

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

**ATIKSU ARITMA TESİSİ İNŞAATINDA
YAPI BİLGİ MODELLEME SİSTEMİNİN
UYGULANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**
(Yüksek Lisans Tezi)

Tez Hazırlayan: **SABAHAT KAYA**

İSTANBUL, 2016

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

**ATIKSU ARITMA TESİSİ İNŞAATINDA
YAPI BİLGİ MODELLEME SİSTEMİNİN
UYGULANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**
(Yüksek Lisans Tezi)

Tez Hazırlayan:
SABAHAH KAYA
Öğrenci No:
140863006

Danışman:
Yrd. Doç. Dr. İhsan KARAGÖZ

Eş Danışman:
Doç.Dr. Ümit IŞIKDAĞ

İSTANBUL, 2016

YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Atıksu Arıtma Tesisi İnşaatında Yapı Bilgi Modelleme Sistemi” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmanın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım 15/08/2016.

Sabahat KAYA

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

Beykent Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Aşağıda tez adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi **140863006** no'lu **Sabahat KAYA**'nın .../.../... tarihinde yapılan tez savunma sınavı¹ sonucunda **45**.. dakika süreyle sunduğu ve savunduğu tezi hakkında² oybirliği / oyçokluğu ile, **KABUL** kararı verilmiştir.

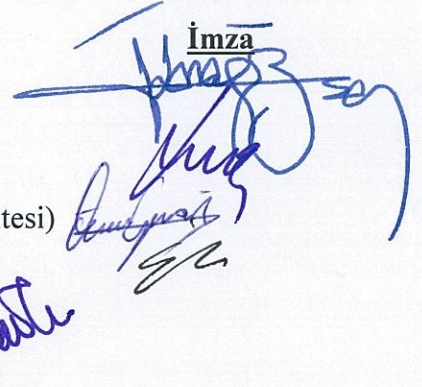
Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği
Programı : Tasarım ve Yapım Yönetimi
Tez Başlığı³ : Atık Su Arıtma Tesisleri İnşaatında Bina Bilgi Modellerinin Rolünün İncelenmesi

Tez Sınav Jürisi

Öğretim Üyesi

Danışman : Yrd. Doç. Dr. İhsan KARAGÖZ
Eş Danışman : Doç. Dr. Ümit IŞIKDAĞ (MSGSÜ)
Üye : Yrd. Doç. Dr. Ömer GİRAN (İstanbul Üniversitesi)
Üye : Yrd. Doç. Dr. Ayşe Elif ÖZSOY ÖZBAY
Üye : Yrd. Doç. Dr. Serdar KAZANCIOĞLU

İmza


¹ 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)

² 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)

³ İleride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığının yazılması gerekmektedir.

ÖNSÖZ

Tez konusunun belirlenmesi ve ilerleyişindeki katkıları, çalışma sürecinde göstermiş olduğu ilgi, sabır ve anlayışı ile değerli hocam Doç.Dr.Ümit IŞIKDAĞ'a ve Yrd.Doç.Dr.İhsan KARAGÖZ'e teşekkürü bir borç bilirim. Eğitim hayatımın her kademesinde desteklerini hep hissettiğim aileme ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

15 Ağustos 2016

Sabahat KAYA
İnşaat Mühendisi

ATIKSU ARITMA TESİSİ İNŞAATINDA YAPI BİLGİ MODELLEME SİSTEMİNİN UYGULANMASI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Tezi Hazırlayan: Sabahat KAYA

Özet

Su, yaşamın ve doğal dengenin devam edip korunabilmesi için en önemli etkidir. Suyun kullanılması ve tüketilmesi, dünya üzerindeki su kaynaklarının kirlenmesine ve kullanım olanaklarının azalmasına neden olmakta, dünyamız üzerindeki mevcut temiz su kaynakları da günden güne azalmaktadır. Bu durum, kullanılan suların tekrar temizlenerek doğaya bırakılma gereksinimini çok önemli hale getirmektedir.

Su arıtma tesisleri, suyun canlıların sağlığını etkilemeyecek şekilde dezenfekte edilmesini ve atık halde bulunan suların tekrar kullanılmasını sağlar. Atıksu arıtma tesisleri su kaynaklarında kirliliğin azaltılması ve önlenmesi için büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın ilk bölümünde, atık su arıtma tesislerinin fonksiyonları ve inşaat metotlarından bahsedilmiş olup, atık su arıtma tesisi inşaatı yapım işleri aktarılarak Yapı Bilgi Modellemeye geçiş ve uygulama aşamaları incelenmiştir.

Özellikle Yapı Bilgi Modelleme yazılımlarının atıksu arıtma tesisi inşaatı çalışmalarındaki disiplinler arası koordineyi sağlamada önemini anlamak için araştırma yapılmıştır. Tez çalışması anket uygulamaları ile desteklenmiştir. Literatürden ve uygulama safhalarında elde edilen bilgiler ışığında oluşturulacak anket soruları firmalara ve kamu kurumunun birimlerine uygulanarak analiz ve raporlama yapılmıştır. Anket sonuçlarına göre Yapı Bilgi Modellemede kullanan ve fiili olarak henüz kullanmayan şirketlerin ve kurumun durum analizi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bina bilgi modellemesi, atıksu, arıtma

**A RESEARCH THAT A
BOUT APPLICATION OF BUILDING INFORMATION MODELING (YBM)
SYSTEM IN CONSTRUCTION OF WASTEWATER TREATMENT
FACILITY**

Presented by: Sabahat KAYA

Abstract

Water is the most important factor to continue to protect the life and natural balance. The use of water and consumed, the water resources in the world leads to the reduction of pollution and use of facilities, resources available fresh water on our planet is decreasing day by day. In this case, the need to be left to nature again cleaned water used makes it very important.

Water treatment plants, disinfected so as to affect the health of those living in water and enables the re-use of waters with waste form. Wastewater treatment plants are of great importance for the prevention and reduction of pollution of water resources. In the first part of this study, it is mentioned in the waste water treatment plant function and construction methods, then transferred to the waste water treatment plant works construction and implementation phase transition to building information modeling system were investigated. In particular, building information modeling of wastewater and 2015 version of Allplan, one of the software programs to provide coordinated interdisciplinary research project has been the construction of the treatment to understand its importance.

The study was supported by a survey applications. Information obtained from the literature and in the implementation phase will be established in the light of an analysis of questionnaire applied to employees in the sector and companies working with this system and made reporting.

According to the survey using the building information modeling system and companies who have not yet used the actual situation analysis was conducted.

Keywords: Allplan building information modeling, wastewater, treatment

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Tanımı.....	2
1.2. Araştırmanın Amacı.....	2
2. ATIKSU ARITMA TESİSLERİNİN PLANLAMA, TASARIM VE İNŞAATI İLE İLGİLİ GENEL HUSUSLAR.....	3
2.1. Atık Su Arıtma Tesislerinin Mevcut Durum ve Önemi.....	3
2.1.1. Atık Suların Çevreye Zarar Vermeden Toplanması, Arıtılması ve Uzaklaştırılması.....	4
2.1.2. İstanbul Atıksu Arıtma Tesisleri.....	6
2.1.3. Atıksu Arıtma Tesisi İnşaatı Süreci.....	8
2.2. Yapı Bilgi Modelleme Sistemi (YBM).....	10
2.2.1. Yapı Bilgi Modellemesi Sistemi Tanımı.....	10
2.2.2. Yapı Bilgi Modellemesi Sisteminin Amacı ve Önemi.....	12
2.2.3. Yapı Bilgi Modelleme Sisteminde Süreç.....	13
2.2.3.1. Parametrik Modelleme.....	13
2.2.3.2. Akıllı Nesnelere.....	14
2.2.3.3. Veritabanı.....	14
2.2.3.4. Merkezi Bilgi Saklanması.....	14
2.2.4. Yapı Bilgi Modellemesinin Kullanım Alanları.....	15
2.2.4.2. Yapısal/Çevresel Analizlerde Kullanım.....	20
2.2.4.3. Bina Yapım Sürecinde Kullanım.....	20
2.2.4.4. Bina İşletiminde Kullanım.....	21
2.2.4.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kapsamında Kullanımı.....	21
2.2.5. Yapı Bilgi Modelleme Uygulamaları.....	22
2.3. Yapı Bilgi Modelleme Araçları.....	23
2.5. Yapı Bilgi Modelleme Kullanımının Faydaları.....	24
2.6. Yapı Bilgi Modelleme Adaptasyonu.....	25
3. ANKET ÇALIŞMASI.....	27
3.1. Anket Soruları, Verilen Cevaplar ve Yorumlar.....	27
3.2. Anket Sorularına Yanıtlar.....	28
3.3. Analiz Sonuçları.....	29

4. SONUÇ VE ÖNERİLER	55
4.1. Anket Sonuçları.....	55
4.2. İSKİ Kurumu Açısından Durum Tespiti	57
4.3. Öneriler.....	59
KAYNAKLAR	60
EK -1: ANKET FORMU	63



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil.1.	Bina Yaşam Dönemi Bilgi Akışı	16
Şekil.2.	A Kısmı İçin Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı	35
Şekil.3.	B1 Kısmı İçin Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı	37
Şekil.4.	B2 Kısmı İçin Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı	38
Şekil.5.	B3 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı	39
Şekil.6.	B4 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı	400
Şekil.7.	B5 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı	411
Şekil.8.	B6 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı	422
Şekil.9.	C1 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı	444
Şekil.10.	C2 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı	455
Şekil.11.	C4 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı	488
Şekil.12.	C7 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar	511
Şekil.13.	C9 Kısmı Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar	522
Şekil.14.	C10 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar	533

TABLolar LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo.1.	Katılımcıların YBM'in Faydaları Hakkındaki Görüşler	29
Tablo.2.	Katılımcıların YBM'in Kullanım Alanları Hakkındaki Görüşleri	29
Tablo.3.	YBM'e Geçiş Sürecinin Değerlendirilmesi.....	30
Tablo.4.	Katılımcıların YBM'in Faydaları Hakkındaki Görüşleri Frekans Tabloları ve Ki-Kare Testi	30
Tablo.5.	YBM Yazılımı Daha Verimli Bir Üretim Sürecini Ortaya Koymakta mıdır? Frekans Tabloları ve Ki-Kare Testi "A1"	32
Tablo.6.	YBM Tasarım Programı Yapılan İşin Sürecini Tam Olarak Yansıtır mı? Frekans Tabloları ve Ki-Kare Testi "A2"	33
Tablo.7.	Kullanılan YBM Yazılımları Tasarım Problemlerinin Çözümünde Tek Başına Çözüm Olabilir mi? Frekans Tabloları ve Ki-Kare Testi "A4" ...	33
Tablo.8.	Proje Uygulamasında YBM'nin Kullanılması Tarafların Projenin Üzerindeki Kontrolünü Arttırır mı? Frekans Tabloları ve Ki-Kare Testi "A6"	34
Tablo.9.	YBM'in Kullanılması İş Kapsamı Değişikliği Gündeme Geldiğinde Tarafların Adaptasyon Hızını Arttırır mı? Frekans Tabloları ve Ki-Kare Testi "A7"	34
Tablo.10.	YBM'nin Kullanılması Proje Yönetimi Etkinliğini Arttırır mı? Frekans Tabloları ve Ki-Kare Testi "A8"	35
Tablo.11.	A Kısmından Elde Edilen Değerlerin "T Testi" Uygulaması Sonuçları.....	36
Tablo.12.	Sürdürülebilir Projelerde YBM Etkin Olarak Kullanılır mı? "B1"	36
Tablo.13.	YBM Sürdürülebilir Projelerde Tasarımda Kullanılmaktadır? "B2"	37
Tablo.14.	YBM Tasarım Sürecinde Kullanılmakta mıdır? "B3".....	38
Tablo.15.	YBM Yapısal Analizlerde Kullanılır mı? "B4"	39
Tablo.16.	YBM Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Birlikte Kullanılır mı? "B5"	41
Tablo.17.	YBM Atık Su Arıtma Tesisi Sistemleri Kapsamında Kullanılır mı? "B6"	42
Tablo.18.	Sizce YBM Sürecine Geçiş Zor Olur mu ? "C1"	43
Tablo.19.	5 Sene İçerisinde YBM'e Geçiş Düşünüyor musunuz? "C2"	45
Tablo.20.	YBM'i Şartnameye Koymak İçin Hazırlıklar Var mı? "C3"	46
Tablo.21.	Üst Yönetimin YBM'i Desteklediğini Düşünüyor musunuz?	47
Tablo.22.	YBM, Şirkette Kullanılmaya Başladığı İlk Zamanlarda Maliyet Artışına Sebep Olur Mu? "C5"	48
Tablo.23.	YBM, Şirkette Kullanılmaya Başladığı İlk Zamanlarda Üretkenlik Kaybına Sebep Olur Mu? "C6"	49

Tablo.24. YBM'nin Kullanılması Şirkette Rekabet Avantajı Sağlar Mı? "C7"	50
Tablo.25. YBM Verimliliği Arttırır mı? "C9"	52
Tablo.26. Yapılan Projelerde YBM Etkin Olarak Kullanılmakta mıdır? "C10"	53



KISALTMALAR

ASKİ	: Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi
BUSKİ	: Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi
CAD	: Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
GIS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
İSKİ	: İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
KOSKİ	: Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design (Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik)
SASKİ	: Sakarya Su ve Kanalizasyon İdaresi
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TMMOB	: Türk Mühendis ve Mimarlar Odası Birliği
YBM	: Yapı Bilgi Modelleme Sistemi

1. GİRİŞ

Tüm dünya da hızlı nüfus artışı ve bilinçsiz kullanım nedeniyle içme suyu ve kullanım suyuna ihtiyacın arttığı gözlenmektedir. Bu nedenle şehirde yaşamın gereklerinde biri de kullanılmış suların, toplanması ve alıcı ortama arıtıldıktan sonra deşarj edilmesidir. Bu da arıtma tesislerine ihtiyacı göstermektedir. Bir atıksu arıtma tesisi projelendirilirken bulunduğu alanın zemin özellikleri dikkate alınır. Zeminin geçirimsiz olmasına dikkat edilir. İçmesuyu ve kanalizasyon durumu, sosyo-ekonomik koşulları, nüfus hareketleri ve iklimi incelenmektedir. Atıksuyun temiz içme suyu kaynaklarına karışmayacak zarar vermeyecek bir alanda ve geçirimsiz zemin üzerine kurulması önemlidir. Atıksu arıtma tesisinin kurulacağı yer şehir merkezinden uzakta seçilir ve tasarlanmasında kararlaştırılan proje yönetimi, eldeki kaynakların etkin ve verimli kullanmalarını gerektirmektedir. Proje aşamasından işletme aşamasına kadarki evre de ortak bir dil yardımı ile sistemin koordinasyonu sağlanmalıdır.

Yapı Bilgi Modelleme (YBM), binanın tasarım ve yapım sürecin de görev alan kişiler arasında ortak bir dil sağlamaktır. Projeye görev alan her uzman kişi kendi işi ile alakalı farklı bilgi ile ilgilenmekte ve sunabilecek en iyi yöntemleri seçebilmektedir. YBM, çok katmanlı kütüphanesi sayesinde farklı veri tiplerini tek bir yapıda birleştirerek proje iletişimini kolaylaştırabilmekte, aynı zamanda tek bir bina modeli meydana getirerek bu modelden tüm mimari temsil biçimlerini tutarlı, entegre ve kolay güncellenebilir bir şekilde elde edebilmektedir.

Bu çalışma da, arıtma tesislerinde disiplinler arası çalışma koşullarına göre oluşturulmuş, meydana gelebilecek sorunların önceden fark edilebilmesini sağlayan YBM ve işlevleri tetkik edilmiştir. Çalışma kapsamında modelin tanımı anlatılmış akabinde YBM süreci, YBM de kullanılan bilgi türleri, kullanım sahası, model hakkında doğru bilinen yanlışlar ve YBM'ye geçiş süreci gibi hususlardan bahsedilmiştir.

1.1. Araştırmanın Tanımı

Günümüzde atıksu arıtma tesisleri su kaynaklarında kirliliğın azaltılması ve önlenmesi için büyük önem taşımaktadır. Kentleşme ve sanayiye bağılı olarak artan atıksu oluşumu daha etkin ve verimli çalışan arıtma tesislerine ihtiyacı artırmaktadır. Atıksu Arıtma tesislerinde özellikle belediyeler alt yapı kuruluşları (İller bankası, ASKİ, İSKİ, KOSKİ, BUSKİ, SASKİ gibi) inşaat, çevre mühendisliğı, altyapı proje ve müteahhit firmalar, GIS (coğrafi Bilgi Sistemi) alanında faaliyette bulunan kurumlar için geliştirilmiş olan hidrolik modelleme yapabilen atıksu ve yağmur suyu çizim ve projelendirme yazılım programı kullanılmaktadır. Bu yazılımlar kullanılarak tesis içerisindeki bilgi akışı sağlanmaktadır. YBM bu bilgi akışını koordine eden bir sistemdir. YBM, binanın ya da projesinin tamamını meydana getiren tüm yaşam döngüsü süreçlerini içeren, yeterli bilgiye erişildiğı durumlarda ve doğrudan bilgisayar uygulamalarından değerlendirilebilen bir bilgi metodudur. YBM bir projenin dizayn aşamasından inşaat ve yıkım aşamalarına kadar geçen sürede yararlanılan koordineli ve güvenilir bilgi akışının esas alındığı tam bir süreçtir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Atık su arıtma tesisleri görev itibari ile sistemde bulunan sular temizlenerek tekrar doğaya kazandırılır. Böylelikle su kaynaklarının kullanımı, arıtılan sular ile birlikte azalacaktır. Tekrar doğaya kazandırılacak atık suların kullanılması ile birlikte korunmaya devam edecektir. Atıksu Arıtma tesislerinde kullanılan programlar; msKanal, MicroStation 8i, Bentley Map ve Bentley Map Powerview v.s. gibi CAD ve GIS yazılımları üzerinde çalışmaktadır. Bu çalışma ile bu programın özellikleri ve bu programı kullanan kuruluşların ve özellikle alt yapıda YBM yazılım programları kullanarak neler katabileceklerini araştırmaktır.

2. ATIKSU ARITMA TESİSLERİNİN PLANLAMA, TASARIM VE İNŞAATI İLE İLGİLİ GENEL HUSUSLAR

Atıksu arıtma tesisleri tasarlanırken bölgenin nüfus ve debi değerleri dikkate alınarak atıksu debi miktarı hesaplanmaktadır. Nüfusu artışı ile birlikte dünya üzerindeki mevcut su kaynakları daha hızlı tükenmekte, su ihtiyacı da riskli duruma düşmekte ve bu ihtiyacın karşılanması gerekmektedir. Hızla kullanılan su kaynaklarında ki azalmayı önlemek, ekolojik döngüye katkı sağlamak, insan ve çevre sağlığını korumak için yapılan bilimsel ve istatistiksel araştırmalar neticesinde arıtma tesisleri kapsamında, suyun dönüştürülerek tekrar kullanılması için çalışmalar başlamıştır.

2.1. Atık Su Arıtma Tesislerinin Mevcut Durum ve Önemi

Arıtma tesislerinde son zamanlardaki yapılan teknolojik gelişmeler sonucunda atık suları dezenfeksiyon edilerek tekrar doğaya kazandırmak amacıyla Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik yöntemler denenmiştir. Biyolojik yöntemler, başta İstanbul olmak üzere tüm Türkiye genelinde Biyolojik Arıtma Tesislerine yönelim başlamıştır. Bu sayede dünya ve Türkiye’de atık sular arıtılarak tekrar kullanımı, sağlanmaya çalışılmaktadır. “2010 yılından itibaren kanalizasyon şebekeleri ile toplanan 3,58 milyar m³ atıksuyun %48,6’sı akarsuya, %41,8’i denize, %3,6’sı baraja, %2,1’i göle-gölete, %1’i araziye ve %2,8’i diğer alıcı ortamlara deşarj edilmiştir. Türkiye’de şu anda 326 atık su arıtma tesisi bulunmaktadır” (TUİK, 2015).

Atıksu arıtma tesislerinin %35’i doğal, %39’u fiziksel, %53’ü kimyasal ve %99’u biyolojik arıtma tesisleri sistematığı olarak işlemektedir. Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı bilgilerine göre ülkemizde 326 tesisin yılda 2,72 milyar m³ atık suyu arıttığı gözlemlenmiştir (Kırmızı ve Önder, 2015,ss.1-17).

2.1.1. Atık Suların Çevreye Zarar Vermeden Toplanması, Arıtılması ve Uzaklaştırılması

Kullanıcılara dağıtılan su, kullanıldıktan sonra atık su haline gelir ve bir kanal ağı ile toplanır. Atıksular, insanların kullandığı suyun dışında atık su kanallarına kontrol dışı giren sızıntı suları, yüzey suları ve kaçak yağmur suyu da içermektedir. Atıksular; evsel ve endüstriyel atık sular olmak üzere iki ana grupta toplanabilir. Atıksular, kanallar ve pompa istasyonlarından oluşan kompleks bir toplama sistemi ile oluştukları yerden arıtılacakları yere iletilirler. Evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucunda kirlenmiş veya tamamen değişmiş sular ile şehir bölgelerinden cadde, otopark ve benzeri alanlardan yağışların yüzey veya yüzey altı akışa dönüşmesi sonucunda gelen suları, atıksu olarak tanımlanır. Arıtma sistemi ise, suların çeşitli kullanımlar etkisiyle atıksu haline gelip bu esnada fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerini kaybedip devamında kaybettikleri bu niteliklere tekrardan kavuşabilmek amacıyla yada boşaldıkları sahanın kendine has doğal, kimyasal, fiziksel ve bakteriyolojik özelliklerini değişmeyen hale getirmek sebebiyle uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma işlemleridir (Su Kirliliği Yönetmeliği, 2008).

Bütün atıksu arıtma tesislerinde işlenen sistem toplama, arıtma ve uzaklaştırma olmak üzere üç ana unsur mevcuttur. Genelde birbirini takip eden havuz veya tanklardan oluşan atık su arıtma tesisinde, çeşitli ünitelerde fiziksel, kimyasal veya biyolojik işlemler/süreçler ile atık su içinde yer alan partiküller veya erimiş haldeki kirliliklerin tutulması ve uzaklaştırılması sağlanır. Atık suların dört ana başlık halinde arıtılma yöntemleri vardır. Bunlar kimyasal, fiziksel, biyolojik ve ileri biyolojik olmak üzere dört ana başlığa ayrılır (İSKİ faaliyet Raporu,2015).

Fiziksel Arıtma; katı maddelerin, sıvı ve katı yağların uzaklaştırılmasıdır. Kimyasal Arıtma; Kimyasal reaksiyonlar vasıtasıyla ortaya çıkan farklılıkların atık su arıtımında değerlendirilmesi kimyasal arıtmadır. Biyolojik Arıtma; biyolojik arıtma ise fiziksel ve kimyasal arıtma yöntemleriyle sudan ayrılması mümkün olmayan, ayrışabilen organik maddelerin mikroorganizma tesiri ile ortadan kaldırılmasıdır. İleri Biyolojik Arıtma; İleri biyolojik arıtma aşamasında azot ve

fosfor gibi besin maddelerinin ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. “İleri biyolojik arıtma neticesinde alıcı platformda kullanma suyu kalitesinde su verilmekte ve doğal dengelerin bozulmasının önüne geçilmektedir. Arıtma Çamurlarının Uzaklaştırılması ise; Arıtma tesislerinde; “fiziksel ve kimyasal arıtma süreçlerinde atık sulardan yüzdürme veya çökeltme işlemi ile uzaklaştırılan maddeler ile biyolojik arıtma aşamalarında düzenekten uzaklaştırılan mikroorganizmalar, arıtma tesisi çamuru vaziyetindedir. Arıtma çamurları % 95 gibi yüksek bir büyüklükte su ihtiva eder ya da ayrı ayrı yada birleştirilerek uzaklaştırılmasıdır (İSKİ faaliyet Raporu,2015).

Atık su arıtma tesisleri aşağıdaki şartları karşılamalıdır (TS EN 12255-1, 2006):

- a. Millî mevzuata uyulmalıdır.
- b. Deşarj sınır değerlerine uyulmalıdır.
- c. Bütün akış debilerinde ve yüklerinde istenen arıtım sağlayabilmelidir.
- d. Çalışanların güvenliği sağlanmalıdır.
- e. Koku, gürültü ve toksisite, aerosoller ve köpük gibi rahatsızlık veren hususlar dikkate alınmalı ve TS EN 12255-9 (2002) ve TS EN 12255-10 (2001)’a göre ilgili şartlar karşılanmalıdır.
- f. Çalışan personele yönelik tehlikeler en aza indirilmelidir.
- g. Suyu ve gaza dayanıklılık da dahil uzun dönem yapısal bütünlük ve istenen hizmet ömrü sağlanmalıdır.
- h. Sızdırmazlık sağlanmalıdır.
- i. Çalıştırma ve bakım için gerekli tedbirler alınmalıdır.
- j. Tesisin gelecekteki genişletilmesi veya yenilenmesi için tedbirler dikkate alınmalıdır.
- k. Tesisin güvenilirliği yüksek olmalı, tehlike riski ve arızaların olumsuz etkisi sınırlandırılmalıdır.
- l. Tesisin toplam maliyeti (sermaye ve işletme maliyetleri) kabul edilebilir olmalıdır.

- m. İnşaat ve çalıştırma esnasında enerji tüketimi göz önünde bulundurulmalıdır.
- n. Atıklar ortadan kaldırılmalı yada tehlikeli olacak seviyeden aşağı çekilmek suretiyle etkisiz hale getirilmelidir.

2.1.2. İstanbul Atıksu Arıtma Tesisleri

İstanbul İlinde bulunan 39 ilçedeki nüfusun atık suları 14.349 km uzunluğundaki kanalizasyon sistemi ile toplanır. Toplanan atık sular ise 55 adet atık su arıtma tesisinden geçerek ve arıtılarak alıcı ortama iletilmektedir. Arıtma Tesislerinin bir kısmı Biyolojik (İleri Biyolojik Arıtma Sistemi) olup büyük çoğunluğu Ön arıtma şeklindedir. Köylerde ve küçük yerleşim bölgelerinde ise Biyolojik Arıtma sistemleri bulunmaktadır (TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 2015). 2015 Yılı itibariyle İstanbul İli Mevcut Atıksu Arıtma Tesisleri aşağıdaki sıralanmıştır (İSKİ faaliyet Raporu,2015);

Avrupa Bölgesi Tesisin Adı

- 1 Ataköy İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesis
- 2 Ambarlı İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesis
- 3 Terkos İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesis
- 4 Gümüşyaka Biyolojik Atık Su Arıtma Tesis
- 5 Çanta Biyolojik Atık Su Arıtma Tesis
- 6 Akalan Biyolojik Paket Atık Su Arıtma Tesis
- 7 Belgrat Biyolojik Paket Atık Su Arıtma Tesis
- 8 Kestanelik Biyolojik Atık Su Arıtma Tesis
- 9 Örcünlü Biyolojik Atık Su Arıtma Tesis
- 10 Çanakça Biyolojik Atık Su Arıtma Tesis
- 11 İzzettin Biyolojik Atık Su Arıtma Tesis
- 12 İhsaniye Biyolojik Atık Su Arıtma Tesis
- 13 Başakköy Biyolojik Atık Su Arıtma Tesis
- 14 Oklalı Biyolojik Atık Su Ön Arıtma Tesis

- 15 Yenikapı Atık Su Ön Arıtma Tesisi
- 16 Baltalimanı Atık Su Ön Arıtma Tesisi
- 17 Büyükçekmece Atık Su Ön Arıtma Tesisi
- 18 Küçükçekmece Atık Su Ön Arıtma Tesisi
- 19 Çatalca Yazlık Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 20 Boyalık Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 21 Subaşı Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 22 Beyciler Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 23 Binkılıç Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 24 Çiftlikköy Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 25 Karaburun Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 26 Karacaköy Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 27 Yalıköy Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 28 Değirmenköy Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 29 Sayalar Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 30 Çayırdere Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi

Asya Bölgesi Tesisin Adı

- 31 Hallaçlı Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 32 Danamandıra Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 33 Aydınlar Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 34 Gümüşpınar Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 35 Karamandere Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 36 Tuzla İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 37 Paşaköy İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 38 Geredeli Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 39 Kabakoz Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 40 Sofular Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 41 Alacalı Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 42 Doğançalı Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 43 Kurnaköy Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 44 Cumhuriyet Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi

- 45 Üvezli Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 46 Satmazlı Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 47 Şuayıpli Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 48 Değirmençayırı Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 49 Ömerli Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 50 Ağva İleri Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 51 Kömürlük Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 52 Sahilköy Biyolojik Paket Atık Su Arıtma Tesisi
- 53 Yeniköy Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 54 Öğümce Biyolojik Paket Atık Su Arıtma Tesisi
- 55 Oruçoğlu Bitkisel Atık Su Arıtma Tesisi
- 56 Küçüksu Atık Su Ön Arıtma Tesisi
- 57 Şile Kumbaba Atık Su Ön Arıtma Tesisi
- 58 Kadıköy Atık Su Ön Arıtma Tesisi
- 59 Üsküdar Atık Su Ön Arıtma Tesisi
- 60 Paşabahçe Atık Su Ön Arıtma Tesisi
- 61 Şile Karakiraz Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 62 Şile Koçullu Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 63 Şile Kervansaray Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 64 Şile İmrenli Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 65 Çekmeköy Hüseyinli Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi
- 66 Çekmeköy Reşadiye Biyolojik Atık Su Arıtma Tesisi

2.1.3. Atıksu Arıtma Tesisi İnşaatı Süreci

Arıtma tesislerinin inşaatı, planlama ve tasarım ile ilgili işlerin tamamlanması ile başlayan bir süreçtir. Uygun prosesin seçimi ve projelendirilmesi, seçilen araziye ait zemin etütlerinin yapılması yer seçimi, gibi işlemler tamamlandıktan sonra şantiye kurulması ile arıtma tesisinin inşaat işlemine başlanır. İnşaat izninin alınması, projesinin uygulamaya konması mimari ve statik araştırmaların yapılması inşaatın

planlaması ve işletilmesi süreci ile tamamlanır (TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 2015)

1. İnşaat İzni

- Finansman arayışı ve onaylanması, Sözleşme yapılması

2. Uygulama Projesinin Uygulamaya Konması

❖ Mimar

- Detaylı bir yerleşim planı
- Bütün yapıların mimari plan ve kesitleri
- Ekipmanların planlanması
- Kanalizasyon projesi, drenaj ve yolların planlanması
- İhale teknik şartnamesi

❖ Ön statik araştırmalar

❖ Mimari, elektrik ve mekanik planlama

3. İnşaat Planlaması

- İnşaat hazırlık, inşaat kontrolü
- Örgütsel planlama
- İnşaat prosedürü
 - İhaleyi alanın açıklanması
 - İnşaat Süreci
 - İnşaat izleme, denetim ve kontrol
- Test amaçlı işletmeye alma, mekanik ve elektriksel kontroller
- İnşaatın geçici kabulü
- İnşaatın nihai kabulü

4. Atıksu Arıtma Tesisinin İşletilmesi

2.2. Yapı Bilgi Modelleme Sistemi (YBM)

Çalışmanın bu bölümünde çözüme yönelik en yenilikçi yöntemlerden biri olan, meydana gelebilecek sorunları önceden görme imkanı veren ve bu anlamda çözüme katkıda bulunabilecek bir sistem olan YBM ve işlevleri incelenmiştir. Bu bağlamda, öncelikle YBM kullanım alanları, uygulamaları, sürdürülebilirlikle ilişkisi, kullanımının faydaları, riskler ve bariyerleri, potansiyel kullanım alanları ve adaptasyon çalışmaları tartışılıp, bölüm sonunda atıksu arıtma tesisleri inşaatında etkin kullanılmama çözümüne sunduğu modeller incelenecektir. YBM kavramıyla ilgili literatürde yapılan tanımlamalara yer verilmiştir. YBM yazılım tarafından tanımlanırsa; Autodesk'in bilgi teknolojilerini yapı sektörüne tatbik ederek ortaya çıkardığı, yapı tasarımı çözümlerine ve bu çözümlerle oluşturulan modellere verilen addır. Benzer açıdan ifade etmek gerekirse de en basit haliyle YBM bir yapıyı hatlarıyla değil yapı elemanlarıyla modelleme sistemidir.

2.2.1. Yapı Bilgi Modelleme Sistemi Tanımı

Yapı Bilgi Modelleme Sistemi (Building Information Modeling–Yapı Bilgi Modelleme) kavramıyla ilgili literatürde yapılan tanımlamalar aşağıda sıralanmıştır:

“YBM, bir binayı proje aşamasından ele alır ve bitime kadar ki bütün etapların hepsini meydana getirir. Ayrıca tüm yaşam döngüsü süreçlerini destekleyen yeterli bilgiyi içeren ve doğrudan bilgisayar uygulamalarından yorumlanabilen bir bilgi metodudur” (Underwood ve Işıkdag, 2009, ss.1-28). YBM; “mimarlar ve yapı sektöründe beraber görev aldıkları diğer meslek üyelerinin bir binanın dizaynı, yapımı ve proje çizimi, süreçlerindeki yaklaşımları son derece etkileyecek bir çalışma olarak nitelendirmektedir” (Ofloğlu, 2009, s.23).

Bir diğer tanıma göre YBM; bina yaşam döngüsü sürecinin tasarım ve proje verilerini yönetmek için bir metodoloji geliştiren, kendi içinde etkileşimli, kurallar, süreçler ve teknoloji bütünüdür (Handbook, 2011, s.25). YBM; inşaat sektöründeki parçalanmışlığın azalması, etkinlik/etkililiğin artırılması ve birlikte çalışabilirlik için

harcanan maliyetlerin azaltılması için bir katalizör olarak görülmüştür (Lu; Li, 2011, s.12). Aynı zamanda YBM; “proje de iyi görselleştirme ve proje bütünleşmesi yanında iş birliği gereksinimi, daha kaliteli çıktılarının oluşturulması, proje risklerinin azaltılması, maliyetin düşürülmesi ve doğaya daha zarar vermeyen binaların yapılması amacıyla ortaya çıkarılmıştır” (Yaman ve İlhan, 2010).

Ayrıca YBM düzeni; bir yapıyı ana hatlarıyla değil yapı elemanlarıyla modelleme yöntemidir. Kymmell, YBM; “bir yapı projesinin gerçek çevre içerisindeki gösterimi olarak nitelendirmiştir” (Kymmell,2008, s.25). Coğrafi bilgi sistemi (CBS) açısından tabir edildiğinde; “YBM bir tesisin fiziksel ve niteliksel özelliklerinin sayısal bir şekilde ifade edilmesidir. ” (Przybyla, 2010, s.23).

“ İnşaat sektöründe teknik elemanlar ve müteahhitler kaliteyi arttıracak, maliyeti düşürecek, projeyi daha kısa zamanda teslim edebilecekleri yöntemler aramaktaydılar. YBM, bu amaçları gerçekleştirecek potansiyeli barındırmaktadır” (Azhar, Nadeem v.d.2008). Ayrıca “YBM, yalnızca bir yazılım değil, aynı zamanda bir süreçtir. Amacı sadece üç boyutlu akıllı modeller yapmak değil aynı zamanda iş akışı ve proje tesliminde önemli değişiklikler yapmaktır” (Hardin 2009; Azhar, 2011).

Entegre proje yönetim sistemi YBM tarafından desteklenir, Entegre Proje Yönetimi bir projedeki zaman kayıplarını azaltır. Ayrıca etkinliği arttırmak amacıyla, insanları, sistemleri, iş yapılarını ve pratiklerini ortak çalışılabilen bir sürece bağlayan teslim sistemi yaklaşımıdır” (Glick ve Guggemos 2009).

Bütün bu tanımlamaların ışığında YBM;

- YBM projenin başlangıcından bitim aşamasına kadar her safhasından proje ömrü boyunca yapı hakkında bilgi edinilecektir.
- Projede yapılan değişiklikler diğer disiplinlerce de kolaylıkla algılanabileceği,
- Coğrafi bilgi sistemleri ile entegre edilerek çevresindeki nesnelere hakkında da bilgi edinilebilecek yeni bir sistemdir.

- Her aşamasında yapılan değişikliklerin diğer disiplinlerce de kolaylıkla algılanabileceği,
- Fikir aşamasından projenin bitirilip teslim aşamasına, hatta teslimden sonra bile planlanan proje ömrü boyunca yapı hakkında bilgi edinilebilecek,

Sonuç itibariyle verimi artıran, dizayn ve uygulamayı ortaya koyan mühendislerin düşünce tarzıyla meydana getirilen bir sistem olduğundan kolaylıkla anlaşılabilen, iyi iş akışları yaratan ve de randıman alınamayanların düzeltilmesini olanak sunan, bütün ortakların karlı çıktığı, proje takımı dahilinde haberleşmeyi ve birlikteliği kolaylaştırarak tasarımda hata riskini en aza indiren bir yöntemdir.

2.2.2. Yapı Bilgi Modellemesi Sisteminin Amacı ve Önemi

Günümüzde teknolojinin değişimiyle birlikte mühendislik ve mimari alanda birbirine benzer araçları yapı tasarımında kullanılmıştır. Yapı tasarımında kullanılan geleneksel CAD yazılımının kullanımından oldukça farklıdır gözlemlenmiştir". YBM, sisteminde temel amaç, bina tasarım ve yapım sürecine katılanlar arasında ortak bir dil oluşturmaktır. Projeye katılan her uzman kendi disiplini ile alakalı bir başka husus ile ilgilenmekte, bunu kendisi için en iyi şekilde ifade etmeye çalışmaktadır (Başer, 2014).

- YBM'de aynı kaynaklara daha fazla proje tamamlanır.
- Amaca uygun tasarlanmış YBM mimar ve mühendislerin sistemine yakın bir çalışma biçimidir
- YBM, iş akışlarının verimli olmasını sağlar olmasını sağlar.
- YBM'den herkes faydalanır.
- YBM, bütün proje ekibinin koordinasyonunu sağlar.

YBM'nin ve sayısal tasarım sürecinin çok gerekli bir özelliğidir. Parametrik yapı modelleme sistemi kullanan YBM çözümleri daha koordine, güvenilir ve daha kaliteli yapı bilgisi sağlar. Kullanılan nesne CAD yazılımlarına kıyasla daha tutarlıdır.

2.2.3. Yapı Bilgi Modelleme Sisteminde Süreç

YBM, bir binayı çizgilerle dizaynını oluşturan, tasarımcının ya da işleticinin hayal gücüne ilham veren değil de binayı gerçek yapı elemanlarıyla dile getiren, tasarımcı veya işleticinin hayal gücünün gerçeğe dökülmüş bir modelini ortaya çıkarır. Her haliyle gerçekçi olan bu tasarım farklı iş bölümlerinin (elektrik, betonarme, materyal, hafriyat vs.) birlikte işlediği inşaat sektörüne müşterek bir dil getirir. Burada hedef, üniteler arasındaki iletişim eksikliği veya iletişimde aksama olmasa bile uzmanlık sahalarının farklı olması nedeniyle oluşan anlaşmazlıkları üretime katkı saplayan ya da sağlayacak birimlerin birbirleriyle kolayca anlaşabileceği bir dil ortaya çıkarmaktır. Müşterek bir dil meydana getirmek, bütün ünitelerin uzmanlık sahaları birbirinden farklı olduğundan çok kolay değildir. Bununla birlikte sadece gerçeğe yakın yapı elemanlarının örnekte ortaya konmasıyla mümkün olabilir. Bu yüzden YBM aşaması parametrik modellemeyi sisteme bütünleştirmeyi başarıyla yerine getirmiştir

2.2.3.1. Parametrik Modelleme

YBM, parametrik modellemeyi temel olarak baz alır. Burada parametrik terimden kasıt kısaca, modeli meydana getiren bütün objelerin birbirleri ile bağlantılı bir şekilde çalışmasıdır. Bu ifadeden de belirtildiği üzere de programlama hakikat de objeyi esas alan bir programlamadır. Fonksiyonlarını objelerin işleyişleri üzerine dizayn etmiştir. Bir modele ait olan bileşenler üzerinde yapılan farklı parametrik modellemelerin sonucunda başka sistem bileşenleri tarafından idrak edilmektedir. Burada ifade edilmeye çalışılan husus, örnek model üzerinde yapılacak bir değişikliğin bir başka çıktılarda da aynı dönemde farklılık oluşturacağını ve bu yeni farklılığın sonucunda kullanılan malzeme çeşidinde de değişikliklerin görüleceğidir. Güncellenen bu değişiklikler yapı elemanlarının akıllı objeler gibi hareket etmesi manasına gelir (Ofloğlu, 2009, s.15).

2.2.3.2. Akıllı Nesneler

“Modellemede kullanılan nesneler, yazılımların özelliğine göre hazır olabilir veya kullanıcı bu nesneyi baştan da yaratabilir. Burada önemli olan nesnelerin nasıl ifade edildikleridir. Bir yapı çizgilerle de ifade edilebilir, yapı elemanlarıyla da ifade edilebilir. Esası nesnelere dayanan YBM'nin en büyük avantajı nesnelere yapı elemanları olarak tanımlaması ve nesneler arasında bir bağ oluşturarak kendisinin ne olduğunu bilen akıllı nesnelere meydana getirebilmesidir. Akıllı nesneler kullanıcının isteğine bağlı olarak programlanabilir. Programlama sonucu, kullanıcı tarafından girilen uygunsuz bir bilgiyi tanır ve kullanıcıya uyarı verir” (Ofloğlu, 2009,s.16).

2.2.3.3. Veritabanı

Çağımızda yönetim işi bütün kesimlerin öncelikli mevzusu haline gelmiştir. Zira kurumlar iyi bir yönetim anlayışını ilke edindilerse, olabilecek hatalardan ve bunun getireceği zorluklarda sıyrılacaklardır. İnşaat dalında, binaların inşa aşamasından başlayarak yaşam aşamalarının yönetimi, veri teknolojilerinin desteğiyle basit ve etkili bir biçimde ortaya çıkarılır.

Buda sadece bütün ilerlemelerin ve değişikliklerin kayıt altına alınmasıyla sağlanacaktır. Günümüzde bilgisayar teknolojilerinin kullanımının çoğalması, veritabanı yaratmaya yönelik oldukça büyük bir kolaylık meydana getirmiştir. Bilgisayar platformunda dizayn edilen projelerin bilgileri veritabanında muhafaza edilir. YBM'de işlemciler standartlara uygun çizim hareketlerini üç boyutlu örnek ile birlikte aynı tesir altında gerçekleştirerek veritabanı ortaya çıkarırlar. Planda uygulanan değişiklikler bütünüyle veritabanlarına transfer edilir (Ofloğlu, 2009,s.15).

2.2.3.4. Merkezi Bilgi Saklanması

YBM tüm işlemcilerin birlikte yararlanabileceği bir dil oluşturmayı hedeflediği için bütün ortakların aynı ve aktüel bilgiye ulaşmasına yardımcı olmaktadır. Model

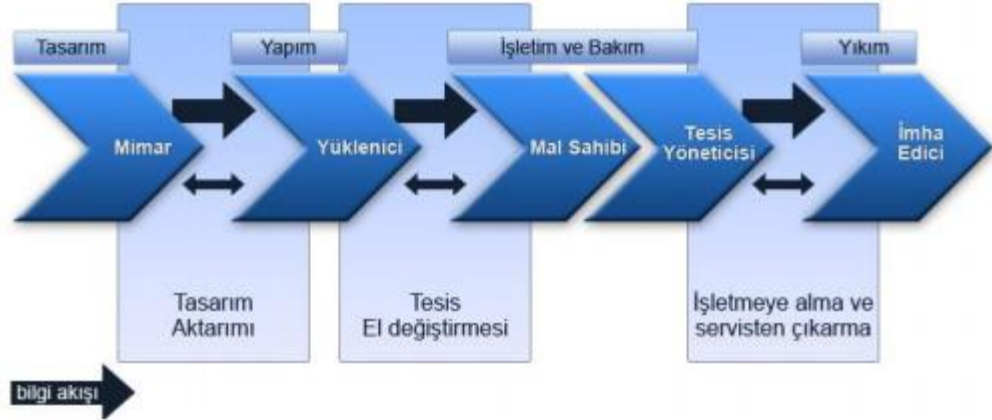
tüm iştirakçilerden ulaşan bilgilerden esinlenir. Tüm katılımcılar aynı güncel bilgilere sahip olurlar. Model, mimar, mühendis ve diğer teknik elemanlar vasıtasıyla oluşturulan bilgiyi muhafaza eder. Projenin herhangi bir aşamasında olası paradoksların önüne bu vesile ile geçilir. Katılımcı projedeki konumuna göre modelde bir hata fark ettiğın de müdahale edebilir ve uygulamada yaşanacak bir olası kriz durumunun önüne set çeker. Modelden de fark edilebileceğı gibi, YBM tüm disiplinlerin projeye ait bilgilerini sadece bir merkezde muhafaza eder. Bu da haberleşmede tek ve ortak bir dil kullanmayı gerektirecektir (Ofluoğlu, 2009,s.18).

2.2.4. Yapı Bilgi Modellemesinin Kullanım Alanları

Bugün sektörde, YBMişleyişinde pek çok bilgisayar yazılımı kullanılmaktadır. Autodesk Revit, VectorWorks, Tekla Structures, Bentley Microstation, Architect, Graphisoft Archicad, IDEA Architectural, Nemetschek Allplan, DDS-CAD gibi yazılımlar, yapı sektöründe birçok adımda ve konularda tasarımcılar, inşaat mühendisleri, mimarlar, proje yöneticileri, proje koordinatörleri ve mal sahiplerinin kesin ve doğru kararlara varıp ve çözümler üretmesine vesile olmaktadır.

YBM; Potansiyel arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını gibi unsurları grafiksel olarak göstermeye kolayca adapte edilebilir. Teknolojik açıdan gelişmiş tedarikçileri içeren projelerde, Üretim/İşyeri Çizimlerinde örneğın, model tamamladıktan sonra metal levha boru tesisatı çizimleri kolayca oluşturulabilir. Görselleştirme, Acil durumlarda planlama ve tahliye açısından büyük kolaylık sağlaması da YBM'nin kullanım alanlarına dahil edilebilir. Ayrıca YBM mekanda ölçekli olarak üretilmektedir. Bütün büyük sistemler etkileşim için görsel olarak kontrol edilebilmelidir. Bu süreçte çelik kirişler, kanallar ve duvarlar ile boru sisteminin kesişmesi kontrol edilebilir. Yapım sürecinde malzeme siparişi, imalat ve bütün bina ürünleri için teslimat programları oluşturmada etkin olarak kullanılabilir. Yazılım programlarıyla maliyet hesabı özelliğı ile oluşturulmuştur. Modelde herhangi bir değışiklik yapıldığında malzeme miktarları otomatik olarak algılanır ve değıştirilir ve özellikle Tesis yönetimi bölümleri ile YBM tadilat, mekan planlama ve bakım onarım işlemleri için kullanabilir. YBM, dizayn mertebesinden projelendirme derecesine, yapım aşamasından işletim sürecine kadar oluşturma ve işletimin her

anından istifade eden ve bu aşamaların ilerleyişinde her kademede değerlendirilebilen bir sistemdir. Projelerde bilgi dağıtım işlemi, genel yüklenici, tasarımcı, mekanik grup, mal sahibi, elektrik grup alt yüklenici ve malzeme ve makine tedarikini sağlayan kişiler arasında proje planlanması aşamasında ortaya çıkarılır. Bilgi akış sıralaması, Şekil 1’de grafikte gösterilmektedir.



Şekil.1. Bina Yaşam Dönemi Bilgi Akışı

Kaynak: Azhar, S; Hein, M and Sketo, B (2008), *Building information modeling (YBM): Benefits, risks and challenges*. McWhorter School of Building Science, Auburn University, Auburn, Alabama, USA.

YBM yukarıda belirtilen kullanıcılar arasında Şekil 1’de belirtilen, planlama, tasarım, yapım ve işletme çerçevesinde kullanılmaktadır.

YBM Handbook kitabına göre, YBM çeşitli paydaşlar için farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Bu bağlamda, projenin kritik paydaşları olan mal sahibi, mimar ve mühendis, yükleniciler için YBM’in ne amaçla kullanıldığı anlatılacaktır.

1. Mal sahibi için Yapı Bilgi Modelleme,
2. Mimar ve Mühendis için Yapı Bilgi Modelleme,
3. Yükleniciler için Yapı Bilgi Modelleme,

Mal sahibi en genel başlıkla YBM’yi aşağıda belirtilen amaçları gerçekleştirmek için kullanır: Bina performansını arttırmak, finansal riski azaltmak ve proje programını kısaltmak. Mal sahiplerinin tasarım ekipleriyle YBM’yi kullanma alanları: Program ihtiyaçlarının entegre gelişimini sağlamak, özel YBM

analizleri sayesinde program uyumunu geliştirmek, görsel simülasyonlar kullanılarak proje paydaşlarından değerli girdiler almak, hızlı bir şekilde yeniden şekillenme ve dizayn senaryolarını incelemek, tesis prosedürünün simülasyonunu yapmaktır. YBM birden fazla sahada mal sahipleri bakımından kullanım alanı: tam kapasite modellenmiş mekanik, mimari ve strüktürel sistemlerin altyapısını koordine etmek, sözleşme yönetimini sağlamak, enerji czmlleme yardımıyla enerji tüketimini en aza indirmek, model ortaya cıkarmak ve simülasyonları meydana getiren parcaların yardımıyla işletim üretkenliğini yükseltmek, YBM'nin konsept maliyet hesaplarını kullanarak projenin erken aşamalarında doğru maliyet analizlerini yapmak, YBM metraj hesap işlemleri kullanarak detaylı ama daha hızlı ayrıca daha kesin maliyet sonuçların erişmek YBM tabanlı planlama yaparak programlarla ilgili riskleri azaltmak, ayrıca tesis yönetimi alanında da mal sahipleri YBM'yi kullanırlar; Hızlı bir biçimde tesis yönetimi veri tabanını oluşturmak, YBM değer yönetimi araçları sayesinde tesis yönetimini gerçekleştirmek, tesiste güçlendirme veya onarım calışmalarını hızlı bir şekilde değerlendirmeyi sağlar. Mimar ve Mühendis için YBM, genel olarak geleneksel mimarlık hizmeti kapsamına bakıldığında; Fizibilite Calışması, ntasarım, şematik Tasarım (Avan Proje), Tasarımın Geliştirilmesi (kesin proje), Yapım Detaylarının Oluşturulması (uygulama projesi) ve Yapım Detaylarının gözden geçirilmesi olduğu bilinmektedir. YBM'nin Tasarım Süreçlerinde kullanım alanı ise: Konsept Tasarımı, Tasarım ve Analizler sürecindeki tasarımı, Yapım–detay bilgi seviyesindeki tasarım sürecidir (Eastman, Teicholz, Sacks, Liston,2011).

YBM, tasarım aşamasından projelendirme aşamasına, yapım aşamasından işletim sürecine kadar üretim ve işletimin her anından yaralanan ve bu aşamaların ilerleyişinde her aşamada yararlanılabilen bir sistemdir. Sisteme veri girişi veya değiştirilmesi kullanılan YBM yazılımlarının özelliğine bağlı olarak mümkündür. Birçok katılımcının değişik formatlardaki girdilerinin bulunduğu ve bu girdilerin proje ilerleyişine bağlı olarak sürekli revize edildiği bu sistem dinamik bir sistemdir. YBM tasarım sürecinden bina işletimine kadar ck geniş bir crevede binanın tüm varlık döngüsü içinde kullanılabilmektedir, YBM'nin kullanım alanlarını başlıca beş başlıkta incelemek mümkündür (Ofloğlu, 2009, s.21).

- 1) Tasarım sürecinde kullanım
- 2) Yapısal/Çevresel analizlerde kullanım
- 3) Bina yapım sürecinde kullanım
- 4) Bina işletiminde kullanım
- 5) CBS kapsamında kullanımı

Tasarım ve Üretim Sürecinde Kullanım:

Dizayn aşamaları mimarların faal rol oynadığı bir süreçtir. Taslakların meydana getirilmesinin ardından inşaat mühendisleri ve diğer departmanlardan da geri bildirim tedarik edilir ve de proje tasarlanır. İlk aşamada bir takım temel kararların alınması gerekmektedir. Projenin dizaynının fiziksel ve nümerik örneği oluşturulur.

Mimarlar YBM kullanımı ile dizayn ve üretim aşamalarını daha arzu edilen bir hale getirerek yapı dizaynı için çok daha fazla sorumluluğa cevap verebileceklerdir. YBM, yapı dizayn ve sistem endüstrisi adına stratejik bir yenilik getirmekte, karışık ve büyük ölçekli projelerde proje aşamalarının kontrollerini basit bir hale getirmektedir. “YBM’e geçiş, aynı zamanda kültürel bir geçiştir. Dizaynın nasıl yapılacağıın tekrar düşünülmesi ve ek olarak üretimin beraberinde dizayn süreçlerinin etkileşimli olarak işlenmeleri gibi değişimler getirmektedir” (Eastman, Teicholz, Sacks, Liston,2011). YBM mimariye kazandırdıkları 5 madde altında incelenebilir; bunlar:

Yüksek Kaliteli Tasarım: YBM bir projede tasarım sürecinde yada belgeleme sürecinde tasarım ekibine zaman kaybettiren; dokümantasyon ve metrajı otomatikleştirerek, koordineli bir şekilde oluşturmaktadır. Böylece tasarım ve diğer mimari problemler için tasarım ekibine daha fazla vakit sağlamaktadır. Projenin herhangi bir safhasında farklı tasarım alternatifleri kolaylıkla denenebilmektedir. Tasarım ekibi ile üretim ekibi YBM sayesinde proje sürecinde her an birlikte çalışabilmekte, teknik problemler ve olası detay kararlarını birlikte etkileşimli olarak verebilmektedirler. Bu sayede tutarlı bir şekilde proje gelişimi sağlanmakta ve yapılan tasarımın kalitesi yükselmektedir (Eastman, Teicholz, Sacks, Liston,2011).

Proje Süresini Geliştirerek Etkilemektedir: YBM yapı tasarımında etki ve koordinasyonu sağlama yetkisini kullanıcıya vermektedir. Zaman geçtikçe mimarlar proje süreci boyunca yaşanan gelişimi ve etkileri fark etmektedirler. YBM sayesinde yapım sürecinde hedeflenen, planlanan sonuçlar önceden anlaşılabilir hale gelebilmektedir. YBM gerçek zamanlı olarak maliyet hesaplarını yapabilme yetkisi verir. Zaman tablosu içerisinde programın incelenmesini sağlar, son dakika ortaya çıkabilecek sorunları önler. Projenin algılanabilmesi için istenilen bilgileri kullanıcıya sunar. Örneğin yüklenici kolay bir şekilde herhangi bir mekânın yerleşim planını ya da yenileme aşamalarını proje sahibine gösterebilmektedir. Müşteriye daha iyi çözümler sunmaktadır: YBM yapı endüstrisinde; uygulamalarda yapı ekibi, mal sahibi ve müşteri arasında iletişimin daha iyi olmasını sağlamaktadır. YBM araçları projelere hız, daha az maliyet ve daha yüksek kalite sağlamakta, koordinasyon bozukluklarını ortadan kaldırarak risk ve sorunları azaltmaktadır. Günümüzde bilinçli ve tam manasıyla YBM ile proje üreten firmalar rakiplerine göre daha avantajlı durumdadırlar. Mimarlar YBM sayesinde uygulamada müşteriye proje maliyetlerini, proje zaman kısaltmalarını, proje kalitesinin nasıl arttığını, bilgi paylaşımındaki güvenlik artışını gösterebilmektedirler. YBM araçları yardımıyla oluşturulan modelde sistem teknolojilerinin tasarım ekibiyle bütünleşmesi, işbirliğine dayalı çalışmayı beslemektedir. Güven ve takım çalışması artmakta, risklerle ortaya çıkan sorunlar azalmaktadır. Tasarım sürecinde karışıklıklar ve problemler belirlenerek, hızlıca çözüme ulaşılabilmektedir. Gerekli düzenlemelerin zamanında yapılması sonraki aşamalarda daha büyük sorunların oluşmaması sağlayarak, tüm sürecin gelişimine yardımcı olmaktadır (Eastman, Teicholz, Sacks, Liston,2011).

Yüksek Hız: YBM sayesinde tasarım çözümleri ve belgeleme işlemleri seri olarak yapılabilir. Tasarım sürecinin başlamasıyla birlikte tasarım ekibi için gerekli tüm dokümanlar da hazırlanmaya başlanır. Çalışma zamanları, diyagramlar, çizim aşamaları, görünüşler, kesitler, metraj listeleri, görselleştirmeler aynı süre zarfında eş zamanlı olarak ilerlemektedir. Proje dokümantasyonları otomatikleştirildiği için yapılan revizyonlar otomatik olarak her bölüme koordineli bir şekilde yansır. Tüm bunlar tasarım ekibine ekstra zaman olarak geri dönerek proje sürecinde verimi artırmaktadır (Eastman, Teicholz, Sacks, Liston,2011).

Düşük Maliyet: YBM kullanılan projelerde tasarım ekibi daha az kişiyle daha fazla proje çıkarabilmektedir. Daha az sayıdaki tasarım ekibi de daha düşük maliyet sağlamanın yanında iletişim kaybını da en aza indirir. Yapılan değişiklikler bilgisayar aracılığı ile sağlandığı için hata olma olasılığı minimize edilmiştir. Bütçe hesapları da bu sistemlerle daha kolay oluşturulabilir. Geleneksel yöntemlerle yapılanların aksine maliyet değerleri her aşamada güncellenebilmektedir. Dokümantasyon kalitesi yüksek olduğu için daha az maliyet ve zamanda inşa planlaması sağlıklı olarak ilerleyebilmektedir (Eastman, Teicholz, Sacks, Liston,2011).

2.2.4.2. Yapısal/Çevresel Analizlerde Kullanım

YBM yazılımı Autocad, SketchUp, Microstation, TurboCad, Revit, 3Dsmax, Cinema4D, Rhinoceros, İdeCAD, eQuest vb gibi analiz programları ile de veri alışverişi yapılabilmektedir.

2.2.4.3. Bina Yapım Sürecinde Kullanım

YBM tek bir dil kullanılır bu en önemli husustur. Bunun neticesinde koorsinasyon sırasında oluşabilecek hatalar en aza indirilir. Uzmanlar mimari proje firmalarından dikkatlice seçmelerini talep ederler. Maliyetin daha az olması, projenin daha çabuk teslim edilmesi için YBM süreci düzgünce seçilmelidir. Bu sistemde makinler, teçhizatlarına gelişi gidişi ile ilgili planlar yapılır, ilave ek giderler azaltılır ayrıca güvenlikle ilgili önlemlerde alınır. Bütün bunlar YBM'ye katkıda bulunur. Modeli oluşturan veriler sayesinde bir miktar veriler belirlenir bunlar maliyet analizinde bizlere yardımcı olur. Bütün bunlar gereğinden fazla malzeme kullanımını engeller. Ayrıca üç boyutlu görüntülerde incelenerek şantiye sahasında sıkıntılara anında müdahale edilir. (Ofloğlu, 2009, s.15).

YBM, aynı amacı üzerinde yoğunlaşan katılımcıların birbiri ile bilgi pay etmeleri hem kendileri adına ek olarak da projenin başarısı adına oldukça önemlidir. Bu paylaşım birbiri ile tutarsız olan mimari ve mühendislik verilerin anlaşılmasına

olanak sağlayacaktır. Birbiri ile uyum sorunu yaşayacak elemanları önceden farketme, bu doğrultuda önlem alma ve yapılacakları belirtmek önemlidir. “YBM kadar detaylı oluşturulmuşsa bu tip çelişkili kısımları bütüncül olarak algılamak daha kolaylaşacaktır. Bu prototipde hangi elemanın bir diğerinden sonra gelmesi gerektiği kolaylıkla anlaşılabilir. Proje ile ilgili iş takvimi birçok zaman örnekteki geometrik bilgiler ile eşleştirilebilmekte ve bina yapım sürecine yönelik simülasyonlar hazırlanabilmektedir” (Yitmen,2015, s.23).

2.2.4.4. Bina İşletiminde Kullanım

Bir yapının inşa edilmesi kadar işletilmesi de büyük bir önem arz etmektedir. Yüksek gökdelenler, kuleler, alışveriş merkezleri gibi büyük nüfus barındırabilecek yapılar bunlara örnek gösterilebilir. YBM’de bir veri tabanı oluşturulur. Herhangi bir tesisatın nereden geçtiği bu modellemede bulunur. İleride oluşabilecek sıkıntılara karşı gerektiğinde bu modelleme sayesinde müdahale edilir. İleride yapılabilecek sistem değişiklikleri bu modele yansır bu şekilde dinamik bir şekilde sistemin geçerliliği devam eder.(Yitmen,2015, s.24)

2.2.4.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kapsamında Kullanımı

Tesis idaresi açısından, CBS farklı ölçekte tesislerin idaresi için sahipleri ve yöneticilerince işletilmektedir. CBS bilgileri zaman, konum ve tanımlayıcı bilgiler gerektiren çok değişik sorulara yanıt vermek için kullanılabilir. Örneğin;

- Bölümlere göre çalışan başına düşen ortalama alan (m²) nedir?
- Gelecek ay denetlenmesi gereken yangın söndürücüler nerededir?
- Güvenlik açısından bir sorun oluştuğunda (yangın, doğal afet vs.) acil çıkış kapılarının odalara ya da birimlere olan uzaklığı,
- Engelliler için acil durumlarda yapıyı terk ediş yollarının en kısa olanı
- Deprem durumunda toplanma alanlarına olan en kısa mesafenin belirlenmesi gibi bilgilerin modelde görsel olarak görülebilmesi ve

planlama yapmayı kolaylaştırması yapının yönetiminde büyük kolaylık sağlayacaktır.

2.2.5. Yapı Bilgi Modelleme Uygulamaları

YBM uygulamalarını Tsung-Shi Liu (2011) aşağıdaki alt başlıklara ayırmışlardır:

Nesneye Dayalı Tasarım (Object-Oriented Design) Nesnelere dayalı olan dizayn tekniklerine sahip olduğundan, eğrisel ve karmaşık dizaynların yapılmasına imkan sağlar. Bu nedenle mimari ürünler özgündürler, her bir ögenin YBM ile fiziksel özellikleri de düzenlenebilir. Otomatik metraj çıkartması: Modellemede, geometrik bilgiler bulunduğu için kesin miktarlar otomatik olarak hesaplanır ve herhangi bir değişiklik durumunda güncellenir. YBM de yapısal olarak maliyet hesaplanması özelliği bulunur.

Uyuşmazlık Alarmı (Clash Detection): YBM araçları sayesinde modellemedeki objeler arasındaki uyumsuzluk durumu modelde ilgili objelerin farklı renge bürünmesiyle ortaya çıkar.

3D Simülasyonlar: Değer Mühendisliği çalışmaları yapılarak alternatif simülasyonlar denenebilir. Örneğin, inşa edilebilirlik simülasyon çalışmaları vb.gibi.

Yapım Yönetimi: YBM araçları kullanılarak zaman ve maliyet arasında bağlantı sağlanır.

Yapım Sırası: YBM bütün yapı bileşenleri için, yapım sırasına göre malzeme siparişi, üretim ve teslim programının yapılması, etkinliğin ve koordinasyonun etkinleştirilmesi amacıyla kullanılabilir.

Yaşam Süresi Çalışmaları: Bina sürdürülebilirlik analizleri (6D), enerji korunumu, karbon tüketiminin azaltılması LEED çalışmaları yapılabilir.

Koordinasyon ve Entegrasyon: YBM ana modellemesi birçok alt modelin birleşmesinden oluşmaktadır. Bunlar, mimari, strüktürel, elektrik ve mekanik

modeller olabilir. Her model farklı yerlerde oluşturulabilir; ancak ağ üzerinden koordinasyon sağlanarak ana modele entegre edilebilirler.

Otomatik Proje Şartnamesi Oluşturma: Belli başlı üç kod sistemi olan, CSI Uniformat, CSI Masterformat ve Omniclas kullanılarak inşaat ve ürün teknik şartnameleri oluşturulur.

İşletme ve Bakım Yönetimi: Model tesis yönetimi ve değer yönetimine adapte edilebilir. Tesis yönetimi yenileme çalışmaları, boş alanların planlaması, bakım çalışmaları için kullanılır.

Bilgi Koruma Özelliği: Kâğıt bazlı teslim sistemi süreçlerinde farklı aşamalarda bilgiler arasında boşluklar ortaya çıkabilir, bu probleme etkin çözüm olarak YBM kullanılabilir.

2.3. Yapı Bilgi Modelleme Araçları

YBM farklı paydaşlar tarafından, farklı detay seviyelerinde çeşitli yazılım araçları kullanılmasıyla oluşturulmaktadır. YBM araçları kullanılarak oluşturulan modelleri;

- Yapım (Şantiye) (Genel durum- yerleşim, binalar, peyzaj)
- Mimari Model (Duvarlar, döşeme, çatı, sirkülasyon, özel eşyalar, vb. gibi)
- Strüktürel Model (Strüktür Sistemleri)
- Mekanik, Elektrik ve Tesisat Modelleri
- Yangından Koruma Modeli
- Özel Modeller (Ekipmanla ilgili, Özel bitiş detaylarıyla ilgili, geçici inşaat-kalıp işleri, yapı iskelesi gibi) Bu bölümde YBM modellerin oluşturulmasını sağlayan YBM araçları genel olarak aşağıda listelenmektedir (Kymmell, 2008, s.6).

YBM yaygın kullanım araçları;

Revit (Revit Structure, Revit MEP, Acotect, EnergyPlus, Mental Ray, Archibus)	Mimari tasarım, Strüktürel tasarım, mekanik ve Elektrik çizimler, Enerji, görselleştirme, Tesis Yönetimi
Bentley Systems	Mimari, Mühendislik, Altyapı ve Yapım İşleri
ArchiCAD	Mimari Tasarım Digital Project Detaylı Mimari Tasarım, uçak-uzay sektöründe, otomotiv sektöründe
Vectorworks	Mimari tasarım, ürün tasarımı, iç tasarım, aydınlatma tasarımı, makine tasarımı
Tekla Structures	Strüktürel Tasarım ve Analizler
Dprofiller	Maliyet Tahmini, Sequencing, Saha Analizi, Enerji Simülasyonu
Auto-CAD-Based Application	Mimari tasarım, Mekanik&Elektrik, Mühendisler, için kullanılabilen farklı sürümleri mevcuttur.

2.4. Yapı Bilgi Modelleme Kullanımının Faydaları

İnşaat sektöründe, yapıların karmaşıklığı, belirsiz hali, performans çözümlenmesi, maksatı hususunda büyük gelişimler elde etmesini sağlayan YBM'nin en önemli faydası, entegre edilmiş veri dünyasında binanın çeşitli parçalarının geometrilerini net bir şekilde ortaya koymasındadır (CRC Construction Innovation 2007). YBM Handbook (2011) kitabından faydalanılarak gruplandırılan YBM kullanımının faydaları aşağıdaki başlıklarda sıralanabilir:

Yapım öncesi mal sahibine sonrasında Konsept, Fizibilite ve tasarım aşamalarında, binanın performans ve kalitesini arttırmasında, Bütünleşik Proje Teslim Sistemi'ni (IPD) kullanması nedeniyle işbirliğini geliştirmesinde, Tasarım sürecin de ise tasarıma ait daha erken safhalarda ve daha kesin görseller oluşturmayı sağlar, tasarımda değişiklikler yapıldığında otomatik olarak bilgilerde düzeltme yapar, tasarımın herhangi bir aşamasında doğru ve uyumlu iki boyutlu çizimler üretilmiş olur ayrıca birçok tasarım disiplini arasında önceden iş birliği sağlanmış

olur. Böylelikle tasarım amacının doğrulanması çok daha kolay olur ve tasarım aşamasında maliyet tahminleri oluşturulabilir enerji etkinliği ve sürdürülebilirlik geliştirilir. Yapım ve üretim süreci faydaları ise; Tasarım Modeli üretilen elemanlar için temel alınır, tasarım değişimlerine çabuk karşılık verme, tasarım hataları ve eksiklikleri yapım öncesinde saptama gibi hatta planlamaya ve ihale sistemiyle uyumunun sağlanmasında faydalıdır. Yapım süreci sonrası faydaların da ise; Tesis yönetim bilgilerinin çabuk oluşmasını sağlama ve tesislerin daha iyi yönetim ve işletmesini sağlar (Handbook,2011).

2.5. Yapı Bilgi Modelleme Adaptasyonu

YBM proje ortaklıklarında ve şirketlerde uyarlamasının sağlanabilmesi için YBM proje planlamasının yapılması ve buna göre iş akışının oluşturulması gerekmektedir. Söz konusu adaptasyona rehberlik yapmak, proje ekibinin YBM stratejilerini ve YBM uygulama planını oluşturmalarını sağlamak için building SMART alliance (bSa) tarafından YBM Proje Uygulama Planlaması Rehberi (Yapı Bilgi Modelleme Project Execution Planning Guide) ve Autodesk tarafından YBM Yayılım Planı (YBM Deployment Plan) geliştirilmiştir. Buradaki hedef YBM adaptasyonunu sağlarken YBM etkinlik ve etkililiğini üst düzeyde gerçekleştirmektir. YBM Proje Uygulama Planlaması Rehberi aşağıda açıklanan süreçlerle oluşturulmaktadır: Projede YBM kullanımının amacının tanımlanması: YBM'nin projedeki öneminin açıkça belirtilmesi, proje paydaşlarının YBM'yi kullanmadaki hedeflerini tanımlaması gerekmektedir. YBM uygulama süreçlerinin tasarlanması: Öncelikle genel bir süreç haritası hazırlanması yoluyla süreç içerisindeki bütün proje paydaşlarının birbirleriyle ilişkilerinin görmelerini, hangi aşamada devreye gireceklerini algılamaları açısından kritik öneme sahiptir. Süreç geliştirildikçe daha özel süreçlere ait ilişki prosedürleri hazırlanır. Bilgi alışverişinin geliştirilmesi: Oluşturulan YBM çıktılarının paydaşlar arasındaki paylaşımının gösterilmesidir. Oluşturulan paylaşım haritasına göre hangi paydaşın hangi bilgiyi ne zaman paylaşacağı belirlenmiş olur. Bu şekilde iletişim probleminden kaynaklanan sorunlar azaltılır. YBM uygulamasını destekleyen altyapıların tanımlanması: Teslim sistemlerinin tanımlanması, sözleşmelerin oluşturulması, iletişim prosedürleri ve

teknolojik altyapının tanımlanması, yüksek kaliteli modellerin oluşması için kalite kontrol prosedürlerinin oluşturulmasıdır (Eastman, Teicholz, Sacks, Liston,2011).

Özetle, YBM kullanımına engel olan faktörler, genel anlamda YBM'nin içeriğinden ve sektörde sebep olduğu büyük farklılıktan kaynaklanmaktadır. Etkin YBM uygulaması, yapım sektöründeki süreç içindeki her seviyede önemli değişiklikleri gerektirip, sadece yeni bir yazılım programı uygulamalarını öğrenmekle kalmaz, iş akışının yeniden oluşturulması, personelin eğitilmesi, sorumlulukların nasıl dağıtılacağı ve binanın modelleme şeklinin de değiştirilmesini gerektirir. Bu sebeple iyi organize olmamış şirketlerin YBM'ye uyumu zor ve geç olmaktadır.

3. ANKET ÇALIŞMASI

Bu bölümde araştırmaya yön veren atıksu arıtma tesislerinde kullanılan YBM yazılımları kullanılarak atıksu arıtma tesisi inşaatı projesindeki disiplinler arası koordineyi nasıl sağladığı incelenmektedir.

YBM, yazılımların da yardımıyla proje yönetimine de büyük katkı sağlayabilir. Gerekli olan malzemeler, hangi malzemedен nereye ne kadar kullanılacağı, modelleme aşamasında (daha sonra da değiştirilebilmektedir) belirlenen standartlar çevresinde tespit edilebilmektedir. Sonuç olarak elde edilen eksiksiz ve doğru veriler de hak edilmişlere girdi olarak kullanılabilir. Yapı denetiminde veri olarak da kullanılabilmesi için hem hızlı hem de güvenilir bir denetim sağlanmış olur.

Klasik sistemler ile yapılan yanlışlıklardan dolayı oluşan gereksiz dokümantasyon ve hatta uygulamadaki hatalar bu sistem ile minimuma indirilebilir. Projede olası detay değişiklikler kolayca güncellenebilir, 3B modelde anında görüntülenebilir ve istenildiği anda detayların çıktıları çok kısa bir süre içerisinde alınabilir, Bu sayede tasarımcıyı gereksiz iş yükünden kurtardığı söylenebilir. Yapının çevresi de 3B olarak modellenerek, tasarımcı, uygulamacı ve müşteri açısından daha güvenilir bir ticaret meydana getirilebilir.

Bu kadar kolaylık ve güven verebilecek yazılımların sayısının artması ve kullanımının yaygınlaştırılması, proje yönetimine ve inşaat sektörüne şüphesiz katkı sağlayacaktır. Türk inşaat sektöründe faaliyet gösteren firmalar tarafından YBM' nin benimsenmesi, sistem ve sisteme hizmet eden yazılımların üzerinde gerekli olan iyileştirmelerin de yapılmasına katkıda bulunacaktır.

3.1. Anket Soruları, Verilen Cevaplar ve Yorumlar

Çalışma kapsamında kaynak taramasından elde edilen bilgiler ışığında Ek-1'deki anket soruları oluşturulmuş ve Türk inşaat sektöründe faaliyette bulunan şirketlerin bir kısmına telefonla görüşme yoluyla, bir kısmıyla yüzyüze görüşmeyle, bir kısmıyla da mail yoluyla uygulanmıştır. Anket, YBM'yi ve yazılımlarını kullanan kuruluşlar ile kullanmayan kuruluşlara ayrı ayrı uygulanmıştır. Çıkan sonuçlar birbiri

ile kıyaslanarak YBM de kullanan ve henüz kullanmayan şirketler arasındaki fark incelenmektedir.

Anket 3 kısımdan meydana gelmektedir. İlk kısımda katılımcıların YBM'nin faydaları hakkındaki görüşlerini incelemeye yönelik hazırlanmıştır. YBM'nin olumları yanlarından, neden tercih etme sebepleri araştırılmıştır. İkinci kısım sorularda ise "YBM'nin kullanım alanları" ile ilgili sorunlardan oluşuyor. Üçüncü kısım sorularla da çalışmaya yön veren ve sonuca ulaşmaya yönelik sorular hazırlanmıştır. "YBM sürecinin şirketler ve kurum tarafından değerlendirilmesi" araştırılmıştır. Alınan yanıtlara göre YBM sürecinin nasıl işlediğine fikir vermektedir.

İlk kısımda katılımcıların YBM'in faydaları hakkındaki görüşleri 3 farklı kurumdan alınarak likert ölçeği üzerinden yapılan skora sonucunda Ki-Kare bağımsızlık testi ile kurumlardan alınan cevapların değerlendirilecektir.

İkinci kısımda katılımcıların YBM'in kullanım alanları hakkındaki görüşleri çeşitli fikirleri alınarak sorularla güçlendirilerek Ki-kare istatistiğine göre verilen cevaplar değerlendirilecektir.

Üçüncü ve son kısımda ise YBM'e geçiş süreci değerlendirilmesi Ki – Kare istatistiğine göre değerlendirilerek binom testi ile "Evet" "hayır" olasılık güven aralığı bulunmaktadır.

3.2. Anket Sorularına Yanıtlar

Anketin ilk bölümünde YBM'yi hem kullanan hemde kullanmayan şirketler tarafından verilen yanıtların verileri tablolara işlenmiş ve likert ölçeğiyle analiz edilmektedir. Bu çalışma ile arıtma tesisleri ile ilgilenen kuruluşların YBM ile ilgili düşünceleri araştırılmış, avantaj ve dezavantajları belirlenmeye çalışılmış ve kullanımı ile birlikte ne amaçlı kullanıldığının bilgisi elde edilmiştir. İnşaat sektöründe, YBM'nin hangi sorunlara çözüm olabileceği incelenecektir.

3.3. Analiz Sonuçları

A, B ve C şeklinde ayrılan anket üç farklı kurum tarafından doldurulmaktadır. Analizler bu üç kurumdan gelen yanıtların arasındaki farklılık ve genel alınan tüm yanıtlar üzerinden yorumlanmaktadır. Aşağıda ankette katılımcılara yöneltilen sorular gösterilmektedir.

Tablo.1. Katılımcıların YBM'in Faydaları Hakkındaki Görüşler

A KISMI: Katılımcıların YBM'in Faydaları Hakkındaki Görüşler	
A1	YBM yazılımı daha verimli bir üretim süreci ortaya koymakta mıdır?
A2	YBM tasarım programı yapılan işin sürecini tam olarak yansıtır mı?
A3	YBM yazılımıyla tekrarlanan çizim işleri azalır mı?
A4	Kullanılan YBM yazılımları tasarım problemlerinin çözümünde tek başına çözüm olabilir mi?
A5	Yapılan projelerde YBM etkin olarak kullanılmakta mıdır?
A6	Proje uygulama sırasında YBM'in kullanılması tarafların projenin üzerindeki kontrolünü artırır mı?
A7	YBM'in kullanılması iş kapsamı değişikliği gündeme geldiğinde tarafların adaptasyon hızını artırır mı?
A8	YBM kullanılması proje yönetimi etkinliğini artırır mı?

Tablo.2. Katılımcıların YBM'in Kullanım Alanları Hakkındaki Görüşleri

B KISMI: Katılımcıların YBM'in Kullanım Alanları Hakkındaki Görüşleri	
B1	Sürdürülebilir projelerde YBM etkin olarak kullanılır mı?
B2	YBM sürdürülebilir projelerde tasarımda kullanılmakta mıdır?
B3	YBM Tasarım sürecinde kullanılır mı?
B4	YBM Yapısal analizlerde kullanılır mı?
B5	YBM Coğrafi bilgi sistemleri ile birlikte kullanılır mı?
B6	YBM atık su arıtma tesisi sistemleri kapsamında kullanılır mı?

Tablo.3. YBM'e Geçiş Sürecinin Değerlendirilmesi

C KISMI: YBM'e Geçiş Sürecinin Değerlendirilmesi	
C1	Sizce YBM sürecine geçiş zor olur mu?
C2	5 sene içerisinde YBM'e geçiş düşünüyor musunuz?
C3	YBM'i şartnameye koymak için hazırlıklar var mı?
C4	Üst yönetimin YBM'i desteklediğini düşünüyor musunuz?
C5	YBM, şirkette kullanılmaya başlandığı zamanlarda maliyet artışına sebep olur mu?
C6	YBM, şirkette kullanılmaya başladığı ilk zamanlarda üretkenlik kaybına sebep olur mu?
C7	YBM'in kullanılması şirkette rekabet avantajı sağlar mı?
C8	YBM klasik iş akışını etkiler mi?
C9	YBM verimliliği artırır mı?
C10	Yapılan projelerde YBM etkin olarak kullanılmakta mıdır?

A KISMI: Katılımcıların YBM'in Faydaları Hakkındaki Görüşleri

Frkans Tabloları ve Ki-Kare Testi

Aşağıdaki tabloda, likert ölçeği üzerinden yapılan skorlama sonucu A kısmı için elde edilen tanımlayıcı istatistikler gösterilmektedir.

Tablo.4. Katılımcıların YBM'in Faydaları Hakkındaki Görüşleri Frekans Tabloları ve Ki-Kare Testi

Skor Özetleri	Min	Max	Medyan	Ortalama Skor
A1	2	5	4	4.3
A2	2	5	4	4.167
A3	3	5	4	3.85
A4	3	5	4	4.33
A5	1	5	4	3.778
A6	3	5	4	4.35
A7	2	5	4	4.2
A8	3	5	4	4.4

Tablo.4’de (A1) Katılımcılara yöneltilen “YBM yazılımı daha verimli bir üretim sürecine ortaya koymakta mıdır?” sorusunda elde edilen ortalama değer “4.3” olarak tespit edilmiştir. Katılımcıların ana yüklenici, taşeron yada İSKİ kurumuna bağlı olması sorulara verilen yanıtları etkilemekte olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo.4’de (A2) Katılımcılara yöneltilen “YBM tasarım programı yapılan işin sürecini tam olarak yansıtır mı?” sorusunda elde edilen ortalama değer “4.16” olarak tespit edilmiştir. Bu sonuca İSKİ Kurumu ve taşeronlarda görev yapan katılımcıların daha etkin cevap verdiği gözlemlenmiştir.

Tablo.4’de (A3) Katılımcılara yöneltilen “YBM yazılımıyla tekrarlanan çizim işleri azaltır mı?” sorusunda elde edilen ortalama değer “3,85” olarak tespit edilmiştir. Katılımcılara yöneltilen bu soru da katılımcıların eksik gözlemleri çok olduğu için bu analize katılmamıştır.

Tablo.4’de (A4) “Kullanılan YBM yazılımları tasarım problemlerinin çözümünde tek başına çözüm olabilir mi?” sorusunda elde edilen ortalama değer “4,33” olarak tespit edilmiştir. Katılımcıların ana yüklenici, taşeron yada İSKİ kurumuna bağlı olmasının sorulara verilen yanıtları etkilemekte olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo.4’de (A5) “Yapılan projelerde YBM etkin olarak kullanılmakta mıdır?” sorusunda elde edilen ortalama değer “3,77” olarak tespit edilmiştir. Katılımcılara yöneltilen bu soru da katılımcıların eksik gözlemleri çok olduğu için bu analize katılmayacaktır.

Tablo.4’de (A6) “Proje uygulama sırasında YBM’nin kullanılması tarafların projenin üzerindeki kontrolünü artırır mı”, sorusunda elde edilen ortalama değer “4,35” olarak tespit edilmiştir. Taşeron firmada çalışan katılımcılar bu soruya kesin olarak katılırken yüklenici firma katılımcıları bu yanıtların içinde kararsız oldukları gözlemlenmiştir. Katılımcıların ana yüklenici, taşeron ya da İSKİ kurumuna bağlı olmasının sorulara verilen yanıtları etkilemekte olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo.4’de (A7) “YBM’in kullanılması iş kapsamı değişikliği gündeme geldiğinde tarafların adaptasyon hızını artırır mı?” sorusunda elde edilen ortalama

değer “4,2” olarak tespit edilmiştir. Katılımcıların ana yüklenici, taşeron yada kurumuna bağlı olması sorulara verilen yanıtları etkilemekte olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo.4’de (A8) “YBM’nin kullanılması proje yönetimi etkinliğini artırır mı?” sorusunda elde edilen ortalama değer “4,4” olarak tespit edilmiştir. Katılımcıların ana yüklenici, taşeron yada kurumuna bağlı olması sorulara verilen yanıtları etkilemekte olduğu gözlemlenmiştir.

Ki-Kare Bağımsızlık Testi ile Kurumlardan Alınan Cevapların Değerlendirilmesi

YBM tasarım programı yapılan işin sürecini tam olarak yansıtır. 3 farklı kurumdan alınan likert ölçekli cevapların, kurumlara bağımlı mı yoksa bağımsız mı, yani katılımcıların verdiği cevaplar, kurumlarından etkilenmekte mi test edilecektir.

Aşağıda bulunan sonuçlar %95 güven düzeyine göre değerlendirilmiştir. A3 ve A5 soruları eksik gözlemleri çok olduğu için bu analize katılmayacaktır.

Tablo.5. YBM Yazılımı Daha Verimli Bir Üretim Sürecini Ortaya Koymakta mıdır? Frekans Tabloları ve Ki-Kare Testi “A1”

A1	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
Hiç Katılmıyorum	0	0	0	0
Katılmıyorum	1	0	0	1
Kararsızım	1	1	0	2
Katılıyorum	5	4	5	14
Tamamen Katılıyorum	3	5	5	13
Sutun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	3.7582	6	0.7094	

Ki-kare istatistiğine göre A1 sorusu için, verilen cevapların kurumlara bağımlı olmadığı gözlemlenmiştir. Yani kurumlar yanıtlara etki ediyor denilememektedir.

Tablo.6. YBM Tasarım Programı Yapılan İşin Sürecini Tam Olarak Yansıtır mı?
Frekans Tabloları ve Ki-Kare Testi “A2”

A2	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
Hiç Katılmıyorum	0	0	0	0
Katılmıyorum	1	0	0	1
Kararsızım	5	1	0	6
Katılıyorum	2	4	4	10
Tamamen Katılıyorum	2	5	6	13
Sütun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	11.8	6	0.0658	

Ki-kare istatistiğine göre A2 sorusu için, verilen cevapların kurumlara bağımlı olmadığı gözlemlenmiştir. Yani kurumlar yanıtlara etki ediyor denilememektedir.

Tablo.7. Kullanılan YBM Yazılımları Tasarım Problemlerinin Çözümünde Tek Başına Çözüm Olabilir Mi? Frekans Tabloları Ve Ki-Kare Testi “A4”

A4	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
Hiç Katılmıyorum	0	0	0	0
Katılmıyorum	0	0	0	0
Kararsızım	2	1	1	4
Katılıyorum	4	4	4	12
Tamamen Katılıyorum	4	5	5	14
Sütun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	0.64286	4	0.9582	

Ki-kare istatistiğine göre A4 sorusu için, verilen cevapların kurumlara bağımlı olmadığı gözlemlenmiştir. Yani kurumlar yanıtlara etki ediyor denilememektedir.

Tablo.8. Proje Uygulamasında YBM'nin Kullanılması Tarafların Projenin Üzerindeki Kontrolünü Arttırır mı? Frekans Tabloları ve Ki-Kare Testi "A6"

A6	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
Hiç Katılmıyorum	0	0	0	0
Katılmıyorum	0	0	0	0
Kararsızım	4	1	1	5
Katılıyorum	3	6	0	9
Tamamen Katılıyorum	2	3	8	13
Sütun Toplam	9	10	9	28
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	13.805	4	0.007946	

Elde edilen Ki-Kare istatistiğine göre katılımcıların verdiği cevaplar kurumlara %95 güven ile kurumlara bağımlıdır.

Yani verilen cevaplar katılımcıların kurumlarından etkilenmektedir. Bu etkiyi incelediğimizde bu soru için "Taşeron"dan katılan katılımcıların çoğu diğer kurumlara göre daha çok "Tamamen Katılıyorum" şeklinde işaretleme yapmıştır ve tespit edilen etki bu durumdan kaynaklanmaktadır.

Tablo.9. YBM'in Kullanılması İş Kapsamı Değişikliği Gündeme Geldiğinde Tarafların Adaptasyon Hızını Arttırır mı? Frekans Tabloları ve Ki-Kare Testi "A7"

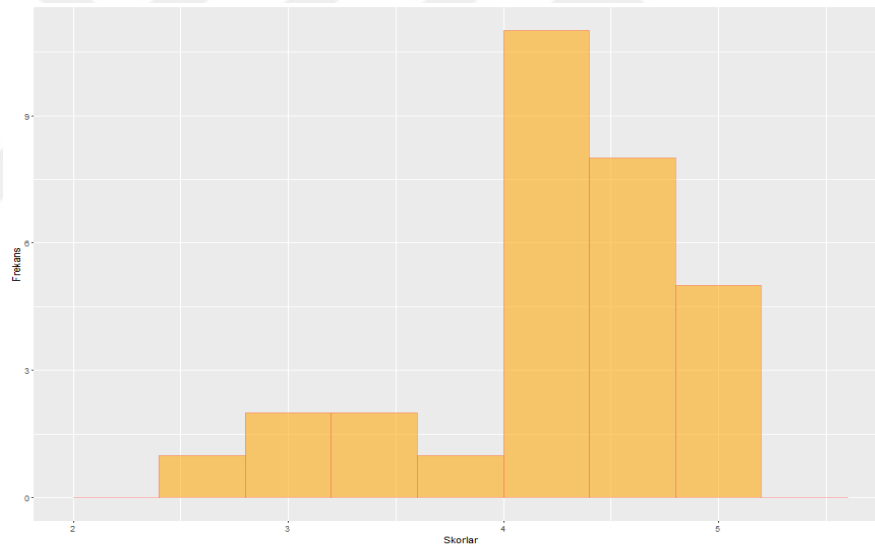
A7	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
Hiç Katılmıyorum	0	0	0	0
Katılmıyorum	1	0	0	1
Kararsızım	3	1	0	4
Katılıyorum	3	6	4	13
Tamamen Katılıyorum	3	3	6	12
Sütun Toplam	10	10	10	28
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	8.0769	6	0.2325	

Ki-kare istatistiğine göre A7 sorusu için, verilen cevapların kurumlara bağımlı olmadığı gözlemlenmiştir.

Tablo.10. YBM'nin Kullanılması Proje Yönetimi Etkinliğini Arttırır mı? Frekans Tabloları ve Ki-Kare Testi “A8”

A8	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
Hiç Katılmıyorum	0	0	0	0
Katılmıyorum	0	0	0	1
Kararsızım	1	1	0	4
Katılıyorum	4	6	4	13
Tamamen Katılıyorum	5	3	6	12
Sütun Toplam	10	10	10	28
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	2.5714	4	0.6319	

Ki-kare istatistiğine göre A8 sorusu için, verilen cevapların kurumlara bağımlı olmadığı gözlemlenmiştir.



Şekil.2. A Kısmı İçin Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı

Yukarıdaki histogram grafiğinde, A kısmı için katılımcılardan alınan yanıtların ortalama değerlerinin skorlar üzerindeki dağılımı gösterilmiştir. Şekil 2’de sola çarpık şekildedir yani yoğunlaşma “Katılıyorum” ve “Tamamen Katılıyorum” (4 – 5) arasında oluşmuştur. Bu durum da bize katılımcıların YBM’in kurumlar için faydalı olduğunu göstermektedir. (Skorlar=Hiç Katılmıyorum:1, Katılmıyorum:2, Kararsızım: 3, Katılıyorum: 4, Tamamen Katılıyorum: 5).

A Kısımında yapılan işaretlemeler sonucunda her soru için elde edilen ortalama değerler üzerine t testi uygulanmıştır ve aşağıdaki sonuçlar gösterilmiştir.

Tablo.11. A Kısımından Elde Edilen Değerlerin “T Testi” Uygulaması Sonuçları

Min	Max	Ortalama	Standart Sapma
2.750	5	4.203	0.623
Test Değeri	%95 Güven Aralığı		p-değeri
3	Alt Sınır	Üst Sınır	0.000
	3.97	4.43	

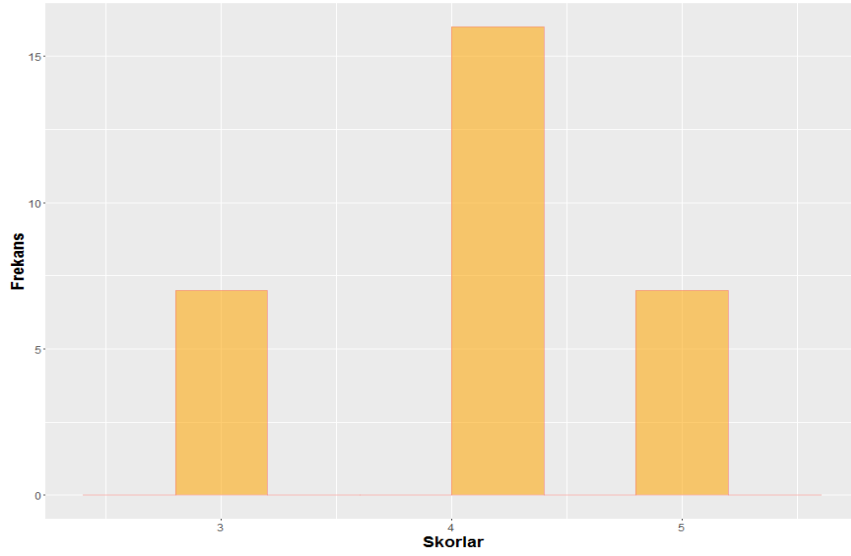
T testi sonuçlarına göre, test değeri 3 ve üst sınırı alındığı da (Kararsızım ve Üstü) %95 güven ile katılımcılara yöneltilen sorular doğrultusunda popülasyonda kurumlarda YBM'nin uygulanması hakkında olumlu düşüncelerin mevcut olduğu değerlendirilmiştir.

B KISMI: Katılımcıların YBM'nin Kullanım Alanları Hakkındaki Görüşleri

Tablo.12. Sürdürülebilir Projelerde YBM Etkin Olarak Kullanılır mı? “B1”

B1	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
Hiç Katılmıyorum	0	0	0	0
Katılmıyorum	0	0	0	0
Kararsızım	3	1	3	7
Katılıyorum	6	4	6	16
Tamamen Katılıyorum	1	5	1	7
Sütun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	6.2143	4	0.1837	

Ki-kare istatistiğine göre B1 sorusu için, verilen cevapların kurumlara bağımlı olmadığı gözlemlenmiştir. Yani verilen cevaplarda kurumlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Alınan yanıtların dağılımı aşağıda gösterilmiştir. (Skorlar=Hiç Katılmıyorum:1, Katılmıyorum:2, Kararsızım:3, Katılıyorum:4, Tamamen Katılıyorum:5)



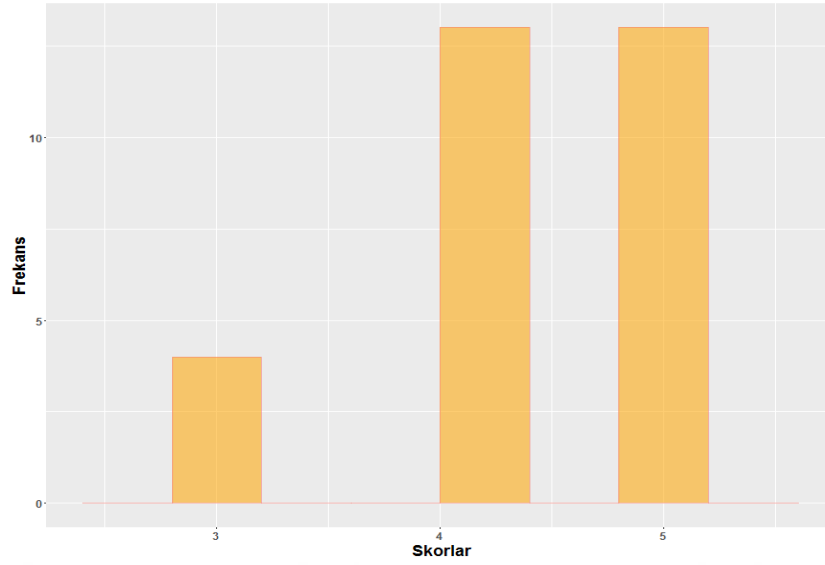
Şekil. 3. B1 Kısmı İçin Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı

Cevapların dağılımı incelendiğinde B1: “Sürdürülebilir projelerde YBM etkin olarak kullanılır.” sorusu için katılımcılar yoğunlukla “Katılıyorum” olarak işaretleme yapmıştır. Ankete katılan katılımcıların büyük bir çoğunluğu sürdürülebilir projelerde YBM’nin etkin bir şekilde kullanılabilirdiği görüşündedir. Az sayıda katılımcı kararsız görüş bildirdiği gözlemlenmiştir.

Tablo.13. YBM Sürdürülebilir Projelerde Tasarımda Kullanılmaktadır? “B2”

B2	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
Hiç Katılmıyorum	0	0	0	0
Katılmıyorum	0	0	0	0
Kararsızım	3	1	0	4
Katılıyorum	5	4	4	13
Tamamen Katılıyorum	2	5	6	13
Sütun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	5.65	4	0.22	

Ki-kare istatistiğine göre B2 sorusu için, verilen cevapların kurumlara bağımlı olmadığı gözlemlenmiştir. Yani verilen cevaplarda kurumlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Alınan yanıtların dağılımı aşağıda gösterilmiştir.



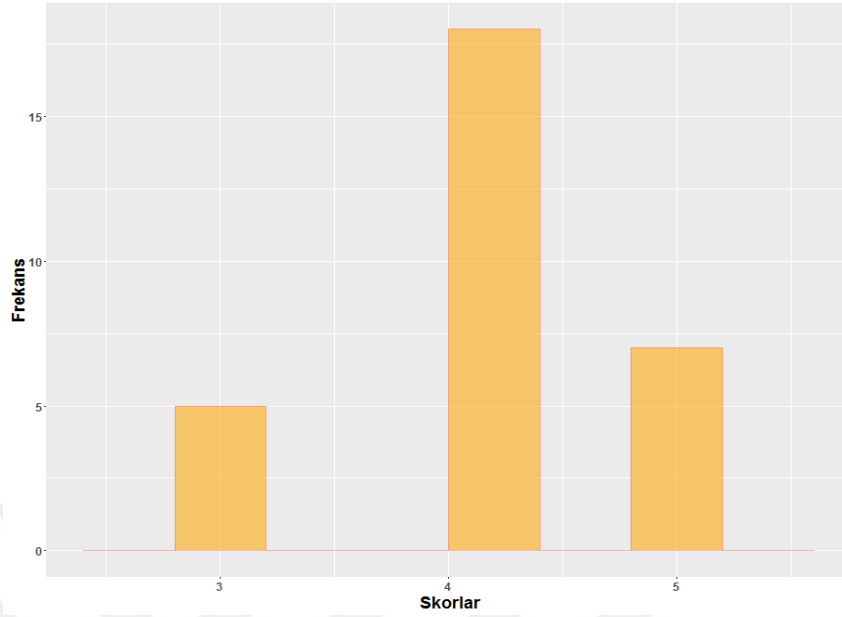
Şekil.4. B2 Kısmı İçin Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı

Yukarıda bulunan dağılım grafiğine göre B2: “YBM sürdürülebilir projelerde tasarımda kullanılmaktadır.” Sorusu için katılımcılar yoğunlukla “Katılıyorum” ve “Tamamen Katılıyorum” olarak işaretleme yapmışlardır. İSKİ ve taşeron ekiplerden alınan cevaplara baktığımızda YBM’in sürdürülebilir projelerde tasarımda kullanılabilir olduğunu daha yoğun bir şekilde desteklendiği gözlemlenmiştir.

Tablo.14. YBM Tasarım Sürecinde Kullanılmakta mıdır? “B3”

B3	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
Hiç Katılmıyorum	0	0	0	0
Katılmıyorum	0	0	0	0
Kararsızım	3	1	1	5
Katılıyorum	6	4	8	18
Tamamen Katılıyorum	1	5	1	7
Sütun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	7.5048	4	0.1115	

Ki-kare istatistiğine göre B3 sorusu için, verilen cevapların kurumlara bağımlı olmadığı gözlemlenmiştir.



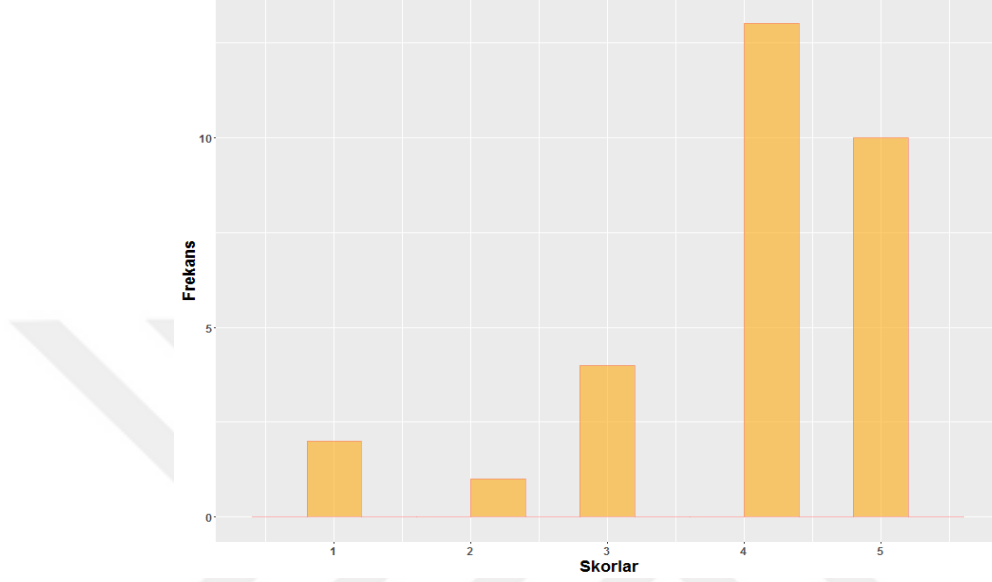
Şekil.5. B3 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı

Yani verilen cevaplarda kurumlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Alınan yanıtların dağılımı aşağıda gösterilmiştir. Yukarıda bulunan dağılım grafiğine göre B3: “BIM Tasarım sürecinde kullanılır.” Sorusu için katılımcılar yoğunlukla “Katılıyorum” olarak işaretleme yapmışlardır. YBM tasarım sürecinde kullanılır anket sorusuna katılımcılar gelen itibariyle tamamen katılmak yada katılmak şeklinde cevaplar vermişlerdir. İSKİ kurumunda çalışanların bu sorulara daha net cevap vermiş olduğunu gözlemlenmiştir.

Tablo.15. YBM Yapısal Analizlerde Kullanılır mı? “B4”

B4	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
Hiç Katılmıyorum	2	0	0	2
Katılmıyorum	1	0	0	1
Kararsızım	3	1	0	4
Katılıyorum	3	4	6	13
Tamamen Katılıyorum	1	5	4	10
Sütun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	13.177	8	0.1059	

Ki-kare istatistiğine göre B4 sorusu için, verilen cevapların kurumlara bağımlı olmadığı gözlemlenmiştir. Yani verilen cevaplarda kurumlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Alınan yanıtların dağılımı aşağıda gösterilmiştir.



Şekil.6. B4 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı

Yukarıda bulunan dağılım grafiğine göre B4: “YBM Yapısal analizlerde kullanılır.” Sorusu için katılımcılar yoğunlukla “Katılıyorum” ve “Tamamen Katılıyorum” olarak işaretleme yapmışlardır.

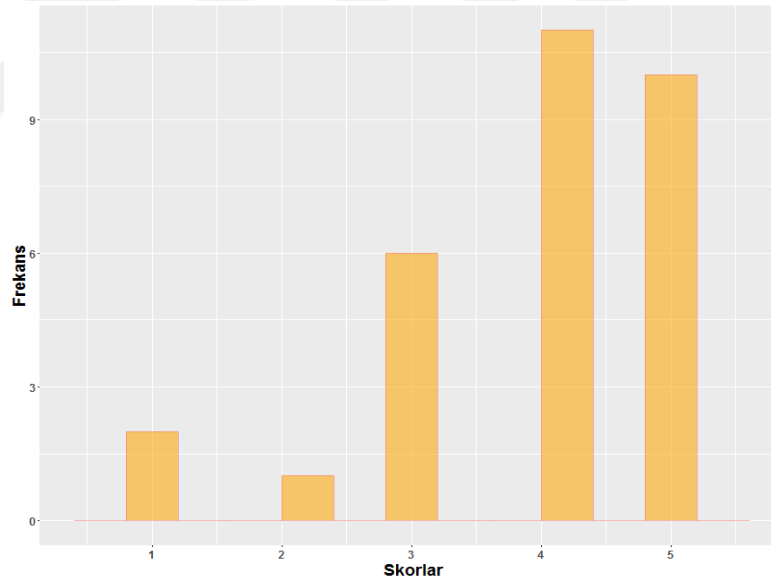
Bu anket sorusuna alınan cevapları incelediğimizde katılımcıların cevapları genel anlamda kurumlara bağılı değildir. Çünkü bütün kurumlarda “katılıyorum” yada “kesinlikle katılıyorum” şeklinde cevaplar alınmaktadır.

İSKİ ve Taşeron kurumlarının cevaplarında daha kesin ve net şekilde katılıyorum cevaplarına ulaşılmaktadır.

Tablo.16. YBM Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Birlikte Kullanılır mı? “B5”

B5	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
Hiç Katılmıyorum	2	0	0	2
Katılmıyorum	1	0	0	1
Kararsızım	4	1	1	6
Katılıyorum	2	4	5	11
Tamamen Katılıyorum	1	5	4	10
Sütun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	12.873	8	0.1163	

Ki-kare istatistiğine göre B5 sorusu için, verilen cevapların kurumlara bağımlı olmadığı gözlemlenmiştir. Yani verilen cevaplarda kurumlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Alınan yanıtların dağılımı aşağıda gösterilmiştir.



Şekil.7. B5 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı

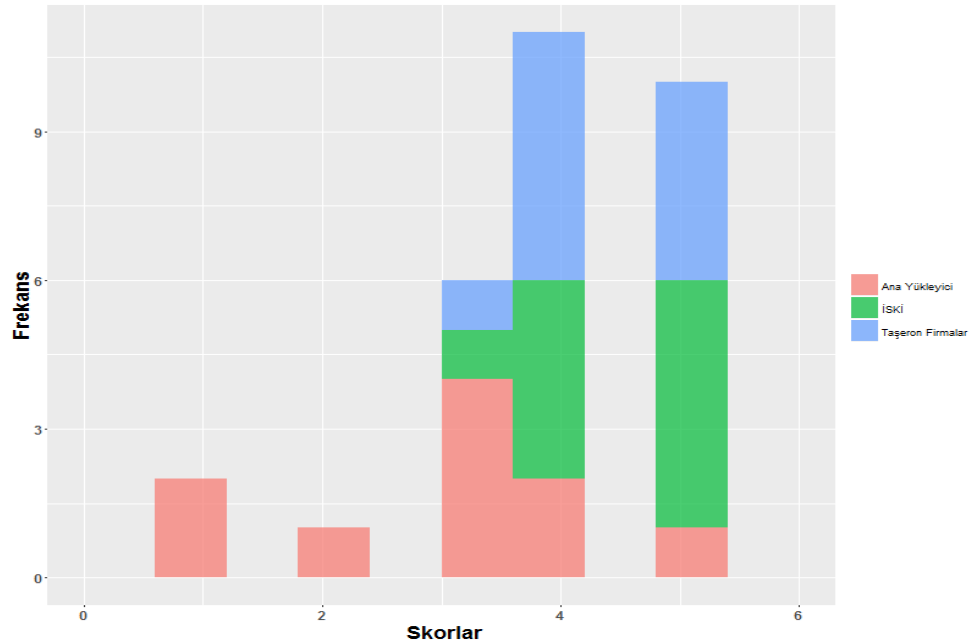
Yukarıda Şekil 7’de bulunan dağılım grafiğine göre B5: “YBM Coğrafi bilgi sistemleri ile birlikte kullanılır.” Sorusu için katılımcılar yoğunlukla “Kararsızım”, “Katılıyorum” ve “Tamamen Katılıyorum” olarak işaretleme yapmışlardır.

İSKİ ve taşeron firmaların katılımcılarının “katılıyorum” yada “tamamen katılıyorum” şeklinde olduğunu ancak yüklenici kurumlardan ise daha farklı cevaplar alındığını gözlemlenmiştir.

Tablo.17. YBM Atık Su Arıtma Tesisi Sistemleri Kapsamında Kullanılır mı? “B6”

B6	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
Hiç Katılmıyorum	2	0	0	2
Katılmıyorum	3	0	0	3
Kararsızım	1	1	2	4
Katılıyorum	3	4	,	14
Tamamen Katılıyorum	1	5	1	7
Sütun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	16.929	8	0.03086	

Ki-kare istatistiğine göre B6 sorusu için, verilen cevapların kurumlara bağımlı olduğunu %95 güven ile söylenebilir. Yani verilen cevaplarda kurumlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptamıştır. Farklılığın kimden kaynaklandığını bulmak amacıyla kurumlar incelenmiştir.



Şekil.8. B6 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı

Şekil 8’de bulunan grafik incelendiğinde, “Ana Yüklenici”den ve kurumundan “Hiç Katılmıyorum” ve “Katılmıyorum” olarak cevaplar alınırken, diğer taşeron firmanın bu işaretlemeleri hiç yapmamışlardır. Diğer kurumların frekansları, “Katılıyorum” ve “Tamamen Katılıyorum” yanıtlarında yüksektir. Tespit edilen istatistiksel olarak anlamlı farklılığın, “Ana Yükleyici” kurumundan kaynaklandığı gözlemlenmiştir. Bu kurumun katılımcılarına göre YBM’nin su arıtma sistemleri kapsamında kullanılabilirliği kesin olarak “katılıyorum” yargısında değerlendirilememektedir. Diğer kurumlar için ise YBM su arıtma sistemleri kapsamında kullanılabilirlikte.

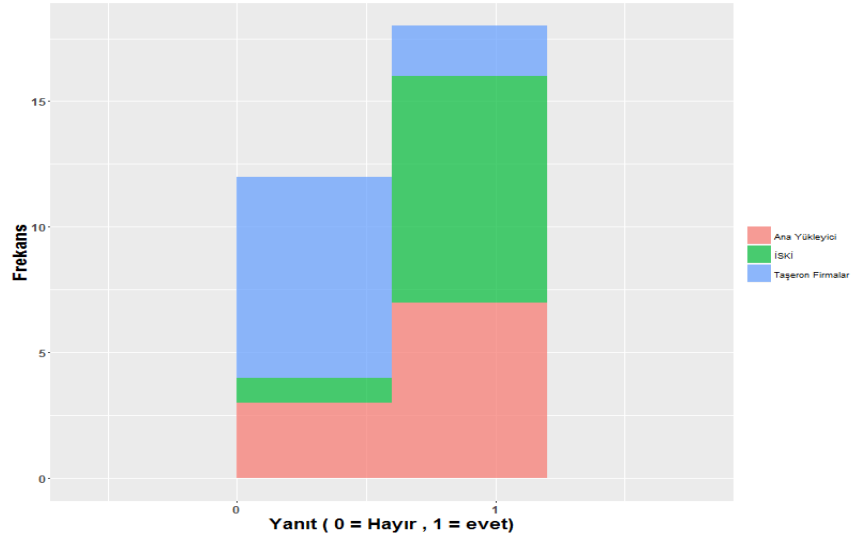
C KISMI : YBM’e GEÇİŞ SÜRECİ DEĞERLENDİRİLMESİ

Aşağıda C kısmında katılımcılara yöneltilen sorulardan alınan sonuçlar frekans tablolarında gösterilmiştir. Oluşturulan bu tablolar üzerinden Ki-Kare bağımsızlık testi uygulanmış ve yanıtların Kurumlar arasında farklılık oluşturup oluşturmadığı %95 güven ile incelenmiştir. C8 sorusu kayıp gözlem çok olduğu için çıkartılmıştır.

Tablo.18. Sizce YBM Sürecine Geçiş Zor Olur mu ? “C1”

C1	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
EVET	7	9	2	18
HAYIR	3	1	8	12
Sütun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	10.833	2	0.004442	

Yukarıda gösterilen sonuçlar doğrultusunda, C1 sorusu için toplam 18 “Evet” ve 12 “Hayır” yanıtları alınmıştır. Ki – Kare istatistiğine göre ise gelen yanıtların Kurumlara bağımlı olduğu gözlemlenmiştir. Kurumlara göre cevaplar farklılık göstermektedir. Aşağıdaki grafikte, yanıtların Kurumlar arasındaki dağılımı gösterilmiştir.



Şekil.9.C1 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı

Yukarıdaki grafik ve frekans tablosu incelendiğinde, Taşeron Firmaların, çoğunlukla C1 sorusunu “Hayır” olarak yanıtladıkları görülürken, diğer kurumlar çoğunlukla “Evet” olarak yanıtlamıştır. İstatistiksel olarak anlamlı farklılık bu durumdan kaynaklanmaktadır. Toplam yanıtlar göz önünde bulundurulduğunda, popülasyondaki “Evet” gelme olasılığını hesaplamak amacıyla uygulanan binom testi ile “Evet” yanıtı için aşağıda gösterilen, olasılık güven aralığı bulunmuştur.

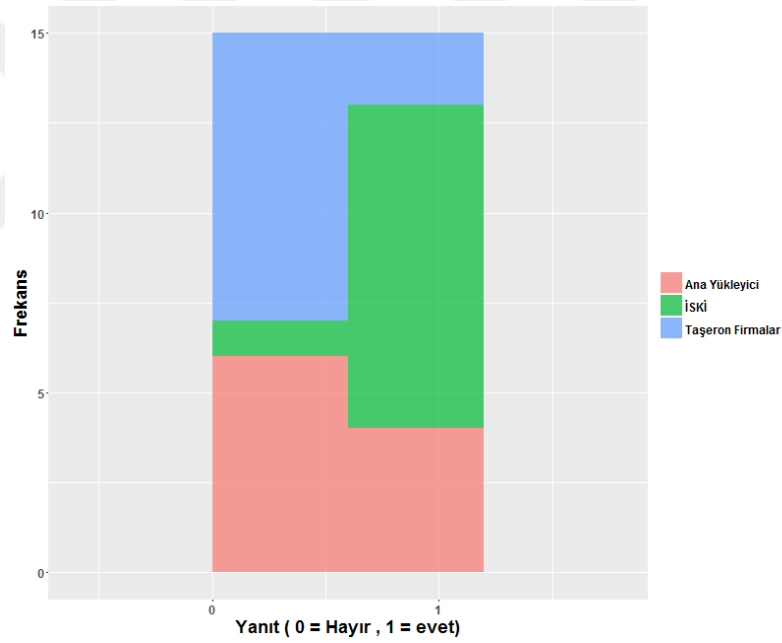
Popülasyonda 95% Güven ile Evet Yanıtı Alma Olasılığının Güven Aralığı	
Alt Sınır	Üst Sınır
0.406	0.77

Bulunan olasılıklara göre bu soru için, evrensel olarak %95 güven düzeyinde “Evet” yanıtını alma olasılığımız 0.406 ile 0.77 arasındadır. Katılımcıların cevapların da kurumlara göre farklı değerlendirmeler olduğunu gözlemlenmiştir. Taşeron firmada çalışanlar YBM’e geçiş sürecinin daha kolay geçebilecekleri gözlemlenmişken, Kurum ve yüklenici firmada çalışanların geçiş sürecini daha zor ve meşakkatli olabileceği gözlemlenmiştir.

Tablo.19. 5 Sene İçerisinde YBM’ e Geçiş Düşünüyor musunuz? “C2”

C2	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
EVET	4	9	2	15
HAYIR	6	1	8	15
Sütun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	Df	p-value	
Test İstatistikleri	10.40	2	0.005517	

Yukarıda gösterilen sonuçlar doğrultusunda, C2 sorusu için toplam 15 “Evet” ve 15 “Hayır” yanıtları alınmıştır. Ki – Kare istatistiğine göre ise gelen yanıtların %95 güvenle kurumlara göre farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Aşağıdaki grafikte, yanıtların Kurumlar arasındaki dağılımı gösterilmiştir.



Şekil.10. C2 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı

Yukarıdaki grafik ve frekans tablosu incelendiğinde, “Ana Yükleyici” ve “Taşeron Firmalar”ın bu soru için çoğunluk “Hayır” yanıtını verdiği gözlemlenirken, “İSKİ”nin Evet yanıtını verdiğini gözlemlenmiştir.

Toplam yanıtlar göz önünde bulundurulduğunda, popülasyondaki “Evet” gelme olasılığını hesaplamak amacıyla uygulanan binom testi ile “Evet” yanıtı için aşağıda gösterilen, olasılık güven aralığı bulunmuştur.

Popülasyonda 95% Güven ile Evet Yanıtı Alma Olasılığının Güven Aralığı	
Alt Sınır	Üst Sınır
0.312	0.687

Bulunan olasılıklara göre bu soru için, evrensel olarak %95 güven düzeyinde ”Evet” yanıtını alma olasılığımız 0.312 ile 0.687 arasındadır.

Anket katılımcıları kurumlara göre ayrıldığında farklı görüşte yanıtlar vermiştir. “5 sene içerisinde YBM’e geçiş olur mu” sorusuna verilen yanıtta İSKİ kurumunda ki personeller bu hususta oldukça olumlu düşünürken, taşeron firma çalışanlarında ise aksine bir umutsuz bir görüşün olduğu gözlemlenmiştir. Ana yüklenici firma çalışanları ise kendi içlerinde anket sorusuna homojen bir dağılım şeklinde yanıtlar vermişlerdir.

Tablo.20. YBM’i Şartnameye Koymak İçin Hazırlıklar Var mı? “C3”

C3	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
EVET	3	7	6	16
HAYIR	7	3	4	14
Sutun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	3.4821	2	0.1753	

Yukarıda gösterilen sonuçlar doğrultusunda, C3 sorusu için toplam 16 “Evet” ve 14 “Hayır” yanıtları alınmıştır. Ki – Kare istatistiğine göre ise gelen yanıtların %95 güvenle kurumlara göre farklılık göstermediği tespit edilmiştir.

Toplam yanıtlar göz önünde bulundurulduğunda, popülasyondaki “Evet” gelme olasılığını hesaplamak amacıyla uygulanan binom testi ile “Evet” yanıtı için aşağıda gösterilen, olasılık güven aralığı bulunmuştur.

Popülasyonda 95% Güven ile Evet Yanıtı Alma Olasılığının Güven Aralığı	
Alt Sınır	Üst Sınır
0.343	0.716

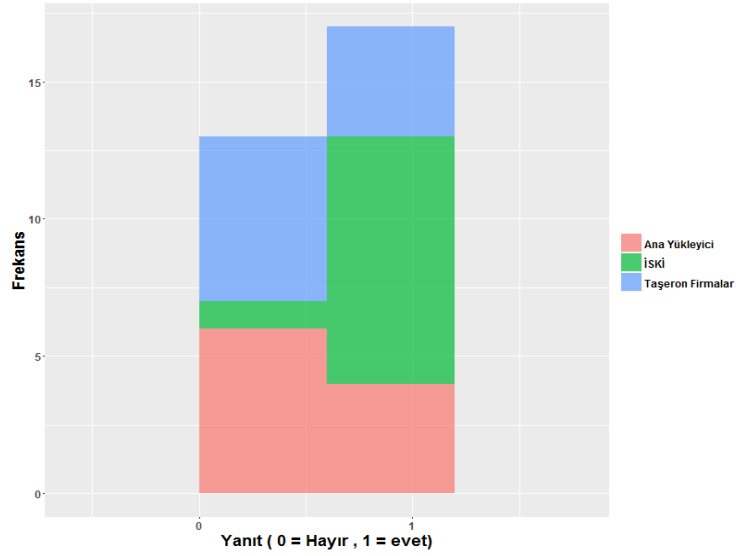
Bulunan olasılıklara göre bu soru için, evrensel olarak %95 güven düzeyinde "Evet" yanıtını alma olasılığımız 0.343 ile 0.716 arasındadır. Bu anket sorusuna alınan yanıtta İSKİ ve taşeronda çalışan personellerin yanıtları ile yüklenici firmadakilerin yanıtlarının çeliştiğini gözlemlenmiştir.

Tablo.21. Üst Yönetimin YBM'yi Desteklediğini Düşünüyor musunuz?

C4	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
EVET	4	9	4	17
HAYIR	6	1	6	13
Sütun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	6.7873	2	0.03359	

Yukarıda gösterilen sonuçlar doğrultusunda, C4 sorusu için toplam 17 "Evet" ve 13 "Hayır" yanıtları alınmıştır. Ki – Kare istatistiğine göre ise gelen yanıtların %95 güvenle kurumlara göre farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Aşağıdaki grafikte, yanıtların Kurumlar arasındaki dağılımı gösterilmiştir.

Aşağıdaki grafik ve frekans tablosu incelendiğinde, "Ana Yükleyici" ve "Taşeron Firmalar" çoğunluklar bu soru için "Hayır" yanıtını verirken, "İSKİ" kurumu "evet" yanıtını vermişlerdir. İSKİ kurumunda üst yönetimin, diğer firmalara göre YBM'yi daha çok desteklediği gözlemlenmiştir.



Şekil.11. C4 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar Üzerindeki Dağılımı

Popülasyonda 95% Güven ile Evet Yanıtı Alma Olasılığının Güven Aralığı	
Alt Sınır	Üst Sınır
0.374	0.745

Toplam yanıtlar göz önünde bulundurulduğunda, popülasyondaki “Evet” gelme olasılığını hesaplamak amacıyla uygulanan binom testi ile “Evet” yanıtı için aşağıda gösterilen, olasılık güven aralığı bulunmuştur. Bulunan olasılıklara göre bu soru için, evrensel olarak %95 güven düzeyinde ”Evet” yanıtını alma olasılığımız 0.374 ile 0.745 arasındadır. Üst yönetimin YBM’i desteklediğini düşünüyor musunuz? Şeklinde yöneltilen soruya katılımcılar kurumlara göre farklı cevaplar vermektedirler.

Tablo.22. YBM, Şirkette Kullanılmaya Başlandı İlk Zamanlarda Maliyet Artışına Sebep Olur Mu? “C5”

C5	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
EVET	9	9	8	26
HAYIR	1	1	2	4
Sutun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	0.57692	2	0.7494	

Tablo 22’de gösterilen sonuçlar doğrultusunda, C5 sorusu için toplam 26 “Evet” ve 4 “Hayır” yanıtları alınmıştır. Ki – Kare istatistiğine göre ise gelen yanıtların %95 güvenle kurumlara göre farklılık göstermediği tespit edilmiştir.

Toplam yanıtlar göz önünde bulundurulduğunda, popülasyondaki “Evet” gelme olasılığını hesaplamak amacıyla uygulanan binom testi ile “Evet” yanıtı için aşağıda gösterilen, olasılık güven aralığı bulunmuştur.

Popülasyonda 95% Güven ile Evet Yanıtı Alma Olasılığının Güven Aralığı	
Alt Sınır	Üst Sınır
0.69	0.96

Bulunan olasılıklara göre bu soru için, evrensel olarak %95 güven düzeyinde ”Evet” yanıtını alma olasılığımız 0.69 ile 0.96 arasındadır. Bu değeri yorumlayacak olursak, tüm kurumlar 0.69 ile 0.96 olasılıkları arasında YBM’in şirkette kullanılmaya başlandığı ilk zamanlarda maliyet artışına sebep olabileceği yargısı gözlemlenmiştir.

Anket katılımcılarından alınan yanıtları incelediğimizde bütün kurumların ortak bir yanıtta birleştiğini görülmektedir. Ana yüklenici, İSKİ kurumunda ve taşeron kurumlar ‘evet’ yanıtını vermişlerdir.

Tablo.23. YBM, Şirkette Kullanılmaya Başladığı İlk Zamanlarda Üretkenlik Kaybına Sebep Olur Mu? “C6”

C6	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
EVET	7	7	7	21
HAYIR	3	3	3	9
Sutun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	0	2	1	

Yukarıda gösterilen sonuçlar doğrultusunda, C6 sorusu için toplam 21 “Evet” ve 9 “Hayır” yanıtları alınmıştır. Ki – Kare istatistiğine göre ise gelen yanıtların %95 güvenle kurumlara göre farklılık göstermediği tespit edilmiştir.

Toplam yanıtlar göz önünde bulundurulduğunda, popülasyondaki “Evet” gelme olasılığını hesaplamak amacıyla uygulanan binom testi ile “Evet” yanıtı için aşağıda gösterilen, olasılık güven aralığı bulunmuştur.

Popülasyonda 95% Güven ile Evet Yanıtı Alma Olasılığının Güven Aralığı	
Alt Sınır	Üst Sınır
0.506	0.852

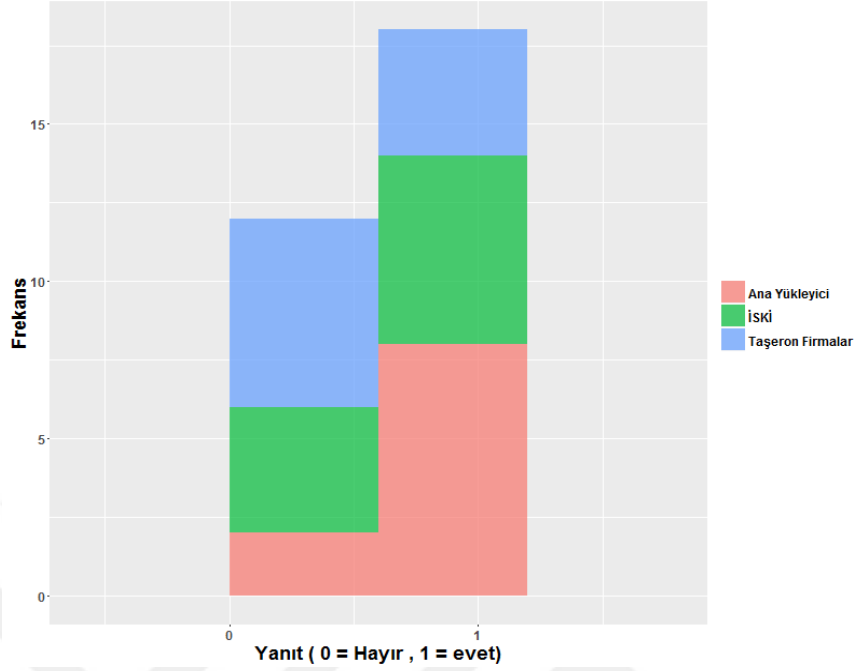
Bulunan olasılıklara göre bu soru için, evrensel olarak %95 güven düzeyinde ”Evet” yanıtını alma olasılığımız 0.506 ile 0.852 arasındadır. Bu değer tüm kurumlar 0.506 ile 0.852 olasılıkları arasında YBM’in şirkette kullanılmaya başlandığı ilk zamanlarda üretkenlik kaybına sebep olacağı düşünülmektedir.

Alınan yanıtlar her üç kurumunda birbiriyle benzerlik gösteren bir görüşte olduğunu göstermektedir. Cevaplar incelendiğinde YBM ‘in kullanılmaya başladığı ilk dönemlerde üretkenlik kaybına yol açacağı yargısının oluştuğu gözlemlenmiştir.

Tablo.24. YBM’nin Kullanılması Şirkette Rekabet Avantajı Sağlar Mı? “C7”

C7	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
EVET	2	4	6	12
HAYIR	8	6	4	18
Sütun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	3.33	2	0.1889	

Yukarıda gösterilen sonuçlar doğrultusunda, C7 sorusu için toplam 18 “Evet” ve 12 “Hayır” yanıtları alınmıştır. Ki – Kare istatistiğine göre ise gelen yanıtların %95 güvenle kurumlara göre farklılık göstermediği tespit edilmiştir.



Şekil.12. C7 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar

Toplam yanıtlar göz önünde bulundurulduğunda, popülasyondaki “Evet” gelme olasılığını hesaplamak amacıyla uygulanan binom testi ile “Evet” yanıtı için aşağıda gösterilen, olasılık güven aralığı bulunmuştur.

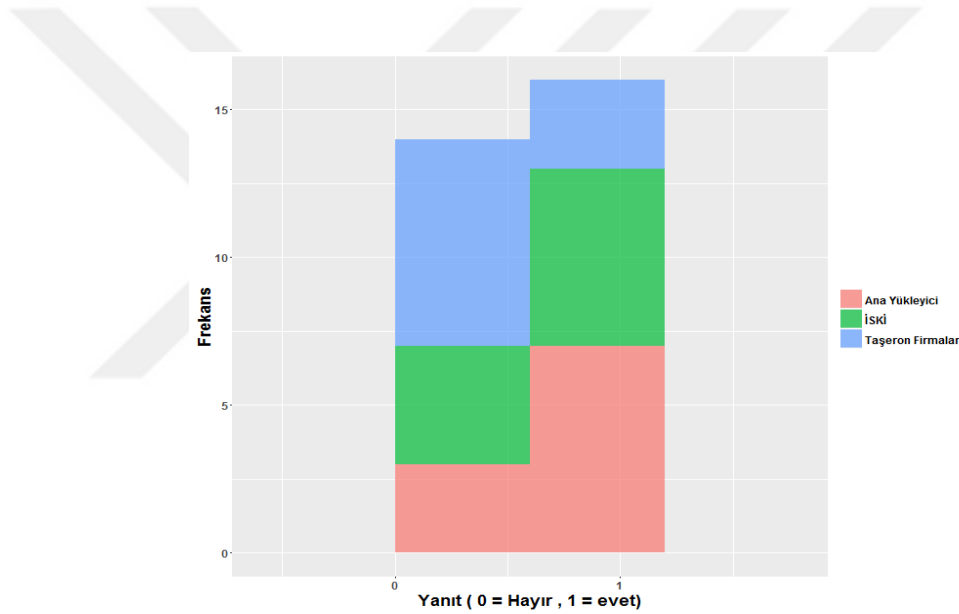
Popülasyonda 95% Güven ile Evet Yanıtı Alma Olasılığının Güven Aralığı	
Alt Sınır	Üst Sınır
0.406	0.773

Bulunan olasılıklara göre bu soru için, evrensel olarak %95 güven düzeyinde “Evet” yanıtını alma olasılığımız 0.406 ile 0.773 arasındadır. Bu olasılıklar arası kurumlar, YBM’nin rekabet avantajı sağlayacağına inanmaktadır. “YBM’nin kullanılması rekabet avantajı sağlar mı?” sorusuna anket katılımcıları kurumlar bazında farklı görüşler bildirmişlerdir.

Tablo.25. YBM Verimliliği Arttırır mı? “C9”

C9	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
EVET	7	6	3	16
HAYIR	3	4	7	14
Sütun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	3.48	2	0.1753	

Yukarıda gösterilen sonuçlar doğrultusunda, C9 sorusu için toplam 16 “Evet” ve 14 “Hayır” yanıtları alınmıştır. Ki–Kare istatistiğine göre ise gelen yanıtların %95 güvenle kurumlara göre farklılık göstermediği tespit edilmiştir.



Şekil.13. C9 Kısmı Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar

Toplam yanıtlar göz önünde bulundurulduğunda, popülasyondaki “Evet” gelme olasılığını hesaplamak amacıyla uygulanan binom testi ile “Evet” yanıtı için aşağıda gösterilen, olasılık güven aralığı bulunmuştur.

Popülasyonda 95% Güven ile Evet Yanıtı Alma Olasılığının Güven Aralığı	
Alt Sınır	Üst Sınır
0.343	0.716

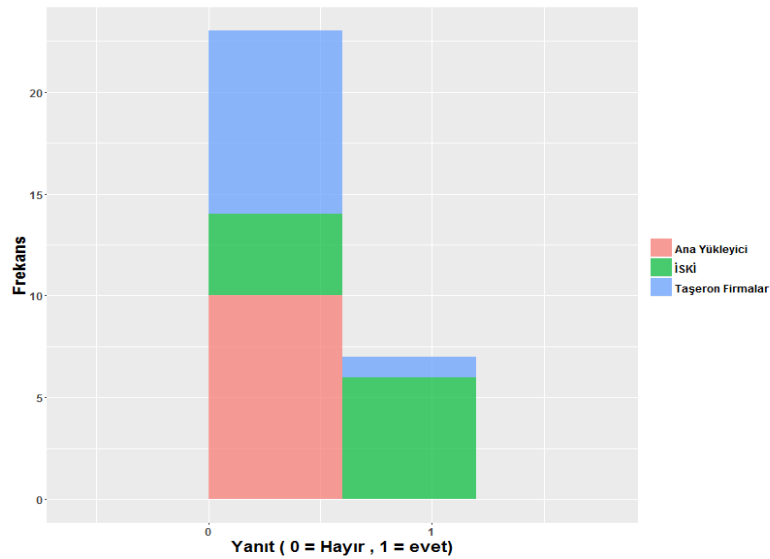
Bulunan olasılıklara göre bu soru için, evrensel olarak %95 güven düzeyinde "Evet" yanıtını alma olasılığımız 0.343 ile 0.716 arasındadır. Bu olasılıklar arası kurumlar, YBM'in verimliliği arttıracığını düşünmektedirler.

YBM verimliliği artırır mı" sorusuna verilen yanıtlara baktığımızda ana yüklenici firma çalışanları ve İSKİ çalışanları "Evet" yönünde karar bildirirken taşeron firma çalışanları ise "Hayır" yönünde karar bildirmişlerdir.

Tablo.26. Yapılan Projelerde YBM Etkin Olarak Kullanılmakta mıdır? "C10"

C10	Ana Yükleyici	İSKİ	Taşeron	Satır Toplam
EVET	0	6	1	7
HAYIR	10	4	9	23
Sutun Toplam	10	10	10	30
	Ki- Kare	df	p-value	
Test İstatistikleri	11.553	2	0.0031	

Yukarıda gösterilen sonuçlar doğrultusunda, C10 sorusu için toplam 7 "Evet" ve 23 "Hayır" yanıtları alınmıştır. Ki-Kare istatistiğine göre ise gelen yanıtların %95 güvenle kurumlara göre farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Aşağıdaki grafikte, yanıtların Kurumlar arasındaki dağılımı gösterilmiştir.



Şekil.14. C10 Kısmı için Katılımcılardan Alınan Ortalama Değerlerin Skorlar

Yukarıda yer alan grafik ve yukarı taraftaki frekans tablosu incelediğinde, İSKİ kurumunun diğer kurumlara göre yanıtlarını daha çok “Evet” olarak vermiştir. Bu durumda İSKİ kurumunda çalışanlar diğer firma çalışanlarına göre YBM tekniklerinin daha etkin kullanmaktadır. Toplam yanıtlar göz önünde bulundurulduğunda, popülasyondaki “Evet” gelme olasılığını hesaplamak amacıyla uygulanan binom testi ile “Evet” yanıtı için aşağıda gösterilen, olasılık güven aralığı bulunmuştur.

Popülasyonda 95% Güven ile Evet Yanıtı Alma Olasılığının Güven Aralığı	
Alt Sınır	Üst Sınır
0.099	0.422

Bulunan olasılıklara göre bu soru için, evrensel olarak %95 güven düzeyinde “Evet” yanıtını alma olasılığımız 0.099 ile 0.422 arasındadır. Bu olasılıklar arası kurumlar, YBM’i yapılan projelerde etkin olarak kullanmaktadır. Yapılan projelerde YBM etkin olarak kullanılmakta mıdır? Sorusunu anket katılımcılarına yöneltilmiştir. Ana yüklenici firmalar ve taşeron firma çalışanları bu soruya “Hayır” yanıtını verdi sadece İSKİ çalışanları bu konuda “Evet” yanıtını vermiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Anket Sonuçları

Atıksu arıtma tesisi inşaatında bina bilgi modelleme sisteminin uygulanması üzerine bir araştırma konusunda YBM konulu bir anket çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada katılımcılar üç farklı kurumdan seçilmiştir. Bunlar kendi içinde yüklenici, taşeron ve İSKİ kurumları olarak ayrılmaktadır. Anket soruları katılımcılara yöneltirken 3 gruba ayrılmıştır. YBM'nin faydaları hakkındaki görüşler, YBM'nin kullanım alanları hakkındaki görüşler ve YBM geçiş süreci bu anket sorularının kendi içinde gruplara ayrılmış halleridir.

A grubunda katılımcılarımıza 8 (sekiz) soru yöneltilmiştir. Alınan cevaplar ortalaması ve devamında yapılan ki-kare testi sonucu sorular ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

A3 ve A5 sorularımızı eksik gözlemler çok olduğu için bu analize dahil edilmemiştir.

A1-A4-A8 sorularında katılımcıların kurum farkı gözetmeksizin benzer cevaplar verdikleri gözlemlenmiştir. Bu soruları katılımcılar “tamamen katılıyorum” düşüncesine yakın bir kanıdadırlar.

A2-A6-A7 sorularında katılımcılardan alınan yanıtlara bakıldığında alınan cevapların kurumlara göre farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. A2 sorusunda yüklenici firmanın cevaplarının katılma oranının daha az olduğunu gözlemlenmiştir. A6 sorusuna alınan cevaplarda “tamamen katılıyorum” seçeneğine yakın bir görüş alınmıştır. Bu görüş taşeron firmalarda daha da yüksektir. A7 Sorumuzda katılımcılardan saha ekipleri ve taşeronlar aynı şekilde kendilerinden daha emin cevaplar vermişlerdir. Taşeron ve İSKİ kurumunun YBM'nin adaptasyon hızını arttırdığını düşünmekte oldukları sonucunu çıkarılabilir.

B grubunda katılımcılarına 6 (altı) soru yöneltilmiştir. Bu sorulardan b1-b2-b3 sorularında verilen yanıtları incelendiğinde kurumların cevaplarının birbirine

yakın olduğu gözlemlenmiştir. Katılımcılar kurum fark etmeksizin sorulara “katılıyorum” yada “tamamen katılıyorum” şeklinde cevaplar verdiklerini gözlemlenmiştir.

B4-B5-B6 sorularında ise katılımcılar sorulara genel olarak yine “katılıyorum” yada “tamamen katılıyorum” şeklinde cevaplar vermektedirler. Ancak burada farklı olarak yüklenici firmalardan alınan cevapların daha az kararlılıkta olduğunu kararsız yanıtların işaretlendiğini az da olsa katılmıyorum şeklindeki yanıtları olduğu gözlemlenmiş olmasıdır. İSKİ Kurumu ve taşeron kurumlarda cevapların daha net olduğu gözlemlenmiştir.

B4 sorusunda İSKİ Kurumu ve taşeron firma kurumundaki katılımcılar “katılıyorum” ve “tamamen katılıyorum” şeklinde cevaplandırmışlardır. Yüklenici firma çalışanlarından alınan cevaplar ise “karasız” olarak gözlemlenmiştir. İSKİ kurumunda ve taşeron firmalarda daha net cevaplar alındığı için gözlemlenmiştir. Benzer bir durum B5 ve B6 sorusu içinde geçerlidir.

C grubunda katılımcılara 10 (on) adet soru yöneltilmiştir. C8 sorusu eksik gözlemler çok olduğundan analiz kısmına eklenmemiştir. Bu grupta C5 ve C6 dışında bütün sorularda alınan cevaplar kurumlara göre farklılık içermektedir. C1 sorusunda YBM’ye geçiş süresinin zor olacağı hususunda taşeron firmalarda umutsuz bir durum gözlemlenmiştir. Taşeron çalışma şartlarının zorluğu sebep olabilir.

C2 sorusunda “YBM’ye geçiş sürecinin 5 sene içerisinde olabileceğine inanıyor musunuz?” Sorusuna verilen cevapta da aynı olumsuz görüşü taşeron firmalardan görülmektedir. İSKİ YBM programına geçerse de bu hususta çalışmasının bulunması çalışanlara daha umutlu bir bakış açısı sergilemelerine yol açmıştır.

C3 sorusunda “YBM’i şartnameye koyma hazırlıkları var mı” sorusuna İSKİ kurumu ve taşeron çalışanları olumlu cevaplar vermişlerdir. C4 sorusunda üst yönetimin “ YBM desteklediğini düşünüyor musunuz” sorusuna verilen cevapta da İSKİ kurumunun YBM’ye geçiş sürecinin yakın olduğunu gözlemlenmiştir. C-7

Sorusunda “YBM kullanılması şirkette rekabet avantajı sağlar mı” sorusuna verilen cevapta ise sadece yüklenici firma çalışanlarında olumsuz yanıtı gözlemlenmiştir. Yüklenici firma çalışanlarının YBM'nin daha fazla kullandığı göz önünde bulundurulursa bu cevapları dikkate almamız gerektiğini düşünülmektedir.

C-9 sorusunda ‘YBM'nin verimliliği artırır mı’ sorusuna verilen cevapta sadece taşeron firma çalışanlarında olumsuz düşünce hakim olduğu düşünülmektedir. C-10 sorusuna alınan yanıtta anlaşılmaktadır ki ülkemizde projelerde YBM kullanımının halen oldukça az düzeyde olduğu gözlemlenmektedir.

4.2. İSKİ Kurumu Açısından Durum Tespiti

Basit ve yalın bir anlatım ile tanımlamak gerekirse, YBM yapının ifade edilmesini ve idrak edilmesini sağlayan üç boyutlu bir uğraştır. YBM'nin asıl hedefi, inşaat projelerini iki boyutlu çizim esaslarından ve şartnamelerin sınırlamalarından kurtarmaktır. Yükseltgenmiş CAD yazılımlarınca beslenen YBM sayesinde yapısal sistemin ve binanın YBM'de bütün detaylara, doğrusal ve bütünleştirici çizimlere, malzeme detaylarına, birim fiyatlara, metraj hesaplarına vb. gibi bilgilere ulaşılabilir. YBM'nin kullanılması halinde sanal ortam üzerinde bir model çalışmasında tüm bilgilerin muhafaza edilebileceği gösterilmiştir, bu bilgiler fiziksel olabileceği gibi malzeme çeşitleri gibi niteliksel vukufaları da içermektedir. YBM sayesinde yapısal olsun ya da olmasın bir gerecin boyutlarının modeldeki diğer malzemelere göre yerleştirilmesi, miktarı ve gereçle ilgili diğer değişkenlere ulaşılabilir. Bir diğer deyişle de YBM sayesinde her gerecin kimlik kartı elde edilmiş olur. Örneğin bir ‘duvar’ baz alındığında, her duvarın nitelik farklılığı olabileceği gibi boyutları ya da materyal seçimleriyle veya tedarikçileriyle ilgili özyapılarında farklıdır. Bir duvarla ilgili tüm bilgilerin ortaya konulduğu düşünüldüğünde projede duvar nesnesi ile ilgili ne gerektiği de ortaya koyulmuş olacaktır.

İSKİ kurumunda YBM hazırlık aşamasında olsa da geleneksel yöntemler kullanmıştır. Bu nedenle modeller tekrar plan, profil ve kesitlerde iki boyutluya dönüştürülmesine neden olmuştur. Kurumda YBM ile ön tasarım, tasarım neticesinde yaklaşık maliyet belirlenmesinde çok etkili olup; özellikle geleneksel CAD

yöntemleri ile uygulama esnasında ortaya çıkabilecek revizyon maliyetlerini minimize ve optimize etmektedir.

Geleneksel yöntemlerle müteahhitler her bir revizyon için kurumdan para talep etmektedir. Her bir revizyon disiplinler arası güncel bilgi akışı gerektirmektedir. Proje sınıfları arası düzeltmelerin güncellenmesinin güçlüğü nedeniyle ihale dosyasında uyumsuzluklar meydana gelmektedir. Oluşturulan tasarımlara 3 boyutlu bakılabilmesi özellikle imalatlar sırasında meydana gelebilecek zorlukların anlaşılabilmesine ve doğal sonucu olarak bu zorlukların ortadan kalkmasını sağlamaktadır. Proje aşamasında verilen yerinde ve doğru kararlar sayesinde imalat esnasında meydana gelebilecek tüm sorunlar ortadan kaldırılabilir.

İSKİ Kurumunda geleneksel CAD yöntemleri ile çalışılırken tasarımlar 3 boyutlu olarak anlaşılmaz bir yapıda olmaktadır. Bu yöntemle teknik detayların yüklenici firmalara aktarılmasının zorluğu ortadadır. Oysa YBM sayesinde yüklenici firma ile mülakat edilirken istenilen tüm teknik detaylar açık bir şekilde anlatılabilmektedir. Hedeflenen YBM sürecine tam entegrasyonu sağlanmaya yönelik teknik personel eğitimlerine önem verilmektedir. Bu amaçla teknik personelin YBM eğitimleri sürdürülmektedir. Mevcut personelin geleneksel yöntemlere yatkın olması YBM geçiş sürecinin istenilen hızda gerçekleşmemesine neden olmaktadır. Kurum içerisinde bazı şeylerin değişmesinin gerekliliği düşünülerek teknik şartnamelerinin belirli kısmında revizyon yapılmasının sağlandığı belirtilmiş olup; YBM'e zemin oluşturacak olan bu değişikliklerle firmaların teslim edecekleri her sınıfa ait projelerin YBM'ye yönelik olabileceği maddesi ilave edilebilir. Yüklenici; çalışmalarını sonucunda oluşan tüm disiplinlerdeki projeleri kesin proje detayında koordinasyonu yapılabilecek ve iş programına uygun teslim edecektir. YBM programlarının etkin kullanıldığı sisteme geçmek istenilmesine rağmen sektördeki yüklenici firmaların YBM'ye tam entegrasyon sürecinde yaşayacağı zorluklar nedeniyle ani bir değişimi istemedikleri tahmin edilmektedir.

YBM programları ile modellenen tasarımlar inşaat planlama programları yardımıyla modele entegrasyon sağlayabilir. İnşaat yönetiminin de etkinliğinin sağlanmasına yol açacaktır. Özellikle YBM'de verilerin saklanması tesis yönetiminin

için zemin oluşturabileceği izlenimi vermektedir. Özetle istenilen şekilde YBM'nin kullanılmasını sağlanamasa da buna zemin oluşturacak YBM ve teknik elemanların yetiştirilmesi önemli bir gelişmedir.

4.3. Öneriler

Literatür araştırmaları ışığında, Dünya'da inşaat sektöründe atıksu arıtma sistemlerinin etkin uygulanamayış problemine çözümler olarak YBM kavramı üzerine çalışıldığı görölmüştür. YBM, inşaat sektöründe parçalanmışlığı azaltarak işlemlerin etkinlik ve etkililiği arttırır. Bina yaşam dönemi boyunca, tasarım ve proje verilerini yönetmek için bir metodoloji öneren YBM, kendi içinde uyumlu bir kurallar, süreçler ve teknoloji bütünüdür. YBM, inşaat sektöründe tüm paydaşlar için çözümler üretip, koordinasyon içerisinde birlikte çalışmayı mümkün kılmakla birlikte, detaylı modellemeler ve performans analizleriyle binaların karmaşıklığını ve belirsizliğini ortadan kaldırıp, inşaat sektöründe yeni ufuklar açmaktadır.

KAYNAKLAR

- Azhar, S; Hein, M and Sketo, B (2008), *Building information modeling (YBM): Benefits, risks and challenges*. McWhorter School of Building Science, Auburn University, Auburn, Alabama, USA.
- Azhar. S., (2011). *Building Information Modeling (YBM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges or the AEC Industry*, Leadership and Mangement in Engineering,pg. 241-252.
- CRC Construction Innovation. (2007). *Adopting YBM for facilities management: Solutions for managing the Sydney Opera House*, Cooperative Research Center for Construction Innovation, Australia:Brisbane.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K., (2011). *YBM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, 2nd Edition*. 15.05.2016 <http://www.aecbytes.com/review/2008/BIMHandbook.html>.
- Glick, S., and Guggemos, A. (2009). “*IPD and BIM: Benefits and opportunities for regulatory agencies.*” Proc., 45th Associated Schools of Construction National Conference, Gainesville, FL.
- Işıkdağ, Ü., ve Underwood, J. (2009). *Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Con Concepts and Accessed*.
- Yitmen İ. (2015); *INSA 498 Yapımda Bilişim Teknolojileri Uygulamalar*, Kıbrıs: Doğu Akdeniz Üniversitesi, İnşaat Anabilim Dalı,
- İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Faaliyet Raporu (2015), İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2016.
- Kırmızı M., Önder H. (2015), *İkinci Dereceden Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisleri Proje Yönetim Metodolojisi*, İstanbul:Aydın Üniversitesi İnşaat Mühendisliği.

- Kymmell, W., (2008). *Building Information Modeling Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations*, McGraw-Hill Co., Chicago. 11,27.
- Liu, T., Hsieh, T.,(2011), *BIM-Based Government Procurement System- The Likely Development In Taiwan*, 2011 Proceedings of the 28th ISARC, Seoul, Korea, pg. 758-763.
- TMMOB Çevre Mühendisleri Odası (2015), *İstanbul Atıksu Arıtma Tesisleri ve Kirleticilerin Değerlendirilmesi*. İstanbul, 3-13.
<https://issuu.com/cmoistanbul/docs/3ea0ffa5f1d69c3>
- Ofluoğlu, S.(2009), *Yapı Bilgi Modelleme: Yeni Nesil Mimari Yazılımlar*, İstanbul: Mimar Sinan Üniversitesi Enformatik Bölümü.
- Ofluoğlu, S., (2009), *Yapı Bilgi Modelleme: Yeni Nesil Mimari Yazılımlar*, 07.03.2016. <http://www.sayisalmimar.com/yayin/YBM.pdf>.
- Przybyla, J., (2010). “*The next frontier for YBM : Interoperability with GIS*”, Journal of Building Information Modeling (JBIM), Fall 2010, 14-18.
- TS EN 12255-1 (2006), *Atıksu Arıtma Tesisleri - Bölüm 1: Genel Yapım Kuralları*, Türk Standartları Enstitüsü.
- TS EN 12255-9 (2002), *Atık Su Arıtım Tesisleri-Bölüm 9: Koku kontrolü ve havalandırma* Türk Standartları Enstitüsü.
- TS EN 12255 -10 (2001), *Atık Su Arıtma Tesisleri - Bölüm 10: Güvenlik kuralları* Türk Standartları Enstitüsü.
- Yaman, H., İlhan, B., (2010), *İnşaat Sektörü'nde Bina Enformasyonu Modellemesi*, İstanbul.
- Başer, T., (2014) . *Neden BİM?* 16.04.2016. Medyasoft Bilgi Sistemleri San. ve Tic. A.Ş. <https://forums.autodesk.com/t5/blogs/blogarticleprintpage/blog-id/2106/article-id/210>

TUİK, (2013), *Atık Su Arıtma Tesisi*, 20.05.2016.
<http://www.tuik.gov.tr/PdfGetir.do?id=18778>.

(Su Kirliliği Yönetmeliği, 2008), *Atık Su Kirliliği*, 22.05.2016.
<https://www.csb.gov.tr/db/cygm/eduardosya/YON-25687SKKY.do>



EK -1: ANKET FORMU

A, B ve C şeklinde ayrılan anket üç farklı kurum tarafından doldurulmuştur. Analizler bu üç kurumdan gelen yanıtların arasındaki farklılık ve genel alınan tüm yanıtlar üzerinden yorumlanmıştır. Aşağıda ankette katılımcılara yöneltilen sorular kısım kısım gösterilmiştir.

A KISMI: KATILIMCILARIN YBM'in FAYDALARI HAKKINDAKİ GÖRÜŞLER	
A1	YBM yazılımı daha verimli bir üretim süreci ortaya koymakta mıdır?
A2	YBM tasarım programı yapılan işin sürecini tam olarak yansıtır mı?
A3	BIM yazılımıyla tekrarlanan çizim işleri azalır mı?
A4	Kullanılan YBM yazılımları tasarım problemlerinin çözümünde tek başına çözüm olabilir mi?
A5	Yapılan projelerde YBM etkin olarak kullanılmakta mıdır?
A6	Proje uygulama sırasında YBM'in kullanılması tarafların projenin üzerindeki kontrolünü artırır mı?
A7	YBM'in kullanılması iş kapsamı değişikliği gündeme geldiğinde tarafların adaptasyon hızını artırır mı?
A8	BIM kullanılması proje yönetimi etkinliğini artırır mı?

B KISMI: KATILIMCILARIN YBM'in KULLANIM ALANLARI HAKKINDAKİ GÖRÜŞLERİ	
B1	Sürdürülebilir projelerde BIM etkin olarak kullanılmakta mıdır?
B2	YBM sürdürülebilir projelerde tasarımda kullanılmakta mıdır?
B3	YBM Tasarım sürecinde kullanılmakta mıdır?
B4	YBM Yapısal analizlerde kullanılmakta mıdır?
B5	YBM Coğrafi bilgi sistemleri ile birlikte kullanılmakta mıdır?
B6	YBM atık su arıtma tesisi sistemleri kapsamında kullanılmakta mıdır?

C KISMI: YBM'e GEÇİŞ SÜRECİ DEĞERLENDİRİLMESİ	
C1	Sizece YBM sürecine geçiş zor olur mu?
C2	5 sene içerisinde YBM'e geçiş düşünüyor musunuz?
C3	YBM'i şartnameye koymak için hazırlıklar var mı?
C4	Üst yönetimin YBM'i desteklediğini düşünüyor musunuz?
C5	YBM, şirkette kullanılmaya başlandığı ilk zamanlarda maliyet artışına sebep olur mu?
C6	YBM, şirkette kullanılmaya başladığı ilk zamanlarda üretkenlik kaybına sebep olur mu?
C7	YBM'in kullanılması şirkette rekabet avantajı sağlar mı?
C8	YBM klasik iş akışını etkiler mi?
C9	YBM verimliliği artırır mı ?
C10	Yapılan projelerde YBM etkin olarak kullanılmakta mıdır?