizleri(Energy & Sustainability Analysis)**

Enerji ve sürdürülebilirlik analizleri yapının enerji talepleri, karbon salınımı ve işletme masrafları gibi hesaplamaları/simülasyonları yaparak çevre korumayı hedef almaktadır. Aynı zamanda bu süreç dizayn esnasında yapının enerji etkinliğini ve sürdürülebilir hesaplarını kapsamaktadır. Bu süreç öncül dizayn fazında enerji talebinin belirlenmesi ve karbon salınımının simule edilmesi ile başlamaktadır. Öncül tasarım fazı süreçleri bu hesaplama ve simülasyonlar için toplu modeller

oluşturur ve enerji talebi simülasyonu yazılımından faydalanır. Bu analizler yapının konumu, mevsimler ve güneş açıları gibi verilerin girilmesiyle oluşturulur. Detaylı tasarım aşamasında ayrıntılı geometriler ve malzeme bilgileri içeren binanın modelleri, gelişmiş enerji analiz ve simülasyonları mümkün kılar. Bu analiz, geometri elemanlarını, topografyayı, her elemanın konumlandırılmasını, yapı malzemelerini ve binanın enerji ihtiyacını hesaplarken kullanılır. Detaylı dizayn fazında oluşturulan dokümanlar vasıtası ile bir standart olan BEP-TR ile kıyaslanır. BEP-TR standardına uygunluğu, eğer ihale fazında gerekli görülürse belgelendirilip dosyaya eklenebilir. İnşaat fazında nihai tasarım modeli, hedeflenen sürdürülebilirlik kriterlerine, uygun malzeme ve bileşenleri elde etmek için ihale çalışmalarının yardımı için gerekli olacaktır. Bu süreçte ki gerekli yazılımlar; bina enerji analiz ve simülasyon yazılımlarıdır. Bu süreçte ki girdiler; dizayn modeli, inşaat tipi, mekanik sistem kütüphanesi, enerji tarifeleri, analiz metotları, iklim verileridir. Bu süreçte ki çıktı; enerji analiz modelidir.

#### **4.5 Yönetmeliğe Uyumluluk Denetimi(Regulation Compliance Checking)**

Yönetmeliğe uygunluk denetimi süreci dizayn safhasındaki modellerin ve inşaatın yasa ve kanunlara uygunluğunu denetlenmesini kapsamaktadır. Bu süreç öncül tasarım fazında, planlama fazında toplanan arsa ile ilgili kadastral bilgiler, imar yönetmelikleri gibi resmi evraklar vasıtası ile şematik tasarıma başlanır. Yapı denetim ve belediye dizayn fazlarının her aşamasında tasarımın resmi evraklara uygunluğunu denetler. Proje müelliflerinin kontrolleri, deprem yönetmeliği, asansör yönetmeliği, ısı-yalıtım yönetmeliği, BEP-TR standartları ve yangın yönetmeliklerine göre yapılır. Bu kontroller olumlu bir şekilde tamamlandığında yapı inşaat ruhsatı verilir. İnşaat fazında ise daha önce kontrol edilerek yapılmış olan modellere uygun üretimin yapılıp yapılmadığı kontrolü önce yapı denetim firmaları tarafından, daha sonra ise devletin yetkili kıldığı alt birimler(belediye, su, itfaiye...) tarafından kontrol edilir. Eğer bütün uyumluluklar bu birim ve firmalar tarafından onanırsa, yapı kullanma izni ile birlikte yapının tesis işletme fazı başlamış olur. Tesis işletme fazı öncesi yapılan tüm kontroller ve onaylar As-Built modeline işlenir. Bu süreçte ki gerekli yazılımlar; model kontrol yazılımı, 3D Model yazılımı, model koordinasyon yazılımıdır. Bu süreçte ki girdiler; imar yönetmeliği, mimari model,

mühendislik modelleri, arsa dökümanlarıdır. Bu süreçte ki çıktılar; yönetmeliğe uyumluluk denetimi kontrol raporudur.

#### **4.6 Statik, Elektrik, Mekanik Tasarımı/Analizleri(Structral & MEP Design/Analysis)**

Bu süreçte statik, elektrik ve mekanik analizler, simülasyonlar hazırlanıp, tasarlanan binanın bu alanlardaki testleri ve kontrolleri yapılır. Bu süreç, bütün dizayn fazlarından alınan modeller ile başlar. Gelişimi ise, test edilmiş ve onanmış olan FEM paketleri, akışkanlar dinamiği uygulamaları, aydınlatma tasarım araçları da dahil olmak üzere yapısal ve MEP analiz yazılımı kullanılarak yapılır. Analiz ve simülasyon araçları en iyi sonuçları elde etmek için onanmış verilerin kullanıldığı yerlerde süreç tekrarlı ve aşamalıdır. Genel olarak süreç, statik ve MEP modellerinin optimizasyonu ile gerçekleşmektedir. Bu süreçte çıkan veriler doğrultusunda mimari, statik ve MEP modellerinde yapılabilecek değişikliklerden dolayı ciddi bir interaktif çalışma söz konusudur. Statik ve MEP modeli ekibi hesaplama ve simülasyonlarda kullanılması için mimari modelin en güncel haline ulaşabilmesi gerekmektedir. Bu iki durum arasındaki bilgi alışverişi başarı genel tasarım başarısı için anahtardır. İnşaat fazı esnasında yapılacak bir revizyon, yapı elemanın tekrardan tasarımını gerekli kılacaktır. Bu tasarım değişikliği statik ve MEP modellerinde revize edilmesine sebep olacaktır. Bu değişiklikler zincir şeklinde bu sürecin ana karakteri olan analiz ve simülasyonlarda da etkili olacağından, yeniden analiz ve simülasyon yapılmasına neden olacaktır. Bu süreçte ki gerekli yazılımlar; tasarım geliştirme yazılımı, mühendislik analiz araçları, simülasyon araçlarıdır. Bu süreçte ki girdiler; mimari model, statik model(toprak verileri, sismik veriler..), ışık modeli(solar,iklim), mekanik modeldir. Bu süreçte ki çıktılar; statik, ışık, mekanik analiz modelleri, statik, ışık, mekanik dizayn modelleridir.

#### **4.7 3D Koordinasyonu(3D Coordination)**

3D koordinasyonu YBM tabanlı dizayn ve inşaat safhalarında aktörlerin modelleri arasındaki çakışmaların(sanal-sanal, sanal-gerçek) kontrolünü gerçekleştirmektedir. 3D koordinasyonu, detaylı dizayn fazında farklı lokasyonlarda

bulunan aktörlerin(mimar, mühendisler...) yapılan işlemlerin birbirlerine kolayca ulaşması amacıyla tüm modelleri kontrol amacı güder ve çakışmaları bildirir. İhale fazında ise ihale dökümanlarının temelini oluşturacak olan metraj ve maliyet tahminlerinin hazırlanması esnasında, ihale ekibi ile tasarım ekibinin koordineli bir biçimde çalışmasını sağlamaktadır. İnşaat sürecinde ise tekrardan bütün çakışmaları(uygulama sırası, tedarik esnasında birbirini engelleme, zaman programları hataları vb.) kontrol amaçlı kullanılır. Bu süreçte ki gerekli yazılımlar; tasarım geliştirme yazılımı, model inceleme uygulaması, çakışma belirleyici yazılım, model koordinasyon yazılımıdır. Bu süreçte ki girdiler; kod standartları, sözleşme ihtiyaçları, tasarım modelidir. Bu süreçte ki çıktılar; bilgi paylaşımı gereksinimleri, koordinasyon modelidir.

#### **4.8 Sanal Maket(Virtual Mockup)**

Sanal maketler genellikle öncül dizaynın sonuna doğru, 3D dizayn/ YBM araçları ile oluşturulup yapının karmaşık bileşenlerinin üretimini kolaylaştırmasını sağlar. Bu bileşenlerin yapıya uygunluğunu, üretilebilirliğini, temin edilebilirliğini test etmek amacı ile kullanılırlar. Sanal maket genellikle detaylı tasarımın sonuna doğru tedarikçilerden gelen son girdiler ile birlikte oluşturulmaya başlanır. Önce maket oluşturulur ve sonrasında mimar ve mühendisler tarafından değerlendirilir. Yapılacak olan inşaatın tüm bölümleri sanal maket üzerinde bir nevi alıştırmaları yapılır. İhale dokümanlarını hazırlayan ekip tarafından, maliyet ve metraj tahminlerinde sanal maket kullanımı çok daha gerçekçi sonuçların ortaya çıkmasını sağlayacaktır. İnşaat fazında ise sanal maket, uygulamaların yöntemini, sırasını belirlemede çok kolaylık sağlayacaktır. İmal edilen kısımda eğer değişiklikler olduysa bunun sanal makete işlenmesi, sonra uygulanacak kısımlar için kolaylık sağlayacaktır. Tesis yönetimi sürecinde ise bu maketler, yapının mekanik, havalandırma ve elektrik bileşenleri kullanımında tesis yönetim birimine kolaylık sağlayacaktır. Bu süreçte ki gerekli yazılımlar; 3D tasarım yazılımı, 3D analiz yazılımıdır. Bu süreçte ki girdiler; tasarım modeli, koordinasyon modelidir. Bu süreçte ki çıktılar; sanal maketdir.

#### **4.9 ND Model ve Simulasyonu(ND Modeling & Simulation)**

Bu süreçte oluşturulan model vasıtası ile zaman, maliyet, aciliyet, sorumluluk vb. durumların incelenmesi sağlanır. Detaylı tasarım fazında geliştirilen 3D model, nD analizi, zamanlama ile ilgili simülasyonlar, maliyet optimizasyonu ve akıllı yönlendirme için temel oluşturur. Bu aşamada ihtiyaç halinde birçok girdi bu modele eklenebilir(zaman programı vb.). ND simülasyonları müteahhitler için ihale aşamasında daha doğru teklif yapmalarını (yani daha doğru zaman planları, gönderileri ve maliyetlendirme). İnşaat fazında ise, eğer nD modeli güncel tutulur ise, bitiş tarihi ve değişen maliyetler kontrol altında tutulacaktır. Bu süreçte ki gerekli yazılımlar; tasarım geliştirme yazılımı, zamanlama yazılımı, 4D/5D Modelleme yazılımıdır. Bu süreçte ki girdiler; 3D Model, üretim bilgileri, zaman programlarıdır. Bu süreçte ki çıktılar; simülasyon sonuçları, zaman programları, 4D Model, maliyet analizleridir.

#### **4.10 İnşaat Kalite Yönetimi(Construction Quality Management)**

İnşaat kalite yönetimi süreci, mal sahibinin ihtiyaçları doğrultusunda belirlenmiş ve sözleşmeye eklenmiş olan maddelerin yapıya uygulanmasını denetlemektir. İnşaat kalite yönetimi süreci, yasaya uygun ve kurallar doğrultusunda mal sahibinin ihtiyaçlarını modeller üzerine eksiksiz uygulanıp, kontrolünü sağlar. Bu model uygulamaları ihale dokümanlarının hazırlanması esnasında, dizayn fazlarında ki yapılan çalışmaların girdileri ile birlikte yapılır. Mal sahibinin istekleri maliyet ve zaman gibi faktörlerden kaynaklı bazı değişiklikler olabilir. Bunlar inşaat fazında yapılan modellere eklenip diğer çakışma gibi yöntemlerle denetlenip, kılavuz olarak kullanılır. İnşaat fazının sonunda yapılan tüm işlemlerin As-Built modeline işlenmesi ile birlikte tesis yönetimi kontrolü de sağlanabilir. Bu süreçte ki gerekli yazılımlar; YBM yazılımlarıdır. Bu süreçte ki girdiler; ihale dokümanları, ihtiyaç listesi, standartlardır. Bu süreçte ki çıktılar; inşaat kalite yönetimi raporudur.

#### **4.11 As-Built Model(As-Built Modeling)**

As-built modeli projenin bitmiş ve son halini almış halinin modelidir. Bu model tesis yönetimi esnasında binanın kullanım kılavuzu şeklinde kullanılabilir. As-built modeli binanın inşaat ve yaşam fazlarında gerçekleşen tüm güncellemeleri almak durumundadır. Binanın herhangi bir safhasında yer alan bütün disiplinler bu modele veri girişi ile sorumludur. Bu model, detaylı dizayn fazından gelen modelin üzerine inşaat fazı esnasında yapılan tüm değişikliklerin işlenmesi ile birlikte oluşur. Bu modelin tüm güncelleştirmeleri almasının en büyük sebebi tesis yönetimi fazında kullanılacak baz model olmasıdır. Tesis yönetimi sürecinde ise aynı inşaat fazında olduğu gibi yapılan tüm tamirat, bakım ve yenileme çalışmalarının da bu modele işlenmesi gerekmektedir. Bu işlemin sorumluları tesis yönetim ekibidir. Bu model oluşturulurken kullanılması gereken LOD seviyesi LOD-AB'dir. LOD-AB'nin diğer fazlardaki en yüksek LOD olan LOD-400 farkı, onun gibi yüksek detaylı olmasının yanı sıra, tüm güncelleştirmelere sahip olmasıdır. Bu süreçte ki gerekli yazılımlar; as-built model uygulama araçlarıdır. Bu süreçte ki girdiler; proje teslim bilgileri, tasarım modeli, koordinasyon modeli, 4D Modeldir. Bu süreçte ki çıktılar; as-built modelidir.

#### **4.12 Kazanılmış Değer Analizi(Earned Value Management)**

Kazanılmış değer analizi yapının ölçülebilir mevcut maliyeti ve harcanan süre ile planlanan maliyet ve sürenin farkının oranlarıdır. Bu süreç yapının inşaatının tahmini bitiş süresi ve maliyetinin hesaplanması kolaylaştırır. Kazanılmış değer yönetimi süreci inşaat aşamasında en güncel hali ile tutulur, nD modeli elde edilebilir, en güncel proje takvimi ve gerçek maliyetlendirme varlığını gerektirmektedir. Bilgiler modelden türetilir. Bu süreçte ki gerekli yazılımlar; YBM yazılımı, süre/maliyet yazılımıdır. Bu süreçte ki girdiler; proje zaman programı, ND modelidir. Bu süreçte ki çıktılar; analiz raporlarıdır.

#### **4.13 YBM Tabanlı Tesis Yönetimi(BIM Based Facility Management)**

Bu süreç binanın yaşam sürecinin ve tesis yönetiminin sayısal bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Bu süreçler dizisi kullanıcıya bina teslim ile başlar, YBM günlük bina operasyon prosedürlerini desteklemek için işletme aşamasında muhafaza edilmesi devam ettirilir. Ek olarak, tesis yönetimi görevleri bir bilgi kaynağı olarak YBM kullanır ve bu bilgi kaynağına ek olarak düşük LOD seviyesinde tüm elemanları içerir(mobilya vb.). Bu model aynı zamanda binanın boşluklarını, havalandırmalarını ve bazı mekanik ve elektrik bileşenlerini kontrol edebilmek için kullanılır (örneğin iç mekan hava kalitesi gibi). LOD-FM (yani tesis yönetimi) BIM veritabanları bulunan ve bazı bileşenlerin değişiklikleri(yani sabitleme ya da değiştirme) ile güncellenen modeli temsil etmektedir. Gerektiğinde FM modelinden her zaman LOD-FM elde edilebilir. Bu süreçte ki gerekli yazılımlar; as-built model uygulama araçları, tesis yönetimi uygulama araçlarıdır. Bu süreçte ki girdiler; as-built model, güncellemeler, tesis yönetimi verileridir. Bu süreçte ki çıktılar; tesis yönetimi modelidir.

#### **4.14 Yıkım Modeli(Demolition Model)**

Bu süreçte yıkım esnasında yapı bilgi modellemeden gelen bilgiler kullanılıp yıkım modeli oluşturulur. Yapı bilgi modelleme çıktıları de montaj ve geri dönüşüm işlemlerini yönetmek ve belirlemek amacı ile kullanılabilir. Kullanılacak modeller en güncel halinde olması için LOD-FM kullanılır. Yapı elemanlarının geometrileri, malzeme bilgileri, montaj ve sökme işlemleri hakkında detaylı bilgi içeren modeller bulunduğundan dolayı, yıkım işleminin nasıl planlanacağından, lojistiğine kadar birçok veri çıktısı alınabilir. Bu süreçte ki gerekli yazılımlar; YBM yazılımı, lazer tarama, print cloud yazılımı, photo yazılımı, GIS'dir. Bu süreçte ki girdiler; tesis yönetimi modeli, yıkım planlarıdır. Bu süreçte ki çıktılar; yıkım dokümanlarıdır.

## 5 ANKET ÇALIŞMASI VE VERİ ANALİZİ

Süreç haritalarının gerçek dünya süreçlerini yansıtma düzeyini belirlemek ve bu bağlamda süreç haritalarını doğrulamak amacı ile, çalışmanın bu bölümünde bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir.

Anketler BIM konusunda akademik yada sektörel çalışmalar yapmış 12 kişi ile yüz yüze görüşme yöntemi ile uygulanmıştır. Anketlerde katılımcılara sorulan soru seti şöyledir.

- 1)-Süreç isminin uygulamada gerçekleşen iş grubunu ifade/yansıtma düzeyini puanlayınız?
- 2-) Özetin gerçek süreci yansıtma düzeyini puanlayınız?
- 3-) Harita da yer alan LOD seviyelerinin gerçek süreci yansıtma düzeyini puanlayınız?
- 4-) Süreç açıklamasının gerçek süreci yansıtma düzeyini puanlayınız?
- 5-) Tanımlanan aktörlerin gerçek süreci yansıtma düzeyini puanlayınız?
- 6-) Haritalarda tanımlı gerekli yazılımların gerçek sürecini yansıtma düzeyini puanlayınız?
- 7-) Haritalarda tanımlı Girdilerin gerçek süreci yansıtma düzeyini puanlayınız?
- 8-) Haritalarda tanımlı Çıktıların gerçek sürecini yansıtma düzeyini puanlayınız?

Görüşmelerde katılımcılara 14 süreç haritasını değerlendirmek üzere toplam 14x8 : 112 adet soru yöneltilmiştir. Anket ölçeği olarak 1-5 arası Likert Tutum Ölçeği benzeri puanlama ölçeği geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Geliştirilen ölçekte Likert tutum ölçeğine benzer olarak 1 puan “Gerçekçilikten uzak” ve 5 puan “Tamamen gerçek süreci yansıtmaktadır.” ifadelerine yer verilmiş, puanlamalar bu iki değer arasında “Gerçekliği yansıtma düzeyi” hakkında görüşlere 1-5 arası tam sayı skoru verilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Ölçek dikkate alındığında 3 puan “Orta seviyede gerçek süreci yansıtma” fikrini ifade etmektedir.

## **Anketlerin Değerlendirilmesi**

Değerlendirme aşamasında anketlerde haritalaması yapılan her bir sũreç şu Şekilde kodlanmıştır.

P1:Maliyet Yönetimi

P2:Mevcut Durum Modeli

P3:Tasarım Geliştirilmesi

P4:Enerji Sũrdürülebilirlik Analizleri

P5:Yönetmeliğe Uyumluluk Denetimi

P6:Statik, Mekanik, Elektrik Tasarım ve Analizleri

P7:3D Koordinasyonu

P8:Sanal Maket

P9:ND Modelleme ve Simũlasyonu

P10:İnşaat Kalite Kontrolü

P11:As-Built Modelleme

P12:Kazanılmış Değer Yönetimi

P13:YBM Tabanlı Tesis Yönetimi

P14:Yıkım Modeli

Anketlerde sorulan sorular ise Q1.....Q8 olarak kodlanmıştır. Anketlerin tamamlanmasınin ardından Excel (Hesap Tablosu) yazılımı ile her sũreç için her katılımcının verdiği cevaplar ayrı ayrı matrislere dönüştürölmüştür. Örneğ olarak P1:Maliyet Yönetimi Süreci için hazırlanan “Cevap Değerlendirme Matrisi” Şekil (9) de sunulmuştur. Matris satırlarında katılımcı no belirtilmiş matris sũtunlarında ise sorulan 8 soru (Q1-Q8) olarak ifade edilmiştir.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	P1:Maliyet Yönetimi Cevap Değerlendirme Matrisi									
2	Katılımcı	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	
3	1	5	2	4	3	1	2	2	4	
4	2	4	5	4	4	3	2	3	2	
5	3	5	1	3	2	5	4	2	3	
6	4	5	5	1	3	4	3	1	5	
7	5	4	4	4	4	3	4	4	4	
8	6	4	2	4	4	3	3	4	5	
9	7	5	3	4	4	3	5	2	2	
10	8	3	3	3	4	3	3	2	3	
11	9	4	5	5	2	4	3	2	4	
12	10	2	3	3	3	4	3	3	3	
13	11	5	3	5	5	4	4	4	4	
14	12	3	1	4	2	3	3	4	4	
15	Ortalama	4,083333	3,083333	3,666667	3,333333	3,333333	3,25	2,75	3,583333	
16										
17										

**Şekil.9.** Cevap Değerlendirme Matrisi

Cevap değerlendirme matrisinin son satırında her bir soruya ait 12 katılımcının verdiği cevapların ortalaması hesaplanmış ve sunulmuştur. Cevap değerlendirme matrisleri, çalışma boyunca haritası oluşturulan tüm 14 süreç için ayrı ayrı hazırlanmıştır.

Çalışmanın bir sonraki adımında 14 süreç ve her bir süreç için sorulan 8 sorunun ortalama Likert skorlarını içeren “Süreç/ Cevap Ortalamaları Matrisi” oluşturulmuştur. Şekil (10).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Süreç/ Cevap Ortalamaları Matrisi														
2		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
3	Q1	4,083333	3,25	3,666667	3,75	3,583333	2,583333	4	3,916667	3,333333	3,833333	3,083333	3,333333	3,083333	4,083333
4	Q2	3,083333	3,5	3,416667	3,583333	3,5	3,333333	4,1667	4,333333	3,75	3,25	3,166667	3,083333	2,25	4,5
5	Q3	3,666667	3,5	3,083333	3,5	3,583333	3,083333	3,5833	4	3,75	2,833333	3,166667	3,666667	3,416667	4
6	Q4	3,333333	3,5	3,083333	3,666667	3,5	3,083333	3,75	3,833333	3,666667	3	3,166667	2,583333	3,416667	3,916667
7	Q5	3,333333	3,833333	3,5	4	3,416667	3,083333	3,8333	3,75	3,666667	2,833333	2,916667	2,583333	2,916667	3,916667
8	Q6	3,25	3,25	3,5	2,916667	3,916667	3,333333	3,5833	3,75	3,333333	2,833333	3,083333	2,75	2,833333	3,916667
9	Q7	2,75	3,333333	3,5	3,25	3,666667	3,25	3,5833	4,25	3,416667	2,833333	3,083333	2,666667	2,666667	3,916667
10	Q8	3,583333	3,25	3,75	3,666667	3,25	2,666667	4	3,833333	3,666667	3,083333	3,083333	3,166667	3,5	3,916667
11															
12															

**Şekil.10.** Süreç/Cevap Ortalamaları Matrisi

Bu matrisin satırlarında soru no ları (Q1:Q8), sütunlarında ise süreç no ları (P1:P14) bulunmaktadır. Bu matrisdeki her bir değer, ilgili soru ve ilgili süreç için 12 kişinin verdiği yanıtların ortalama değeridir. Örneğin P1/Q1 kesişimi değeri olan 4.0833, P1:Maliyet Yönetimi süreci için ilk sorulan soru olan “Q1: Süreç isminin uygulamada gerçekleşen iş grubunu yansıtmaya düzeyini puanlayınız?” sorusuna verilen (1-5 arası değişen 12 yanıtı ait skorların) ortalamasıdır. Bir sonraki adımda Süreç/ Cevap Ortalamaları Matrisi Excel Hesap tablosu yazılımından ileri istatistik analizler için SPSS yazılımına aktarılmıştır. Şekil(11)

	V1	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
1	Q1	4,0833	3,2500	3,6667	3,7500	3,5833	2,5833	4,0000	3,9167	3,3333	3,8333	3,0833	3,3333	3,0833	4,0833
2	Q2	3,0833	3,5000	3,4167	3,5833	3,5000	3,3333	4,1667	4,3333	3,7500	3,2500	3,1667	3,0833	2,2500	4,5000
3	Q3	3,6667	3,5000	3,0833	3,5000	3,5833	3,0833	3,5833	4,0000	3,7500	2,8333	3,1667	3,6667	3,4167	4,0000
4	Q4	3,3333	3,5000	3,0833	3,6667	3,5000	3,0833	3,7500	3,8333	3,6667	3,0000	3,1667	2,5833	3,4167	3,9167
5	Q5	3,3333	3,8333	3,5000	4,0000	3,4167	3,0833	3,8333	3,7500	3,6667	2,8333	2,9167	2,5833	2,9167	3,9167
6	Q6	3,2500	3,2500	3,5000	2,9167	3,9167	3,3333	3,5833	3,7500	3,3333	2,8333	3,0833	2,7500	2,8333	3,9167
7	Q7	2,7500	3,3333	3,5000	3,2500	3,6667	3,2500	3,5833	4,2500	3,4167	2,8333	3,0833	2,6667	2,6667	3,9167
8	Q8	3,5833	3,2500	3,7500	3,6667	3,2500	2,6667	4,0000	3,8333	3,6667	3,0833	3,0833	3,1667	3,5000	3,9167
9															
10															

**Şekil.11.** Süreç/Cevap Ortalamaları Matrisi SPSS Görünümü

Öncelikle veri setinin her bir süreç için normal dağılıma uyup uymadığını anlamak için Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. Şekil (12)

### Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
P1	,177	8	,200 <sup>*</sup>	,980	8	,963
P2	,234	8	,200 <sup>*</sup>	,829	8	,059
P3	,227	8	,200 <sup>*</sup>	,878	8	,182
P4	,200	8	,200 <sup>*</sup>	,940	8	,614
P5	,186	8	,200 <sup>*</sup>	,957	8	,783
P6	,294	8	,041	,847	8	,088
P7	,220	8	,200 <sup>*</sup>	,884	8	,208
P8	,213	8	,200 <sup>*</sup>	,855	8	,108
P9	,323	8	,014	,801	8	,029
P10	,255	8	,136	,740	8	,006
P11	,325	8	,013	,774	8	,015
P12	,218	8	,200 <sup>*</sup>	,901	8	,296
P13	,201	8	,200 <sup>*</sup>	,931	8	,526
P14	,321	8	,015	,613	8	,000

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

### Şekil.12. Shapiro-Wilk Testi

Shapiro-Wilk testi sonuçlarına göre “Sig” sütununda belirtilen (p) –anamlılık derecesi- değerinin %95 güven düzeyinde/aralığında P9, P10,P11,P14 süreçleri için <0.05 olması nedeni ile Ho hipotezi olan “Normal Dağılıma Uyuma” kabul edilmemiş, ve P9, P10,P11,P14 süreçlerinin non-parametrik testler ile de incelenmesine karar verilmiştir.

Analize ilk önce parametrik testlerden olan T testi ile başlanmıştır. Sonrasında her bir süreç için her bir soruya verilen skorların yer aldığı bu veri setinde, SPSS yazılımı ile her bir süreç için ayrı ayrı tek-grup T-testi uygulanmıştır. Tek grup T-testi ile ilgili bilgi giriş kısmında yer almaktadır.

Tek grup T testinde Ho hipotezi Ho=3 (Orta seviyede gerçek süreci yansıtmayı belirtecek şekilde belirlenmiştir. Her bir süreç için tüm sorulara verilen yanıtların ortalama skorları “Mean” sütununda belirtilmektedir.

### One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
P1	8	3,385417	,4007372	,1416820
P2	8	3,427083	,2013718	,0711957
P3	8	3,437500	,2429563	,0858980
P4	8	3,541667	,3303437	,1167941
P5	8	3,552083	,1938412	,0685332
P6	8	3,052083	,2850003	,1007628
P7	8	3,812500	,2260338	,0799150
P8	8	3,958333	,2227177	,0787426
P12	8	2,979167	,3977865	,1406388
P13	8	3,010417	,4328695	,1530425

**Şekil.13.** One-Sample İstatistikleri

Yukarıdaki tablodan anlaşılacağı üzere hazırlanan süreç haritaları tüm (P1-P14) süreçlerini en az orta düzeydeki gerçekçilik ile yansıtmaktadır. Her süreç için ayrı ayrı uygulanan tek grup T-testi sonuçlarını kümülatif biçimde gösteren tablo Şekil 14 de sunulmaktadır.

### One-Sample Test

	Test Value = 3					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
P1	2,720	7	,030	,3854167	,050392	,720441
P2	5,999	7	,001	,4270833	,258732	,595434
P3	5,093	7	,001	,4375000	,234383	,640617
P4	4,638	7	,002	,5416667	,265492	,817841
P5	8,056	7	,000	,5520833	,390028	,714139
P6	,517	7	,621	,0520833	-,186183	,290350
P7	10,167	7	,000	,8125000	,623531	1,001469
P8	12,170	7	,000	,9583333	,772137	1,144530
P12	-,148	7	,886	-,0208333	-,353391	,311725
P13	,068	7	,948	,0104167	-,351471	,372305

**Şekil.14.** One-Sample Test

T-testi sonuçları “Sig” sütununda belirtilen (p) –anlamlılık derecesi- değerinin %95 güven düzeyinde P2,P3,P4,P5,P7,P8 süreçleri için  $<0,05$  olarak bulunduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar a göre P2,P3,P4,P5,P7,P8 süreçleri için  $H_0$  hipotezi olan  $H_0=3$  (Orta seviyede gerçek süreci yansıtmama) red edilmiş olmaktadır. Bu aşamada P2,P3,P4,P5,P7,P8 süreçleri için skor ortalamaları Şekil 14 “Mean/Ortalama” değeri kontrol edildiğinde hepsinin  $>3$  olduğu görülmüştür. Bu bulgular ışığı altında %95 güven düzeyinde P2,P3,P4,P5,P7,P8 süreçlerine ait süreç haritalarının gerçek süreci yansıtmama açısından orta seviyeden daha başarılı bulunduğu anlaşılmaktadır.

Diğer taraftan T-testi sonuçları Sig (p) –anlamlılık derecesi- değerinin %95 güven düzeyinde P1,P6,P12,P13 süreçleri için  $>0,05$  olarak bulunduğunu göstermektedir. Bu durumda P1,P6,P12,P13 süreçleri için  $H_0$  hipotezi olan  $H_0=3$  (Orta seviyede gerçek süreci yansıtmama) kabul edilmiş olmaktadır. Buradan yapılacak çıkarım ise P1,P6,P10,P11,P12,P13 süreçlerine ait haritaların gerçek süreçleri yansıtmada orta seviyede başarılı bulunduğudır.

Parametrik analiz tamamlanmasından sonra P9, P10,P11,P14 süreçlerinin non-parametrik testler ile incelenmesine geçilmiştir. Bu inceleme için tek-grup Wilcoxon İşaret Sıra Testi uygulanmıştır.(Şekil 15) .Bu testte her bir soruya ait 12 katılımcının verdiği cevapların ortalaması her bir süreç  $H_0=3$  Medyan değerine karşı test edilmiştir.

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The median of P9 equals 3,00.	One-Sample Wilcoxon Signed Rank Test	,011	Reject the null hypothesis.
2	The median of P10 equals 3,00.	One-Sample Wilcoxon Signed Rank Test	1,000	Retain the null hypothesis.
3	The median of P11 equals 3,00.	One-Sample Wilcoxon Signed Rank Test	,030	Reject the null hypothesis.
4	The median of P14 equals 3,00.	One-Sample Wilcoxon Signed Rank Test	,010	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

### Şekil.15. Non Parametrik Analiz Hipotez Test Özeti

Test sonuçlarına göre  $H_0$  hipotezi olan  $H_0=3$  (Orta seviyede gerçek süreci yansıtmama) hipotezinin P10 süreci kabul edilmiş olduğu, diğer P9,P11 ve P14 süreçleri için  $H_0$  hipotezinin red edilmiş olduğu görülmektedir.P10 süreci için %95 güven aralığında bu sürece ait haritanın gerçek süreci yansıtmada orta seviyede başarılı bulunduğu belirlenmiştir. Hipotezin red edildiği P9, P11 ve P14 süreçleri için bu süreçlere ait anket sonuçlarının tanımlayıcı istatistikler incelenmiş

Descriptive Statistics									
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
P9	8	3,3333	3,7500	3,572917	,1805937	-,574	,752	-1,875	1,481
P10	8	2,8333	3,8333	3,062500	,3471825	1,895	,752	3,721	1,481
P11	8	2,9167	3,1667	3,093750	,0825859	-1,486	,752	2,973	1,481
P14	8	3,9167	4,5000	4,020833	,2029055	2,385	,752	5,885	1,481
Valid N (listwise)	8								

### Şekil.16. P9,P10,P11,P14 Tamamlayıcı İstatistikler

ve P9, P11 ve P14 süreçleri için “Mean/Ortalama” değeri kontrol edildiğinde hepsinin >3 olduğu görülmüştür. Bu bulgular ışığı altında %95 güven düzeyinde bu süreçlere ait haritalarının da gerçek süreci yansıtma açısından orta seviyeden daha başarılı bulunduğu anlaşılmaktadır.

Anket sonuçları hiçbir süreç haritası için orta seviyeden daha düşük bir seviyede gerçek süreci yansıtma bulgusu taşımamaktadır. Bu araştırma için çok olumlu bir bulgudur.



## SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Dünya üzerinde yapılmış olan birçok çalışma (Autodesk, Pennstate vb...) birbiriyle paralel bir şekilde değerlendirildi. Bu değerlendirme de kendi içinde süreçlerin bir biri ile aynı olmasına rağmen, süreçlerde ki safhaların ülke bazında inşaat yönetim sistemlerine göre ayrımları olduğu görüşüne varılmıştır.

Süreç safhası açısından Türkiye'deki işleyişe en yakın bulunan Penn State üniversitesinin "Building Information Modelling Project Execution Guide" adlı araştırma programının geliştirdiği kitaptan yola çıkılarak, Türkiye'deki uygulama planı safhaları geliştirildi. Yapılan çalışmada YBM projesi esnasında karşılaşılabilecek her türlü senaryo değerlendirildi. Bu senaryolar doğrultusunda her safhanın kendi içinde; proje fazları ve o fazlarda ki detay seviyeleri(Şartname baz alınarak), o safhanın içinde görev alması gereken aktörler, bu safha sürecinde kullanılması gereken yazılımlar, o safhanın yürütülebilmesi için kullanılacak olan girdiler, o safhanın sonucunda oluşan çıktılar ve Türkiye'deki imar kanununa, çeşitli belediye yönetmeliklerine ve bürokrasiye uygun bir süreç belirlenmiştir.

Türkiye'de kullanılmak üzere toplam 14 adet safha oluşturulmuştur. Bu safhalar binanın planlama evresinden, yıkımına kadar olan bütün gereksinimlerini karşılamaktadır. Bu hazırlanan safhaların aralarında sıralama olduğu gibi, aynı zamanda yürütülenlerde olabilir. Bunlar projesine göre belirlenebilmektedir. Tekrardan projesine göre bu safhaların içeriği değiştirilebilir, hatta safha sayısı arttırılabilir yada azaltılabilir.

Türkiye için hazırlanan safhalar ile Pen state üniversitesinin oluşturmuş olduğu safhaları kıyasladığımızda, ikisinde de toplamda 14 ana faz bulunmaktadır. Ancak kapsam olarak 7 faz birbirine benzerlik göstermektedir. Kapsam açısından benzerlik gösteren fazlar; mevcut durum modeli, maliyet tahmini, tasarım geliştirme, mühendislik analizleri, 3d koordinasyonu, tesis yönetimi, as-built modeli olarak ortak isimde toplanabilir, fakat içerik açısından ciddi işleyiş farklılıklarına rastlanabilir. Geriye kalan 7 fazın 4'ü kapsam açısından farklılık göstermesine rağmen, sonuç olarak aynı işi ortaya çıkarmaktadır. Diğer 3 faz ise hiç bir şekilde birbiri ile alakası yoktur. Bu farklılığın sebebi, mevcut ülkelerin inşaat yönetimi kültürü farklılığından kaynaklanmaktadır.

Türkiye için hazırladığımız safhaları Autodesk'in Türkçe'ye çevirmiş olduğu safhaları ile kıyasladığımızda ise başlıkların arasında benzerlikler olmasına karşın içeriklerin tamamen farklı olduğu gözlemlenmiştir. Bu içerikler, yöntem farklılığından ortaya çıkmaktadır. İçeriğin farklı olması, bu yöntemlerin herhangi birinin yanlış olduğunu ifade etmemektedir.

Yapı bilgi modelleme uygulanırken, YBM'siz bir proje nasıl uygulanıyor ise aynı devlet ritüelleri geçerli olduğundan dolayı, kontrol sisteminin istenilen bürokratik evrakları sağlaması Türkiye şartlarında mühimliği ile öne çıkmaktadır. Henüz YBM kullanımına uygun olmayan bir kontrol mekanizması olduğu unutulmamalı ve buna göre hazırlık yapılmalıdır. Burada bahsedilen hazırlıktan kasıt, dizayn geliştirme sonucu elde edilen 2d çizimlerden, enerji ve statik analizlerin çıktılarına kadar bir çok veriyi kapsamaktadır.

Bu tez çalışmasında oluşturulan veriler ve bu verilerin dünyanın çeşitli bölgelerinde oluşturulan bezer veriler ile kıyaslanmasından anlaşılacağı üzere günümüz Türkiye'sin de YBM yatırımlarına tıpkı diğer uygulanan ülkelerde olduğu gibi, firmaların ciddi bir bütçe ayırıp özellikle büyük çaptaki projelerde, ya da kamu projelerinin tümünde üzerine gitmesi gerekmektedir. Bu eylem hem yüklenici firmalar için hem proje yüklenicileri için hem de mal sahipleri için çok büyük önem taşıyor. Özellikle proje büyüdükçe YBM 'nin mal sahibine geri dönüşü tesis yönetimi fazında, yapılan yatırımın karşılığını fazlasıyla vermektedir.

Oluşturulmuş olan süreç haritalarının anket sonucuna göre hiçbir süreç haritası için orta seviyeden daha düşük bir seviyede gerçek süreci yansıtmı bulgusu taşımamaktadır. Buradan anlaşılacağı üzere oluşturulan süreç haritaları kabul edilebilirdir.

## KAYNAKLAR

- Akkaya, D., (2012), İNŞAAT SEKTÖRÜNDE YAPI BİLGİ MODELLEMESİ HAKKINDA İNCELEME, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Akkaya, D., Ceylan, E., Karahan, P.G., Başaraner, M., YAPI BİLGİ MODELLEMESİ (YBM) VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ (CBS) ENTEGRASYONUNA YÖNELİK 3B MODELLEME VE GÖRSELLEŞTİRME UYGULAMASI, TMMOB COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KONGRESİ 2011 31 Ekim - 04 Kasım 2011, Antalya
- Badem, Y., Duru, S., (2010), Tesis Yönetiminde BIM: TAV Örneği, Yapı Bilgi Modelleme Dersi Vaka Çalışması, Beykent Üniversitesi, İTÜ
- Becerik-Gerber, B., Rice, S.,(2011) An Assessment of Building Information Modeling Value and Use, *Department of Civil and Environmental Engineering, University of Southern California, Los Angeles, California, USA*
- Bedrick, J., Reinhardt, J., (2015), Level Of Development Specification, Ikerd consulting, USA
- Building Information modelling , [www.autodesk.com/buildinginformatiion](http://www.autodesk.com/buildinginformatiion), Erişim Tarihi: 21.11.2015
- Building Information modelling from From Wikipedia, the free encyclopedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Building\\_information\\_modeling](https://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling), Erişim Tarihi: 04.12.2015
- CIC Research program at Penn State,(2011), BIM Project Execution Planning Guide, Creative Commons, California,USA
- Eastman, C., *Building Product Models: Computer Environments Supporting Design and Construction*, CRC Press, 1999.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. ve Liston, K., (2008), BIM Handbook : A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors, John Wiley & Sons, New Jersey.

E-Harita™ web sayfası, BIM'e (Yapı Bilgi Sistemi) geçiş – 1.bölüm, Yeni Mimar Dergisi,75(16),[http://www.eharita.com.tr/images/urunler/revitarchitecture/yazi\\_solesiler/temmuz.pdf](http://www.eharita.com.tr/images/urunler/revitarchitecture/yazi_solesiler/temmuz.pdf), Erişim Tarihi:20 Mart 2016

Fazli, A., Fathi, S., Enferadi, M., Fazli, M., Fathi, B., (2014) Appraising effectiveness of Building Information Management (BIM) in project management, Science Direct, Procedia Technology 16 ( 2014 ) 1116 – 1125

Florez, L., (2010), BIM implementation for facility management- A Case Study Maryland General Hospital

Forbes, L. H. ve Ahmed, S. M., (2011), Modern Construction: Lean Project Delivery and Integrated Practices. CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC. 203-225.

Karabulut, M., Önem, A., T., Nasserı, K., (2014), İSTANBUL ULAŞIM A.Ş. ATAÖY-İKİTELLİ METRO İSTASYONU MODELLEMESİNDE BIM KULLANILMASI

Rashidi, A., Fathi, H., (2010), Central Park Tower Project BIM as an enabler for Integrated Project Delivery, an example of an RC structure Final project

Sayısal Grafik Basın Bülteni, Sürdürülebilir yapılar kapsamında tasarım, analiz ve simülasyon için autodesk çözümleri, <http://www.sayisalgrafik.com.tr/basin/bultenler/20100817a.html>, Erişim Tarihi:15.01.2016

Shapiro Wilk Testi, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Shapiro-Wilk\\_sınaması](https://tr.wikipedia.org/wiki/Shapiro-Wilk_sınaması), Erişim Tarihi: 10.04.2016

T Testi, <http://www.istatistikanaliz.com/t-testi.asp>, Erişim Tarihi: 10.04.2016

Underwood, J., Isıkdag, U., (2010), Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies, IGI Global, USA

Volk, R., Stengel, J., Schultmann, F., Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs, Automation in Construction 38 (2014) 109–127

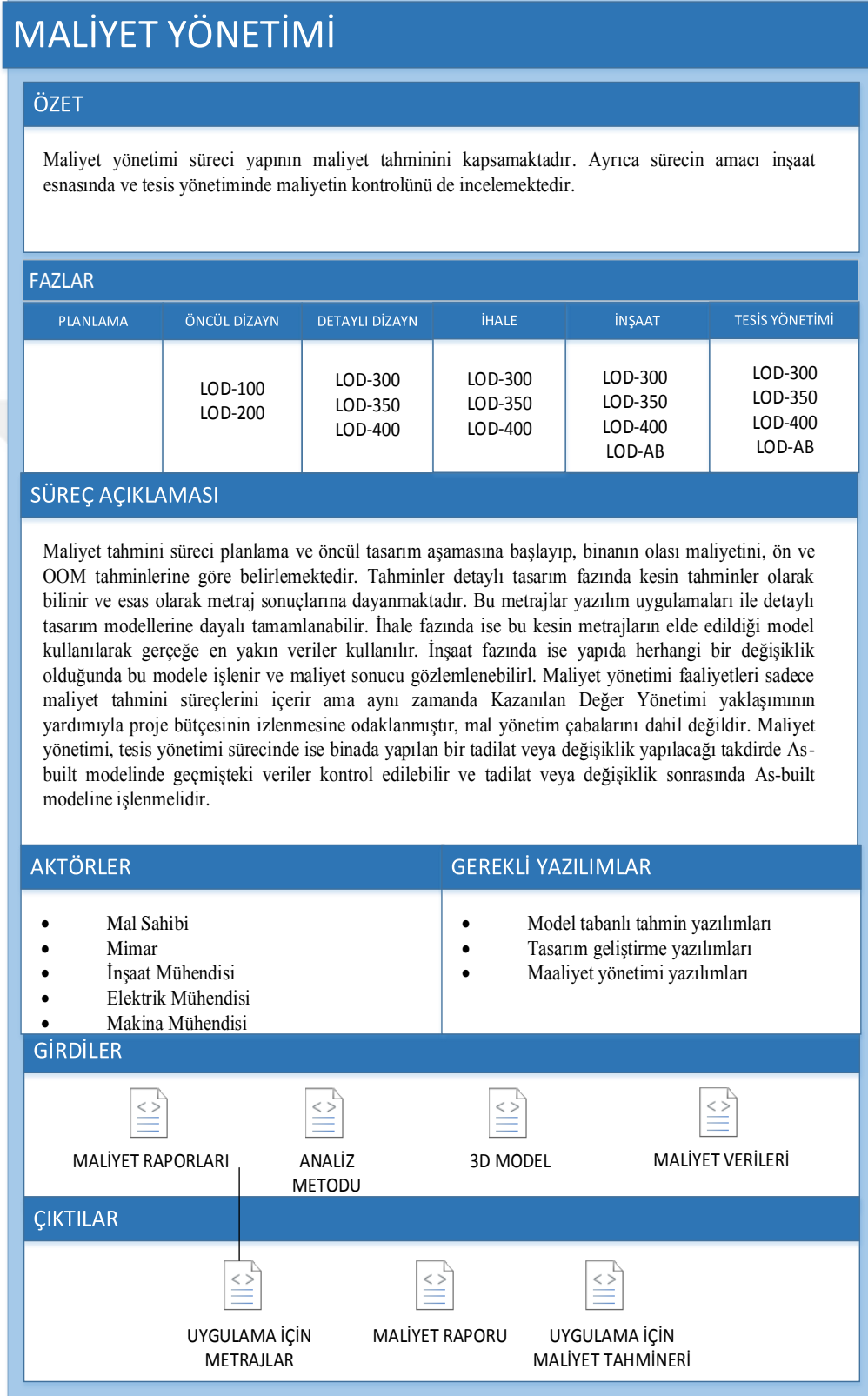
Wilcoxon Testi, [http://www.istatistikanaliz.com/wilcoxon\\_testi.asp](http://www.istatistikanaliz.com/wilcoxon_testi.asp), Erişim Tarihi: 10.04.2016

Yapı Bilgi Modelleme ve Kullanım Alanları, <http://sayisalmimar.com/2016/03/yapi-bilgi-modelleme-ve-kullanim-alanlari/>, Erişim tarihi: 17.04.2016



## EKLER

### Ek-1 Türkiye’de Ybm Kullanımları



# MEVCUT DURUM MODELİ

## ÖZET

Bu süreç inşaat, inşaat sahası ve etrafı ile ilgili mevcut durumu izah etmektedir. Mevcut durum modeli sürekli olarak güncel tutulması gerekmektedir.

## FAZLAR

PLANLAMA	ÖNCÜL DİZAYN	DETAYLI DİZAYN	İHALE	İNŞAAT	TESİS YÖNETİMİ
	LOD-100 LOD-200	LOD-300 LOD-350 LOD-400		LOD-400 LOD-AB	

## SÜREÇ AÇIKLAMASI

Mevcut durum modelleme binanın yaşam döngüsünün çeşitli aşamalarında yapılabilir. Tasarım fazının ilk evrelerinde, tasarımcıların sahayı daha iyi anlamasına yardımcı olur. Lazer tarama, İHA, hava fotoğrafları, dijital modeller(coğrafi modelleri dahil) olarak çeşitli araçlar bilgi edinimi için kullanılabilir. Mevcut durum modeli aşağıda belirtilen araç ve yazılımlar vasıtası ile detaylı tasarım modelini besler ve ND model ile kıyaslanarak proje safhaları kontrol altında tutulabilir.

## AKTÖRLER

- Mal Sahibi
- Mimar
- İnşaat Mühendisi
- Elektrik Mühendisi
- Makina Mühendisi
- Yüklenici

## GEREKLİ YAZILIMLAR

- YBM yazılımları
- Lazer tarayıcı
- GIS
- Point cloud yazılımları
- Photo Manipulation araçları

## GİRDİLER



GEOTEKNİK  
RAPORLAR



ESKİ DURUM/  
TESİS BİLGİLERİ



LAZER TARAYICI  
MODELİ



GIS VERİLERİ

## ÇIKTILAR



SAHA MODELİ



MEVCUT DURUM  
MODELİ

# TASARIM GELİŞTİRME

## ÖZET

Bu süreç yapının mimari, statik, elektrik ve mekanik modellerinin oluşturulduğu süreçtir. Temel tasarım bu süreçte oluşturulur.

## FAZLAR

PLANLAMA	ÖNCÜL DIZAYN	DETAYLI DIZAYN	İHALE	İNŞAAT	TESİS YÖNETİMİ
	LOD-100 LOD-200	LOD-300 LOD-350 LOD-400	LOD-300 LOD-350 LOD-400	LOD-400 LOD-AB	

## SÜREÇ AÇIKLAMASI

Tasarım geliştirme, öncül dizayn fazında şematik tasarım ile başlar. Model kullanıcı gereksinimleri ile uyum açısından sahibi ile değerlendirilir. Mal sahibi tarafından ve gerekli resmi daireler tarafından onanmış şematik tasarımın ardından mimar ve diğer mühendisler birlikte detaylı dizayn modelini oluşturur. Detaylı tasarım modeli mimari, statik ve MEP modellerinin ayrıntılı içerir. Detaylı dizayn fazında YBM kolaylaştırıcı olarak dizayn koordinasyonunda işbirliğini sağlamaktadır. Ozalitler ve ihale dökümantasyonları, detaylı dizayn fazının sonlanmasıyla bu modelden üretilebilir. İhale aşamasının başında mal sahibi detaylı tasarım değerlendirmesini yapar ve gerekli olan değişiklikler ihtiyaçlar doğrultusunda dizayn modelini revizde kullanılır. Bu değişiklikler tasarım geliştirme sürecinin bir parçası olarak yürütülmektedir. İhale aşamasının sonunda yüklenici(ler) detaylı dizayn fazından gelen modeli inceler ve uygulamada problem veya zorlukları çıkarabilecek kısımları belirler ve tekrar güncellenir.

## AKTÖRLER

- Mal Sahibi
  - Mimar
  - İnşaat Mühendisi
  - Elektrik Mühendisi
- \* Makine Mühendisi

## GEREKLİ YAZILIMLAR

- Taslak tasarım araçları
- Detaylı tasarım geliştirme yazılımları
- Dizayn birleştirme yazılımı

## GİRDİLER

  
VAZİYET BİLGİLERİ

  
VAZİYET ANALİZ MODELİ

  
MEVCUT DURUM  
MODELİ

  
PARAMETRİK MODEL  
İÇERİĞİ

## ÇIKTILAR

  
AVAN MİMARİ  
MODELİ

  
MİMARİ  
MODEL

  
STATİK MODEL

  
MEP  
MODEL

# ENERJİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ANALİZLERİ

## ÖZET

Enerji ve sürdürülebilirlik analizleri yapının enerji talepleri, karbon salınımı ve işletme masrafları gibi hesaplamaları/simülasyonları yaparak çevre korumayı hedef almaktadır. Aynı zamanda bu süreç dizayn esnasında yapının enerji etkinliğini ve sürdürülebilir hesaplarını kapsamaktadır

## FAZAR

PLANLAMA	ÖNCÜL DİZAYN	DETAYLI DİZAYN	İHALE	İNŞAAT	TESİS YÖNETİMİ
	LOD-100 LOD-200	LOD-300 LOD-350 LOD-400	LOD-300 LOD-350 LOD-400	LOD-300 LOD-350 LOD-400	

## SÜREÇ AÇIKLAMASI

Bu süreç öncül dizayn fazında enerji talebinin belirlenmesi ve karbon salınımının simule edilmesi ile başlamaktadır. Öncül tasarım fazı süreçleri bu hesaplama ve simülasyonlar için toplu modeller oluşturur ve enerji talebi simülasyonu yazılımından faydalanır. Bu analizler yapının konumu, mevsimler ve güneş açıları gibi verilerin girilmesiyle oluşturulur. Detaylı tasarım aşamasında ayrıntılı geometriler ve malzeme bilgileri içeren binanın modelleri, gelişmiş enerji analiz ve simülasyonları mümkün kılar. Bu analiz, geometri elemanlarını, topografyayı, her elemanın konumlandırılmasını, yapı malzemelerini ve binanın enerji ihtiyacını hesaplarken kullanılır. Detaylı dizayn fazında oluşturulan dökümanlar vasıtası ile bir standart olan BEP-TR ile kıyaslanır. BEP-TR standardına uygunluğu, eğer ihale fazında gerekli görülürse belgelendirilip dosyaya eklenebilir. İnşaat fazında nihai tasarım modeli, hedeflenen sürdürülebilirlik kriterlerine, uygun malzeme ve bileşenleri elde etmek için ihale çalışmalarının yardımı için gerekli olacaktır.

## AKTÖRLER

- Mimar
- Elektrik Mühendisi
- Makina Mühendisi

## GEREKLİ YAZILIM

- Bina enerji analiz ve simülasyon yazılımları

## GİRDİLER



DİZAYN MODELİ



İNŞAAT TİPİ, MEKANİK SİSTEM  
KÜTÜPHANESİ



ENERJİ TARİFELERİ, ANALİZ  
METODLARI, İKLİM VERİLERİ

## ÇIKTILAR



ENERJİ ANALİZ MODELİ

# YÖNETMELİĞE UYUMLULUK DENETİMİ

## ÖZET

Yönetmeliğe uygunluk denetimi süreci dizayn safhasındaki modellerin ve inşaatın yasa ve kanunlara uygunluğunu denetlenmesini kapsamaktadır.

## FAZLAR

PLANLAMA	ÖNCÜL DİZAYN	DETAYLI DİZAYN	İHALE	İNŞAAT	TESİS YÖNETİMİ
	LOD-100 LOD-200	LOD-300 LOD-350 LOD-400		LOD-400 LOD-AB	

## SÜREÇ AÇIKLAMASI

Bu süreç öncül tasarım fazında, planlama fazında toplanan arsa ile ilgili kadastral bilgiler, imar yönetmelikleri gibi resmi evraklar vasıtası ile şematik tasarıma başlanır. Yapı denetim ve belediye dizayn fazlarının her aşamasında tasarımın resmi evraklara uygunluğunu denetler. Proje müelliflerinin kontrolleri, deprem yönetmeliği, asansör yönetmeliği, ısı-yalıtım yönetmeliği, BEP-TR standartları ve yangın yönetmeliklerine göre yapılır. Bu kontroller olumlu bir şekilde tamamlandığında yapı inşaat ruhsatı verilir. İnşaat fazında ise daha önce kontrol edilerek yapılmış olan modellere uygun üretimin yapılıp yapılmadığı kontrolü önce yapı denetim firmaları tarafından, daha sonra ise devletin yetkili kıldığı alt birimler (belediye, su, itfaiye...) tarafından kontrol edilir. Eğer bütün uyumluluklar bu birim ve firmalar tarafından onanırsa, yapı kullanma izni ile birlikte yapının tesis işletme fazı başlamış olur. Tesis işletme fazı öncesi yapılan tüm kontroller ve onaylar As-Built modeline işlenir.

## AKTÖRLER

- Belediye
- Mal Sahibi
- Mimar
- Yapı Denetim Firması
- Elektrik Mühendisi
- Makine Mühendisi
- İnşaat Mühendisi

## GEREKLİ YAZILIMLAR

- Model kontrol yazılımı
- 3D Model yazılımı
- Model koordinasyon yaz.

## GİRDİLER

  
İMAR  
YÖNETMELİĞİ

  
MİMARİ MODEL

  
MÜHENDİSLİK  
MODELLERİ

  
ARSA DÖKÜMANLARI

## ÇIKTILAR

  
YÖNETMELİĞE UYUMLULUK  
DENETİMİ  
KONTROL RAPORU

# STATİK, ELEKTRİK, MEKANİK TASARIMI/ANALİZLERİ

## ÖZET

Bu süreçte statik, elektrik ve mekanik analizler, simülasyonlar hazırlanıp, tasarlanan binanın bu alanlardaki testleri ve kontrolleri yapılır.

## FAZLAR

PLANLAMA	ÖNCÜL DİZAYN	DETAYLI DİZAYN	İHALE	İNŞAAT	TESİS YÖNETİMİ
		LOD-300 LOD-350 LOD-400		LOD-400 LOD-AB	

## SÜREÇ AÇIKLAMASI

Bu süreç, bütün dizayn fazlarından alınan modeller ile başlar. Gelişimi ise, test edilmiş ve onanmış olan FEM paketleri, akışkanlar dinamiği uygulamaları, aydınlatma tasarım araçları da dahil olmak üzere yapısal ve MEP analiz yazılımı kullanılarak yapılır. Analiz ve simülasyon araçları en iyi sonuçları elde etmek için onanmış verilerin kullanıldığı yerlerde süreç tekrarlı ve aşamalıdır. Genel olarak süreç, statik ve MEP modellerinin optimizasyonu ile gerçekleşmektedir. Bu süreçte çıkan veriler doğrultusunda mimari, statik ve MEP modellerinde yapılabilecek değişikliklerden dolayı ciddi bir interaktif çalışma söz konusudur. Statik ve MEP modeli ekibi hesaplama ve simülasyonlarda kullanılması için mimari modelin en güncel haline ulaşabilmesi gerekmektedir. Bu iki durum arasındaki bilgi alışverişi başarı genel tasarım başarısı için anahtardır. İnşaat fazı esnasında yapılacak bir revizyon, yapı elemanın tekrardan tasarımını gerekli kılacaktır. Bu tasarım değişikliği statik ve MEP modellerinde revize edilmesine sebep olacaktır. Bu değişiklikler zincir şeklinde bu sürecin ana karakteri olan analiz ve simülasyonlarda da etkili olacağından, yeniden analiz ve simülasyon yapılmasına neden olacaktır.

## AKTÖRLER

- Mimar
- Elektrik Mühendisi
- Makina Mühendisi

## GEREKLİ YAZILIMLAR

- Tasarım geliştirme yazılımı
- Mühendislik analiz araçları
- Simülasyon araçları

## GİRDİLER



MİMARİ MODEL



STATİK MODEL(TOPRAK VERİLERİ,SİSMİK VERİLER..), IŞIK MODELİ(SOLAR,İKLİM), MEKANİK MODEL

## ÇIKTILAR



STATİK, IŞIK, MEKANİK ANALİZ MODELLERİ



STATİK, IŞIK, MEKANİK DİZAYN MODELLERİ

# 3D KOORDİNASYONU

## ÖZET

3D koordinasyonu YBM tabanlı dizayn ve inşaat safhalarında aktörlerin modelleri arasındaki çakışmaların(sanal-sanal, sanal-gerçek) kontrolünü gerçekleştirmektedir.

## FAZLAR

PLANLAMA	ÖNCÜL DİZAYN	DETAYLI DİZAYN	İHALE	İNŞAAT	TESİS YÖNETİMİ
		LOD-300 LOD-350 LOD-400	LOD-400	LOD-400 LOD-AB	

## SÜREÇ AÇIKLAMASI

3D koordinasyonu, detaylı dizayn fazında farklı lokasyonlarda bulunan aktörlerin(mimar, mühendisler...) yapılan işlemlerin birbirlerine kolayca ulaşması amacıyla tüm modelleri kontrol amacı güder ve çakışmaları bildirir. İhale fazında ise ihale dökümanlarının temelini oluşturacak olan metraj ve maliyet tahminlerinin hazırlanması esnasında, ihale ekibi ile tasarım ekibinin koordineli bir biçimde çalışmasını sağlamaktadır. İnşaat sürecinde ise tekrardan bütün çakışmaları(uygulama sırası, tedarik esnasında birbirini engelleme, zaman programları hataları vb.) kontrol amaçlı kullanılır.

## AKTÖRLER

- Mal Sahibi
- Mimar
- Danışman Firma
- Elektrik Mühendisi
- İnşaat Mühendisi
- Müteahhit
- Mekanik Mühendisi

## GEREKLİ YAZILIMLAR

- Tasarım geliştirme yazılımı
- Model inceleme uygulaması
- Çakışma belirleyici yazılım
- Model koordinasyon yazılımı

## GİRDİLER



KOD STANDARTLARI



SÖZLEŞME İHTİYAÇLARI



TASARIM MODELİ

## ÇIKTILAR



BİLGİ PAYLAŞIMI  
GEREKSİNİMLERİ



KOORDİNASYON MODELİ

# SANAL MAKET

## ÖZET

Sanal maketler genellikle öncül dizaynın sonuna doğru, 3D dizayn/ YBM araçları ile oluşturulup yapının karmaşık bileşenlerinin üretimini kolaylaştırmasını sağlar. Bu bileşenlerin yapıya uygunluğunu, üretilebilirliğini, temin edilebilirliğini test etmek amacı ile kullanılırlar.

## FAZLAR

PLANLAMA	ÖNCÜL DİZAYN	DETAYLI DİZAYN	İHALE	İNŞAAT	TESİS YÖNETİMİ
		LOD-300 LOD-350 LOD-400	LOD-400	LOD-400 LOD-AB	LOD-400 LOD-AB

## SÜREÇ YÖNETİMİ

Sanal maket genellikle detaylı tasarımın sonuna doğru tedarikçilerden gelen son girdiler ile birlikte oluşturulmaya başlanır. Önce maket oluşturulur ve sonrasında mimar ve mühendisler tarafından değerlendirilir. Yapılacak olan inşaatın tüm bölümleri sanal maket üzerinde bir nevi alıştırmaları yapılır. İhale dökümanlarını hazırlayan ekip tarafından, maliyet ve metraj tahminlerinde sanal maket kullanımı çok daha gerçekçi sonuçların ortaya çıkmasını sağlayacaktır. İnşaat fazında ise sanal maket, uygulamaların yöntemini, sırasını belirlemede çok kolaylık sağlayacaktır. İmal edilen kısımda eğer değişiklikler olduysa bunun sanal makete işlenmesi, sonra uygulanacak kısımlar için kolaylık sağlayacaktır. Tesis yönetimi sürecinde ise bu maketler, yapının mekanik, havalandırma ve elektrik bileşenleri kullanımında tesis yönetim birimine kolaylık sağlayacaktır.

## AKTÖRLER

- Mimar
- Mal Sahibi
- Yüklenici
- Tedarikçi
- Danışman firma
- İnşaat Mühendisi
- Makine Mühendisi
- Elektrik Mühendisi

## GEREKLİ YAZILIMLAR

- 3D Dizayn yazılımları
- 3D Analiz yazılımları

## GİRDİLER



DİZAYN  
MODELİ



KOORDİNASYON  
MODELİ

## ÇIKTILAR



SANAL  
MAKET

# ND MODEL VE SİMULASYONU

## ÖZET

Bu süreçte oluşturulan model vasıtası ile zaman, maliyet, aciliyet, sorumluluk vb. durumların incelenebilmesi sağlanır.

## ÖZET

PLANLAMA	ÖNCÜL DİZAYN	DETAYLI DİZAYN	İHALE	İNŞAAT	TESİS YÖNETİMİ
		LOD-300 LOD-350 LOD-400	LOD-400	LOD-400 LOD-AB	

## SÜREÇ AÇIKLAMASI

Detaylı tasarım fazında geliştirilen 3D model, nD analizi, zamanlama ile ilgili simülasyonlar, maliyet optimizasyonu ve akıllı yönlendirme için temel oluşturur. Bu aşamada ihtiyaç halinde birçok girdi bu modele eklenebilir(zaman programı vb.). ND simülasyonları müteahhitler için ihale aşamasında daha doğru teklif yapmalarını (yani daha doğru zaman planları, gönderileri ve maliyetlendirme). İnşaat fazında ise, eğer nD modeli güncel tutulur ise, bitiş tarihi ve değişen maliyetler kontrol altında tutulacaktır.

## AKTÖRLER

- İnşaat Mühendisi
- Mimar
- Makine Mühendisi
- Elektrik Mühendisi
- Yüklenici

## GEREKLİ YAZILIMLAR

- Tasarım geliştirme yazılımı
- Zamanlama yazılımı
- 4D/5D Modelleme yazılımı

## GİRDİLER



3D MODEL



ÜRETİM BİLGİLERİ



ZAMAN PROGRAMLARI

## ÇIKTILAR



SİMULASYON SONUÇLARI



ZAMAN PROGRAMLARI



4D MODEL



MALİYET ANALİZLERİ

# İNŞAAT KALİTE YÖNETİMİ

## ÖZET

İNşaat kalite yönetimi süreci, mal sahibinin ihtiyaçları doğrultusunda belirlenmiş ve sözleşmeye eklenmiş olan maddelerin yapıya uygulanmasını denetlemektir.

## FAZLAR

PLANLAMA	ÖNCÜL DIZAYN	DETAYLI DIZAYN	İHALE	İNŞAAT	TESİS YÖNETİMİ
			LOD-400	LOD-400 LOD-AB	

## SÜREÇ AÇIKLAMASI

İNşaat kalite yönetimi süreci, yasaya uygun ve kurallar doğrultusunda mal sahibinin ihtiyaçlarını modeller üzerine eksiksiz uygulanıp, kontrolünü sağlar. Bu model uygulamaları ihale dökümanlarının hazırlanması esnasında, dizayn fazlarında ki yapılan çalışmaların girdileri ile birlikte yapılır. Mal sahibinin istekleri maliyet ve zaman gibi faktörlerden kaynaklı bazı değişiklikler olabilir. Bunlar inşaat fazında yapılan modellere eklenip diğer çakışma gibi yöntemlerle denetlenip, kılavuz olarak kullanılır. İnşaat fazının sonunda yapılan tüm işlemlerin As-Built modeline işlenmesi ile birlikte tesis yönetimi kontrolü de sağlanabilir.

## AKTÖRLER

- Mal sahibi
- Yüklenici
- Mimar
- İNşaat Mühendisi
- Elektrik Mühendisi

\*Makine Mühendisi

## GEREKLİ YAZILIMLAR

YBM YAZILIMI

## GİRDİLER

  
İHALE DÖKÜMANLARI

  
İHTİYAÇ LİSTESİ

  
STANDARTLAR

## ÇIKTILAR

  
CONSTRUCTION QUALITY  
MANAGEMENT REPORT

# AS-BUILT MODELİ

## ÖZET

As-built modeli projenin bitmiş ve son halini almış halinin modelidir. Bu model tesis yönetimi esnasında binanın kullanım kılavuzu şeklinde kullanılabilir. As-built modeli binanın inşaat ve yaşam fazlarında gerçekleşen tüm güncellemeleri almak durumundadır. Binanın herhangi bir safhasında yer alan bütün disiplinler bu modele veri girişi ile sorumludur.

## FAZLAR

PLANLAMA	ÖNCÜL DİZAYN	DETAYLI DİZAYN	İHALE	İNŞAAT	TESİS YÖNETİMİ
				LOD-400 LOD-AB	LOD-400 LOD-AB

## SÜREÇ AÇIKLAMASI

Bu model, detaylı dizayn fazından gelen modelin üzerine inşaat fazı esnasında yapılan tüm değişikliklerin işlenmesi ile birlikte oluşur. Bu modelin tüm güncelleştirmeleri almasının en büyük sebebi tesis yönetimi fazında kullanılacak baz model olmasıdır. Tesis yönetimi sürecinde ise aynı inşaat fazında olduğu gibi yapılan tüm tamirat, bakım ve yenileme çalışmalarının da bu modele işletilmesi gerekmektedir. Bu işlemin sorumluları tesis yönetim ekibidir. Bu model oluşturulurken kullanılması gereken LOD seviyesi LOD-AB'dir. LOD-AB'nin diğer fazlardaki en yüksek LOD olan LOD-400 farkı, onun gibi yüksek detaylı olmasının yanı sıra, tüm güncelleştirmelere sahip olmasıdır.





## AKTÖRLER

- Mal sahibi
- Mimar
- Kontrolörler
- Danışman firma
- İnşaat mühendisi
- Yüklenici
- Makina mühendisi
- Elektrik mühendisi

## GEREKLİ YAZILIMLAR

- As-Built Model Uygulama Araçları

## GİRDİLER

 PROJE TESLİM BİLGİLERİ	 TASARIM MODELİ	 KOORDİNASYON MODELİ	 4D MODEL
--	--	--	---

## ÇIKTILAR

  
AS-BUILT  
MODEL

# KAZANILMIŞ DEĞER ANALİZİ

## ÖZET

Kazanılmış değer analizi yapının ölçülebilir mevcut maliyeti ve harcanan süre ile planlanan maliyet ve sürenin farkının oranlarıdır. Bu süreç yapının inşaatının tahmini bitiş süresi ve maliyetinin hesaplanması kolaylaştırır.

## FAZLAR

PLANLAMA	ÖNCÜL DİZAYN	DETAYLI DİZAYN	İHALE	İNŞAAT	TESİS YÖNETİMİ
				LOD-400 LOD-AB	

## SÜREÇ AÇIKLAMASI

Kazanılmış değer yönetimi süreci inşaat aşamasında en güncel hali ile tutulur, nD modeli elde edilebilir, en güncel proje takvimi ve gerçek maliyetlendirme varlığını gerektirmektedir. Bilgiler modelden türetilir.

## AKTÖRLER

- Mimar
- Yüklenici

## GEREKLİ YAZILIMLAR

- YBM Yazılımı
- Süre/maliyet Yazılımı

## GİRDİLER



Proje Zaman  
Programı



ND MODEL

## ÇIKTILAR



ANALİZ RAPORLARI

# YBM TABANLI TESİS YÖNETİMİ(FM)

## ÖZET

Bu süreç binanın yaşam sürecinin ve tesis yönetiminin sayısal bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır.

## FAZLAR

PLANLAMA	ÖNCÜL DİZAYN	DETAYLI DİZAYN	İHALE	İNŞAAT	TESİS YÖNETİMİ
					LOD-AB LOD-FM

## SÜREÇ AÇIKLAMASI

Bu süreçler dizisi kullanıcıya bina teslim ile başlar, YBM günlük bina operasyon prosedürlerini desteklemek için işletme aşamasında muhafaza edilmesi devam ettirilir. Ek olarak, tesis yönetimi görevleri bir bilgi kaynağı olarak YBM kullanır ve bu bilgi kaynağına ek olarak düşük LOD seviyesinde tüm elemanları içerir(mobilya vb.). Bu model aynı zamanda binanın boşluklarını, havalandırmalarını ve bazı mekanik ve elektrik bileşenlerini kontrol edebilmek için kullanılır (örneğin iç mekan hava kalitesi gibi). LOD-FM (yani tesis yönetimi) BIM veritabanları bulunan ve bazı bileşenlerin değişiklikleri(yani sabitleme ya da değiştirme) ile güncellenen modeli temsil etmektedir. Gerekliğinde FM modelinden her zaman LOD-FM elde edilebilir.

## AKTÖRLER

- Mal Sahibi

## GEREKLİ YAZILIMLAR

- As-Built Model Uygulama Araçları  
- FM Model Uygulama Araçları

## GİRDİLER



AS-BUILT MODEL



GÜNCELLEMELER



TESİS YÖNETİMİ VERİLERİ

## ÇIKTILAR



TESİS YÖNETİM MODELİ

# YIKIM MODELİ

## ÖZET

Bu süreçte yıkım esnasında yapı bilgi modellemeden gelen bilgiler kullanılıp yıkım modeli oluşturulur.

## FAZLAR\*

PLANLAMA	ÖNCÜL DİZAYN	DETAYLI DİZAYN	İHALE	İNŞAAT	TESİS YÖNETİMİ

## SÜREÇ AÇIKAMASI

Yapı bilgi modelleme çıktıları demontaj ve geri dönüşüm işlemlerini yönetmek ve belirlemek amacı ile kullanılabilir. Kullanılacak modeller en güncel halinde olması için LOD-FM kullanılır. Yapı elemanlarının geometrileri, malzeme bilgileri, montaj ve sökme işlemleri hakkında detaylı bilgi içeren modeller bulunduğundan dolayı, yıkım işleminin nasıl planlanacağından, lojistiğine kadar bir çok veri çıktısı alınabilir.

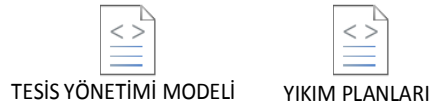
## AKTÖRLER

- Mal sahibi \* Yüklenici
- Mimar
- Makina mühendisi
- Elektrik mühendisi
- İnşaat mühendisi

## GEREKLİ YAZILIMLAR

- YBM yazılımı
- Lazer tarama
- Print Cloud yazılımı
- Photo yazılımı
- GIS

## GİRDİLER



## ÇIKTILAR



\*Yıkım modeli sürecinde, yıkım fazında LOD-400 ve LOD-AB detay seviyeleri kullanılmaktadır.

## ÖZGEÇMİŞ

27.11.1987 yılında İstanbul'da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi İstanbul'da tamamladım. 2005 yılında başladığım Lefke Avrupa Üniversitesi Mimarlık Bölümünden 2010 yılında mezun oldum. 2008-2009 yılları arasında Tunmaz İnşaat firmasında çalıştım. 2009 yılından beri GK Mimarlık firmasında görev almaktayım. 2011 yılında başladığım Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Tasarım ve Yapım Yönetimi Yüksek Lisans programına devam etmekteyim.

Gürhan KÖSE