

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YAPI BİLGİ MODELLEMESİNİN (BIM) PROJE YÖNETİMİNDE
ZAMAN VE MALİYETE OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

BARIŞ SEVER

KOCAELİ 2022

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YAPI BİLGİ MODELLEMESİNİN (BIM) PROJE YÖNETİMİNDE
ZAMAN VE MALİYETE OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

BARIŞ SEVER

Prof. Dr. Safa Bozkurt COŞKUN
Danışman, Kocaeli Üniversitesi

.....

Doç. Dr. Rüveyda KÖMÜRLÜ
Eş Danışman, Kocaeli Üniversitesi

.....

Dr. Öğr. Üyesi Hakan Erdoğan
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

.....

Doç. Dr. Aslı Pelin GÜRGÜN
Jüri Üyesi, Yıldız Teknik Üniversitesi

.....

Doç. Dr. Baki ÖZTÜRK
Jüri Üyesi, Hacettepe Üniversitesi

.....

Tezin Savunulduğu Tarih:13.06.2022

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite ya da başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

☒ Bu tez çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

☐ Bu tez çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgiler tarafından no'lu proje kapsamında maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.....

Bariş SEVER

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma iznini Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanımı bana ait olacaktır.

Tezin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan “*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

☐ Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.

☐ Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.

☒ Tezim ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

Bariş SEVER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitim süresince İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında olan danışmanım Prof. Dr. Safa Bozkurt COŞKUN'a teşekkürlerimi sunarım.

Lisansüstü eğitim süresince gerek ders gerekse tez süreçlerinde bilgisinden yararlandığım, lisansüstü çalışma yapmak istediğim alanda eş danışmanım olmayı kabul eden ve bu konuda bilgisini ve desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Rüveyda Kömürlü'ye teşekkürlerimi sunarım.

Tez süresince alan çalışmasında katkı veren herkese minnet ve şükranlarımı sunarım.

Beni bu günlere getiren ve her olanağı sağlayan aileme, bana her zaman destek oldukları için çok teşekkür ederim.

Mayıs-2022

Bariş SEVER

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ.....	i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Çalışmanın Amacı.....	3
2.2. Çalışmanın Yöntemi ve Kapsamı	3
3. PROJE YÖNETİMİ TANIMI, METODOLOJİLERİ, TEKNİKLERİ ve BİLGİ ALANLARI.....	5
3.1. Proje Kavramı	5
3.2. Proje Yönetimi Kavramı	5
3.3. Proje Yönetim Metotları	7
3.3.1. PRINCE2 Metodolojisi	7
3.3.2. IPMA Metodolojisi	8
3.3.3. PMI Metodolojisi	9
3.4. Proje Yönetiminin Kullanım Amaçları.....	9
3.5. Proje Yönetim Teknikleri	10
3.5.1. Çubuk Diyagram Tekniği (Gantt Diyagramı)	11
3.5.2. Kritik Yörünge Tekniği (CPM: Critical Path Technique).....	13
3.5.3. Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği (PERT: Evaluation and Review Technique)	14
3.6. Proje Yönetimi Bilgi Alanları.....	15
3.6.1. Proje Entegrasyon Yönetimi	18
3.6.2. Kapsam Yönetimi.....	19
3.6.3. Zaman Yönetimi.....	20
3.6.4. Maliyet Yönetimi	22
3.6.5. Kalite Yönetimi	23
3.6.6. İnsan Kaynakları Yönetimi	24
3.6.7. İletişim Yönetimi	26
3.6.8. Risk Yönetimi	27
4. YAPI BİLGİ MODELLEME (BUILDING INFORMATION MODELING-BIM)	31
4.1. Yapı Bilgi Modelleme Sisteminin Tarihçesi, Kavramı, Tanımı ve Kapsamı	31
4.2. YBM Sisteminin Çoklu Boyutları	34
4.3. YBM Olgunluk Seviyeleri	37
4.4. YBM Sisteminde LOD Kavramı	39
4.5. Nesne Tabanlı Parametrik Modelleme	40
4.6. Birlikte Çalışabilirlik	41
4.7. YBM Sisteminde Kullanılan Proje Teslim Yöntemleri ve Entegre Proje Teslim Yöntemi (Integrated Project Delivery – IPD).....	43

4.8. Çakışma Analizi.....	46
4.9. Otomatik Metraj (Take-off)	47
5. YAPI BİLGİ MODELLEMESİNİN (YBM) PROJE YÖNETİMİ BİLGİ ALANLARINA ETKİSİ	49
5.1. Yapı Bilgi Modellemesinin Entegrasyon Yönetimine Etkisi	49
5.2. Yapı Bilgi Modellemesinin Kapsam Yönetimine Etkisi	50
5.3. Yapı Bilgi Modellemesinin Zaman Yönetimine Etkisi	51
5.4. Yapı Bilgi Modellemesinin Maliyet Yönetimine Etkisi	57
5.5. Yapı Bilgi Modellemesinin Kalite Yönetimine Etkisi.....	64
5.6. Yapı Bilgi Modellemesinin İletişim Yönetimine Etkisi	65
5.7. Yapı Bilgi Modellemesinin Risk Yönetimine Etkisi	66
5.8. Yapı Bilgi Modellemesinin İnsan Kaynakları Yönetimine Etkisi	67
5.9. Değerlendirme	67
6. YAPI BİLGİ MODELLEMESİNİN PROJE YÖNETİMİNDE ZAMAN- MALİYET YÖNETİMİNE ETKİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	76
6.1. Araştırmanın Amacı ve Yöntemi	76
6.2. Alan Çalışmasının İçeriği ve Verilerin Değerlendirilmesi	76
6.3. Alan Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	92
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	101
KAYNAKLAR.....	103
EKLER	110
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....	132
ÖZGEÇMİŞ.....	133

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Zaman yönetimi	21
Şekil 4.1.	Proje üretim süreçlerinin tarihçesi.....	32
Şekil 4.2.	YBM kavramı	34
Şekil 4.3.	4D YBM hazırlama aşamaları	35
Şekil 4.4.	5D YBM modelinin oluşumu	36
Şekil 4.5.	YBM enerji analizi simülasyonu	36
Şekil 4.6.	YBM olgunluk düzeyleri şeması	38
Şekil 4.7.	LOD detay seviyeleri	39
Şekil 4.8.	LOD detay örnekleri	40
Şekil 4.9.	Parametrik modellemenin YBM sistemindeki görevi	41
Şekil 4.10.	Proje döngüsünde bilgi kaybı	42
Şekil 4.11.	Tasarla-Teklif et-Yap teslim yöntemi şeması.....	44
Şekil 4.12.	Risk üstlenimli danışmanlık teslim yöntemi şeması.....	44
Şekil 4.13.	Tasarla-Yap teslim yöntemi şeması.....	45
Şekil 4.14.	Entegre proje teslim yöntemi şeması.....	46
Şekil 5.1.	Primevera P6 kritik yol örneği.....	52
Şekil 5.2.	Primavera P6 maliyet yönetimi	58
Şekil 6.1.	Katılımcıların şirketlerindeki çalışan profilleri.....	77
Şekil 6.2.	Katılımcıların sektörle ilgili tecrübe düzeyleri	77
Şekil 6.3.	Katılımcıların meslek profilleri	78
Şekil 6.4.	Yapı Bilgi Modellemesi kullananların tecrübe edinim şekilleri.....	78
Şekil 6.5.	Katılımcıların şirketlerinin sektörle ilgili tecrübeleri	79
Şekil 6.6.	Katılımcıların şirketlerinin faaliyet alanları.....	80
Şekil 6.7.	Katılımcıların şirketlerinin yıllık ciro ortalamaları.....	80
Şekil 6.8.	Yapı Bilgi Modellemesi kullanım şekilleri	81
Şekil 6.9.	Yapı Bilgi Modellemesi kullanmama sebepleri	82
Şekil 6.10.	Yapı Bilgi Modellemesi kullanım sıklığı	83
Şekil 6.11.	Yapı Bilgi Modellemesini projelerde kullanılma nedenleri	84
Şekil 6.12.	YBM yeniliklerinin proje yönetimine sağladığı etki oranları.....	84
Şekil 6.13.	Yapı Bilgi Modellemesi 4D kullanım oranları	85
Şekil 6.14.	YBM ile gelene yeniliklerin zaman yönetimine etkisi	86
Şekil 6.15.	İş kalemlerinin aktivite sürelerinin zaman yönetimine etkisi.....	85
Şekil 6.16.	İş programı simülasyonunun zaman yönetimine etkisi	87
Şekil 6.17.	Çakışma analizinin zaman yönetimine etkisi	88
Şekil 6.18.	Birlikte çalışabilirliğin zaman yönetimine etkisi.....	88
Şekil 6.19.	Yapı Bilgi Modellemesi 5D'nin kullanım oranları	89
Şekil 6.20.	YBM ile gelen yeniliklerin maliyet yönetimine etkisi	90
Şekil 6.21.	Çakışma analizinin maliyet yönetimine etkisi.....	90
Şekil 6.22.	Otomatik metraj özelliğinin maliyet yönetimine etkisi.....	91
Şekil 6.23.	Birlikte çalışabilirliğin maliyet yönetimine etkisi	91

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. PRINCE2 metodolojisi aşamaları	8
Tablo 3.2. Gantt diyagram tekniğinin güçlü ve zayıf yönleri.....	12
Tablo 3.3. Proje yönetimi bilgi alanları	16
Tablo 3.4. Entegrasyon yönetimi.....	18
Tablo 3.5. Kapsam yönetimi aşamaları	19
Tablo 3.6. Maliyet yönetimi aşamaları.....	22
Tablo 3.7. Kalite yönetimi aşamaları	23
Tablo 3.8. İnsan kaynakları yönetim şeması	25
Tablo 3.9. İletişim yönetimi şeması.....	26
Tablo 3.10. Risk yönetim aşamaları	28
Tablo 5.1. Projelerin çıkışma adetleri ve sağladığı süre kazançları.....	56
Tablo 5.2. Kuzey Şangay veri merkezi yapım bilgileri	61
Tablo 5.3. Şangay Veri Merkezi YBM kullanımı ile oluşan çıktılar	61
Tablo 5.4. Projelerin çıkışma adetlerinden sağlanan maliyet kazançları.....	63
Tablo 5.5. Yapı Bilgi Modellemesinin proje yönetimi bilgi alanlarına etkisi.....	74

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

% : Yüzde

Kısaltmalar

BDT	: Bilgisayar Destekli Tasarım
BIM	: Building Information Modeling (Yapı Bilgi Modellemesi)
BTS	: Bagaj Taşıma Sistemi
CCTA	: Centrel Computeand Telecommunications Agency (Merkezi Hesaplama Telekomünasyon Ajansı)
CIFE	: Center of Integrated Facilities Engineering (Entegre Tesisler Mühendisliği Merkezi)
CPM	: Critical Path Technique (Kritik Yol Tekniği)
GMP	: Garantili Maksimum Fiyatı
İGA	: İstanbul Grand Airport (İstanbul Havalimanı)
IFC	: Industry Foundation Classes (Endüstriyel Ortak Dosya Formatı)
IPD	: Integrated Project Delivery (Entegre Proje Teslim Yöntemi)
IPMA	: International Project Management Association (Proje Yönetim Derneği)
LOD	: Limit of Developement (Detay Gelişimi)
MEP	: Mekanik Elektrik Projesi
MP	: Mimari Proje
OGC	: The Office of Government Commerce (Hükümet Ticaret Ofisi)
PERT	: Evaluation and Review Technique (Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği)
PMI	: Project Management Institute (Proje Yönetim Enstitüsü)
PRINCE	: Projects In Controlled Environment (Çevresel Kontrollü Projeler)
SP	: Statik Proje
TL	: Türk Lirası
YBM	: Yapı Bilgi Modellemesi

YAPI BİLGİ MODELLEMESİNİN (BIM) PROJE YÖNETİMİNDE ZAMAN VE MALİYETE OLAN ETKİSİNİN İNCELEMESİ

ÖZET

İnşaat sektörü birçok farklı disiplinin bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Paydaşların birlikte çalışabilmesi ve kısa zaman, az maliyet ve yüksek kalitede projeler ortaya çıkarabilmek için proje yönetimi hayati bir öneme sahiptir. Geçmişten günümüze yapılan inşaat projelerinde, çeşitli proje yönetim teknikleri kullanılmıştır. Kullanılan bu yönetim teknikleri ile proje yönetimine olumlu katkılar sağlanmıştır. Özellikle zaman ve maliyet yönünden olumlu katkı sağladığı görülmektedir. Ancak kullanılan bu geleneksel yönetim tekniklerinde aksama yaşanan noktalar olduğu da görülmüştür. Bu aksamalara çözüm olarak, son 5-10 yıldır daha sık kullanılmaya başlayan Yapı Bilgi Modellemesi geliştirilmiştir.

Yapı Bilgi Modellemesi üç boyutlu tasarımı felsefe edinen, birçok proje türünü bir ortamda görülmesini sağlayan, zaman ve maliyet yönetimini kendi içinde yapılmasını sağlayan bir proje yönetim tekniğidir. Geçmişten günümüze inşaat projelerinde yaşanan sorunları keşfederek bunlara çözümler üretmiş ve sektöre birçok yeniliğin girmesini sağlamıştır. Özellikle nesne tabanlı modelleme, çakışma analizi, otomatik metraj ve birlikte çalışabilirlik özellikleri ile zaman ve maliyet yönetiminde ciddi tasarruflar edilmesini sağlamıştır. Sağladığı etkiler ile inşaat projelerin daha doğru şekilde yönetilmesini sağlamıştır.

Bu tez kapsamında, proje yönetim kavramı, metodolojileri, teknikleri, Yapı Bilgi Modellemesi kavramı, Yapı Bilgi Modellemesinin getirdiği yenilikler, proje yönetim tekniklerine sağladığı etkiler literatür araştırması ile incelenmiştir. Araştırma kısmında ise alan çalışması yapılmıştır. Yapılan alan çalışmasında Yapı Bilgi Modellemesi ile çalışan 150 tane firmaya, 24 sorudan oluşan alan çalışması gönderilmiştir. 91 tane firma yetkilisi alan çalışmasına katılım göstermiştir. Alan çalışmasına katılan firmalara, ağırlıklı olarak Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen yeniliklerin zaman ve maliyete olan etkilerini inceleyen sorular yöneltilmiştir. Verilen yanıtlara bakıldığında, %45 oranında firma çakışma analizi özelliğinin zamandan %10'dan fazla tasarruf sağladığını, %42 oranında firma birlikte çalışabilirlik özelliğinin %10'dan daha fazla tasarruf sağladığı yanıtlarını vermiştir. %38 oranında firma çakışma analizi özelliğinin %10'dan daha fazla maliyetten tasarruf sağladığı, %39 oranında firma otomatik metraj özelliğinin %10'dan daha fazla maliyetten tasarruf sağladığı, %38 oranında firma birlikte çalışabilirliğin %10'dan daha fazla maliyetten tasarruf sağlattığı yanıtlarını vermiştir. Ağırlıklı ortalama olarak bakıldığında Yapı Bilgi Modellemesinin zamandan %6,96, maliyetten %6,55 oranında tasarruf sağladığı saptanmıştır. Bu doğrultuda Yapı Bilgi Modellemesinin getirdiği yeniliklerin, proje yönetimine olumlu etki yaptığı, zamandan ve maliyetten tasarruf sağladığı görülmüş olup, inşaat sektöründe yaygınlaşmasının olumlu olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Maliyet Yönetimi, Proje Yönetimi, Yapı Bilgi Modellemesi, Zaman Yönetimi, Yapım Yönetimi.

RESEARCHING THE EFFECT OF BUILDING INFORMATION MODELING ON TIME AND COST in PROJECT MANAGEMENT

ABSTRACT

The construction industry is formed by the combination of many different disciplines. Project management is of vital importance in order for stakeholders to work together and to produce projects with short time, low cost and high quality. Various project management techniques have been used in construction projects from past to present. With these management techniques used, positive contributions have been made to project management, especially to time and cost. However, it has been observed that there are points of disruption in these traditional management techniques. As a solution to these disruptions, the Building Information Modeling management technique, which has been used more frequently in the last 5-10 years, has been developed.

Building Information Modeling is a project management technique that adopts three-dimensional design as a philosophy, enables many types of projects to be seen in one environment, and enables time and cost management to be done in itself. It has discovered the problems experienced in construction projects from the past to the present and has produced solutions to them and has enabled many innovations to enter the sector. Especially with its object-based modeling, conflict analysis, automatic metering and interoperability features, it has provided significant savings in time and cost management. With the effects it provides, it has ensured that the construction projects are managed more accurately.

Within the scope of this thesis, the concept of project management, its methodologies, techniques, the concept of Building Information Modeling, the innovations brought by, its effects on project management techniques have been examined through literature research. In the research part, a field study consisting of 24 questions is carried out. It is sent to 150 companies working with Building Information Modeling. 91 company representatives participated in the field study. The companies participating in the fieldwork were asked questions mainly examining the effects of the innovations brought by Building Information Modeling on time and cost. Looking at the answers given, 45% of the companies said that the conflict analysis feature saves more than 10% of the time, and 42% of the companies answered that the interoperability feature saves more than 10%. 38% companies responded that the conflict analysis feature saves more than 10% cost, 39% companies answered that the automatic metering feature saves more than 10% cost, and 38% companies answered that interoperability saves more than 10% cost has given. When looked at the weighted average, it was determined that Building Information Modeling saved 6.96% of time and 6.55% of cost. In this direction, it has been seen that the innovations brought by Building Information Modeling have a positive effect on project management, saving time and cost, and it has been seen that its spread in the construction sector is positive.

Keywords: Cost Management, Project Management, Building Information Modeling, Time Management, Construction Management.

1.GİRİŞ

İnşaat sektörü birçok farklı disiplinin bir araya gelmesi sonucu oluşan bir sektördür. Karmaşık sistemleri içermesinden dolayı karmaşık bir sektör olduğu görülmektedir. İnşaat sektörünü oluşturan projelerin yapımında proje yönetimi önemli bir yer tutmaktadır. Karmaşık projeler ve birçok disiplini bir araya getirmesinden dolayı yönetim önemli bir yer tutmaktadır. Yönetimin önemli bir yer tutma sebebi ise projelerin kısa zaman, az maliyet ve yüksek kalite yapılmak istenmesinden dolayıdır. Bu sebeplerden ötürü geçmişten günümüze inşaat projelerinin yapımı için birçok proje yönetim teknikleri geliştirilmiştir. Geliştirilen proje yönetim teknikleri, inşaat projelerinin yönetimini kolaylaştırmış, zaman, maliyet ve kalite yönetimlerine olumlu etkiler yapmıştır.

Günümüz teknolojilerinin gelişmesi ile inşaat sektörüne Yapı Bilgi Modelleme (Building Information Modeling) kavramı girmiştir. Bu kavrama bakıldığı zaman yeni bir yönetim tekniği olduğu görülüp, bütün modellemelerin üç boyutlu ortamda yapıldığı, farklı iş kalemlerinin bir arada yönetilmesini sağlayan bir kavram olduğu görülmüştür. Günümüzde zaman geçtikte Yapı Bilgi Modellemesi yönetim tekniği inşaat projelerinde, özellikle kapsam düzeyi yüksek projelerde kullanılmaya başladığı görülmüştür. Yapı Bilgi Modellemesi yönetim tekniğinin kullanımı ile proje yönetiminin daha doğru şekilde yapıldığı saptanmaktadır. Zaman, maliyet ve kalite yönetimine olumlu bir katkı yapıldığı görülmüştür.

Gelener (2019) sektörde aktif olan büyük bir proje içerisinde görev alan YBM ekibinin YBM ve mevcut proje üzerindeki etkisi ile ilgili görüşlerini alarak bunların bir nitel analiz çerçevesinde değerlendirerek ekibin YBM ile ilgili görüşlerinden birtakım çıkarımlar yapmıştır.

Bu tez kapsamında da genel bakış olarak Yapı Bilgi Modellemesinin, proje yönetim bilgi alanlarından olan zaman ve maliyet unsuruna etkisinin araştırılması yapılmaktadır.

Tez çalışmasının ilk kısmında proje kavramı, proje yönetimi kavramı, proje yönetim metotları ve proje yönetimi bilgi alanlarının literatür taraması yapılmıştır.

Tezin ikinci kısmında günümüzde kullanımı oldukça artan Yapı Bilgi Modellemesi kavramı, inşaat sektörüne getirdiği yenilikler üzerine tarama çalışmaları yapılmıştır.

Tezin üçüncü bölümünde ise Yapı Bilgi Modellemesinin, proje yönetimi bilgi alanlarına olan etkileri incelenmiştir. Özellikle zaman ve maliyet bilgi alanlarına etkileri ayrıntılı şekilde incelenmiştir. Bu incelemelere istinaden bir değerlendirme çalışması yapılmıştır.

Tezin dördüncü bölümünde ise Yapı Bilgi Modellemesinin zaman ve maliyet yönetimine olan etkilerini incelemek için alan çalışması yapılmıştır. Yapılan alan çalışmaları şirketlere gönderilerek, dönüşler alınıp, gelen verilerin incelenmesi yapıp, verilerin değerlendirmeleri yapılmıştır.

Sonuç kısmında ise yapılan incelemeler sonucunda Yapı Bilgi Modellemesinin, zaman ve maliyet yönetimine sağladığı etkiyi alan çalışması değerlendirmesinden elde edilen sonuçlar ile literatür taramasından elde edilen değerlendirmeler birleştirilerek, karşılaştırmalı olarak elde edilen sonuçlar neticesinde zaman ve maliyet yönetimi açısından çeşitli öneriler getirilmiştir.

2.GENEL BİLGİLER

İnşaat projeleri birçok iş disiplini barındıran projelerdir. Bu projelerin yapımında zaman ve maliyet kıstası birinci öncelikli olarak görülmektedir. Projelerin zamanında ve hedeflenen maliyette bitebilmesi için doğru bir proje yönetimi gereklidir. İnşaat projelerinde, birçok proje yönetim teknikleri kullanılmıştır. Kullanılan bu proje yönetim teknikleri ile projelerde zaman ve maliyet yönünden tasarruf sağlamıştır. Ancak bu yönetim tekniklerinin eksik kaldığı noktalar olduğu da bir gerçektir. Bu yüzden günümüzde son yıllarda kullanılmaya başlayan Yapı Bilgi Modellemesi proje yönetim tekniği geliştirilmiştir. Yapı Bilgi Modellemesi, geleneksel yönetim tekniklerin de yaşanan sorunlara çözümler üreterek, doğru bir proje yönetim sağlamaktadır. Bu sayede proje yönetiminde zaman ve maliyet yönetimine de olumlu bir etki sağlamıştır. Bu tez kapsamında Yapı Bilgi Modellemesinin proje yönetiminde zaman ve maliyete olan etkisini görmek hedeflenmektedir.

2.1. Çalışmanın Amacı

İnşaat projelerinde zaman, maliyet ve kalite en önemli üç unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu üç unsurun en optimum düzeyde sağlanabilmesi için proje yönetiminin doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bu yüzden proje yönetimi kavramı, proje yönetim teknikleri, proje yönetimi bilgi alanları ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Geleneksel yönetim teknikleri proje yönetimine olumlu katkı sağlasa da eksik kaldığı yönler mevcuttur. Bu eksikliklere çözüm olarak Yapı Bilgi Modellemesi geliştirilmiştir. Bu yüzden Yapı Bilgi Modellemesi kavramı, gelen yeniliklerin ne olduğu ile ilgili literatür taramasına yer verilmiştir. Yapı Bilgi Modellemesinin, geleneksel yönetim tekniklerinde yaşanan sorunlara getirdiği çözümler incelenmiştir. Yapı Bilgi Modellemesi üzerine çalışan kişiler ile alan çalışması yapılarak, Yapı Bilgi Modellemesinin zaman ve maliyete olan etkisinin ne seviye de olduğunu göstermek amaçlanmıştır.

2.2. Çalışmanın Yöntemi ve Kapsamı

Öncelikli olarak tez çalışmasına yerli ve yabancı kaynakların incelenmesiyle başlanmıştır. Konu ile ilgili yazılmış tez, dergi, makale, kitap yayınları ve internet

kaynaklarına başvurularak literatür araştırması yapılmıştır. Elde edilen bilgiler tez çalışmasına entegre edilerek belirlenen odak noktalarına açıklık getirilmesi sağlanmıştır.

İkinci aşamada ise yapılan tarama sonucu elde edilen bilgilerle alan çalışması soruları hazırlanmıştır. Hazırlanan bu alan çalışması soruları, incelenen alanda çalışan kişi veya şirketlere ulaştırılmıştır. Verilen yanıtların analizi yapılarak, nicel ve nitel yönden etki seviyesi hakkında sonuçlara ulaşılmıştır.



3.PROJE YÖNETİMİ TANIMI, METODOLOJİLERİ, TEKNİKLERİ ve BİLGİ ALANLARI

3.1. Proje Kavramı

Proje, belirlenmiş şartlar çevresinde ulaşılması için öngörülü hedeflere sahip, bir başlangıç ve bitiş zamanına ayrıca belirli bir sermaye sınırlarına sahip, kaynakları olan (para, iş gücü, ekipman gibi) bu kaynakların tüketildiği zincirleme faaliyetler bütünü olarak tanımlanmaktadır (Ölçer, 1996).

Günlük iş hayatımızda birçok kere duyulan ve birden fazla üyeye sahip bir çalışma bütünü olan proje; insan ve insan dışı birçok kaynağın belirli bir zaman içinde ayrıca organizasyon el bir bütün olarak çalışıldığı ve insana gücünün süreç bitiminde başka yerlere görevlendirildiği bir süreç bütünüdür (Toltar, 2019).

Başka bir açıdan proje tanımına bakılırsa; emek, sermaye, zaman gibi birçok kaynağın bir araya gelmesi ve bunların kullanılması sonucu müşteri ihtiyaçlarının karşılanmasını sağlayan mal ve hizmetlerin bütünü olarak da düşünülmektedir (Barutçugil, 2008).

Proje, başlangıç ve bitiş süresine sahip belirli bir amaç için oluşturulan ve tek seferlik yapılan organizasyon faaliyetleridir. Faaliyetlerin proje kapsamına girmesi için belirli kriterleri mevcuttur. Bu kriterler;

- Maliyet, zaman ve performans hedefleri
- Bulunduğu bir yer olması
- Başlangıç zamanı ve bitiş zamanının bulunması
- Benzer özellikler taşımaması gerekmektedir (Demirel, 2014, Toltar, 2019).

Bütün bu kavramlara bakarak değerlendirilirse proje, bir ihtiyaç olup bu ihtiyaca cevap vermeyi sağlayan ve bu eylemi gerçekleştirirken birçok bağımlı değişkene sahip bir organizasyon şeması olarak değerlendirilebilmektedir.

3.2. Proje Yönetimi Kavramı

Proje yönetimi kavramı; kapsam, maliyet ve zaman amaçlarına varabilmek için bütün proje faaliyetlerinin planlanması, zaman yönetiminin yapılması ve bu planlamalarının

kontrolünün sağlanması olarak tanımlanabilmektedir. Projeyi yönetmek temel olarak en kısa sürede en az bütçe ile en kalite işi yapabilmek için bütün kaynakların bir bütün olarak kullanılmasıdır (Gerger, 2006, Çalışkan,2009).

Proje yönetimi, projeler belirli hedefler sonucu oluşmaktadır. Bu oluşumların hedefine varılabilmek için birçok paydaş yani farklı disiplinler bir arada kullanılmalı ve bu fark disiplinler proje için belirlenen hacim, süre, maliyet gibi unsurlara uygun bir şekilde oluşturulup yönetilme işidir (Kocakulak, 1997).

Proje yönetiminin amacı projelerin tamamlanabilmesi için koordinasyon ve yönetim için gerekli süreçleri ve kullanımı planlanan kaynakları tanımlamak ve izlemektir. Amaçlar doğrultusunda;

- Proje kapsamına giren işler tanımlanır.
- Projenin yapılması için gerekli olan zaman, kaynak ve maliyet öngörülleri hazırlanır ve bu hazırlıkların planlaması, izlenmesi ve kontrol kısmıdır (Eker, 2008).
- Diğer birimler için gerekli tanımlamalar yapılarak, yönetimi gerçekleştirilir (Sümer, 2013).
- Belirlenen hedeflerde sapmalar gerçekleşir ise önlemler alınmasıdır Kır, 2007).

İnşaat projeleri büyük ölçekli karmaşık projelerdir. Bu projeler için zaman, maliyet ve kalite başarı için belirsizlikler hatta riskler oluşmaktadır (Kömürlü, 2018). Projenin bu belirsizlik ve riskler altında hedeflerine ulaşılabilmesi için harcanan çabanın yönetimine proje yönetimi denilmektedir (Barutçugil, 2008). Karmaşıklık ve belirsizler sebebiyle inşaat projelerinde proje yönetimi elzem bir hale gelmiştir. Bu doğrultuda yaygınlaşmıştır. Proje yönetiminin yaygınlaşması sonucu birçok soru da çoğalmıştır:

- Proje yönetimi bir proje için neden gereklidir?
- Profesyonel proje yönetim araçları ve yöntemleri nelerdir?
- Proje yönetiminin kalitesini neler belirler?
- Projenin veya projenin bir parçasının sorumluluğunu üstlenen yöneticinin sahip olması gereken yetkinler neler olmalıdır (Ata, 2009)?

Bu oluşan sorulan ışığında ve bu sorulara çözümler üretilmesi ile proje yönetimi yaygınlaşmış ve projeler için birçok fayda sağlamıştır. Bu sağlanan faydaları incelersek;

- Proje sonuçlarının istenilen başarıya ulaşmasının sağlanması
- İşletmeler içerisinde çalışma disiplinlerini sağlayarak, iletişim yönünün kuvvetlendirmesi
- Farklı paydaşların bir bütün olarak çalışmasını sağlayarak iletişim yönünün artması
- Üç önemli unsur olan zaman, maliyet ve kalite unsurlarının etkin olarak sağlanması
- Unsurların etkin kullanımını sağlayan kaynakların görev ve sorumluluklarının daha anlaşılır olması
- Proje süreçlerinde olan değişimlerin risk seviyesi arttırmasının önüne geçilmesi gibi birçok fayda sağladığı görülmektedir (Toltar, 2019).

Proje yönetimi koordinasyon olayının hızlı ve güvenli olmasını sağlamak için her bir proje ve ürün sürecinin uyumlu ve iletişimi yüksek hale getirilmesinin sağlayan bir girişimdir (PMBOK, 2013).

Tüm bu tanımlamalara bakarsak; proje yönetimi bir süreçtir. Bu süreçler bir aktiviteden oluşmaktadır. Proje yönetimi, tüm süreçlerin içinde yer alan aktivitelerin koordinasyonlu ve iletişimi yüksek şekilde olması ile zaman, maliyet ve kalite unsurlarının verimli şekilde gerçekleşmesini sağlayan yönetim sürecidir.

3.3. Proje Yönetim Metotları

Projelerde proje yönetimini uygulamak için bazı yönetim metodolojileri mevcuttur. Bu tez kapsamında kısa şekilde açıklamak için PRINCE2 metodolojisi, IPMA metodolojisi ve PMI metodolojisinin içerik ve kullanım şekillerinin literatür taraması yapılmıştır.

3.3.1. PRINCE2 Metodolojisi

PRINCE (Projects in Controlled Environment) ilk olarak İngiltere ülkesinde kullanılan bir metodolojidir. Bu metodoloji İngiltere hükümeti ve özel kuruluşlar tarafından kullanılan bir metot olduğu görülmektedir (Yıldırım, 2004).

PRINCE2 metodolojisi, bir projenin başlangıç aşamasından sonlandırılması aşamasına kadar nasıl olması gerektiğini açıklayan bir metottur. Bu metot ilk olarak PRINCE kullanım adıyla CCTA (Centrel Computerand Telecommunications Agency) tarafından oluşturulmuştur. Daha sonraki yıllarda oluşum ismi değişikliğe uğrayarak OGC (The Office of Goverment Commerce) olarak değişikliğe uğrayarak PRINCE2 sürümünü almıştır (Şimşek, 2011).

PRINCE2 metodolojisinin amacı proje sonucu ortaya çıkacak ürünlerin, proje başında planlanan zaman, bütçe ve kalitede başarılı bir şekilde yapılmasını sağlayan ve süreç boyunca organizasyon, yönetim ve kontrolünü sağlayan bir yönetim metodolojisi olduğu görülmektedir (Şimşek, 2011). PRINCE2 metodolojisi 7 prensip, 7 tema ve 7 süreçten oluşan yönetim sistemidir. Tablo 3.1 de bu aşamaların tamamı görülmektedir.

Tablo 3.1. PRINCE2 metodolojisi aşamaları (Ünsal, 2017)

PRENSİBLER	TEMELAR	SÜREÇLER
İş gerekçesi	İş konusu	Projeyi başlatma girişimi
Önceki tecrübelerden ders çıkarma	Organizasyon	Projeyi yönetme
Rol ve sorumlulukların tanımlanması	Kalite	Projeyi başlatma
Aşamaların tanımlanması	Planlar	Aşamaları kontrol etme
İstisnaların tanımlanması	Risk	Ürün teslimini yönetme
Ürünlere odaklanma	Değişim	Aşama sınırlarını yönetme
Proje ortamına uyacak şekilde uyarlama	İlerleme	Projeyi kapatma

3.3.2. IPMA Metodolojisi

Proje yönetimi için yapılan bu metodoloji 1965 yılında IPMA (International Project Management Association) tarafından dünyada dört kıtada (Avrupa, Amerika, Afrika, Asya) kullanılmaktadır. Ayrıca bu metodoloji 4 farklı seviyeye sahiptir. Bu seviyeler A, B, C, D seviyeleridir (Yıldırım, 2004).

IPMA metodolojisi ürettiği seviye ve standartlar ile proje yönetimini bir meslek olarak tanımlamaktadır. IPMA metodolojisi ile oluşturulmuş standart proje yönetimini beş

başlık altında incelenmiştir. İlk olarak bu standartın amacı, sonraki başlıkta proje yönetimi için yapılan yaklaşımlar ve diğer oluşan başlıkta ise proje yönetimi için gerekli olan yetkinleri içermektedir (Ata, 2009, Toltar, 2019).

3.3.3. PMI Metodolojisi

PMI metodolojisi 1969 yılında ABD de kurulan PMI (Project Management Institute) tarafından proje yönetim sistemini geliştirmek, iletişim ağlarını kurmak ve proje sorunlarını çözmek için geliştirilmiştir. PMI metodolojisinin proje yönetimi için oluşturduğu standartlar PMBOK kılavuzunda verilmiştir. PMBOK kılavuzu proje yönetimini 4 başlıkta incelemiştir. İlk kısımda PMI metodolojisinin çıkardığı bu standartın geliştirilme amacı ve bu standartın proje yönetim yaklaşımı incelenmiştir. Sonraki aşamalarda PMBOK'u oluşturulan proje yönetim süreçleri ve bilgi alanları açıklanmıştır.

PMI metodolojisinin temel amacı, projelerde proje yönetimini sağlamak için bilime uygun, doğru bir standart sağlayıp, proje yönetimini yapan insanların bu alanda doğru ve hızlı bir yönetim anlayışını benimsemesini sağlamaktadır (Toltar, 2019).

3.4. Proje Yönetiminin Kullanım Amaçları

Günümüzde artan nüfus ve büyüme ile birlikte yaşam için gereklilikler sürekli artmaktadır. Bu artan nüfus sayısı ile birlikte enerji, sağlık gibi birçok alanda global ölçekte birçok yatırım geçmişten günümüze kadar uygulanmıştır ve uygulanmaya devam edecektir. İnşaat sektörü gelecek içinde kaçınılmaz bir öneme sahip olduğu görülmektedir. Bu artan ihtiyaçlara cevap vermek için birçok büyük proje uygulanmaktadır. Bu projeler birçok koordinasyonu bir arada gerektiren, birçok paydaşı buluşturan ve karmaşık projelerdir. Bu projelerin uygulanması için proje yönetiminin yapılması kaçınılmazdır. Önceki yani proje yönetimi uygulanmayan projelerde birçok sorunlar yaşandığı gözlenmektedir. Bu sorunları sıralarsak;

- Proje aşamalarında yapılacak faaliyetlerin tanımlanması ve bu faaliyetlerin kontrol edilmesinde
- Değişik iş kollarının birbirleriyle ilişkili olan işlerin alt sekmelere ayrılmasında
- Çok sayıda kişi ve paydaşın birlikte çalışma şartları

- Hedeflenen zaman ve maliyetlerde sapmaların yaşanması
- Kontrol kısımlarında yaşanan aksaklıklar
- Kalitede oluşan aksaklıklar (Bodur, 2011, Yıldırım, 2014).

Bu gibi birçok sorunla karşılaşıldığı görülmektedir. Ancak proje yönetimi uygulaması yapılan projelerde bu sorunlara yüzde yüz çözüm olmasa da birçok fayda sağladığı görülmektedir. Bu sayede proje yönetimi aşırı derece yaygınlaşmıştır. Yaygınlaşmanın sebeplerine bakarsak;

- Firmalarda çalışan insan gücünde azalma olmasına rağmen verim seviyesinin yükselmesi
- Projelerde kapsam seviyesinin artması
- Rekabet ortamına katkı sağlaması
- İletişim seviyesinin yükselmesi
- Müşterilerin istediği ölçekte yaklaşımların sağlanması
- Çok uluslu şirketler için merkezi yönetimin kolaylaşması (Balaban, 2003, Gerger, 2006, Toltar, 2019).

Görüldüğü üzere proje yönetimi olmayan şirketlere göre proje yönetimi uygulayan şirketlerin avantajları görülmüştür. Ayrıca yaşanan sorunlara sağladığı çözümler görülmüştür. Her proje kendi içinde ayrı bir özelliğe sahiptir. Her proje de birçok farklı sorun oluşup bunlara çözüm üretmek önemlidir. Proje yönetimi kullanımı ile istenilen zaman, bütçe ve kalitede yüzde yüz performans olmasa da çözümler üreterek daha iyi olmasını sağladığı görülmüştür.

3.5. Proje Yönetim Teknikleri

Proje yönetim teknikleri, proje için yapılan planlama döneminde dâhil olmaktadır. Proje planlama aşamasında dâhil olan proje yönetim teknikleri, projenin sonlanmasına kadar var olmaktadır. Proje yönetim tekniklerinin amacı, projenin başından sonuna kadar şematik olarak tanımlanmasını sağlamaktadır. Bu sayede, proje için planlanan ve gerçekleştirilen sonuçları ortaya koymayı sağlamaktadır. Ayrıca süreç boyunca sapmaları da ortaya çıkarmayı sağlamaktadır.

Proje yönetim teknikleri, yapılması planlanan projenin başarılı olabilmesi için en kısa zamanda ve en az maliyet ile hedeflenen kaliteye ulaştırmak amacıyla yapılacak tüm faaliyetlerin, önem sırasına göre grafik şekline getirilmesidir. (Toltar, 2019).

Proje yönetim teknikleri biçimsel olarak farklılar içerse de yaklaşım olarak birbirlerine benzemektedir. Bu tekniklerin uygulama aşamaları dört aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar;

- Proje için gerekli olan iş tanımlamalarının yapılması
- Proje içinde bulunan bütün iş kalemlerinin mantıksal bir sıralamasının olması
- Kaynakların, her iş kalemi için en kısa sürede ve en az maliyetle kullanımının sağlanması
- Proje süresince izlenilmesi, amaçtan sapma noktasında yeniden düzenlemelere gidilmesi (Kuroğlu, 2002).

Proje yönetim teknikleri ortak dört aşamadan oluştuğu görülmüştür. Her bir teknik kendi içinde de farklı özellikleri barındırmaktadır. Proje yönetim tekniklerinden, çubuk diyagram tekniği, kritik yörünge tekniği ve proje değerlendirme ve gözden geçirme tekniği incelenecektir.

3.5.1. Çubuk Diyagram Tekniği (Gantt Diyagramı)

Gantt diyagram tekniği Henry Gantt tarafından 1918 yılında geliştirilen proje yönetim tekniğidir (Toltar, 2019). Proje içinde yer alan tüm faaliyetleri ve belirlenen faaliyetlerin tamamlanma sürelerini ortaya koyulmasını sağlayan iki boyutlu gösterim olarak tanımlanmaktadır. Projeler büyüdükçe birçok faaliyet içerdiği için kullanımı zor olacağından küçük ölçekli projelerde tercih edilebilmektedir (Konakçı, 2006).

Bu yönetim tekniğinde diyagramlar yardımıyla işler programlanmaktadır. Belirlenen bu diyagramlar ile hangi faaliyetin ne kadar zaman alacağı belirlenir ve toplam zamanı hangi faaliyetin etkilediğini belirleyen yönetim tekniğidir.

Gantt diyagramı yönetim tekniğinde, bir zaman çizgisi üzerinde proje için gerekli tüm safhalar planlanan ve gerçekleşen sürelerin, başlangıç ve bitiş zamanları belirlenir ve bu şekilde kullanılır. Gantt diyagramında, faaliyetler üstten alta doğru, zaman unsuru ise

soldan sağı doğru işlenmektedir. Bu diyagramda zaman çizgisi için yatay barların kullanıldığı görölmektedir (Esatoğlu, 2010).

Tablo 3.2. Gantt diyagram tekniğinin güçlü ve zayıf yönleri (Demirel, 2014, Toltar, 2020)

GANTT ŞEMALARI		
KRİTER	GÜÇLÜ YANLARI	ZAYIF YANLARI
Uygulanabilirlik	Kısa süreli faaliyetlerin ölçümünde ortaya çıkan hatalarda küçük olmaktadır.	Faaliyetler arasındaki ilişkileri belirtecek açık yöntemleri yoktur.
Güvenilirlik	Her faaliyet için yalnız tek bir zaman tahmini vardır. Farklı tahminlerin bulunmaması karmaşıklıktan kaynaklanabilecek hataları önler.	Tahmincinin yargıları değişkendir bu yüzden sıklıkla güvenilir değildir. Büyük projelerde faaliyet sayısı fazla olduğundan, fazla olan bu faaliyetlerdeki küçük güvensizliklerin toplamı verilecek kararlarda da güvensizliğe neden olur.
Uygulama	Yapısı bakımından tüm sistemler arasında karmaşıklığın en alt düzeyde olduğu sistemdir. Kolay ve anlaşılırdır.	Zaman standartlarının mevcut olmadığı ve geliştirilmesi gerektiği işlemlerin kontrolünde uygulaması çok zordur.
Simülasyon Yeteneği		Belirgin bir yetkinliği yoktur.
Güncelleme Durumu	Programlarda önemli değişiklikler olmadığı takdirde grafiklerin güncellenmesi de kolay olacaktır. Bilgisayar kullanımını zorunlu kılmayacak basit bir yapıya sahiptir.	Mevcut şemalar güncellenemez. Bu nedenle grafiklerin yeniden çizilmesi gerekebilir.
Esneklik	Kaynak gereksinimlerinin ne miktarda olacağını tahmin etmek için de kullanılabilir.	Bakış açısının sıklıkla değiştiği projelerde birçok grafiğin tamamıyla yeniden hazırlanması gerekebilir.
Maliyet	Diğer tekniklere göre veri toplama ve işleme nispeten ucuzdur. Mevcut grafikler ucuz materyaller kullanılarak oluşturulmuş ve güncellenebilir durumda ise gösterimlerde ucuz olabilir.	Grafikler esnek değildir. Program değişiklikleri zaman alıcı ve yüksek maliyetli yeni grafikler gerektirir. Sıklıkla pahalı gösterim araçları kullanılır.

Gantt diyagramı proje yönetim tekniği, az sayıda kişi sayısına sahip küçük projelerde kullanılması uygundur. Küçük projelerde, bu yönetim tekniği ile raporlama, projeyi tanımlama, izleme işlemleri kolaylıkla sağlanabilir. Kontrol kısmı için faydası çok az düzeydedir. Ayrıca proje için geniş bilgi verilmek istenildiğinde yetersiz kaldığı görülmektedir (Demirel, 2014).

Gantt diyagramı için girilen faaliyetler dikey eksen, zaman ise yatay eksen üzerinde görülmektedir. Gantt diyagramında faaliyetleri belirlemek ve faaliyetlerin sürelerinin doğru bir şekilde belirlenip girilmesi gerekmektedir. Bu özelliği ile hızlı hazırlanabilir ancak proje süresince ortaya çıkacak sorunlu faaliyetleri hızlı şekilde belirlemede geç kalabilir ve bu sebeple proje de aksaklıklar yaratmaya açık bir yönetim tekniğidir. Tablo 3.2 de Gantt diyagram tekniğinin güçlü ve zayıf yönleri gösterilmektedir.

3.5.2. Kritik Yörünge Tekniği (CPM: Critical Path Technique)

Kritik yörünge tekniği ağ diyagram metodlarından birisidir. Bu kritik yörünge metodunun en önemli özelliği zaman ve maliyet için analiz yapılabilmesini sağlamasıdır.

Kritik yörünge tekniği ilk olarak 1957 yılında Du Pont şirketler grubunda çalışan M.R. Walker tarafından kimyasal bir tesis inşaatının faaliyetlerini programlamak için kullanıldığı görülmektedir (Güler, 2006).

Projelerde gecikmiş faaliyetler olmaktadır. CPM tekniği, gecikmiş olan faaliyetin başka bir faaliyete veya proje olan tüm etkisini göstermektedir. Bu teknik projenin tüm süreci boyunca projeyi kontrol etmeye devam eder. Kontrol süresince planlanan iş faaliyetlerinde olan sapmaları yakalamayı ve bunları çözüm üretmeyi sağlamaktadır (Konakcı, 2006). CPM tekniğinin özelliklerini sıralarsak;

- Faaliyetlerin sıralarını ve birbirleri ile ilgili olan mantıksal bağlantılarını gösterir.
- Planlanan her bir faaliyetin sürelerinin ne kadar süreceğini gösterir.
- Tüm faaliyetlerin sürelerinin belirlenmesi ile tüm projenin toplam süresini gösterir.
- Projeyi oluşturan faaliyetlerin süreleri ile oluşan toplam süresinin kritik yörüngesini belirler.
- Kritik olmayan iş faaliyetlerinin gecikme sürelerinin gösterilmesini sağlamaktadır (Toltar, 2019).

CPM tekniği ok diyagramları ile oluşturulmaktadır. Oklar üzerinde yer alan isimlendirmeler faaliyetleri göstermektedir. Oklar arasında yer alan yuvarlak gösterimler ise olayları tanımlamak için kullanılmaktadır. Projeyi oluşturan her bir faaliyet için oklar kullanılır ve bu faaliyetler birbiri öncesindeki faaliyet ile bağlantısı yapılamaz.

CPM tekniğinin projelerin planlanması ve kontörlü için birçok faydası bulunmaktadır. Bu faydalara bakarsak;

- CPM tekniği, projeyi bütünüyle gözler önüne sermektedir.
- Faaliyetler arasındaki ilişki tanımlandığı için planlama aşamasında yapılan hataların önüne geçilmesini sağlamaktadır.
- Kritik öneme sahip faaliyetlerin belirlenmesini ve bu faaliyetlerin toplam sürelerinin belirlenmesini sağladığı için faaliyetlerin toplam proje süresini etkisini gözler önüne sermektedir.
- Projelerin yapılması için gerekli kaynakların hesaplanmasını ve bu kaynakların tüketim planlamasının yapılmasını sağlamaktadır.
- CPM tekniği ile kritik olmayan faaliyetler belirlenebildiğı için bu faaliyetlerin öncelik tanınmayarak gereksiz masraflardan kaçınılmasını sağlamaktadır (Toltar, 2019).

CPM tekniği, planlamaya birçok fayda sağlayabildiğı ve kontrol aşamasını kolaylaştırdığı için proje yönetiminde uygulaması en mantıklı yönetim tekniklerinin başında gelmektedir.

3.5.3. Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği (PERT: Evaluation and Review Technique)

PERT tekniği ilk olarak 1958 yılında, Polaris Füze sisteminde kullanılmak amacıyla geliştirilen proje yönetim tekniğidir (Konakcı, 2006).

Proje yönetim tekniklerinin büyük projelerin planlamasında kullanılan yönetim tekniğidir. Bu yönetim tekniğinde, belirsizlik faktörü kavramı bulunmaktadır. Bu kavram, proje için gerekli tüm faaliyetlerin süre ve kaynak harcamalarının kesin olarak bilinemeyeceğı için olasılıklı tahmin yapılabileceğı varsayımı üzerinden ilerlemektedir (Güler, 2016). PERT tekniği yüksek dikkat gerektiren bir teknik olarak önümüze çıkmaktadır. Bu yönetim tekniğini uygulamak için proje yer alan tüm faaliyetler açık bir

şekilde tanımlanmalı olmalıdır. PERT tekniği kullanılırken proje de yer alan faaliyetlerin süreleri belli değil ise sürelerin tahmin işlemi yapılır (Ayaydın, 2000). Bu tahmin işlemleri üç farklı şekilde yapılmaktadır.

- Kötümser Süre (Pessimistic Time): Projede yer alan faaliyetlerin tamamlanması için tüm kötü koşulların gerçekleşmesine göre yapılan süre tahmin işlemidir.
- İyimser Süre (Optimistic Time): Proje de yer alan faaliyetlerin tamamlanması için iyimser bir şekilde süre tahminlerinin yapılması işlemidir.
- En Olası Süre (Most Likely Time): Normal durumlar için gerçekleşmesi en olası süre tahminleridir (Esatoğlu, 2010).

PERT yönetim tekniği için her yapılan işlem süre değerleri atanmaktadır. Bu atamalar;

- T_a = en iyimser süre
- T_b = en kötümser süre
- T_m = en olası süre
- T_e = beklenen (ortalama) süre bulunarak te değeri elde edilmektedir (Ünder, 2006).

En çok kullanılan yönetim tekniklerinden biri de PERT yönetim tekniğidir. CPM ile PERT yönetim teknikleri çok kullanılmaktadır. Ancak ikisinin uygulanmasının seçilmesinde proje büyüklüğü önem arz etmektedir. CPM tekniğinde, faaliyetlerin süreleri bilinmektedir. Ancak uygulaması yapılacak her proje de süreler kesin olarak bilinmeyebilir. Süresi bilinmeyen faaliyetler kritik yörünge üzerinde bulunmuyorsa ve bulunduğu düğüm üzerinde genişleme imkânı sağlıyorsa CPM tekniği planlama yapılabilir. Ancak bu yapılacak planlama da zorlamaya neden olmaktadır. Süreleri belirlenemeyen faaliyetler kritik yörünge de yer alıyorsa CPM tekniği kullanımı uygun olmamaktadır. Bu durumlarda PERT yönetim tekniği kullanıma uygundur. PERT tekniği ile süre tahminleri yapılarak ağ diyagramları doğru bir şekilde oluşturulmaktadır (Konakcı, 2006, Toltar, 2019).

3.6. Proje Yönetimi Bilgi Alanları

İnşaat projeleri karmaşık projeler olduğu için planlama proje yönetimi için temel bir faaliyet ve projenin yürütülmesi için gerekli bir durumdur. Teknolojik gelişmeler, yeni iş taslakları, kaynaklar gibi durumlar proje yönetim süreçlerini geliştirmektedir. Projeler

için bütçeyi iyileştirmek için iyi bir planlama ve zaman yönetimi gereklidir. Proje yönetimi için en kabul gören standartlar Association of America (CMAA) tarafından 7 başlıkta belirtilmiştir. Bu başlıklar;

- Proje yönetiminde planlama
- Maliyet yönetimi
- Zaman yönetimi
- Kalite yönetimi
- İnsan kaynağı yönetimi
- Güvenlik yönetimi
- Proje yönetiminde mesleki uygulamalar (CMAA, 2010)

Proje yönetimi için diğer bir standart Project Management Institute (PMI) tarafından 9 başlıkta belirlenmiştir.

Tablo 3.3. Proje yönetimi bilgi alanları (PMBOK, 2010)

PROJE YÖNETİMİ		
PROJE ENTEGRASYON YÖNETİMİ	PROJE KAPSAM YÖNETİMİ	PROJE ZAMAN YÖNETİMİ
Proje Planı Geliştirme	Kapsam Planlama	Faaliyet Tanımlama
Proje Planı Uygulama	Kapsam Tanımlama	Faaliyet Sıralama
Tümleşik Değişim Kontrolü	Kapsam Değişikliği Kontrolü	İş Programı Geliştirme

Tablo 3.3. (Devam) Proje yönetimi bilgi alanları (PMBOK, 2010)

PROJE MALİYET YÖNETİMİ	PROJE KALİTE YÖNETİMİ	PROJE İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİ
Kaynak Planlama	Kalite Planlama	Organizasyon Planlama
Maliyet Tahmini	Kalite Güvencesi	Kadro Oluşturma
Maliyet Kontrolü	Kalite Kontrolü	Takım Geliştirme

PROJE İLETİŞİM YÖNETİMİ	PROJE RİSK YÖNETİMİ	TEDARİK YÖNETİMİ
İletişimi Planlama	Risk Tanımlama	Satın Alma Planlama
Bilgileri Dağıtma	Risk Sayısallaştırma	Teklif Planlama
İşlemleri Raporlama	Riske Tepki Geliştirme	Teklif Alma
		Kaynak Seçimi

Bu başlıklar;

- Proje entegrasyon yönetimi
- Proje kapsam yönetimi
- Zaman yönetimi
- Kalite yönetimi
- Maliyet yönetimi
- Proje insan kaynağı yönetimi
- Proje iletişim yönetimi
- Risk yönetimi
- Tedarik yönetimi

PMI tarafından belirlenen bu dokuz kriter proje yönetimini destekleyici unsurlar olarak görülmektedir. Proje yönetimi bilgi alanları süreçlerin yönetimi için sıkça kullanılan

yöntemlerdir. Bu bilgi alanlarının girdilere uygulanması ile çıktıların elde edilmesi amaçlanmaktadır (Toltar, 2019). Tablo 3.3 de dokuz adet proje yönetimi bilgi alanlarının şeması gösterilmektedir.

3.6.1. Proje Entegrasyon Yönetimi

Proje yönetimi bilgi alanlarından olan entegrasyon yönetimi, projenin tüm paydaşlarını başarıyla yönetmek ve ihtiyaçları tamamlamak suretiyle önemli birleştirici ve bütünleştirici eylemleri içine alan bilgi alanıdır (Toltar, 2019).

Entegrasyon yönetimi; proje planı uygulama, tümleşik değişim kontrolü ve proje planı geliştirme kısımlarından oluşmaktadır (Çalışkan, 2009). Entegrasyon yönetiminin aşamaları tablo 3.4 de ki gibidir.

Tablo 3.4. Entegrasyon yönetimi (PMBOK, 2010)

ENTEGRASYON YÖNETİMİ		
PROJE PLANI GELİŞTİRME	PROJE PLANI UYGULAMA	TÜMLEŞİK DEĞİŞİM KONTROLÜ

Tablo 3.5 de verilen üç özelliği incelersek;

- Proje planı geliştirme; bütün planlama çıktıları alınarak, varsayımlar ve kurallar altında gerçeğe uygun bir şekilde belge haline getirilmesi olarak tanımlanmaktadır. (Demirel, 2014). Proje aşamalarının ilerlemesi için yol gösterici bir görevi bulunmaktadır. Proje planları geliştirilmesi yapılırken proje herhangi aşamasında yapılacak olan değişikliklere uyum sağlayıcı bir yapıda olması gerekmektedir (Toltar, 2019).
- Proje planı uygulama; proje toplam maliyetinin büyük bir kısmını oluşturan kısımdır. Proje planların uygulanması aşamasını içermektedir.
- Tümleşik değişim kontrolü; proje safhalarında proje döngüsü boyunca yapılacak tüm değişikliklerin tanımlanması, değerlendirilmesi ve yürütülmesi aşamalarını kapsayan kısımdır.

Entegrasyon yönetimi, proje için tüm aktivitelerin koordinasyonunu sağlayan, süreçlerin birbirleri ile ilgili olan kısımların yürütülmesini sağlamaktadır. Entegrasyon yönetimi tüm süreçleri etkilediği için proje yönetiminin temel kısmıdır.

İnşaat projeleri karmaşık projelerdir. Projelerde birçok faaliyet bulunmaktadır. Proje de yer alan tüm faaliyetlerin birbirleri ile bir bütün olarak çalışması önem arz etmektedir. Bu yüzden proje yönetimi bilgi alanlarından olan entegrasyon yönetimi koordinasyonu sağlayarak uyumlu ve sistematik bir yönetim sağlamaktadır (Çalışkan, 2009).

Entegrasyon yönetimi, proje yönetim döngüsü boyunca yapılacak olan tüm aşamaları belirleyen, tanımlayan ve koordine eden süreçlere yöneten kısımdır. İnşaat projelerin farklı aşamalarında birçok beklenmedik durumla karşılaşılmaktadır. Karşılaşılan bu durumlar sonucu farklı iş kalemleri arasında değişime gidilmektedir. Entegrasyon yönetimi değişime gidilecek bu iş kalemlerinin birbirlerine uygun bir süreç şeklinde iç içe olarak ilerlemesini sağlamaktadır (PMBOK, 2010).

3.6.2. Kapsam Yönetimi

Kapsam yönetimi, öncelik olarak projeye dâhil edilecek ve edilmeyecek kısımların tanımlandığı ve kontrol etme eylemidir (PMBOK, 2010).

Proje yönetiminde proje de yeri olmayan işlerin yapılmasının bir anlamı yoktur. Kapsam yönetimi sadece proje içinde bulunan işleri kapsamaktadır. Kapsam yönetimi; kapsam planlama, tanımlama ve kapsam değişikliği olarak üç farklı faaliyetin birleşiminden oluşmaktadır (Çalışkan, 2009). Kapsam yönetiminin aşamaları tablo 3.5 de gösterildiği biçimdedir.

Tablo 3.5. Kapsam yönetimi aşamaları (PMBOK, 2010)

KAPSAM YÖNETİMİ		
KAPSAM PLANLAMA	KAPSAM TANIMLAMA	KAPSAM DEĞİŞİKLİK KONTROLÜ

Kapsam yönetimi projeye dâhil edilecek olanların belirlenip bunların kontrolünün yapılarak proje nitelikleri için gerekli olup olmadığının anlaşıldığı yönetim biçimidir.

Proje kontrolünün sağlanması için faaliyetlerin planlanması ve faaliyet hacimlerinin tanımının yapılması ile istenilen kontrol sağlanabilmektedir (Toltar, 2019).

- Kapsam planlama; proje hedeflerinin, iş kalemlerinin ve proje sonunda çıkacak ürünün tanımının yapıldığı kısımdır. Bu kısım sonucunda bunların belirtildiği bir kapsam bildirimi yayınlanır. Eğer ki ileriki aşamalarda herhangi bir aşamada değişiklik yapılacaksa yayımlanan bu bildiri dikkate alınmalıdır. Kapsam bildiriminin içeriğine bakarsak; bu bildiride hedefler, proje içinde yer alan ana iş kalemleri, kritik başarı faktörleri yer almaktadır (Demirel, 2014).
- Kapsam tanımlama; proje için gerekli tüm faaliyetlerin süre, maliyet, kaynak ve kontrol açısından detaylı şekilde açıklandığı kısımdır. (Çalışkan, 2009). Kapsam tanımlama kısmında; proje gereksinimlerinden hangilerinin proje kapsamına dâhil veya dâhil edilmeyeceği tanımlanarak proje sonunda ulaşılması gereken sonucun belirlendiği kısımdır (Ünder,2006). Kapsam tanımlama işleminde bir iş listesi oluşturulur. Oluşturulan bu listede proje içindeki ana iş kalemleri önem ölçüsüne göre sınıflandırılarak gösterilir.
- Proje değişiklik kontrolü; Oluşturulan kapsam da ileride aşamada yapılacak değişikliklerin uygunluk kontrolünün yapıldığı kısımdır. Bu kısımda asıl amaç proje yaşam döngüsü için oluşturulan çizgiden sapılmasını engellemek amaçlanmaktadır (PMBOK, 2010).

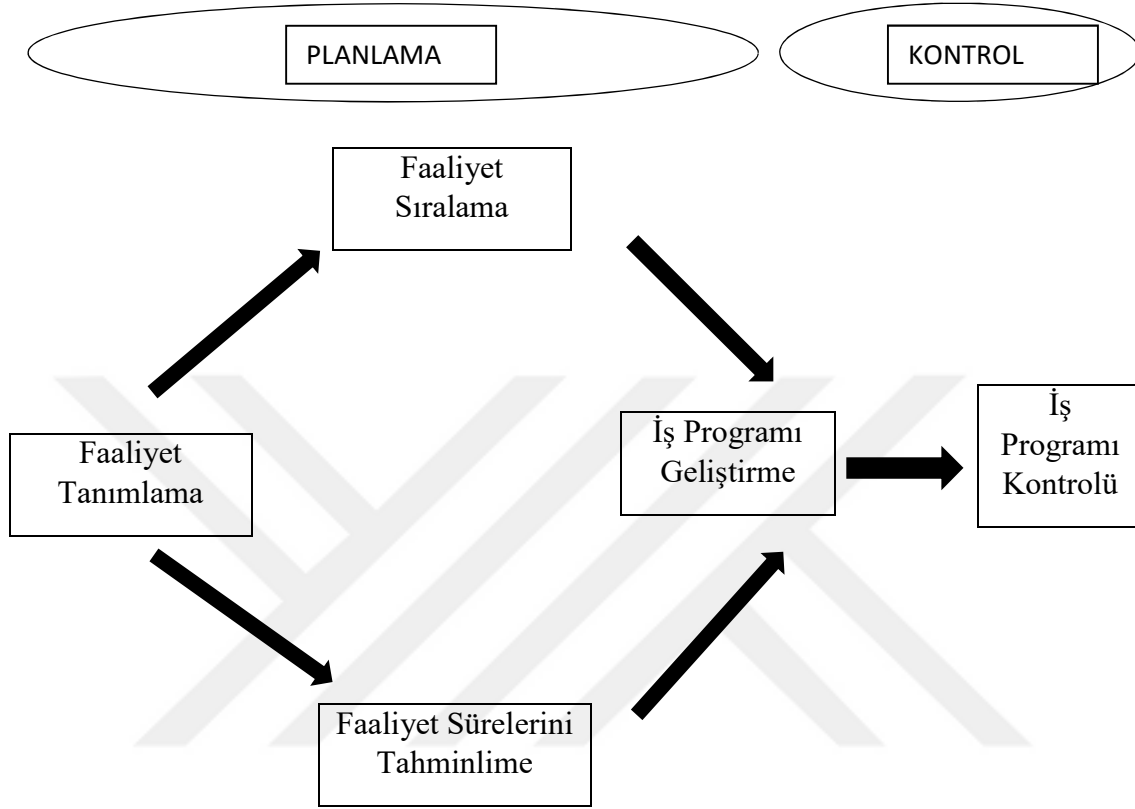
3.6.3. Zaman Yönetimi

İnşaat projelerinin hedeflenen verim, kalite ve maliyette oluşması için zaman yönetimi önemli yer tutmaktadır. Zaman yönetimi yapılırken projelerin uygulanması için iş takvimleri oluşturulmalıdır. Oluşturulan bu iş takvimi ile proje uygulamaları için gerekli faaliyetler izlenir ve kontrolünün yapılması sağlanır.

İnşaat projelerinin uygulanmasında zaman yönetimi için harcanan çabanın en önemli kısmı, projelerin istenilen sürede bitirilmesi için oluşturulan zaman çizelgesinin kontrorlünde harcanmaktadır (PMBOK, 2013).

Zaman yönetiminde en önemli faaliyet proje için gerekli takvimin oluşturulmasıdır. Proje yaşam döngüsünde yer alan uygulama aşamasının süresi boyunca, bütün faaliyetler için

ana takvim, geliştirme takvimi ve test takvimi gibi farklı takvimlerin oluşturulması gerekmektedir (Demirel, 2014, Toltar,2019). Şekil 3.1 de zaman yönetiminin aşamaları görülmektedir.



Şekil 3.1. Zaman yönetimi (Demirel,2014, Toltar,2019)

İnşaat projelerinin istenilen zaman içinde tamamlanması için planlanan faaliyetlerin tanımlanması, tanımlanan faaliyetlerin sıralanması, sıralanan bu faaliyetlerin sürelerini tahmin edilmesi, bu faaliyetlerle ilgili iş programları oluşturulması ve oluşturulan iş programlarının kontrolü faaliyetlerini içermektedir.

Faaliyet tanımlama; sınıflandırılması yapılmış iş kalemlerinde tanımlanan işlerin yapılması için faaliyetlerin açıklanması ve açıklanan faaliyetlerle ilgili dokümantasyonunun hazırlanması kısmı olarak belirtilmektedir (Toltar, 2019).

Faaliyet sıralama; tanımlaması yapılmış iş kalemlerinin sıralanması yapılarak iş programının geliştirilmesine destek olunan kısımdır. Faaliyet sıralama işlemi yapılırken projeyi etkileyecek bütün dezavantajlar göz önünde bulunarak yapılması doğru bir yaklaşım olacaktır (PMBOK, 2013).

Faaliyet sürelerinin tahmin edilmesi; tanımlaması yapılan bütün iş kalemleri için ne kadar sürede yapılacağı belirlendiği kısımdır.

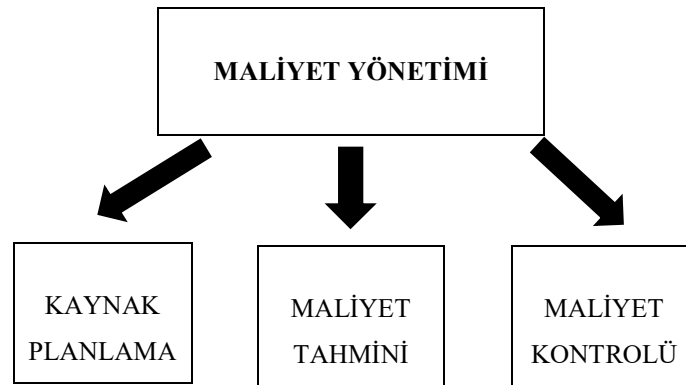
İş programı geliştirme; tanımlanan faaliyetlerin sürelerinin tahmin edilmesi ile iş kalemlerinin öncelik sırasına göre iş sıralamasının yapılması ve programın oluşturulduğu kısımdır.

İş programı kontrolü; iş programının oluşturulmasından sonra başlanan uygulama aşamasında plandan sapmayı fark etmek, bu sapmaları düzeltmesini ve önlenmesini sağlayan kısımdır (PMBOK, 2013). Yapılan iş programı kontrolünün en doğru ve verimli şekilde uygulanması için iş programının takibinin sağlandığı, iş ilerleme raporlarının yazıldığı ve değişiklik gereken durumlarda en hızlı şekilde yapılmasını sağlayan kısımdır.

3.6.4. Maliyet Yönetimi

İnşaat projelerinde proje için hedeflenen bütçenin gerçekleşmesi için maliyet planlamasının yapılması, maliyet tahmini ve maliyet kontrolü hedeflenen bütçenin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Maliyet tahminin en doğru şekilde yapılması için kullanımı planlanan kaynakların birim fiyatı, kaynakların miktarları ve proje süresi ile ilgili tahminler önemli bir yer tutmaktadır (Toltar, 2019). Maliyet yönetiminin temel özeti, proje aşamasında belirlenen maliyetin istenilen düzeyde gerçekleşmesinin sağlanması yönetimidir. Maliyet yönetimi, proje aşamasında belirlenen maliyetin hedeflenen sınırlar içerisinde kalması için kaynak planlama, maliyet tahmini ve maliyet kontrolü faaliyetlerden oluşmaktadır (Çalışkan, 2009). Tablo 3.6 da maliyet yönetiminin aşamaları gösterilmektedir.

Tablo 3.6. Maliyet yönetimi aşamaları (PMBOK, 2010)



Kaynak planlama; proje için planlanan faaliyetlerin gerçekleşmesi için gerekli olan insan, araç ve materyal gibi kaynakların ne kadar adet ve miktarda kullanılacağını belirttiği kısımdır (Demirel, 2014). Bu kısım proje için belirlenen maliyetin proje süresince nasıl yönetilmesi gerektiğini gösteren kısım olarak da tanımlanmaktadır (PMBOK, 2013).

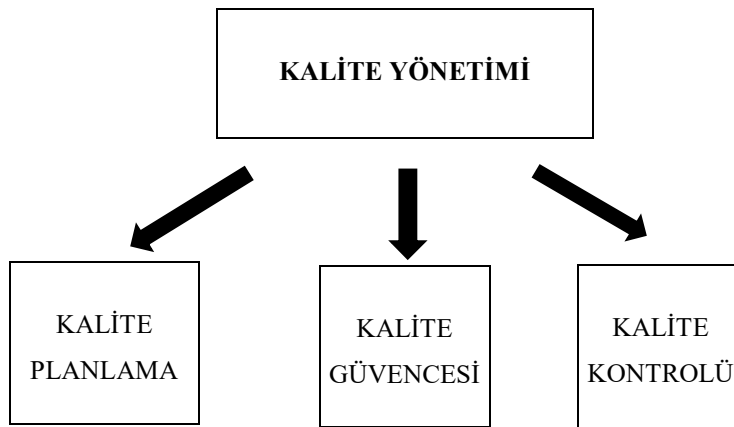
Maliyet tahmini; kullanımı planlanan kaynakların maliyetlerinin yaklaşık olarak belirlendiği kısımdır. Maliyet tahmini yapılırken kaynaklar için doğru maliyetler hesaplanmalı ve en doğru yapılaşma şekli planlanarak maliyet tahmini yapılmalıdır.

Maliyet kontrolü; proje için planlaması yapılarak belirlenen yaklaşık maliyet proje süresi boyunca takip edilir. Takibi aşamasında maliyet akışından sapmalar oluştuğunun belirlenmesi, sapmaların sebeplerinin ortaya konulduğu ve gerçekleşen sapma miktarının yönetildiği kısımdır. Bu kısım sayesinde sapmalara karşı düzeltici önlemler alarak riski en aza indirmek için plandan sapmaya olanak veren kısım olarak da görülmektedir (PMBOK, 2013).

3.6.5. Kalite Yönetimi

Kalite yönetimi, inşaat projesinin istenilen kalite de uygulanması için gerekli standartların planlanması, uygulanması ve oluşturulan standartların takip edilmesini yönetmek olarak tanımlanabilmektedir.

Tablo 3.7. Kalite yönetimi aşamaları (PMBOK, 2010)



Kalite yönetimi yapılması planlanan projenin uygulanmasında yönetsel anlamda, ortaya çıkacak ürünlerin özellikleri anlamında kalite için gerekliliklerin belirlenmesini ve gereksinimler için kalite kriterlerinin oluşmasını sağlamaktadır (Demirel, 2014).

Kalite yönetimi üç aşamadan oluşmaktadır. Kalite planlama, kalite güvencesi ve kalite kontrolü aşamalarıdır. Tablo 3.7 de kalite yönetimi aşamaları görülmektedir.

Kalite planlama; projenin başarılı bir sonuç alması için proje için gerekli olan kalite standartlarının olmasına ve bu standartlara ulaşmak için yapılması gereken belirlendiği kısımlardır (PMBOK, 2013). Bu kısım ile kalitenin proje aşamalarında nasıl yürütüleceğine ve onaylanacağına dair yönlendirme sağlanan kısımdır (PMBOK, 2013). Bu kısımda oluşturulan kalite standartları ile ürünlerin tanımı ve faaliyet için oluşturdukları nitelikler, fayda/maliyet analizleri yapılarak ve akış diyagramları oluşturularak değerlendirilmesi yapılmaktadır (Demirel, 2014).

Kalite güvencesi; proje için belirlenen kalite standartlarına ulaşmayı planlayan ve güvence altına kısımdır. Kalite güvencesinin sağlanması için kalite yönetimi planlaması ve kalite kontrolü için gerekli süreçlerin elde edilmesi gerekmektedir (Toltar, 2019).

Kalite kontrolü; bu kısımda planlaması ile ortaya çıkan kalite standartlarının, uygulama aşamasında kontrorlünün yapılması işlemidir. Uygulama aşamalarında istenilen standartlarda uygulama görülmez ise bu kısım sayesinde standartların kontrolü veya gerektiğinde standartlarda revizyona gidilmesinin sağlandığı kısımdır (PMBOK, 2013).

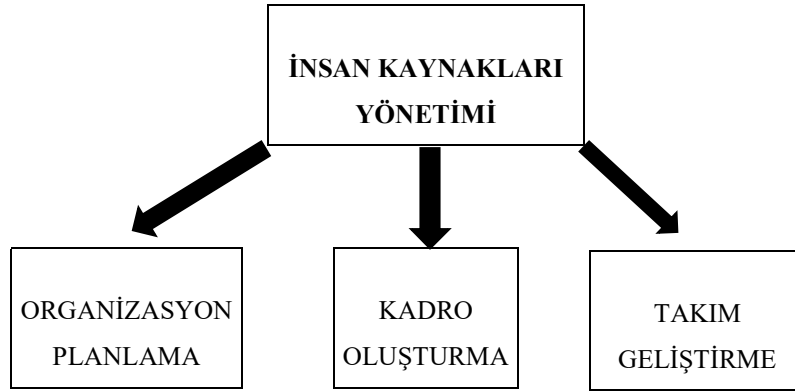
3.6.6. İnsan Kaynakları Yönetimi

Proje için gerekli insan gücünün tüm alanlarda en verimli şekilde faydalanılması için gerekli olan faaliyetlerin yapılmasıdır.

İnsan kaynakları yönetimi, proje için gerekli insan gücünün etkin biçimde kullanımına, insan gücü için gerekli olan eğitim ve motivasyon kaynaklarının yönetiminin sağlanmasıdır. Projelerde görev alacak insan gücüne özelliklerine ve becerilerine göre roller ve sorumluluklar verilir. İnsan kaynakları bu görev ve sorumlulukların en verimli şekilde gerçekleşmesini sağlayan yönetimi uygulamaktadır (Toltar, 2019).

İnsan kaynakları yönetimi kısmı; üç aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar; organizasyon planlama, kadro oluşturma ve takım geliştirme aşamalarıdır. Tablo 3.8 de insan kaynakları yönetim aşamaları şeması görülmektedir.

Tablo 3.8. İnsan kaynakları yönetim şeması (PMBOK, 2010)



İnsan kaynakları yönetimini oluşturan üç aşamayı incelersek;

- Organizasyon planlama; projede görev alacak insanların yönetimi için oluşturulan organizasyonlardır. Bu organizasyon aşamasında insan gücüne verilen sorumluluklar, insan gücünün birbirleri içinde yapacağı raporlamalar ve bu raporlamaların belgelendirildiği kısımdır (PMBOK, 2013). Organizasyon planlamaları iş verimliliği için önemlidir. Organizasyon planlamaları yapılırken farklı disiplinlerin birbirleri arasındaki ilişki, proje için görevlendirilecek kişilerin arasındaki iletişim ve iletişim yapılarının bilinerek organizasyon planlaması yapılması projedeki insan gücü verimini artıracak görülmektedir.
- Kadro oluşturma; proje safhasından uygulama aşamasında kullanılacak insan gücü için becerilerine uygun ve işin gerekliliklerine sahip kişilerin bulunarak bir araya getirildiği kısımdır. Kadro oluşturulması yapılırken insan gücü ile görüşmeler yapılarak becerileri öğrenilir ve iş için beklenen özellikler söylenerek uygun bulunması durumunda atamalar yapılarak oluşturulur.
- Takım geliştirme; proje performansını olumlu yönde etkilemek ve proje ekibinin etkileşiminin ve ekip ortamının iyileştirilmesi için gerekliliklerin sağlandığı kısımdır. Bu kısımda proje için görev alacak kişilerin becerilerinin artırılarak ve aynı becerilere sahip kişilerin uyumlu bir şekilde takım içerisinde gösterilmesinin sağlanmasıdır (Demirel, 2014). Takım oluşturma'nın en büyük sebebi, proje için gerekli özelliklerin bir takım halinde sağlanarak projenin daha verimli bir şekilde yürütülüp işlerin daha hızlı ve verimli yürütülmesini sağlamaktır (PMBOK, 2013).

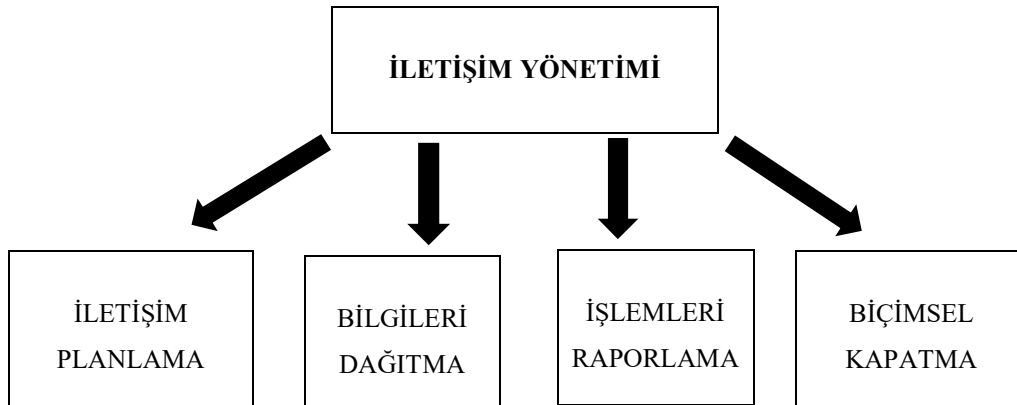
3.6.7. İletişim Yönetimi

Proje ile ilgili tüm bilgileri proje paydaşlarına aktarmak ve tüm bilgileri paydaşlardan toplamak için faaliyet bütünüdür. Proje için gerekli olan bilgilerin zamanında ve uygun bir şekilde bir araya getirilmesi, bilgilerin planlanması, paydaşlara dağıtılması, bilgilerin saklanması, erişiminin sağlanması, bilgilerin kontrolünün yapılması ve yönetimini sağlamaktadır (PMBOK, 2013).

İletişim yönetimi dört aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar; iletişim planlama, bilgileri dağıtma, işlemleri raporlama ve biçimsel kapatma aşamalarıdır. Tablo 3.9. da iletişim yönetimi aşamalarının şeması görülmektedir.

- İletişim planlama; proje için görev alacak kişiler için hangi bilginin ne zaman, nasıl ulaşılması gerektiğine dair iletişim ağının planlamasının yapıldığı kısımdır. İletişim becerisi inşaat projeleri gibi karmaşık projeler için son derece önemlidir (Kömürlü, Yurdal, 2019). İletişim planlamasında hatalar oluşması veya eksik yapılması birçok soruna sebebiyet verebilmektedir. Planlamada yapılan hata ve eksikler sonucu, bilgiler yanlış kişilere ulaşabilir, geç iletime sebebiyet verir veya projenin uygulanmasında sorunlar ve gecikmelere neden olabilmektedir (PMBOK, 2013).

Tablo 3. 9. İletişim yönetimi şeması (PMBOK, 2010)



- Bilgileri dağıtma; proje yaşam döngüsü boyunca gerekli olan bilgilerin gerekli olan kişilere ulaştırılması son derece önemlidir. Bilgileri gerekli yerlere ulaştırmak için birçok yöntem kullanılabilir. Ancak ulaştırmada yazılı bilgi olarak ulaştırılması son derece önemlidir. Çünkü yazı kalıcılık sağlar ve tarih sırasına sokularak arşivleme

yapıldığı zaman istenildiği zaman da ulaşılmasını sağlayarak aksaklıkların önüne geçilmesini sağlamaktadır (Özışık, 1995; Toltar, 2019).

- İşlemleri raporlama; proje ile ilgili genel durum değerlendirmelerini, kaynak kullanımının ne boyutta olduğunu, ana planda hangi durumda olunduğu ile ilgili, sözleşme gibi birçok bilgi ve iletişim işleminin raporlandığı kısımdır. Bu raporlama ile birlikte projenin hangi noktada olduğu ve projede belirlenen hedeflerin ne kadarının gerçekleştiği hakkında bilgi sahibi olunmasını sağlamaktadır (Toltar, 2019).
- Biçimsel kapatma; proje de uygulamada yer alan her fazın tamamlanması sonucunda proje sonucu ile ilgili dokümantasyon hazırlanmaktadır. Bu kısımda proje ile ilgili kayıtlar toplanır, projenin durumu hakkında analizler yapılarak dokümanlar oluşturulur. Oluşturulan bu dokümanlar gelecekte kullanılabilmek üzere arşivlenmektedir (Demirel, 2014).

3.6.8. Risk Yönetimi

İnşaat projeleri karmaşık ve komplike projelerdir. Projelerin karmaşık ve komplike olması yüzünden birçok risk barındırdığı bir gerçektir. Risk yönetimi, projenin uygulama esnasına geçilmeden risklerin tanımlanmasını sağlayan, bu riskleri analiz eden ve bunlara ne tür çözümler olması gerektiğinin incelenmesini sağlayan prosesler olarak görülmektedir (Kömürlü, Doğru, 2018). Risk yönetimi, proje için fayda sağlayacak olayları maksimize, projeye zarar getirecek olayları minimize etmeyi planlamaktadır (Kocakulak, 1997). Risk yönetimi yapılırken, proje için öngörülen riskler belirlenir daha sonra bu riskler analiz edilir. Analiz edilen risklere bir yönetim planı hazırlanır ve proje aşamalarında karşılaşılan risklere karşı yönetim planı uygulanarak kontrolü yapılmaktadır (Memioğlu, 2020).

Risk yönetimi, projedeki öngörülen risklerin yönetiminin planlanması, belirlenmesi, bu risklerin analiz edilmesi ve riske karşı oluşturulacak tepkilerin planlanması, uygulanması ve kontrolünü yürüten aşamaların bütünü olarak görülmektedir (Ata, 2009).

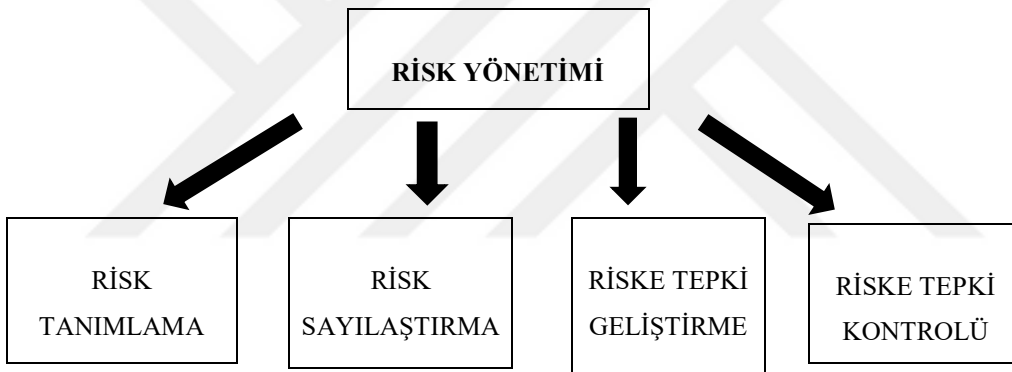
Risk yönetiminin amacı, proje için olumlu düzeyde etki edecek olayların olasılık sal olarak artırmak, proje için negatif düzeyde etki edecek olayları olasılık sal olarak azaltmak olduğu görülmektedir. Proje riskleri olduğu durumda kapsam yönetimi, zaman

yönetimi, maliyet yönetimi gibi diğer yönetim alanları üzerine de etki de bulunduğu görülmektedir Risk oluşumları bir nedenden veya birden fazla neden olduğu görülebilmektedir (PMBOK, 2013).

Özellikle inşaat projeleri için oluşan riskler çoğunlukla belirsizlik yüzünden ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan riskleri öngörülebilir olarak düşünüp bunları risk sınıfından çıkarılırsa bunlar çözülebilecek risk sınıfına girerek risk olmaktan çıkar ve bir yönetim sorunu haline gelmektedir.

Risk yönetimi; dört aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar; risk tanımlama, risk sayısallaştırma, riske tepki geliştirme ve riske tepki kontrollerinden oluşmaktadır (Çalışkan, 2009). Tablo 3.10 da risk yönetim aşamaları görülmektedir.

Tablo 3.10. Risk yönetim aşamaları (PMBOK, 2010)



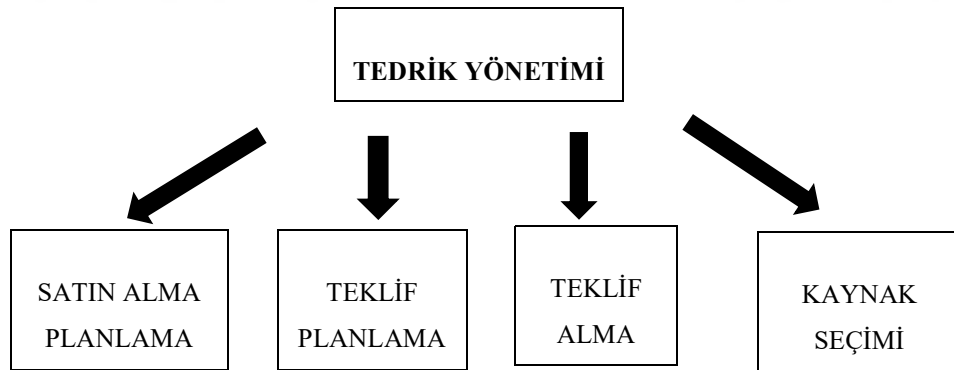
- Risk tanımlama; proje için oluşacak risklerin belirlendiği kısımdır. Burada riskler belirlenirken bunların sebep-sonuç veya sonuç-sebep ilişkilerine bakılır. Bu sebep-sonuç ilişkilerine göre faaliyetlerin nasıl yürütülmesi gerektiğine karar verildiği aşamadır (Toltar, 2019).
- Risk sayısallaştırma; proje için belirlenen tüm risklerin proje üzerinde oluşacak etkilerinin sayısal bir şekilde analiz edilmesidir. Oluşacak risklerin analiz edilerek bu analizler sonucu önemli olan riskleri belirleyip onlara karşı yapılacak eylemlerin önceliğini öğrenmemizi sağlamaktadır. Bu kısımda yapılan olasılık sal değerlendirme sayesinde risklerin belirsizlikleri azaltılır ve öncelik olarak sıralanması sağlanmaktadır (Ata, 2009).

- Riske tepki geliştirme; olasılık sal olarak önem sırası yapılmış risklerden başlanarak, bu risklere karşı yönetim planı hazırlandığı ve gerekli olan düzenlemelerin yapıldığı kısım olarak değerlendirilmektedir.
- Riske tepki kontrolü; proje süreci için hazırlanan risk planlarının uygulanıp kontrolünün yapıldığı, belirlenen risklerin izlenip eksik olan eylem planlarının revize edildiği ve risk süreçlerinin bütünsel olarak değerlendirildiği kısımdır (PMBOK, 2013).

3.6.9. Tedarik Yönetimi

Projenin hedefine ulaşması için dışarıdan temin edilmesi gerekli olan, her türlü işgücü, malzeme ve makinenin tedariki için yapılan işlerdir. Tedarik yönetimi alıcı ile satıcı arasındaki yapılan sözleşmeleri kapsar. Sözleşme satıcıya değeri olan bir şeyi temin etme, alıcıya da alınan hizmet karşısında ödeme yapma yükümlülüğü getirir (PMBOK,2010). Tedarik yönetimi; satın alma planlama, teklif planlama, teklif alma, kaynak seçimi faaliyetlerini kapsar (Çalışkan, 2009).

Tablo 3.11. Tedarik yönetimi aşamaları (PMBOK, 2010)



- Satın alma planlama; dışarıdan destek alınıp alınmayacağı, alınacaksa nasıl, ne kadar, ne zaman alınacağını belirler.
- Teklif planlama; ihtiyaç olunan ürün ile mevcut kaynakların yazılı hale getirilmesini kapsar. Bu safhada alınan teklif ve yapılan değerlendirme kriterlerinin tanımlandığı dokümanlar hazırlanır.

- Teklif alma; proje ihtiyaçlarının nasıl karşılanabileceği konusunda teklif verecek yüklenicilerden bilgi alınan safhadır. Kaynak seçimi; yüklenicilerden gelen tekliflerin değerlendirildiği ve en uygun teklifin tercih edildiği safhadır (Toltar, 2018).



4.YAPI BİLGİ MODELLEME (BUILDING INFORMATION MODELING-BIM)

Yapı Bilgi Modelleme (YBM) yönetim tekniği ülkemizde son 4-5 senede aktif olarak kullanımı artmakla birlikte, temelleri 40 yıl öncesine dayanan bir yönetim tekniğidir. İnşaat projelerinde ilk aşamalarında geometrik aletler ile daha sonra da CAD programları ile çizilen projeler inşaat projelerinde kullanılmaktaydı. Günümüz dünyasında teknolojinin sürekli gelişmesi ile birlikte tasarım aşamasında 3 boyutlu çizim, görselleştirme ve simülasyonlar kullanılmaya başlanarak YBM sisteminin ilk aşamalarının oluşması sağlanmıştır. Günümüzde gelişmiş ülkelerde aktif olarak kullanılmaya başlamıştır.

Çalışmanın bu kısmında; YBM sisteminin açıklaması yapılırken ilk olarak YBM sisteminin tarihçesi, tanımı ve kapsamı açıklanmıştır. İleriki kısımlarda YBM sistemi ile gelen yeniliklerden olan, YBM sisteminde proje yaşam döngüsü, YBM sisteminin çoklu boyutları, LOD detay seviyeleri, nesne tabanlı modelleme, birlikte çalışabilirlik, bütünleşik proje teslim sistemi ve YBM sisteminde çakışma analizi özelliklerinden oluşan yeniliklerin açıklaması yapılarak, YBM kavramının tanımlanması yapılmıştır.

4.1. Yapı Bilgi Modelleme Sisteminin Tarihçesi, Kavramı, Tanımı ve Kapsamı

İnşaat sektöründe yapı üretiminin tasarımları ve bu tasarımların uygulanması zaman geçtikçe karmaşık ve zorlu hale geldiği görülmektedir. Bu durumdan dolayı yapılar üretilmeden önce 2 boyutlu cad modellemeleri ve örnek teşkil edecek maketleri yapılarak görselleştirilmesi sağlanmıştır. Görselleştirme sorunu gün geçtikçe daha da artmış ve inşaat projeleri için önemli hale gelmiştir. Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile birlikte yeni çözümler aranmaya başlamıştır. Bu arayış sonucu, sorunlara çözüm olarak “yapı bilgi modelleme (YBM)” yönetim tekniği geliştirilmiştir. Bu yönetim tekniği günümüzde büyük gelişim göstermiştir.

YBM kavramı il olarak 1970 – 1980 yıllarda ortaya çıktığı görülmektedir (Bergin, 2013). 1975 yılında Bina Tanımlama Sistemi adlı çalışmada 3 boyutlu gösterim hakkında çalışma yapan Charles Eastman 1997’de Yapı Bilgi Modellemesinin özelliklerinin gösterildiği Etkileşimli Tasarım için Grafik Dilini ortaya çıkarmıştır (Bergin, 2013). 1984 yılında üç boyutlu nesnelerden yapılması düşünülen sanal yapı fikri sayesinde

GraphiSoft tarafından ArchiCad yazılımı ortaya koyulmuştur. Ortaya çıkarılan bu yazılım Yapı Bilgi Modellemesi için önemli bir hale gelmiştir. Yapı Bilgi Modellemesinin dönüm noktası 1988 yılında Paul Teichholz tarafından Stanford'ta yapılan Entegre Tesis Mühendisliği Merkezi (CIFE) kurulup ve bununla beraber inşaat projeleri için dört boyutlu bir modelin geliştirilmesidir. Lawrence Berkeley Ulusal laboratuvarında ortaya çıkarılan yazılım ile bir yapının geometrisi, malzeme içerikleri, grafikleri ve simülasyonlarının yapılması ile bu özellikleri ortaya çıkaran ilk kişi olarak 1993 yılında tarihe geçmiştir. Bu süreden sonra YBM kavramı daha hızlı bir gelişim göstermeye başlamıştır (Bergin, 2013). 2000'li yılların başında Artodası tarafından geliştirilen Revit programı sayesinde YBM uygulamaları hızlı bir şekilde ilerleyip günümüzde daha sık kullanılması sağlanmıştır (Kıvırcık, 2016).



Şekil 4.1. Proje üretim süreçlerinin tarihçesi (Osello,2012)

İnşaat projeleri Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi eski zamanlarda T cetveli kullanılarak yapılırken 1980'li yıllarda kişisel bilgisayarların gelişme ve entegre olması ile birlikte bilgisayar destekli çizimlere (BDT) geçiş olmuştur. 1990'lı yıllara gelindiğinde BDT yoğun olarak kullanılmaya başlamıştır. 2010 yıllardan sonra teknolojik gelişmelerin artması ve görselleştirmenin önem kazanması ile birlikte YBM sistemi karmaşık projelerde kullanılmaya başlanarak günümüzde daha çok önem kazanmıştır.

Günümüz dünyasında sertleşen rekabet ortamı daha büyük ve karmaşık düzeyde yer alan yapıların oluşmasına sebebiyet vermiştir. Bu yapıların oluşturulmasında mevcut kişilerin artması koordinasyon eksikliğinin artmasına sebebiyet vermiştir. Bu yüzden karmaşık yapıların yapılmasında koordinasyon ve birçok paydaşın birlikte çalışmasını sağlamak amacıyla YBM sistemini önemi artmış ve günümüzde bu konuda birçok çalışma yapılması sağlanmıştır (Yıldırım, 2022). Yapılan literatür taraması ile Yapı Bilgi Modellemesi hakkında yapılan tanımlamalar şu şekildedir:

Azhar vd. (2007)'ne göre Yapı Bilgi Modellemesi ile yapının üretim süreçlerinin sırasıyla planlanması, tasarımı, yapım kısmı ve yapıldıktan sonraki tesis süreçlerinin bilgisayar ortamında nesne tabanlı modellenerek üretilen bu model ile yapının her türlü ihtiyaçlarına cevap veren ve teslim sürecinin iyi yönetilmesini sağlayan bir sistemdir. YBM sistemi; oluşturulacak yapının geometrisi, coğrafi bilgileri, yapı için gerekli olan malzeme özelliklerini ve miktarlarını, proje için gerekli iş akışı ve maliyet yönetimini süreç boyunca kontrol ederek nitelikli bir üretim süreci sağlayan bir sistemdir.

Hergunsel (2011) yaptığı tanımlamada YBM; bir yapının tüm süreçlerinin yer aldığı ve bu süreçlerin bilgisayar ortamında sanal tasarımı yapılarak inşaat sürecinin yönetilmesidir. Tüm süreçlerde gerekli olan tüm paydaşları koordine şekilde yönetilmesini sağlayan bir sistemdir.

Bargstadt (2015) ise YBM; yeni bir modelleme teknolojisi ve üretimi yapılacak tüm süreçlerin bütünü olarak tanımlamıştır.

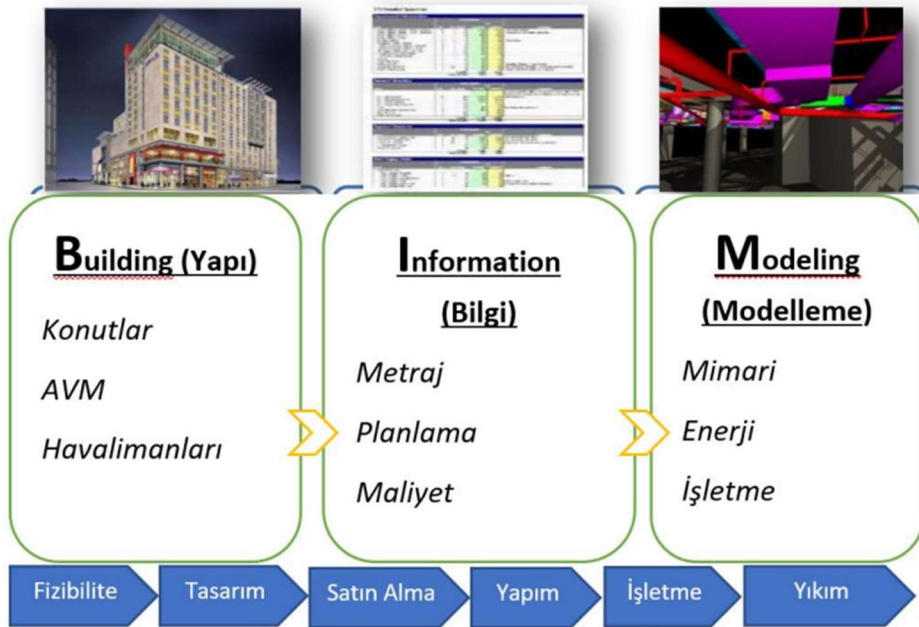
Akkoyunlu (2015) ise Yapı Bilgi Modellemesini inşaata göre şu şekilde tanımlamıştır. YBM sistemi; inşaat endüstrisi için gerekli olan planlama, tasarım, inşaatı ve işletme kısımlarında bulunan tüm gerekli elemanların akıllı nesnelerle oluştuğu ayrıca proje aşamasında sanal ortamda inşa edilerek yapım aşamasında aksaklıkların önüne geçilmesini sağlayan bir sistemdir.

Dispenza (2010) ise YBM; Projelerin birçok paydaştan oluştuğu ve bütün paydaşları bir arada yönetilmesini sağlayan bir sistem olarak tanımlamaktadır.

Bütün tanımlamalar göz önüne alınarak YBM sistemi; projenin yapım aşamasından yıkım aşamasına kadar üç boyutlu görselleştirmeler sağlayarak, proje aşamasında sağladığı

çakışma analizleri ile yapım sürecindeki hataların önüne geçmesini sağlayan, zaman ve maliyet yönetimde geleneksel sistemlere göre daha doğru ve bütünlükli yönetim anlayışı sağlayan bir sistem olduğu görülmektedir.

Bütün tanımlamalara göre şekil 4.2 de (Azhar vd., 2015; Özorhon, 2018) gösterildiği gibi YBM sistemin her bir kelimesi ayrı anlamları ifade ettiği ve bütünlükli olarak da yönetimi sağladığı görülmektedir. “Building” kelimesi yapıları temsil ettiği, “information” kelimesi yapılar için gerekli olan bilgileri, “modeling” kelimesi ise hangi modelleme araçlarının kullanıldığını ve çakışma analizlerini göstermektedir.



Şekil 4.2. YBM kavramı (Azhar vd., 2015, Özorhon, 2018)

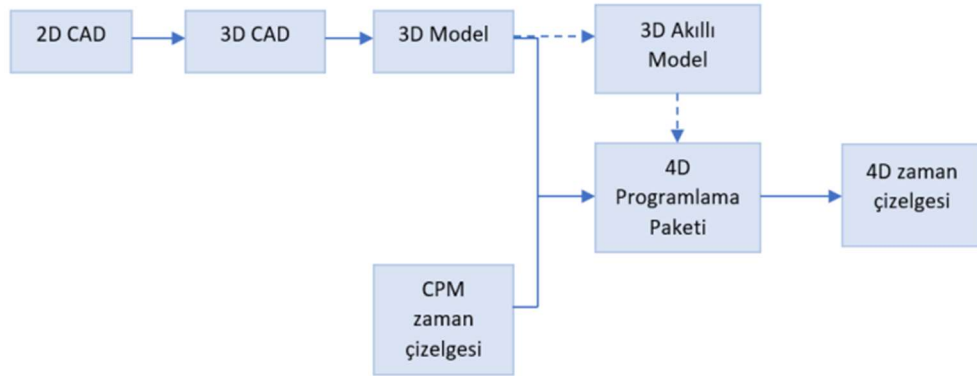
4.2. YBM Sisteminin Çoklu Boyutları

Yapı Bilgi Modellemesi (YBM), mühendislik ve mimarlık alanlarında birçok projede farklı disiplinler arasında birçok amaç için kullanılmaktadır. Bu kullanım amaçlarına göre YBM sisteminde çoklu boyutlar ortaya çıktığı görülmektedir. Bu çoklu boyutlar 3D, 4D, 5D, 6D ve 7D olarak görülmektedir. Çoklu boyutların içeriklerine baktığımızda;

- 3D YBM: YBM sistemleri içinde mühendislik ve mimari alanları içinde en çok kullanılan YBM boyutudur (Akkoyunlu, 2015). YBM sistemin kullanılan bu

boyutunda bütün proje bileşenlerinin (statik, mekanik, mimari vb.) üç boyutlu olarak görselleştirilmesini sağlayan kısımdır. Bu kısımda sanal ortamda tasarlanan bütün proje paydaşları inşaat kısmına başlamadan önce çakışma analizine tutulmaktadır. Yapılan bu analiz sayesinde projenin sanal ortamda kontrolü yapılarak inşaat aşamasında ortaya çıkacak sıkıntıların önüne geçilmesini sağladığı YBM boyutudur (Öz Döşer, 2016).

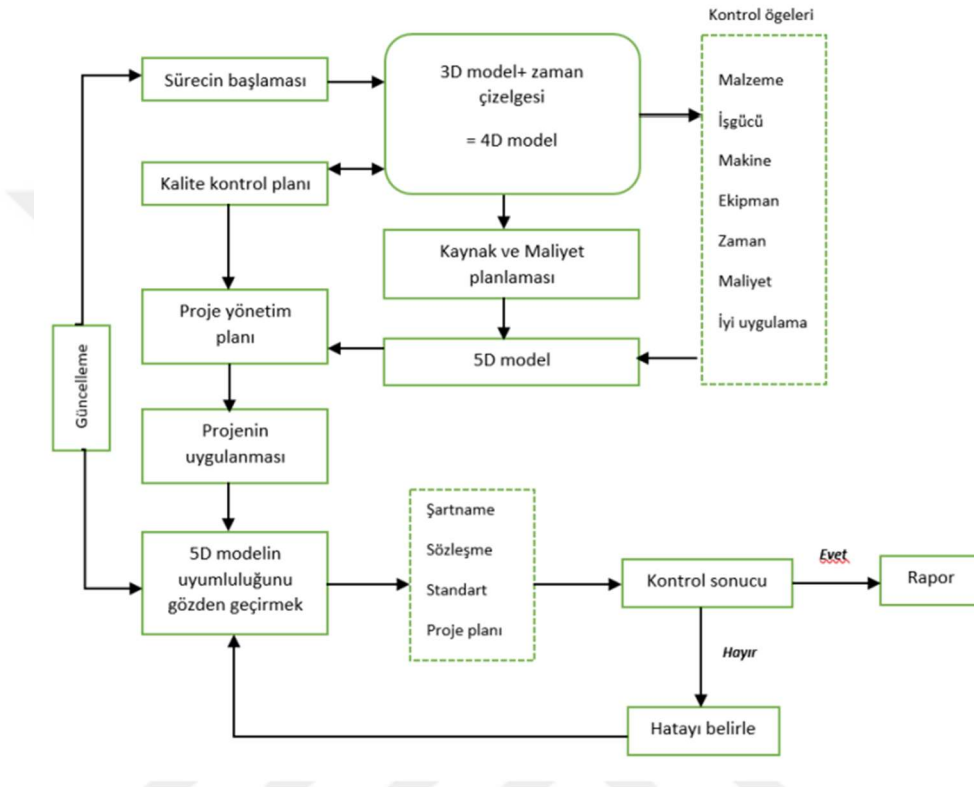
- 4D YBM: YBM sistemleri içinde sanal ortamda hazırlanan üç boyutlu model üzerine zaman çizelgelerinin eklenerek oluşturulan YBM boyutudur. 4D YBM sürecinde inşaat yapılacak olan tüm uygulamaları tanımamak, şantiye için gerekli tüm kurulumları belirlemek, otomatik metrajlar hazırlanarak birim sürelerin girilmesi ile zaman çizelgesinin belirlenmesi ve inşaat süreci boyunca zaman yönetimini sağlayarak sağlıklı ve doğru bir şekilde yönetim gerçekleşmesini sağlayan YBM boyutudur (Karakaş, 2020). 4D YBM hazırlama süreci şekil 4.3 de görüleceği üzere iki boyutlu cad çizimleri üç boyutlu yazılımlar kullanılarak üç boyutlu hale getirilir. 4D YBM yazılımlarına aktırılan üç boyutlu model ile boyut oluşturulmuş olmaktadır (Karakaş, 2020). Oluşturulan 4D model ile inşaat aşamasında tüm paydaşların birlikte sağlıklı bir yönetim yapmasını sağlamaktadır.



Şekil 4.3. 4D YBM hazırlama aşamaları (Akkoyunlu, 2015)

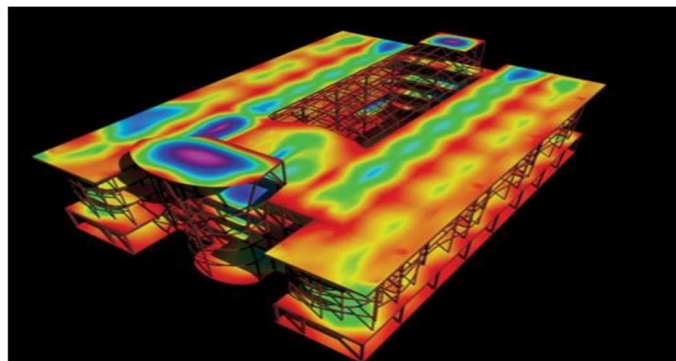
- 5D YBM: 5D YBM modeli temel olarak 4D modele maliyet özellikleri eklenerek maliyet yönetiminin yapılmasını sağlayan kısımdır. Otomatik metraj sayesinde çıkarılan miktarlara birim fiyatları girilerek yapı için tüm harcamaları, her bir kısım için gerekli finansman ihtiyaçlarını göstermektedir (Akkoyunlu, 2015). 5D YBM sürecini incelediğimizde şekil 4.4 de görüldüğü gibi ilk olarak oluşturulan üç boyutlu

modeller 4D yazılımlara aktarılarak zaman çizelgeleri ve simülasyonları oluşturulur. 4D model üzerinden otomatik metraj alınarak çıkarılan miktarlara birim fiyatları girilerek 5D model elde edilmiş olmaktadır. Oluşturulan 5D model üzerinden tüm proje süresince gerekli bütçe yönetimi, proje de gerçekleşen herhangi bir değişikliği otomatik algılayıp otomatik bütçe planlaması sağlanmasından dolayı bütün paydaşların doğru bir şekilde yönetilmesini sağlayan YBM boyutudur.



Şekil 4.4. 5D YBM modelinin oluşumu (Karakaş, 2020)

- 6D YBM:



Şekil 4.5. YBM enerji analizi simülasyonu (Karakaş, 2020)

YBM sistemin altıncı boyutu yapılacak olan yapının enerji tüketimi, sirkülasyonu ve analizlerinin yapıldığı kısımdır (Aydın, 2019). Yeşil bina sistemlerinin başında gelen LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ve BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) tarafından tanımlanan yeşil bina gereksinimlerinin karşılanması için kullanılan ve kullanımı ile çok faydalı olan bir YBM boyutudur (Çelebi, 2020).

- 7D YBM: YBM sistemini yedinci boyutu yapılacak olan yapının kullanım süresince tesis yönetimini içermektedir. Yapım aşamasında veya sonrası için gerekli olan tüm ekipmanların özellikleri, garanti süreleri gibi özelliklerini YBM sistemine entegre edilmesi ile yönetilmesini sağlayan YBM boyutudur (Karakaş, 2020, Döşer, 2016).
- 8D YBM: YBM sisteminin sekizinci boyutu tasarım ve yapım kademelerinde yapının güvenlik ve acil yönetimi bilgi akışlarının YBM boyutuna girildiği kısımdır (Smith, 2014). Bu sayede aşamalarda meydana gelecek güvenlik ve acil durumlarda yönetimin hızlı bir şekilde yapılmasının sağlanacağı öngörülmektedir.

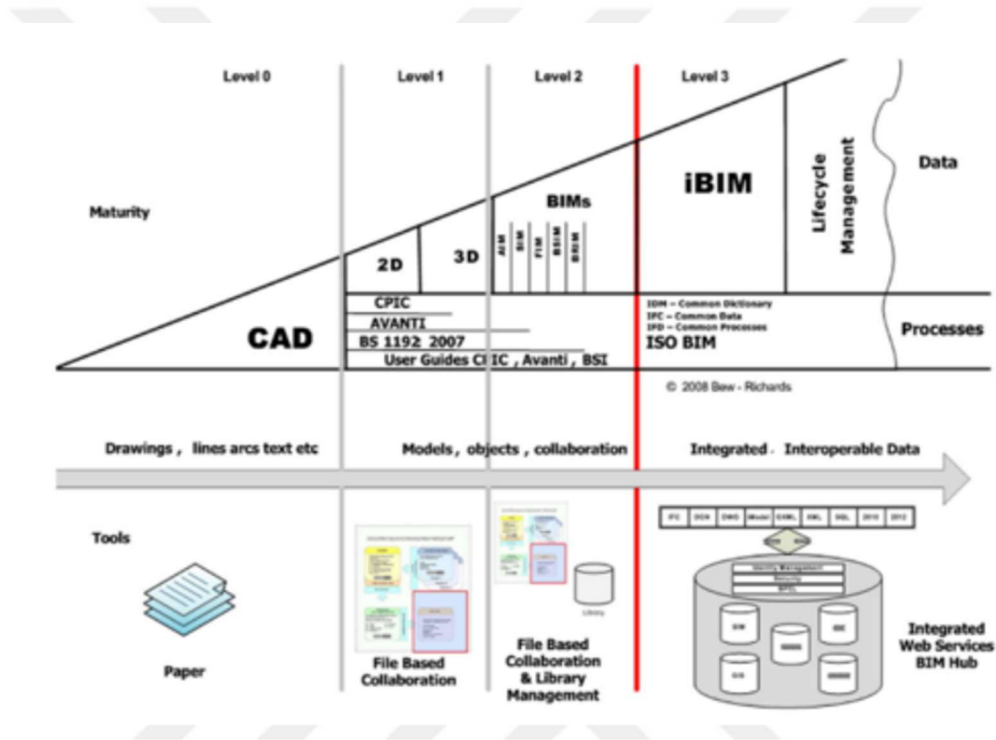
Görüldüğü üzere YBM sistemi bir yapının başından sonuna ve daha sonrası kullanımı için gerekli boyutlar tasarladığı görülmektedir. Kullanım hizmetine göre hangi boyutların kullanılacağı belirlenerek daha hızlı bir süreç yönetimi amaçlandığı görülmektedir.

4.3. YBM Olgunluk Seviyeleri

İnşaat projelerinde kullanılan YBM sistemi olgunluk seviyeleri içermektedir. Bu olgunluk seviyeleri 0-3 arasında değişkenlik göstermektedir. Projelerin tasarımı ve uygulama aşamaları için seçilen YBM olgunluk düzeyleri projenin büyüklüğüne göre belirlenir ve seçilen olgunluk düzeyi arttıkça öngörülemez hataların önüne geçilmesini sağlamaktadır (Görönlü, 2019).

- Seviye 0: YBM sisteminin en temel olgunluk düzeyidir. Bu düzeyde yapılan iki boyutlu çizimlerinin kullanıldığı kısımdır. Bu kısımda tasarım büyük çoğunlukla yapıldığı düzey olarak bilinmektedir. Şekil 4.6 da görüldüğü gibi bu düzeyi diğer kısımlardan ayıran en önemli özelliğin süreç ve veri yönetimini ayıran yatay çizginin bulunmamasıdır. Bu ayrımın olmamasından dolayı ileriki süreçlerde aksamalar yaşanacağı gözlenmektedir (Muratoğlu, 2015).

- Seviye 1: Seviye sıfırda yapılan iki boyutlu çizimlerin üç boyutlu aşamaya geçmesiyle kullanımına başlanan seviyedir. Süreç yönetiminin sağlanabilmesi için iki boyutlu çizim için standartlar belirlenir ayrıca elektronik ortamda bilgilerin paylaşımı sağlanmaktadır (Dilsizoğlu Özperçin, 2016). Bu seviyede belirlenen en büyük dezavantaj, paydaşlar arası bilgi paylaşımının olmamasıdır.
- Seviye 2: YBM sisteminde kullanılan bu seviyede 4D planlama ve 5D maliyet yönetiminin dâhil olduğu kısımdır. Ayrıca YBM sisteminin en önemli özelliklerinden olan birlikte çalışabilirliğin sağlandığı düzey olarak gösterilmektedir (Dilsizoğlu Özperçin, 2016). Farklı proje paydaşları için bilgi alışverişi sağlandığı için kullanıma uygun bir YBM seviyesidir.



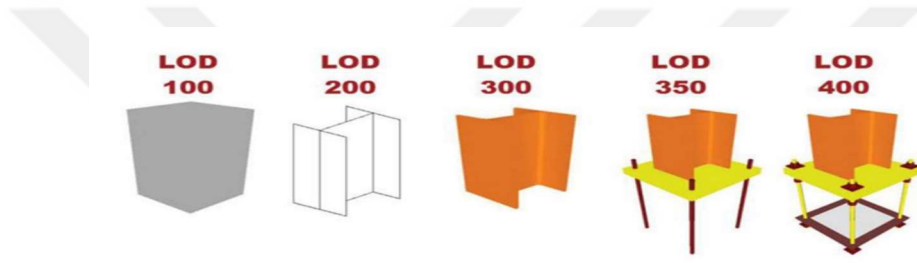
Şekil 4.6. YBM olgunluk düzeyleri şeması (Görünlü, 2019)

- Seviye 3: YBM sisteminin bu düzeyinde 6D ve 7D kısımları yani sürdürülebilir tasarım ve tesis yönetiminin dâhil olduğu düzeydir. En komplike düzey olduğu görülmektedir. Bu düzeyde YBM sistemi için birlikte çalışabilirlik en üst konumdadır. Bu seviyede tasarım süreçleri kısalmaktadır ayrıca yeni maliyet tahminleri en hızlı şekilde yapıldığı görülmektedir (Karakaş, 2020). Bu düzeyde değer mühendisliği de yapıldığından yapının gelecekte olması gerektiği durumunun belirlenmesini sağlamaktadır (Muratoğlu, 2015).

4.4. YBM Sisteminde LOD Kavramı

Olgunluk Seviyesi (Level of Development - LOD) projelendirme esnasında modellemesi yapılacak kısımların detay seviyesi ile ilgili kavramdır. Burada anlatılmak istenen detay seviyesi; modelleme esnasında kullanılacak olan elemanların geometrisi ve bileşenleri ile ilgili kısımların detaylandırma derecesini göstermektedir. Farklı bir bakışla modelde kullanılacak elemanların ayrıntı miktarlarını göstermektedir (Latiffi, 2015).

LOD detay seviyeleri Yapı Bilgi Modellemesini kullananların birbirleri ile olan iletişimin kalitesini geliştirmek için oluşturulmuştur. Şekil 4.7 de LOD detay seviyeleri görülmektedir.

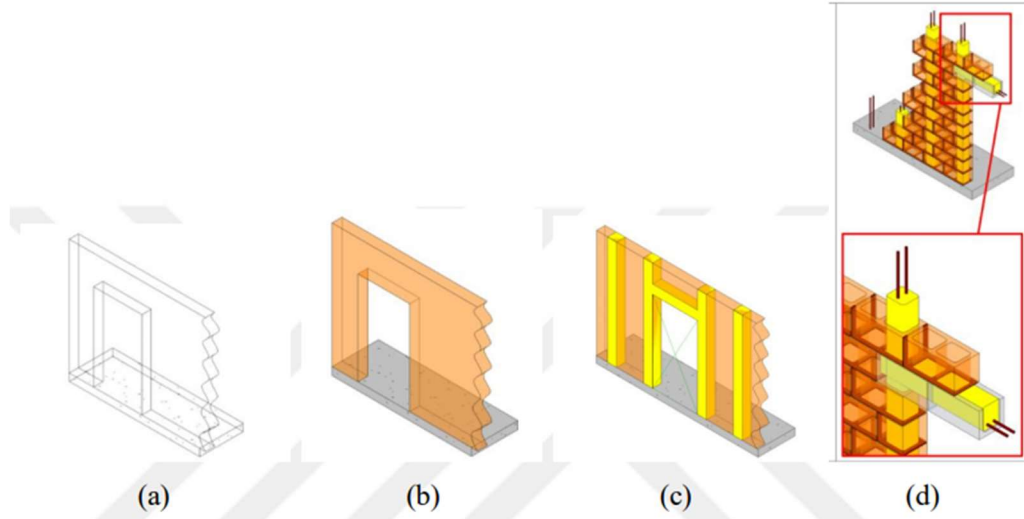


Şekil 4.7. LOD detay seviyeleri (Akkoyunlu, 2015)

- LOD 100: Bu detay seviyesi model için gerekli olan elemanın tasarımında sembol bir gösterim ile grafiksel olarak ortaya çıkarılmasıdır (Güler, 2021). LOD 100 detay kısmında LOD 200 detay seviyesinde yer alan tüm özellikleri bulundurmamaktadır.
- LOD 200: Bu detay seviyesinde model için gerekli olan elemana nesne, boyut, konum, şekil, metraj gibi bilgilerin yaklaşık olarak grafiksel olarak eklendiği kısımdır.
- LOD 300: Bu detay seviyesinde model için gerekli olan elemana nesne, boyut, konum, şekil, metraj gibi bilgilerin direk olarak grafiksel olarak eklendiği kısımdır.
- LOD 350: Bu detay seviyesinde sistem, nesne, boyut, şekil, konum ve metraj gibi bilgilerin diğer yapı sistemleri ile birlikte grafiksel olarak birleştirilip gösterildiği kısımdır. Grafiksel olmayan şekiller de bu bölümde eklenebilir.
- LOD 400: LOD 350 detay seviyesinde girilen özelliklerin yanı sıra imalat, montaj gibi bilgilerinin girilerek ortaya çıkarılan bölüm olduğu görülmektedir.
- LOD 500: Bu detay seviyesi ile yapı elemanı için girilen tüm bilgilerin gerçekte uygulanmış hali olarak gösterildiği kısımdır. Bu seviyelerde tasarlanan modeller

uygulanmış ve gerçek hali olduğundan dolayı bazı şartnamelerde gösterilmemektedir (Karakaş, 2020).

LOD detay seviyelerini daha kavramsal şekilde anlatmak istersek; Karakaş'ın 2020 yılında yapmış olduğu çalışmada duvar modellemesi üzerinde gösterdiği örnek daha iyi açıklanmasında faydalı olacaktır.



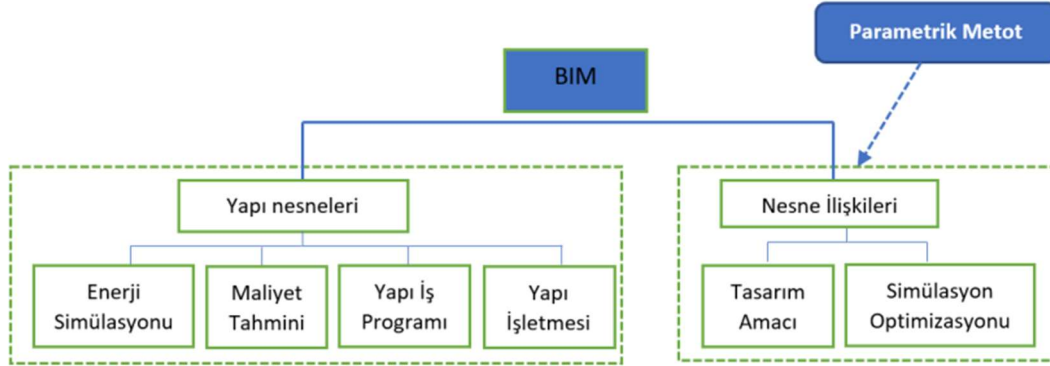
Şekil 4.8. LOD detay örnekleri (Karakaş, 2020)

Şekil 4.8 de a, b, c ve d kısımlarında duvar modelleri görülmektedir. Şekil 4.8. , a kısmında LOD 100 detay seviyesi görülmekte ve bu detay seviyesinin kavramsal olarak ele aldığı görülmektedir. Şekil 4.8., b kısmında LOD 200 detay seviyesi görülmektedir. Burada malzeme türüne göre ayrılan duvarın yüksekliği, konumu gibi özelliklerinin girildiği görülmektedir. Şekil 4.8., c kısmında LOD 300 detay seviyesi görülmektedir. Girilen duvar elemanlarının belirli bir plana göre, konuma göre modellendiği görülmektedir. Şekil 4.8., d kısmında LOD 350 ve LOD 400 detay seviyeleri görülmektedir. LOD 350 detay seviyesinde modellenen duvar diğer tasarım şekilleri olan kolon, kiriş kısımlara koordineli şekilde modellenmiştir. LOD 400 detay seviyesinde girilen tüm özelliklerin gerçekte uygulanması için girilen montaj, kurulum gibi bilgilerin girildiği kısım olarak görülmektedir.

4.5. Nesne Tabanlı Parametrik Modelleme

YBM sisteminin içeriğine girildiği zaman ortaya çıkan yeniliklerden biri de nesne tabanlı parametrik modelleme olduğu görülmektedir. Parametrik modellemenin ilk olarak

karşımıza 1980 yıllarda çıktığı görülmüştür. Parametrik kelimesinin tanımına bakarsak; birleşik elemanların veya farklı iki elemanın birbiri ile olan montajının ilişkilendirilerek bu ilişkilendirilmenin otomatik olarak korunması anlamına gelmektedir (Usta, 2020). Nesne tabanlı parametrik modelleme; yapı için gerekli elemanların birbirleriyle olan ilişkilerini içeren özellikleri bir bütün şekilde modellenmesi olarak tanımlanmaktadır (Eastman vd., 2008). Parametrik modelleme YBM sisteminin başından sonuna kadar kullanılarak üretilen bir yapının yaşam döngüsü boyunca tüm bilgileri içermesidir (Azhar vd., 2009, Karakaş, 2020). YBM sisteminin kullanılması ile gelen bu yenilik sayesinde CAD modellemesinden farklılaşmasını sağlamaktadır. Parametrik modelleme esas özelliği yapılacak yapı için kullanılacak malzemelerin birbirleri ile olan ilişkisini kullanarak modellemesinin yapılmasını sağlamasıdır (Eshaqzada, 2021). Oluşturulan bu model sayesinde proje süresi boyunca yeni bilgiler eklenmesini, olan bilgilerde değişiklik yapılması durumunda projede oluşacak aksaklıkların önlenmesini sağlamaktadır (Akküç, 2019). YBM sisteminin getirdiği bu özellik sayesinde karmaşık projelerin yönetiminde kolaylık sağladığı görülmektedir.



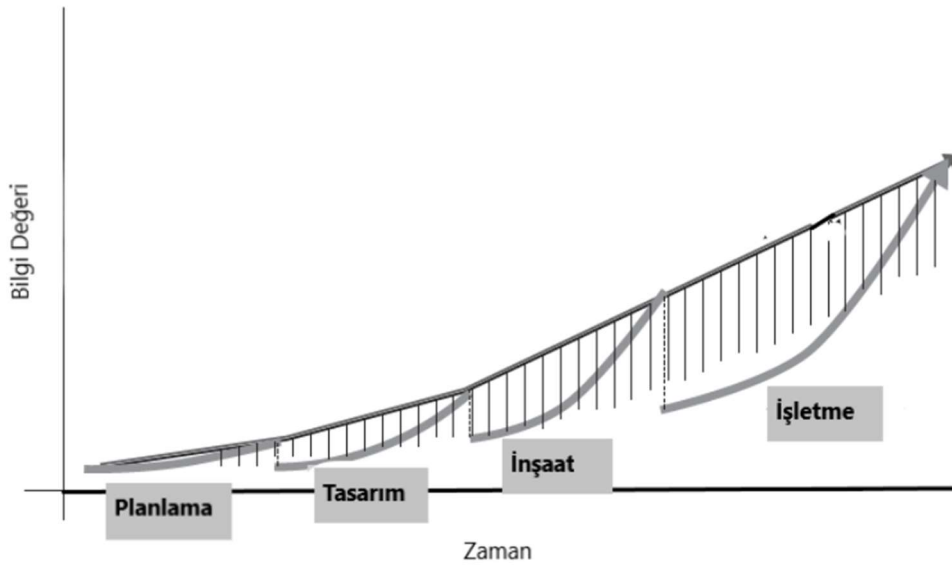
Şekil 4.9. Parametrik modellemenin YBM sistemindeki görevi (Karakaş, 2020)

Şekil 4.9 da parametrik modellemenin YBM sistemindeki görevi tablo halinde anlatılmak istenmiştir. Şekil 4.9 da görüldüğü gibi yapı nesneleri ile nesne ilişkilerinin birbirleri iç içe çalışmasını sağladığı görülmektedir.

4.6. Birlikte Çalışabilirlik

İnşaat projelerinin temel sorunlarından biri de tasarım, yapım ve inşaat sonrası kısımları için paydaşlar arasında bilgi ve iletişimi tam anlamıyla sağlayabilecekleri bir platform olmamasıdır. Gelenek yöntemlerle yapılacak olan inşaat projelerinde uygulanan iletişim

ve bilgi alışverişi yöntemi zaman alıcı, verimsiz durumlara sebebiyet verdiği görülmektedir (Gallaher vd., 2004). Geleneksel yöntemlerle yapılan projelerde bilgi alışverişi yapılabilmektedir ancak bu alışveriş geometrik özelliklerle sınırlı kaldığı görülmektedir (Karakaş, 2020). Şekil 4.10.'da gösterilen çalışmada bir yapının başından sonuna kadar ve bittikten sonraki sürecinde ne kadar bilgi kaybı yaşandığı görülmektedir. Planlama aşamasında bilgi kaybı az olsa da özellikle inşaat kısmına başlandığı dönemde bilgi kaybı artışının arttığı ve yapının tamamlandıktan sonraki sürecinde bilgi kaybının en maksimum düzeye ulaştığı görülmektedir.



Şekil 4.10. Proje döngüsünde bilgi kaybı (D.K. Smith ve Tardiff, 2009)

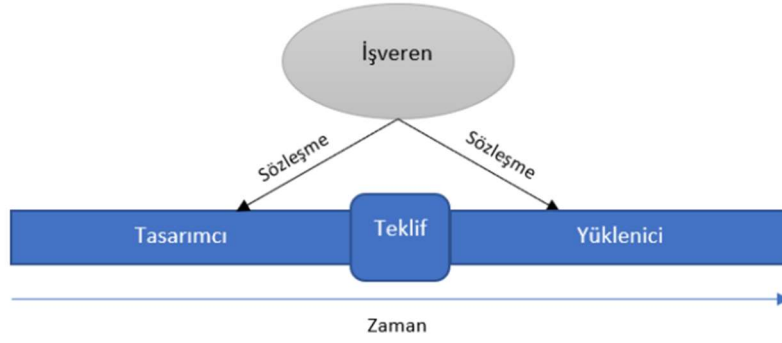
Proje sürecinde ve projeden sonraki süreçlerde bilgi kayıplarının önüne geçebilmek için YBM sistemi birlikte çalışma imkânı sunarak bu sorunu ortadan kaldırmayı amaçlandığı görülmektedir. YBM sistemi birlikte çalışabilirliği sağlamak için getirdiği yenilik ortak bir platform sunarak tüm proje paydaşlarının bu platformdan yararlanmasını sağlamaktadır. Mimarisi çizilen bir projede aynı anda statik, mekanik ve elektrik projelerinin çizilerek bu platforma yüklenmesi ile birbirleri ile bilgi alışverişini artırmayı sağlamaktadır. YBM sistemi sayesinde mimari proje de veya diğer projelerde yapılan en ufak bir değişikliğin hemen görülüp diğer projelere uygunluğu ölçülerek hızlı çözüm üretilmesini sağlamaktadır.

Yapı Bilgi Modellemesinde birlikte çalışabilirlik için kullanılan uygulama şeması Industry Foundation Classes (IFC) olduğu görülmektedir. IFC bir inşaat projesinde bütün paydaşların birbirleri arasındaki birlikte çalışabilirliğinin sağlanması amacıyla Uluslararası Birlikte Çalışabilirlik Birliği (International Alliance for Interoperability-IAI) tarafından 1994 yılında oluşturulmuş bir platform olduğu görülmektedir (Karakaş, 2020). Tasarımı tamamlanan projeler IFC formatına dönüştürülerek tüm disiplinler arasında veri alışverişini sağlayarak birlikte çalışabilirliği en üst düzeyde sağlamaktadır.

4.7. YBM Sisteminde Kullanılan Proje Teslim Yöntemleri ve Entegre Proje Teslim Yöntemi (Integrated Project Delivery – IPD)

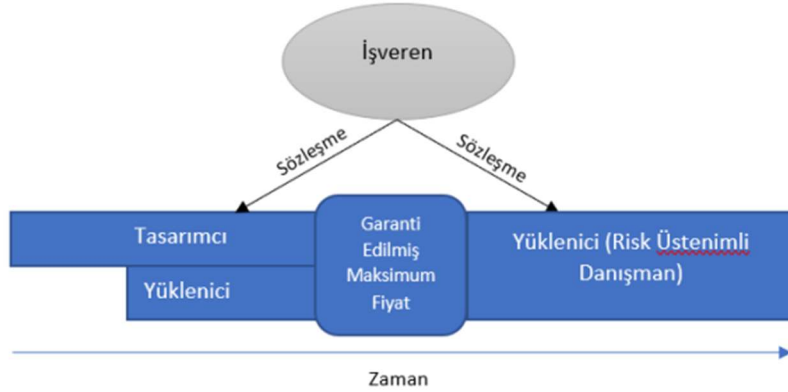
İnşaat projelerinde paydaşların proje içinde hangi kısımda bulunacağı, paydaşların görev tanımları, sorumlulukları ve diğer paydaşlar ile arasında oluşacak iletişimin nasıl olacağının kullanılacak proje teslim yöntemi ile belirlenmektedir. İnşaat projeleri birçok teslim yöntemini barındırmaktadır. Kullanım için seçilen proje teslim yöntemi YBM sistemi açısından kritik öneme sahiptir. Çünkü kullanılan teslim yöntemi YBM sisteminin sağladığı avantajların kullanıma uygun olması gerekmektedir. İnşaat projelerinde çoğunlukla kullanılan teslim yöntemleri; tasarla-teklif et- yap teslim yöntemi, risk üstlenimli danışmanlık teslim yöntemi, tasarla-yap teslim yöntemi ve entegre proje teslim yöntemi olduğu görülmektedir (Hardin ve Mccool, 2014).

- **Tasarla-Teklif et-Yap teslim yöntemi:** Geçmişten günümüze inşaat projelerinde uygulanan en eski yöntem olduğu görülmektedir. Şekil 4.11.'de görüldüğü üzere risk mal sahibi üzerinde bulunmaktadır. Mal sahibi istediği inşaatı ve projelerini yaptırmak için tasarımcı ve yüklenici ile iki tane sözleşme yapar. Tasarım aşaması bitmesi ile iş ihale edilerek yükleniciye verilir. Bu teslim yöntemi ile projenin tamamlanması beklenilmektedir. Ancak bu teslim yönteminde inşaat aşaması için bulunan yüklenici tasarım aşamasında yer almadığı için uygulamada oluşacak aksaklıkların önüne geçilmesi engellenmemektedir. Bu doğrultu bu teslim yöntemi YBM sistemi için uygun olmadığı görülmektedir.



Şekil 4.11. Tasarla-Teklif et-Yap teslim yöntemi şeması (Karakaş, 2020)

- Risk Üstlenimli Danışmanlık teslim yöntemi: Proje sahibi veya proje direktörü tarafından belirli şartnamelere bağlı kalarak, tasarım ve yüklenicilerin Garantili Maksimum Fiyatı (GMP), maliyet ve kar ile birlikte bir fiyat belirlenir tasarım ve yüklenici bu fiyatla bitirmek zorundadır. Bu fiyat ile bitirilmez ise fiyatın aşımı durumunda kendi cebinden yapacağının taahhüt edildiği teslim yöntemidir (Shane ve Gransberg,2010).

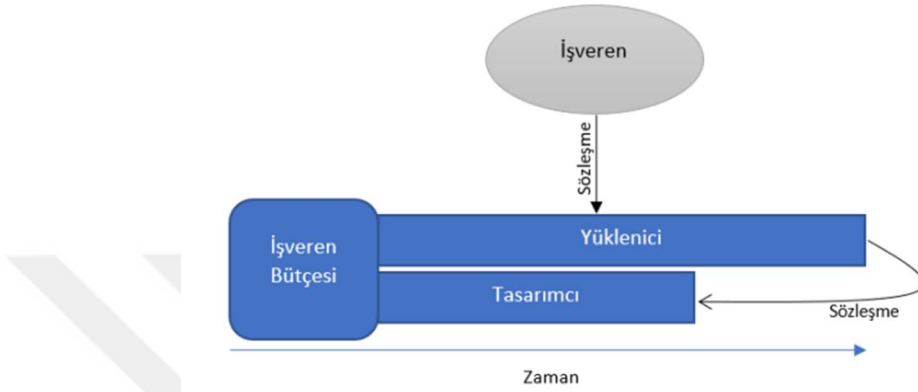


Şekil 4.12. Risk üstlenimli danışmanlık teslim yöntemi şeması (Karakaş, 2020)

Bu teslim yöntemi tasarla-teklif et- yap modeline benzer olmasına rağmen tek farkı yüklenicinin tasarım aşamasında bulunmasını sağlamaktadır. YBM sistemi açısından bu teslim yöntemi çok önerilmemektedir. Çünkü tasarım içinde yer alan yüklenici YBM kullanacağından bunun sonucunda ekstra maliyet durumu ortaya çıkacağından sorunlar çıkmasına sebebiyet vermektedir. Bu doğrultuda da YBM sisteminin tam verimli kullanılmasında sıkıntılar çıkacağı görülmektedir.

- Tasarla – Yap teslim yöntemi: Bu teslim yönteminde yapıyı yaptıracak kişi veya kurum belirlediği bütçe ile hem tasarımı hem de inşaat kısmını tek bir kuruluşa

vermesi ile oluşan teslim yöntemidir (Darrington, 2011). Şekil 4.13 de görüldüğü gibi yüklenici tasarım ekibi ile sözleşme yapar. Yapılan bu sözleşme ile birlikte yüklenici tasarım ekibini seçtiği ve tasarım aşamasında bulunacağı için daha iyi bir yönetim imkânı sağlanmaktadır. Bu iş birliği ile YBM sisteminin güçlü bir şekilde kullanılmasının sağlanacağı görülmektedir.



Şekil 4.13. Tasarla-Yap teslim yöntemi şeması (Karakaş, 2020)

- Entegre Proje Teslim Yöntemi (IPD): Son yıllarda kullanılan geleneksel proje teslim yöntemlerinin yerine alan bir teslim yöntemidir. IPD Amerikan Mimarlar Enstitüsü (AIA) tanımına göre; inşaat projelerinin planlamasından, tasarımına, yapılmasından ve uygulama ömrü süreci boyunca bütün sistemleri, insanları, paydaşları, uygulamaları birbirlerine entegre ederek yönetilmesini sağlayan proje teslim yöntemidir. Şekil 4.14 de bulunan uygulama şemasında tasarla- yap teslim yöntemine benzerliği bulunmaktadır ancak entegre proje teslim yönteminin farkı proje riski ve avantajları için mal sahibi, tasarımcı ve yüklenici arasında paylaşılır ve her paydaş birbiri ile sözleşme imzaladığı görülmektedir. Entegre proje teslim yönteminde başarılı olunması için birbiriyle bütünleşmiş ve üretken ekiplerin oluşturulması gerekmektedir. Bu ekiplerin oldukça verimli çalışması için AIA tarafından belirlenen 9 temel ilke bulunmaktadır. Bu temel ilkeler;
- Karşılıklı fayda ve mükâfat
- Karşılıklı saygı ve güven
- İşbirlikçi olma ve yeniliğe açık olma
- Projede temel olacak paydaşların erken katılımı
- Hedef tanımı

- Planlama
- Teknoloji
- İletişim
- Organizasyon

AIA belirlediği bu 9 temel ilke kullanılarak ve benimsenerek entegre proje teslim yöntemi verimli kullanılacağı düşünülmüştür.



Şekil 4.14. Entegre proje teslim yöntemi şeması (Karakaş, 2020)

YBM sistemi ile yapılan projelerde entegre proje teslim yönteminin kullanılması verimliliği artırdığı, hataları minimuma indirdiği ve birlikte çalışabilirliği ön planda tutmasından dolayı YBM sistemi için en uygun teslim yöntemidir (Porwal ve Hewage, 2013). Ancak bu yönteminde bazı zorlukları bulunmaktadır. Geleneksel sistemlere alışkın inşaat sektörünün bu teslim yöntemine alışması belirli bir süreç alması bir sorundur. Diğerleri ise mimari ve yüklenici tasarım aşamasında birlikte çalışması ve tüm projeyi ayrıntılı şekilde incelemesi tasarım aşamasının maliyetinin artmasına sebebiyet vermektedir. Ancak bu zorluklara rağmen proje bütünlüğünü sağlaması, tüm paydaşların birbirleri olan iletişimi en üst noktada sağlaması gibi sebeplerden ötürü YBM sistemi kullanıma en uygun teslim yöntemi olduğu görülmektedir.

4.8. Çakışma Analizi

YBM sisteminin sağladığı avantajlardan olan birlikte çalışabilirlik özelliği ile fark paydaşlar birlikte çalışabilmektedir. Bu özellik ile projeler hazırlanırken hazırlanan tüm projeler uygulama aşamasına geçmeden, iç içe aktarılacak yani süperpoze edilerek mimari, statik, elektrik ve mekanik projeler arasındaki koordinasyonunu sağlayan özellik olduğu görülmektedir. Geleneksel yöntemlerle yapılan iki boyutlu tüm çizimler bir araya

getirildiğinde çakışmalar istenilen boyutta çözülemez, bunun da büyük projeler için büyük uygulama sorunlarına yol açtığı görülmektedir. YBM sisteminin sunduğu yeni özelliklerden olan çakışma analizi özelliği çizilen tüm mimari, statik, elektrik ve mekanik projelerin arasında çakışmalar kontrol edilerek uygulama aşamasına geçilmeden çizim hatalarının önüne geçilmesini sağlamaktadır. Doğru bir çakışma analizi için olgunluk düzeyi doğru seçilmelidir. Kullanılacak olan olgunluk düzeyine göre doğru tasarım yapılacağı için çizilen projelerin çakışma analizi daha doğru sonuçlar vermektedir. Örnek olarak baktığımızda; borular, kanallar, yapısal sistemler doğru modellenirse çizim sonucu yapılacak olan çakışma analizi uygulama için daha doğru analiz yapar. Ancak modellemesi hatalı olan çizimler yapılan çakışma analizleri doğru sonuç veremeyeceğinden dolayı projeler için maliyet ve zaman yönetimi aksaklıklara sebebiyet vereceği görülmektedir (Karakaş, 2020).

YBM sisteminin sunduğu çakışma analizi inşaat projelerinde uygulama öncesi yapılarak uygulama esnasında oluşacak sorunların önüne geçerek proje yönetiminin doğru yapılmasını sağlamaktadır.

4.9. Otomatik Metraj (Take-off)

Projelerin çizimleri kullanılarak belirlenen malzeme miktarları için yüksek hassasiyet gerekmektedir. Metraj hesabı yapılırken bütün çizimler kontrol edilmeli, kullanılan her malzeme ölçü birimleri ile kayıt altına alınması gerekmektedir. Bu hesaplamalar yapılırken hiçbir hesabın atlanmadığından emin olunmalıdır. Bu yüzden metraj alınırken, metraj işlemini yapan kişinin inşaat süresince oluşturduğu zayıat yüzdesi göz önünde bulundurulmalıdır. Metraj işleminin doğru yapılması çok önemlidir. Çünkü metraj hesabında yapılacak olan hatalar maliyet hesabını etkilediği görülmektedir (Altınok, 2020).

Metraj işlemi sadece proje üstünden yapılamaz. Hakkediş çalışmaları için saha kısımlarında da uygulamalar yapılabilir. Hakkediş, 4735 sayılı Kamu İhale Sözleşmeleri Kanununda bulunan madde 6 da belirtildiği üzere yapılan işlerin özellikleri dikkate alınarak oluşturulması gereken üç sözleşme türü olan götürü bedel, anahtar teslim götürü bedel ve birim fiyat sözleşme türlerinden birinin keşfine göre alınan teklif üzerinden sözleşmesi imzalanmış ve uygulaması başlatılan bir projenin, sözleşme şartlarında

belirtilen süre aralıklarıyla yapılarak yükleniciye ödenen bedel olarak tanımlanmıştır. Bu sebepten ötürü metraj çalışması maliyeti ve bütçeyi etkilediğinden dolayı inşaat projeleri için önem arz etmektedir.

Klasik yöntem olarak tabir edilen iki boyutlu Autocad çizimlerinden manuel olarak yapılırken, bu metraj işlemleri uzun süreler, istemsiz hatalar gibi birçok soruna sebebiyet verdiği görülmektedir (Becvarovska, Matejka, 2014).

Son yıllarda özellikle etkin kullanılmaya başlayan YBM sistemi bu metraj sorunun önüne geçmek için getirdiği özellik otomatik metraj (take-off) özelliği olduğu görülmektedir. YBM sistemi kullanılarak yapılan tasarımlarda iki boyutlu projelerden ziyade üç boyutlu projeler kullanılmaktadır. Bu üç boyutlu projelere IFC özelliği sayesinde ve nesne tabanlı modelleme sayesinde birçok özellik girilebilmektedir. Bu sayede birçok yapı elemanı bütün özellikleri girilerek modelleme yapılabilmekte ve modelleme kullanılarak istenilen yapı elemanı seçildiğinde tüm özellikleri hemen görülebilmektedir (Çepni, 2021). YBM sistemini özelliği olan otomatik metraj özelliği, üç boyutlu tasarımı tamamlanan projelerde tek tuş yardımı ile tüm mimari, statik, elektrik ve mekanik projelerde bulunan bütün yapı elemanlarının metrajlarını birimleri ile vermeyi sağlamaktadır (Koçoğlu, 2021). Otomatik olarak verdiği bütün metraj listesi sayesinde geleneksel yöntemler uygulanarak yapılan projelere göre zamandan tasarruf, maliyet hataları ve bütçe hataları gibi durumlardan kurtulmayı sağladığı görülmektedir.

5. YAPI BİLGİ MODELLEMESİNİN (YBM) PROJE YÖNETİMİ BİLGİ ALANLARINA ETKİSİ

Yapı Bilgi Modellemesi günümüz teknolojinin gelişmesi ile aktif olarak projelerde kullanılmaya başlayan bir yönetim tekniğidir. YBM kullanımı ile proje yönetiminde olumlu etkiler olduğu görülmüştür. Bu başlık altında proje yönetimi bilgi alanlarını oluşturan, kapsam yönetimi, entegrasyon yönetimi, zaman yönetimi, maliyet yönetimi, kalite yönetimi, risk yönetimi, insan kaynakları yönetimi kısımlarının YBM'den nasıl etkilendiğine değinilmek istenmiştir. Projeler için zaman ve maliyet kısımları daha önemli olduğu bir gerçektir. YBM'nin proje yönetimi bilgi paydaşlarına etkileri incelenirken, zaman ve maliyet yönetimine olan etkisi ayrıntılı olarak incelenmiştir.

5.1. Yapı Bilgi Modellemesinin Entegrasyon Yönetimine Etkisi

Entegrasyon yönetiminde koordinasyon çok önemli bir yer tutmaktadır. Projelerde koordinasyonu sağlamak için projeler uygulanmadan önce veya uygulama aşamasında planlamanın yapılması önem arz etmektedir. Yapılan bu planlamalar proje uygulama aşamasında gerekli görülmesi durumunda değişiklik yapılmaya uygun olmalıdır. Uygun olmayan planlamalar, kaynak yetersizlikleri, zayıf entegrasyon yönetimi ve uygulama aşamasında entegrasyon yönetiminin sağlıklı bir şekilde gözden geçirilmesi projeleri başarısızlığa uğratabilmektedir (Balaban, 2003).

Proje yönetimini sağlamak için ilk aşama proje entegrasyon yönetiminden geçmektedir. İnşaat projeleri karmaşık projelerdir. Bu projelerin uygulanması çeşitli bileşenleri bir araya getirerek koordineli bir şekilde ilerleme gerektirmektedir. Karmaşık projelerin bileşenlerinin uygulanması proje entegrasyonu ile sağlanmaktadır. Projelerde istenilen zaman, maliyet ve kalite üçgeni bu şekilde sağlanabilmektedir (Butt, 2013).

İnşaat projeleri için zaman ve maliyet daha çok önemsendiği bir gerçektir. Bu önemsemelerden dolayı kaliteden göz ardı edildiği durumlarla karşılaşılmasının kaçınılmaz olduğu görülmektedir. Geleneksel yönetim teknikleriyle yönetilen projelerde zaman olarak aksamalar, gereksiz maliyet artışları ve kalite de ciddi sorunlar yaşandığı görülmektedir. Bu durum sonuç olarak inşaat projelerinde şikâyet ve sorunlara sebebiyet verebilmektedir (Butt, 2013).

İnşaat projeleri multidisipliner ve karmaşık bir yapıya sahip projelerdir. Bu yüzden bu projelerde entegrasyon yönetimi her zaman kolay olmayabilir. Bu projelerde entegrasyonu sağlamak için proje paydaşlarının birbirine yakın olması, birbirleriyle iletişimleri yüksek olması herkesin sisteme entegrasyonunu kolaylaştıracaktır. İnşaat projeleri tasarım, uygulama ekiplerinden oluşmaktadır. Geleneksel proje yönetim tekniklerinde tasarım ve uygulama ekiplerinin koordineli çalışmasına çok uygun bir ortam oluşmamaktadır. Fark paydaşların tasarım süreçlerine dahil edilmemesi entegrasyon yönetiminde sorunlara yol açtığı görülmektedir (Karakurt, 2019). Bu yüzden koordinasyon eksikliği sonucu önceki açıklamalarda belirtildiği gibi projede sorunlar ve aksamalar yaşanmaktadır. Günümüz teknolojisi ile projelerde sık kullanılmaya başlayan Yapı Bilgi Modelleme Yönetim Tekniği, tüm proje paydaşlarının projeye tam bir şekilde entegre olmasını sağlamaktadır. Bu entegrasyon projenin tasarım aşamasından uygulama aşamasına kadar yani proje yaşam döngüsü boyunca gerçekleşmektedir. Yapı Bilgi Modelleme Yönetim tekniği ile gelen yenilikler entegrasyon yönetimini daha doğru şekilde sağlamaya yardımcı olmaktadır.

Geleneksel yönetim teknikleriyle yapılan proje yönetiminde entegrasyon yönetiminde sorunlar ortaya çıktığı görülmektedir. Yapı Bilgi Modellemesi Yönetim tekniğinin getirdiği özellik olan birlikte çalışabilirlik özelliği ile geleneksel yönetim tekniklerinde yaşanan sorunlara çözümler üreterek bu sayede entegrasyon yönetimine olumlu bir etki sağladığı görülmüştür (Karakurt, 2019).

5.2. Yapı Bilgi Modellemesinin Kapsam Yönetimine Etkisi

Proje kapsam yönetimi; planlama, tanımlama ve kontrol süreçlerinin bütününden oluşmaktadır. Kapsam yönetiminin başarılı şekilde yapılması için tüm işlerin planlanması, projenin amacı kapsam yönetimini gerçekleştirmek için gereklidir (Karakurt, 2019). İşlerin planlamasında yapılacak eksiklikler kapsam yönetiminin yapılmasını zorlaştırıp, üretkenliğin azalmasına yol açacaktır. Projedeki bilgi seviyeleri yüksektir. Bu yüzden eksik planlama ve bilgilerin doğru oluşturulmaması zaman ve maliyet bakımından eksikliklerin oluşmasına sebebiyet verecektir. Bu noktada proje yönetiminin kapsamı açıkça belirtilmelidir. Kapsam yönetimi doğru planlama ve bilgilerin doğru belirlenmesi ile yapılmaktadır. Kapsam ifadesi, bu bilgiler ışığında ürün ve projenin içeriğini ifade etmektedir.

Proje yönetim ekibi, günlük işler ve şantiyelerin yönetiminden sorumludur. Proje yönetim ekibi, planlanan tüm işlerin sorumluluğunu almaktadır. Bu ekip, şantiyelerin inşaat süresince denetlenmesini ve kaynakların doğru kullanılıp, kullanılmadığını denetlemektedir. Proje yönetim ekibi bu bağlamda proje kapsamını net şekilde tanımlar ve tüm paydaşlara tanımlar ile ilgili paydaşlara aktırır. Bu durumda yönetim ekibi her paydaşa açık şekilde tanımlamaları yapmalıdır (Arayıcı, 2015). Paydaşlarla olan koordine kapsam yönetimi için çok önemlidir. Günümüzde kullanımı yaygınlaşan Yapı Bilgi Modellemesi Yönetim tekniği ile tüm çalışma ekipleri koordineli şekilde çalışmaktadır. YBM kullanılarak üretilen projelerde tüm paydaşlar tasarım aşamasında üç boyutlu projeye entegre edilmiş olmaktadır.

Mimarlar tarafından geleneksel yöntemlerle yapılan iki boyutlu projeler yeterli bilgi içermemektedir (Crotty, 2012). Yetersiz bilgiler sonucunda başarısızlıklar yaşanabilmektedir. Yapı Bilgi Modelleme sistemi getirdiği yeniliklerden birisi olan parametrik modelleme sayesinde ve birlikte çalışabilirlik ile bütün paydaşları sisteme entegre etmeyi sağlamaktadır. Parametrik modelleme sayesinde tasarım aşamasında hangi paydaş hangi bilgiyi isterse ona kolay şekilde ulaşmasını sağlamaktadır. Gelen bu yenilikler ile YBM platformları proje çalışmalarını basitleştirme eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu sayede Proje paydaşlarının karar verme yetkisini kolaylaştırıp, uygulama aşamasında yaşanacak sorunların önüne geçilmesini sağlamaktadır. Nesne tabanlı parametrik modelleme ile daha basitleştirilmiş üç boyutlu projeler ile paydaşların kapsam yönetiminde zorluk yaşanmasının önüne geçilmesi sağlanmıştır (Wahbeh, 2017).

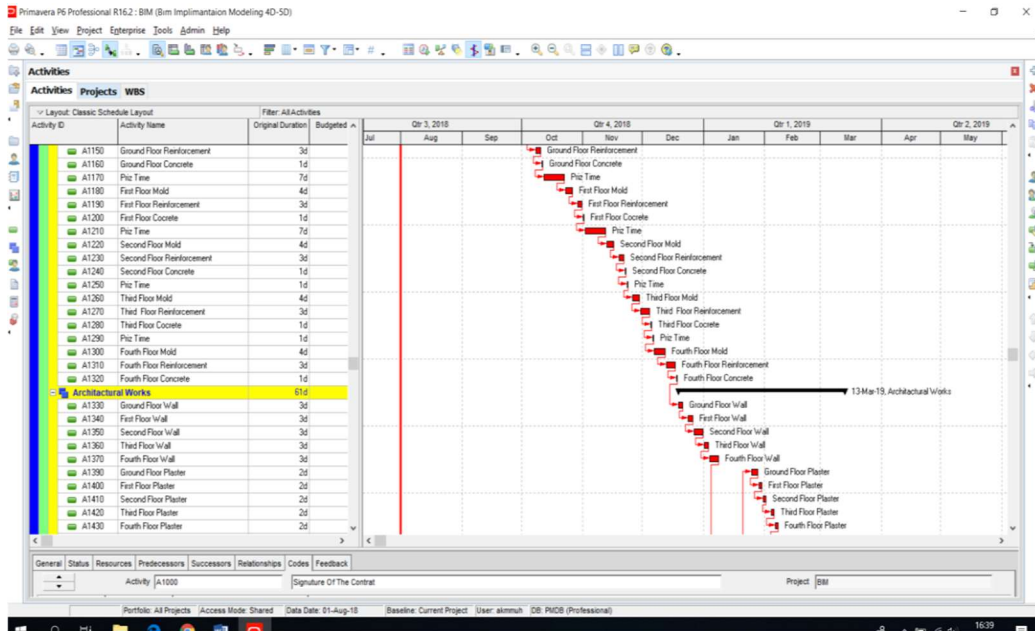
Geleneksel yöntemlerle proje yönetimi yapılan projelerde tasarım aşamasında yaşanan bilgi eksiklikleri ve paydaşlara oluşan bilgileri aktarmada yaşanan sorunlar kapsam yönetimini olumsuz etkilediği görülmektedir. YBM sayesinde bu sorunlara getirdiği yenilikler ile kapsam yönetiminin daha doğru bir şekilde yapılmasını sağladığı ve olumlu bir etki yaptığı görülmektedir.

5.3. Yapı Bilgi Modellemesinin Zaman Yönetimine Etkisi

İnşaat projelerinde zaman yönetimi çok önemli konumdadır. Çünkü yapım sürelerinin planlamanın dışına çıkması ekstra maliyet ve yapının kullanımında gecikmelere sebebiyet verebilmektedir. Projeler başlamadan önce yapılan iş programlarında kaymalar zaman ve

maliyet olarak aşımara sebebiyet vermektedir (Ramanathan, 2012). İnşaat projelerinin en büyük sorunlarından hatta en başta gelen sorun olarak zaman aşımı gelmektedir (Najjar, 2008). Projelerin tamamlama sürelerini, entegrasyonda yaşanan sıkıntılar, kaynak kullanımında yaşanan sorunlar, iş programındaki aksaklıklar etkileyebilmektedir. Bu sorunlar zaman yönetimini, maliyeti ve tüm paydaşları etkilemektedir (Çırakcıoğlu, 2021). İş programlarındaki aksaklıklar zaman yönetimini etkileyen ana sebeplerin başında gelmektedir.

Projelerde zaman yönetimi önemlidir. Zaman yönetimi projede anlaşılamayan sorunların çözümünü önemli derecede etkilemektedir (Oral, 2010). Projelerde zaman yönetimi için kritik yol yöntemi (CPT) kullanılmaktadır. Bu yöntem, proje için gerekli tüm faaliyetleri ve süreleri belirler. Ayrıca tüm bu faaliyetlerin birbirleriyle entegrasyonunu belirleyerek, projenin toplam süresinin belirlenmesini sağlamaktadır (Karakurt, 2019). Kritik yol yöntemi zaman yönetimi şunları tanımlar; tüm görevleri, kaynak yetersizliği ile ertelenmesi gereken faaliyetleri ve bu sayede projenin zamanında tamamlanması için gerekli süreyi belirlemektedir (Massum, 2020). Projenin faaliyetlere göre erken ve geç başlangıç tarihleri kritik yol yöntemi ile belirlenir. Projenin faaliyetlerinin bu durumlara göre yenilenebilmeyi sağlamaktadır (Prensa, 2002).



Şekil 5.1. Primavera P6 kritik yol örneği (Ahmed, 2022)

Yapı Bilgi Modelleme Yönetim tekniğinde YBM tabanlı Oracle Primavera P6 kullanılmaktadır. Bu yazılım, kritik yol yöntemini kullanarak proje aktivitelerinin oluşturulmasını sağlamaktadır. Kaynaklar, roller ve sorumluluklar belirlenir. Üretim tarihleri ilgili paydaş uzmanları ile planlanır ve sisteme girilir. Projede olumsuz bir olması durumunda yeni bir program daha hızlı bir şekilde ve ne kadar kaynağa ihtiyaç duyulduğu otomatik olarak belirlenir. Şekil 5.1. Primavera P6 ile tasarlanmış kritik yolu göstermektedir. Proje faaliyetlerine göre oluşturulan kritik yol kırmızı renklidir.

Yapı bilgi modellemesinde zaman yönetimi 4D YBM olarak geçmektedir. Geleneksel yöntemler ile yapılan zaman yönetiminde tasarım modeli ayrı planlama modeli ayrı olarak yapılmaktaydı. Bu durum ile birlikte, istemsiz bir şekilde de olsa faaliyetleri gözden kaçırmaya, faaliyetlerin sürelerinin aksamasına sebebiyet verebilmektedir. Günümüzde YBM kullanılarak yönetimi yapılan projelerde bu durumlara çözüm getirmiştir (Çelikel, 2020). Üç boyutlu modellemesi tamamlanan projeler, 4D YBM'ye uygun tabanlı programlara aktırılır. Primavera P6 yazılımında bu programlarda yer aldığı için projeden, faaliyetler hızlı ve güvenli olarak belirlenmesini sağlamaktadır. Uzman paydaşlarla faaliyet süreleri belirlenerek zaman yönetimi için gerekli olan iş programı yapılır. Proje tasarımında değişiklik yapılması ile iş programı otomatik olarak değişir ve hemen aynı ortamda güncellenmesi sağlanır.

Projelerin ilerlemesi, faaliyetlerin belirlenmesi ile gerçekleştirilmektedir. Proje faaliyetlerin eksik veya yanlış belirlenmesi sonucu faaliyetlerin tamamlanma süreleri değişmektedir. Bu tür hatalardan dolayı faaliyetlerin uzaması ekstra süre ve maliyetlere neden olmaktadır. Bu durumlar daha çok karmaşık yani birçok farklı iş kalemini barındıran projelerde karşımıza çıkmaktadır. Geleneksel yöntemlerle yapılan projelerde iki boyutlu çizimlerde bu durumların değerlendirilmesi oldukça zordur. Bu yüzden toplam proje sürelerinde aksamalar gözlenmektedir. Ancak YBM yönetim tekniği kullanılan projelerde bu sorunların önüne geçildiği görülmektedir.

YBM'nin getirdiği yenilikler biri olan üç boyutlu simülasyonlu iş programıdır. Bu yenilik uygulama aşamasında aktif olarak kullanılabilir. İş programında belirlenen faaliyetlerin uygulamada tamamlanması ile simülasyonda tamamlanan faaliyetler otomatik olarak görülür (Politi, 2018). Bu sayede görselleştirme ile zaman yönetiminin yapılmasının sağlanmasını gerçekleştirmiştir.

İnşaat projelerinde süre yönetimi önemli bir yer tutmaktadır. Projelerin, proje başında hedeflenen süre de tamamlanamadığı görülmektedir. Hedeflenen sürede gecikmelerin yaşanmasının aşağıda belirtilenler gibi sebepleri mevcuttur.

- Projelerin yapımında öngörülmeven durumlar ile karşı karşıya gelinmesinden dolayı gecikmeler yaşanması.
- Planlanan imalatların hedeflenen sürede tamamlanmamasından ötürü gecikmeler yaşanması.
- Belirlenen iş kalemlerinin, iş aktiviteleri için planlanan süre tahminlerinin yanlış yapılması veya her bir iş aktivitesi için yapılan iş programlarında hatalar yapılması (Dere, 2013).

Geçmişten günümüze kullanılan proje yönetim teknikleri ile tamamıyla olmasa da aksamalara, günümüzde daha sık kullanımı başlayan Yapı Bilgi Modellemesi yönetim tekniğı çözümler üretmektedir.

- Projelerin yapım kısmında ani durumlar ile karşılaşılması: Ani karşılaşılın durumların önemli bir kısmını proje çizimindeki hataların oluşturduğu görülmektedir. Yapı Bilgi Modellemesi ile tasarım aşamasından uygulama aşamasına geçilmeden uygulanan çakışma analizi ile proje çizimlerinde yaşanan sorunlara çözüm üretmekte ve bununla birlikte süre yönetiminde oluşacak sıkıntıların önüne geçilmesinin sağlandığı görülmektedir.
- Planlanan imalatların belirlenen sürede yapılamaması: Yapı Bilgi Modellemesi kullanılan projelerin yapım kısmında birlikte çalışabilirlik önemli olduğu için iş kalemlerinde oluşacak sıkıntıların önüne geçilebildiğı görülmektedir. YBM'nin getirdiğı özelliklerinden olan iş programı simülasyonun uygulanması ile projelerde yer alan iş kalemlerinin imalatlarının aksamaması ve planlanan süre içinde yapılması olanaklı hale getirilmesini sağlamaktadır (Tosun, 2019).
- Planlanan iş aktivitelerinin sürelerinin yanlış hesaplanması veya sürelerinin yanlış atanması: Geçmişten günümüze kullanılan proje yönetim teknikleri, projelerde zaman yönetimi için yapılan planlamalar projelerin çizimlerinden ayrı bir şekilde yapılmaktadır. Projelerin tasarımı ile süre planlaması aynı anda yapılamamaktadır. Bu nedenle iş faaliyetlerinin süre planlamalarında yanlışlar yapılmaktadır. Yapı Bilgi

Modellemesi ile gelen yeniliklerden olan 4D planlama ile yaşanan bu sorunlara çözümler üretilmiştir. 3D tasarımı tamamlanan projedeki faaliyetlerin süreleri girilerek iş programının otomatik verilmesini sağlayarak doğru iş programları oluşturulmasına olanak sağlamıştır (Karakurt, 2019). Ayrıca 3D çizim modeli üzerinden yapılan iş programı doğru incelenebildiğinden süre açısından yaşanacak çakışmaların da önüne geçilmesinde olumlu katkı sağladığı görülmektedir.

YBM kullanımı ile yapılan projelerde zaman yönetiminin etkisinin nasıl olduğunu örnek üzerinden incelersek;

Örnek olarak bakılan proje İstanbul Havalimanı projesidir. Dünyanın büyük havalimanları arasında yer alan İstanbul Havalimanı, dört kısımdan oluşmaktadır. İşletmeciliği İstanbul Grand Airport (İGA) tarafından yapılmaktadır. İGA, 2013 yılında inşaatı yapmak için oluşturulmuş bir konsorsiyumdur. İGA havalimanı, tamamlandığında 76 milyon m² alana, altı tane uçak pistine ve yılda 200 milyon yolcuya hizmet vermesi hedeflenen bir havalimanı projesidir (Uzun, 2019).

İGA Projesi karmaşık olması ve birçok faaliyeti bulundurmasından dolayı inşaat aşamasında Yapı Bilgi Modellemesi kullanılmıştır. Köseoğlu ve diğerlerinin 2017 yılında yayınlamış olduğu makalede, projede Yapı Bilgi Modellemesi kullanımı ile projeye sağladığı katkıları incelemişlerdir. İncelemeler ışığında Yapı Bilgi Modellemesi kullanımının süre bakımından sağladığı avantajlar Tablo 3.1.'de görülmektedir. Tablo 3.1.' de çakışma analizinin yapıldığı yerler terminal ve iskele olarak ikiye bölünmüştür. Bu iki kısımda da projelerin birbirleri çakıştıkları kısımlar saptanmıştır. Bu projeler;

- BTS: Bagaj taşıma sistemi projesi
- MEP: Mekanik-elektrik projesi
- MP: Mimari proje
- SP: Statik proje; olarak gösterilmektedir (Köseoğlu vd., 2017).

Birçok iş kalemi içeren projelerde YBM kullanımı süre yönünden büyük katkılar sağlamaktadır (Karakurt, 2019). YBM yönetim tekniğinin getirdiği özelliklerden olan çakışma analizi ile tasarım kısmında hataların belirlenmesi ve giderilmesi

sağlanmaktadır. İGA Projesi’nde birçok iş kalemi bir arada bulunmaktadır. Bu yüzden proje çiziminde tasarımsal olarak birçok hata ile karşılaşılabilir.

Tablo 5.1. Projelerin çakışma adetleri ve sağladığı süre kazancı (Köseoğlu vd., 2017)

Terminal	Çakışma Adeti	Çakışma Azaltma Katsayısı	Azaltılan Çakışmaların Adeti	Gün x Adam	Toplam Süre (Çakışma x Gün x Adam)
BTS ile MEP Projelerinin Çakışması	52.306	0.25	13.076	45x10	5.884.200
MEP ile MEP Projelerinin Çakışması	240.176	0.33	79.258	21x5	8.322.090
MEP ile MP, SP Projelerinin Çakışması	76.275	0.5	38.138	2x2	152.552
BTS ile MP, SP Projelerinin Çakışması	96.750	0.5	48.375	2x2	193.500
İskele					
MEP ve MEP Projelerinin Çakışması	49.521	0.33	16.342	21x5	1.715.910
MEP ve MP, SP Projelerinin Çakışması	86.891	0.5	43.446	2x2	173.784
Toplam	601.918		238.635		16.442.036

Projenin incelenen bu aşamasında en çok çakışmanın gerçekleştiği projeler, mekanik projeler ile elektrik projelerinin olduğu görülmektedir. Belirlenen çakışmaların bazıları hızlıca çözüme kavuşabilen, bazıları ise uzun süreler sonucu çözülebilen çakışmalar olduğu görülmüştür (Köseoğlu vd., 2017). Bu yüzden doğru sonuca ulaşabilmek için çakışmaları azaltma katsayıları kullanılmıştır. Kullanılan azaltma katsayıları çakıştırılan projelerin türüne göre belirlenmektedir (Köseoğlu vd., 2017). Karşılaşılan çakışmaların her biri için ne kadar adam x süre alacağı tahmini yapılarak zaman ataması gerçekleştirilmiştir. Bu sayede Yapı Bilgi Modellemesi yönetim tekniğinin kullanımı ile

sağlanan süre kazancının belirlenmesi sağlanmıştır (Köseoğlu vd., 2017). Bu proje ile Yapı Bilgi Modellemesi ile toplam süre kazancı 16.442.036 çakışma x gün x adam olarak ortaya çıktığı görülmektedir.

Geleneksel yöntemlerle yapılan projelerde zaman yönetiminde sorunlar yaşandığı aşikârdır. Ancak YBM sistemi ile gelen yenilikler ile bunlara çözümler üretilmiştir. Çakışma analizi, proje ile aynı ortamda iş programı oluşturma yani iş programını yapan program ile üç boyutlu tasarımın aynı ortamda incelenebilmesi, birlikte çalışabilirlik ve üç boyutlu iş program simülasyonu gibi yenilikler, geleneksel yöntemlerle yapılan zaman yönetiminin sorunlarına çözüm olarak zaman yönetimine olumlu bir katkı yaptığı görülmektedir.

5.4. Yapı Bilgi Modellemesinin Maliyet Yönetimine Etkisi

İnşaat projeleri karmaşık projelerdir. Günümüz ekonomik gelişimiyle yaşam standartlarının yükselmesi ile birçok küresel ölçekli büyük projelere ihtiyaç duyulmuştur. Bu projeler yüksek maliyetli ve bütçeleri yüksek projelerdir. İnşaat projelerinin en önemli yönetim araçlarından birisi de maliyet yönetimidir. Projelerin planlanan bütçede kalması ve bitirilmesi için maliyet yönetimi çok önemli bir noktaya sahiptir.

Projelerin belirlenen bütçelerde kalması için projenin her aşamasında maliyet yönetimi yapıp, her aşamada bu yönetimin kontrolü sistematik bir şekilde yapılması gerekmektedir (Oral, 2010). İnşaat projelerinin maliyetini oluşturan giderler şu şekildedir;

- Planlama ve fizibilite çalışmaları
- Mimari ve mühendislik tasarımı
- Malzeme, ekipman ve işçilik maliyetleri
- Saha uygulamalarının kontrolü
- İnşaatın finansmanı
- İnşaat aşaması için sigorta ve vergiler
- Yapı sahiplerinin genel giderleri
- İnşaata dahil olmayan ekipman ve ofis mobilyaları
- Denetim ve test aşamaları giderleri (Karakurt, 2019).

Onaylanan projelerin uygulamaya geçilmeden önce tamamlanabilmesi için kaynak planlaması, mali analiz, kontrol sistemlerinin uygulanması, maliyet hesaplamaları, bütçe oluşturma ve maliyet kontrolünün yapılması gerekmektedir (Balaban, 2003). Yukarıda tanımlanan tüm giderler inşaat aşaması için büyük önem arz etmektedir. İnşaat projelerinin maliyet yönetimi, proje yaşam döngüsü boyunca yapılmakta ve proje boyunca kaynak ihtiyaçlarını sağlamaya yöneliktir.

Yapı Bilgi Modellemesi yönetim tekniğinde maliyet yönetimi, bu yönetim tekniğine uygun yazılıma sahip Primavera P6 programı ile yapılmaktadır. YBM içinde bulunan Primavera P6 programı ile faaliyetler otomatik olarak belirlenebildiği görülmektedir. Bu faaliyetlere süreleri girilerek zaman programı oluşturulur. YBM teknolojisinin 5D yönetimi buradan sonra devreye girmektedir. YBM sisteminin getirdiği yeniliklerden biri olan otomatik metraj özelliği, faaliyetlerin miktarları otomatik olarak tasarım içinden çıkarılmasını sağlar (Yılmaz, 2021). Elde edilen miktarlara, birim fiyatları girilerek her iş faaliyetinin ne kadar maliyeti olduğu otomatik olarak belirlenmesini sağlamaktadır. YBM'nin getirdiği bu yenilik ile proje bütçeleri daha tasarım aşamasında çok hızlı ve doğru şekilde oluşturulması sağlanmaktadır. Şekil 5.2 de YBM yazılımına uygun Primavera P6 programından alınmış faaliyetlerin maliyetlerini gösteren örnek yer almaktadır.

Structural Works		77d	\$0.00	\$44,800.00	\$800.00	\$45,600.00
A1060	Excavation	1d	\$0.00	\$0.00	\$800.00	\$800.00
A1070	Foundation Mold Making	2d	\$0.00	\$5,000.00	\$0.00	\$5,000.00
A1080	Foundation Reinforcemn	2d	\$0.00	\$3,000.00	\$0.00	\$3,000.00
A1090	Foundation Concrete	1d	\$0.00	\$1,800.00	\$0.00	\$1,800.00
A1100	Basement Mold	4d	\$0.00	\$6,000.00	\$0.00	\$6,000.00
A1110	Basement Reinforcement	3d	\$0.00	\$4,000.00	\$0.00	\$4,000.00
A1120	Basement Concrete	1d	\$0.00	\$2,000.00	\$0.00	\$2,000.00
A1130	Priz Time	7d	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
A1140	Ground Floor Mold	4d	\$0.00	\$5,000.00	\$0.00	\$5,000.00
A1150	Ground Floor Reinforcement	3d	\$0.00	\$5,000.00	\$0.00	\$5,000.00
A1160	Ground Floor Concrete	1d	\$0.00	\$2,000.00	\$0.00	\$2,000.00
A1170	Priz Time	7d	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
A1180	First Floor Mold	4d	\$0.00	\$5,000.00	\$0.00	\$5,000.00
A1190	First Floor Reinforcement	3d	\$0.00	\$4,000.00	\$0.00	\$4,000.00
A1200	First Floor Cocrete	1d	\$0.00	\$2,000.00	\$0.00	\$2,000.00

Şekil 5.2. Primavera P6 maliyet yönetimi

Yukarıda yer alan şekilde daha iyi görüldüğü üzere, projede yer alan faaliyetler belirlenmiştir. Bu faaliyetlerin ne kadar sürecekleri girilmiştir. Faaliyetlerin metrajları

otomatik olarak alınarak ve birim fiyatları girilerek, proje bütçesinin belirlenmesini ve her iş kalemi için maliyet yönetiminin daha doğru şekilde yapılmasını sağlamıştır (Gülerses, 2018).

Projeler için bütçe çok önemli bir yer tutmaktadır. İnşaat sektöründe de başlangıcından bu yana sürekli olarak para harcanmaktadır. Bu yüzden maliyet yönetim önemli bir yer tutmaktadır. Maliyet yönetimi yapılırken doğru miktar belirleme hayati bir öneme sahip olduğu açıkça bellidir. Diğer bir konu da iş akışlarının görsel olarak değerlendirilmesi ve risklerin belirlenmesi olduğudur. Geleneksel proje yönetim teknikleri ile uygulanan projelerde maliyet yönetimi, kâğıttan iş akışlarını takip eder ve projenin kâğıttan takibinin yapılmasını sağlamaktadır. Kâğıttan iş akışlarının takibi ve iş kalemlerinin miktarlarının da el ile hesaplanması sonucu bazı hataların ortaya çıktığı görülmüş ve bunun da maliyet yönetimini etkilediği görülmüştür. YBM yönetim tekniği bunlara çözüm üretmiştir. Projenin aktivitelerini üç boyutlu olarak incelemeyi sağlamaktadır. Üç boyutlu olarak hangi aktiviteye ne kadar ücret gideceğini göstermeyi sağlamaktadır. Bu sayede daha doğru bir maliyet yönetiminin yapılmasını sağlamıştır. İnşaat sektörünü daha verimli bir hale gelmesini sağlamaktadır.

İnşaat projelerinde maliyet yönetimi önemli bir yer yadsınamaz bir gerçektir. Projelerde genellikle hedeflenen maliyetlerin üzerine çıkılma durumu yaşanabilmektedir. Yapı Bilgi Modellemesi ile yapılan projelerde maliyetlerin hesaplanmasında hata payının azaldığı ve hedeflenen maliyetlerin üzerine çıkılmasının nüne geçilmesini sağlamaktadır. Stanford Üniversitesi “center of integrated facilities engineering (CIFE)” biriminin 2007 yılında Yapı Bilgi Modellemesi ile yapılan 32 tane büyük çaplı proje ile yaptığı araştırma sonucunda YBM kullanılan projelerde bütçede %40 oranında azalma, toplam maliyet hesabının ise %3 hata payı ile yapıldığı saptandığı görülmüştür (Akkoyunlu, 2015). Projelerde hedeflenen maliyetleri aşmasının birçok sebebi bulunmaktadır. Bun sebeplerin önde gelenleri şöyledir:

- Çizim kısmında yaşanan sorunların çözümlenmemesi ve yapım aşamasında oluşan aksamalar olduğu görülmektedir.
- Metraj çıkarımında hatalar yapılması (Eroğlu, 2019).

- Projede yer alan iş aktivitelerinin maliyetlerinin iş programlarına hatalı girilmesi (Saygılı, 2019).
- Projenin maliyet yönetiminde aksamalar yaşanması.

Yapı Bilgi Modellemesi bu sorunlara aşağıdaki çözümleri sunmaktadır.

- Tasarım ve yapım aşamasın oluşan sorunlar: Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen yeniliklerden biri olan çakışma analiz kontrolü ile tasarım kısmında hatalı tasarımlar engellenebilmektedir. Gelen bu yenilik ile yapım kısmında yaşanabilecek tasarım hataları ile oluşan maliyet artışlarının önüne geçilmesini sağlamaktadır.
- Metraj çıkarımlarında yaşanan hatalar: Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen otomatik metraj alma özelliği ile kişi kaynaklı metraj hatalarının engellenmesi ile gereksiz maliyet artışlarının önüne geçilmesi sağlanmaktadır (Eroğlu, 2019).
- İş aktivitelerinin maliyetlerinin iş programlarına hatalı girilmesi: İnşaat projelerinde, proje türlerinin birbirinden farklı olması, iş programlarının projeden bağımsız bir şekilde yapılmasından dolayı iş aktivitelerinin maliyetleri yanlış belirlenebilmektedir. İş aktivitelerinin maliyetleri proje ile aynı ortamda yapılması ile oluşacak yanlış maliyet hesabı engellenmiş olmaktadır. Yapı Bilgi Modellemesi bu özellik ile maliyet hesabının doğru yapılmasına fayda sağladığı görülmektedir (Saygılı, 2019).
- Maliyet yönetiminde oluşan aksamalar: Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen yeniliklerden olan 5D maliyet yönetimi ile maliyet yönetimini uygulamak ve takibinin kolaylaştırılmasına fayda sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca 3D proje çizimlerine faaliyetlerin birim maliyetleri girilerek otomatik proje bütçesi oluşturulabilmektedir. Bu özellik ile proje bütçesinin projeden bağımsız şekilde yapılması ile oluşacak hataların önüne geçilmektedir (Gülerses, 2018). Yapı Bilgi Modellemesi getirdiği bu yenilikler ile maliyet yönetiminin doğru şekilde yapılabilmesini sağlamaktadır.

YBM yönetim kullanıldığı örnek projelerde, YBM'nin maliyet yönetimini nasıl etkilediğini bakarsak;

- Şangay Veri Merkezi:

Li ve diğerleri 2014 yılında yaptıkları “A Project-based Quantification of BIM Benefits” çalışmasında, Kuzey Şangay’da tamamlanmış yapıyı, Yapı Bilgi Modellemesinin (YBM)

getirdiği avantajlar yönünden incelemişlerdir. Projenin bilgileri Tablo 5.2.'de gösterilmiştir.

Şangay Veri Merkezi projesinde birçok iş kalemi bir arada yer almaktadır. Bu nedenle bu yapının tasarım ve yapım aşamasında koordinasyonun çok önemli bir yerde olduğu görülmektedir. Bu projenin bitirilmesi için hedeflenen süre yaklaşık 1 yıldır. Çin hükümeti bu projeyi YBM ile uygulanacak pilot proje olarak seçmişlerdir. Çin menşeli bir firma bu projenin Yapı Bilgi Modellemesi projesini oluşturmuştur. Bu projede başından sonuna Yapı Bilgi Modellemesi kullanılmıştır (Li vd., 2014). Bu proje incelenirken aşamalara bölünmüştür.

Tablo 5.2. Kuzey Şangay veri merkezi yapım bilgileri (Li vd., 2014)

Proje İçerik Bilgileri	Parametreler
Yapının Bulunduğu Yer	Kuzey Şangay
Yapının Türü	Veri Merkezi
Yapının Brüt Alanı	28124 m ²
Yapı Bilgileri	Kazı Alanı: 7807 m ²
	Net Alan: 20317 m ²
	Yapı Yüksekliği: 28,65 m
	Deprem Derecesi:7
Projenin Başlangıç Tarihi	Eylül 2010

Tablo 5.3. Şangay Veri Merkezi YBM kullanımı ile oluşan çıktılar (Li vd., 2014)

No	Başlık	Sorunlar			Süre Kazancı		Maliyet Kazancı (%)
		İnşaat öncesi sorunlar	İnşaat sırasındaki sorunlar	Toplam	Sorunlar için gün	Toplam kazanç (gün)	
1	Kısım 1	198	67	265	0.05	13.25	0.265
2	Kısım 2	132	32	164	0.1	16.4	0.82
3	Kısım 3	95	26	121	0.15	18.15	0.968
4	Kısım 4	58	6	64	0.2	12.8	0.832
5	Ön üretim						0.25
Toplam		483	131	614		60,6	3,135

- Kısım 1: Yapım sürecini üst düzeyde etkilemeyen yerinde çözüme kavuşturulabilecek sorunlardır.
- Kısım 2: Yapım aşamasında oluşan ve uzmanlar tarafından çözüme kavuşturulacak sorunlardır.

- Kısım 3: Yeniden inşaya sebebiyet verecek sorunlardır.
- Kısım 4: Yeniden inşaya neden olacak ve tasarımı bütünüyle değiştirecek nedenlerdir.

Kısımlara bölünen projede sorunlar, yapım öncesi ve yapım sırasındaki sorunlar olarak bölünmüştür. Belirlenen sorunların çözüme kavuşturabilmesi için YBM kullanılmaması durumu düşünülerek ne kadar sürede bitirileceği belirlenmiştir. Belirlenen süreler ile YBM kullanımının projede ne kadar süre tasarruf sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca her kısımda belirlenen sorunların Yapı Bilgi Modellemesi kullanılmasıyla, iş kalemlerinde ne oranda maliyet tasarrufu sağladığı da belirlenmiştir (Li vd., 2014). İncelenen bu proje de Yapı Bilgi Modellemesi kullanımının getirdiği katkılar Tablo 5.3.'de görülmektedir.

Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) ile yapılan projelerde süre ve maliyet açısından proje yönetimine olumlu katkı sağladığı görülmektedir (Saygılı, 2019). İncelenen bu projede de Yapı Bilgi Modellemesi kullanılmasıyla süre ve maliyet açısından pozitif etkiler görülmektedir. Yapı Bilgi Modellemesi kullanımıyla birinci kısımda 265 sorun, ikinci kısımda 164 sorun, üçüncü kısımda 121 sorun ve dördüncü kısımda 64 sorun engellenmiştir. Bu sorunlarda Yapı Bilgi Modellemesi kullanılamasaydı ne kadar sürede tamamlanacağı, Çin menşeli inşaat şirketin çalışma hızına ve kapasitesine göre belirlenmiştir (Li vd., 2014). Yapı Bilgi Modellemesi kullanılmasıyla sorunların çözülmesiyle proje süresinde 60,6 gün kazanç sağlanmıştır. Yapı Bilgi Modellemesinin kullanılmasıyla sorunların çözülmesinin bütçede %3,135 oranında katkı sağlandığı görülmektedir. Bu projede geçmişten günümüze kullanılan yönetim teknikleri kullanılmış olsaydı bu sorunlar önceden belirlenmeyip, önlenemeyeceği için süre ve maliyet açısından kayıplar yaşatacağı görülmüştür.

- İstanbul Havalimanı

YBM'nin zaman yönetimine etkisinin anlatıldığı bölümde incelenen projenin devamı olarak bu bölümde maliyet yönetimine olan etkisi incelenecektir.

Tablo 5.4. Projelerin çakışma adetlerinden sağlanan maliyet kazançları (Köseoğlu vd., 2017)

Terminal	İş Yapılma Maliyeti (35₺ / Gün)	İşi Tekrar Yapma Maliyeti	Toplam Maliyet
BTS ile MEP Projesi Çakışması	€205.947.000	Önemsiz	€205.947.000
MEP ile MEP Projesi Çakışması	€291.273.150	Önemsiz	€291.273.150
MEP ile MP, SP Projeleri Çakışması	€5.339.320	€76.276.000	€81.615.320
BTS ile MP, SP Projeleri Çakışması	€6.772.500	€96.750.000	€103.522.500
İskele			
MEP ve MEP Projeleri Çakışması	€60.056.850	Önemsiz	€60.056.850
MEP ve MP, SP Projeleri Çakışması	€6.082.440	€86.892.000	€92.974.440
Toplam	€575.471.260	€259.918.000	€835.389.260

Yapı Bilgi Modellemesi kullanımı sürenin yanında maliyet açısından da birçok kazanç getirmektedir. Geçmişten günümüze kullanılan yönetim tekniklerinde yaşanan süre ve maliyet aksamaları Yapı Bilgi Modellemesi ile kazanca dönüştürülebilmektedir (Gülerses, 2018). İncelenen projede Yapı Bilgi Modellemesi kullanılmasıyla çakışmalar görülmüştür. Bu çakışmaların belirlenmesiyle birçok iş kaleminin tekrar yapılmasının önlenmesi ile tekrarlı maliyetlerin önüne geçilmiştir (Köseoğlu vd., 2017). Bununla birlikte Yapı Bilgi Modellemesinin kullanılmasıyla maliyet yönünden avantajlar getirmiştir. İncelenen bu projede maliyet yönünden getirdiği kazançlar Tablo 5.4.'de görülmektedir.

İncelenen bu projede Yapı Bilgi Modellemesi kullanılmasıyla çözülen çakışmaların maliyet kazançları Tablo 5.4.'de görülmektedir. İnsan gücü maliyeti günlük olarak ortalama 35 Avro alınmıştır. İş gücü maliyeti çakışma analizi sonucu iş içeriklerine göre belirlenmektedir (Köseoğlu vd., 2017). Her bir çakışmanın iş gücü maliyeti hesaplanarak Yapı Bilgi Modellemesi kullanılmasıyla 835.389.260 Avro değerinde getiri sağladığı saptanmıştır (Köseoğlu vd., 2017).

Geleneksel yöntemlerle yapılan maliyet yönetiminde aksamaların olduğu ve yanlış bütçe belirlemeleri olduğu görülmüştür. Bu gibi sorunlara YBM'nin getirdiği yenilikler ile çözümler sağladığı görülmüştür. YBM'nin getirdiği yeniliklerden; çakışma analizi, 4D simülasyon, 5D maliyet yönetimi, otomatik metraj ve otomatik bütçe belirleme özellikleri maliyet yönetimine etki sağlamıştır. Bu sayede YBM yönetim tekniği ile uygulanan ve tasarlanan projelerde maliyet yönetiminin daha doğru ve hızlı bir şekilde ilerlemesinin sağlandığı görülmüştür. YBM, geleneksel proje yönetim tekniklerine göre daha doğru bir yönetim sağlamış ve olumlu bir etki yaptığı saptanmıştır.

5.5. Yapı Bilgi Modellemesinin Kalite Yönetimine Etkisi

CMMA'ya göre kalite, projelerin beklentilerinin, hedeflerin ve standartların bütünüdür. Kalite, belirli standartlara uygunluk ile belirlenmektedir. CMMA kalitenin tanımını, planlama, organize etme ve uygulama süreçlerine bağlamaktadır. Doğru kalite de ürün elde etmek için planlamanın, organizasyonun ve uygulama süreçlerinin, verimli, tutarlı ve güvenilir bir şekilde yapılıp, belgeleme işlerinin doğru yapılması gerekmektedir (Oral, 2010).

Kalite yönetimi, inşaat yönetiminin en zorlandığı konuların başında gelebilmektedir. Müşteri memnuniyetinin ana odak noktası kalitedir. Bu yüzen inşaat projelerinde kalite önemli bir yer tutmakta ve projelerin tutumlarını belirlemektedir. Kalite yönetiminde planlama, uygulama aşamasında planlama, uygulama standartlarının oluşturulması ve bunların belgelenmesi ile müşterilerin istediği kalite sağlanabilmektedir (Karakurt, 2019).

Kalite yönetim komitesi (OMC), CMMA tarafından oluşturulmuştur. Kalite yönetim komitesi, inşaat yöneticileri ve uygulama sorumlularına yardımcı olmak için prosedürler

oluşturmuştur. Kalite kontrol sistemi, kalite sistem denetimi ve dokümantasyonlarını kullanarak, tasarım – kalite kontrol ve tedarik, inşaat – kalite kontrol diye iki başlıkta bakılmaktadır. Toplam kalite yönetimi, iki önemli kalite standardını kapsamaktadır.

Kalite, müşteri için paranın değeri olarak tanımlanmaktadır (Karakurt, 2019). Kalite, sürekli iyileştirme için devam eden bir organizasyon ve süreçler bütünüdür. Organizasyon ve süreçlerin amacı, müşterini memnun olmasıdır. İmalat sektöründe imalat kalitesi çok önemlidir (Tan, 2021). Proje de yer alan kalite kontrol ekipleri, mevcut projeye göre üretim kontrollerini yapmaktadır. Geleneksel yönetimlerde, bu kontrol süreçlerinde aksamalar olduğu aşikârdır. Günümüzde kullanılmaya başlayan YBM sistemi getirdiği yenilikler ile bu aksamalara çözümler üretmiştir. YBM sistemi uygulanan projelerde, kalite kontrolü için yapılan standartların takibi daha hızlı ve kolay şekilde yapılmaktadır. Nesne tabanlı modelleme yeniliği sayesinde yapılan üç boyutlu modellerde, bütün yapı elemanları ve iç dekorasyonda kullanılan bütün ürünlerin özellikleri proje de gösterildiği için ürünlerin kalite standartlarını takip etmek kolaylaşmıştır. Ayrıca uygulama için oluşturulan kalite standartlarının takibi üç boyutlu projelerde daha hızlı ve kolay şekilde yapıldığı görülmektedir. YBM sistemine entegre edilmiş projelerde saha uygulamalarının kalite takibi akıllı tabletlerle yapıldığı için uygulama takipleri daha doğru ve güvenilir şekilde yapılmaktadır.

YBM sistemi getirdiği birçok yenilik ile birlikte geleneksel yöntemlerle yapılan projelere göre kalite takibi doğru ve güvenilir şekilde yapıldığı görülmektedir (Kuytan, 2021). Bu sayede müşterilerin beklediği kaliteler yakalanılıp, müşteri memnuniyeti sağlanmaktadır. Bu doğrultu da YBM yönetim tekniği, geleneksel yöntemlere göre kalite yönetimine yeni etkiler sağlayarak doğru ve hızlı bir şekilde yapılmasını sağlayıp, olumlu bir etki yaptığı görülmektedir.

5.6. Yapı Bilgi Modellemesinin İletişim Yönetimine Etkisi

İnşaat sektörünün en önemli konularından biri iletişimdir. İnşaat projelerinde yaşanan iletişim sorunları Latham tarafından belirtilmiştir. İnşaat projelerinde iletişim, inşaat projelerinin paydaşlarının arasında olmaktadır. Bu iletişimler, mektuplar, çizimler, semboller, işaretler ve kelimeler aracılığı ile sağlanmaktadır (Latham, 1994). Kuruluşlar bu aracılıklarla bilgi gönderir, alır ayrıca halka açık projelerde halka da bilgi

göndermektedirler. Bu yüzden ilgili disiplinler arasında bilgi akışı sürekli olmaktadır. Bu bilgilerin hızlı bir şekilde dağıtılması önemli bir durumdur (Soliman, 2017). İnşaat projeleri için iletişim, projelerin doğru ve hızlı bir şekilde ilerlemesi için büyük bir öneme sahiptir. Tedarik için bile iletişim büyük öneme sahiptir. Tedarik iletişimi, tasarım aşamasında ve inşaat aşamasında istenilen malzemelerin temini için önemli bir yere sahiptir. Projelerde iletişimin önemi ve etkenleri ayrıca iletişim yönetimi önemli bir yer tutmaktadır (Karakurt, 2019).

İletişim yönetimi, iletişim planlaması, bilgi dağıtımı ve performansın raporlaması kısımlarından oluşmaktadır (Balaban, 2013). Projeler için bilginin etkin şekilde iletilmesi ve kullanılması önemli bir durumdur. Geleneksel proje yönetim tekniklerin de bilgi akışı telefon veya posta araçları ile sağlanmaktadır. Bu yüzden projelerde oluşan revizyonlar, planlanan değişiklikler geç ve eksik şekilde iletilebilmektedir. YBM yönetim tekniği getirdiği yenilikler ile bunlara çözümler getirmektedir. YBM yönetim tekniği, bütün proje paydaşlarını aynı platformda toplamaktadır. Projelerde yapılan revizyonlar veya planlanan değişiklikler her paydaşa aynı anda iletilmektedir. Bu sayede proje yönetim ekipleri, sürekli entegre şekilde olması sağlamaktadır. Tasarım ve üretim aşamaların bu yenilikler ile yaşanan iletişim ve bilgi kayıpları minimuma indirilerek iletişim yönetimine olumlu bir etki yaptığı görülmektedir.

5.7. Yapı Bilgi Modellemesinin Risk Yönetimine Etkisi

Risk yönetimi, risk yönetimi ile ilişkili dinamik ve statik riskleri içermektedir. Proje yönetim ekiplerine dayalı ekip kararları bu risklerin çoğunluğunu oluşturmaktadır. Risk yönetim güvenliği, geleneksel olarak maliyet, zaman ve sözleşme yönetimi olarak ele alınmaktadır. Diğer taraftan da acil durum politikaları, fizibilite çalışmaları, ihale politikaları ve performans değerlendirmeleri olarak da değerlendirilmektedir (Han vd., 2008).

İnşaat sektörü güvenlik olarak düşünüldüğünde çalışanlar için en tehlikeli sektörler arasında yer almaktadır. Bu nedenle güvenlik inşaat sektörü için her şeyden önce gelmektedir. Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü tarafından yapılan araştırma da ABD’de çalışanların %8’i inşaat sektöründe vefat ettiği görülmüştür (NIOSH, 2010). İnşaat sektöründe barınan, insan hayatı ile ilgili riskler geleneksel yönetim teknikleriyle

yapılan projelerde, korumaya yönelik de olsa istenilen seviyede olmadığı görülmektedir. Yapı Bilgi Modellemesi yönetim tekniği ile inşaat uygulama ve yönetim ekipleri, güvenlik planlaması ve iletişim planlamasını yapabilmektedir. YBM kullanılarak inşaat aşamaları için güvenlik daha verimli şekilde ele alınabilmektedir. YBM getirdiği yenilikler ile koordine ve görselleştirmelerde sağladığı faydalar ile insan hayatına bağlı riskleri minim alize ettiği görülmektedir (Sulavinki, 2010, Karakurt, 2019). YBM sistemleri daha önceki kısımlarda incelendiği üzere zaman ve maliyet yönetimine de etkisi vardır. Projelerde yer alan zaman ve maliyet özelindeki risklere çözümler ürettiği görülmüştür. Bu sağladığı yenilikler ile risk yönetimine olumlu etki yaptığı görülmektedir (Yalçinkaya ve Arditi, 2013).

5.8. Yapı Bilgi Modellemesinin İnsan Kaynakları Yönetimine Etkisi

İnsan ve fiziksel kaynaklar proje yönetimini, organizasyonunu ve kullanımı belirlemektedir. Kaynak yönetimi ise proje alanı olarak görülmektedir. YBM yönetim tekniği, proje de var olan faaliyetleri net olarak belirlemektedir. Bu sayede faaliyetler için gerekli olan insan profili net bir şekilde yapılmasını sağlayıp, buna olumlu bir etki yapmaktadır. YBM sistemi daha çok görsel alanda kullanıma uygun olsa da teknolojinin farklı birçok alanıyla da temasa geçtiği görülmektedir. Bazı araştırmacılar YBM'nin insan kaynakları yönetimine etkisini incelemiştir. Örnek olarak bakarsak; (Babic vd., 2010) kurumsal kaynak planlama yazılımı (ERP), YBM sistemine uygun olabileceğini inceledi. Bu çalışmalar sonucu, YBM sistemine uygun yazılımlar yapılarak, insan kaynakları yönetimine olumlu etki yapılması sağlanmıştır (Yalçinkaya ve Arditi, 2013).

5.9. Değerlendirme

Günümüzde Yapı Bilgi Modellemesinin proje yönetimine etkin bir şekilde entegre olması ile birlikte proje yönetimine avantaj sağladığı aşikârdır. Bölüm 3'de Yapı Bilgi Modellemesinin getirdiği yenilikler ile proje yönetimi bilgi alanlarına nasıl etkilediği anlatılmıştır.

Proje yönetiminde entegrasyon yönetimi önemli bir yer tuttuğu görülmektedir. Entegrasyon yönetimi temel olarak koordinasyonu baz aldığı görülmüştür. İnşaat projeleri için koordinasyon, projelerin uygun bir şekilde yapılması ve ilerlemesi için

gereklidir. İnşaat projeleri birçok iş kalemini barındırmaktadır. Bu iş kalemlerinden dolayı da bu faaliyetleri yapacak birçok insan projelerde yer almaktadır. Bu insan kaynağı; yönetici, mühendis, formen, işçi vb. birçok kişidir. Projelerinde istenilen şekilde ilerlemesi için insan kaynağının koordineli şekilde çalışması gerekmektedir. Geleneksel proje yönetim teknikleri koordinasyona önem vermiştir. Ancak bazı noktalarda aksamalar yaşandığı görülmektedir. Özellikle tasarım aşamasında olan kişiler ile uygulama aşamasında olan kişiler arasında koordine eksikliği olduğu görülmüştür. Bunun nedenin de tasarımı yapan kişi ile uygulama aşamasında olan kişilerin ortak paydada buluşamaması olduğu görülmüştür. Ayrıca inşaat projeleri birçok iş kalemi yani mekanik, mimari, elektrik, statik gibi birçok projeden oluşmaktadır. Geleneksel yöntemler yapılan yönetimlerde bu projeleri çizen kişiler arasında koordinasyon eksikliği yaşandığı görülmüş ve bu sebebiyle projelerde aksamalar yaşandığı görülmüştür. Yapı Bilgi Modelleme yönetim tekniği, geleneksel yönetim tekniklerine göre bu sorunlara çözümler üreterek koordinasyonu üst verimlilikte sağlamayı amaçlamıştır. YBM tekniğinin getirdiği yeniliklerden olan birlikte çalışabilirlik özelliği bu sorunlara çözüm üretmektedir. Birlikte çalışabilirlik; bütün proje paydaşlarını koordineli şekilde çalışmasını amaçlamaktadır. Tasarım aşamasında bile uygulamayı yapacak kişilerin bulunmasını sağlayarak koordineyi artırarak, uygulamada yaşanacak sorunların önüne geçilmesini sağlamıştır. İnşaat projeleri; statik, mimari, elektrik, mekanik gibi oluşmaktadır. Projeyi oluşturan dört projeyi de ortak bir proje üstünde incelenebilmesini sağlayarak koordinasyonu arttırmıştır. YBM tekniği getirdiği özellikler ile koordinasyonu artırdığı görülmüş ve bu sayede entegrasyon yönetimine olumlu etki yaptığı görülmektedir.

Proje kapsam yönetimi; planlama, tanımlama ve kontrol süreçlerinin bütününden oluşmaktadır. Kapsam yönetiminin başarılı şekilde yapılması için tüm işlerin planlanması, projenin amacı kapsam yönetimini gerçekleştirmek için gereklidir. İnşaat projeleri birçok paydaş içermektedir. Bu paydaşlara, proje ile bilgileri doğru şekilde aktarmak, tanımlamasını yapmak ve bunların kontrolünü gerçekleştirmek kapsam yönetimi için önemlidir. Geleneksel proje yönetimleri ile yapılan projelere bakıldığında kapsam yönetimi için planlamalar, tanımlamalar yapılmaktadır. Ancak oluşturulan bu planlamalar ve tanımlamalarda aksamalar yaşanmaktadır. Geleneksel yöntemlerle yapılan iki boyutlu projelerde bilgi aktarımında sıkıntılar yaşandığı gözlenmiştir. Bu

sıkıntılarında kapsam yönetimine olumsuz etkiler yaptığı görülmüştür. Birçok paydaş bulunması ve oluşan eksik bilgilerinde aktarımında sıkıntılar çıktığı görülmüştür. YBM yönetimi, bu sorunlara getirdiği yenilikler ile çözümler üretmeye çalışmıştır. Öncelikle geleneksel yöntemlerde yer alan iki boyutlu çizimlerin önüne geçerek, üç boyutlu tasarımı zorunlu kılması sağlanmıştır. Üç boyutlu tasarım için oluşan parametrik modelleme özelliği ile her yapı elemanı için gerekli bilgilerin elemanların içine girilmesini sağlamıştır. Projeler birçok seviyeden oluşmaktadır. Proje ile ilgili detaylar çok olduğu için YBM bu detayları sınıflandırmanın önemini farkına varmıştır. Gelen yeniliklerden olan LOD detay kavramı ile proje paydaşları istediği detayı hangi LOD detay kavramında olacağını sınıflandırarak bilgiye hızlı bir şekilde ulaşmasını sağlamıştır. Entegrasyon yönetimine etki sağlayan birlikte çalışıla bilirlilik özelliği paydaşlar arasındaki koordinasyonu sağladığından bilgi aktarımını da olumlu etkilemektedir. YBM yönetim tekniğinin getirdiği yenilikler ile kapsam yönetimine olumlu etki yaptığı görülmüştür.

İnşaat projelerinde zaman yönetimi önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü inşaat projeleri karmaşık ve büyük finansman gerektiren projeler olması ayrıca ihtiyaca yönelik yapılmasından dolayı zaman kavramı önemli bir yer tutmaktadır. Geleneksel yönetim teknikleri zaman kavramına önem vermiş ve zaman yönetimine katkılarda bulunmuştur. Ancak eksik kaldığı alanlarında olduğu aşikârdır. Geleneksel yönetim teknikleriyle, zaman yönetiminde yaşanan sorunlara bakıldığında;

- Uygulama aşamasında yaşanan sorunların etkilemesi
- İmalatların planlanan sürede bitirilememesi
- İş programında faaliyetlerin sürelerinin yanlış belirlenmesi
- İş programlarının projeden ayrı bir şekilde yapılması
- İş programlarının iki boyutlu kalması

Gibi durumlardan ötürü zaman yönetiminde eksiklikler yaşanmaktadır. Günümüzde kullanımı hızla artan Yapı Bilgi Modellemesi yönetim tekniği ile bu sorunlara çözümler üreterek zaman yönetimine etki etmek istemiştir. Geleneksel yönetim tekniklerinde tasarlanan projelerde birçok çizim hatası ve mekanik, statik, mimari ve elektrik kısım projelerinde birçok üst üste gelme gibi durumlar yaşanmaktadır. YBM ile gelen çakışma kontrol özelliği bu durumu ortadan kaldırarak, uygulama aşamasına geçmeden çizim

hatalarının ve üst üste gelme durumlarını çözmektedir. Bu sayede uygulama aşamasında yaşanacak sorunların önüne geçilmesini sağlamaktadır. Böylece uygulamaya geçilmeden yapılan zaman planlamasında oluşacak aksamaların önlenmesini sağlamıştır. Geleneksel yöntemlerle yapılan projelerde, iş programları projeden ayrı bir şekilde yapılmaktadır. Faaliyetlerin süreleri belirlenirken koordinasyon eksikliğinden doğan sorunlarla sıkıntılar yaşanmaktadır. YBM yönetim tekniği ile gelen 4D planlama sayesinde bu sorunun önüne geçilmesi sağlanmıştır. İş programları, üç boyut tasarımı biten projenin 4D planlamaya uygun yazılımlara entegre edilerek, aynı ortamda belirlenmesini sağlamaktadır. Birlikte çalışabilirlik ile de faaliyet alanlarının uzmanları olan kişiler sayesinde sürelerin belirlenmesini sağlamaktadır. YBM ile gelen 4D simülasyon özelliği ile sadece kağıt üstünde kalan iş programlarının üç boyutlu görselinin sağlanması ile uygulama da zaman yönetiminin yapılması kolaylaştırmıştır. YBM yönetim tekniği getirdiği yenilikler ile zaman yönetiminde yaşanan sorunlara çözümler üreterek, zaman yönetimine olumlu bir etki yaptığı görülmüştür.

Proje yönetiminin temel baz aldığı bilgi alanlarından biri de maliyet yönetimidir. İnşaat projeleri büyük ölçekli ve yüksek finansman gerektirdiği projeler olduğu için maliyet yönetimi önemli bir yer tutmaktadır. Geleneksel yönetim teknikleri maliyet yönetimine önem vermektedir. Bu geleneksel yönetim tekniklerinin maliyet yönetimine olan katkıları yadsınamaz bir gerçektir. Ancak katkı sağlamalarına rağmen belirli eksiklerin olduğu da bir gerçektir. Geleneksel yönetim tekniklerinde, maliyet yönetiminde olan eksikliklere bakarsak;

- Tasarım aşamasında yaşanan sorunların çözülmeyen uygulama aşamasına geçilmesi
- İş programında belirlenen faaliyetlerin maliyetlerinin yanlış girilmesi
- Anlık maliyet yönetimi yapılmasına imkân tanınmaması
- Bütçe hesaplamalarının yanlış yapılması
- Faaliyetlerin miktarlarının yanlış hesaplanması

Yukarıda görüldüğü gibi geleneksel yönetim teknikleri bu eksikliklere fayda sağlasa da tam anlamıyla çözümler üretmedikleri için maliyet yönetiminde aksamalar meydana gelmektedir. Yapı Bilgi Modelleme yönetim tekniği bu sorunlara getirdiği yenilikler ile çözümler üretmek istemiştir. Tasarımı yapılan bir proje, uygulama aşamasına geçmeden

çakışma analizleri yapılarak mekanik, statik, elektrik ve mimari projelerde oluşan çakışmaların çözülmesini sağlamaktadır. Bu sayede uygulama aşamasında öngörülemeyen sorunları çözerek, ekstra maliyet artışının önüne geçmektedir. Bu sayede planlanan maliyet yönetimini uygulamaya daha olanaklı hale getirmeyi sağlamıştır. İnşaat projeleri birçok iş kalemi içermektedir. Bu iş kalemlerinin miktarlarının hesaplanması maliyet yönetimi için büyük öneme sahip olduğu bir gerçektir. Geleneksel yönetim tekniklerinde faaliyetlerin miktarları, insan kaynağı ile el ile hesaplanmaktadır. Çıkarılan bu metrajlarda insan hatasının olmaması mümkün olmamaktadır. Bu durumda maliyet yönetimini uygulama aşamasında olumsuz etkilemektedir. Yapı Bilgi Modelleme yönetim tekniği ile gelen otomatik metraj alma özelliği sayesinde bu soruna çözüm üretmektedir. Tasarımı biten projeler, YBM sistemine uygun yazılımlara yüklenerek projenin tüm metrajlarını otomatik almayı sağlamaktadır. Bu sayede insan kaynağı hatası ve gereksiz zaman harcanmasının önüne geçmektedir. YBM yönetim tekniği ile gelen otomatik metraj alma özelliği, uygulamaya geçilmeden planlanan maliyet yönetiminde aksamaların önüne geçmeyi sağlamaktadır. Planlaması yapılan iş programlarında belirlene faaliyetlerin maliyetlerinin girilmesi, maliyet yönetimi için önemlidir. Geleneksel yönetim tekniklerin maliyet yönetimi projeden ayrı bir şekilde planlandığı bilinmektedir. Bu durumda da faaliyetlerin maliyetleri yanlış belirlenebilmekte veya girilmesi unutulabilmektedir. Bu durumda maliyet yönetiminde aksamalara sebebiyet verebilmektedir. YBM sistemi gelen 5D maliyet yönetimi bu soruna çözüm üretebilmektedir. 4D zaman yönetiminde iş programı proje ile beraber yapıldığı ve faaliyetlerin projeden belirlendiğini bilmekteyiz. 5D maliyet yönetimi ile otomatik belirlenen faaliyetlere, faaliyetlerin uzmanları tarafından maliyetleri girilmesi ile yanlış belirleme ve unutulmaların önüne geçilebilmesini sağlamıştır. Girilen maliyetler ile otomatik şekilde bütçe hesaplamasının yapılmasını sağlamaktadır. Bu sayede yaşanacak aksamaların önüne geçilmesi sağlanmaktadır. Uygulama aşamalarında tasarım kısmında yapılacak değişiklikler otomatik olarak tüm projeye yansıtılabileceği için maliyet ve bütçelerde kendiliğinden otomatik şekilde güncellenmektedir. Bu durumda geleneksel yönetim teknikleri ile yapılan projelerde revizyonlar sonucu oluşan aksamaların önüne geçilmesini olağan kılmaktadır. YBM yönetim tekniği, geleneksel yönetim tekniklerinde görülen sorunlara çözümler üreterek maliyet yönetimine olumlu yönde katkı yaptığı görülmektedir.

İnşaat projeleri zaman, maliyet ve kalite üçgeninde yapımı tamamlanmaktadır. Zaman ve maliyet kadar kalite yönetimi de önemli bir yer tutmaktadır. Kalite, yapıyı yaptıran kişi tarafından önemli unsur olarak görülmektedir. Nedeni de kalite, paranın değeri olarak ifade edildiği içindir. Kalite yönetimi, yapımı yapılacak her faaliyetin belirlenen standartlara uygun olması ile yapılmasıdır. Geleneksel yönetim tekniklerinde, kalite yönetimi yapılırken aksamalar yaşandığı bir gerçektir. Bu aşamalara bakarsak;

- İki boyutlu projeler üzerinden standartların kontrolünün zor olması
- Projelerin birçok farklı projeden oluşmasından dolayı uygulamalarda kalite açısından yaşanan sıkıntılar
- Faaliyetlerin bilgilerinin iki boyutlu projelere tam anlamıyla girilememesi

Bu gibi nedenlerden ötürü kalite yönetiminde sıkıntılar yaşanabilmektedir. Yapı Bilgi Modelleme yönetim tekniği bu sorunlara çözümler üreterek, kalite yönetimini kolaylaştırmak ve doğru yapılmasını sağlayabilmektedir. YBM yönetim tekniğinden tüm projeler iç içe bir şekilde görülebilmekte ve hepsi üç boyutlu olarak görselleştirilmektedir. Bu sayede geleneksel yönetim tekniklerindeki projelere göre kalite standartlarını kontrol etmek kolaylaşmıştır. Ayrıca görselleştirme arttığı için uygulama aşamasında kalite standartlarının gözden kaçması engellenmiştir. İnşaat projelerin de birçok faaliyet mevcuttur. Bu faaliyetlerinde içinde birçok bilgi barındırmaktadır. Geleneksel yönetim tekniklerinde bu bilgileri proje içinde göstermek tam anlamıyla olanaklı değildir. YBM yönetim tekniği ile gelen nesne tabanlı modelleme ile bu soruna çözüm üreterek, her yapı elemanın özelliklerinin projeye girilmesi ve kolay bir şekilde ulaşılmasını sağlamıştır. Bu sayede kalite yönetimini kolaylaştırmıştır. YBM yönetim tekniği ile gelen özellikler sayesinde kalite yönetimine olumlu bir etki yaptığı görülmektedir.

İnşaat projelerinde iletişim yönetimi projenin sürecine uygun şekilde ilerlemesi için büyük bir öneme sahiptir. Geleneksel yönetim teknikleri iletişim yönetimine önem vermektedir. İletişim yönetimine sağladığı katkılar yadsınamaz gerçektir. Ancak bazı eksiklerin olduğu bir gerçektir. İnşaat projeleri mekanik, elektrik, statik, mimari projelerden oluşmaktadır. Bu projelerin herhangi birinde yaşanan revizyon diğerini etkilemektedir. Bu yüzden yaşanan revizyon durumların da iletişim önemlidir. Geleneksel yöntemlerde bu bilgileri aktarma da yaşanan sıkıntılar vardır. Bu yüzden proje

süreçlerinde aksamalar yaşanabilmektedir. YBM yönetim tekniğinde inşaat projelerin hepsi tek bir platformdadır. Bu sayede herhangi bir projede yaşanan revizyon diğerlerine otomatik yansıtılabileceği için projeler arasında yaşanacak iletişim kayıplarının önüne geçebilmesini sağlamaktadır. Geleneksel yönetim tekniklerin yaşanan koordinasyon eksikliği de iletişim yönetimini etkilemektedir. YBM yönetim tekniği ile gelen birlikte çalışabilirlik ile koordinasyon üst seviyede sağlandığından iletişim yönetiminde yaşanacak aksamaların önüne geçebilmektedir. YBM yönetim tekniği sağladığı özellikler ile iletişim yönetimine olumlu katkı sağladığı görülmektedir.

Risk yönetimi inşaatlarda önemli yer tutmaktadır. Özellikle uygulama aşamalarında yaşanabilecek güvenlik riskleri bunların başında gelmektedir. Güvenlik risklerin yönetimi proje devamlılığı için gereklidir. Geleneksel yönetim tekniklerinde risk yönetimine önem vermiştir. Bu konu da sağladığı faydalar mevcuttur. Ancak görselleştirme açısından ve koordinasyon eksiklikleri nedeniyle risk yönetiminde sıkıntılar yaşandığı gözlenmiştir. YBM yönetim tekniğinde görselleştirme ve koordineye sağladığı faydalar ile güvenlik risklerine karşı önceden daha verimli önlemler almayı sağladığı görülmüştür. Bu sayede YBM risk yönetimine olumlu katkı sağlamıştır.

İnşaat projeleri birçok faaliyetin bir araya gelmesi ve bu faaliyetlerin oluşturulması ile ortaya çıkan durumların bütünüdür. Bu faaliyetlerin yapılması için en önemli faktörlerden biri insan kaynağı planlamasıdır. Yani hangi faaliyete hangi insan kaynağının ihtiyaç olacağının önceden planlanması projelerin sürekliliği için fayda sağlamaktadır. Geleneksel yönetim teknikleri insan kaynağı yönetimi önemli yer tutmaktadır. Bu insan kaynağı yönetimine katkılar sağlamıştır. Ancak aksamalar yaşandığı da gözlenmektedir. Özellikle faaliyetlerin doğru anlaşılmayıp, yanlış insan kaynağına yönelilmesi uygulama aşamalarının planlanan zaman yönetiminde sapmalara neden olup, projelerin gecikmesine sebebiyet verebilmektedir. YBM yönetim tekniği bu duruma çözümler getirerek bunu minimuma indirmektedir. Görselleştirme ve proje ile iç içe tasarım sağlamasından ötürü faaliyetlerin net bir şekilde anlaşılmasını sağlamaktadır. Bu sayede doğru insan kaynağını ulaşılmasına imkân vermektedir. Böylece uygulama aşamalarında aksamaların önüne geçilmesini sağlamaktadır. YBM yönetim tekniği, sağladığı özellikler ile insan kaynağı yönetimine olumlu katkı verdiği görülmektedir.

Bu bölümle Yapı Bilgi Modellemesinin, proje yönetimi bilgi alanlarına geleneksel yönetim tekniklerine göre ne faydalar sağladığı ve ne gibi etkiler yaptığı değerlendirilmiştir. YBM yönetim tekniğinin, proje yönetimi bilgi alanlarına etkilerini karşılaştırmalı olarak Tablo 5.5.'de incelenmiştir.

Tablo 5.5. Yapı Bilgi Modellemesinin proje yönetimi bilgi alanlarına etkisi

YAPI BİLGİ MODELLEMESİNİN PROJE YÖNETİMİ BİLGİ ALANLARINA ETKİSİ		
KRİTER	GELENEKSEL YÖNETİM TEKNİKLERİ	YAPI BİLGİ MODELLEMESİ YÖNETİM TEKNİĞİ
Entegrasyon Yönetimi	- Tasarımdaki kişilerle, uygulamadaki kişiler arasındaki koordinasyon eksikliği - Statik, mimari, elektrik, mekanik projelerini ortak havuzda olmaması	- Birlikte çalışabilirlik ile tasarım ve uygulama ekiplerinin iç içe geçmesini sağlayarak koordinasyonu artırması - Projeyi oluşturan tüm projeleri ortak havuzda birleştirerek, entegrasyonu artırması
Kapsam Yönetimi	İki boyutlu projeler ile bilgi aktarımında aksamalar yaşanması	Üç boyutlu projelerden oluşması ve parametrik modelleme ile bilgi aktarımını kolaylaştırması
Zaman Yönetimi	- İş programlarının projeden ayrı yapılması - İş programında faaliyetlerin yanlış belirlenmesi - İş programlarının iki boyutlu kalması - İmalatların planlanan sürede bitirilememesi	- Çakışma kontrolü ile mimari, statik, mekanik ve elektrik projelerindeki çizim hatalarını uygulama aşamasına geçmeden çözerek aksamaların önüne geçmesi 4D zaman yönetimi sayesinde proje ile iş programı iç içe yapılmakta 3D simülasyon ile iş programlarının görselleştirilmesini artırmakta ve zaman yönetimini kolaylaştırmakta

Tablo 5.5. (Devam) Yapı Bilgi Modellemesinin proje yönetimi bilgi alanlarına etkisi

Maliyet Yönetimi	- Tasarım aşamasında yaşanan sorunların çözülmeden uygulama aşamasına geçilmesi - Faaliyetlerin miktarlarının yanlış hesaplanması - Maliyet yönetiminin projeden ayrı yapılması - Bütçe hesaplamalarının yanlış yapılması	- Çakışma kontrolü ile tasarım aşamasında öngörülemeyen proje hataları giderilerek, uygulama aşamasında ekstra maliyet artışını önlemesi - Otomatik metraj özelliği ile tüm faaliyetlerin metrajlarının otomatik olarak yazılım tarafından yapılması ile miktar hesaplarının doğru yapılması 5D maliyet yönetimi ile proje ve maliyet yönetiminin iç içe olması 5D maliyet yönetimi özelliği ile bütçe hesaplamasının otomatik yapılması
Kalite Yönetimi	- İki boyutlu projeler üzerinden kalite standartlarının kontrolünün zor olması - İş kalemlerinin bilgilerinin iki boyutlu projelere girilememesinden dolayı kalite standartlarının takibinin yapılamaması	- Projeyi oluşturan tüm alt projelerin üç boyutlu olması kalite yönetimini artırması - Nesne tabanlı modelleme ile iş kalemlerinin bilgilerinin projeye girilmesi sağlanması ve kalite yönetimini artırması
Risk Yönetimi	İki boyutlu projeler olması nedeniyle iş güvenliği risklerini anlamada eksiklik yaşanması	Projeler üç boyutlu ve görselleştirme temel alındığından dolayı güvenlik risklerinin iyi anlaşılmasını sağlaması
İletişim Yönetimi	Projeler birçok paydaş ve iki boyutlu projelerden oluşmasından dolayı revizyon durumunda iletişimde sorunlar yaşanması	Projeleri ortak havuzda olması ve revizyon durumunda her şey otomatik güncellendiğinden ve kolayca görebilmesi ile iletişim yönetimine olumlu katkı sağlaması
İnsan Kaynakları Yönetimi	İki boyutlu projeler ve projelerin ayrı havuzlarda olması doğru insan kaynağı planlanmasında eksiklere sebebiyet vermekte	Üç boyutlu proje ve görselleştirmenin temel alınması ile faaliyetlerin net anlaşılıp, doğru insan kaynağı planlamasına katkı sağlaması

6. YAPI BİLGİ MODELLEMESİNİN PROJE YÖNETİMİNDE ZAMAN-MALİYET YÖNETİMİNE ETKİSİ AÇISINDAN İNCELENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

6.1. Araştırmanın Amacı ve Yöntemi

Araştırmanın amacı; Yapı Bilgi Modellemesinin (YBM) proje yönetimine yaptığı etkiyi görmek, YBM ile gelen yeniliklerin proje yönetiminde zaman ve maliyete olan etkisi göstermek, YBM ile oluşturulan projelerde, zaman ve maliyet yönetimine etki eden özellikleri ortaya çıkararak, proje yönetimine sağladığı etkiyi irdelemektir.

Bu yüksek lisans tez çalışmasının araştırma yöntemi, alan çalışması olarak belirlenmiştir. Yapı Bilgi Modellemesinin proje yönetimine sağladığı etkiyi irdeleyen alan çalışması soruları oluşturulmuştur. Oluşturulan bu sorular Yapı Bilgi Modellemesi üstüne çalışan kişilere ulaştırılmıştır. Soruları ulaştırma yolu olarak, bire bir mesaj ve e-posta kullanılmıştır. Ulaşılan kişilere alan çalışmasının içeriği hakkında bilgiler verilmiştir ve soruların cevaplandırılması istenmiştir. Gelen cevaplara göre alan çalışması analiz edilmiştir. Analiz çalışması sonrasında analiz sonuçlarına ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır.

6.2. Alan Çalışmasının İçeriği ve Verilerin Değerlendirilmesi

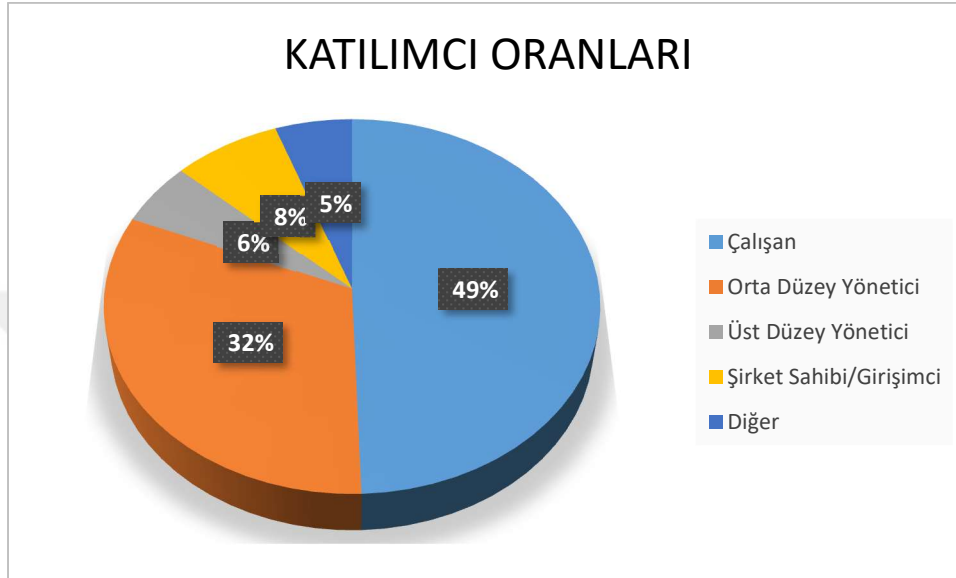
Alan çalışmasında 24 soru kullanılmıştır. Alan çalışması soruları; Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) üstüne çalışan kişilerin görünüşü, Yapı Bilgi Modellemesi ile ilgili bilgi birikimlerini nasıl elde ettikleri, Yapı Bilgi Modellemesi yönetim tekniğini neden kullandıkları, Yapı Bilgi Modellemesi ile zaman ve maliyet yönetimi yapılıp yapılmadığı, Yapı Bilgi Modellemesinde zaman ve maliyet yönetiminde tasarruf sağlayan kriterlerin ne olduğu ve ne kadar tasarruf sağladığı ile ilgili içerikten oluşmaktadır. Alan çalışması soru formu 150 kişiye gönderilmiş ve alan çalışması formunu 91 kişi cevaplamıştır. Alan çalışması formunu cevap verme oranı %60,6'dır.

Alan Çalışması Sonuçlarının Analizi;

Araştırma sonucunda elde edilen veriler, alan çalışması formunda yer aldığı şekliyle aşağıda sıralanmıştır. Alan çalışmasını oluşturan ilk on soru, Yapı Bilgi Modellemesi

üzerine çalışan kişilerin ve çalıştıkları firmaların genel özelliklerini sorgulayan sorulardır. On sorudan ilki çalışılan firmanın ismi sorulduğu için bu bilgi gizli tutulmaktadır.

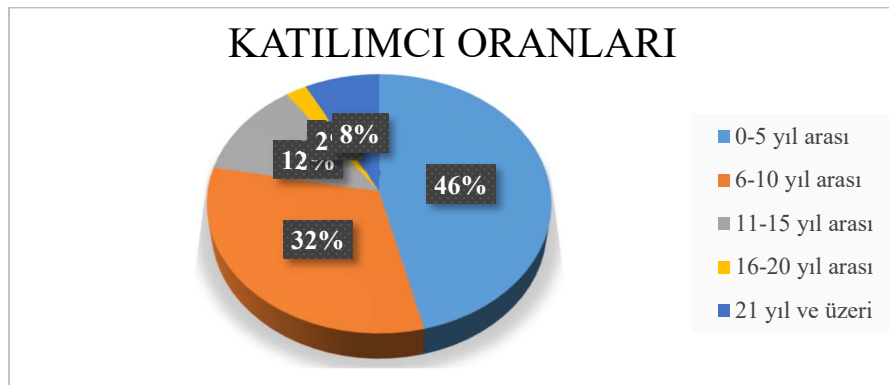
2. Soru: Şu anda çalıştığınız firma veya geçmişte çalıştığınız firmadaki pozisyonunuz nedir?



Şekil 6.1. Katılımcıların şirketlerindeki çalışan profilleri

Şekil 6.1.'de görüldüğü gibi alan çalışmasını cevaplayan kişilerin %49'u çalışan, %32'si orta düzey yönetici, %6'sı üst düzey yönetici, %8'i şirket sahibi ve %5'i diğer kısımdan oluşmaktadır. Diğer kısmının içeriği; proje uzmanı, proje sorumlusu, BIM mimarı ve BIM mühendisi olarak cevaplandırılmıştır.

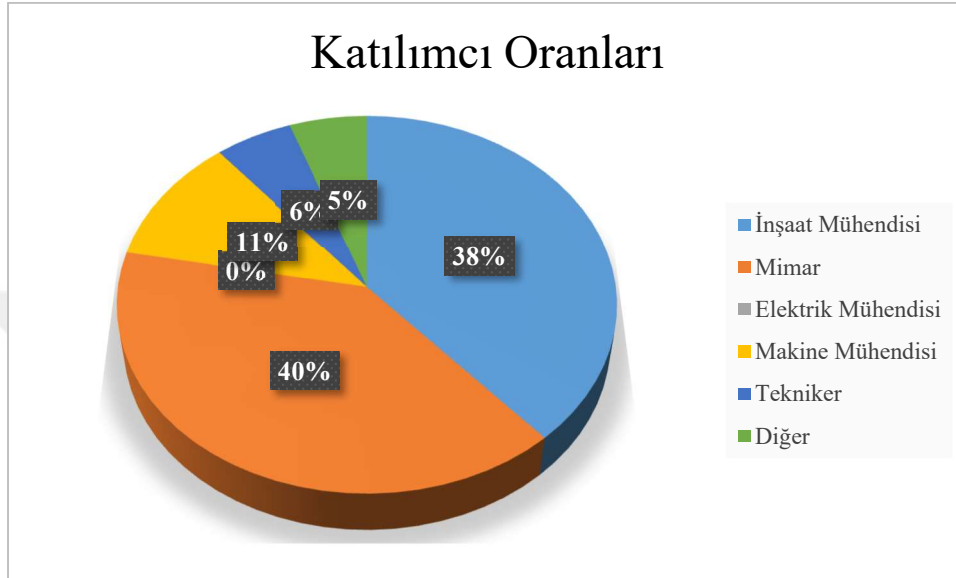
3. Soru: İş tecrübeniz kaç yıldır?



Şekil 6.2. Katılımcıların sektörle ilgili tecrübe düzeyleri

Şekil 6.2.'de görüldüğü gibi alan çalışmasını cevaplayanların %46'sı 0-5 yıl arası tecrübeye, %32'si 6-10 yıl arası tecrübeye, %12'si 11-15 yıl arası tecrübeye, %8'i 21 yıl ve üzeri tecrübeye ve %2'si 16-20 yıl arası tecrübeye sahip olduğu gösterilmiştir.

4. Soru: Mesleğiniz nedir?



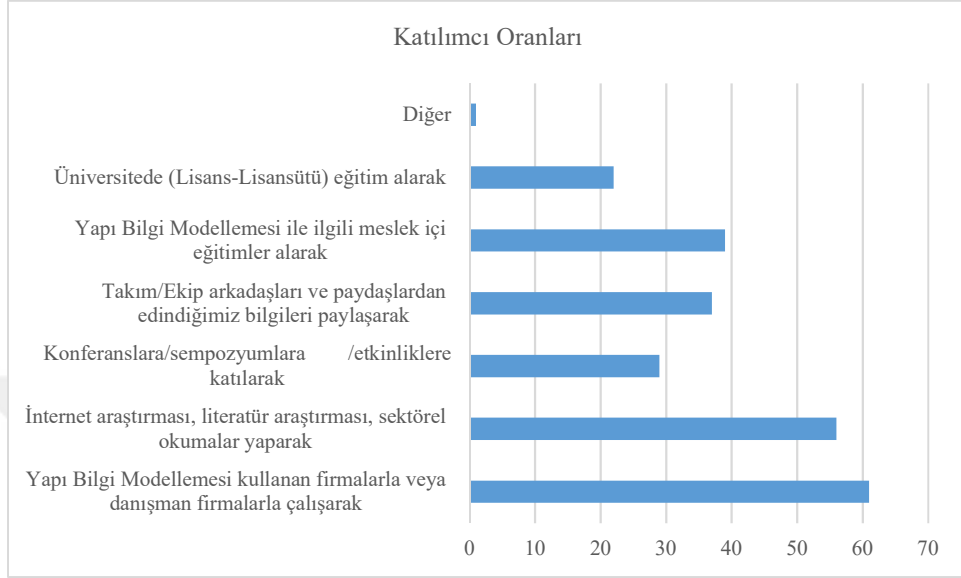
Şekil 6.3. Katılımcıların meslek profilleri

Şekil 6.3.'e göre alan çalışmasını cevaplayanların çoğunluğu mimar ve inşaat mühendisliği bölümlerinden oluştuğu görülmektedir. Cevaplayanların %40'ı mimar, %38'i inşaat mühendisi, %11'i makine mühendisi, %6'sı tekniker ve %5'i diğer kısmını oluşturmaktadır. Diğer kısmının içeriği; metalürji ve malzeme mühendisi, BIM modelcisi ve makine öğretmeninden oluşmaktadır.

6. Soru: Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) ile ilgili bilgilerinizi-tecrübelerinizi nasıl edindiniz? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz.)

Alan çalışmasının bu sorusunu 91 kişi cevaplamıştır. Cevaplayanlardan toplam 245 yanıt alınmıştır. Cevaplamaların 61 tanesi Yapı Bilgi Modellemesi kullanan firmalarla veya danışman firmalarla çalışarak cevabını işaretlemiştir. 56 tanesi internet araştırması, literatür araştırması, sektörel okumalar yaparak şikkını işaretlemiştir. 29 tanesi konferanslarla / sempozyumlara / etkinliklere katılarak şikkını işaretlemiştir. 37 tanesi takım / ekip arkadaşları ve paydaşlarından edindiğimiz bilgileri paylaşarak şikkını

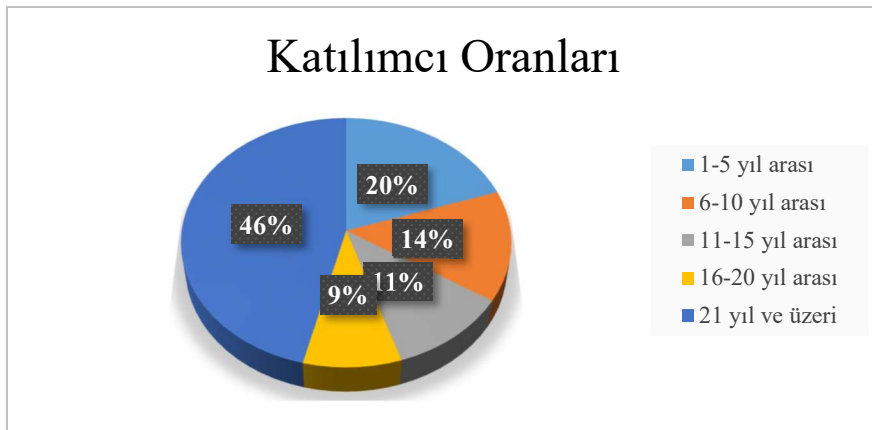
işaretlemiştir. 39 tanesi Yapı Bilgi Modellemesi ile ilgili meslek içi eğitimler olarak şikkını işaretlemiştir. 22 tanesi üniversitede (lisans-lisansüstü) eğitim olarak şikkını işaretlemiştir. 1 tane de diğer kısmı işaretlenmiştir.



Şekil 6.4. Yapı Bilgi Modellemesi kullananların tecrübe edinim şekilleri

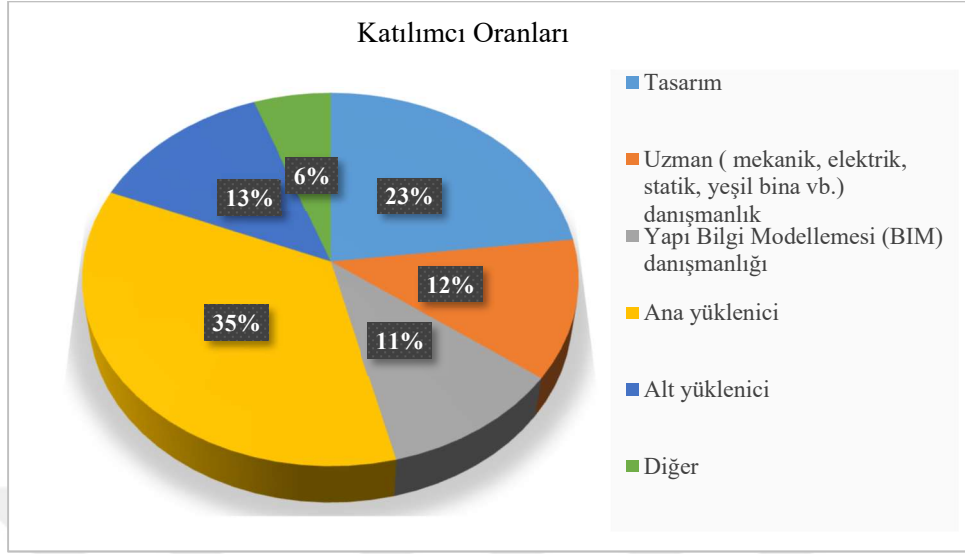
6. Soru: Firmanız kaç yıldan beri aktif şekilde faaliyet göstermektedir?

Şekil 6.5.'e göre alan çalışmasının bu sorusunu cevaplayanların %46'sı 21 yıl ve üzeri cevabını vermiştir. %20'si 1-5 yıl arası cevabını, %14'ü 6-10 yıl arası cevabını, %11'i 11-15 yıl arası cevabını ve %9'u 16-20 yıl arası cevabını işaretlemiştir.



Şekil 6.5. Katılımcıların şirketlerinin sektörle ilgili tecrübeleri

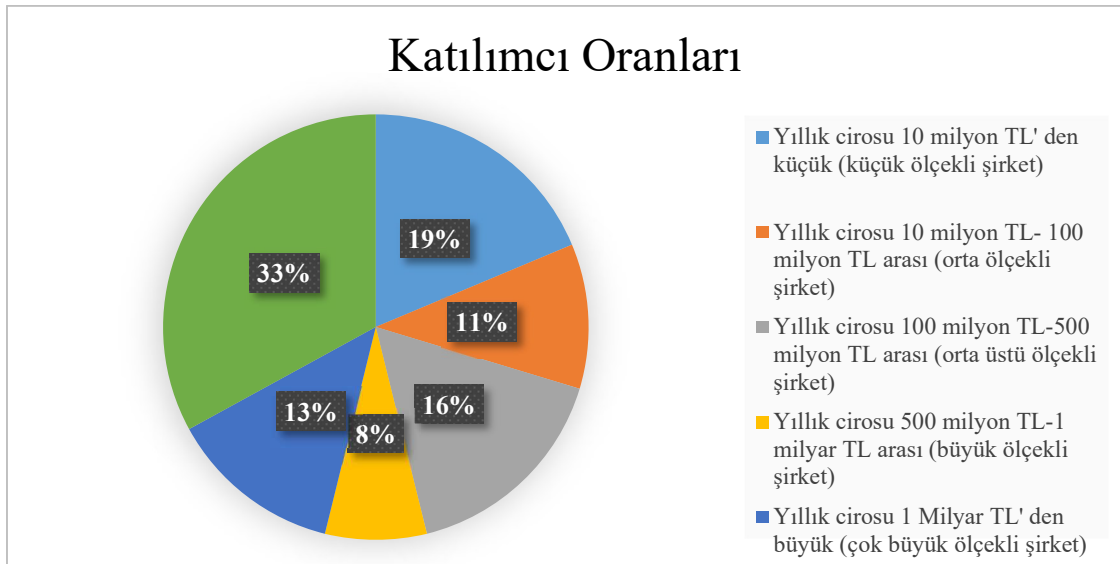
7. Soru: Şirketiniz hangi alanda faaliyet göstermektedir?



Şekil 6.6. Katılımcıların şirketlerinin faaliyet alanları

Şekil 6.6.'ya göre alan çalışmasının bu sorusunu cevaplayanların %35'i ana yüklenici, %23'ü tasarım, %13'ü alt yüklenici, %12'si uzman danışmanlık, %11'i Yapı Bilgi Modellemesi danışmanlığı ve %6'sı diğer şıkkını işaretlemiştir. Diğer şıkkının içeriği; işveren, proje yönetimi danışmanlığı cevaplarını yansıtmaktadır.

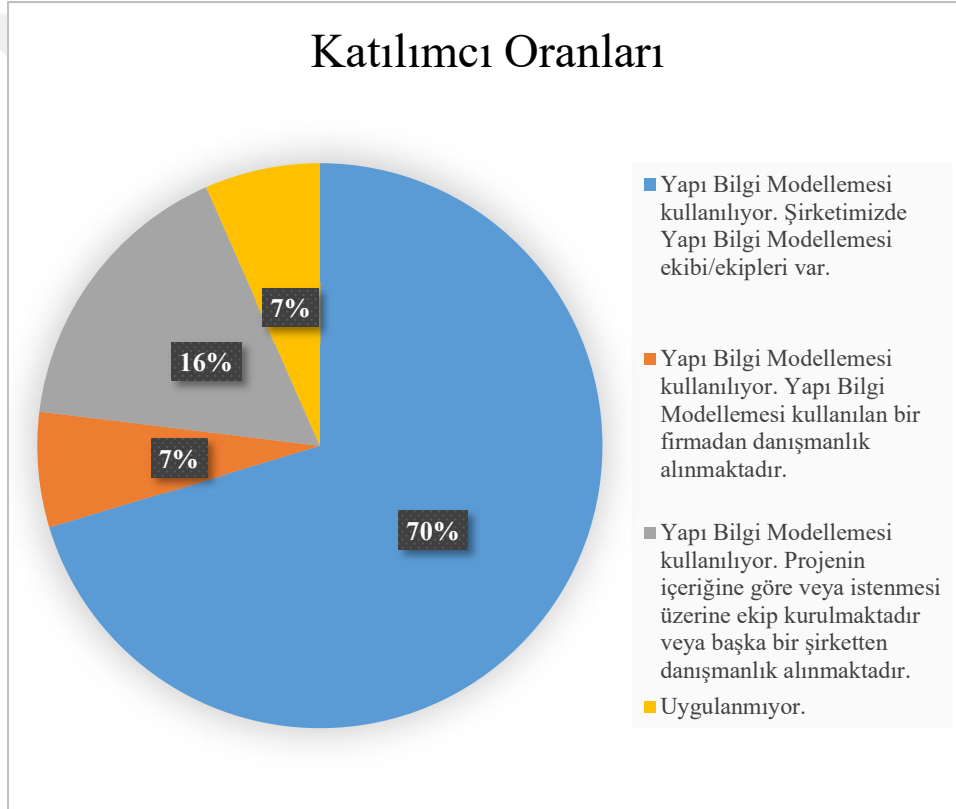
8. Soru: Şirketinizin yıllık cirosu ortalama ne kadardır?



Şekil 6.7. Katılımcıların şirketlerinin yıllık ciro ortalamaları

Şekil 6.7.'de görüldüğü gibi alan çalışmasının bu sorusunu cevaplayanların %33'ü bilmiyorum yanıtını vermiştir. %19'u yıllık cirosu 10 milyon TL'den küçük (küçük ölçekli şirket) yanıtını vermiştir. %16'sı yıllık cirosu 100 milyon TL- 500 milyon TL arası (orta üstü ölçekli şirket) yanıtını vermiştir. %13'ü yıllık cirosu 1 milyar TL'den büyük (çok büyük ölçekli şirket) yanıtını vermiştir. %11'i yıllık cirosu 10 milyon TL – 100 milyon TL arası (orta ölçekli şirket) yanıtını vermiştir. %8'i yıllık cirosu 500 milyon TL – 1 milyar TL arası (büyük ölçekli şirket) yanıtını vermiştir.

9. Soru: Şirketinizde yürütülen projeler için Yapı Bilgi Modellemesi kullanılıyor mu? Kullanılıyor ise nasıl sağlanmaktadır?



Şekil 6.8. Yapı Bilgi Modellemesi kullanım şekilleri

Şekil 6.8.'e göre alan çalışmasının bu sorusunu yanıtlayanların %70'i Yapı Bilgi Modellemesi kullanılıyor, şirketimizde Yapı Bilgi Modellemesi ekibi/ekipleri var cevabını vermiştir. %16'sı Yapı Bilgi Modellemesi kullanılıyor, projenin içeriğine göre veya istenmesi üzerine ekip kurulmaktadır veya başka bir şirketten danışmanlık alınmaktadır cevabını vermiştir. %7'si Yapı Bilgi Modellemesi kullanılıyor, Yapı Bilgi

Modellemesi kullanılan bir firmadan danışmanlık alınmaktadır cevabını vermiştir. %7'si de uygulanmıyor cevabını vermiştir.

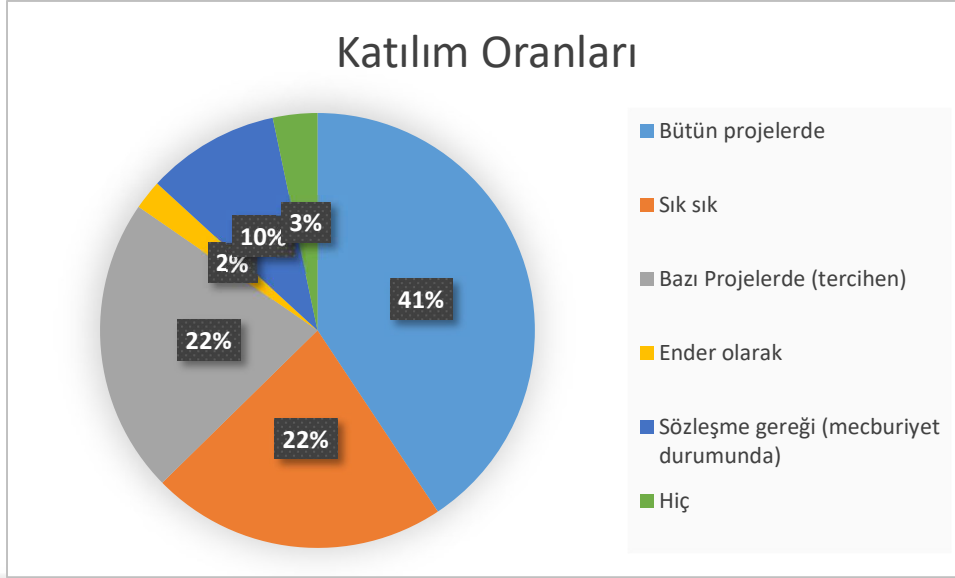
10. Soru: Projelerinizde Yapı Bilgi Modellemesi kullanılmıyor ise nedeni nedir? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz.)

Şekil 6.9.'a göre alan çalışmasının bu sorusunu cevaplayanların %27'si Yapı Bilgi Modellemesi kullanımını gerektirecek projeler olmamasından dolayı yanıtını vermiştir. %25'i yeterli donanımına sahip kişilerin mevcut olmamasından dolayı yanıtını vermiştir. %18'i Yapı Bilgi Modellemesinin kullanımının maliyeti artıracakı düşünüldüğünden cevabını vermiştir. %12'si iş yükümüzü artıracakı düşünüldüğünden cevabını vermiştir. %10'u Yapı Bilgi Modellemesi için harcanacak zaman ve işgücünün projeye kayda değer katkı sağlayacakı düşünülmendiğinden cevabını vermiştir. %8'i şirket faaliyet alanlarına uygun olmamasından dolayı cevabını vermiştir.



Şekil 6.9. Yapı Bilgi Modellemesi kullanmama sebepleri

11. Soru: Projelerinizde Yapı Bilgi Modellemesi kullanımı mevcut ise ne sıklıkla kullanıyorsunuz?



Şekil 6.10. Yapı Bilgi Modellemesi kullanım sıklığı

Şekil 6.10.'da görüldüğü gibi alan çalışmasının bu sorusunu cevaplayanların %41'i bütün projelerde yanıtını vermiştir. %22'si sık sık yanıtı vermiştir. %22'si bazı projelerde (tercihen) yanıtını vermişlerdir. %10'u sözleşme gereği (mecburiyet durumunda) yanıtını vermiştir. %3'ü hiç yanıtını vermiştir. %2'si ender olarak yanıtını vermiştir.

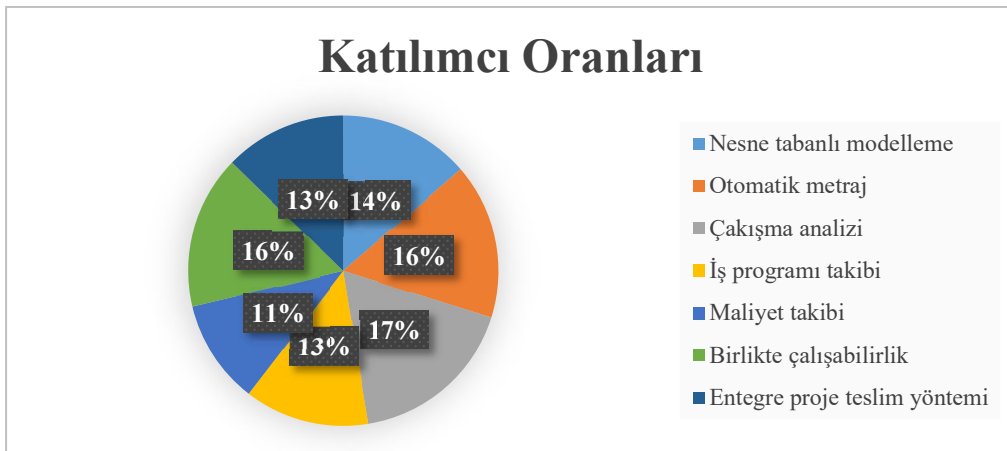
12. Soru: Projelerinizde neden Yapı Bilgi Modellemesi kullanıyorsunuz? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz.)

Şekil 6.11.'e göre alan çalışmasının bu sorusunu cevaplayanların %13'ü verimli bir yönetim tekniği sağladığından cevabını vermiştir. %13'ü yapım aşamasına geçmeden proje çizim hatalarının önüne geçilmesini sağladığından yanıtını vermiştir. %12'si proje kapsamında uyumsuzlukların engellenmesi veya azaltılmasını sağladığından yanıtını vermiştir. %11'i proje paydaşları arasında iletişimi iyi düzeyde sağladığından yanıtını vermiştir. %10'u proje çizim hatalarının önüne geçilmesi ile daha düşük maliyetlere imkân verildiğinden yanıtını vermiştir. %9'u sözleşme gereği (mecburiyet durumunda) yanıtını vermiştir. %8'i bütçe tahmini daha doğruya yakın yapılmasını sağladığından yanıtını vermiştir. %8'i zaman ve maliyet yönetimini kendi içinde yapılmasını sağladığından yanıtını vermiştir. %6'sı projelerin yapım süresinin kısılmasını sağladığından yanıtını vermiştir.



Şekil 6.11. Yapı Bilgi Modellemesini projelerde kullanılma nedenleri

13. Soru: Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen yeniliklerden hangisinin proje yönetimine katkı sağladığını düşünüyorsunuz? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz.)

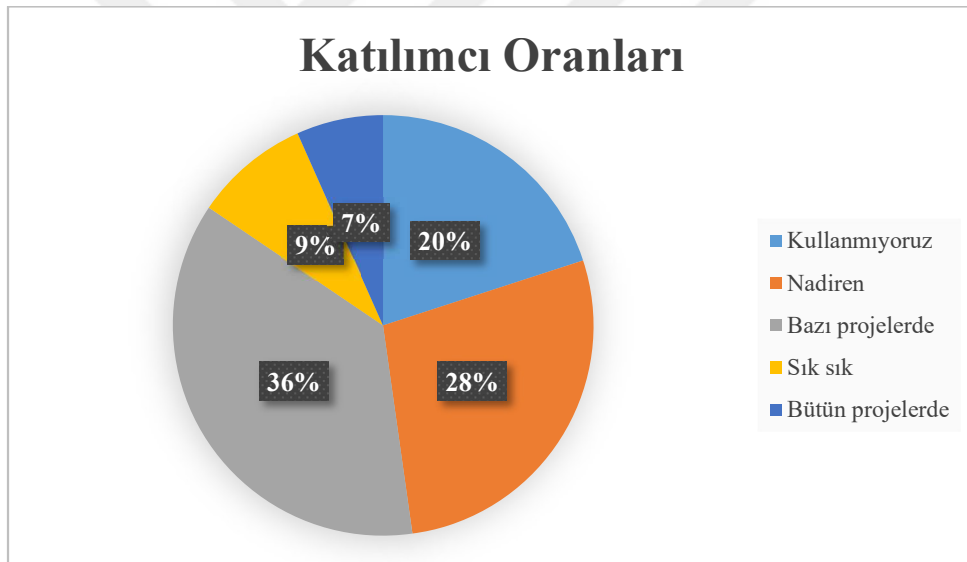


Şekil 6.12. YBM yeniliklerinin proje yönetimine sağladığı etki oranları

Şekil 6.12.'e göre alan çalışmasının bu sorusunu cevaplayanların %17'si çakışma analizi yanıtını vermiştir. %16'sı otomatik metraj yanıtını vermiştir. %16'sı birlikte çalışabilirlik yanıtını vermiştir. %14'ü nesne tabanlı modelleme yanıtını vermiştir. %13'ü iş programı takibi yanıtını vermiştir. %13'ü entegre proje teslim yöntemi yanıtını vermiştir. %11'i maliyet takibi yanıtını vermiştir.

14. Soru: Projelerinizde Yapı Bilgi Modellemesinin 4D (zaman) boyutunu projelerinizde ne sıklıkla kullanıyorsunuz?

Şekil 6.13.'de görüldüğü gibi alan çalışmasının bu sorusunu yanıtlayanların %36'sı bazı projelerde cevabını vermiştir. %28'i nadiren cevabını vermiştir. %20'si kullanmıyoruz cevabını vermiştir. %9'u sık sık cevabını vermiştir. %7'si bütün projelerde cevabını vermiştir.

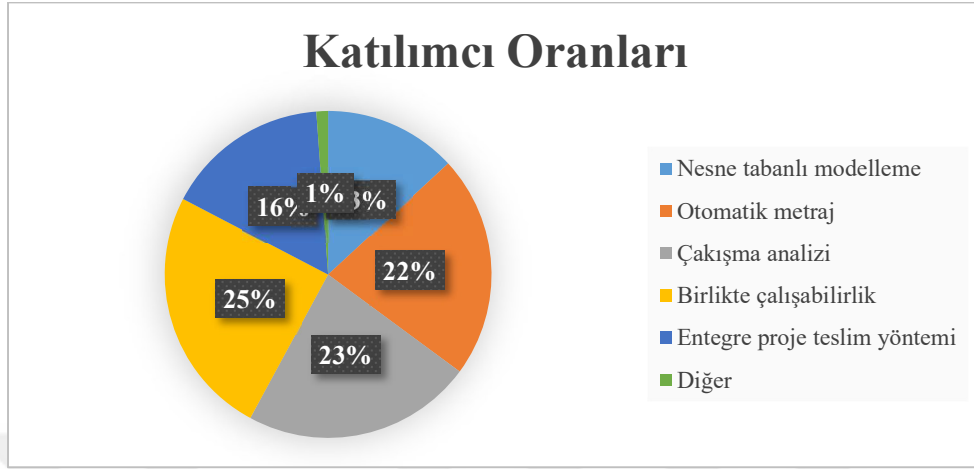


Şekil 6.13. Yapı Bilgi Modellemesi 4D kullanım oranları

15. Soru: Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen yeniliklerden hangisinin zaman yönetimine olumlu katkı sağladığını düşünüyorsunuz? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz.)

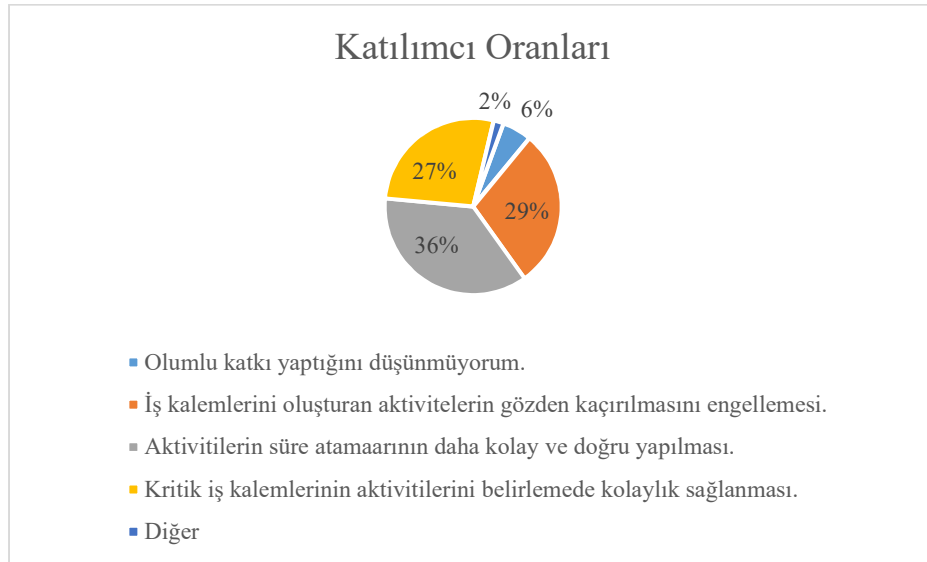
Şekil 6.14.'e göre alan çalışmasının bu sorusuna cevap verenlerin %25'i birlikte çalışabilirlik yanıtını vermiştir. %23'ü çakışma analizi yanıtını vermiştir. %22'si otomatik metraj yanıtını vermiştir. %16'sı entegre proje teslim yöntemi yanıtını vermiştir.

%13'ü nesne tabanlı modelleme yanıtını vermiştir. %1'i diğer yanıtını vermiştir. Diğer yanıtının içeriği; hepsi ve Yapı Bilgi Modellemesinin 4D özelliğinden oluşmaktadır.



Şekil 6.14. YBM ile gelene yeniliklerin zaman yönetimine etkisi,

16. Soru: Yapı Bilgi Modellemesi ile yapılan zaman yönetiminde iş kalemlerinin aktivite sürelerinin bir platformda belirlemesinin zaman yönetimine olumlu katkı yaptığını düşünüyor musunuz? Olumlu katkı sağladığını düşünüyorsanız, ne gibi katkı sağlamıştır? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz.)



Şekil 6.15. İş kalemlerinin aktivite sürelerinin zaman yönetimine etkisi

Şekil 6.15.'e göre alan çalışmasının bu sorusunu yanıtlayanların %36'sı aktivitelerin süre atamalarının daha kolay ve doğru yapılması yanıtını vermiştir. %29'u iş kalemlerini

oluşturan aktivitelerin gözden kaçırılmasını engellemesi yanıtını vermiştir. %27'si kritik iş kalemlerinin aktivitelerini belirlemede kolaylık sağlanması yanıtını vermiştir. %6'sı olumlu katkı yaptığını düşünmüyorum yanıtını vermiştir. %2'si diğer yanıtını vermiştir.

17. Soru: Yapı Bilgi Modellemesi ile hazırlanan üç boyutlu iş programı simülasyonunun zaman yönetimine olumlu katkı yaptığını düşünüyor musunuz? Olumlu katkı yaptığını düşünüyorsanız, ne gibi bir katkı yapmıştır? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz.)

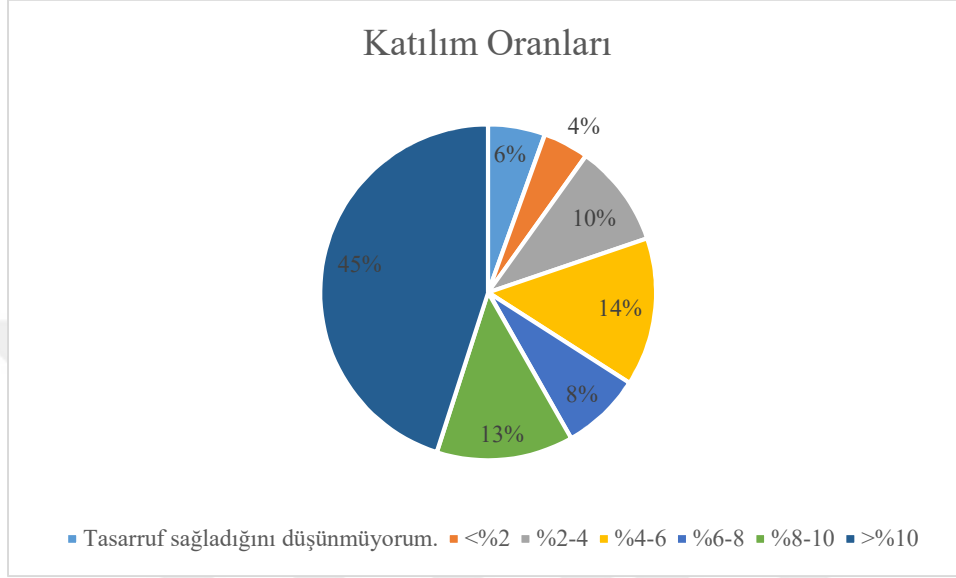
Şekil 6.16.'ya göre alan çalışmasının bu sorusunu cevaplayanların %39'u projeyi oluşturan iş aktivitelerinin kontrolünü kolaylaştırmaktadır yanıtını vermiştir. %30'u proje için kritik olan iş kalemlerinin uygulanması ve planlamasında kolaylık sağlamaktadır yanıtını vermiştir. %24'ü zaman yönetiminin uygulanmasını kolaylaştırmaktadır yanıtını vermiştir. %4'ü diğer yanıtını vermiştir. %3'ü olumlu katkı yaptığını düşünmüyorum yanıtını vermiştir.



Şekil 6.16. İş programı simülasyonunun zaman yönetimine etkisi

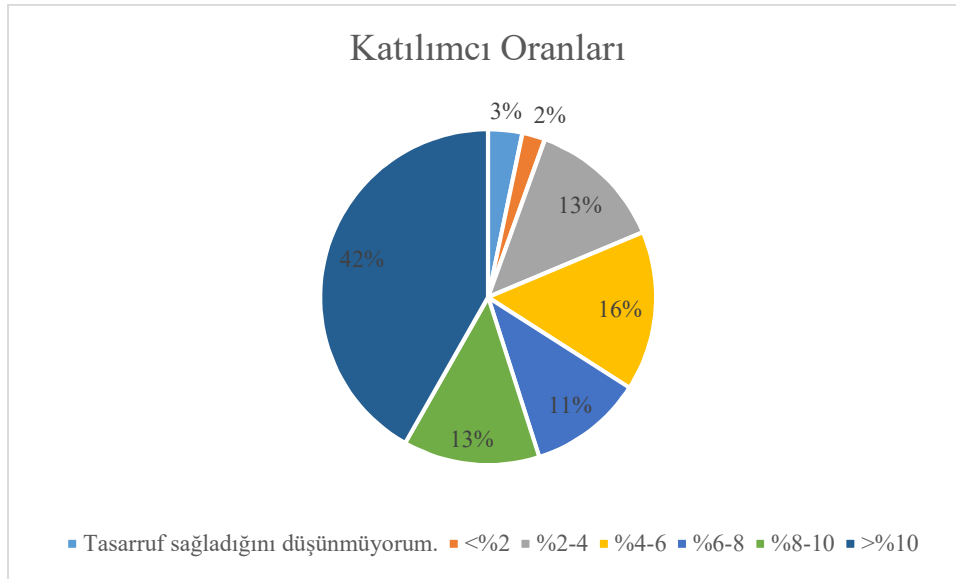
18. Soru: Yapı Bilgi Modellemesinin yeniliklerinden olan çakışma analizi ile proje aşamasında sorunların çözümünün, projenin toplam süresinde adam x saat olarak yüzde kaç tasarruf sağladığını düşünüyorsunuz?

Şekil 6.17.'de görüldüğü gibi alan çalışmasının bu sorusunu cevaplayanlardan %45'i >%10 yanıtını vermiştir. %14'ü %4-6 yanıtını vermiştir. %13'ü %8-10 yanıtını vermiştir. %10'u %2-4 yanıtını vermiştir. %8'i %6-8 yanıtını vermiştir. %6'sı tasarruf sağladığını düşünmüyorum yanıtını vermiştir. %4'ü de <%2 yanıtını vermiştir.



Şekil 6.17. Çakışma analizinin zaman yönetimine etkisi

19.Soru: Yapı Bilgi Modellemesinin getirdiği birlikte çalışabilirlik özelliğinin projenin toplam süresinde adam x saat olarak ne kadar tasarruf sağladığını düşünüyorsunuz?

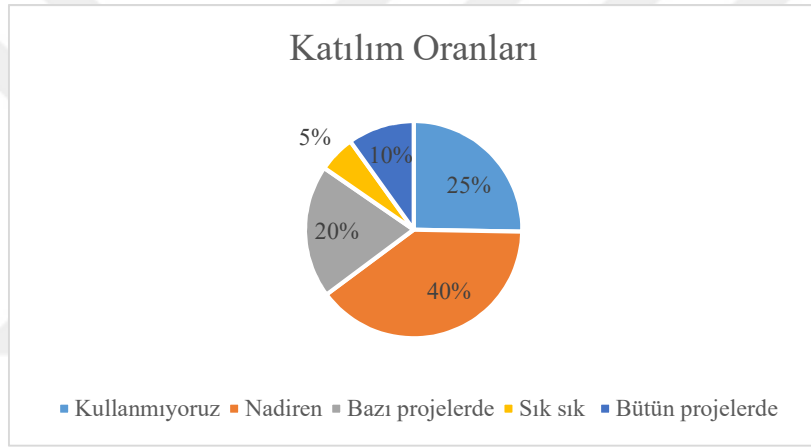


Şekil 6.18. Birlikte çalışabilirliğin zaman yönetimine etkisi

Şekil 6.18.'e göre alan çalışmasının bu sorusunu cevaplayanların %42'si >%10 yanıtını vermiştir. %16'sı %4-6 yanıtını vermiştir. %13'ü %8-10 yanıtını vermiştir. %13'ü %2-4 yanıtını vermiştir. %11'i %6-8 yanıtını vermiştir. %3'ü tasarruf sağladığını düşünmüyorum yanıtını vermiştir. %2'si <%2 yanıtını vermiştir.

20.Soru: Projelerinizde Yapı Bilgi Modellemesinin 5D (maliyet) boyutunu projelerinizde ne sıklıkla kullanıyorsunuz?

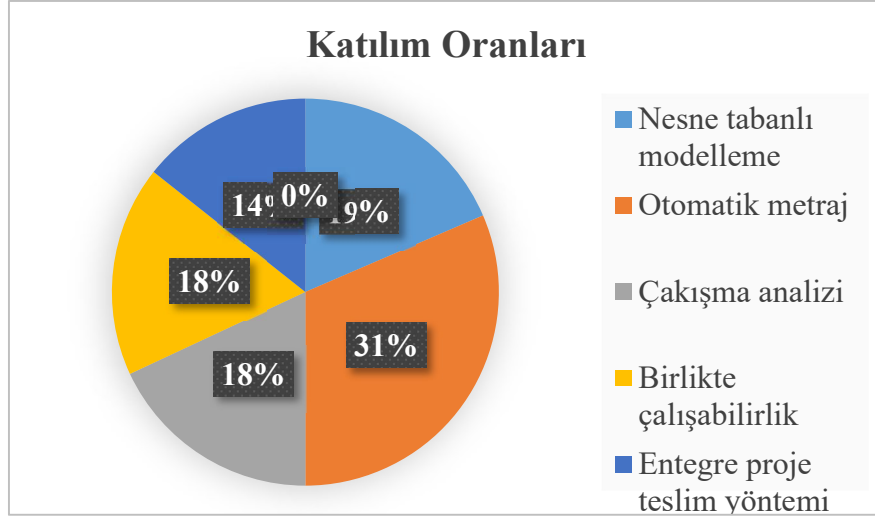
Şekil 6.19.'a göre alan çalışmasının bu sorusunda verilen cevaplara göre %40'ı nadiren yanıtını vermiştir. %25'i kullanmıyoruz yanıtını vermiştir. %20'si bazı projelerde yanıtını vermiştir. %10'u bütün projelerde yanıtını vermiştir. %5'i sık sık yanıtını vermiştir.



Şekil 6.19. Yapı Bilgi Modellemesi 5D'nin kullanım oranları

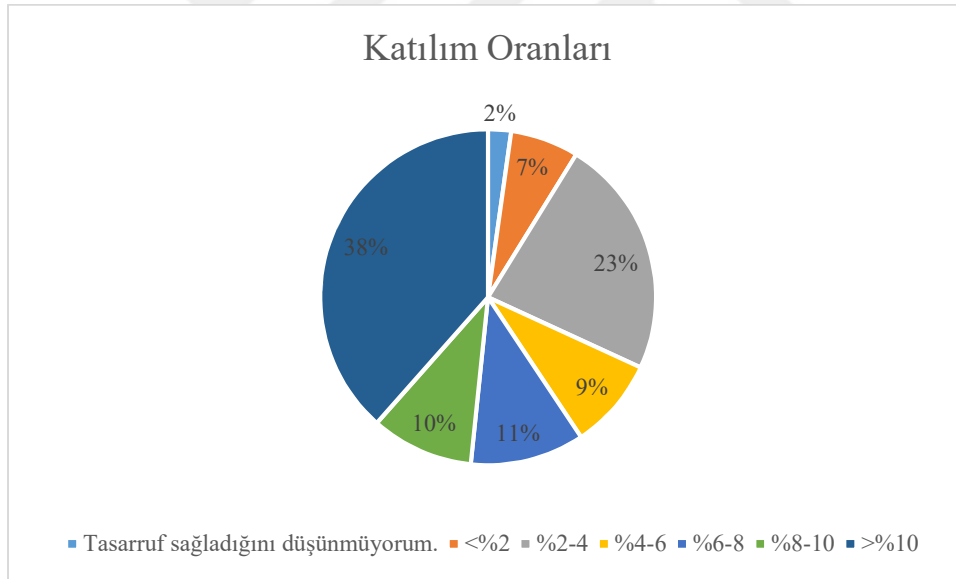
21.Soru: Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen yeniliklerden hangisinin maliyet yönetimine olumlu katkı sağladığı düşünüyorsunuz? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz.)

Şekil 6.20.'ye göre alan çalışmasının bu sorusunu cevaplayanlardan %31'i otomatik metraj yanıtını vermiştir. %19'u nesne tabanlı modelleme yanıtını vermiştir. %18'i çakışma analizi yanıtını vermiştir. %18'i birlikte çalışabilirlik yanıtını vermiştir. %14'ü entegre proje teslim yöntemi cevabını vermiştir. Diğer yanıtı hiç verilmemiştir.



Şekil 6.20. YBM ile gelen yeniliklerin maliyet yönetimine etkisi

22. Soru: Yapı Bilgi Modellemesinin çakışma analizi özelliğinin proje toplam bütçesinde yaklaşık olarak ne kadar tasarruf sağladığını düşünüyorsunuz?

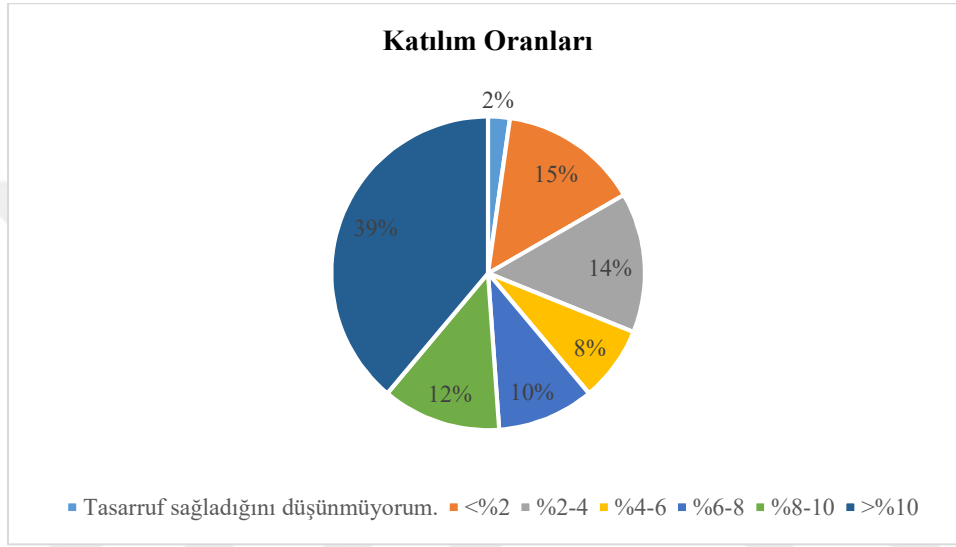


Şekil 6.21. Çakışma analizinin maliyet yönetimine etkisi

Şekil 6.21.'de görüldüğü gibi alan çalışmasının bu sorusunu yanıtlayanların %38'i >%10 cevabını vermiştir. %23'ü %2-4 cevabını vermiştir. %11'i %6-8 cevabını vermiştir. %10'u %8-10 cevabını vermiştir. %9'u %4-6 cevabını vermiştir. %7'si <%2 cevabını vermiştir. %2'si tasarruf sağladığını düşünmüyorum yanıtını vermiştir.

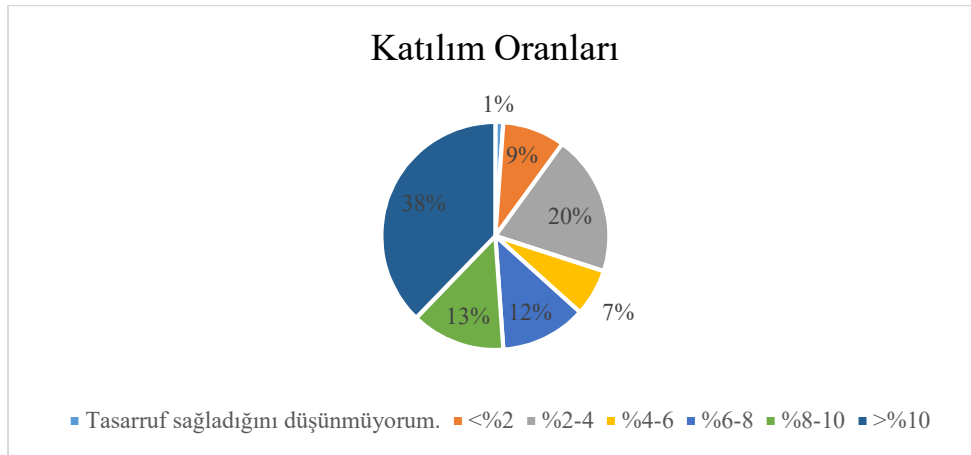
23.Soru: Yapı Bilgi Modellemesinin otomatik metraj özelliğinin, proje toplam bütçesinde yaklaşık olarak ne kadar tasarruf sağladığını düşünüyorsunuz?

Şekil 6.22.'ye göre alan çalışmasının bu sorusunda verilen cevapların %39'u >%10 yanıtını vermiştir. %5'i <%2 yanıtını vermiştir. %12'si %8-10 yanıtını vermiştir. %10'u %6-8 yanıtını vermiştir. %8'i %4-6 yanıtını vermiştir. %2'si tasarruf sağladığını düşünmüyorum yanıtını vermiştir.



Şekil 6.22. Otomatik metraj özelliğinin maliyet yönetimine etkisi

24.Soru: Yapı Bilgi Modellemesinin birlikte çalışabilirlik özelliğinin proje toplam bütçesinde yaklaşık olarak ne kadar tasarruf sağladığını düşünüyorsunuz?



Şekil 6.23. Birlikte çalışabilirliğin maliyet yönetimine etkisi

Şekil 6.23.'de görüldüğü gibi alan çalışmasının bu sorusunda verilen cevapların %38'i >%10 yanıtı verilmiştir. %20'si %2-4 yanıtı verilmiştir. %13'ü %8-10 yanıtı verilmiştir. %12'si %6-8 yanıtı verilmiştir. %9'u <%2 yanıtı verilmiştir. %7'si %4-6 yanıtı verilmiştir. %1'i de tasarruf sağladığını düşünmüyorum yanıtı verilmiştir.

4.3. Alan Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Alan çalışması için ilk olarak Yapı Bilgi Modellemesi kullanılan firmaların listesi oluşturulmuştur. Bu listeye göre bu firmalarda çalışan kişilere ulaşıp, alan çalışması formu gönderilmiştir ve doldurmaları istenmiştir. 150 kişiye gönderilen alan çalışması formunu 91 kişi doldurmuştur. Alan çalışmasına katılım oranı %60,6'dır. Alan çalışmasının 9. sorusunu cevaplayan kişilerin Yapı Bilgi Modellemesi kullanan firmalarda çalışmasına rağmen alan çalışması formunu doldururken Yapı Bilgi Modellemesi kullanılmadığını beyan etmiştir. Bu oranın %7 olduğu ve çok az bir oran olduğu çalışmada görülmektedir.

Alan çalışmasının 2. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesi alanında çalışanların mevcut durumlarını ölçmek amacıyla yönetilmiş bir sorudur. Bu soruyu cevaplayanların %49'u çalışan şikkını, %32'si orta düzey yönetici şikkını işaretlemiştir. Buradan elde edilen sonuç Yapı Bilgi Modellemesi alanında çalışanların profiline bakıldığında, Yapı Bilgi Modellemesinin sektöre yeni entegre olmaya başladığını göstermektedir.

Alan çalışmasının 3. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesi üzerine çalışanların bu alandaki tecrübelerini öğrenmek amacıyla yöneltilmiş bir sorudur. Bu soruyu cevaplayanların %46'sı 0-5 yıl cevabını, %32'si 6-10 yıl cevabını vermiştir. Bu cevaplara göre Yapı Bilgi Modellemesi üzerine çalışanların, bu alanda daha yeni tecrübe kazanmaya başladığını göstermektedir.

Alan çalışmasının 4. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesi alanında çalışanların hangi meslek grubuna ait olduğunu öğrenmek için yöneltilmiş bir sorudur. Bu soruyu cevaplayanların %40'ı mimar, %38'i inşaat mühendisi cevabını vermiştir. Bu sonuçlara göre Yapı Bilgi Modellemesi alanında çalışanların büyük çoğunluğunun mimar ve inşaat mühendisi olduğunu göstermiştir. Diğer meslek gruplarının bu alana olan ilgi düzeylerinin az olduğunu göstermektedir.

Alan çalışmasının 5. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesi alanında çalışanların, bu alanda elde ettikleri bilgi birikimlerini nasıl sağladığını öğrenmek için yöneltilmiş bir sorudur. Bu soruya birden fazla cevap verilebilmektedir. Bu doğrultuda bu soruya toplamda 245 yanıt alınmıştır. Yanıtların analizine bakıldığında, 61 yanıt Yapı Bilgi Modellemesi kullanan firmalarda çalışarak cevabını vermiştir. 56 yanıtta, internet araştırması, literatür taramaları, sektörel okumalar cevabını vermiştir. En az yanıt 22 ile lisans – lisansüstü eğitim olarak yanıtı olmuştur. Verilen bu cevaplara bakıldığında çoğunluğun internet üzerinden kurslar ve araştırmalar yaparak ve bu alanda çalışarak deneyim kazandığı görülmüştür. Lisans – lisansüstü eğitim olarak yanıtının az olması üniversitelerde bu alanda yapılacak çalışmaların artırılması gerektiğini göstermektedir.

Alan çalışmasının 6. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesi kullanan firmaların, inşaat sektöründe ne kadar bir tecrübesi olduğunu analiz etmek için yöneltilmiş bir sorudur. Bu soruyu verilen yanıtların %46'sı 21 yıl ve üzeri cevabını, %20'si 1-5 yıl arası cevabını vermiştir. Bu verilen cevaplara bakıldığında; Yapı Bilgi Modellemesinin yaygınlaşması ile inşaat sektörünün tecrübeli firmalarının bu alana yöneldikleri görülmektedir. Ayrıca Yapı Bilgi Modellemesinin yaygınlaşması ile bu alanda şirket kuranların sayısının artacağını göstermektedir.

Alan çalışmasının 7. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesi kullanan firmaların, hangi alanda çalıştıklarını görmek amacıyla yöneltilmiş bir sorudur. Bu soruya verilen cevaplara bakıldığında, %35'i ana yüklenici, %23'ü tasarım ve %13'ü alt yüklenici cevaplarını vermiştir. Verilen bu cevaplara bakıldığında bu alanda çalışan firmaların büyük çoğunluğu yüklenici firmalar olduğu yani firmaların uygulama aşamasında Yapı Bilgi Modellemesi kullanıldığını göstermektedir. Yapı Bilgi Modellemesi kullanan her firmanın hem uygulama hem tasarım yapmadığını göstermektedir.

Alan çalışmasının 8. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesi alanında çalışan firmaların cirolarına göre büyüklük analizi yapmak için sorulmuş bir sorudur. Verilen cevaplara bakıldığında %33'lük kısmı bilmiyorum yanıtını vermiştir. %19'u küçük ölçekli firma olduğu yanıtını vermiştir. %16'sı da orta üstü ölçekli firma olduğu yanıtını vermiştir. Verilen bu yanıtlara bakılarak; Yapı Bilgi Modellemesi kullanan firmaların belirli kısmının inşaat sektörüne bu alan ile girdiğini, belirli kısmının inşaat sektöründe

geçmişinin olduğunu daha sonradan Yapı Bilgi Modellemesi alanına entegre olduğunu göstermektedir.

Alan çalışmasının 9. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesini kullanan firmaların, Yapı Bilgi Modellemesi kullanımını nasıl sağladığını öğrenmek amacıyla sorulmuş bir sorudur. Verilen cevaplara bakıldığında, %70 oranında Yapı Bilgi Modellemesi kullanılıyor, şirketimizde Yapı Bilgi Modellemesi ekipleri vardır cevabını vermiştir. %16 oranında ise Yapı Bilgi Modellemesi kullanılıyor, ihtiyaç durumunda danışmanlık alınıyor cevabı verilmiştir. %7 oranında ise Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) kullanılmıyor cevabı verilmiştir. Alan çalışması formu, YBM kullanan firmalarda çalışanlara gönderilmesine rağmen bazı kişiler YBM kullanılmıyor cevabı vermiştir. Verilen bu cevaplara bakıldığında kullanan firmaların büyük çoğunluğunda YBM ekiplerinin mevcut olduğu görülmüştür. Bu sayede YBM kullanılarak yapılacak projelerin ileride artış göstereceğine işaretir.

Alan çalışmasının 10. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) kullanmıyorum cevabını verenler için sorulmuş bir sorudur. Bu soruda YBM'nin kullanılmama sebebini öğrenmek amacıyla sorulmuştur. Verilen cevaplara bakıldığında %50 oranından daha fazlası, YBM kullanımını gerektirecek projelerin olmaması ve yeterli donanımına sahip kişilerin olmaması şıklarını işaretlemiştir. Bu cevaplara göre YBM alanında çalışan kişilerin donanımlarını artırması gerektiği, bu sayede YBM alanında rahat bir şekilde çalışma şansları olacağı çıkarımı yapılmaktadır. Ayrıca YBM gerektirecek projelerin olmaması cevabı, çoğu kamu ihalesinde YBM şartının olmamasından kaynaklandığı bu yüzden firmaların YBM kullanmadığını göstermektedir.

Alan çalışmasının 11. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesi kullanan firmalarda, yapılan projelerinde YBM'nin ne sıklıkla kullanıldığını görmek amacıyla sorulmuş bir sorudur. Bu cevaplar ile YBM kullanan şirketlerin sadece YBM'ye bağlı proje yapıp yapmadığını veya mecburiyet durumunun olup olmadığını öğrenmek amaçlanmaktadır. Alan çalışmasının bu sorusuna verilen cevaplara bakıldığında; %41'i bütün projelerde cevabını, %22'si sık sık cevabını, %10'u sözleşme gereği cevabını vermiştir. Verilen bu cevaplara bakarsak, YBM kullanan firmaların çoğu projesini YBM kullanımı ile yapmaktadır. Sadece firmaların %10'u projelerinde zorunluluktan YBM kullanmaktadır.

Böylece firmaların çoğunun projelerini, Yapı Bilgi Modellemesi kullanarak yaptığı görülmektedir.

Alan çalışmasının 12. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesinin projelerde neden kullanıldığını öğrenmek amacıyla sorulmuştur. Verilen cevaplara bakıldığında başlıca nedenler olarak;

- Yapım aşamasına geçmeden proje çizim hatalarının önüne geçilmesini sağlaması.
- Verimli bir yönetim tekniği sağlaması.
- Proje kapsamında uyumsuzlukların engellenmesi.
- Proje paydaşları arasında iletişimi iyi düzeyde sağlaması.
- Bütçe tahminlerinin doğruya daha yakın yapılmasını sağlaması.

Verilen cevaplarda görüldüğü üzere geleneksel yönetim tekniklerinin sağlayamadığı yani eksik kaldığı durumlara, Yapı Bilgi Modellemesinin çözümler üretmesi kullanım nedenlerini oluşturmaktadır.

Alan çalışmasının 13. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesine gelen yeniliklerden hangisi veya hangilerinin proje yönetimine katkı sağladığını görmek amacıyla yöneltilmiş bir sorudur. Bu sorunun analizine bakıldığında zaman, verilen cevapların yüzde oranları birbirlerine çok yakın olduğu görülmektedir. Sorunun analizinde daha çok tercih edilen yenilikler; çakışma analizi, otomatik metraj, birlikte çalışabilirlik, nesne tabanlı modelleme yanıtlarının daha fazla verildiği görülmektedir. Buna rağmen yanıtlarının oranlarının birbirlerine yakın olması, Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen yeniliklerin proje yönetimine olumlu katkı sağladığını göstermektedir.

Alan çalışmasının 14. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesinin 4D (zaman yönetimi) boyutunun YBM kullanan firmalarda ne oranda kullanıldığını görmek amacıyla sorulmuş bir sorudur. Bu sorunun analizine bakıldığında; YBM kullanan firmaların %80'i YBM'nin 4D boyutunu kullandığını göstermektedir. YBM'nin 4D boyutunu kullanan firmalara bakıldığında; %36'sı bazı projelerinde, %28'i nadiren projelerinde kullanıyorlar cevabını vermiştir. Bu oranlara bakarak, YBM'nin 4D boyutu ileriki yıllarda daha fazla projelerde kullanılacağını bize göstermektedir. Bu durumda inşaat gibi karmaşık projelerde zaman yönetimi için daha kolaylık ve doğru bir yönetim yapılmasını sağlayacaktır.

Alan çalışmasının 15. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesinin 4D boyutunu, projelerinde kullanan firmalar tarafından cevaplandırılmıştır. Bu sorunun sorulma amacı, YBM ile gelen yeniliklerden hangisi veya hangilerinin zaman yönetimine olumlu katkı sağladığını görmektir. Bu sorunun analizine bakıldığında; %25'i birlikte çalışabilirlik cevabını, %23'ü çakışma analizi cevabını, %22'si otomatik metraj cevaplarını vermiştir. Bu verilen yanıtlar en çok tercih edilen üç yanıttır. Verilen yanıtlara bakarak elde edilen sonuçlar;

- Geleneksel proje yönetim tekniklerinde bütün paydaşların bir şekilde çalışmasında yaşanan sorunlara, Yapı Bilgi Modellemesinin getirdiği birlikte çalışabilirlik özelliği ile zaman yönetimine olumlu katkı yaptığı görülmüştür.
- Yapı Bilgi Modelleme yönetim tekniği çakışma analizi ile tasarım aşamasında proje çizim hatalarının önüne geçerek, uygulama aşamasında yaşanacak zaman kayıplarının önüne geçmektedir. Alan çalışmasının bu sorusuna verilen yanıtı bakarak, çakışma analizi özelliğinin zaman yönetimine olumlu bir katkı sağladığı görülmektedir.
- İki boyutlu CAD projeleri üzerinden metraj çıkarmak zaman kaybı ve hatalara sebebiyet vermektedir. Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen otomatik metraj özelliği ile metraj hatalarının önüne geçilmesini sağlamaktadır. Bu metrajları otomatik şekilde alınabilmesi ile zaman kaybının da önüne geçilmektedir. Alan çalışmasının bu sorusunda verilen bu cevap ile otomatik metraj özelliğinin zaman yönetimine olumlu katkı sağlayan önemli yeniliklerden biri olduğunu göstermektedir.

Alan çalışmasının 16. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesi iş kalemlerinin aktivite sürelerini bir platformda belirlemesini sağlamaktadır. Bu özelliğin zaman yönetimine olumlu katkı yapıp yapmadığını öğrenmek için sorulmuş bir sorudur. Ayrıca bu özelliğin ne gibi bir avantaj sağladığını görmek amacıyla sorulmuştur. Alan çalışmasının bu sorusunun analizine bakıldığında, %6 oranında kişi YBM ile gelen bu özelliğin zaman yönetimine olumlu katkı yapmadığı yanıtını vermiştir. %92 oranında kişi de olumlu katkı yaptığı yanıtını vermiştir. Bu özelliğin en çok, %36 oranında kişi süre atamalarını daha kolay ve doğru yapılmasını sağladığı için zaman yönetimine olumlu katkı yaptığını söylemiştir. %29 oranında kişi ise iş kalemlerini oluşturan aktivitelerin gözden kaçırılmasını engellemesi yanıtını vermiştir. Verilen bu yanıtlara bakarak, geleneksel yönetim tekniklerinde yaşanan aktivite belirleme ve bu aktivitelere süre atama sorunlarının YBM

ile çözüldüğü ve bu sayede yapının inşa aşamasında yaşanacak zaman yönetimi sorunlarının önüne geçilmesini sağladığı ve olumlu katkı yaptığı görülmektedir.

Alan çalışmasının 17. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen yeniliklerden biri olan iş programı simülasyonunun zaman yönetimine olumlu katkı sağlayıp sağlamadığını ve olumlu ise ne gibi bir katkı yaptığını görmek için yöneltilmiş bir sorudur. Alan çalışmasının bu sorusunun analizine baktığımızda, sadece %3 oranında yanıtın olumlu katkı sağlamadığı görüşünü verdiği görülmektedir. %97 oranında yanıt olumlu katkı sağladığı görüşün belirtmiştir. YBM ile gelen bu özelliğin daha çok projeyi oluşturan iş aktivitelerinin kontrolünü kolaylaştırması, proje için kritik olan iş kalemlerinin uygulanması ve planlamasında kolaylık sağlaması yönünden katkı sağladığı belirtilmiştir. YBM getirdiği bu özellik ile geleneksel yönetim tekniklerinde yaşanan sorunlardan birine çözüm üreterek, zaman yönetimine olumlu katkı sağladığı görülmektedir.

Alan çalışmasının 18.sorusu, Yapı Bilgi Modellemesi ile en önemli yeniliklerden biri olan çakışma özelliğinin zaman yönetiminde adam x saat olarak ne kadar ağırladığını görmek için sorulmuş bir sorudur. Çakışma özelliği projenin tasarım aşamasında çizim hatalarının önüne geçilmesini sağlayan bir özelliktir. Bu özellik ile uygulama aşamasında yaşanacak sorunların önüne geçilerek adam x saat olarak tasarruf edilmesini sağlamaktadır. Alan çalışmasının bu sorusuna verilen yanıtlara bakarsak, %45 oranında kişi projelerinde %10'dan daha fazla tasarruf sağladığını söylemiştir. %14 oranında kişi %6-8 arasında tasarruf sağladığını belirtmiştir. %6 oranında kişi tasarruf sağlamadığını belirtmiştir. Çakışma analizi özelliğinin adam x saat yönünden ciddi oranda tasarruf sağlattığı görülmektedir.

Alan çalışmasının 19. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesinin önemli özelliklerinden biri olan birlikte çalışabilirlik özelliğinin zaman yönetiminde adam x saat olarak ne kadar tasarruf sağladığını görmek için sorulmuş bir sorudur. Geleneksel yönetim tekniklerinde birlikte çalışabilirliğin etkin olamaması ve bu yüzden zaman yönetiminde aksamalar yaşanmasına sebebiyet verdiği bir gerçektir. Yapı Bilgi Modellemesi proje paydaşlarının koordinasyonunu birlikte çalışabilirlik üst seviyede sağlaması ile zaman yönetimine olumlu katkı yapmaktadır. Alan çalışmasının bu sorusunun analizine bakıldığında, alan çalışmasına katılanların sadece %3'ü tasarruf sağlamadığı görüşünü belirtmiştir. %42'si %10'dan fazla tasarruf sağladığını belirtmiştir. Bu cevaplara bakıldığında ağırlıklı olarak,

YBM ile birlikte çalışabilirlik özelliği adam x saat yönünden tasarruf sağladığı görülmektedir. Bu sayede de zaman yönetimine ciddi oranda katkı sağlamaktadır.

Alan çalışmasının 20. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesi yönetim tekniğinde 5D (maliyet) yönetiminin ne kadar kullanıldığını görmek amacıyla yöneltilmiştir. Alan çalışmasının analizlerine bakıldığında, Yapı Bilgi Modellemesi kullanan firmaların %75'in de 5D maliyet yönetimi kullanıldığı çıkmıştır. Kullananların çoğu nadiren ve bazı projelerde yanıtlarını vermiştir. Buradan da 5D maliyet yönetiminin çoğu proje de aktif kullanılmadığını göstermektedir.

Alan çalışmasının 21. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen yeniliklerden hangilerinin 5D maliyet yönetimine olumlu katkı yaptığını görmek için sorulmuş bir sorudur. Alan çalışmasının bu sorusunu 5D maliyet yönetimi yapan firmalar cevaplamıştır. Verilen yanıtlara göre en çok otomatik metraj özelliği çıkmıştır. Buradan anladığımız, geleneksel proje yönetim tekniklerinde uygulanan metraj hataları proje yapım aşamasında maliyet yönetiminde aksaklıklara sebebiyet verdiğini göstermektedir. YBM ile gelen otomatik metraj özelliği buna çözüm üreterek maliyet yönetimine olumlu etki yaptığı gözlenmektedir. Çakışma analizi yanıtı da en çok verilen yanıtlardandır. Buradan da proje çizim hatalarının önüne geçilmesi maliyet yönetiminin doğru yapılmasını sağladığı görülmektedir.

Alan çalışmasının 22. sorusu, Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen çakışma özelliğinin proje toplam bütçesinde ne kadar tasarruf sağlandığını görmek için sorulmuş bir sorudur. Verilen cevapları incelediğimizde en çok %10'dan fazla ve %2-4 arasında tasarruf sağlar yanıtının çıktığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre tasarım aşamasında sorunların çözülmesi, uygulama aşamasında aksakların önüne geçtiği için proje toplam bütçesinde tasarruf ve doğru yönetim sağladığı görülmüştür. Bu sayede geleneksel yönetim tekniklerine göre daha doğru maliyet yönetimi sağladığı çıkmaktadır.

Alan çalışmasının 23. sorusu, otomatik metraj özelliğinin proje toplam ne kadar tasarruf sağladığını görmek için sorulmuş bir sorudur. Analiz incelendiğinde, yanıtların çoğu %10'dan fazla ve %2-4 arasında etki etmiştir cevabı çıkmıştır. %2 oranında kişi tasarruf sağlamadığını söylemiştir. Otomatik metrajın sağladığı etki ile geleneksel yöntemlerle

yapılan projelere göre toplam bütçede ciddi oranda tasarruf sağladığı görülmektedir. Bu sayede de maliyet yönetimini kolaylaştırdığı gözlenmektedir.

Alan çalışmasının 24. sorusu, birlikte çalışabilir özelliğinin proje toplam bütçesinde ne kadar tasarruf sağladığını gözlemlemek için sorulmuş bir sorudur. Analizleri incelediğimizde, alan çalışmasına katılanların %99'u birlikte çalışabilirliğin tasarruf sağladığını söylemiştir. Tasarruf olarak, %10'dan fazla ve %2-4 arasında etkilediği yanıtları en çok çıkmıştır. Bu sonuçlara göre birlikte çalışabilirlik sağladığı etki ile tasarruflu ve doğru bir maliyet yönetimi sağladığı gözlenmiştir.

Genel olarak alan çalışmasının analizlerine bakarsak;

- Yapı Bilgi Modellemesi sektöründe mimar ve inşaat mühendisi hâkimiyeti fazladır.
- Bu alanda çalışanların çoğunun tecrübesi 1-5 yıl arasında olduğu gözlenmiştir. Gelecek yıllarda tecrübeli kişi sayısının artacağı görülmektedir.
- Yapı Bilgi Modellemesini, geleneksel yönetim tekniklerinde yaşanan sıkıntılara çözümler üretmesi proje yönetimine olumlu yansıdığı görülmüştür.
- Yapı Bilgi Modellemesi kullanan firmalarda 4D zaman boyutu kullanım oranı yüzde 93 gibi bir orandır. Bu oranda projelerde 4D boyutunun kullanımının bir iyi oranda olduğunu göstermektedir.
- Çakışma özelliği, otomatik metraj ve birlikte çalışabilirlik yenilikleri zaman yönetimini en çok olumlu katkı yapan yenilikler olduğu görülmüştür.
- Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen yeniliklerden çakışma analizi, otomatik metraj ağırlıklı ortalama olarak %6,96 oranında adam x saat oranında tasarruf sağlamaktadır (Alan çalışmasının 18. ve 19. sorularının verileri kullanılarak elde edilmiştir).
- Yapı Bilgi Modellemesi kullanan firmalarda 5D boyutu kullanım oranı %75 gibi bir orandır. Bu oranda projelerde 5D boyutunun kullanımının 4D boyutuna göre biraz daha az olduğunu göstermekle birlikte yine de önemli bir orandır.
- Çakışma analizi, otomatik metraj ve birlikte çalışabilirlik yenilikleri zaman yönetimini en çok olumlu katkı yapan yenilikler olduğu görülmüştür.
- Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen yeniliklerden çakışma analizi, otomatik metraj ağırlıklı ortalama olarak %6,55 oranında proje toplam bütçesinde tasarruf

sağlamaktadır (Alan çalışmasının 22., 23. ve 24. Sorularının verileri kullanılarak elde edilmiştir).

Yapı Bilgi Modellemesi tekniğinin proje yönetimine pozitif yönde etki sağladığı görülmüştür. Özellikle zaman ve maliyet yönetimi için getirdiği yenilikler, geleneksel yönetim tekniklerinde yaşanan sorunlara çözümler üreterek, tasarruf edilmesini sağlamaktadır.

Alan çalışmalarında elde edilen verilerin iç tutarlılıklarının kontrol edilmesi için birçok yöntem mevcuttur. İç tutarlılığın bir ölçüsü Cronbach alfa katsayısı (α), elde edilen verilerin güvenilirliğini sorgulamak için kullanılmaktadır. Cronbach alfa katsayısı aşağıda yer alan sınıflandırılmaya göre yorumlanmaktadır. (Kılıç, 2016, Yıldız ve Uzunsakal, 2018).

- $0,00 < \alpha < 0,40$ ise güvenilir değil,
- $0,40 < \alpha < 0,60$ ise düşük güvenilirlikte,
- $0,60 < \alpha < 0,80$ ise oldukça güvenilirlikte,
- $0,80 < \alpha < 1,00$ ise yüksek güvenilirlikte.

Bu tez kapsamın yapılan alan çalışması doğrultusunda şirket çalışanlarına yöneltilen soruların Cronbach alfa katsayısı (α) 0,74313 çıkmıştır. Çıkan bu sonuç doğrultusunda alan çalışması sorularının iç tutarlılığı “oldukça güvenilir” sınıfında yer almıştır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnşaat projeleri birçok disiplinin birleşmesiyle ortaya gelen bir sektördür. Bu yüzden bu disiplinlerin birlikte çalışması ve yönetilmesi çok büyük öneme sahiptir. Geçmişten günümüze inşaatların kısa zaman, az maliyet ve yüksek kalite de yapılması istenmektedir. Bu yüzden projelerde, proje yönetim teknikleri kullanılmıştır. Kullanılan bu proje yönetim teknikleri, projelerin yönetiminde faydalı olduğu bir gerçektir. Ancak aksama yaşanan yönlerin de olduğu görülmüştür. Son yıllarda yaşanan bu sorunlara çözüm üretebilmek amacıyla Yapı Bilgi Modelleme tekniği ortaya çıkarıldı ve projelerde aktif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu yönetim tekniğinin, geleneksel yönetim tekniklerinde yaşanan sorunlara getirdiği yenilikler ile çözümler ürettiği ve doğru zaman yönetimi ve maliyet yönetimi sağladığı görülmüştür.

Geleneksel yönetim teknikleri ile yapılan proje yönetimlerinde birçok eksiklik yaşanmıştır. Bu eksiklikler zaman ve maliyet yönetimlerini olumsuz etkilemiştir. Bu eksiklere bakarsak;

- i. İnşaat projeleri birçok paydaştan oluştuğu için proje paydaşları arasında yaşanan koordine eksikliği
- ii. Birçok proje türü olması ve bu projelerde oluşan değişiklikleri aktarma da yaşanan sıkıntılar
- iii. İki boyutlu modellemede kalmış olması
- iv. Projelerin tasarım aşamasında yaşanan çizim hataları
- v. İş programlarının projelerden ayrı yapılması ve aksaklık yaşanması
- vi. Metraj alımların da yaşanan sıkıntılar
- vii. Bütçe oluşturma da yaşanan eksiklikler

gibi birçok konuda sıkıntılar yaşanmıştır. Yapı Bilgi Modellemesi getirdiği yenilikler ile bu aksaklıklara çözümler üretmiş olup, proje yönetimine olumlu katkı sağlamıştır.

Zaman yönetimi projeler için önemli bir proje bilgi alanıdır. Çoğu inşaat projesinde zaman kısıtlaması olduğu için doğru yönetim yapılması gerekmektedir. Yapı Bilgi Modellemesi getirdiği yeniliklerden; çakışma analizi, birlikte çalışabilirlik ve otomatik metraj özellikleri yapılan alan çalışmasında en çok etki eden yeniliklerdir. Yapılan alan

alışmasında bu üç özelliğın Yapı Bilgi Modellemesi ile zaman yönetimi yapılan projelerde adam x saat olarak sağladığı tasarruf oranı %6,96 oranındadır. Bu orana bakıldığında; Yapı Bilgi Modellemesi sayesinde inşaat projelerinde zamansal olarak ciddi oranda tasarruf sağladığı görölmüşür. Bu sayede de gereksiz süre artışının ve para çıkışının da önüne geçilmesini sağlamıştır.

Maliyet yönetimi de zaman yönetimi gibi önemli bir proje bilgi alanıdır. Çoğu inşaat projesi minimum maliyet ile yapılması istenmektedir. Bu yüzden inşaat projelerinde doğru maliyet yönetimi yapılmalıdır. Yapı Bilgi Modellemesi, geleneksel yönetim tekniklerinde yaşanan aksaklıklara çözümler üreterek, doğru bir maliyet yönetimi sağlamaktadır. Yapılan alan çalışmasında gelene yeniliklerden; çakışma analizi, birlikte çalışabilirlik ve otomatik metraj özelliklerinin maliyet yönetimine en çok katkı sağladığı görölmektedir. Bu yeniliklerin, Yapı Bilgi Modellemesi kullanılarak yapılan maliyet yönetimine sağladığı tasarruf oranı %6,55 oranında olduğı alan çalışmasında görölmüşür. Bu sonuçlara göre Yapı Bilgi Modellemesi, geleneksel yönetim tekniklerine göre ciddi oranda tasarruf sağladığı görölmektedir.

Yapı Bilgi Modellemesi, inşaat projelerin temel iki bilgi alanlarından zaman ve maliyet yönetiminde yaşanan aksaklıklara çözümler üreterek, bu alanlarda tasarruflar sağlamıştır. Günümüzde Yapı Bilgi Modellemesi kullanım oranlarının giderek yükseldiğı görölmektedir. Alan çalışmasında; Yapı Bilgi Modellemesinin 4D boyutu kullanım oranı %93, 5D boyutu kullanım oranı %75 oranında çıkmıştır. Ülkemizde yapılan alan çalışmasında bu oranların iyi olduğı görölmektedir.

Yapı Bilgi Modellemesinin proje yönetimine olumlu etki yaptığı alan çalışmasında görölmüşür. Yapı Bilgi Modellemesi ile yapılan projelerde zaman ve maliyet yönünden tasarruf sağlandığı görölmüşür. Yapı Bilgi Modellemesi günümüzde kullanılmaktadır. Ancak sağladığı etkiler göz önüne alındığında; özellikle kapsamı geniş projelerde zorunlu hale getirilmelidir. Bu sayede inşaat sektöründe optimum zamanda, az maliyetli projeler elde edilmesi sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- Ahmed. İ. (2022). Metro Projelerinde BIM'in Benimsenmesi ve Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 714613.
- Akkoyunlu. T. (2015). Kentsel Dönüşüm Projeleri İçin BIM Uygulama Planı Önerisi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 419064.
- Akküç. G. (2019). Ulusal Yapı Enformasyon Modellemesi (YEM/BIM) Kütüphanesi İçeriğinin Sektörel İhtiyaçları Karşılacak Şekilde Geliştirilmesi İçin Bir Araştırma: Kapı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 556290.
- Ata. N. (2009). Türkiye'de İnşaat Sektöründe Profesyonel Proje Yönetim Standartlarının Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 251338.
- Ayaydın E. (2000). Bir yatırım Projesi için Uygulanan ve Önerilen Proje Yönetim Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 101075.
- Aydın. M. (2019). Enerji Harcamalarının Azaltılmasını Hedefleyen Yerleşme Dokusu Tasarım Parametrelerinin BIM Aracılığı ile Optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 611336.
- Azhar. S., Hein. M., Sketo. B., (2007). Building Information Modelling (BIM): Benefits, Risks and Challengs. *BIM-Benefits Measurement*, 18(9), 11.
- Babic. N., Podbreznik . P.,Rebolj. D. (2010). *Integrating Resource Production and Construction Using BIM*. Automation in Construction, ss: 539-543.
- Balaban. E. (2003). Proje Yönetiminde Zaman. İstanbul Teknik Üniversitesi, www.isletme.istanbul.edu.tr/ogrelem/balaban, (Ziyaret tarihi: 20 Aralık 2021).
- Bargstadt. H. (2015). *Challenges of BIM for Construction Site Operations*. Procedia Engineering. 117(1), 52-59.
- Barutcugil. İ. (2008). *Proje Yönetimi*. Kariyer Yayıncılık, 30-35.
- Bečvarovská. R., Matějka. P. (2014). Comparative Analysis of Creating Traditional Quantity Take Off Method and Using a BIM Tool, http://www.conferencecm.com/podklady/history5/Prispevky/paper_becvarovska.pdf, (Ziyaret tarihi: 8 Aralık 2021).
- Bergin. M. (2013). History of BIM, <http://www.archdaily.com/302490/abrief-history-of-bim/>, (Ziyaret tarihi: 18 Aralık 2021).

- Butt. Y. (2013). *Major Role of Project Integration Management*. Project Management, Comsats Institute of Information Tecnology, 5-11.
- Crotty. R. (2012). *The Impact of Building Information Modelling: Transforming Construction*. Spon Press, 100-120, ISBN: 9780203836019.
- Çalışkan. E. (2009). İnşaat Teknik Müşaviri Firmaların Proje Yönetimi Yöntemlerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 243906.
- Çelebi. B. (2022). BIM Tabanlı Enerji Simülasyon Yazılımlarının Analiz Sonuçları Üzerine Bir İnceleme. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 720896.
- Çelikel. A. (2020). BIM Tabanlı İnşaat Proje Yönetimi ve Teslimi İçin Akıllı Bir Rehber: İstanbul Havalimanı Vaka Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, 661729.
- Çepni. Y. (2021). Yapı Bilgi Modellemesi Tabanlı Kalıp ve Kaplama Metrajlarının Görsel Programlama Kullanılarak Hesaplanması, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 695667.
- Çırakcıoğlu. A. (2021). İnşaat Sektöründe Planlama ve Kontrol İş Akış Süreçlerinin Yapı Enformasyonu Modellemesi (BIM) Kullanılarak Etkinleştirilmesi: Kavramsal Bir Model Önerisi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 709858.
- Darring. J. (2011). *Using a Design-Build Contract for Lean Integrated Project Delivery*. Lean Construction Journal, 85, 91.
- Demirel. K. (2014). Proje Yönetimi El Kitabı, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Üniversitesi, Kocaeli, 370164.
- Dere. S. (2013). İnşaat Projelerinde Gecikme Analizi: Bir Gecikme Analizi Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dilsizoğlu Özperçin. G. (2016). Integrated Project Delivery Method Using BIM To Support of Sustainable Design and Construction, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 508.
- Dispenza. K. (2010). *The Daily Life of Building Information Modeling (BIM)*, Buildipedia, <http://buildipedia.com/aec-pros/design-news/the-daily-life-of-buildinginformation-modelling-bim>, (Ziyaret tarihi: 10 Aralık 2021).
- Döşer. A. (2016). Yapı Bilgi Modellemesinin (BIM) Tesis Yönetimine Entegrasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 449292.
- Eastman. C., Liston. K., Sacks. R. (2008). *BIM Handbook Paul Teicholz Rafael Sacks* (2nd ed.). United State.

- Eker. E. (2008). Alman İnşaat (Proje) Yönetiminin Hizmet ve Uygulama Standartı ile Amerikan İnşaat (Proje) Yönetiminin Hizmet ve Uygulama Standardının Karşılaştırmalı Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 251742.
- Esatoğlu. N. (2010). Bilgi Teknolojileri Proje Yönetimi ve Başarı Koşulları, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 181949.
- Eshaqzada. A. (2021). Yapı Bilgi Modellemesi ile Yalın İnşaatın Etkilişimine Yönelik Bir Delphi Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 670909.
- Eroğlu. E. (2019). *Evaluation of the Reliability of BIM-Based Quantity Takeoff Processes in Construction Projects*, Ankara, s:3-5
- Gelener. C. (2019). İnşaat Sektöründen Bir Uygulama ile Yapı Bilgi Modellemesi. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 599162.
- Güler. C. (2021). Türk Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat Endüstrisinde BIM'e Geçiş Süreci. Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 688317.
- Gülerses. F. (2018). Yapı Bilgi Modellemesi (5D) ile Maliyet Yönetiminin Avantaj ve Dezavantajlarının Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 513049.
- Han. S., Kim. D., Kim. H., Jang. W. (2008). *A Web-based Integrated System for International Project risk Management*. Automation in Construction, ss: 342- 356.
- Hardin. B., McCool. D. (2015). *BIM and Construction Management-Proven Tools, Methods and Workflows* (2nd ed.). Indiana: Indianapolis.
- Hergünel. M. (2011). Benefits of Building Information Modelling for Construction Managers and BIM Based Scheduling, Yüksek Lisans Tezi, Worcester Polytechnic Institute, Fen Bilimleri Enstitüsü, İngiltere, 89.
- Karakurt. A. (2019). Yapı Bilgi Modellemesi Teknolojisinin Yapım Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, 577035.
- Kıvrıkcı. İ. (2016). An Investigation Into The Building Information Modelling Applications In The Construction Project Management, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 445035.
- Kocakulak. M. (1997). Proje Yönetim Danışmanlığı Yapan Firma Bakışıyla Proje Yönetim Sistemi ve Uygulama Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 66461.

- Koçoğlu. A. (2021). Altyapı Projesinde BIM Uygulanması: Gaziantep Metro Projesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, 662046.
- Konakçı. C. (2006). İnşaat Planlama Teknikleri ve Yeni Yaklaşımlar-Türk Yüklenici Firmaları Alan Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 172107.
- Kömürlü. R., Memioğlu, C. (2018). İnşaat Firmaları için İhale Aşamasında İnşaat Risklerinin Değerlendirilmesi. *Çukurova 1. Uluslararası Muti Disipliner Çalışmalar Kongresi*, Adana, Türkiye, ss: 41-47.
- Kömürlü. R., Doğru. M. (2018). *İnşaat Projelerinde Risk Yönetiminin Önemi ve Riskleri Azaltmaya Yönelik Öneriler*. Yapı Dergisi (Building Journal), sayı: 440, ss: 64-67.
- Kömürlü. R., Toltar.L. (2018). İnşaatta Proje Yönetimi Projenin Başarısına Etkisi. *Mimarlık ve Yaşam Dergisi*, 3(2),249-258.
- Kömürlü. R., Yurdal. T. (2019). İnşaat Projelerinde Tedarik Süreçlerinin Önemi ve Karşılaşılan Başlıca Sorunlar. *Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi Tam Kitabı*, Icar Congress Bolu, ss: 542-548.
- Köseoğlu. O., Sakin. M., Arayıcı. Y. (2017). *Exploring the BIM and Lean Synergies in the İstanbul Grand Airport Construction Project*, Engineering Construction and Architectural Management, 10.1108, 1339-1354.
- Kuroğlu. M., Ezcan. V. (2002). Türkiye’de İnşaat Proje Yönetimi Doğru Yerde mi? İstanbul Teknik Üniversitesi, Yapı İşletmesi Ana Bilim Dalı.
- Kuytan. E. (2021). Yapı Bilgi Modellemesinin (YBM) İnşaat Yönetimi Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, 696863.
- Latiffi. A., Brahim. J., Mohd. S., Fathi. M. (2015). *Building Information Modelling (BIM): Exploring Level of Development (LOD) in Construction Projects*, Applied Mechanics and Materials, 933-937.
- Li. J., Hou. L., Wang. X., Wang., J., Guo. J., Zhang. S. ve Jiao. Y. (2014). *A Projectbased Quantification of BIM Benefits*. Int J Adv Robot Syst, Çin.
- Massum. S. (2020). Proje Planlama, Sürdürülebilirlik, Bina Performansı ve Türkiye’de Daha Hızlı Uyuma Yönelik Bina Bilgi Modelleme Uygulamasının Kavramsal Çerçevesi, Yüksek Lisans Tezi, TED Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 619421.
- Memioğlu. C. (2020). İnşaat Sektöründe İhale Süreci Kapsamında Sözleşmelerde Risk Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 651058.

- Munoz. V., Arayici. Y. (2015). *Using Free Tools to Support the BIM Coordination Process Into SMEs*. WIT Transactions on The Built Environment, 1743-3509, 33-41.
- Muratoğlu. H. (2015). BIM Kullanımının Tasarım Aşamasından Kaynaklanan Uyuşmazlıklar Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, İstanbul, 397864.
- Najjar. J. (2008). Factors Influencing Time and Cost Overruns on Construction Projects in the Gaza Strip. Yüksek Lisans Tezi, The Islamic University of Gaza, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazze, 19044.
- Osello. A. (2012). The Future of Drawing with BIM for Engineer and Architects. *Tipografia Priulla*, Sicilya, İtalya.
- Ölçer. M. (1996). İnşaat Sektöründe Proje Yönetimi ve Sorunları, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 51100.
- Öz Döşer. A. (2016). Integration of BIM to Facility Management, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 449292.
- Özorhon. B. (2018). *Yapı Bilgi Modellemesi İBB Anadolu Yakası Raylı Sistem Projeleri, Abaküs* (1 rd ed.), İstanbul.
- PMBOK (2013). *A Guide To the Project Management Body of Knowledge* (50 rd ed.), PMI.
- PMI. (2010). *Project Management Enstitü*.
- Politi. R. (2018). Yapı Bilgi Modellemesi İle Proje Planlama ve Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 542603.
- Porwal. A., Hewage. K. (2013). *Building Informaton Modelling (BIM) Partnering Framework for Public Construction Projects*, 204-214.
- Prensa. A. (2002). The Critical Path Method, Yüksek Lisans Tezi, Project Management Enstitü, Porto Rico.
- Ramanathan. C., Potty. N., Idrus. A. (2012). *Analysis of Time and Cost Overrun in Malaysian Construction*, Advanced Materials Research Vols., 1002-1008.
- Saygılı. G., 2019, *Metro Projelerinin Yapım Aşamasında Karşılaşılan Risklerin Yapı Bilgi Modellemesi Destekli Yönetimi*, İstanbul, s:58- 59
- Shane. J., Gransberg. D. (2010). Contractual Coordination of the Design Contract with 120 the Construction Manager-at-Risk Preconstruction Service Contract, *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, (2151), 55-59.

- Soliman. E. (2017). Communication Problems Causing Governmental Projects Delay Kuwait Case Study. International Journal of Construction Project Management
- Smith. D., Tardiff. M. (2009). *Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors and Real Estate Asset Managers* (2 rd ed.), New Jersey: Hoboken.
- Smith. P. (2014). *BIM and The 5D Project Cost Manager*, Procedia-Social and Behavioral Sciences, (119), 475-484.
- Sulavinki. K., Kahkonen. K., Makela. T., Kiviniemi. M. (2010). *4D BIM for Construction Safety Planning*. www.cib2010.org/post/files/papers/1167.pdf
- Sümer. E. (2013). Yeşil Bina Proje Yönetim Süreçleri Ve Türkiye’de LEED ve BREEAM Uygulamalarında Proje Yönetimi Süreçlerine İlişkin Örnek Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 350634.
- Şimşek. U. (2011). CMMI Rehberliğinde PRINCE2 ile Servis Odaklı Mimari Tabanlı Uygulama Geliştirme, Yüksek Lisans, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 284817.
- Tan. S. (2021). Türk İnşaat Sektöründe BIM Uygulamalarının Yaygın Kullanılmasına Neden Olan Faktörlerin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, 676014.
- Toltar. L. (2019). Toplu Konut Üretiminde Proje Yönetiminin Süre, Maliyet ve Kalite Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 611506.
- Tosun. A. (2019). YBM Standartlarının Karşılaştırmalı İncelenmesi ve Ulusal Standardizasyon Çalışmaları Açısından Değerlendirilmesi, İstanbul, 66-67.
- Usta. O. (2020). Parametrik Tasarım Anlayışıyla Tasarlanan Yapının BIM süreçlerinden geçerek TBDY-2018’ e Göre Yapısal Analizinin Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, 683893.
- Uzun. F. (2019). BIM-Yapı Bilgi Modellemesi Geçiş ve Uygulama Süreçlerinin İncelenmesi:3 Vaka Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 612644.
- Ünder M. (2006). İnşaat İşletmelerinde Proje Yönetim ve Bilgi Teknolojileri Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 211904.
- Ünsal. Ö. (2017). Yerel Yönetimlerde Entegre Coğrafi Bilgi Sistemi ve İş Zekası Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 495445.

- Wahbeh. W. (2017). Building Skins, Parametric Design Tools and BIM Platforms. *Conference Proceedings of the 12th Conference of Advanced Building Skins*, 1104-1111.
- Yıldırım. M. (2022). Yapı Bilgi Modelleme Sistemi ile Sürdürülebilir ve Enerji Tasarruflu Konut Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 712300.
- Yılmaz. S. (2021). Maliyet Kontrol Pratiklerinin BIM Uygulamalarıyla Kolaylaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 691819.





EKLER

Ek-A:

Alan Çalışması

1. Alan Çalışması Hakkında Genel Bilgiler

İnşaat projeleri karmaşık projelerdir ve proje hedeflerini yakalayabilmek için proje yönetimi ile gerçekleştirilmeleri gerekmektedir. Proje yönetiminin temel iki kısmı olan zaman ve maliyet yönetimi, projenin başarısı için çok önemlidir. İnşaat sektöründe Yapı Bilgi Modellemesinin (BIM) kullanımı günden güne artmaktadır. Yapı Bilgi Modellemesi yönetim tekniği ile birçok yenilik inşaat sektörüne entegre olmaktadır ve bu yeniliklerin zaman ve maliyet yönetimine yaptığı katkı, gerek akademik araştırmalarda, gerekse sektör geribildirimlerinde izlenebilmektedir.

Bu alan çalışması, Yapı Bilgi Modellemesinin Proje Yönetiminde Zaman ve Maliyete Olan Etkisinin İncelenmesi konulu yüksek lisans tez çalışması kapsamında hazırlanmıştır. Alan çalışması ile elde edilecek verilerin kullanılacağı tez çalışması ile hem akademik alanda, hem de inşaat sektöründe Yapı Bilgi Modellemesi yönetim tekniğine odaklanan kişilere ve kurumlara katkı sağlanması amaçlanmaktadır. Yapılan çalışmada, tüm kişisel bilgiler ile kurum bilgileri gizli tutulacak olup, verdiğiniz cevaplarda hâlihazırda çalışmakta olduğunuz ve/veya geçmişte çalıştığınız kurum ve projeleri göz önüne almanız rica olunur.

Alan çalışması 24 sorudan oluşmakta olup tahmini cevaplama süresi 5-10 dakikadır.

Katkılarınız için teşekkür ederim. Saygılarımla.

Barış Sever, brssever95@gmail.com, 0538 420 36 86

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı,
Yüksek Lisans Programı

2. ALAN ÇALIŞMASI FORMU

1. Şu an da çalıştığınız firmanın veya geçmişte çalıştığınız firmanın adı nedir? (Kurum bilgileri gizli tutulacaktır)
2. Şu an da çalıştığınız firma veya geçmişte çalıştığınız firmadaki pozisyonunuz nedir?

- ☐ Çalışan
- ☐ Orta Düzey Yönetici
- ☐ Üst Düzey Yönetici
- ☐ Şirket Sahibi / Girişimci
- ☐ Diğer (Belirtiniz):

3. İş tecrübeniz kaç yıldır?

- ☐ 0-5 yıl arası
- ☐ 6-10 yıl arası
- ☐ 11-15 yıl arası
- ☐ 16-20 yıl arası
- ☐ 21 yıl ve üzeri

4. Mesleğiniz nedir?

- ☐ İnşaat Mühendisi
- ☐ Mimar
- ☐ Elektrik Mühendisi
- ☐ Makine Mühendisi
- ☐ Tekniker
- ☐ Diğer (Belirtiniz):

5. Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) ile ilgili bilgilerinizi-tecrübelerinizi nasıl edindiniz?
(Birden fazla işaretleyebilirsiniz)

- ☐ Yapı Bilgi Modellemesi kullanan firmalarla veya danışman firmalarla çalışarak
- ☐ İnternet araştırması, literatür araştırması, sektörel okumalar yaparak
- ☐ Konferanslara / sempozyumlara / etkinliklere katılarak
- ☐ Takım / Ekip arkadaşları ve paydaşlardan edindiğimiz bilgileri paylaşarak
- ☐ Yapı Bilgi Modellemesi ile ilgili meslek içi eğitimler alarak
- ☐ Üniversitede (Lisans-Lisansüstü) eğitim alarak
- ☐ Diğer (Belirtiniz):

6. Firmanız kaç yıldan beri aktif şekilde faaliyet göstermektedir?

- ☐ 1 yıl – 5 yıl arası
- ☐ 6 yıl -10 yıl arası
- ☐ 11 yıl -15 yıl arası
- ☐ 16 yıl – 20 yıl arası
- ☐ 21 yıl ve üzeri

7. Şirketiniz hangi alanda faaliyet göstermektedir?

- ☐ Tasarım
- ☐ Uzman (mekanik, elektrik, statik, yeşil bina vb.) danışmanlık
- ☐ Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) danışmanlığı
- ☐ Ana yüklenici
- ☐ Alt yüklenici
- ☐ Diğer (Belirtiniz):

8. Şirketinizin yıllık cirosu ortalama ne kadardır?

- ☐ Yıllık cirosu 10 milyon TL’den küçük (küçük ölçekli şirket)
- ☐ Yıllık cirosu 10 milyon TL – 100 milyon TL arası (orta ölçekli şirket)
- ☐ Yıllık cirosu 100 milyon TL – 500 milyon TL arası (orta üstü ölçekli şirket)
- ☐ 500 milyon TL – 1 milyar TL arası (büyük ölçekli şirket)
- ☐ 1 Milyar TL’den büyük (çok büyük ölçekli şirket)
- ☐ Bilmiyorum

9. Şirketinizde yürütülen projeler için Yapı Bilgi Modellemesi kullanılıyor mu?
Kullanılıyor ise nasıl sağlanmaktadır?

- ☐ Yapı Bilgi Modellemesi kullanılıyor. Şirketimizde Yapı Bilgi Modellemesi ekibi/ekipleri var.
- ☐ Yapı Bilgi Modellemesi kullanılıyor. Yapı Bilgi Modellemesi kullanılan bir firmadan danışmanlık alınmaktadır.
- ☐ Yapı Bilgi Modellemesi kullanılıyor. Projenin içeriğine göre veya istenmesi üzerine ekip kurulmaktadır veya başka bir şirketten danışmanlık alınmaktadır.
- ☐ Uygulanmıyor.

10. Projelerinizde Yapı Bilgi Modellemesi kullanılmıyor ise nedeni nedir? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)

- ☐ Yapı Bilgi Modellemesi kullanımını gerektirecek projeler olmamasından dolayı.
- ☐ Yeterli donanımına sahip kişilerin mevcut olmamasından dolayı.
- ☐ İş yükümüzü artıracak düşünülmediğinden.
- ☐ Şirket faaliyet alanlarına uygun olmamasından dolayı.
- ☐ Yapı Bilgi Modellemesi için harcanacak zaman ve işgücünün projeye kayda değer katkı sağlayacağı düşünülmediğinden.
- ☐ Yapı Bilgi Modellemesinin kullanımının maliyeti artıracak düşünülmediğinden.

11. Projelerinizde Yapı Bilgi Modellemesi kullanımı mevcut ise ne sıklıkla kullanıyorsunuz?

- ☐ Bütün projelerde
- ☐ Sık sık
- ☐ Bazı projelerde (tercihen)
- ☐ Ender olarak
- ☐ Sözleşme gereği (mecburiyet durumunda)
- ☐ Hiç

12. Projelerinizde neden Yapı Bilgi Modellemesi kullanıyorsunuz? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz.)

- ☐ Verimli bir yönetim tekniği sağladığından.
- ☐ Yapım aşamasına geçmeden proje çizim hatalarının önüne geçilmesini sağladığından.
- ☐ Sözleşme gereği (mecburiyet durumunda).
- ☐ Proje paydaşları arasında iletişimi iyi düzeyde sağladığından.
- ☐ Zaman ve maliyet yönetimini kendi içinde yapılmasını sağladığından.
- ☐ Proje çizim hatalarının önüne geçilmesi ile daha düşük maliyetlere imkân verdiğinden.
- ☐ Projelerin yapım süresinin kısılmasını sağladığından.
- ☐ Bütçe tahminini daha doğruya yakın yapılmasını sağladığından.
- ☐ Proje kapsamında uyumsuzlukları engellemesi veya azaltılmasını sağladığından.
- ☐ Projelerin uygulama aşamasında kalite standartlarının yükseltilmesini sağladığından.

☐ Diğer (Belirtiniz):

13. Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen yeniliklerden hangisinin proje yönetimine katkı sağladığını düşünüyorsunuz? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)

- ☐ Nesne tabanlı modelleme
- ☐ Otomatik metraj
- ☐ Çakışma analizi
- ☐ İş programı takibi
- ☐ Maliyet takibi
- ☐ Birlikte çalışabilirlik
- ☐ Entegre proje teslim yöntemi

14. Projelerinizde Yapı Bilgi Modellemesinin 4D (zaman) boyutunu projelerinizde ne sıklıkla kullanıyorsunuz?

- ☐ Kullanmıyoruz
- ☐ Nadiren
- ☐ Bazı projelerde
- ☐ Sık sık
- ☐ Bütün projelerde

15. Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen yeniliklerden hangisinin zaman yönetimine olumlu katkı sağladığını düşünüyorsunuz? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)

- ☐ Nesne tabanlı modelleme
- ☐ Otomatik metraj
- ☐ Çakışma analizi
- ☐ Birlikte çalışabilirlik
- ☐ Entegre proje teslim yöntemi
- ☐ Diğer (Belirtiniz):

16. Yapı Bilgi Modellemesi ile yapılan zaman yönetiminde iş kalemlerinin aktivite sürelerinin bir platformda belirlenmesinin zaman yönetimine nasıl olumlu katkı yaptığını düşünüyor musunuz? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz)

- ☐ Olumlu katkı yaptığını düşünmüyorum.
- ☐ İş kalemlerini oluşturulan aktivitelerin gözden kaçırılmasını engellemesi.
- ☐ Aktivitelerin süre atamalarının daha kolay ve doğru yapılması.
- ☐ Kritik iş kalemlerinin aktivitelerini belirlemede kolaylık sağlaması.
- ☐ Diğer (Belirtiniz):

17. Yapı Bilgi Modellemesi ile hazırlanan üç boyutlu iş programı simülasyonunun zaman yönetimine nasıl olumlu katkı yaptığını düşünüyorsunuz? Olumlu katkı yaptığını düşünüyorsanız, ne gibi bir katkı yapmıştır? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz.)

- ☐ Olumlu katkı yaptığını düşünmüyorum.
- ☐ Zaman yönetiminin uygulanması kolaylaştırmaktadır.
- ☐ Projeyi oluşturan iş aktivitelerinin kontrolünün kolaylaştırmaktadır.
- ☐ Proje için kritik olan iş kalemlerinin uygulanması ve planlanmasında kolaylık sağlamaktadır.
- ☐ Diğer (Belirtiniz):

18. Yapı Bilgi Modellemesinin yeniliklerinden olan çakışma analizi ile proje aşamasında sorunların çözümünün projenin toplam süresinde adam x saat olarak yüzde kaç tasarruf sağladığını düşünüyorsunuz?

- ☐ Tasarruf sağladığını düşünmüyorum.
- ☐ <%2
- ☐ %2-4
- ☐ %4-6
- ☐ %6-8
- ☐ %8-10
- ☐ >%10

19. Yapı Bilgi Modellemesinin getirdiği birlikte çalışabilirlik özelliğinin projenin toplam süresinde adam x saat olarak ne kadar tasarruf sağladığını düşünüyorsunuz?

- ☐ Tasarruf sağladığını düşünmüyorum.
- ☐ <% 2
- ☐ %2-4

- ☐ %4-6
- ☐ %6-8
- ☐ %8-10
- ☐ >%10

20. Projelerinizde Yapı Bilgi Modellemesinin 5D (maliyet) boyutunu projelerinizde ne sıklıkla kullanıyorsunuz?

- ☐ Kullanmıyoruz
- ☐ Nadiren
- ☐ Bazı projelerde
- ☐ Sık sık
- ☐ Bütün projelerde

21. Yapı Bilgi Modellemesi ile gelen yeniliklerden hangisinin maliyet yönetimine olumlu katkı sağladığını düşünüyorsunuz? (Birden fazla işaretleyebilirsiniz.)

- ☐ Nesne tabanlı modelleme
- ☐ Otomatik metraj
- ☐ Çakışma analizi
- ☐ Birlikte çalışabilirlik
- ☐ Entegre proje teslim yöntemi
- ☐ Diğer (Belirtiniz):

22. Yapı Bilgi Modellemesinin çakışma analizi özelliğinin proje toplam bütçesinde yaklaşık olarak ne kadar tasarruf sağladığını düşünüyorsunuz?

- ☐ Tasarruf sağladığını düşünmüyorum.
- ☐ <% 2
- ☐ %2-4
- ☐ %4-6
- ☐ %6-8
- ☐ %8-10
- ☐ >%10

23. Yapı Bilgi Modellemesinin otomatik metraj özelliğinin proje yaklaşık olarak toplam bütçesinde yaklaşık olarak ne kadar tasarruf sağladığını düşünüyorsunuz?

- ☐ Tasarruf sağladığını düşünmüyorum.
- ☐ <% 2
- ☐ %2-4
- ☐ %4-6
- ☐ %6-8
- ☐ %8-10
- ☐ >%10

24. Yapı Bilgi Modellemesinin birlikte çalışabilirlik özelliğinin proje toplam bütçesinde yaklaşık olarak ne kadar tasarruf sağladığını düşünüyorsunuz?

- ☐ Tasarruf sağladığını düşünmüyorum.
- ☐ <% 2
- ☐ %2-4
- ☐ %4-6
- ☐ %6-8
- ☐ %8-10
- ☐ >%10

Ek-B

Cronbach's Alpha Analiz Hesap Tablosu

Tablo B.1. Cronbach's Alfa Analiz Hesap Tablosu

ANALİZ HESAPLARI		
SORULARIN TOPLAM VARYANSI	TESTİN TOPLAM VARYANSI	CRONBACH ALFA KATSAYISI (α)
46.6	174	0.74

Tablo B.2. Cronbach's Alfa Analiz Hesabı Verileri

	S.1	S.2	S.3	S.4.1	S.4.2	S.4.3	S.4.4	S.4.5	S.4.6	S.4.7	S.5	S.6
KATILIMCI 1	1	5	2	1	0	0	0	1	0	0	3	6
KATILIMCI 2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3	4
KATILIMCI 3	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	3	4
KATILIMCI 4	1	1	2	1	1	1	1	1	0	0	1	1
KATILIMCI 5	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	5
KATILIMCI 6	1	2	2	1	1	0	1	1	0	0	2	3
KATILIMCI 7	2	4	2	1	0	1	1	1	0	0	3	6
KATILIMCI 8	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	2	5
KATILIMCI 9	1	1	2	0	0	0	0	0	1	0	1	1
KATILIMCI 10	1	2	2	1	1	1	1	0	1	0	1	4
KATILIMCI 11	1	1	2	0	1	1	1	0	1	0	2	1
KATILIMCI 12	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0	2	3
KATILIMCI 13	1	1	4	1	1	1	1	0	0	0	1	1
KATILIMCI 14	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	3	1
KATILIMCI 15	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	5
KATILIMCI 16	2	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	6
KATILIMCI 17	2	1	1	0	1	0	1	0	0	0	3	1
KATILIMCI 18	1	2	6	1	1	0	1	1	0	0	2	4
KATILIMCI 19	2	3	4	0	1	0	1	1	0	0	4	4
KATILIMCI 20	1	1	4	1	0	0	1	0	0	0	2	1
KATILIMCI 21	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	2
KATILIMCI 22	1	5	4	0	1	0	0	0	0	0	5	5
KATILIMCI 23	3	2	1	1	1	0	1	0	0	0	4	4
KATILIMCI 24	2	1	1	0	1	0	1	0	0	0	4	4
KATILIMCI 25	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
KATILIMCI 26	1	1	2	0	1	1	0	0	0	0	1	4
KATILIMCI 27	1	1	2	1	1	1	1	1	1	0	3	2
KATILIMCI 28	3	2	1	0	1	0	0	0	0	0	5	1
KATILIMCI 29	2	1	2	0	1	1	0	1	0	0	5	1
KATILIMCI 30	1	2	1	1	1	1	1	1	1	0	5	1
KATILIMCI 31	1	1	2	1	1	0	1	0	0	0	5	4
KATILIMCI 32	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	5	4
KATILIMCI 33	2	2	2	0	0	0	1	0	1	0	5	4
KATILIMCI 34	1	2	2	1	1	1	1	1	0	0	5	2
KATILIMCI 35	2	3	6	1	1	0	0	0	0	0	5	1
KATILIMCI 36	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0	1	4
KATILIMCI 37	2	2	1	1	1	0	1	1	1	0	2	2
KATILIMCI 38	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	4
KATILIMCI 39	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	4	4
KATILIMCI 40	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	5	2
KATILIMCI 41	2	1	6	0	0	0	0	1	0	0	1	5
KATILIMCI 42	1	1	2	1	1	1	1	1	1	0	5	5
KATILIMCI 43	1	5	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
KATILIMCI 44	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	5	6
KATILIMCI 45	2	5	2	0	0	0	0	0	0	1	5	4

Tablo B.2. (Devam) Cronbach's Alfa Analiz Hesabı Verileri

S.7	S.8	S.9.1	S.9.2	S.9.3	S.9.4	S.9.5	S.9.6	S.10	S.11.1	S.11.2	S.11.3	S.11.4	S.11.5
4	2	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	1	0
6	4	0	1	0	0	0	0	6	0	0	1	0	0
3	3	0	0	0	0	0	0	5	1	1	1	1	0
6	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
3	4	1	1	1	1	1	1	3	0	1	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	1
1	3	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	1
6	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
4	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
2	4	1	1	0	0	0	0	4	1	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
6	1	0	0	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	1	0
5	1	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	1	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
6	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1	1
5	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
6	1	0	0	0	1	0	0	2	1	1	0	1	1
2	3	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	1	1
3	3	1	1	1	0	1	1	5	1	1	1	1	1
1	3	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
2	1	0	1	0	0	1	0	2	1	1	0	0	0
6	1	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
6	4	0	1	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1	0
5	3	0	0	1	0	0	1	3	1	1	1	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
6	1	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1	1
2	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
3	2	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0
3	4	1	0	0	0	0	0	3	0	1	1	0	1
5	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
6	1	0	0	0	0	0	0	5	1	1	1	1	0
2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
6	3	0	1	1	0	0	1	5	1	1	1	1	1
1	3	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	1	1
4	3	1	0	0	0	0	0	3	1	1	1	1	1
5	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0

Tablo B.2. (Devam) Cronbach's Alfa Analiz Verileri Hesabı

S.11.6	S.11.7	S.11.8	S.11.9	S.11.10	S.11.11	S.12.1	S.12.2	S.12.3	S.12.4	S.12.5	S.12.6
1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1
0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0
1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0
1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1
1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1
1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1

Tablo B.2. (Devam) Cronbach's Alfa Analiz Hesabı Verileri

S.12.7	S.13	S.14.1	S.14.2	S.14.3	S.14.4	S.14.5	S.14.6	S.15.1	S.15.2	S.15.3	S.15.4
0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
1	5	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0
0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
1	2	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
1	3	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1
0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0
1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0
0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
0	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
0	3	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
1	3	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1
1	3	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1
0	3	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
1	3	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
1	2	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
0	3	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
1	3	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0
0	3	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
1	5	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
0	2	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0
1	2	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
1	3	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
0	3	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1
1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1
1	3	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1
0	2	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
1	2	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
0	3	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1
1	4	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1

Tablo B.2. (Devam) Cronbach's Alfa Analiz Hesabı Verileri

S.15.5	S.16.1	S.16.2	S.16.3	S.16.4	S.16.5	S.17	S.18	S.19	S.20.1	S.20.2	S.20.3	S.20.4
0	0	1	0	1	0	3	2	1	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	7	6	1	1	1	1	1
0	0	1	1	0	0	4	6	2	1	1	0	0
0	0	0	1	1	0	7	7	3	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	4	3	2	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	7	7	2	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	6	4	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	4	5	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	7	7	4	1	1	0	1
0	0	1	1	1	0	3	7	2	0	1	1	1
0	0	0	1	1	0	6	7	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	0	7	7	3	1	1	0	0
0	0	1	0	0	0	5	4	2	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	3	5	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	0	7	7	1	0	1	1	0
0	0	1	0	1	0	2	4	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	4	3	2	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	7	7	3	1	1	1	1
0	0	1	1	0	0	7	7	2	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0	6	6	5	1	1	0	0
0	0	0	1	1	0	5	6	2	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	7	7	5	1	1	0	0
0	0	1	1	0	0	7	7	4	0	1	1	0
0	0	0	1	1	0	6	6	3	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	4	5	1	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	4	7	3	0	1	1	1
0	0	0	1	0	0	2	2	5	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	7	7	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	7	6	3	1	1	0	0
0	0	1	0	1	0	4	4	2	1	0	0	1
0	0	1	1	1	0	4	3	2	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	7	5	2	0	1	0	1
0	0	1	1	1	0	7	7	2	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	7	7	3	1	1	1	1
0	0	0	1	1	0	3	3	2	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	7	7	1	0	1	1	0
0	0	1	1	1	0	7	6	3	0	1	1	0
0	0	1	1	0	0	6	4	2	1	1	1	0
0	0	1	0	0	0	5	3	3	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0	7	5	2	1	1	0	0
0	0	0	1	1	0	7	7	1	1	1	0	0
0	0	0	0	1	0	3	3	2	0	1	0	0
0	0	1	0	1	0	7	7	1	1	1	0	1
0	0	1	1	1	0	1	7	2	1	1	0	0

Tablo B.2. (Devam) Cronbach's Alfa Analiz Hesabı Verileri

S.20.5	S.20.6	S.21	S.22	S.23
0	0	2	2	2
1	0	7	6	6
0	0	6	4	6
1	0	7	7	7
0	0	3	7	5
0	0	3	7	7
1	0	3	3	3
1	0	6	3	6
0	0	7	7	7
1	0	3	7	7
0	0	7	4	5
0	0	7	6	7
1	0	3	3	3
0	0	6	6	6
0	0	7	7	6
0	1	4	3	3
1	0	5	5	5
1	0	7	7	7
0	0	7	5	7
0	0	7	7	6
1	0	3	6	7
0	0	7	7	7
0	0	6	6	7
0	0	5	7	5
1	0	3	5	3
0	0	1	1	2
0	0	7	7	5
0	0	3	3	2
1	0	7	2	7
0	0	6	6	6
0	0	3	2	3
1	0	2	4	3
0	0	3	3	3
1	0	7	7	7
1	0	7	7	7
0	0	3	1	2
0	0	7	7	6
0	0	7	3	3
0	0	3	4	3
0	0	4	2	4
0	0	7	7	7
0	0	7	7	7
0	0	3	3	3
0	0	7	6	7
0	0	7	7	7

Tablo B.2. (Devam) Cronbach's Alfa Analiz Hesabı Verileri

KATILIMCI 46	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	2	3
KATILIMCI 47	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	3	4
KATILIMCI 48	4	1	1	1	1	0	0	1	0	0	5	4
KATILIMCI 49	5	2	2	1	0	0	0	0	0	0	2	4
KATILIMCI 50	2	2	4	1	1	1	1	0	0	0	4	5
KATILIMCI 51	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3	4
KATILIMCI 52	1	4	5	0	0	0	1	0	0	0	3	4
KATILIMCI 53	1	3	1	1	1	0	0	0	0	0	1	4
KATILIMCI 54	2	1	1	0	0	0	1	0	0	0	5	4
KATILIMCI 55	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	5	2
KATILIMCI 56	1	2	2	1	1	1	1	0	1	0	1	4
KATILIMCI 57	4	2	1	0	1	0	1	0	0	0	4	4
KATILIMCI 58	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0	2	3
KATILIMCI 59	3	1	5	1	0	1	0	1	0	0	5	1
KATILIMCI 60	2	2	4	1	1	0	1	0	0	0	5	4
KATILIMCI 61	2	1	2	1	1	1	0	1	0	0	5	1
KATILIMCI 62	3	3	2	0	1	0	0	0	0	0	5	2
KATILIMCI 63	4	3	2	1	1	1	1	1	1	0	2	1
KATILIMCI 64	1	5	4	0	1	0	1	0	0	0	1	3
KATILIMCI 65	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2
KATILIMCI 66	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	2	3
KATILIMCI 67	2	2	5	0	1	0	0	0	0	0	3	3
KATILIMCI 68	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	5	4
KATILIMCI 69	4	1	6	1	0	0	0	0	0	0	5	3
KATILIMCI 70	5	5	5	1	0	0	0	0	0	0	5	1
KATILIMCI 71	5	2	2	1	0	1	0	0	0	0	1	4
KATILIMCI 72	2	2	4	0	1	0	0	0	0	0	1	6
KATILIMCI 73	2	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	4
KATILIMCI 74	2	2	2	1	0	0	1	1	0	0	5	4
KATILIMCI 75	1	2	2	1	1	0	0	0	1	0	1	5
KATILIMCI 76	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	5
KATILIMCI 77	4	1	6	1	0	0	0	0	0	0	4	2
KATILIMCI 78	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	5
KATILIMCI 79	2	1	2	1	1	1	1	1	0	0	5	4
KATILIMCI 80	1	1	2	0	0	1	0	1	1	0	3	3
KATILIMCI 81	2	5	5	1	0	0	1	0	0	0	4	2
KATILIMCI 82	2	2	1	1	1	0	1	0	0	0	5	1
KATILIMCI 83	1	2	2	1	1	1	1	0	1	0	4	1
KATILIMCI 84	1	3	1	1	1	0	1	0	1	0	1	3
KATILIMCI 85	1	3	4	0	1	1	0	0	0	0	5	5
KATILIMCI 86	1	2	4	0	1	0	0	0	0	0	5	1
KATILIMCI 87	2	2	2	1	0	0	1	1	1	0	5	1
KATILIMCI 88	3	3	1	0	0	0	0	0	1	0	1	5
KATILIMCI 89	4	2	2	1	1	0	1	1	0	0	5	4
KATILIMCI 90	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	5	2
KATILIMCI 91	5	1	2	1	0	0	0	0	0	0	1	4

Tablo B.2. (Devam) Cronbach's Alfa Analiz Hesabı Verileri

6	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	1	0
2	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	1	0
6	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0
3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
3	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	1	1
6	2	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	1	1
1	2	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0
1	3	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	1	0
4	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0
5	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
4	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	1
1	3	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	1	1
6	1	1	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1	0
5	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
6	1	0	0	0	0	0	0	5	1	1	1	0	0
3	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
1	3	1	0	0	0	0	0	4	1	1	0	1	0
6	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
6	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
6	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
5	3	0	0	0	0	0	0	5	1	1	1	1	1
2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
5	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
3	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	1	1
4	1	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
6	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1	1
4	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
6	1	1	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1	0
5	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
1	4	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1
6	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
6	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0

Tablo B.2. (Devam) Cronbach's Alfa Analiz Hesabı Verileri

0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1
0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0
1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0
1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1
0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1
1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1

Tablo B.2. (Devam) Cronbach's Alfa Analiz Hesabı Verileri

1	2	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0
1	3	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1
1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
1	3	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0
1	3	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0
0	3	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
1	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
0	4	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	5	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
1	5	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
0	3	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
1	5	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
1	2	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
0	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
1	5	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1
1	3	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
1	2	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
1	3	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
1	3	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
1	4	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	3	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
0	3	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
1	3	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
0	4	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1
0	2	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0
1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
1	3	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
1	2	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
0	4	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1
1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
1	4	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0
0	2	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
1	2	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1
1	3	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
1	2	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1
1	3	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
0	3	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
1	2	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
0	3	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1

Tablo B.2. (Devam) Cronbach's Alfa Analiz Hesabı Verileri

0	0	1	1	0	0	7	7	2	0	1	1	1
0	0	1	1	1	0	6	5	2	0	1	0	1
0	0	0	1	1	0	6	4	1	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	7	4	2	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	7	7	2	0	1	0	0
0	1	0	0	0	0	4	7	2	1	1	1	1
0	0	0	0	1	0	4	5	3	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0	3	3	2	0	0	1	1
0	0	0	1	0	0	3	4	2	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1	7	7	1	1	0	1	0
0	0	0	1	0	0	6	7	2	1	1	1	1
0	0	0	1	0	0	7	6	1	0	1	1	1
0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	5	5	1	0	1	1	0
0	0	1	1	1	0	7	7	5	1	1	1	1
0	0	0	0	0	1	7	4	2	1	1	0	1
0	0	0	0	1	0	7	7	3	0	0	0	1
0	0	0	1	1	0	7	7	5	1	1	0	1
0	0	1	0	0	0	7	7	3	1	1	0	0
0	0	0	1	1	0	4	4	2	0	0	0	1
0	0	1	1	1	0	6	3	2	0	0	1	1
0	0	0	1	1	0	5	6	3	0	1	1	1
0	0	0	1	0	0	6	7	4	1	1	0	0
0	0	1	1	0	0	7	6	4	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	7	7	3	0	1	1	1
0	0	1	1	1	0	7	7	3	1	0	1	1
0	0	0	1	1	0	7	4	2	1	1	0	0
0	0	0	1	0	0	7	7	1	0	1	0	0
1	0	0	0	0	1	2	3	3	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	5	5	2	1	1	1	0
0	0	1	1	1	0	4	4	2	1	0	0	1
0	0	0	0	1	0	7	7	5	0	0	1	1
0	0	1	1	1	0	7	6	5	0	1	1	0
0	0	0	1	0	0	6	7	4	0	0	1	0
0	0	0	0	1	0	7	7	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1	6	2	0	1	1	0
0	0	0	1	1	0	3	3	2	1	1	0	0
0	0	0	1	1	0	7	7	2	0	1	0	0
0	0	0	1	0	0	6	7	3	1	1	0	0
0	0	1	1	1	0	7	7	1	0	1	0	0
0	0	0	1	1	0	5	4	1	1	1	0	1
0	0	0	1	0	0	7	4	2	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	7	7	5	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	3	3	5	1	1	1	1
0	1	0	0	0	1	4	3	2	0	1	0	0

Tablo B.2. (Devam) Cronbach's Alfa Analiz Hesabı Verileri

0	0	7	7	7
1	0	5	7	5
1	0	4	2	3
1	0	3	7	7
0	0	6	7	7
1	0	7	7	7
0	0	3	3	5
0	0	2	2	2
0	0	3	3	4
0	0	7	2	7
0	0	7	3	7
0	0	6	7	7
1	0	1	2	2
0	0	5	5	5
1	0	6	7	7
1	0	4	2	2
0	0	2	7	7
1	0	7	7	7
0	0	5	5	5
1	0	4	4	4
0	0	4	2	3
0	0	5	6	6
0	0	3	5	6
1	0	7	7	7
0	1	7	7	7
1	0	7	5	7
0	0	7	7	7
0	0	4	4	3
0	0	5	5	5
0	0	2	6	3
0	0	5	7	4
1	0	3	3	1
0	0	7	7	7
0	0	7	5	6
0	0	7	6	6
0	1	3	7	4
0	0	7	6	4
0	0	3	3	3
0	0	5	7	7
0	0	7	7	7
0	0	4	2	5
0	0	2	2	2
1	0	7	2	3
1	0	7	7	7
1	0	3	7	3
0	0	6	4	3

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Kömürlü R., **Sever B.**, *Yapı Bilgi Modellemesinin Proje Yönetimine Etkisi*,(2020), Mimarlık, Planlama ve Tasarım Alanında Akademik Çalışmalar 2, Uluslararası Gece Kitaplığı Yayınevi (Gece Publsihing), Ankara, ss. 146-162, 2020.



,

ÖZGEÇMİŞ

Barış Sever, ilk, orta ve lise öğrenimini Ordu'da tamamladı. 2013 yılında okumaya hak kazandığı Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümünü onur öğrencisi olarak 2018 yılında mezun oldu. 2019 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. SEVER, 2018-2019 yılları arasında Kütahya Şehir Hastanesi İnşaatında Saha Mühendisi olarak çalıştı. Günümüzde ise Ordu – Ünye Organize Sanayi Bölgesi Altyapı İnşaatında Şantiye Şefi olarak çalışmaktadır.

