

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

**İNŞAAT PROJELERİNDE KALİTE YÖNETİMİ VE
TEKNOLOJİ TABANLI BİR İYİLEŞTİRME ÖNERİSİ**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:

Fırat ÇAM

İstanbul, 2015

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

**İNŞAAT PROJELERİNDE KALİTE YÖNETİMİ VE
TEKNOLOJİ TABANLI BİR İYİLEŞTİRME ÖNERİSİ**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:

Fırat ÇAM

Öğrenci No:

120863006

Danışman:

Doç.Dr. Ümit IŞIKDAĞ

İstanbul, 2015

YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum **“İnşaatlar Projelerinde Kalite Yönetimi ve Teknoloji Tabanlı Bir İyileştirme Önerisi”** başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu doğrularım. 22.05.2015

Fırat ÇAM



T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

Beykent Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Aşağıda tez adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi 12863006...no'lu FIRAT GİM...in 16.05/2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavı¹ sonucunda 100 dakika süreyle sunduğu ve savunduğu tezi hakkında² oybirliğiyle, kabul... kararı verilmiştir.

Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜH
Programı : TASARIM VE YAPIM Y.
Tez Başlığı³ : İNŞAAT PROJELERİNDE KALİTE YÖNETİMİ VE
TEKNOLOJİ TABANLI BİR İYİLEŞTİRME ÖNERİSİ

Tez Sınav Jürisi

Öğretim Üyesi

İmza

Danışman : ÜMIT İŞIKDAĞ
Üye : MURAT KURDOĞLU
Üye : ÜMIT TERZİ



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

² Tez sınavının tamamlanmasından sonra jüri, tez hakkında “kabul”, “düzeltme” veya “red” kararı verir. Jüri başkanı, jüri üyelerince imzalanmış sınav tutanağını, tez sınavını izleyen üç gün içinde ilgili enstitü yönetimine teslim eder. Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç üç ay içinde gerekli düzeltmeleri yaparak ve yönetmelikte belirtilen usullere uygun olarak tezini aynı jüri önünde yeniden savunur.

³ İleride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığının yazılması gerekmektedir.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışması süresince bana engin deneyim ve bilgilerini aktaran, hoşgörüsü ve anlayışı ile beni her zaman cesaretlendiren değerli hocam Doç. Dr. Ümit IŞIKDAĞ'a, her alandaki desteğiyle beni yalnız bırakmayan, tezin bütün aşamalarında etkin yönlendirmelerde bulunarak bugünlere gelmemi sağlayan Dr. Murat KURUOĞLU'ya, kalite yönetimi konusunda yönlendirmelerini benden esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Ümit TERZİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

15 yılı aşkın süredir bana verdiği güven, sevgi ve dostluğuyla her zaman yanımda olan Doğa GÖÇÜK'e çok teşekkür ederim.

Son olarak, tüm hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen ve bundan sonra da esirgemeyeceğini bildiğim annem Nilgün ÇAM'a, babam Özcan ÇAM'a, teyzem Remziye BALTACI'ya, Hüseyin BALTACI'ya ve Can BALTACI'ya teşekkürlerimi sunarım.

İNŞAAT PROJELERİNDE KALİTE YÖNETİMİ VE TEKNOLOJİ TABANLI BİR İYİLEŞTİRME ÖNERİSİ

Tezi Hazırlayan: Fırat ÇAM

ÖZET

İnşaatlarda kalite yönetimi, gerekli tüm faaliyetlerin yapılmasını sağlayacak bir kontrol mekanizmasıdır. Kalite yönetimi; süre yönetimi, maliyet yönetimi, sözleşme yürütümü, idari işler yönetimi ve iş güvenliği yönetimi ile birlikte inşaat projeleri yönetimi sistematığının en önemli kısımlarındandır. Ülkemizde inşaat şirketlerinin dağınık bir organizasyon yapısına sahip olmalarına ek olarak kalite yönetimin sistemin faydalarına olan güvensizliği inşaat şirketlerinde uygulama problemlerini oluşturmaktadır.

Ülkemizde inşaat projeleri yönetiminde son yıllarda yavaş yavaş 2 boyutlu tasarım modelleri yerine 3 boyutlu tasarım modelleri kullanılmaya başlanmaktadır. 3 boyutlu tasarım modellerine iş programının entegre edilmesiyle oluşan modeller 4 boyutlu tasarım modelleri olarak anılmaktadır. 4 boyutlu tasarım modelleri sayesinde yönetici hangi tarihlerde işin ne durumda olması gerektiğini görsel olarak görebilmektedir. İş programı takibini model üzerinden yapabilmektedir.

Bina bilgi modelleme (BIM), 3 boyutlu parametrik ve nesne tabanlı modeller kullanarak, bir yapının/tesisın yaşam döngüsü boyunca tesise ve/veya projesine ait birbiriyle uyumlu, koordineli ve ilişkili her tür bilginin yaratılması ve kullanılması sürecidir.

Bu çalışmanın amacı inşaat endüstrisinde kalite yönetimi kapsamında 4 boyutlu tasarım modelleri ve BIM yaklaşımı kullanarak; tasarım, planlama ve uygulama ekibinin birlikte çalışması, dokümantasyonun kâğıt ortamından sanal ortama alınması, iletişimin hızlandırılması ve proje sürecinin izlenebilirliğinin artırılması faydalarını sağlayan, teknoloji tabanlı bir iyileştirme önerisi getirmektir.

Anahtar Kelimeler: Kalite Yönetimi, 4 boyutlu Tasarım, Bina Bilgi Modelleme,
Proje Yönetimi

QUALITY MANAGEMENT FOR CONSTRUCTION PROJECTS AND AN IMPROVEMENT SUGGESTION BASED ON TECHNOLOGY

Presented by: Firat ÇAM

ABSTRACT

Quality management for constructions provides a control mechanism for all activities. Quality management; is one of the most important parts of construction management with time management, cost management, contract execution, administrative management and HES management. In our country there are many construction companies has dispersed organisations, beside of that many of them don't trust the benefits of quality management. That vision causes application problems of quality management.

In our country most of construction companies are using 2-dimensional design models, but 3-dimensional models has started to be used in past years. If 3D models has the information of work schedule in it, the model referred as 4-dimensional design models. Project managers can check the progress by looking at 4D model.

Building Information Modelling (BIM) is a process of creating and using all the information about building in entire lifecycle by using 3D-4D models.

The aim of this study is integrating 4D models and BIM vision to quality management. This study provides integration of design team, planning team, quality and construction site team, which has benefits such as elimination of documantation, expedite communication and easily tracking of project.

Key Words: Quality Management, 4D Models, Building Information Modelling,
Project Management

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR	ix
1.GİRİŞ	1
2.GENEL TANIMLAR	3
2.1. Kalite	3
2.2. Kalite Yönetimi	4
2.3. Toplam Kalite Yönetimi	5
2.4. Kalite Yönetim Sistemi	6
2.5. Standardizasyon ve ISO 9000 Kalite Yönetim Standartları.....	8
2.6. Proje Yönetimi	10
2.6.1. Maliyet Yönetimi	11
2.6.2. Süre Yönetimi	11
2.7. Bina Bilgi Modelleme (Building Information Modeling) (BIM)	12
3. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE KALİTE YÖNETİMİ.....	17
3.1. İnşaat Projeleri Yönetimi Dâhilinde Kalite Yönetimi.....	17
3.2. İnşaat Sektöründe Toplam Kalite Yönetimi.....	18
3.3. İnşaat Sektöründe Kalite Yönetim Sistemi	20
3.3.1. Kalite Yönetim Sistemi Oluşturma Süreci.....	20

3.3.1.1. Kalite Yönetim Sistemi Hazırlık Süreci.....	21
3.3.1.2. Kalite Yönetim Sistemi Gelişim Süreci	21
3.3.1.3. Kalite Yönetim Sistemi Uygulama Süreci.....	25
3.3.2. İnşaat Sektöründe Kalite Yönetim Sistemi Kullanımı İle Sağlanacak Faydalar.....	27
3.3.3. İnşaat Sektöründe Kalite Yönetim Sistemi İle İlgili Uygulama Sorunları	28
3.4. İnşaat Sektöründe ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi.....	29
4. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE YÖNETİME YARDIMCI OLARAK KULLANILAN SANAL ARAÇLAR.....	31
4.1. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) Modelleri	32
4.1.1. İki Boyutlu Tasarım Modelleri.....	32
4.1.2. Üç Boyutlu Tasarım Modelleri	34
4.2. Proje Yönetimine Yardımcı Yazılımlar	36
4.2.1. Proje Planlama Yazılımları	38
4.2.2. Doküman Yönetimi Yazılımları.....	40
4.2.3. Kalite Yönetimi Yazılımları.....	41
4.3. Bina Bilgi Modelleme (BIM) Araçları.....	41
4.3.1. Dört Boyutlu Tasarım Modelleri.....	41
4.3.2. Beş Boyutlu Tasarım Modelleri	43
5. BİR İNŞAAT PROJESİNDE KALİTE YÖNETİMİ UYGULAMASI.....	44
5.1. Proje Bilgisi.....	44
5.2. Projenin Kalite Yönetim Sistemi	44
5.2.1. Personel Bilgisi	46
5.2.2. Kullanılan Dokümanlar	47
5.2.2.1. Kalite Planları ve Yapım Metodu Dokümanları (CIQP, ITP, MS)...	47
5.2.2.2. İş Muayene Talebi (WIR) Dokümanları	49
5.2.2.3. Kontrol Listesi (Checklist) Dokümanları.....	49

5.2.2.4. Uygunsuzluk Raporu (NCR).....	50
5.2.3. Yazılımlar.....	50
5.2.3.1. Aconex	51
5.2.3.2. Snagr	53
6. İNŞAAT PROJELERİ KALİTE YÖNETİMİNDE TEKNOLOJİ TABANLI BİR İYİLEŞTİRME ÖNERİSİ.....	59
6.1. Kalite Yönetiminde BIM Yaklaşımı	59
6.2. Üçüncü Boyutun Kalite Yönetimine Katılması	59
6.3. Dördüncü Boyutun Kalite Yönetimine Katılması.....	61
7. ANKET ÇALIŞMASI.....	65
8. SONUÇ ve YORUMLAR	67
KAYNAKLAR	70
EKLER	
EK-1: Örnek WIR Dokümanı.....	74
EK-2: Örnek Beton Döküm Checklist Dokümanı.....	75
EK-3: Örnek Zemin Kaplama Checklist Dokümanı	76
EK-4: Örnek Beton Tamirâtı Checklist Dokümanı	77

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo.1. Standardizasyonun Faydaları	8
Tablo.2. BIM Kullanımında Farklı Paydaşların Amaçları	15
Tablo.3. Proje Yönetimi Sistematiği	17
Tablo.4. KYS Süreci Safhaları	20

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil.1. TKY Sistemini Oluşturan Öğeler	6
Şekil.2. PUKÖ Döngüsü	7
Şekil.3. Proje Yönetimi Dalları.....	10
Şekil.4. BIM Kullanıcıları.....	13
Şekil.5. TKY ile elde edilen sonuçlar	19
Şekil.6. Örnek Muayene ve Test Planı.....	23
Şekil.7. Örnek Muayene Talebi Dokümanı	24
Şekil.8. Genel Kalite Yönetimi Teslimat Aşamasının Süreç Diyagramı.....	26
Şekil.9. İnşaat Projeleri Yardımcılarının Gelişimi.....	31
Şekil.10. İki Boyutlu Tasarım Ekranı	32
Şekil.11. İki Boyutlu Model Plan Örneği	33
Şekil.12. İki Boyutlu Bir Modelin Kesit ve Görünüşleri	34
Şekil.13. Farklı Koordinat Sistemleriyle Çizim.....	35
Şekil.14. Asta Powerproject örnek planlama ekranı.....	39
Şekil.15. 4D İş Programı Simülasyonunun Elde Edilişi.....	42
Şekil.16. Uygulama Örneğinde Kalite Yönetimi Teslimat Aşamasının Süreç Diyagramı.....	45
Şekil.17. Kalite Yönetimi Organizasyon Şeması.....	46
Şekil.18. Beton karışımı için ITP örneği	48
Şekil.19. Aconex Açılış Sayfası.....	51
Şekil.20. Aconex Belge Arama Sayfası	52
Şekil.21. Snagr Açılış Sayfası.....	53
Şekil.22. Snagr Ana Sayfa	54

Şekil.23. Snagr'da Planların Üzerine Hedef İşareti Koymak	55
Şekil.24. Snagr Hedef İşaret Listesi.....	56
Şekil.25. Snagr WIR Ekranı.....	57
Şekil.26. Snagr Checklist Ekranı	58
Şekil.27. 3 Boyutlu Çizim Örneği.....	60
Şekil.28. 4D Model ile Gerçekleştirilen İşin Karşılaştırılması.....	62
Şekil.29. İyileştirme Önerisinde Kalite Yönetimi Teslimat Aşamasının Süreç Diyagramı.....	64

KISALTMALAR

3D-3B	: 3 Dimensional (Üç Boyutlu)
4D-4B	: 4 Dimensional (Dört Boyutlu)
ASQC	: Amerikan Kalite Kontrol Derneği
BIM	: Building Information Modeling (Bina Bilgi Modelleme)
CIQP	: Consrucion Installation Quality Plan (İnşaat ve Montaj Kalite Planı)
CPM	: Critical Path Method (Kritik Yol Yöntemi)
DLH	: Demiryollar Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü
EOR	: Employee Observation Report (Müşavir Gözlem Raporu)
ISO	: Uluslararası Standardizasyon Örgütü
ITP	: Inspection and Test Plan (Muayene ve Test Planı)
JIS	: Japon Sanayi Standartları Enstitüsü
KYS	: Kalite Yönetim Sistemi
MS	: Method Statement (Yapım Metodu)
NCR	: Nonconformity Report (Uygunsuzluk Raporu)
PERT	: Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği
PUKÖ	: Planla – Uygula – Kontrol Et – Önlem Al
TC	: Türkiye Cumhuriyeti
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
TMMMB	: Türk Müşavir Mühendisler ve Mimarlar Birliği
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
WIR	: Work Inspection Request (İş Muayene Talebi)

1.GİRİŞ

Bu çalışmada inşaat proje yönetimi kapsamında olan, kalite yönetimi genel sistemiği incelenmiştir. Kalite yönetiminde teknolojiiden faydalanan bir uygulama örneği anlatılmış ve bu örneğin üzerinde yapılacak olan teknoloji tabanlı iyileştirmelerle yeni bir model önerisi sunulmuştur. Çalışmada kalite yönetiminin 4 boyutlu modeller ve bina bilgi modelleme (BIM) yaklaşımı ile bütünleştirilmesiyle kullanımının kolaylaştırılması amaçlanmıştır.

Sürekli artan rekabet ortamı ve globalleşen dünya pazarında, şirketlerin pazardaki yerlerini koruyabilmeleri ve ilerleyebilmeleri için müşteri ihtiyaçlarını, ürün ve hizmet kalitesini koruyarak ve sürekli artırarak karşılamalıdır. Bunun için etkin bir proje yönetimi ve bu kapsamda etkin bir kalite yönetimi sistemiği oturtulması çok önemlidir. Bu sistemiği; çağımızın getirdiği bilgisayar teknolojilerinden (internet – tasarım yazılımları – iş programı yazılımları vb.) faydalanarak sağlam bir temele oturtmak gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında sekiz ana başlık bulunmaktadır. Birinci bölüm olan bu giriş bölümünde çalışma ile alakalı genel bilgiler verilmiştir.

İkinci bölümde genel tanımlar başlığı altında kalite, kalite yönetimi, proje yönetimi ve bina bilgi modelleme (BIM) hakkında genel tanımlamalar yapılmıştır.

Üçüncü bölümde inşaat sektöründeki kalite yönetimi uygulamaları anlatılmıştır. Kalite yönetiminin avantajları ve dezavantajları sıralanmış ve genel bir inşaat kalite yönetimi iş akış diyagramı verilmiştir.

Dördüncü bölümde inşaat sektöründe yönetime yardımcı olarak kullanılan sanal araçlar tanıtılmıştır. Yazılımlara ve tasarım modellerine örnekler verilmiştir.

Beşinci bölümde İstanbul şehri içerisindeki bir şantiyenin kalite yönetimi detaylıca incelenmiş, kullanılan formlar tanıtılmış ve projenin kalite yönetim sistemiği iş akış diyagramıyla gösterilmiştir.

Altıncı bölümde, beşinci bölümde anlatılan örnek üzerine iyileştirmeler yaparak kalite yönetiminde 4. Boyut ve BIM yaklaşımı kullanılan bir model ortaya konulmuştur.

Yedinci bölümde, kalite yönetimi, 4. Boyut ve BIM konularını içeren bir anket çalışması yapılmış ve bu anketten elde edilen veriler gösterilmiştir.

Sekizinci ve son bölümde ise çalışma hakkında yorumlar yapılmış ve örnek modelin hayata geçirilebilmesi için verilen öneriler yazılmıştır.

2.GENEL TANIMLAR

2.1. Kalite

Kalite tanımı yapabilmek için öncelikle kalite kavramının geçmişine bir göz atmak gerekir. Kalite eskiden en güzel, en iyi, en büyük gibi sıfatlarla tanımlanırdı [1]. Ancak üretim sürecine geçildikten sonra oluşan farklı alanlarda ustalaşmayla birlikte artık en iyiyi en büyüğü yapmak o işi kaliteli yapmak anlamına gelmemeye başladı. Örneğin inşaat sektörünü de işin içine sokan, ünlü Hammurabi Kanunları'nın 229. maddesinde şu ifadeler yer almaktadır: “Eğer bir inşaat ustasının inşa ettiği bir ev, ustanın yetersizliği ve işini gereği gibi yapmaması nedeniyle yıkılarak ev sahibinin ölümüne yol açarsa o inşaat ustasının başı uçurulur.” [2]

Kalite üzerine farklı kurumların, kuruluşların ve insanların farklı tanımlamaları da olmuştur. Dr. Joseph Juran'a göre kalite, kullanıma uygunluktur. Dr. Edwards Deming'e göre kalite, müşterilerin gelecekteki beklentilerinin doğru tahminine göre yapılan yeniliklerdir. Philip B. Crosby'nin bakış açısına göre ise kalite; sistemin şartlara ve talebe uygunluğudur. Amerikan Kalite Kontrol Derneği(ASQC)'nin kalite tanımı ise; bir mal ya da hizmetin belirli bir gereksinimi karşılayabilme yeteneklerini ortaya koyan karakteristiklerin tümü, kalitedir. Japon Sanayi Standartları Enstitüsü(JIS)'ne göre kalite; ürün ya da hizmeti ekonomik bir yoldan üreten ve tüketicinin isteklerine cevap veren bir üretim sistemidir [3]. Bu tanımlardan da anlaşılacağı gibi kalite kavramı günümüze yaklaştıkça müşteri odaklı bir hal almaya başlamıştır.

Toplumun her kesiminin ihtiyaçları ve istekleri farklı olacağından öncelikle müşteri kitlesini belirleyen ve onların beklentilerine göre mal veya hizmet üreten işletmeler için kaliteli ürün, müşteri arzu ve isteklerini karşılayan üründür. ISO 8402 kalite sözlüğü ve ISO 9000 standart serisinde yapılan benzer bir tanıma göre “kalite bir ürün veya hizmetin belirlenen veya olabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan özelliklerin toplamıdır [4].

2.2. Kalite Yönetimi

Mal veya hizmet üreten işletmeler eğer kaliteli bir ürün ortaya koymak istiyorlarsa kalite yönetimi adı altında bir takım çalışmalar yapmak zorundadırlar. Çünkü kaliteli ürün kendi kendine oluşmaz, oluşsa da sürekli olmaz. Kalitede sürekliliği sağlamak için ürünün kalitesini etkileyen bütün faktörlerin yönetilmesi gerekmektedir. Bu faktörlerin tüm yönleriyle yönetilmesine kalite yönetimi denir. Yöneticilerin bu sürecin gereklerini yerine getirmeleri için şu faaliyetleri uygulamaları gerekmektedir:

- Çalışanların görev tanımlarının yapılması
- Çalışanların işlerini yaparken izleyecekleri kuralların belirlenmesi
- Çalışanların eğitilmeleri
- Çalışanların kontrol ve denetimi [5]

Kalite yönetimi; kalite planlama, kalite kontrol, kalite güvencesi, kalite iyileştirme olarak dört ana bölümde ele alınabilir. Kalite planlama; üretimde hangi aşamalarda, hangi prosedür ve kaynağın, kimlerce ve nasıl kullanılacağına kararlaştırıldığı aşamadır. Kalite kontrolü; ürünün, üretim aşamasında ve eğer gerekiyorsa sonrasında yapılan testlerle, belirlenen kriterler içinde olup olmadığının kontrolüdür. Kalite güvencesi; tesisin ve çalışanların, kalite standartlarına uygunluğu sağlamak amacıyla sürekli denetimdir. Kalite iyileştirme ise zararın ve israfın en aza indirilmesini sağlamak amacıyla alınan önlemler ve getirilen yeniliklerdir.

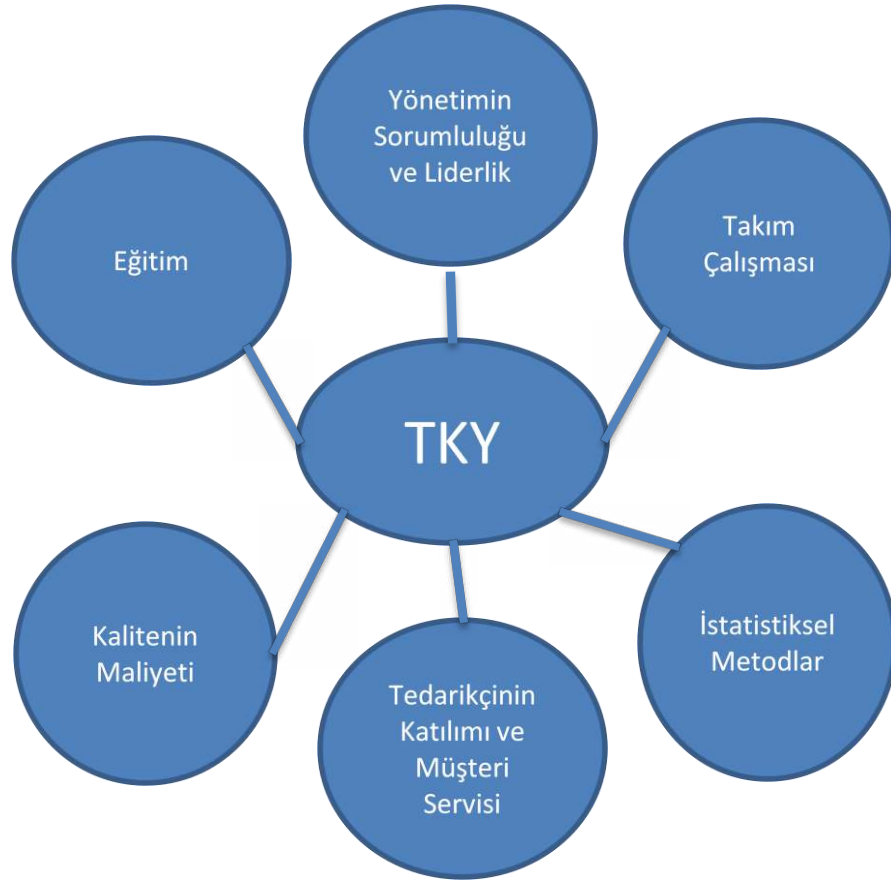
Son yıllarda inşaat sektöründe de kaliteyi yönetmek için çaba gösterilmeye başlanmıştır. Şirketlerde bu konuda uzmanlardan oluşan departmanlar kurulmuştur, saha ve doküman kontrolü hızla iyileştirilmektedir.

2.3. Toplam Kalite Yönetimi

Uzun süredir üretim şirketleri arasında çok popüler bir yaklaşım olan toplam kalite yönetimi, günümüzde inşaat sektöründe de yer almaya başlamıştır. TKY bir organizasyonun her seviyesinde takım çalışmasını ön plana alarak proje kalitesini artırmaya ve müşteriye maksimum düzeyde tatmin etmeye yönelik bir kavram olarak tanımlanabilir. Bu kavrama gösterilen ilginin en büyük nedeni Japonya’da 1950’lerde başlayan başarılı uygulamalardır. TKY kavramı; üretim sürecinin geliştirilmesi, müşteri ve tedarikçi (kaynak sağlayıcı) katılımı, takım çalışması, müşteriye tatmin etmeye yönelik eğitim, maliyette düşüş ve hatadan arınmış kaliteli iş üzerinde yoğunlaşır [6].

TKY, ortaya konulan ürünün kalitesiyle değil onu meydana getiren parametrelerin yönetiminin kalitesiyle ilgilenir. TKY için önemli olan müşterinin memnuniyetidir. Burada bahsi geçen müşteri, sadece ürünün son sahibi olacak olan kişileri değil, aynı zamanda üretim sürecine katılan şirket içi personeli de işaret etmektedir. Yani başka bir söyleyişle toplam kalite yönetimi sermayedarları, müşterileri, yöneticileri, çalışanları aynı anda memnun etmeyi kapsar. Sermayedarlar için kalite, yatırımların dönmesi iken, çalışanlar için kalite yaptıkları işin karşılığını almak, işlerinde maddi ve manevi tatmin duymaktır. Müşteriler için ise satın aldıkları ürün ya da hizmetten memnun olmalarıdır. [1]

Bu memnuniyetin yüksek olması; yatırımcıdan yöneticiye, çalışan işçiden müşteriye kadar bütün ekibin hataları önceden görmek için çaba göstermesini, iyi bir mesleki eğitim almasını ve iş kalitesini geliştirmek için yeni fikirlere açık olmasını gerektirir. TKY sisteminin öğeleri Şekil.1.’de gösterilmiştir.



Şekil.1. TKY Sistemini Oluşturan Öğeler

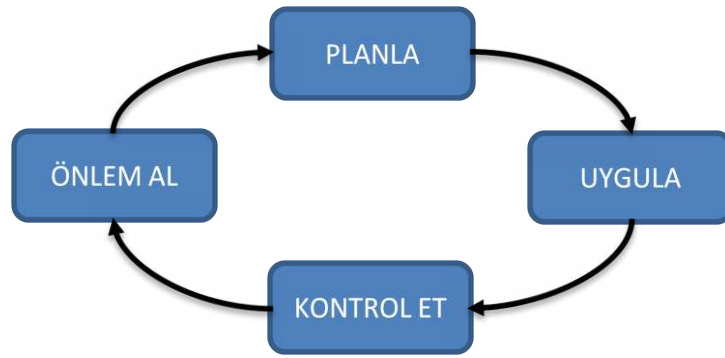
2.4. Kalite Yönetim Sistemi

Kaliteyi yönetebilmek için öncelikle uygun bir organizasyona gerek vardır. İşletme yapısında yer alan birim ve bireylerin sorumluluklarını, bu sorumlulukları yerine getirmeleri için kullanacakları araç ve dokümanları belirleyen organizasyona kalite sistemi denir.

İnşaatta kalite, değişken müşteri istek ve beklentileri doğrultusunda, planlanmış amaçlara ulaşma ve/veya ulaşabilme kabiliyet, beceri ve donanımlar bütünüdür. Birimler arası yönetsel ilişki, ortaklık, iletişim ve bütünsellik yaklaşımları inşaat sektöründe öne çıkan diğer önemli unsurlardır. Tam bu noktada kalite yönetim sistemi devreye girmektedir. Dr. W. Edwards Deming'in ortaya koyduğu PUKÖ (Planla – Uygula – Kontrol Et – Önlem Al) Döngüsü ise kalite yönetiminin çerçevesini genel hatlarıyla göstermektedir.

Kalite yönetim sistemi; uygulama dizin ve koordinasyonu ile elde edilen verilerin (girdiler), kaynakların etkin kullanılmasıyla beklentileri karşılayacak (müşteri tatmini) somut gerçeklere (çıktılar) dönüştürülmesi, belirtilen çerçeve ile inşaat sektöründe optimum kazancı (tüm bileşenlerde) etkin kılmaya çalışır. [7]

Bir başka deyişle KYS, bir ürün veya hizmetin kalite konusunda belirtilmiş gerekleri yerine getirmesinde yeterli güveni sağlamak için uygulanan planlı ve sistematik etkinlikler bütünü olarak tanımlanmaktadır. [8]



Şekil.2. PUKÖ Döngüsü

2.5. Standardizasyon ve ISO 9000 Kalite Yönetim Standartları

1946 yılında sanayi ve üretimdeki standartları belirlemek için 25 ülkenin katılımıyla kurulan, bugün 162 ülkeden üyesi bulunan Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) günümüzde çalışmalarını hızla sürdürmektedir [9]. ISO'nun standardizasyon için yapmış olduğu tanıma göre standardizasyon; belirli bir faaliyet ile ilgili olarak ekonomik fayda sağlamak üzere bütün ilgili tarafların yardımı ve işbirliği ile belirli kurallar koyma ve bu kuralları uygulama işlemidir. Standardizasyon aslında toplumun kalite ve ekonomikliği arama çalışmalarının sonucu olarak ortaya çıkan bir faaliyettir.

Tablo.1. Standardizasyonun Faydaları

Standardizasyon		
Üreticiye Yönelik Faydaları	Tüketiciye Yönelik Faydaları	Ekonomiye Yönelik Faydaları
Üretimin belirli plân ve programlara göre yapılmasına yardımcı olur.	Can ve mal güvenliğini sağlar.	Kaliteyi teşvik eder, kalite seviyesi düşük üretimle meydana gelecek emek, zaman ve hammadde israfını ortadan kaldırır.
Uygun kalite ve seri imalâta imkân sağlar.	Karşılaştırma ve seçim kolaylığı sağlar.	Sanayi belirli hedeflere yöneltir. Üretimde kalitenin gelişmesine yardımcı olur.
Kayıp ve artıkları asgariye indirir.	Fiyat ve kalite yönünden aldanmaları önler.	Ekonomide arz ve talebin dengelenmesinde yardımcı olur.
Verimliliği ve hâsılayı artırır.	Ucuzluğa yol açar.	Yanlış anlamaları ve anlaşmazlıkları ortadan kaldırır.
Depolamayı ve taşımayı kolaylaştırır, stokların azalmasını sağlar.	Ruh sağlığını korur. Stresi önler.	İhracatta ve ithalatta üstünlük sağlar.
Maliyeti düşürür.	Tüketicinin bilinçlenmesinde etkili rol oynar.	Yan sanayi dallarının kurulması ve gelişmesine yardımcı olur.
		Rekabeti geliştirir.
		Kötü malı piyasadan siler.

Kaynak: <http://www.tse.org.tr/hizmetlerimiz/standart-hizmetleri>

Mart 1987’de yayınlanan ISO 9000 Kalite Sistem Standartları, birçok ülke tarafından benimsenerek uygulamaya konulmuştur. ISO 9000 standartlar serisi; müşteri ihtiyaç ve beklentilerini karşılamak ve müşteri memnuniyetini artırmak için, kalite yönetim sisteminin geliştirilmesi, uygulanması ve etkinliğinin iyileştirilmesinde bir model olarak kullanılabilir.

ISO 9000 Standartlar Serisi 4 temel standardı içerir:

- ISO 9000:2005 Kalite Yönetim Sistemleri - Temel Terimler ve Sözlük
- ISO 9001:2008 Kalite Yönetim Sistemleri - Şartlar
- ISO 9004:2009 Kalite Yönetim Sistemleri - Performansın İyileştirilmesi İçin Kılavuz
- ISO 19011:2011 Kalite ve Çevre Yönetim Sistemleri Tetkik Kılavuzu [10]

Ülkemizin standart kuruluşu olan Türk Standartları Enstitüsü (TSE) de ISO 9001 Kalite Standartlarının neden uygulandığını şu maddelerle açıklamıştır.

- Kurulusta kalite anlayışının gelişimini,
- Kârın, verimliliğin ve Pazar payının artmasını,
- Etkin bir yönetimi,
- Maliyetin azalmasını
- Çalışanların tatminini,
- Kuruluş içi iletişimde iyileşmeyi,
- Tüm faaliyetlerde geniş izleme ve kontrolü,
- İadelerin azalmasını,
- Müşteri şikâyetinin azalmasını, memnuniyetin artmasını sağlayan,
- Ulusal ve uluslar arası düzeyde uygulanabilen bir yönetim sistemi modeli olduğu için bu sistem uygulanmalıdır. [11]

2.6. Proje Yönetimi

Belirli başlangıç ve bitiş noktası olan, amacı, kapsamı, bütçesi açıkça tanımlanmış ve bir defaya mahsus gerçekleştirilen aktiviteler bütününe proje denir. Dr. Joseph Juran projeyi çözümü planlanıp, çizelgelenmiş bir sorun olarak tanımlamıştır. Bu tanım bize projenin var olan bir problemi ortadan kaldırmaya yönelik çabaların toplamı olduğu sonucuna götürür. Problemin doğru tanımlanması projenin başarısını olumlu etkiler. Archibald tarafından yapılmış bir başka tanım “Proje yeni bir ürün, yeni bir bina, tesis, yeni bir sistem veya özellikli bazı sonuçların elde edilmesi için gerçekleştirilmesi gereken toplam süreçtir” der. General Electric firması proje kavramını özellikli bir amacın elde edilmesi için, sınırlı bir zaman aralığı için tanımlanmış faaliyetler olarak tanımlamış ve projenin bir defaya mahsus olarak yapıldığını vurgulamıştır. [12]

Proje yönetimi, performans, maliyet ve zaman hedeflerine ulaşabilmek için eldeki kaynakları en verimli şekilde programlama ve proje aktivitelerini kontrol etme sürecidir. Bu üç amaca kaynakların verimli ve etkili kullanımıyla ulaşılabilir. [13] Proje yönetimi; Şekil.3.’te de görülebileceği gibi genel yönetim, insan kaynakları yönetimi, risk yönetimi, kapsam yönetimi, iletişim yönetimi, maliyet yönetimi, zaman yönetimi, kalite yönetimi, tedarik ve sözleşme yönetimi gibi dallara ayrılır.



Şekil.3. Proje Yönetimi Dalları

2.6.1. Maliyet Yönetimi

Maliyet yönetimi projenin hayata konmasından önce başlar. Projenin maliyetleri tahmin edilir yaklaşık maliyet bulunur. Projenin hayata geçirilişinin ekonomik açıdan uygunluğu (fizibilite) için gerekli çalışmalar projenin yapımına başlamadan önce yapılır.

Projenin hayata geçirilmesiyle her aşamada maliyetin beklenen seviyelerde olup olmadığı kontrol edilir. Duruma göre yeni maliyet planları yapılır. Nakit akış, hakediş ödemeleri vb. kontroller yapım aşamasında her an takip edilir. İşveren beklentisi doğrultusunda yüklenicinin mali açıdan doğru hareket etmesi sağlanır.

Üretim tamamlandıktan sonra da detaylı bir maliyet analizi yapılarak beklentiler ve gerçekleşen maliyetler karşılaştırılır. Bu da daha sonraki işler için bir maliyet öngörüsü yapılmasını kolaylaştırır.

2.6.2. Süre Yönetimi

İşgücünü, ekipmanları, parayı kısaca kaynakları en etkin şekilde yönetmek için süreyi yönetmek gerekir. Süre yönetimi de proje hayata konmadan önce başlar. Ana iş programı bu aşamada belirlenir. Projenin başlangıç ve bitiş süresi arasında olan sürede ara hedeflere ulaşmak için gerekli planlama yapılır.

Proje planlama ve programlama tekniklerinin geliştirilmesiyle ilgili çalışmalar 1950’li yılları sonlarına rastlamaktadır. Bu konuda geliştirilen temel yöntemler, Gantt cetvelleri, PERT (Project Evaluation and Review Technique-Proje Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği) ve CPM (Critical Path Method-Kritik Yol Yöntemi)’dir. [14]

Küçük projelerde proje yönetim tekniklerinden GANTT diyagramı kullanılır. Faaliyetleri ve faaliyetlerin tamamlanma sürelerini gösteren iki boyutlu gösterimdir. Faaliyetlerin arasındaki ilişkilerin gösterimi için uygun olmadığından büyük projelerde tercih edilmez. Diğer proje yönetim tekniklerinden CPM ve PERT, faaliyetlerin birbirine bağımlılıklarını ve öncelik ilişkilerini göz önüne alma yeteneklerine sahip olduğundan, büyük projeler de kullanılırlar. Ancak büyük

projelerde bile çoğunlukla CPM ve PERT yönetim tekniklerinin bir ayağı basitleştirilmiş GANTT diyagramlarıdır. Bu gibi büyük projelerde, GANTT diyagramları projenin durumunu özetlemek için kullanılır. [15]

CPM aktivite sürelerinin kesin olarak bilindiği zamanlarda kullanılır. Kritik aktivitelerin belirlenmesi önemlidir. Kritik aktiviteler, gecikmesi halinde proje bitiş tarihini geciktirecek olan aktivitelerdir. Bu aktiviteler dışında kalan kalemlerin toplam süreyi geciktirmeden ne kadar ertelenebileceğini bu yöntemle görülebilir.

PERT ise belirsizliğin fazla olduğu araştırma-geliştirme projelerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş, fakat daha sonra farklı sektörlerde de yaygın olarak kullanılmıştır. PERT, sabit faaliyet süreleriyle ilgilenmektense, her faaliyetin süresini bazı olasılık dağılımları kullanarak tespit etmektedir. Bu yöntemde, üç süre tahmini yapmayı sağlayacak istatistiksel yöntemler kullanılarak, projedeki belirsizliklerle başa çıkılmaya çalışılır. Bu süreler, en iyimser, en kötümser ve en olası sürelerdir. PERT'in amacı, her faaliyetin ortalamasını ve varyansını ve tüm projenin de olasılık dağılımını bulmaktır. Bu konuda elde edilen bilgiler, projenin fizibilitesini değerlendirmede kullanılan, yönetim planlama bilgisini sağlar. Bu da plandan sapmanın yaratacağı etkileri yönetimin önceden görmesini sağlayarak, olası problemler ortaya çıkmadan önce düzeltici önlemlerin alınmasına imkân tanır. [14]

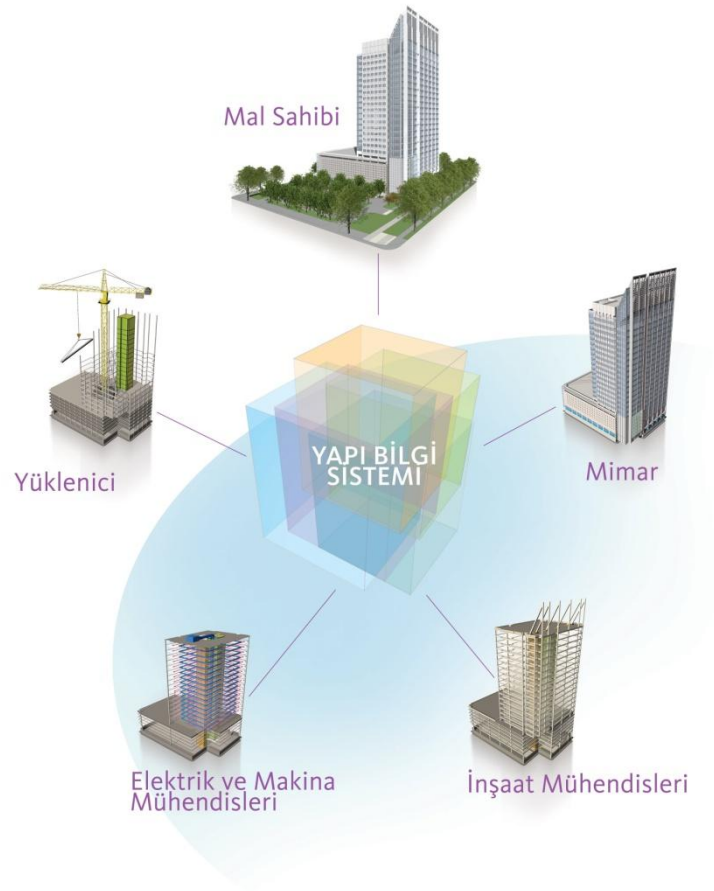
Proje uygulama aşamasına geçildikten sonra da bu iş programına uyulup uyulmadığı denetlenir. Gerçekleşen imalatın iş programında belirtilen şekilde yürümesi adına gerekli adımlar atılır. Ana ve ara hedeflere ulaşmak için gerekirse iş programı revize edilip gerçeğe uygun hale getirilir.

2.7. Bina Bilgi Modelleme (Building Information Modeling) (BIM)

Bina bilgi modellemeyi (Building Information Modeling) (BIM), bir yapının, o yapıya ait bütün özellikleri yansıtan dijital bir maketi olarak tanımlanabilir. BIM bir program ya da ürün değil, bir yaklaşımdır. Projenin tüm ana süreçlerinde etkin olarak kullanılabilen sistem, işveren, tasarımcı, müşavir, yüklenici, alt yüklenici ve tedarikçiler arasındaki bilgi alışverişinin kalitesini ve hızını arttırarak, son kullanıcılar için en uygun ürünün ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Sistem, üç boyutlu sayısal modelleme yapısıyla görsel bir modelin çok ötesine geçerek, yapının imalatı

ile ilgili tüm bilgileri içeren, sürekli geliştirilebilen çok fonksiyonel bir yönetim ve bilgi paylaşım aracı görevi görmektedir.

BIM yaklaşımında dijital model belirli bir veritabanında tutulur. Model üzerinde yapılan değişikliklerin veritabanına erişen herkes tarafından anında görülebileceği bir sistemdir. Bu da birimler arası koordinasyonu sağlar.



Şekil.4. BIM Kullanıcıları

Bilgi sistemi denildiğinde bilgi sözcüğü ile kastedilen genellikle üç adım vardır. Birinci adım binanın 3 boyutlu bilgisayar modelinin oluşturulmasıdır. Bu üç boyutlu model mimari, statik, elektrik ve mekanik öğelerin tamamını kapsar. İkinci adım binanın zaman çizelgesini yani iş programını oluşturmak ve sisteme dâhil etmektir. Üçüncü adımda da binanın maliyet bilgisi veritabanına girilir. Birinci adım yani üç boyutlu modele ikinci adım olan iş programı entegre edildiği zaman buna dört boyutlu model denir. Bu iki adıma üçüncü adım olan maliyet bilgisi de eklendiğinde artık model beş boyutlu model olarak anılır.

1980'lerin başında mimarlar CAD (Computer Aided Design-Bilgisayar Destekli Tasarım)temelli bilgisayarlar kullanmaya başlamışlardır. Birkaç yıl içerisinde yüksek oranda yapı dokümanı ve uygulama projeleriyle elle çizimden bilgisayar çıktılarına geçiş sağlanmıştır, basit grafikler yardımıyla yapı hakkındaki çeşitli bilgiler ilişkilendirilmiştir. Bina bilgi modelleme, obje tabanlı CAD işleyişine sahiptir. Dijital objeler kodlanarak tanımlanır ve böylelikle bilgisayar tarafından geometrisi ve özellikleriyle okunabilen, yorumlanabilen bilgiye çevrilir. 1990'larda obje tabanlı CAD sistemlerinin gelişimi ve bilginin dijital olarak temsili önemli bir aşamadır. Daha sonraki süreçlerde ortaya çıkan bina bilgi modellerinde objeler; duvar, kolon, kiriş, kapı, pencere gibi bileşen düzeyinde tanımlanarak her birinin farklı özellikleri parametrik olarak işlenmektedir. Örneğin bir kapının temsilini oluşturan çizgilerin tek tek oluşturulması yerine önceden nitelikleri parametrik olarak tanımlanmış bir kapı modeli meydana getirilir. Bileşenlerin özelliklerinin ve geometrilerinin dijital olarak tanımlanması, yapının 3 boyutlu modellemesinin de oluşturulabilmesine imkân sağlar. Plan, kesit ve görünüşlerin eş zamanlı ilerlemesi ve yapılan revizyonların otomatik olarak diğer görünüşlere işlenmesi gibi ciddi avantajlar sunar. Bu sayede projeye dair birçok yük ortadan kalkar ve sürecin hızlanması otomatik olarak gerçekleştirilir. [16]

BIM çeşitli paydaşlar için farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Bu bağlamda, projenin kritik paydaşları olan mal sahibi, mimar ve mühendis, yükleniciler için BIM'in ne amaçla kullanıldığı Tablo.2.'de gösterilmiştir. [17]

Tablo.2. BIM Kullanımında Farklı Paydaşların Amaçları

BIM Kullanımında Farklı Paydaşların Amaçları		
Mal Sahibinin Amaçları	Mimar ve Mühendislerin Amaçları	Yüklenicinin Amaçları
Bina performansını arttırmak	Çevre koşullarının önceden modellenmesiyle çevre etkilerini görmek.	‘İnşa edilebilirlik Analizleri’ yapmak ve ‘Uyuşmazlık Alarmını’ kullanmak
Finansal riski azaltmak	Sıcaklık, havalandırma, ıslıklandırma, yaya sirkülasyonu, akustik, dış yüklemeler vb. gibi binaya etki eden parametrelerin etkilerini önceden görmek.	Metraj çıkartıp, maliyet hesaplamaları yapmak
Proje programını kısaltmak	Yapım aşamasında olması gereken ile yapılmış olan uygulamayı daha rahat karşılaştırmak	Maliyet ve program kontrolü yapıp diğer yönetim işlemleriyle bütünleştirmek
Görsel simülasyonlar kullanılarak proje paydaşlarından değerli girdiler almak	Tasarımda yapılan değişikliklerle aynı anda veritabanındaki o bilgiyle alakalı tüm dokümanların (kesitler, görünüşler vb.) değiştirilmesini sağlamak	Yapım aktivitelerini doğrulamak, rehberlik etmek ve kontrol etmek
4D-koordinasyon model sayesinde beklenmedik durumlara hızlı cevap vermeyi sağlamak		El değiştirmek ve işleterek hizmete sokmak.

Bir bina bilgi modeli kullanımı alanları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Görselleştirme: 3B kaplamalar kolayca oluşturulabilir.
- Üretim/İşyeri Çizimleri: Çeşitli yapı sistemleri için iş yeri çizimlerini oluşturmak kolaydır. Örneğin, model tamamladıktan sonra metal levha boru tesisatı çizimleri kolayca oluşturulabilir.
- Otomatik Üretim: Teknolojik açıdan gelişmiş tedarikçileri içeren projelerde, BIM dosyalarından elde edilen veriler sayısal kontrollü imalat malzemesine girdi olarak kullanılabilir
- Yönetmeliğe ilişkin değerlendirmeler: İtfaiye ve diğer yetkililer bu modeli yapı projelerinin kendileri ile ilgili kısımlarını gözden geçirmeleri için kullanabilirler.

- Adli Analiz: BIM, potansiyel arızaları, sızıntıları, tahliye planlarını gibi unsurları grafiksel olarak göstermeye kolayca adapte edilebilir.
- Tesis Yönetimi: Tesis yönetimi bölümleri BIM'i tadilat, mekân planlama ve bakım onarım işlemleri için kullanılabilir.
- Maliyet Hesabı: BIM yazılımları maliyet hesabı özelliği ile oluşturulmuştur. Modelde herhangi bir değişiklik yapıldığında malzeme miktarları otomatik olarak algılanır ve değiştirilir.
- Yapı Dizisi: BIM, malzeme siparişi, imalat ve bütün bina ürünleri için teslimat programları oluşturmada etkin olarak kullanılabilir.
- Uyuşmazlık, Müdahale ve Çakışma araştırması: BIM modelleri 3B mekânda ölçekli olarak üretilmektedir. Büyük sistemler etkileşim için görsel olarak kontrol edilebilmelidir. Bu süreçte çelik kirişler, kanallar ve duvarlar ile boru sisteminin kesişmesi kontrol edilebilir.
- Acil Durum Yönetimi: Acil durumlarda planlama ve tahliye açısından büyük kolaylık sağlaması da BIM'in kullanım alanlarına dâhil edilebilir. [18]

BIM, yapı tasarım ve sistem endüstrisi için önemli bir yenilik oluşturmakta, kompleks ve büyük ölçekli projelerde proje süreç ve kontrollerini kolaylaştırmaktadır. BIM'e geçiş, teknolojik bir değişiklik olmasının yanında kültürel anlamda da bir değişikliktir. Tasarımın nasıl yapılacağının yeniden düşünülmesi ve üretimle tasarım süreçlerinin etkileşimli olarak işlenmeleri gibi değişimler getirmektedir. [19]

3. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE KALİTE YÖNETİMİ

3.1. İnşaat Projeleri Yönetimi Dâhilinde Kalite Yönetimi

İnşaat projeleri yönetimi bir projenin henüz düşünce aşamasındayken başlayıp eksiksiz teslim edilmesine kadar geçen sürecin yönetilmesidir. Proje yönetimi sistematığı Tablo.3.'de görüldüğü gibidir.

Tablo.3. Proje Yönetimi Sistematığı

PROJE YÖNETİMİ SİSTEMATİĞİ	
Proje Yönetim Kısımları	Proje Yönetim Evreleri
Genel Yönetim	Ön Tasarım Evresi
Maliyet Yönetimi	Tasarım Evresi
Süre Yönetimi	İhale ve Satın alma Aşaması
Kalite Yönetimi	Yapım Evresi
Sözleşme Yürütümü	Yapım Sonrası
İş Güvenliği Yönetimi	

Kaynak: D. Sorguç ve M. Kuruoglu, "İnşaat (Proje) Yönetiminin Hizmet ve Uygulama Standartları ", İnşaat Mühendisleri Odası, 2002, İstanbul

Tablo.3.'de de görüldüğü gibi kalite yönetimi inşaat projeleri yönetiminin önemli bir dalıdır. Kalite yönetimini bütün proje yönetim evrelerinde ayrı ayrı ele almamız gerekmektedir.

Ön tasarım evresinde, mal sahibinin istekleri ve projeden ne beklediği belirlenir buna göre bir kalite planı kendisine benimsetilir ve bu plan belirlenen organizasyon şemasındaki yöneticilere imzalatılır.

Tasarım evresinde, tasarımcı ihaleye hazırlanabilmek için hesap, çizim ve şartnameleri inceler, gerekli tedarik işlemlerini yapar mal sahibinin beklentileri doğrultusunda tasarımı kalite planına uygun şekilde hazırlar ve proje yöneticisine incelettirir. Bu tasarımlar üzerinden keşifler hazırlanır ve projenin fizibilitesi kontrol edilir, uygun bulunursa kalite kontrol için gerekli şartnameler hazırlanır.

İhale aşamasında hedef, müşteri isteklerini en ekonomik koşullarla yerine getirebilecek olan yüklenicileri seçmektir. Yüklenici adayları bu aşamada kalite yönetim planını inceleyip kabul etmelidir.

Yapım evresinde, yapının sözleşmeye uygun olarak inşa edilmesi ve bunun belgelenmesi esastır. Yapım sırasında kalite planında ve şartnamede belirtilen testler yapılır, sahaya gelen malzemenin kalite belgeleri incelenir. Uygunsuz işler belgelenir, teslim aşamasına geldiğinde daha önce belgelenen uygunsuz işler eksiksiz bir şekilde tamamlanarak teslim süresi dâhilinde mal sahibine teslim edilir.

Yapım sonrasında, işletme ve bakım el kitapları incelenir. Mal sahibiyle birlikte genel kalite koşulları değerlendirilir. Sonraki işlerde kalite konusunda nasıl daha iyiye gidilebileceği tartışılır.

3.2. İnşaat Sektöründe Toplam Kalite Yönetimi

TKY bir teknik olarak kullanıldığında, yani özümsemeden, benimsenmeden birdenbire geçiş yapılmaya çalışıldığında başarılı sonuçlar vermemiştir. TKY bir kültürdür, bu kültürü şirketin kazanması uzun yıllar alabilir.

Başta Japon kuruluşları olmak üzere birçok dünya kuruluşunun başarılarında temel faktör olan toplam kalite yönetimi, günümüzde en genel haliyle bir kuruluştaki tüm faaliyetlerin sürekli olarak iyileştirilmesi ve organizasyondaki tüm çalışanların kesin aktif katılımıyla çalışanlar müşteriler ve toplum memnun edilerek kârlılığa ulaşması olarak ifade edilmektedir. [20]

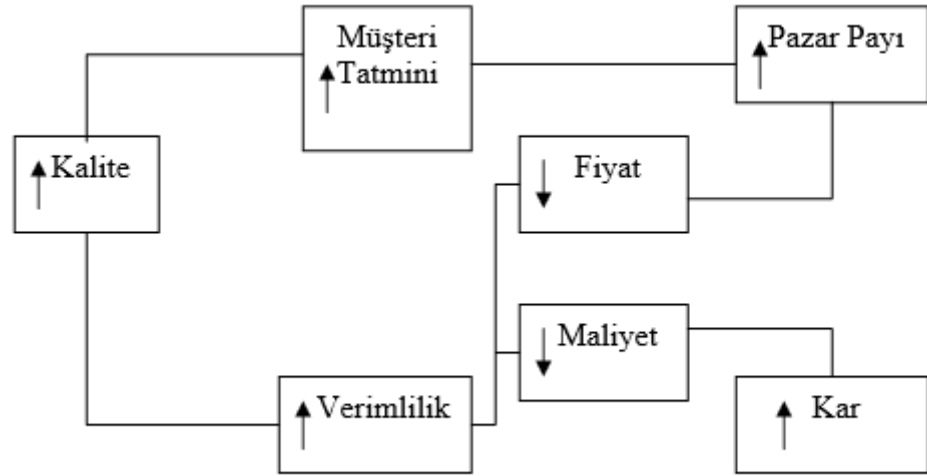
İnşaat projeleri için TKY başlı başına bir zorluktur. Çünkü inşaat projeleri sürekli aynı şekilde üretim yapan sanayi sektörü gibi değildir bütün projeleri tek sefere mahsustur. Bu sebeple bir inşaat şirketinde bir kültürü oturtmak diğer sektörlerde nazaran daha zordur.

İnşaat sektöründe toplam kalite yönetiminin uygulanmasına yönelik uygulama adımları şu şekildedir;

- İyileştirme ihtiyacının bilincinde olmak
- Kalite politikasının belirlenmesi

- Müşteri beklentilerinin belirlenmesi
- Kalite sürecinin tasarlanması
- Kalite organizasyonunun kurulması
- Çalışanların görüşlerinin değerlendirilmesi ve kurum kültürünün oluşturulması
- Eğitim
- Tedarikçilerin kaliteye katılımı
- Kalite kutlamaları
- Toplam kalite yönetiminin performansının ölçülmesi
- Sürecin sürekli iyileştirilmesi [1]

İnşaat sektöründe TKY uygulanması ile elde edilen sonuçlar Şekil.5. 'de gösterilmiştir.



Şekil.5. TKY ile elde edilen sonuçlar

Kaynak: A.F. Güner ve H. Giritli, “İnşaat sektöründe toplam kalite yönetimi ve Türkiye’deki uygulamalar”, İtü Dergisi, Cilt:3, Sayı:1, 2004

3.3. İnşaat Sektöründe Kalite Yönetim Sistemi

İnşaat sektöründe kalite yönetim sistemi başlığı altında, KYS oluşturma süreci, KYS uygulaması ile sağlanacak faydalar, KYS uygulama sorunları ve inşaat sektöründe ISO 9001 standardı uygulamaları incelenebilir.

3.3.1. Kalite Yönetim Sistemi Oluşturma Süreci

Bir inşaat projesinde Kalite Yönetim Sistemi oturtabilmek için öncelikle yöneticilerin TKY kültürünü samimi olarak benimsemeleri gerekmektedir. KYS süreci, hazırlık, gelişim ve uygulama olarak üç kısımda incelenebilir. Yapım aşamasına geçilmeden önceki evreden başlayarak bir projenin kalite yönetim sistemi ana hatlarıyla Tablo.4.'de görülmektedir.

Tablo.4. KYS Süreci Safhaları

KYS SÜRECİ SAFHALARI		
Hazırlık	Gelişim	Uygulama
İşveren temsilcileri ile müteahhit firma yöneticilerinin görüşmesi	KYS uygulama plan ve programının detaylandırılması	KYS' nin proje personeline sunulması
KYS danışman firma ile sözleşme	KYS dokümanlarının detaylandırılması	Uygulama sürecine başlanması
Yönetici ve şantiye çalışanlarının eğitimi	Kalite takımlarının oluşturulması	Kalite Sisteminin denetlenmesi

Kaynak: CHEW YS, CHAI LN., ISO 9002 in Malaysian Construction Industry.

McGraw Hill Book Co. ,1996

3.3.1.1. Kalite Yönetim Sistemi Hazırlık Süreci

KYS uygulamaya konmadan önce bir hazırlık sürecinden geçmelidir. İlk olarak işveren temsilcileri ile müteahhit firma yöneticilerinin bir araya gelip konu üzerinde müzakere etmeleri gerekmektedir. Karşılıklı olarak beklentiler aktarılmalı, çözüm yolları sunulmalı, inşaatın her aşaması için kalite hedefleri tanımlanmalıdır. Bu toplantılar kalite yönetiminin ilk aşamasıdır.

Yüklenici firma, işveren temsilcileriyle yaptığı toplantılar sonrasında ortaya çıkan KYS talebine göre, kalite yönetim ekibini kurar. Bu aşamada profesyonel kalite-proje yönetimi hizmeti veren bir firma ile anlaşılıp sözleşme de imzalanabilir.

Kalite yönetim ekibi oluşuktan sonra yöneticilere ve şantiye çalışanlarına gerekli bilgilendirmeler yapılır bu aşamada da gerekiyorsa eğitimler verilir. Toplam kalite yönetimine katılmaları sağlanır. Böylece hazırlık aşaması tamamlanmış olur.

3.3.1.2. Kalite Yönetim Sistemi Gelişim Süreci

KYS gelişim sürecinde ilk adım olarak kalite uygulama plan ve programlarının detaylandırılması yapılır. Firmanın tanıtıcı temel bilgilerinin, organizasyon şemasının, kalite politikasının, sunduğu hizmetlerin, müşterilerine karşı temel taahhütlerinin, kalite sistemi ile ilgili temel bilgilerin sunulduğu bir doküman türü olan kalite el kitabı hazırlanır. Burada belirlenen kapsam doğrultusunda kalite planı hazırlanır. Hazırlanan kalite planında aşağıdaki bilgiler bulunur:

- Rol ve sorumluluklar: Kaliteyle ilgili farklı roller tanımlanır. Proje yöneticisi genel sorumluluğu üstlenmiş olabilir ama ona yardımcı olacak farklı roller olabilir. Bu roller kalite denetçiliği, dış test uzmanı, kalite kontrol gibi roller olabilir.
- Doğru ve eksiksiz olma koşulları: Kabul kriterleri de diyebileceğimiz bu kriterlerin amacı, müşterinin bir ürüne tamam diyebilmesi için neler yapılması gerektiğini belirler. Bu sayede bu kriterler yerine getirildiğinde müşterinin tatmin olacağını varsayılır.

- Kalite gereksinimleri analizi süreci: Müşterinin kalite gereksinimlerinin nasıl ortaya çıkarılacağı ve nasıl doğrulanacağı tarif edilir. Bu süreç genelde gereksinim analizi sürecinin bir parçasıdır.
- Kalite güvence faaliyetleri: Kalite güvence faaliyetleri, müşterinin kalite beklentilerinin karşılandığından emin olmak için uyulması gereken süreçleri tanımlar. Temel kalite güvence faaliyet ve süreçleri tanımlanır.
- Kalite kontrol faaliyetleri: Kalite kontrol faaliyetleri, teslimatların oluşturulduğu her noktada, teslimatların müşterinin kalite hedeflerine uygun olup olmadığını denetleme faaliyetleridir. Projede temel kalite kontrol faaliyetleri burada tanımlanır.
- Kalite standartları: Projede taahhüt edilen kalite standartları burada tanımlanır.
- Kalite araçları: Projede kaliteyle ilgili kullanılacak olan tüm araçlar burada tanımlanır.

Kalite Yönetim Planı müşterinin kaliteyle ilgili gereksinimlerinin nasıl gerçekleştirileceğinin en baştan düşünüldüğü plandır. Bu plan proje başladığında, kalitenin nasıl yönetileceği konusunda rehberlik sağlayacaktır. Kalite Yönetim Planı oluşturulduğunda gerçek kalite gereksinimleri belli olmayabilir, ama bu gereksinimleri ortaya çıkaracak ve onların karşılandığından emin olmayı sağlayacak süreç ve teknikler tanımlanabilir. [21] Örneğin muayene ve test planı adı altında işin hangi aşamasında hangi kontrollerin, testlerin yapılacağını ve kime ne şekilde teslim edileceğini gösteren şemalar yer alabilir. Örnek bir muayene ve test planı Şekil.6.'da görülebilir.

[illegible]

KYS gelişim sürecinin bir sonraki aşamasında KYS dokümanları detaylandırılır. İnşaat işlerinin her biri için, işveren tarafından belirlenen kalite standartlarına uyması adına, yapılması gereken işlerin kalem kalem sıralandığı yapım metotları oluşturulur. Yapım metotlarında aynı zamanda sorumluluklar belirlenir. Çevre etkileri ve iş güvenliği işçi sağlığı risk analizleri de yapım metodunda gösterilir.

İş muayene talebi dokümanına bağlı olarak kalite kontrol süreçlerinin yerine getirildiğinde doldurulmak üzere kontrol listeleri oluşturulur. İşverenin istekleri doğrultusunda hangi aşamada kontrol isteniyorsa o aşamaya kendine has bir muayene talebi veya kontrol listesi dokümanı oluşturulabilir. İmalattaki olumsuzlukları belirtmek ve belgelemek amaçlı, kalite yönetiminin kullandığı uygunsuzluk raporu (NCR) (Non-Comfirmity Report) ve işveren temsilcisinin kullandığı müşavir gözlem raporu (EOR)(Employee Observation Report) da bu aşamada oluşturulur.

REQUEST FOR WORK INSPECTION

CONTRACT NO: _____	
PROJECT TITLE : _____	

CLIENT/S.O/S.O.R /CONSULTANT:	CONTRACTOR:
_____	_____
REF NO.: _____	
ATTN: _____	REQUEST BY : _____

DESCRIPTION OF WORK TO BE INSPECT: (TO ATTACHED / DETAILS / LOCALITY IF -IF ANY)	

PROPOSED DATE OF INSPECTION :	LOCATION :
_____	_____
REPLY BY : CLIENT / CONSULTANTS - C&S/M/E/AR	

RECEIVED BY:	
SIGNATURE :	
NAME :	
DATE :	

Şekil.7. Örnek Muayene Talebi Dokümanı

KYS gelişim sürecinde bir sonraki adım kalite takımlarının oluşturulmasıdır. Dokümanların takibini ve revizyonunu üstlenecek ekipler kurulur. Bunların yanında sahadaki imalatın kalite kontrol standartlarında ilerleyip ilerlemediğini izleyen saha kalite kontrol ekibi de oluşturulur. Kalite kontrol muayenelerini yapacak olan laboratuvar çalışanları da ekibe dâhil edilir.

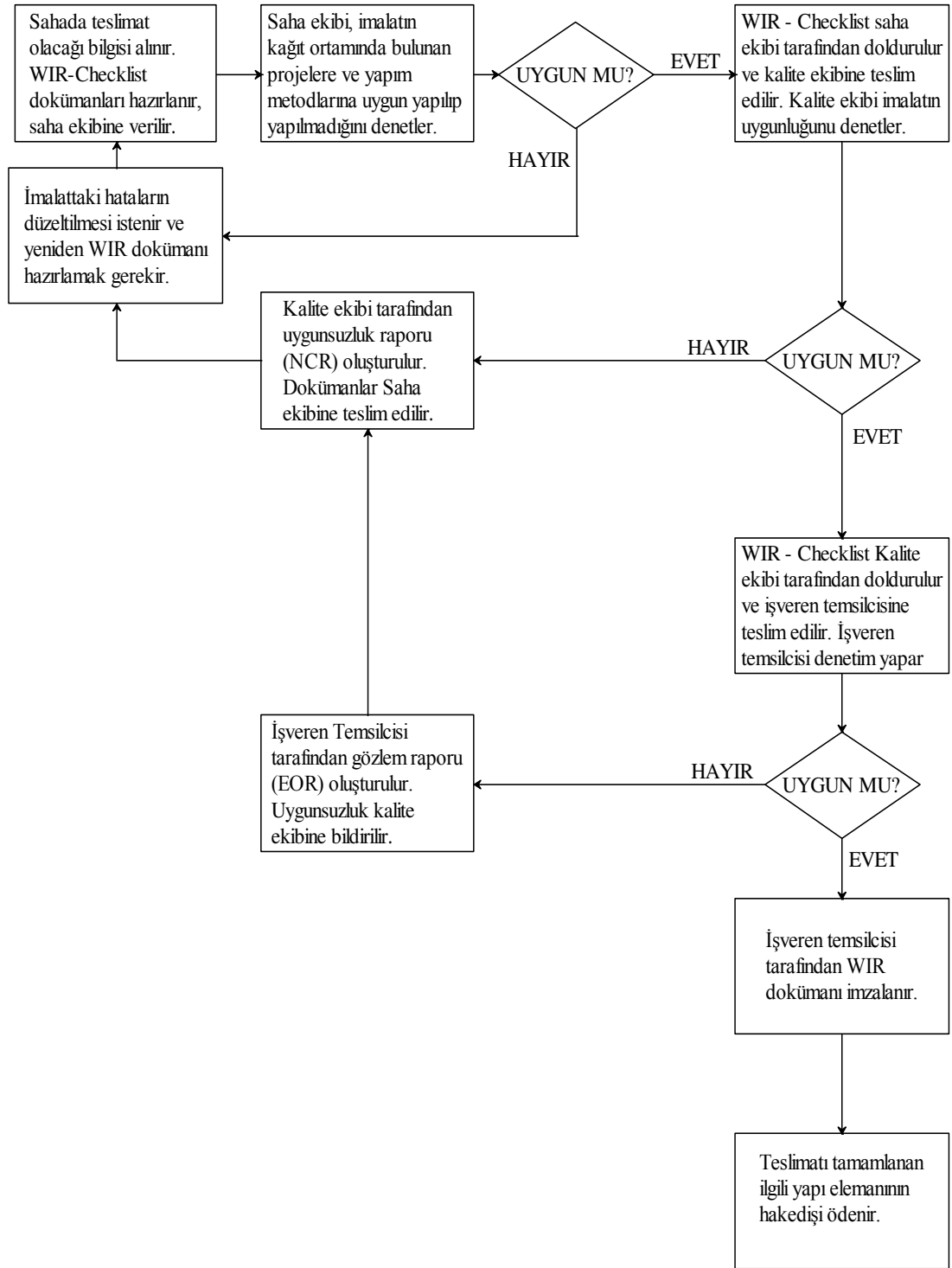
3.3.1.3. Kalite Yönetim Sistemi Uygulama Süreci

KYS uygulama süreci inşaat işinin başlamasıyla birlikte başlar. Bu aşamada KYS proje elemanlarına sunulur. Saha üretim ekibine (mühendisler, formenler, topograflar vb.) gerekli eğitim verilerek TKY doğrultusunda kalite yönetimine katılmaları beklenir. Üretim ekibi hangi aşamada hangi dokümanları kullanacağını bu aşamada öğrenir.

Uygulama sürecine geçildiğinde artık bütün ekip ve departmanlar kalite yönetim sistemi hakkında bilgi sahibi olur. Üretim ekibi işleri yapım metodunda yazılan şekilde ilerletir. Kalite planında belirtilen teslimat aşamalarında iş muayene dokümanını doldurur. Bu teslimat anında yetkili kişilerce kalite kontrol testlerinin yapıldığını gösteren kontrol listesi dokümanını da doldurur.

Üretim ekibi ile birlikte saha kalite kontrol ekibi de işlerin metoda uygunluğunu denetler. Teslim aşamalarında iş muayene talebini ve kontrol listelerini saha ekibiyle birlikte doldurur ve işveren temsilcisine teslim eder. Böylece KYS birkaç göz ile denetlenmiş olur. Hata görülen aşamalarda işlerin uygunsuzluğu saha ekibine bildirilir ve işin yapım yöntemine ve kalite standartlarına uygun şekilde yapımı sağlanır.

Uygulama sürecinde gerek görülürse gelişim sürecinde hazırlanan dokümanlar kalite ekibi tarafından revize edilebilir. Revize edilen dokümanlar saha ekibine bildirilmelidir. Üretim ekibi de sürekli güncel dokümanlarla çalışmalıdır. Bir iş için örnek kalite yönetimi akış diyagramı Şekil.8.'de gösterilmiştir.



Şekil.8. Genel Kalite Yönetimi Teslimat Aşamasının Süreç Diyagramı

3.3.2. İnşaat Sektöründe Kalite Yönetim Sistemi Kullanımı İle Sağlanacak Faydalar

İnşaat sektöründe KYS kullanımı ile sağlanacak faydalar şöyledir;

- Kalite yönetim sistemi, firmanın iş yapış biçimleri fonksiyonel hiyerarşi yapısına göre değil, süreçlerin iş akışına göre düzenleyen bir yönetim tarzıdır. Bu sistemlerin uygulanması ile gereksiz zaman kayıplarının önüne geçilir, zayıflar optimum seviyede tutularak verimlilik artışı sağlanır ve maliyetler düşer,
- İş süreçlerinin analizi ve geliştirilmesi ile sürekli iyileştirme çalışanların doğal davranışı haline gelir,
- Kaynakların daha hızlı ve etkin kullanımını sağlayarak ürün ve hizmet kalitesi ile kar ve verimlilik artışını sağlar,
- Tüm paydaşların ihtiyaç ve beklentileri ile sektörün durum analizini sürekliliğini gerektirerek rekabet edebilme koşullarını tespit eder ve böylece sektörde yaşanan değişimlere hızlı adaptasyonu sağlar,
- İyileşmelerin ve gelişmelerin sürekliliğini sağlayarak sektöre öncülük edilmesinde avantaj sağlar,
- Çalışanların organizasyon içindeki yerinin netleşmesini, çalışan ve çalışma hayatının kalitesinin artmasını sağlar,
- Kalite yönetim sistemi ile hataları ortadan kaldıracak, gecikmeleri en aza indirecek, anlaşılır, kolay uygulanır, müşterinin değişen ihtiyaçlarına uyarlanabilir, organizasyona rekabet avantajı sağlayacak süreçlerin düzenlenmesi ve sürekli iyileştirilmesi noktasında değer katar,
- Kuruluş imajının güçlenmesi, rekabet gücü ve pazar payı artışı ile köklü kültür değişimine sebep olur.

3.3.3. İnşaat Sektöründe Kalite Yönetim Sistemi İle İlgili Uygulama Sorunları

İnşaat Sektöründe KYS ile ilgili uygulama sorunları genel olarak aşağıdaki gibidir:

- Kalite yönetim sisteminin tam olarak anlaşılamaması, kalite yönetim sisteminden ne elde edileceğinin sorgulanmaması ve yanlış uygulamaların önyargı oluşturmaması,
- Kısa sürede sonuç alma isteği,
- Türkiye’de kalite yönetim sisteminin özellikle inşaat sektöründe ürünün özelliklerine bağlı olarak uygulanamayacağı düşüncesinin hâkim olması,
- İnşaat sektöründe kalite ile ilgili standart, mevzuat ve yasa eksikliği,
- Proje yönetimi prensiplerinin kalite yönetimine aktarılmaması,
- Sektörde hâkim olan klasik organizasyon yapısının iletişimi engellemesi,
- İnşaat sektöründe proje düzeyinde geçici organizasyonlar kurulması sonucu proje ekibinin farklılaşmasının motivasyonu olumsuz yönde etkilemesi ve çalışanların katılımını engellemesi,
- Üst yönetimin kalite yönetim sisteminin uygulanması konusunda gereken kararlılığı göstermemesi, çalışmalara aktif olarak katılmaması ve çalışanlara bu konuda liderlik yapmaması,
- Eğitimin yaygın olmaması ve sadece üst yönetim düzeyinde kalması, inşaat sektöründe talebin belirsiz olması veya sürekli olmamasının çalışanlara yatırım yapılmasını engellemesi,
- Birimler arası bilgi alışverişini düzenleyecek efektif ve verimli iletişim kanallarının tariflenememesi, görev-yetki ve sorumlulukların net olmaması,
- Kurum kültürü kavramının anlaşılamaması, sürekli gelişim ve kurum kültürüne geçiş için gerekli olan kültürel değişimin sağlanamaması,
- Tedarikçilerin katılımının sağlanamaması,
- İstatistik anlayışının olmaması,
- Kalite maliyetinin yanlış uygulamalar neticesinde ek yük gibi algılanması, [7]

Bu problemler haricinde, yukarıdaki genel kalite yönetimi iş akış şemasındaki sistemin problemleri de vardır. Bunlar:

- Çok fazla kâğıt kullanılması ve arşivlerde dosya saklamanın zorluğu,
- Şantiye ortamında belgelerin kaybolması,
- Saha ekibinin, kalite yönetim sistemini prosedür olarak görmesi,
- Belge dolaştırma işinin kalite ekibinin üzerine kalması ve dolayısıyla toplam kalite yönetimi ve etkili bir takım çalışması sağlanamaması,
- İmalatın projeye uygunluğu da kâğıt üzerinden kontrol edildiği için, saha ekibinin, kalite belgelerinin yanında bir de elinde projelerle saha gezisi yapmak durumunda kalması olarak sıralanabilir.

3.4. İnşaat Sektöründe ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi

Son yıllarda ISO 9001 kalite yönetim sistemi kullanımı her sektörde olduğu gibi inşaat sektöründe de artış göstermektedir. 2009 yılında yapılan bir araştırmada Mühendislik ve tasarım hizmeti veren ve Türk Müşavir Mühendisler ve Mimarlar Birliği (TMMMB) üyesi olan firmalara ISO 9001 “Kalite Yönetim Sistemi” belgesine sahip olup olmadıkları sorulmuştur. Mühendislik hizmeti sunan firmaların % 43’ü ISO 9001 “Kalite Yönetim Sistemi” belgesine sahip olduklarını belirtirken, % 46’sı bu belgeye sahip olmadıkları cevabını vermiştir. % 11’i ise bu belgeyi alabilmek için gerekli girişimleri başlattıklarını belirtmiştir. Tasarım hizmeti sunan firmaların ise % 48’i ISO 9001 “Kalite Yönetim Sistemi” belgesine sahip olduklarını belirtirken, % 40’ı bu belgeye sahip olmadıkları cevabını vermiştir. % 12’si ise bu belgeyi alabilmek için gerekli girişimleri başlattıklarını belirtmiştir [22].

ISO 9001 KYS belgesinin inşaat şirketlerine sağladığı avantajlar aşağıda sıralanmıştır:

- Kaynak yönetimi optimizasyonu
- Departmanlar arası daha sağlıklı iletişimi
- Kalite problemlerinin daha iyi takibi
- Malzeme zayiatında azalması
- Çalışma kalitesinde iyileşmesi
- Tekrar edilen işlerin azalması
- Uygunsuz işlerin erken dönemde tespitinin sağlanması
- Yeni ihaleleri kazanma oranının artması

- Sektörde rakiplerinin önüne geçmesi
- Evden yönetimin kolaylaşması
- Pazarlama aracı olarak kullanılması
- Daha iyi bir takım ruhu
- Daha az fikir ayrılığı
- Daha az müşteri şikâyeti [23]

İnşaat sektöründe ISO 9000 standardının uygulanmasını kısıtlayan bir takım özel nitelikler bulunmaktadır. Bu niteliklerden birkaçı şu şekilde sıralanabilir:

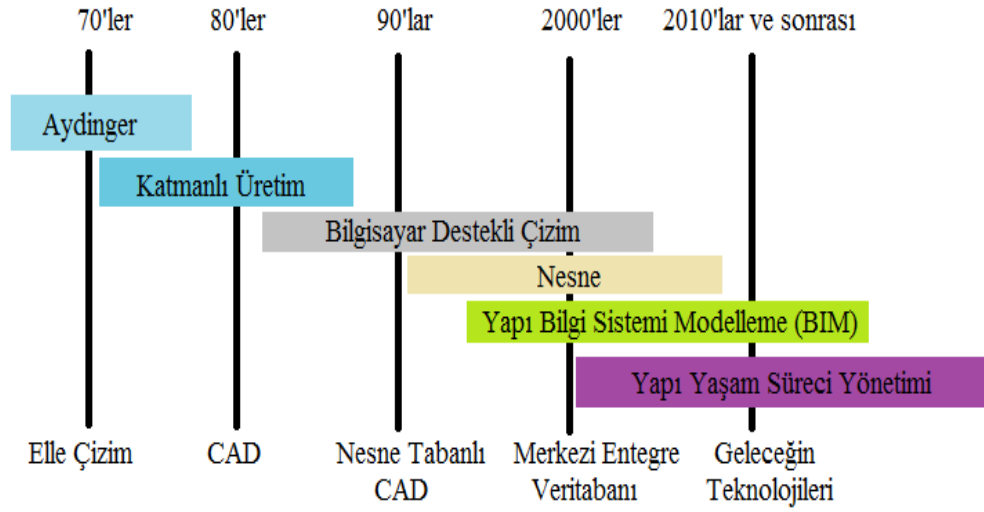
- İnşaat projesi çoğu zaman benzersiz şekilde bir araya gelmiş insan gücü, donanım ve malzemeyi yine benzersiz bir alanda ve benzersiz hava koşullarında buluşturmaktadır. Çoğu diğer üretimde ise bütün bu etmenler sabit olup aynı ürünler tekrar ve tekrar imal edilmektedir.
- Kabuldeki performans testi inşaat sektöründe genellikle makul bir temel oluşturmaz.
- Tasarım için ayrı inşaat için ayrı sözleşme yapılması sık rastlanır bir durumdur.
- İşverenin arazisi üzerinde tamamlanmış inşaat projesinin tamamının geri çevrilmesi mantıklı değildir.
- Hatalı bölümlere ait geri çevirmeler diğer bölümler inşa edilmeden önce hızla kararlaştırılmalıdır.
- İnşaat projelerinin satın alması dâhilindeki grupların sayısı bir üretim bandı için yapılan satın almadaki grup sayısından daha fazladır. Kaliteli inşaat yapmak bütün grupların çabası ile mümkün olabilmektedir. Bu durum birbirinden bağımsız kuruluşların sorumluluklarını herhangi bir üretim bandındakinden daha karmaşık hale getirmektedir.

İnşaat şirketindeki organizasyon yapısı projenin doğasına göre çeşitlilik gösterirken aynı yapı üretim şirketinde neredeyse sabittir. Bu durum iletişimin sorunsuzluğunu ve sorumlular arasındaki bağlantıyı etkilemektedir.

- İnşaatteki insan gücü değişimi üretimdekinden daha fazla olup uzun dönem planlarını etkilemektedir.
- İnşaat projeleri çok karmaşık olup sonuçlanması yılları alabilmektedir. [24]

4. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE YÖNETİME YARDIMCI OLARAK KULLANILAN SANAL ARAÇLAR

İnşaat sektörü de diğer sektörler gibi dijital ortamda yardımcılarla çalışmaktadır. Gün geçtikçe bu yardımcıların kapsamı büyümüş neredeyse tek bir bilgisayar ekranından inşaatın her kalemi için istenen bilgiye ulaşma imkânı sunar hale gelmiştir. Şekil.9.'da bu yardımcıların gelişimi görülebilir.



Şekil.9. İnşaat Projeleri Yardımcılarının Gelişimi

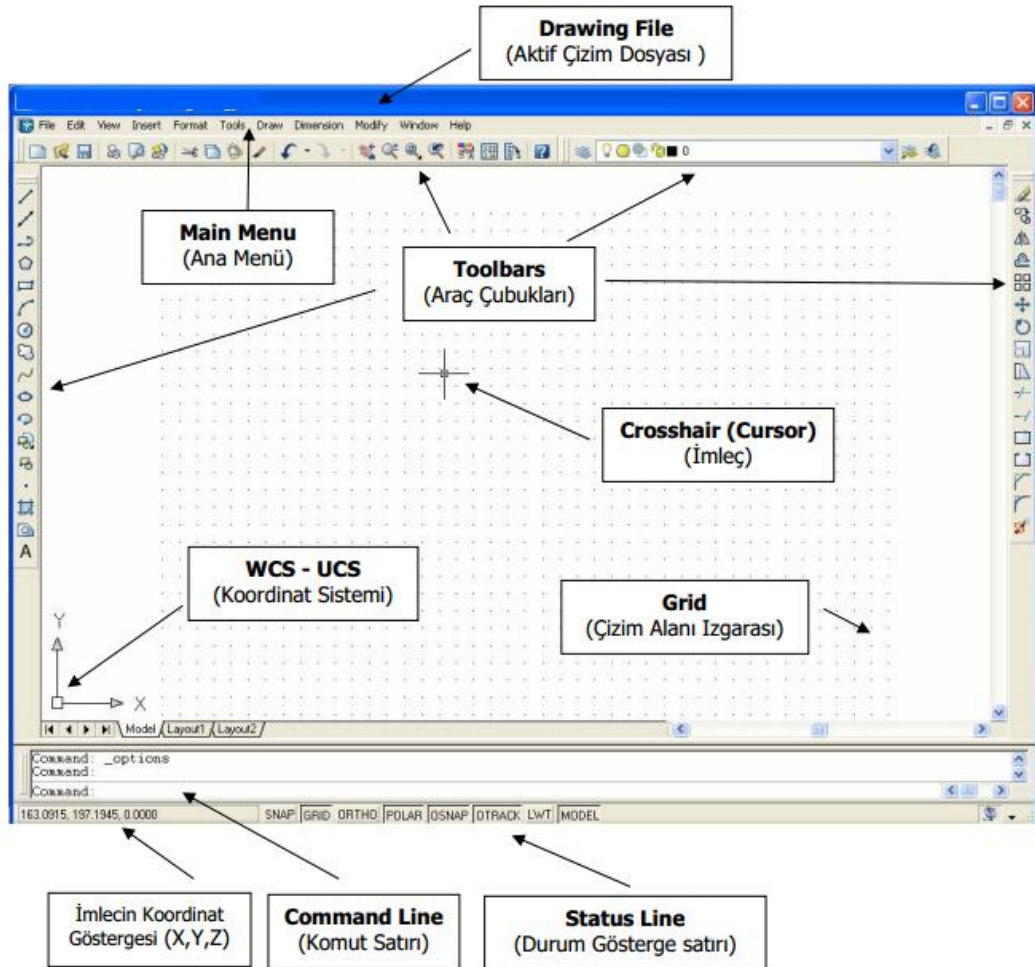
Gerek tasarım aşamasında gerek yapım yönetimi aşamasında kullanılan farklı yardımcıları, zamandan iş gücünden ve paradan kar edilmesini sağlamaktadır. Bu farklı yardımcıları incelenirse; CAD modelleri, Proje yönetim yazılımları ve BIM yardımcıları olarak 3 ana başlığa ayrılabilir.

4.1. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) Modelleri

Bilgisayar destekli tasarım modelleri öncelikle iki boyutlu ve üç boyutlu modeller olmak üzere iki bölümde incelenebilir.

4.1.1. İki Boyutlu Tasarım Modelleri

1960lı yıllarda daha çok üniversite bünyelerinde ya da büyük firmaların araştırma merkezlerinde geliştirilmekte olan CAD yazılımları, 1970lere gelinmesi ile artık ticari bir şekilde kullanmaya başlanmıştır. İki boyutlu tasarım yapabilen çok sayıda yazılım vardır. Bunlardan en çok kullanılanı AutoDesk şirketinin AutoCad adlı yazılımıdır. Şekil.10.'da AutoCad yazılımının iki boyutlu tasarım ekranı görülebilir.

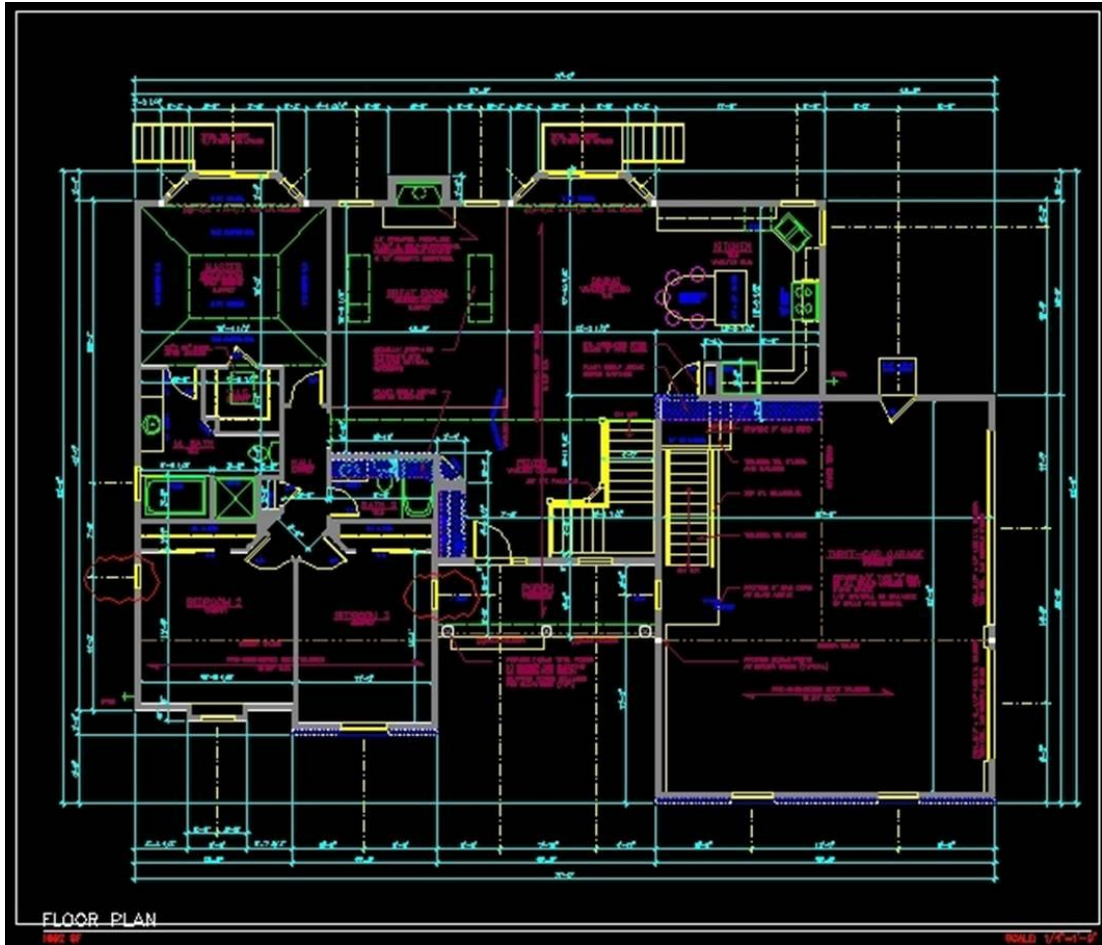


Şekil.10. İki Boyutlu Tasarım Ekranı

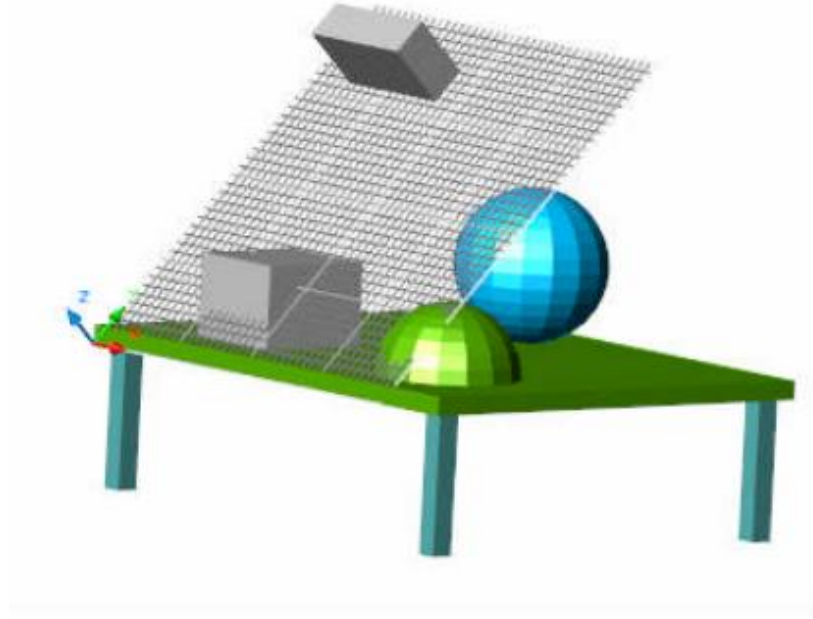
Bilgisayar ortamında çizgilerle kâğıt üzerine çizer gibi çizgilerle oluşturulan modeller tasarımın çok daha hızlı yapılmasını sağlamıştır. Ayrıca proje üzerindeki değişiklikler de elle çizime nazaran çok daha kolay yapılmaya başlamıştır.

2 boyutlu çizimlerde koordinat sistemi olarak mutlak koordinat sistemi (WCS) (World Coordinate System) kullanılır. WCS'in yer düzlemine paralel olduğu varsayılır. Varsayılan olarak bütün çizimler, bu koordinat sistemine göre olan XY düzlemindeki iz düşümlerdir. Yani herhangi bir değişiklikte bulunulmazsa, çizimler WCS koordinat sisteminde, XY düzleminin tam üstünde çizilmiş olur.

2 boyutlu çizimlerde artık sadece çizgiler değil önceden hazırlanıp veritabanında kayıt altına alınan otomatik modeller veya geometrik şekiller de kullanılmaktadır. Şekil.11.'de iki boyutlu tasarım yapabilen bir yazılımla hazırlanmış bir model görülebilir.



Şekil.11. İki Boyutlu Model Plan Örneği



Şekil.13. Farklı Koordinat Sistemleriyle Çizim

3 Boyutlu modeller ilk zamanlarda elle hazırlanan maketlerin kullanım alanı gibi yalnızca projeyi daha iyi kavratılabilmek amacıyla çizilen modellerdi. Ancak inşaat sektöründe tasarım sürecinde de kullanılmaya başlamasıyla bambaşka kapıların açılmasına neden olmuştur.

Yeni nesil CAD paket programlarında 2B'lu yüzeylerin doğrusal veya eksenel olarak süpürülmesiyle ya da unsur tabanlı tekniklerle 3 Boyutlu (3B) modeller elde edilmektedir. Bu programlarla katı model oluşturma kullanıcı katkısıyla gerçekleştirilmektedir. Yani, bir kullanıcı 2B izdüşümü bilgisayar ekranında oluşturur, elinde bulunan 2B görünüşleri veya 3B modeli yorumlayarak temel elemanlara ve nihayet katı modelin şekline karar verir. [26]

Günümüzde 3B tasarım yapabilen çok sayıda program vardır. Bunlardan bazıları şunlardır.

- Sketchup : Sketchup, mimarlık, mühendislik, animasyon, film yapımı, oyunlar ve 3 boyutlu modellemeler için kullanılabilen çok geniş bir modelleme programıdır. Önceleri Google tarafından üretilen program daha sonra Trimble tarafından satın alınmış olup, 2013 sürümüyle diğer 3D çizim programlarının da dosyalarını açabilir ve geliştirilebilir hale gelmiştir.

- 3D Studio Max : Autodesk firması tarafından geliştirilen 3D modelleme programıdır. Bu 3d yazılımın oldukça avantajlı olma nedeni, plugin desteği çok gelişmiş olmasıdır.
- AutoCAD : Autodesk firmasının geliştirdiği bir diğer çizim programı AutoCAD, mühendisler ve mimarlar tarafından en çok kullanan programlardan birisidir. Vektör tabanlı olan program, teknik çizim, tasarım ve modelleme programı olup, ayrıca mimarlar için AutoCAD Architecture isimli özel sürümü de bulunmaktadır.
- Revit : Autodesk firmasının geliştirdiği bir diğer 3 boyutlu modelleme yazılımıdır. Bu yazılımla birlikte modeldeki nesnelerin bilgileri de sisteme dâhil edilir. Bu da bina bilgi modeline geçişi kolaylaştırır.
- ArchiCAD : Graphisoft tarafından mimarlar için üretilen 3 boyutlu bilgisayar destekli tasarım programıdır. Apple bilgisayarları için üretilmeye başlayan program daha sonra Windows platformu için de üretilmiş, Türkçe desteği bulunan, birçok fonksiyon ve modülü olan kullanışlı bir mimari çizim programıdır. Ayrıca Türkçe kullanım kitabı ve eğitim merkezileri de bulunmaktadır.
- Allplan : Nemetschek firmasının geliştirdiği Allplan programı, mimari projeleri, çizimleri ve görselleri kısa sürede ortaya çıkarmanıza ve sunum haline getirmenize yardımcı olan 3D modelleme ve mimari çizim programıdır. Çok sayıda yapı bileşenleri içeren program, yapı maliyeti hesaplaması, görselleştirme, renklendirme yapabilmesi programın özelliklerindendir. [27]

4.2. Proje Yönetimine Yardımcı Yazılımlar

Günümüzde inşaat projeleri yönetimi de her aşamasında yazılımlardan faydalanmaktadır. Bu yazılımlar; planlama, zamanlama, maliyet kontrolü ve bütçe yönetimi, kaynak ayırma, işbirliği yazılımı, iletişim, kalite yönetimi ve dokümantasyon veya yönetim sistemleri gibi büyük çaplı projelerin karmaşıklığı ile mücadele etmek amacıyla kullanılan birçok yazılım çeşidini kapsar.

Yazılımlar çeşitli yaklaşımlarla çalışabilmektedir. Bu yaklaşımlar bölümün devamında belirtildiği gibi olabilir.

- Masaüstü Yazılımları : Proje yönetimi yazılımı her kullanıcı masaüstünde çalışan bir program olabilir. Bu yaklaşım, genel olarak en yüksek yanıt hızını ve grafik olarak yoğun arabirim stilini sağlar. Masaüstü uygulamaları verileri yaygın olarak bir dosyada saklarlar. Ancak bazılarının diğer kullanıcılar ile işbirliği yapabilme veya verileri merkezi bir veritabanında saklayabilme yeteneği olabilir. Dosya-bazlı bir proje planı dahi, eğer ağa bağlı bir sürücü üzerinde ise ve aynı anda tek bir kullanıcı tarafından erişiliyorsa, kullanıcılar arasında paylaşılabilir.
- Web-Tabanlı Yazılımlar : Proje yönetimi yazılımı, bir web tarayıcısı kullanılarak, intranet ya da extranet üzerinden erişilebilen bir Web uygulaması olabilir. Bu durum, Kullanıcının bilgisayarına yazılım yükleme gereksinimi olmadan her tip bilgisayarda erişilebilme, erişim-denetiminde kolaylık, doğası gereği çok-kullanıcılı, bakımı yapılacak tek bir sürüm ve yazılım, merkezi veri deposu, genellikle masaüstü uygulamalarına göre daha düşük yanıt hızı, kullanıcı (veya sunucu) çevrimdışı olduğunda proje bilgisine ulaşılamaması, bazı çözümler kullanıcıya verinin bir kopyasını alarak çevrimdışı çalışma imkânı sağlaması gibi web uygulamalarının tüm alışlagelmiş avantajlarını ve dezavantajlarını içerir.
- Tek Kullanıcılı Yazılımlar : Tek kullanıcı bir sistem proje planında aynı anda tek bir kişinin değişiklik yapacağı varsayımıyla programlanmışlardır. Bu uygulama küçük şirketlerde veya proje planlanmasında az sayıda kişinin yer aldığı şirketlerde kullanılabilir. Masaüstü uygulamaları genellikle bu kategoriye girerler.
- Ortak Çalışılabilen Yazılımlar : Ortak çalışılabilen bir sistem, birden fazla kullanıcının planın farklı kısımları üzerinde aynı anda değişiklik yapabilmesini sağlamak üzere tasarlanmıştır. Örneğin kullanıcılar kendi sorumlu oldukları alanları güncelleyerek, tahminlerinin genel plana yansımaları sağlayabilirler. Web-tabanlı uygulamalar(extranetleri de içeren) genel olarak bu kategoriye girerler, ancak yalnızca kullanıcının aktif Internet erişimi olduğunda kullanılabilirler. Bu sorunun üstesinden gelmek için, istemci-sunucu mimarisi kullanan bazı yazılım araçları kullanıcıların masaüstü bilgisayarlarında çalışan bir zengin istemci sağlarlar. Böylece proje ve görev bilgisi, kullanıcıların periyodik olarak ağa bağlanması ile merkezi

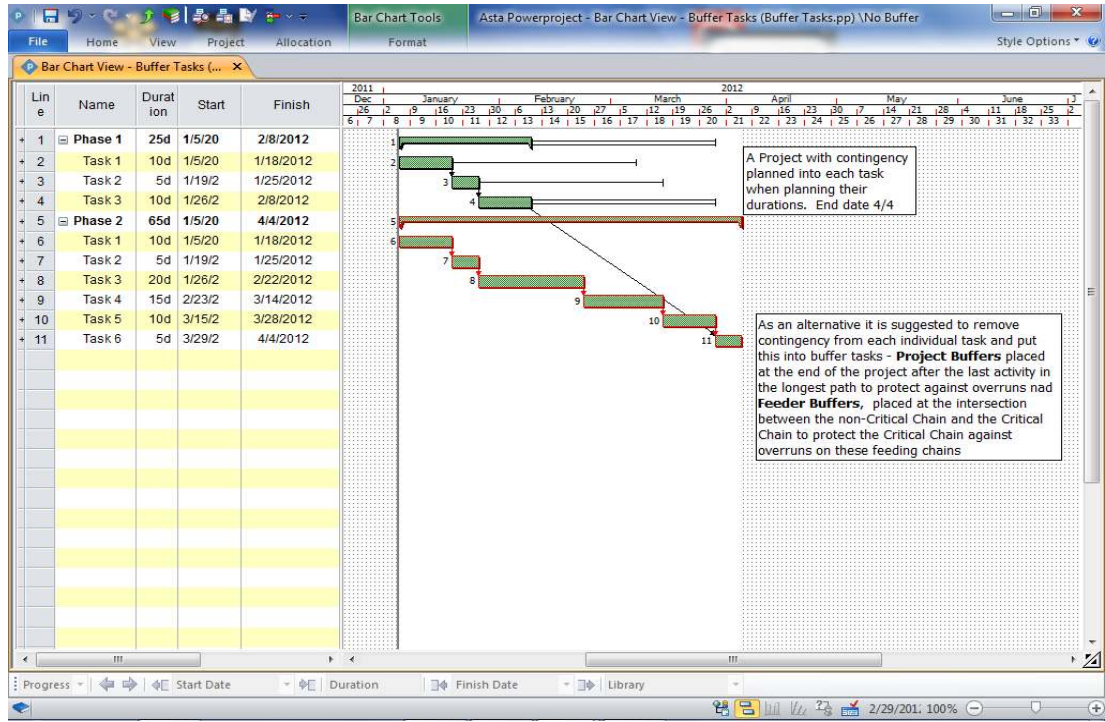
bir sunucuya çoğaltılır ve diğer ekip üyeleri ile paylaşılır. Bazı araçlar, ekip üyelerinin ağa bağlı değilken zamanlamalarını düzenleyebilmelerine ve birbirlerinin dosyalarını salt-okunur olarak görüntüleyebilmelerine olanak tanır. Veritabanına yeniden bağlantı kurulduğunda, tüm değişiklikler eşitlenirler. [28]

- Bulut-Tabanlı Yazılımlar : Bulut bilişim veya işlevsel anlamıyla çevrim içi bilgi dağıtımı; bilişim aygıtları arasında ortak bilgi paylaşımını sağlayan hizmetlere verilen genel ad. Bulut bilişim bu yönüyle bir ürün değil, hizmettir; temel kaynaktaki yazılım ve bilgilerin paylaşımı sağlanarak, mevcut bilişim hizmetinin; bilgisayarlar ve diğer aygıtlardan elektrik dağıtıcılarına benzer bir biçimde bilişim ağı (tipik olarak İnternet'ten) üzerinden kullanılmasıdır. [29]

4.2.1. Proje Planlama Yazılımları

İnşaat işlerinin belirli bir başlangıç ve bitiş süresi vardır. İşin zamanında ve optimum maliyetle işverene teslim edilebilmesi için yüklenici firmanın belirli bir plan dâhilinde hareket etmesi gerekmektedir. Neyin, niçin, nasıl ve ne zaman yapılacağını tanımlayan, projedeki işlerin yürütülmesini ve projedeki çalışanların yönetimini sağlayan planlama çalışmaları yapılmaksızın, projenin başarılı bir şekilde yürütülmesi ve sonuçlandırılması mümkün değildir. Proje planının geliştirilmesinde, görev ve sorumlulukların belirlenmesi, proje zaman cetvelinin hazırlanması ve proje bütçesinin çıkarılması en önemli çalışmalar arasındadır. [14] Bu planın üzerine aktivite sürelerinin atanmasıyla birlikte proje programı yapılır.

Bu aşamada günümüzde bilgisayar devreye girmektedir. Projenin planlaması çeşitli yazılımlar yardımıyla yapılmaktadır. Yazılımların büyük çoğunluğunun işleyiş şekli birbirine benzer şekildedir. Aktivite isimleri, süreleri, başlangıç tarihleri gibi bilgiler girilir. Hangi aktivitenin hangi aktiviteyle nasıl bir bağlantısı olduğu bilgisi girilir. Kaynak atamaları yapılır. Şekil.14.'te bir proje planlama yazılımı (Asta Powerproject) ekranı görülebilir.



Şekil.14. Asta Powerproject örnek planlama ekranı

Birçok proje planlama yazılımı vardır. Bunların en çok kullanılanları şöyle sıralanabilir:

- Microsoft Project : Microsoft tarafından geliştirilen ve satılan, proje yöneticilerine plan oluşturma, kaynakların görevlere atanması, aşama takibi, bütçe yönetimi ve iş yükü analizi gibi konularda yardımcı olması amacıyla tasarlanmış bir proje yönetimi yazılımıdır. Microsoft'un üçüncü Windows-tabanlı uygulaması olan Microsoft Project, yayınlandıktan birkaç sene sonra PC-tabanlı proje yönetimi yazılımı sektörünün lideri haline gelmiştir.
- Primavera : Primavera Systems adlı şirket tarafından geliştirilen daha sonra Oracle tarafından satın alınan kapsamlı bir proje yönetim yazılımıdır. Birden çok projeyi aynı anda yönetmeyi sağlayan ortak kullanıcılı bir yazılımdır.
- Asta Powerproject : Asta tarafından geliştirilen Powerproject, dünya çapında ve tüm sanayi sektörleri tarafından projeler üzerinde kullanılan proje, portföy ve kaynak yönetim yazılımıdır.
- TILOS : Otoyol, demiryolu, metro, tünel, köprü, boru hattı, altyapı elektrik hattı projeleri gibi lineer (doğrusal) projeleri planlamada kullanılan bir yazılımdır. Aktivitelerin sadece sürelerini değil lokasyonlarını da basit bir şekilde görmeyi sağlar.

4.2.2. Doküman Yönetimi Yazılımları

Doküman yönetim yazılımları, kâğıt dokümanların taranarak sanal ortamda saklanması ve elektronik dokümanların yönetilmesini sağlayan yazılımlardır. Doküman Yönetim Sistemi olarak da geçen bu yazılımlar ile kurumlar tüm belgelerini tek bir veritabanında toplarlar ve belirledikleri yetki kuralları çerçevesinde paylaşabilirler.

Doküman yönetim sisteminde bir doküman için en önemli 4 ayrıt edici özellik bulunur. Bunlar; doküman numarası, doküman başlığı / adı, revizyon numarası, revizyon tarihi'dir. [30] Kullanıcılar yetkileri dâhilinde veritabanında bu özellikleri girerek istenilen dokümana rahatlıkla ulaşabilirler.

İnşaat işleri için bu dokümanlar; sözleşmeler, raporlar, iş programları, planlar, kesitler, görünüşler, as-built çizimler, hak edişler, faturalar vb. dokümanlardır.

Ülkemizde ve dünyada pek çok şirket tarafından kullanılan doküman kontrol yazılımlarının başlıca örnekleri şunlardır:

- eBA : BIMser firması tarafından geliştirilen doküman ve iş akışı yönetim sistemi yazılımıdır. Web-Tabanlı bir yazılımdır ve lojistik, üretim, finans, planlama ve idari alanlardaki birçok iş sürecinin elektronik ortama taşınmasını ve yönetilmesini sağlar.
- TRUSTEE : G-SOFT tarafından geliştirilmiş olan TRUSTEE, kurumların iş akış süreçlerini bir bütün olarak elektronik ortamda tanımlayıp çalıştırabilmelerine imkân tanıyan Web Tabanlı ve Doküman Odaklı bir İş Akış Yönetim Sistemidir. Çeşitli kamu kurumları ve özel şirketlerde kullanılmaktadır. Her işletmenin ihtiyaçları farklı olabildiğinden, kolaylıkla uyarlanabilir bir yapıda geliştirilmiştir. İşletmede kullanılacak olan modüller ve özellikler parametrik olarak ayarlanabilmektedir.
- Aconex : Bulut tabanlı bir doküman yönetim programıdır. Çizimler, BIM modelleri, sözleşmeler, raporlar, iş programları vb. dokümanlara kolayca erişmeyi sağlar.

4.2.3. Kalite Yönetimi Yazılımları

Kalite Yönetim yazılımları; kalite politikası, organizasyon el kitabı, kalite el kitabı, prosedürler, eğitim takvimi gibi başvuru dokümanlarının sanal ortamda kolaylıkla okunup, incelenebilmesini sağlayan yazılımlardır. Aynı zamanda KYS'nin proses dokümanları olan boş formlar, talimatlar, proses ve kalite kontrol planları, teknik resimler, listeler, çizelgeler, bilgi kartları vs. dağıtımına gerek duyulmadan elektronik ortamda okunup, incelenebilir ve yetkili kişilerce değiştirilebilir.

Birçok kalite yönetim yazılımı bulunmakla birlikte bunlar genelde küçük farklarla birbirinden ayrılmaktadır. Ancak bazı programlar tamamen farklı bir işletim mantığına sahiptir. Örneğin snagR adlı yazılım sahadaki mühendise saha kontrolü sırasında hatalı bir uygulama görürse, programda kayıtlı olan mimari plan üzerinde hatalı uygulamaların yerlerini işaretleme ve sorumlu kişilere mesaj gönderme imkânı verir. Web-Tabanlı olan bu yazılım aynı zamanda KYS dokümanlarını da veritabanında bulundurup bunların kullanımını da sağlar.

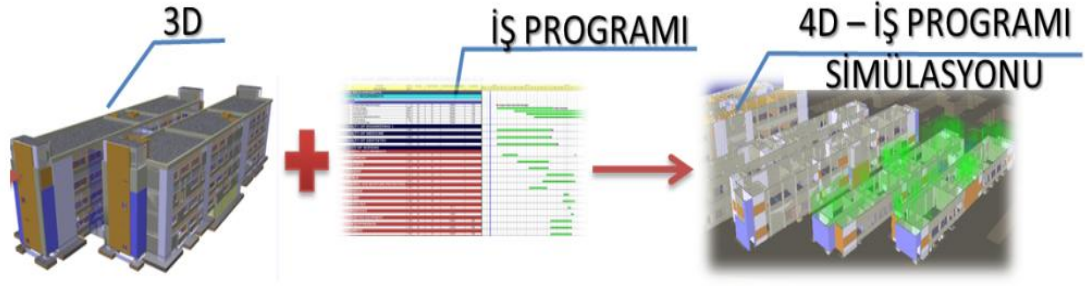
4.3. Bina Bilgi Modelleme (BIM) Araçları

BIM yaklaşımında kullanılan modeller ilk etapta dört boyutlu tasarım modelleri ve beş boyutlu tasarım modelleri olarak incelenebilir. Bu boyutlara yeni bilgiler eklenerek boyut sayısı arttırılabilmektedir.

4.3.1. Dört Boyutlu Tasarım Modelleri

Yapıların, tasarım sürecinde 3 boyutlu modellenmesinin bir sonraki adımı bu modele zaman boyutunun eklenmesidir. Bu oluşturulan model 4 boyutlu model olarak tanımlanır. Bu teknoloji ile yapının saha uygulaması başlamadan önce bilgisayar ortamında simülasyon şeklinde izlenebilmesi hedeflenmektedir.

4 boyutlu model oluşturabilmek için önce nesne bazlı oluşturulmuş 3 boyutlu bir CAD modeline ihtiyaç vardır. Bunun yanında ihtiyaç olan bilgi planlama yazılımlarından elde edilen iş programından alınır. Bu da bize şekil.15.'teki gibi 4 boyutlu simülasyon modelini verir.



Şekil.15. 4D İş Programı Simülasyonunun Elde Edilişi

4 boyutlu model oluşturabilmek için 3 boyutlu modeldeki nesnelere iş programındaki aktivitelerin başlangıç ve bitiş tarihinin atanması gerekmektedir. Bu atama da piyasada kullanılan yazılımlar yardımıyla yapılabilir. Bunlardan Bentley Schedule Simulator, Common Point Project 4D, Intergraph Smart Plant Review, VirtualSTEP 4D Project Navigator, Balfour fourDviz ve Visual Engineering Visual Project Scheduler gibi yazılımlar iki farklı programdan alınan verileri, üzerinde oynama yapmadan birleştirme imkânı sunar. Synchro ve Autodesk Navisworks ise en çok kullanılan 4B tasarım ve simülasyon yazılımlarıdır.

4B modelleme sistemlerinin yapı üretim sürecinde kullanılması:

- Yapı üretim sürecinde kullanılacak olan kaynakların etkin bir biçimde belirlenmesi,
- Yapı üretim sürecinde yer alan eylemler arasında bağımlılıkların belirlenmesi ve eylemlere ilişkin sınırlamaların çözülmesi,
- Yapı üretim sürecinde görev alan katılımcılar arasında daha etkin bir iş koordinasyonu,
- Yapı üretim sürecinde yer alan eylemlerin gerçekleştirilmesi için gerekli kaynakların istenilen alanlara erişiminin doğru olarak yapılması,
- Yapım faaliyetleri ile iş serbestliği arasındaki ilişkiyi daha etkin açıklaması,
- Yapıdaki her bir işin, inşaat alanının neresinde ve hangi zaman aralığında yapılacağına ilişkin görselleştirme,
- Kapsam ve iş programındaki değişikliklerin, maliyet ve tamamlanma süresi üzerindeki etkilerinin gösterilmesi,
- Tasarım ve yapım bilgisinin bütünleştirilmesiyle daha güvenilir yapılabilirlik analizi gibi faydalar sağlar. [31]

4.3.2. Beş Boyutlu Tasarım Modelleri

3 boyutlu tasarım modellerini, iş programıyla bütünleştirirken aynı zamanda maliyetlerin de programa işlenmesi ile model yeni bir boyut kazanır. Yani 4 boyutlu modele maliyet bilgilerinin eklenmesiyle 5 boyutlu model elde edilir.

Bu model 4 boyutlu modelin sağladığı avantajların yanında maliyet konularında da önceden yapılan tahminlerin isabet oranını arttırır. Bu model sayesinde yönetici, inşaatın hangi tarihte hangi aşamada olacağını ve bu aşamada maliyetin ne kadar olacağını henüz inşaata başlamadan görebilir.

5. BİR İNŞAAT PROJESİNDE KALİTE YÖNETİMİ UYGULAMASI

5.1. Proje Bilgisi

İstanbul’da temel ihtiyaçlardan birisini giderecek olan bu büyük çaplı altyapı ve ulaştırma projesinin, yabancı ortaklı yüklenici ve yerli-yabancı ortaklı müşavir firma eşliğinde, yapımına devam edilmektedir. İşveren konumunda TC Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı DLH Genel Müdürlüğü bulunmaktadır. Anahtar teslim olarak ihaleye çıkan projede kazanan firma 1 milyar 42 milyon 79 bin 84 avro ile en düşük teklifi vermiştir.

Proje; ikisi Anadolu yakasında biri Avrupa yakasında olmak üzere 3 ana etaba ayrılmıştır. Bu ana etapların ayrı organizasyon yapıları vardır. Ana etaplar da kendi içlerinde bölümlere ayrılmışlardır.

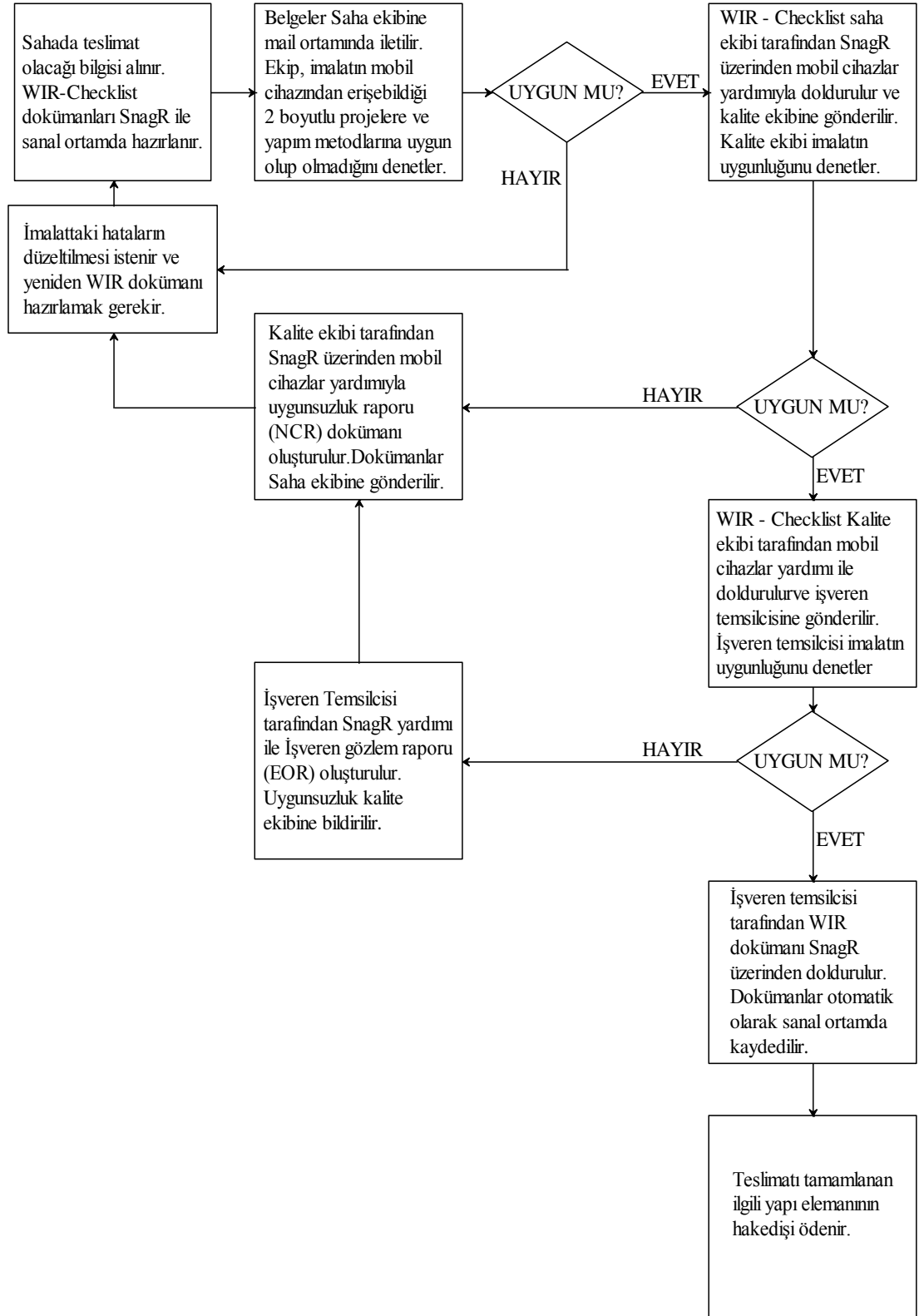
Her bölümde; şantiye şefleri, kısım şefleri, saha mühendisleri, saha topografaları, saha formenleri, kalite kontrol mühendisleri görev yapmaktadır.

5.2. Projenin Kalite Yönetim Sistemi

Projenin Kalite Yönetim Sistemi 3.3.1. bölümünde anlatılan KYS uygulama süreçlerinden geçmiştir. Ancak 3.3.1. bölümünde detay verilmeden anlatılan bazı konular ve örnek dokümanlar bu bölümde anlatılmıştır. İlk olarak kalite sürecini anlatan 3.3.1. bölümündekine benzer bir akış diyagramı Şekil.16.’da incelenebilir. Daha sonraki bölümde projede kullanılan araçlar detaylı şekilde görülebilir.

Projede üretimin bütün aşamaları çok yoğun kalite kontrol işlemlerinden geçmektedir. Eski mevcut yapıların yıkımından, beton dökümüne, toprak işlerinden, sinyalizasyon işlerine kadar bütün adımlar için bir kalite kontrol prosedürü vardır.

Bu prosedürleri yerine getirmek için organizasyon şemasındaki herkesin belirli bir çaba harcaması gerekmektedir. Saha üretim ekibi kalite kontrol ekibiyle organize çalışmalı ve tüm personel, belirli doküman ve yazılımları kullanmalıdır.

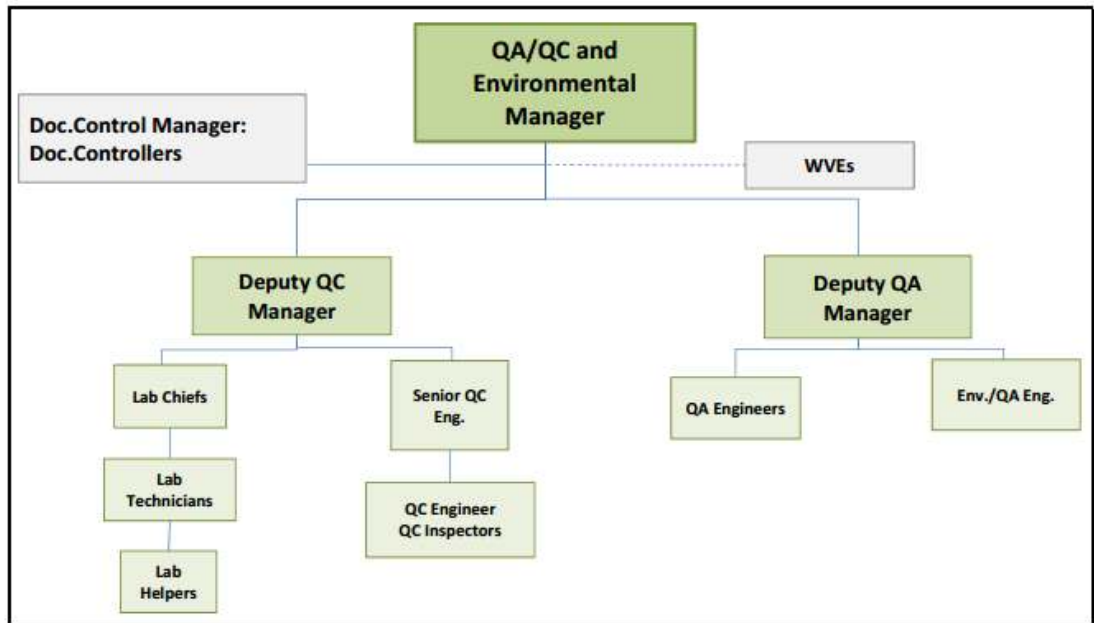


Şekil.16. Uygulama Örneğinde Kalite Yönetimi Teslimat Aşamasının Süreç Diyagramı

5.2.1. Personel Bilgisi

Saha üretim ekibi, yani saha mühendisleri saha formenleri ve saha topografları işlerin eksiksiz yapıldığını kontrol etmekle yükümlüdürler. Tüm ekip kontrollerini tamamladığı zaman kalite kontrolün onayına sunulur. Kalite kontrol ekibi de müşavir firmayla koordinasyon halinde olmalıdır. Müşavir firma ne zaman hangi işlerin yapılacağını bilmeli ona göre kontrol programını hazırlamalıdır. Bu sebeple aslında saha ekibinden müşavir firmaya kadar herkes tam uyum içinde çalışmalıdır. Bu tam uyum sayesinde işlerde daha az aksama daha az eksiklik ve daha az zaman kaybı olur.

Kalite kontrol mühendisleri tüm şantiyeyi (kendilerinin sorumlu olduğu kısımlar dâhilinde) gezerek eksikleri ilgili saha mühendislerine iletirler. Ancak kalite kontrol ekibinin tek var olduğu yer saha değildir aynı zamanda bir de laboratuvar ekibi vardır. Bu ekip toprak işleri ve betonarme işleri için her aşamadan ayrı ayrı örnekler alıp incelerler ve gerekli testleri uygulatırlar. Örneğin serilecek bir taş tabakası için Türkiye'nin belirli bölgelerindeki taş ocaklarına gidip numune alırlar. Yapılan testler sonucunda hangi ocaktan hangi taşın alınacağını belirlerler.



Şekil.17. Kalite Yönetimi Organizasyon Şeması

5.2.2. Kullanılan Dokümanlar

Projede teknik şartnameler ve standartlarla birlikte kalite yönetimi amaçlı kullanılan bir takım dokümanlar vardır. Bunların bir kısmı yol gösterici olarak kullanılırken bir kısmı da yapılan işleri belgelemek için kullanılır.

Belgeleme amaçlı kullanılan dokümanlar bir formatla birleştirilerek yapının teslimi ve kesin kabulü aşamalarında müşavir firmaya sunulur. Aynı zamanda bu dokümanlar hakediş alabilmek için de gereklidir. Müşavir firmanın da bu belgeleri onaylaması ile firma hakedişini alır.

5.2.2.1. Kalite Planları ve Yapım Metodu Dokümanları (CIQP, ITP, MS)

Yol gösterici kategorisinde sayabileceğimiz bu dokümanlardan İnşaat ve Montaj Kalite Planı (Construction Installation Quality Plan) (CIQP) kapsayıcı olarak kalite yönetiminde yer alır. CIQP; içinde yayınlanma amacı, referanslar, tanımlar, standartlar, zaman sınırlamaları, kapsam, görev ve sorumluluklar, organizasyon şeması, arabirimlerin tanımı, ilişkilerin açıklanması, ilgili dokümanlar, iş sırası ve iş tanımı, iş güvenliği ve işçi sağlığı için alınacak önlemler, risk değerlendirme raporu ve diğer bilgilerin bulunduğu kapsamlı bir dokümandır. Beton işleri, Toprak işleri, Tuğla duvar işleri gibi çeşitli aşamalar için kendine özgü CIQP kullanılır.

Muayene ve Test Planı (Inspection and Test Plan) (ITP) uygunluğun elde edilip edilmediğini belirlemek için gerekli olan faaliyetlerin belirtildiği plandır. Faaliyetlerin yerine getirilmesine yönelik sorumlulukları, faaliyetlerin denetlendiği belgeleri ve gereken kayıtları tanımlar. Yine her aşama için farklı ITP kullanılır.

YAPISAL BETON İŞLERİNE İLİŞKİN MUAYENE VE TEST PLANI												
Faaliyet No	FAALİYET	SIKLIĞI	Sorumlu Kişi	KK Kategorisi			ERQ / CoC / Standart Ref.	İlgili Doküman CIQP, MS, ITP'ler, vb.	Uygunluk Kriterleri	DOĞRULAMA DOK./QCR		
				ALTY ÜKLE NİCİ	Yük.	WVE	Müş.					
4	Onaylı Proje Beton Karışım Reçeteleri İçin Beton Atma ve Taze Beton Testi											
4.1	Betonun santralde hazırlanması	Her bir beton partisi için	SS	LT, QI	R			TS EN 206-1	Beton İmalatına İlişkin CIQP			Beton Parti Raporu
4.2	Pompalama öncesi betonun sıcaklık ve görsel kontrolü	Pompalama öncesi her bir kamyon için	SP,LT, QI	T, I	I, R			TS EN 206-1	Beton Teknik Şartnamesi, Madde 4.5.3	5 °C ≤ T ≤ 32°C		
4.3	Pompalama öncesi kıvam kontrolü	İlk 3 kamyon ve her 100 m³'te	SP,LT, QI	T, I	I, R			ERQ 5.4.4.2/ TS EN 12350-2	Beton Teknik Şartnamesi, Madde 4.5.3	22 ± 3cm		
4.4	Pompalama öncesi dansite kontrolleri	İlk 3 kamyon ve her 100 m³'te	SP,LT, QI	T, I	I, R			ERQ 5.4.4.2/ TS EN 12350-6	Beton Teknik Şartnamesi, Madde 4.5.3	2300 ± 100 kg/m³		
4.5	Pompalama öncesi hava kontrolleri	İlk 3 kamyon ve her 100 m³'te	SP,LT, QI	T, I	I, R			ERQ 5.4.4.2/ TS EN 12350-7	Beton Teknik Şartnamesi, Madde 4.5.3	6 ± 2 %		
4.6	Mukavemet testi için numune alma	Her bir beton dökme bölümü için her 100 m³ için 6 numune	SP,LT, QI	T, I	I, R			ERQ 5.4.4.2 EN 12390-2	Beton Teknik Şartnamesi, Madde 4.5.4	7 gün için 2 numune ve 28 gün için 2 numune		
4.7	Taze Beton Testleri ve Numune Alma	İlk 3 kamyon ve her 100 m³'te	SP,LT, QI	T, I	I, R	W	W	ERQ 5.4.4.2/	Beton Teknik Şartnamesi, Madde 4.5	MADDE 4'te bahsedilen tüm kriterler		
(*) SORUMLU KİŞİ:							KK KATEGORİSİ ANAHTARI:					
SS = SAHA SÜPERVİZÖRÜ			WVE = DOĞRULAMA MÜHENDİSİ			H= BEKLEME NOKTASI			W = TANIK NOKTASI			S= GÖZETİM NOKTASI
QI = KALİTE MUAYENE SORUMLUSU			LT= LABORATUAR TEKNİSYENİ			I= MUAYENE NOKTASI			T= TEST NOKTASI			SP= NUMUNE ALMA NOKTASI
S / E = SÜPERVİZÖR VEYA SAHA MÜHENDİSİ			S= SÜRVEYÖR SUP : TEDARİKÇİ			R = KAYITLARIN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ			C= BELGELENDİRME			V = DOĞRULAMA NOKTASI
Tarih:	Hazırlayan:		Kontrol Eden:					Onay:			Sayfa 4/11	

Şekil.18. Beton karışımı için ITP örneği

Yapım metodu (Method Statement) (MS) ise yöntemler, sağlık, güvenlik ve çevre ile ilgili kural ve tavsiyeler, ilgili faaliyete yönelik kalite kontrol listeleri, kadro oluşturma gibi belirli esaslar sağlayan inşaat / montaj sahası teknik talimatlarıdır. Her yapılacak iş için MS yapım adımlarını sırasıyla tanımlar. İşin nasıl yapılacağını detaylıca ve diğer dokümanlara atıfta bulunarak açıklar. Alt yükleniciler bu yapım metotlarına göre inşaat ve montaj işlerini gerçekleştirmelidir. Saha ve kalite ekibi de bu doküman doğrultusunda kontrollerini yapmalıdır.

5.2.2.2. İş Muayene Talebi (WIR) Dokümanları

İş belgeleme amaçlı kullanılan dokümanlardan olan İş Muayene Talebi (Work Inspection Request) (WIR), yüklenici firma tarafından, müşavir firmaya ilgili işin yapımına başlandığını haber vermek için yayınlanır. Hangi işin hangi aşamasında WIR yayınlanacağını ilgili işle alakalı ITP gösterir.

Her WIR dokümanının bir numarası vardır. Yüklenici tarafından numara belirlenip yayınlanır ve saha ekibine teslim edilir. Saha ekibi işi tamamladıktan sonra kalite kontrol ekibine teslim eder. Kalite kontrol ekibi de Müşavir firmaya gönderir. İşle alakalı eksik varsa WIR dosyasında belirtilir. Eksik yoksa WIR kapatılır arşive alınır. Böylece bir iş akışı tamamlanmış olur. (EK-1)

Eğer ilgili iş WIR yayınlandıktan sonra 48 saat içerisinde tamamlanamaz ise aynı işi referans gösteren eden yeni WIR yayınlanır. Eski WIR dokümanında işin ertelendiği ve o işin takibinin artık yeni WIR numarasıyla yapılacağı gösterilir.

5.2.2.3. Kontrol Listesi (Checklist) Dokümanları

Bazı WIR belgeleri tek başına geçerli olmaz. İşin içeriğine göre sorumlu kişilerin, atılan adımları kontrol ettiğine dair imzalarının olduğu bir belgeye ihtiyaç vardır. Bu belge Kontrol Listesi (Checklist) olarak adlandırılır.

İlgili WIR numarası, alt yüklenicinin ismi, yapım sahası ve benzeri bilgilerin üzerinde bulunduğu checklist, içeriğine göre farklı formatlarda olabilir. Örneğin; beton dökümü için hazırlanan checklist kalıp-demir kontrollerinin olduğu bir bölüm içerirken (EK-2), döşeme kaplamaları için hazırlanan checklist başka işlerin doğruluğunu sorgulayan yapıdadır (EK-3).

Checklist doldurulup bütün ilgililerce imzalandıktan sonra, ilgili WIR dosyasının arkasına ek olarak konulur. Müşavir firmaya bu şekilde sunulur. Müşavir firmanın onayından geçtikten sonra arşivde saklanır.

5.2.2.4. Uygunsuzluk Raporu (NCR)

Yapımı devam eden ya da tamamlanan işlerde kalite kontrol ekibi hatalı uygulamalarla karşılaşırsa ilgili işin düzeltilmesi için saha ekibine bir rapor gönderir. Bu rapor Uygunsuzluk Raporu (Nonconformity Report) (NCR) olarak adlandırılır. WIR dosyası şeklinde düzenlenir WIR numarası yerine NCR adı ve numarası yazılır.

Hatalı görülen uygulama düzeltilmeden ilgili işe ait WIR dosyası kapatılamaz bu da yüklenici firmanın o işle alakalı hakedişini alamaması anlamına gelir. Bu sebepten saha ekibi NCR dosyalarını kapatmak için çaba sarf etmelidir.

Örneğin bir beton dökümü sonrası oluşan çatlaklar onarılmadıysa kalite kontrol ekibi bunu saha ekibine bildirerek düzeltilmesini ister. Böyle bir durumda NCR dosyasını kapatmak için saha ekibi ilgili tamiratı yapıp tamirat checklist'i (EK-4) doldurup kalite kontrol ekibinin onayına sunmalıdır. Bu checklist de WIR dosyasının arkasına eklenerek ilgili WIR kapatılır.

5.2.3. Yazılımlar

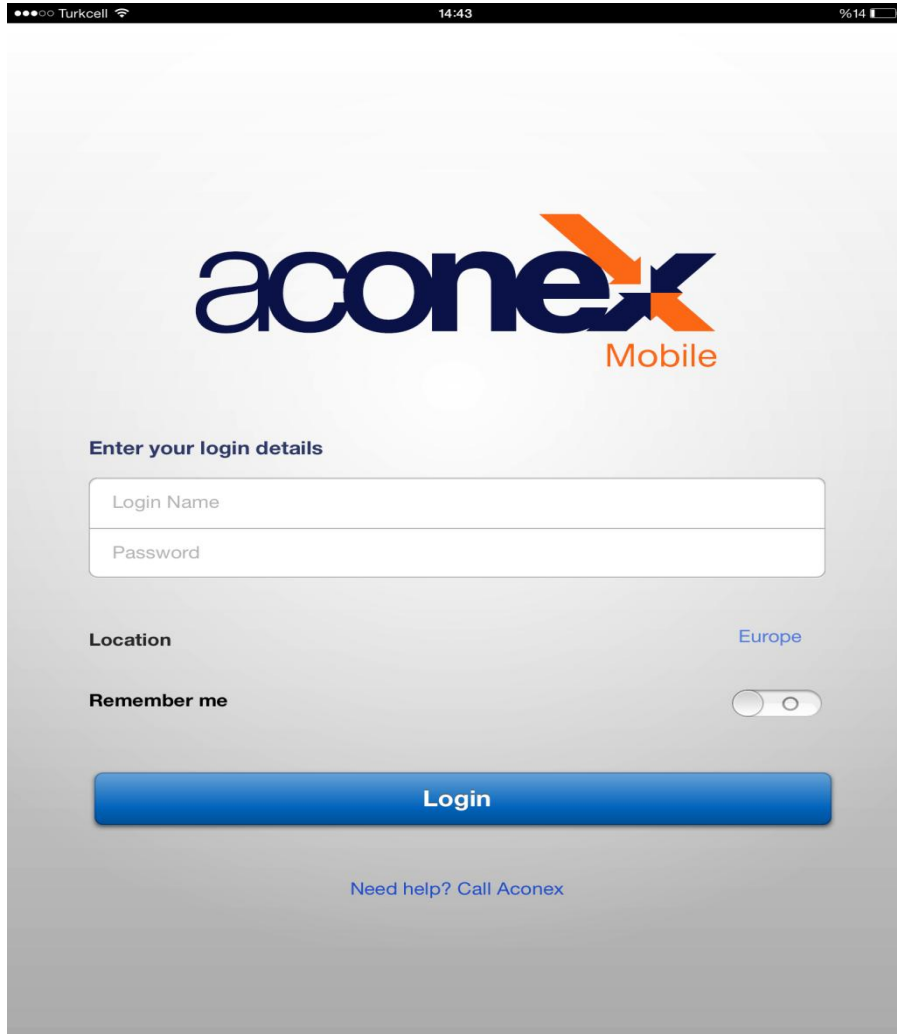
Yoğun dokümantasyon işi; beraberinde taşınması çok güç, ağır kitapçıkların oluşmasına neden olmuştur. Aynı zamanda arşivlenen dosyalar iş yoğunluğundan ötürü bir hayli yer kaplamaya başlamıştır. Bu sebeplerden ötürü dosyaların dijital ortamda okunup hazırlanması için belirli yazılımlar kullanmak kaçınılmaz olmuştur.

Projenin başlarında kâğıt üzerinde hazırlanan dokümanlar projenin ilerleyen safhalarında dijital ortama alınmış ve bu da büyük kolaylık sağlamıştır. Bu sayede bölümler arası iletişim daha akıcı hale gelmiştir.

5.2.3.1. Aconex

Genel proje yönetimine katkı sağlaması için kullanılan Aconex adlı yazılım, kullanıcıya yüksek kapasiteli bir servis sunucusu sağlar. Bu da, dokümanlar başta olmak üzere, proje ile alakalı her türlü bilgi ve belgenin depolanabilmesi anlamına gelir.

Projede çalışan her yetkilinin programı açmak için kullandığı bir kullanıcı adı ve şifresi vardır. Mobil ortamlarda veya bilgisayarında kendine ait şifreyi girdikten sonra önüne arama motoru benzeri bir ekran gelir.



●●●● Türkcell 14:43 %14

aconex Mobile

Enter your login details

Login Name

Password

Location Europe

Remember me ☐

Login

[Need help? Call Aconex](#)

Şekil.19. Aconex Açılış Sayfası

Açılan sayfada görmek istediği belgeyi sorgulayan kullanıcı ilgili metni yazdıktan sonra arama tuşuna basar ve önüne gelen listeden istediği belgeye ulaşabilir.

Kullanıcı bütün çizimlere buradan ulaşabilir. Mimari, betonarme, mekanik ve elektrik projelerin son revizyonları her zaman bu sistemden görülebilir. Bir proje revize edildiğinde bilgisi mail olarak kullanıcılara iletilir. Saha mühendisleri ve kalite kontrol mühendisleri imatları bu sistemdeki son projelerden denetlerler.

Ayrıca şartnameler, CIQP dokümanları, Yapım metotları, Standartlar, ITP belgeleri gibi belgeler de sistemde yüklüdür. Böylece kullanıcı, mobil cihazından sisteme girip okumak istediği bilgiye anında ulaşabilir.

The screenshot displays the Aconex Document Register search interface. At the top, there is a navigation bar with the Aconex logo, user information (Hotel VIP Resort, Majestic Builders - Mr Patrick O'Leary), and a 'Logout' button. Below this is a search bar labeled 'Cross Project Search' and a 'Help' link. The main navigation menu includes 'Tasks', 'Documents', 'Mail', 'Tenders', 'Workflows', 'Supplier Documents', 'Directory', and 'Setup'. The 'Documents' section is active, showing 'Search - Document Register' and a 'Document Activity' button. The search form is divided into two columns. The left column contains fields for 'Document No', 'Type', 'Status', 'Building Zone', 'Review Status', and 'Date Range'. The right column contains fields for 'Title', 'Discipline', 'Revision', and 'Work Package'. A 'Super Search' button is highlighted with an orange box and a red circle labeled '2'. Below the search form, there are options to 'Show Document History', 'Sort by Document No', 'Show 50 per page', and 'Add/Remove Columns'. A 'Clear' button and a 'Search' button are also visible.

Şekil.20. Aconex Belge Arama Sayfası

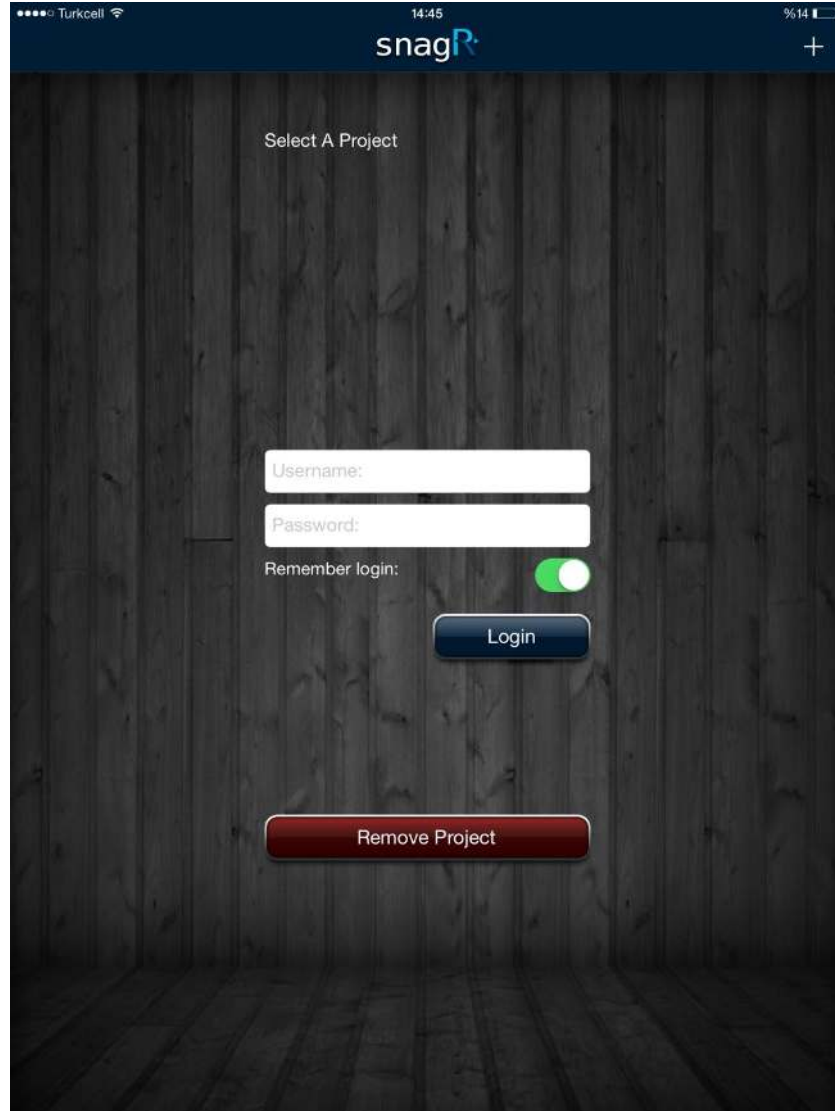
Kaynak: <https://www.aconex.com/support/aconex/our-main-application/using-aconex/working-documents/search-documents>

Aconex’de belge aramanın Şekil.20.’de de görüldüğü gibi 2 yolu vardır. Birinci alandaki detaylı arama çubuklarına belgenin türü, oluşturulma tarihi gibi gerekli bilgileri girilebilir ya da ikinci alandaki gibi anahtar kelimeleri girilerek o kelimeleri içeren liste ekrana getirilebilir.

5.2.3.2. Snagr

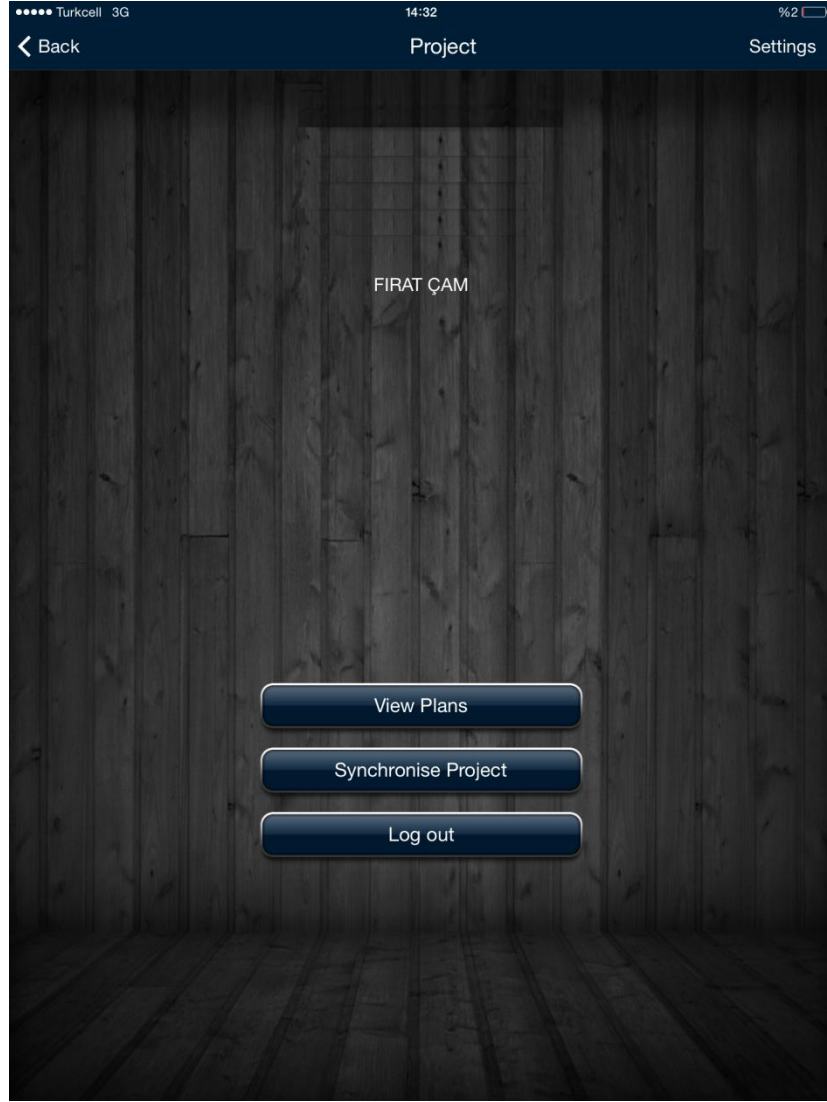
Genel olarak kalite yönetimi için kullanılan bu yazılımın çıkış amacı, kalite kontrol mühendislerinin, sahada yapılan hatalı uygulamaları programın içindeki planlar üzerinden işaretleyip saha ekibine gönderebilmesidir. Ancak bu projede WIR ve Checklist sistemiyle entegre olarak daha kapsamlı bir hale dönüştürülmüştür.

Program yine bir servis sunucusu üzerine kaydedilmiş bilgilerin mobil cihazlardan veya bilgisayarlardan ulaşımına olanak sağlaması üzerine kuruludur. Her kullanıcının bir kullanıcı adı ve şifresi bulunmaktadır. Şekil.21.'deki gibi program açıldığında kullanıcı adı ve şifre isteyen ekran açılır.



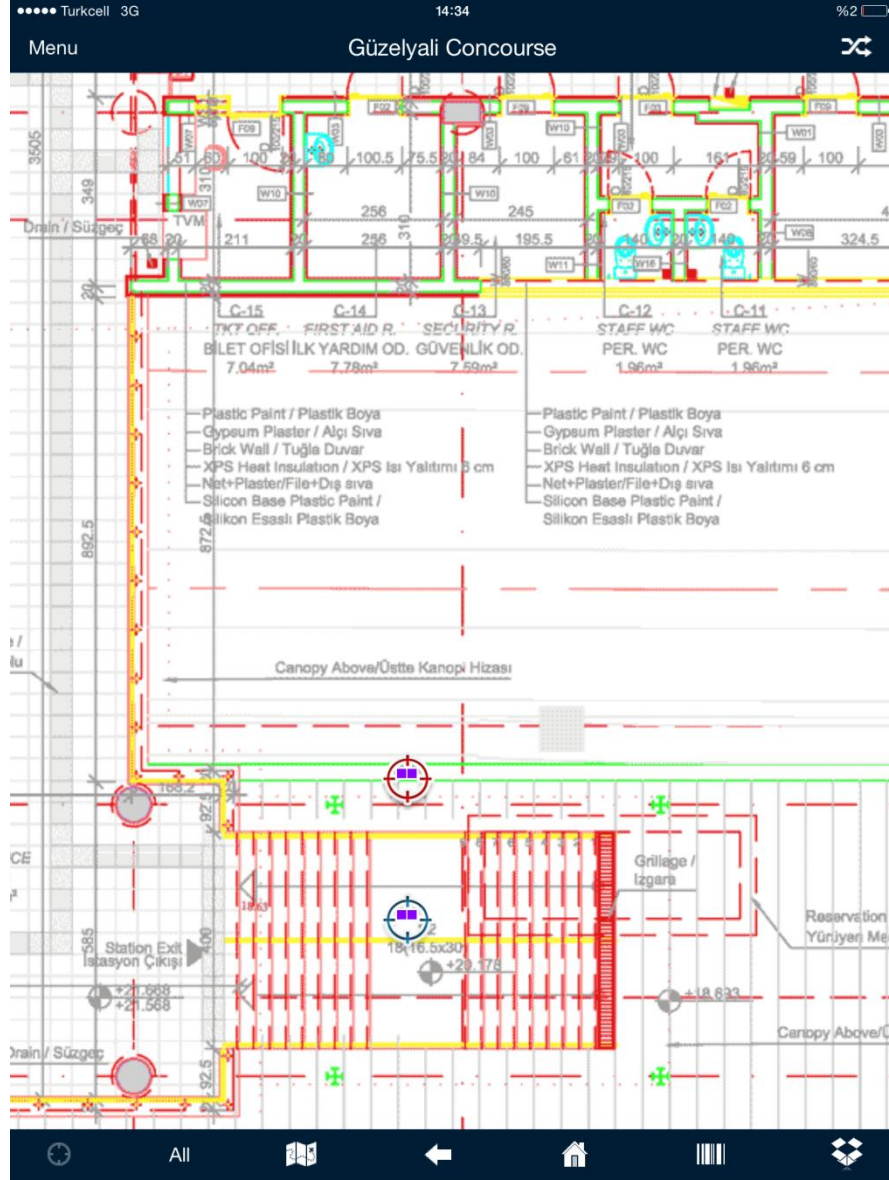
Şekil.21. Snagr Açılış Sayfası

Sisteme giriş yaptıktan sonra Şekil.22.'deki gibi bir ekran açılır bu ekranda planları görme veya projeyi senkronize etme seçenekleri vardır. Diğer kullanıcıların sistem üzerinde yaptıkları değişiklikleri görebilmek için senkronizasyon yapılması gerekmektedir.



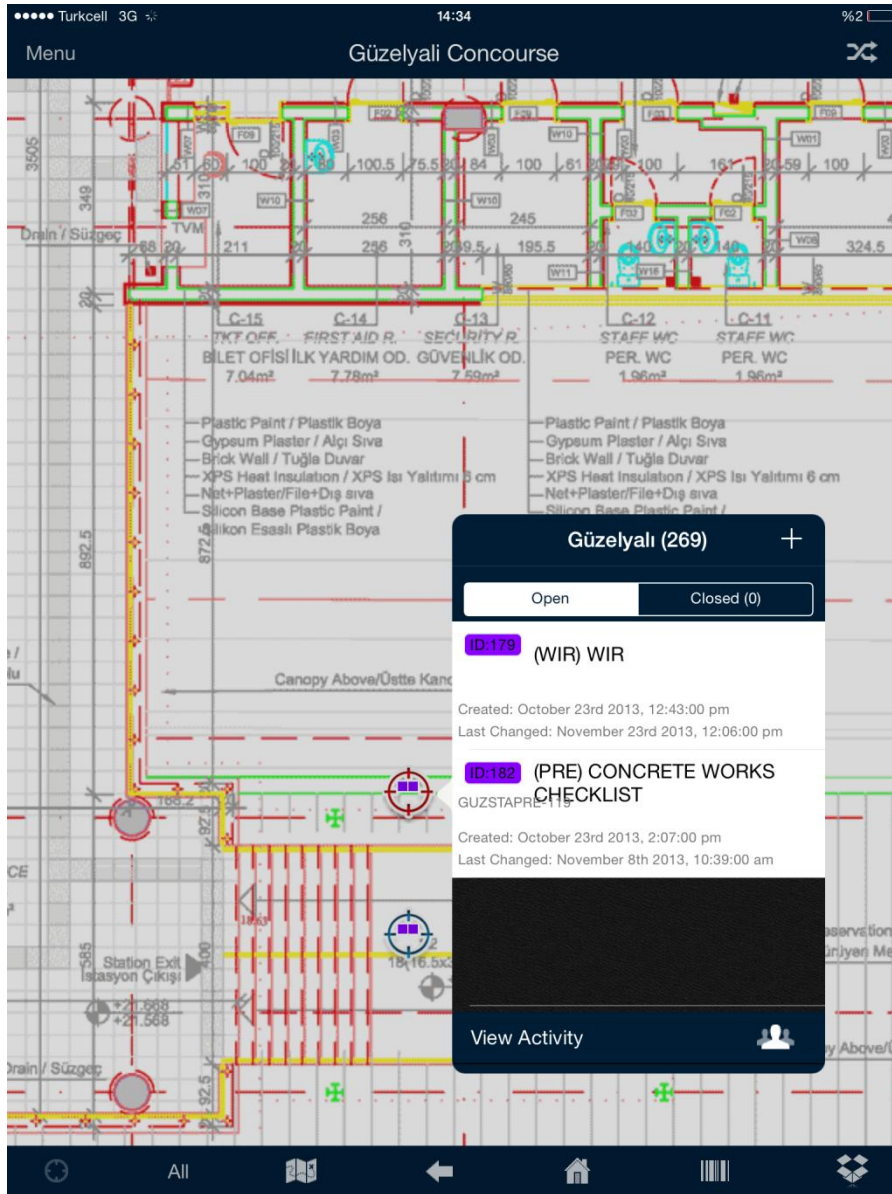
Şekil.22. Snagr Ana Sayfa

View Plans (Planları Gör) sekmesi açıldığında projenin incelenmesi istenen kısmının 2 boyutlu mimari planı ekrana gelir. Bu plan üzerinde istenilen yerlere Şekil.23.'de de görüldüğü gibi hedef işareti konulabilir.



Şekil.23. Snagr'da Planların Üzerine Hedef İşareti Koymak

Bu işaretler ilgili yerde bir teslimatın yapılacağını gösterir. İş yapmadan önce WIR yayınlanması gerektiğinden yayınlanan WIR bu işaretle ilişkilendirilir. Böylece projelerini senkronize eden bir kullanıcı ilgili yerde WIR dokümanı yayınlandığını görür. Oluşturulan bu WIR dosyasıyla birlikte otomatikman işle alakalı Checklist de oluşturulur. Bunları görmek isteyen kullanıcı Şekil.24.'deki gibi hedef işaretin üzerine tıklamalı ve açılan listeden seçimini yapmalıdır.



Şekil.24. Snagr Hedef İşaret Listesi

Kullanıcı bu açılan listeden WIR veya Checklist dokümanını seçebilir. Örneğin bir merdivenin betonu dökülecekse Şekil.25.'deki gibi ilgili WIR'ın ne zaman yayınlandığını görebilir, böylece son döküm zamanını tespit edebilir.

••••• Turkcell 3G
14:35
%2

Back
WIR
◀ ▶

WORKS INSPECTION REQUEST (WIR)			
Cost Center No	Facility No	Component No.	Element No. Sub-Element No.
From: Qc Inspector-Asia Section-1		Construction Division: Asia-1	WIR no: GUZSTAPKE-119
To: Employer's Representative (ER) and Works Verification Engineer (WVE)		Notification of: 'Witness' / 'Hold' Point (indicate W or H): W	Date Submitted: 23 Oct 2013
Inspection Location	Detailed description of Works/Goods to be Inspected:		
Guzelyali	Concrete casting for STAIRS		
Inspection Time & Date	ITP Doc. No.	ITP Activity No.	
CIQP / MFQP / MS No. – Rev :			
Drawing No./ Rev: Güzelyali Concourse			
Contractor's Statement: We hereby request your attendance for inspection of the preparation (or completion) of the stipulated portion of the Works at the particular Location and in the defined "Inspection Section" as shown, before we proceed as per the Working Schedule with the next stage of the Work, which may result in partial or complete covering up the Work stipulated herein. We hereby confirm that the Work for which inspection is requested will be completed by the time stated herein and will be ready for such inspection, and for the next stage of the related Work proceed on-time.			
Issued by : Quality Inspector		Name/ Sign: /	
Received by the WVE		Name/ Sign: /	
Received by the ER on Site:		Name/ Sign: /	
Contractor's Confirmation: We hereby confirm upon our inspection that the Works/Goods for which inspection is requested; (a) complies with the Contract; (b) has been properly coordinated between all Trades; (c) complies with design; and (d) is complete and ready for such inspection and for the next stage of the related Work.			
Confirming by the Site Engineer		Name/ Sign: /	
Verified by WW Engineer		Name/ Sign: /	
WVE Comments (if any):		Comments fulfilled by Site Engineer:	
		Name/ Sign: /	
*Inspected by Employer's Representative - observed		Name/ Sign: /	
Date:			
'No-Objection' or 'Minor/Major comments on			
ER Comments (if any):		**ER Comments fulfilled by Site Engineer:	
		Name/ Sign: /	
QC Close-Out :		Name/ Sign: /	
☐ CLOSED ☐ POSTPONED			

Close Form

Şekil.25. Snagr WIR Ekranı

Saha elemanı WIR'ı kontrol edip ilgili checklist dokümanını açıp sahadaki kontrollerini yapabilir. Eş zamanlı olarak elindeki mobil cihazdan Şekil.26.'daki Kontrol listesini doldurabilir. Kontrol listesinin kendi sorumluluğuna giren kısımlarını doldurduktan ve sanal ortamda imzaladıktan sonra diğer elemanların da kendi sorumluluklarına giren kısımları doldurmasını bekler. İmzalar tamamlandığı zaman beton dökümü gerçekleştirilebilir.

••••• Turkcell 3G
14:36
%22

Back
PRE
◀ ▶

WIR NO		DATE:	
SUBCONTRACTOR/ ALT YUKLENICI		ITP	CR3-00-QMS-ITP-0001 Works_Rev6
CONSTRUCTION SITE / YAPIM SAHASI	Güzelyalı		
CASTING SECTION/ DOKUM YERİ			
Reference Drawings / REFERANS PROJE			

PRE-CONCRETING CHECKLIST /
 BETON DÖKÜM ÖNCESİ KONTROL LİSTESİ

Survey Checks / Ölçüm Kontrolü	Reinforcement/Formwork Checks/ Donatı/Kalıp Kontrolü	Mechanical Checks / Mekanik Kontrolörler	I Gömül
Initial Survey Checked / İlk Ölçüm Kontrolü	Grade/Sınıf	Embedded Items / Gömülü Elemanlar	Anchor Bolts (Dia, Length Type) / Ar Cıvataları (çap,uzunl)
Orientation/Location (coordinates) / Oryantasyon / Yer (koordinatlar)	Diameter/Çap	Mechanical Shafts (pipes etc.) / Mekanik Boguklar (boru vs.)	Anchor Bolts (Location Projection) Survey Book / Ankrj Cıvataları (Yer,izduğ har bir ölçimde
Size /Boyut	Overlapping / Bindirme	Date/Tarih:	Anchor Bolt Sleeves / Ankrj Cıvata Gıydır
Elevation/ Yükseklik	Spacing /Aralık	Name/İsim:	Anchor Bolt Grouting Ankrj Cıvatalarının GROUTlanması
Straight Level/Plumb Master/Kot,Şakül	Concrete Cover/Pas Payı	Title/Unvan:	Weld Pad/s Kaynak Yastığı(plakası)
Final Survey Checked (Dimension,Alignment, Axis, Level) /Son ölçüm Kontrolü (Boyut,Hız,Aks ,Düzlem)	Cleaness/Temizlik	Signature/İmza:	Angle Iron / Köşe Gönye
	Adequate Support / Yeterli Destekleme		Water Stop / Su Tutu
	Internal Resistance Measurement / İç Direnç Ölçümü		Thermocouples / Isı Kabloları
	Clean and Lubricated of Formwork / Kalıp için Temizlik ve Yağlama		Compressed Air Test for Heat Welded Seal Isı kaynağılı Membran Birtişimlerini içi Basınc Hava Testi
Date/Tarih:	Date/Tarih:		Date/Tarih:
Name/İsim:	Name/İsim:		Name/İsim:
Title/Unvan:	Title/Unvan:		Title/Unvan:
Signature/İmza:	Signature/İmza:		Signature/İmza:

CONCRETE CASTING CHECKLIST /
 BETON DÖKÜM KONTROL LİSTESİ

Fresh Concrete Checks (Laboratory Site Record)/ Taze Beton Kontrolleri (Laboratuvar saha Kayıt)	Concrete Casting Checks / Beton Döküm Kontrolü	Title-Name
Ticket Control / İrsaliye Kontrol	Compaction and Vibration / Sıkıştırma ve Vibrasyon	Prepared By
Fresh Concrete Temperature / Taze Beton Sıcaklığı/ Sıcaklık	Monitoring of Inserts and concrete Levels / Beton Servisesinin	Checked By
Slump Value / Çökme Değeri	Surveillance of concreting / Betonlamanın izlenmesi	Approved By
Density/Yoğunluk	Surface finishing/ Yüzey pirdahlama	Reviewed By

Close Form

Şekil.26. Snagr Checklist Ekranı

Bu sistem sayesinde WIR ve Checklist belgeleri sanal ortamda saklanabilmektedir. Bu da firmaya hem yerden hem de zamandan kazanç sağlamıştır.

WIR ve Checklist sisteminin yanı sıra Snagr kalite kontrol ekibine ve müşavir firmaya, hatalı uygulamaların fotoğraflarını çekip hedef işaret ile birlikte saha ekibine gönderme imkânı sunar. Bu da eksikliklerin giderilme zamanını hızlandırır.

Bu sistemde sonuç olarak, aşırı kâğıt kullanımının önüne geçilmesi, arşiv sorununun ortadan kalkması, Saha ekibi kontrollerini yapmak için gereken projelere mobil cihazından ulaşması sağlanmıştır. Kalite dokümanlarını da bu cihazla doldurduğu için iş yükü hafiflemesi ve kalite yönetimine katılma arzusu artması gibi kazanımlar elde edilmiştir.

6. İNŞAAT PROJELERİ KALİTE YÖNETİMİNDE TEKNOLOJİ TABANLI BİR İYİLEŞTİRME ÖNERİSİ

6.1. Kalite Yönetiminde BIM Yaklaşımı

Daha önceden bahsedildiği gibi KYS oluşturmanın belirli adımları vardır bu adımlar 3.3.1. bölümde detaylıca anlatılmıştır. Daha sonra 5. bölümde KYS daha özele indirilmiş şekilde anlatılmış dokümanlar ve yazılımlarla desteklenmiştir. Bu iyileştirme önerisinde de; BIM yaklaşımı 5. bölümdeki örnek modelde kullanılmasının getirdiği avantajlar incelenebilir.

6.2. Üçüncü Boyutun Kalite Yönetimine Katılması

İncelenen uygulama örneğinde, çalışanların sahadayken dahi mobil aygıtlarda kurulu olan bir yazılım yardımıyla, iki boyutlu çizimlere ulaşma imkânları olduğunu görülmektedir. Kullanıcı bu yazılım sayesinde kontrollerini daha sağlıklı bir şekilde yapabilmektedir.

Ancak günümüzde büyük ve karmaşık projelerde artık iki boyutlu çizimlerden daha detaylı görseller içeren üç boyutlu çizimler kullanılmaktadır. Yakın gelecekte yalnızca büyük projeler değil bütün inşaat projeleri üç boyutlu tasarlanacaktır.

Aslında bilgisayar ekranı da iki boyutlu bir düzlem olup ekran üzerindeki bütün görsel öğeler de iki boyutludur. Dolayısıyla bilgisayarda sayısal olarak üretilmiş 3 boyutlu nesnelerin görüntüleri de iki boyutludur. Ancak 3 boyutlu modellenmiş nesneler de tıpkı gerçek ortamdaki gibi 3 boyutlu algılanır. Bu da bir projeyi, bir fikri gerçek ortamdaymış gibi oluşturma ve sunma olanağı verir [25]. Bu yüzden uygulama modelindeki örneğin biraz daha geliştirilebilmesi için öncelikle üç boyutlu çizimler kullanılmalıdır.



Şekil.27. 3 Boyutlu Çizim Örneği

Üç boyutlu çizimler, örnek modeldeki sanal WIR-Checklist sistemine dâhil edilmeli ve aynı program içerisinde kullanılmalıdır. Yukarıdaki gibi bir merdiven betonu döküleceği zaman o merdiveni üç boyutlu olarak inceleyebilmeli gerekirse detaylarını kesitlerini aynı program üzerinden görebilmelidir. Bu şekilde hata oranı azalacak Checklistler daha doğru bir şekilde doldurulacaktır.

Üç boyutlu çizimlerle çalışmak aynı zamanda statik, mimari, mekanik ve elektrik projelerinin daha rahat incelenmesine, böylece çakışmaların henüz inşaat başlanmadan engellenmesine yardımcı olacaktır.

Sistem yine kullanıcı adı ve şifre girildikten sonra açılan şekil.22.'de görülen ekrandan planların seçilmesi ile ekrana üç boyutlu planları getirir. Bu plan binanın içerisinde sanal gezinti yapılabilecek, Şekil.27.'teki gibi üç boyutlu modelidir. Beton dökülecek olan elemanla ilgili detayları veren başka çizimler de programda incelenebilir. Bu detayları da inceledikten sonra ilgili elemanın üzerinde hedef işareti oluşturup beton dökümü için WIR dosyası yayınlanır. Bu WIR dosyası ilgili saha ekibine yazılım tarafından otomatik gönderilir ve Checklist dokümanının doldurulup betonun dökülmesi beklenir. Beton döküldükten sonra WIR dosyası kapatılır.

6.3. Dördüncü Boyutun Kalite Yönetimine Katılması

Tasarımcı, nesnelerin nerede olacağına yaşam alanı ve taşıyıcıların nasıl konumlandırılacağına karar verirken, yüklenici bu nesnelerin nasıl ve ne zaman oluşturulacağını düşünmek zorundadır. Başka bir deyişle yüklenici bu çizimlerin yanı sıra işin bir de zaman boyutuyla ilgilenmektedir. [32]

Yüklenicinin zaman boyutunu tasarlayabilmesi için planlama yapması gerekmektedir. Planlama, önem sırasına konulan işlerin süresel ve finansal uzantıları göz önüne alarak işi zamana yayma eylemidir. Yapılacak olan işin zamana yayılması ile oluşan iş programını kontrol eder ve programdan sapmalar tespit ederse sapmayı nedeni ile birlikte raporlayıp, karar vericiye sunan bir karar destek mekanizmasıdır. [33]

İş akışının düzenli olması için işlerin birbirleri ile olan ilişkisi ve üretim süreci içindeki yerleri dikkate alınarak sıralanması gerekir. Aynı zamanda bu işler için gerekli kaynak atamaları da baştan yapılmalıdır. İşte bu işlemlerin kâğıt üzerinde veya sanal ortamda görüldüğü haline iş programı denir.

Günümüzde bir takım yazılımlar yardımıyla iş programı, 3D (3 boyutlu) model ile ilişkilendirilebilmektedir. Yani çizimdeki nesneler iş programındaki aktivitelerle köprülenebilmektedir. Örneğin 3D modeldeki bir merdivenin betonarme inşaatının ne zaman başlayacağını ve tamamlanacağı iş programındaki tarihlerle bağdaştırılıp sanal ortamda bir simülasyon şeklinde izlenebilir. Diğer bütün iş kalemlerini de iş programındaki tarihlerle bağladığımız zaman, ortaya sıfırdan başlayıp binanın inşaatı tamamlanıncaya kadar geçen süreyi aşama aşama izleme imkânı veren bir model çıkar. Bu model 4D (4 boyutlu) model olarak adlandırılır.

4D model sayesinde yönetici hangi tarihlerde işin ne durumda olması gerektiğini görebilmektedir. Şekil.28.'deki gibi gerçekleştirilen ile planlanan aktiviteler arasındaki farkı çok rahat görebilir.



Şekil.28. 4D Model ile Gerçekleştirilen İşin Karşılaştırılması

Yönetici 3D model ile çalışmakla elde edeceği bütün avantajları 4D model ile çalışarak fazlasıyla elde edecektir. Çakışmaya neden olan aktivitelerin sıralamasını değiştirerek kolaylıkla çakışmaların önüne geçecektir. Kritik yol metoduna göre hangi işin uzamasının inşaatı geciktireceğini simülasyonla izleyip gerekli önlemleri alacaktır. Ayrıca planlama görsellikle desteklendiği için daha anlaşılabilir kılınacaktır.

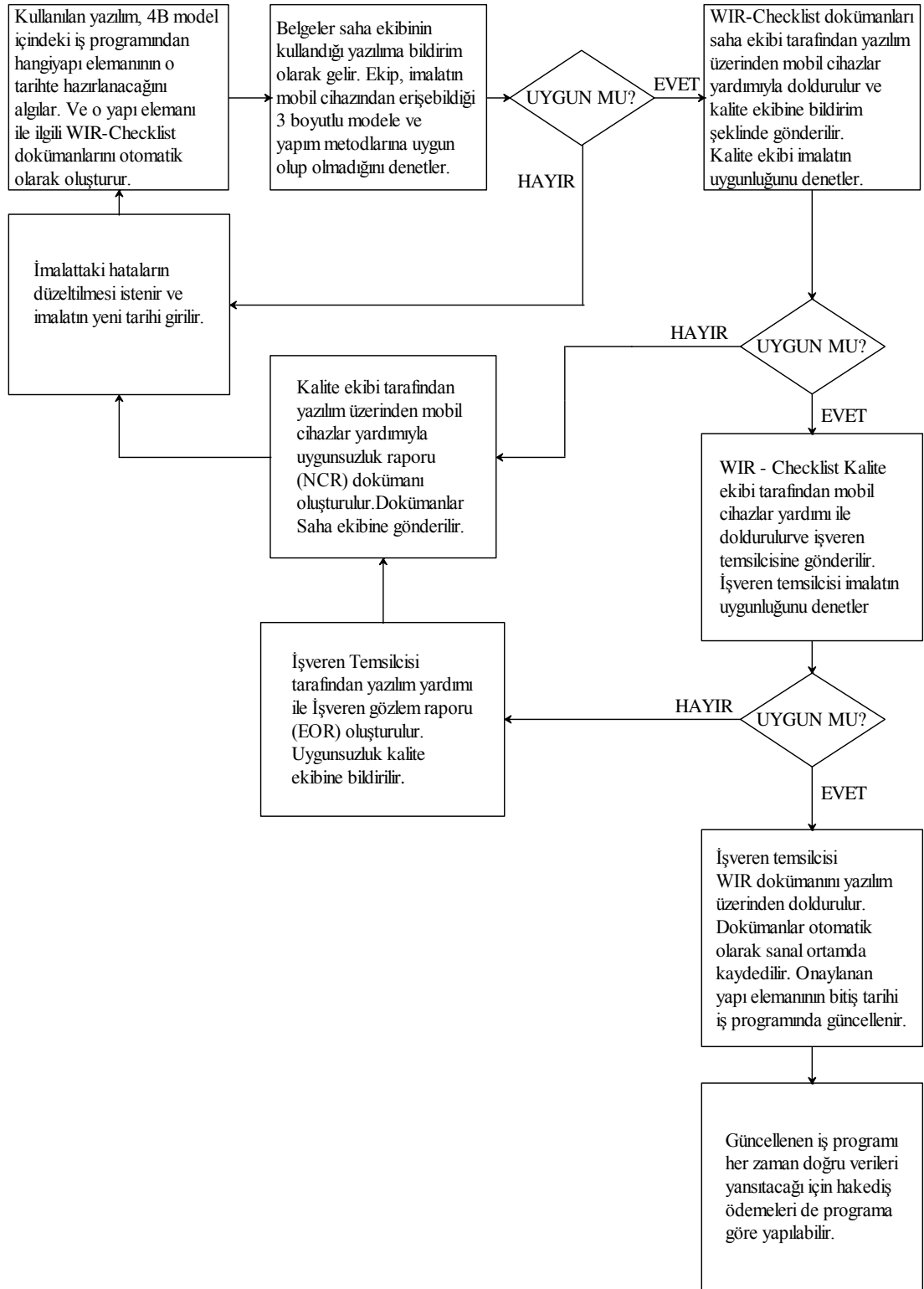
Dördüncü boyuta geçiş yaptıktan sonra bunu kalite kontrol sistemine eklemek çok da zor olmayacaktır. Daha önce örnek modelde de bahsedilen WIR-Checklist sisteminde kullanılan yazılımın benzeri bir yazılım kullanılabilir. Örnek olarak kullanıcı adı ve şifresiyle giriş yapıldığında karşımıza gelen ana sayfada iş programında o kişinin sorumluluk alanında olan başlangıç tarihi en yakın iş ve o işin tamamlanma tarihi görülebilir. Örneğin bir merdiven betonunun iş programında iki gün içerisinde döküleceği yazıyorsa, kullanıcıya bunun bilgisi gelir. Kullanıcı bu program doğrultusunda WIR ve Checklist dokümanlarını hazırlar. 3 boyutlu plandan da kontrollerini yapar, alt yükleniciyi bu doğrultuda bilgilendirir. 3 boyutlu plan iş

programıyla bağlantılı olduğu için o ana kadar gelmesi gereken aşamayı görsel olarak mobil cihazından rahatlıkla takip edebilir. İş tamamlandığında yani WIR dosyası kapandığında modelde otomatikman o elemanın oluştuğunu görülebilir. Bu sistemin bir diğ er avantajı da eksik veya hatalı olan işlerin gerçekleşmediğı durumlarda kullanıcının o aktivite için yeni bir sonlanma tarihi girmesi ve iş programının otomatikman güncellenmesidir. Böylece iş programı her zaman güncel olacak ve yöneticinin iş takibi kolaylaşacaktır.

Bu sistemin kullanılması ile;

- Proje detaylarının daha iyi incelenebileceğı 3 boyutlu modellere mobil cihazdan ulaşım sağlanacaktır.
- İş programından veri olarak WIR ve Checklist kendi kendine oluştuğı için kalite ekibinin iş yükü azalacaktır.
- Saha ekibi kendi mobil cihazına gelen bildirimler vasıtasıyla hangi işi takip etmesi gerektiğini daha iyi görecektir.
- Saha kontrolleri tamamlandıktan ve imalat bittikten sonra verilen onay ile birlikte iş programı otomatik olarak güncellenecektir.
- Yöneticinin iş takibi planlanan ve gerçekleşen görselleri 3 boyutlu olarak karşılaştırması ile çok daha kolay hale gelecektir.

Bu sistemin süreçlerini inceleyen bir şema görmek için Şekil.29.'daki iş akış diyagramı incelenebilir.



Şekil.29. İyileştirme Önerisinde Kalite Yönetimi Teslimat Aşamasının Süreç Diyagramı

7. ANKET ÇALIŞMASI

Bu tez çalışması ışığında Türkiye inşaat sektörü çalışanları arasında; 3 ve 4 boyutlu tasarım kullanılmasını sorgulayan, bina bilgi modelleme (BIM) hakkında sorular soran ve kalite yönetiminin nasıl yapılması gerektiği hakkında sonuca varmayı hedefleyen, bir anket çalışması yapılmıştır (EK-5). Anket çalışmasına 34 kişi cevap vermiştir. Katılımcıların %8'i müteahhit-firma sahibi, %18'i teknik ofis çalışanı iken, proje yönetimi alanında çalışanlar %28'lik, şantiyede çalışanlar %16'lık, kalite kontrol departmanında çalışanlar %6'lık, planlama-maliyet kontrol alanında çalışanlar %4'lük, akademisyenler %4'lük ve diğer inşaat alanlarında çalışanlar %6'lık pay sahibidir. Çalışmaya katılanların %41'i 0-3 yıl arası tecrübeli iken, %38'i 4-7 yıl arası, %12'si 8-14 yıl arası, %9'u ise 15 yıl ve üzeri tecrübeye sahiptir.

Anket verilerine göre; inşaat sektörünün %33'ü 2 boyutlu tasarım modelleri ile çalışmamakta iken %38'u tasarımlarında 3 boyutlu modeller kullanmaktadır. Ankete katılan kişilerden %28'si ise tasarımlarını 4 boyutlu modeller ile yapmaktadır.

Katılımcılardan %91'i en az 3 boyutlu tasarım yapılması gerektiğini söylemiştir, %3'lük bir kesim bu konuda kararsız kalmışken, %6'lık kesim ise 3 boyutlu modeller kullanmaya gerek olmadığını belirtmiştir.

İnşaat projeleri yönetiminde 4 boyutlu modeller kullanılmalıdır önerisine katılanların oranı %82 iken, katılımcılardan %3'ü inşaat sektörünün böyle bir ihtiyacı olmadığı yönünde fikir belirtmiştir. %15'lik bir kesimi ise bu konuda kararsız kalmıştır. Katılımcılardan %91'i 4 boyutlu modellemenin işin takibini kolaylaştıracağını onaylamıştır. %3'lük kesim tasarım aşamasının çok uzun süreceğinden dolayı, %8'lik kesim ise hem tasarım aşamasının uzamasından hem de bu modellemenin getireceği ekstra maliyetlerden ötürü bu modelleme türünün kullanılmasına gerek olmadığını söylemiştir.

Katılımcılardan %59'i bina bilgi modelleme (BIM) konusunda bilgi sahibiyken, kalan %41'i bu konuda yeterli bilgi sahibi değildir. %37'lik bir kesim BIM'İ belirli seviyelerde kullanmaktadır. %85'lik dilim BIM kullanılmalıdır diye görüş bildirirken, %6'lık dilim ekstra maliyet ve süreye ihtiyaç duyduğu için BIM kullanımına gerek olmadığını söylemiştir.

Ankete göre inşaat şirketlerinin %61'inde kalite yönetimi sistematik bir şekilde uygulanmaktadır. Kalite yönetiminde kullanılan dokümanların kâğıt ortamında doldurulduğunu söyleyen %45'lik kesime karşılık %35'lik kesim bu dokümanların sanal ortamda doldurulduğu ve saklandığı yönünde bilgi vermiştir. Katılımcıların neredeyse tamamı kalite yönetiminde teknoloji kullanımının gerekliliğini vurgulamışken %3 oranında katılımcı dokümanların sanal ortamda oluşturulması ve saklanması takibi kolaylaştıracağına katılmamıştır. %16 oranında katılımcı kalite yönetiminde dokümanların sanal ortamda oluşturulmasının getireceği ekstra maliyetlerden ötürü kullanılmasının uygun olmadığı yönünde görüş bildirmiştir.

İnşaat kalite yönetiminde bina bilgi modelleme (BIM) yaklaşımının kullanılması kontrolün çok daha hızlı ve doğru yapılmasını sağlar önermesine %18 oranında katılımcı kararsız kalırken kalan %82 bu önermeyi doğrulamıştır. Ancak katılımcılardan %5'i bu yöntemin çok maliyetli olacağını söylemiştir.

Katılımcıların %88'i kalite yönetimi ekibinin bütün belgeleri görebileceği, gereken belgeleri doldurabileceği, 4 boyutlu modelden iş programını ve yapının detaylarını inceleyebileceği, internet üzerinden erişilebilen bir veri tabanı kullanmasını istemiştir. %12 oranında katılımcı ise bu konuda kararsız kalmıştır.

8. SONUÇ ve YORUMLAR

Türk inşaat sektöründe 4D model kullanımının, deneyimli eleman eksikliği ve kullanılan modellerin (2 boyutlu çizimler) yeterli görülmesi yüzünden, geri seviyelerde kaldığı söylenebilir. Türk inşaat sektöründe yapılan bir ankette katılımcıların %44'ünün 4D model hakkında bilgi sahibi olmadığı, %89'unun hiçbir projede 4D model kullanmadığı görülmüştür. [34] Tez dâhilinde yapılan anket sonuçlarına göre ise bu durumun değiştiğini ve bilinç seviyesinin yükseldiği görülebilir.

Araştırmada görüldüğü üzere BIM konusu da henüz inşaat sektörüne yerleştirilememiştir. Özellikle ülkemizde en azından kamu ihalelerinde böyle bir zorunluluğun olmaması da BIM konusunun gelişememe nedenlerinden biridir.

Ülkemizde kalite yönetimine yeterli önem verilmediğinin saptandığı bu araştırmada, henüz hala sanal ortama geçişin tam olarak sağlanamadığı görülebilir. Kaybolan dokümanlar, sadece prosedür gereği imzalanan kâğıtlar, sağlam temele oturtulmamış kalite kültürü, bütün bu kalite sürecini gereksiz gören işverenler ve daha birçok sorun kalite yönetiminin gelişmesini engellemektedir.

Dördüncü boyutu ve BIM kullanımını kalite yönetimi ile birleştirilince ortaya nasıl bir yönetim sistemi çıkacağı konusunda çok net veriler olmasa da bu araştırma dâhilinde bu konunun önemli ölçüde desteklendiği görülebilir. Ankete katılan inşaat sektöründen insanların; kalite yönetimi ekibinin bütün belgeleri görebileceği, gereken belgeleri doldurabileceği, 4 boyutlu modelden iş programını ve yapının detaylarını inceleyebileceği, internet üzerinden erişilebilen bir veri tabanı kullanmasının getireceği faydaları benimsemiş oldukları açıktır.

Bu sözü edilen yapının kurulabilmesi için 4. Boyut ve BIM algısının sektöre adapte edilmesi aynı zamanda kalite yönetimine gereken önemin verilmesi gerekmektedir. Böyle bir bilinç seviyesine ulaşmak için ise;

- Üniversitelerin inşaat mühendisliği, mimarlık, inşaat teknikerliği vb. bölümlerinde iş programı mantığının geliştirilmesi, üç boyutlu tasarımın

öğretilmesi, öğrencilerin 4 boyutlu tasarım ve BIM hakkında fikir sahibi olmalarının sağlanması ve kalite yönetiminin uygulamaları hakkında dersler alması sağlanmalıdır.

- Öte yandan BIM konusu en azından kamu ihalelerinde zorunlu hale getirilmeli ve böylece şirketlerin kendini yenilemesi sağlanmalıdır.
- Kalite yönetiminin, getirilecek zorunluluk ve denetimlerle ön plana çıkartılması hedeflenmelidir.
- Departmanlar arası uyum çerçevesinde nasıl daha etkin bir yönetim modeli oluşturulacağına dair akademisyenlerin, tasarımcıların, planlamacıların, uygulamacıların, kalite kontrol ekibinin ve yöneticilerin bir araya gelip fikir alışverişlerinde bulundukları panel, seminer vb. etkinlikler düzenlenmelidir.
- Yazılım şirketlerinin inşaat sektöründeki şirketlerle daha çok temas kurması ve sektörden alınacak olan geribildirimlere göre yazılımlarını sürekli güncel tutmaları gerekmektedir.

Bu çalışmada inşaat şirketlerinin Kalite Yönetiminin tüm faydalarından yararlanabilmeleri ve kolay uygulama ve etkin kullanım imkânı için 4 boyutlu tasarımların kullanıldığı bir iyileştirme önerisi getirilmiştir.

Önerilen model ile İnşaat Sektöründe Kalite Yönetimi uygulanmasında tasarımcı, planlamacı ve uygulamacı personelin sisteme entegre edilmesiyle zaman, maliyet, kalite ve doküman takiplerinin tam olarak ve hızlı bir şekilde yapılması hedeflenmiştir. Dokümantasyon ortadan kaldırılarak kırtasiye masrafı, zaman kaybı, iletişim zorluğu, fazla çalışan ihtiyacı, sık tekrarlanan hatalar ve bu işlemlerden doğan ek işler ortadan kaldırılmıştır. Kayıtların sanal ortamda tutulması ve işlenip güncellenebilmesi ile istenilen bilgilere anında ulaşım imkânı sağlanabilmiştir. Aynı zamanda kalite onayından geçen uygulamaların 4 boyutlu modelde aplane edilmesi ve böylece zaman ve maliyetin de otomatik olarak güncellenmesi önerilen modelin kazanımlarındandır. Ayrıca önerilen model bunların yanında etkin bir proje yönetimi uygulaması için iyi bir altyapı oluşturmaktadır.

Bir başka açıdan bakıldığında, sistemin getirdiği kolaylıklar sayesinde yeni mezun mühendis ve mimarların sahada rahatlıkla çalışabileceği görülebilir. Çünkü 3 boyutlu model incelemek, 2 boyutlu çizimleri incelemekten çok daha kolaydır. Ayrıca sahadaki işleyiş sıralaması iş programından kendisine otomatik olarak

iletileceği için tecrübe eksiği olmasına rağmen hangi işin hangi sırayla yapılacağını rahatlıkla gorebilecektir. Kalite dokümanları ve kullanılan yazılımlar konusunda bir oryantasyon eğitimi aldıktan sonra işleyişi devam ettirmek için yeterli birikime sahip olacaktır.

Eski yaklaşımda, yapılan işlerden genel olarak yalnızca o işin sorumlusu haberdardır ve gelecekte hangi işleri yapacağını kendi kafasında kurgulamıştır. Bu yüzden eğer sözü edilen kişi her hangi bir sebeple işten ayrılacak olursa bütün bilgilerde kendisinden sonra yok olacaktır. Oysa nerilen sistemde bütün bilgiler sanal ortamda saklandığı için kendisinden sonra onun yerine işe alınan birisi hiç aksama olmadan işleri devam ettirebilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] M. Tacar, *İnşaat Yönetiminde ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi ve Bir Otomasyon Modeli*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 2008.
- [2] C. B. Hatipoğlu, *Toplam Kalite Yönetiminde Kalite Maliyetlerinin Önemi ve Kalite Maliyetlerinin Raporlanması Sürecinde Muhasebenin Rolü*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2008.
- [3] C. A. Yılmaz, *Bankacılık hizmetlerinde toplam kalite uygulamalarının iç ve dış müşteri tatmini açısından karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne, 2009.
- [4] M. Doğaner ve F. Yüksel, «Pazarlamada Toplam Kalite Yönetimi,» *GOU. Ziraat Fakültesi Dergisi*, pp. 69-80, 2003.
- [5] M. Kuruoğlu ve H. Karakuş, «Kalite Yönetimi ve İnşaat Sektöründe Kalite Yönetiminin Gerekliliği,» *Yapı Dünyası*, p. 80, 2002.
- [6] H. M. Günaydın ve D. Arditi, «İnşaat Sektöründe Toplam Kalite Yönetimi,» *İMO Teknik Dergi*, pp. 1327-1342, 1997.
- [7] E. Talu, *İnşaat Sektöründe Kalite Yönetim Sistemi*, İstanbul, 2010.
- [8] M. Yılmaz, *Kalite Yönetim Sistemlerinin Evrimi ve Toplam Kalite Yönetiminin Banknot Matbaası Genel Müdürlüğünde Uygulanabilirliği*, Uzmanlık Yeterlilik Tezi, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Piyasalar Genel Müdürlüğü, Ankara, 2003.
- [9] <http://www.iso.org/iso/home/about.htm>.

- [10] http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso_9000.htm.
- [11] <http://www.tse.org.tr/hizmetlerimiz/belgelendirme-hizmetleri/sistem-belgelendirme/belgelendirme-yap%C4%B1lan-y%C3%B6netim-sistemleri/ts-en-iso-9001-kalite>.
- [12] Ö. Kolaylıoğlu, İnşaat Sektöründe Proje Yönetimi ve Proje Yöneticisi , Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 2006.
- [13] C. Alpay, Proje Yönetimi Bir İnşaat Projesinin Primavera ile Planlanması, İstanbul Kültür Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2007.
- [14] N. Temiz Kutlu, «Proje Planlama Teknikleri ve PERT Tekniğinin İnşaat Sektöründe Uygulanması Üzerine Bir Çalışma,» *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, cilt 3, no. 2, 2001.
- [15] O. Coşkun ve İ. Ekmekçi, «Bir İnşaat Projesinin Evreleri ile Zaman ve Maliyet Analizinin Proje Yönetim Teknikleri Vastasıyla İncelenmesi,» *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* , cilt Güz 201, no. 20, pp. 39-53, 2012.
- [16] H. Özcan, Yapı Bilgi Sistemleri ve Mimarlıktaki Yeri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2010.
- [17] A. Saraç, İnşaat Sektöründe Elektronik İhale (e-ihale) Sistemleri ve Yapı Enformasyonu Modellemesi Entegrasyonu:Örnek Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2013.
- [18] D. Akkaya ve M. Başaraner, «Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS),» *Akademik Bilişim'12 - Uşak Üniversitesi XIV. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, Uşak, 2012.
- [19] R. E. Özge, Mimarlık Pratiğinde Yapı Bilgi Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2009.
- [20] A. F. Güner ve H. Giritli, «İnşaat Sektöründe Toplam Kalite Yönetimi ve Türkiye'deki Uygulamalar,» *İtü Dergisi*, cilt III, no. 1, pp. 19-30, 2004.

- [21] O. Küçüksönmez, «Kalite Yönetim Planının 7 Özelliği,» *PEM Proje Yönetim Proje Yönetimi Eğitim ve Danışmanlık* - <http://www.projeegitimmerkezi.com/>, 2013.
- [22] G. Polat ve A. Damcı, «Mühendislik ve Tasarım Hizmeti Sunan Firmalarda Bilgi Teknolojilerinin Kullanımı,» *TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Eskişehir Şubesi, 5. Yapı İşletmesi/ Yapım Yönetimi Kongresi, Bildiriler Kitabı*, Eskişehir, 2009.
- [23] N. A. Memon, Q. M. M. Abro ve Z. A. Memon, *ISO in the Construction and Manufacturing Companies: A Case Study from the Construction Industry of Hyderabad and Karachi, Pakistan*, 2011.
- [24] E. Çerçi ve S. Ergönül, «İnşaat Şirketlerinin Gelişimi Açısından Kalite Yönetim Sisteminin Değerlendirilmesi,» *TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası 4. İnşaat Yönetimi Kongresi Bildiriler Kitabı*, İstanbul, 2007.
- [25] (MEGEP), Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, *İnşaat Teknolojisi, Bilgisayarla Üç Boyutlu Çizim*, Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2007.
- [26] İ. Şahin ve H. R. Börklü, «2B Görünüşlerden Otomatik Katı Modeller Oluşturmada Uzman Bir Yaklaşım,» *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, cilt 14, no. 2, pp. 111-123, 2008.
- [27] <http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/mimarlar-icin-en-iyi-7-program/12190#ad-image-0>.
- [28] http://tr.wikipedia.org/wiki/Proje_y%C3%B6netimi_yaz%C4%B1%C4%B1m%C4%B1.
- [29] http://tr.wikipedia.org/wiki/Bulut_bili%C5%9Fim.
- [30] http://tr.wikipedia.org/wiki/Dok%C3%BCman_y%C3%B6netim_sistemi.

- [31] S. Kale, M. E. İlal ve S. Macit, «Yeni Nesil Bilgisayar Destekli Tasarım Teknolojisi (4B - BDT),» *Dünya İnşaat Dergisi*, no. Temmuz, 2005.
- [32] E. Collier ve M. Fischer, «Four- Dimensional Modeling in Design and Construction , CIFE Technical Report No.101,» Stanford University, Stanford, CA, 1995.
- [33] M. Kuruoğlu ve A. Özvek, «Proje Planlama Çalışmaları Gerekli Mi?,» *TİM-SE*, no. 205, 2002.
- [34] M. Kuruoğlu, E. Gökyiğit ve M. Köse, «Türk İnşaat Sektöründe 4 Boyutlu (4D) . Modellemenin Uygulanabilirliği,» *Mersin Üniversitesi, Akademik Bilişim Konferansı*, Mersin, 2014.

EK-1: Örnek WIR Dokümanı**WORKS INSPECTION REQUEST (WIR)**

Cost Center No.... Facility No.: Component No.: Element No.: Sub-Element No.:

WIR no:(Sect.1)....

From:

Construction Division:.....
Other Divisions; (if necessary)

To: Employer's Representative (ER) and Works Verification Engineer (WVE)		Notification of: 'Witness' / 'Hold' Point (indicate W or H):		Date Submitted: ../../201..
Inspection Location	Detailed description of Works/Goods to be Inspected:			
Inspection Time & Date: @...../...../201..		ITP Doc. No.:		ITP Activity No:
CIQP / MFQP / MS No. – Rev :				
Drawing No./ Rev: .				
Contractor's statement: We hereby request your attendance for inspection of the preparation (or completion) of the stipulated portion of the Works at the particular Location and in the defined "Inspection Section" as shown, before we proceed as per the Working Schedule with the next stage of the Work, which may result in partial or complete covering up the Work stipulated herein. We hereby confirm that the Work for which inspection is requested will be completed by the time stated herein and will be ready for such inspection, and for the next stage of the related Work proceed on-time.				
Issued by :		Name/ Sign:...../.....		
Received by the WVE@...../...../201..		Name/ Sign:...../.....		
Received by the ER on Site:@...../...../201..		Name/ Sign:...../.....		
Contractor's Confirmation: We hereby confirm upon our inspection that the Works/Goods for which inspection is requested; (a) complies with the Contract; (b) has been properly coordinated between all Trades; (c) complies with design; and (d) is complete and ready for such inspection and for the next stage of the related Work.				
Confirming by the Site Engineer@...../...../201		Name/Sign:...../.....		
Verified by WV Engineer/...../201..		Name/ Sign:...../.....		
WVE Comments (if any):		Comments fulfilled by Site Engineer:		
		Name/ Sign:...../.....		
*Inspected by Employer's Representative - observed 'No-Objection' or 'Minor/Major' comments on/...../201..		Name/ Sign:...../.....		
ER Comments (if any):		**ER Comments fulfilled by Site Engineer:		
		Name/ Sign:...../.....		
QC Close-Out : ☐ CLOSED ☐ POSTPONED		Name/ Sign:...../.....		
Note : If WIR elapsed more than 2 day (48 Hours), New WIR shall be initiated. Refer New WIR No.....@ Date :...../...../ 201..				
Distribution: Copy by E-mail as per distribution matrix		Original : QC Group		

*Please mark as appropriate **Please sign if ER made any comments

EK-2: Örnek Beton Döküm Checklist Dokümanı

CONCRETE WORKS CHECKLIST										BETON İŞLERİ KONTROL FORMU					
										03.10.2013	Rev 4				
PROJECT / PROJE															
WIR NO										DATE:					
SUBCONTRACTOR / ALT YÜKLENİCİ										ITP					
CONSTRUCTION SITE / YAPIM SAHASI															
CASTING SECTION / DÖKÜM YERİ															
Reference Drawings / REFERANS PROJE															
PRE-CONCRETING CHECKLIST / BETON DÖKÜM ÖNCESİ KONTROL LİSTESİ															
Survey Checks / Ölçüm Kontrolü				Reinforcement/Formwork Checks / Donatı/Kalıp Kontrolü				Mechanical Checks / Mekanik Kontroller				Embedment / Gömülü Eleman Kontrolü			
Initial Survey Checked / İlk Ölçüm Kontrolü		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Grade/Sınıf		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Embedded Items / Gömülü Elemanlar		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Anchor Bolts (Dia, length, type) / Ankraj Civataları (çap, uzunluk, tip)		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A	
Orientation/Location (coordinates) / Oryantasyon / Yer (koordinatlar)		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Diameter/Çap		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Mechanical Shafts (pipes etc.) / Mekanik Boşluklar (boru vs.)		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Anchor Bolts (Location, Projection) per Survey Book / Ankraj Civatalarının (Yer, izdüşüm) her bir ölçümde		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A	
Size /Boyut		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Overlapping / Bindirme		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Date/Tarih:				Anchor Bolt Sleeves / Ankraj Civata Giydirme		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A	
Elevation/ Yükseklik		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Spacing /Aralık		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Name/İsim:				Anchor Bolt Grouting / Ankraj Civatalarının Groulanması		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A	
Straight, Level/Plumb /Master, Kot, Şakül		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Concrete Cover/Pas Payı		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Title/Unvan:				Weld Pads/ Kaynak Yastığı(plakası)		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A	
Final Survey Checked (Dimension, Alignment, Aves. Level) /Son ölçüm Kontrolü (Boyut, Hiza, Aks, Düzlem)		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Cleaness/Temizlik		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Electrical Checks / Elektrik Kontroller				Angle Iron / Koşe Gönyesi		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A	
Date/Tarih:				Adequate Support / Yeterli Destekleme		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Embedded Items / Gömülü Elemanlar		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Water Stop / Su Tutucu		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A	
Name/İsim:				Internal Resistance Measurement / İç Direnç Ölçümü		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Electrical Shafts (conduit etc.) / Elektrik Boşluklar (iletim borusu vs.)		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Thermocouples / Isı Kabloları		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A	
Title/Unvan:				Clean and Lubricated of Formwork / Kalıp için Temizlik ve Yağlama		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Date/Tarih:				Compressed Air Test for Heat Welded Seams/ Isı Kaynaklı Membran Birleşimleri içi Basıncılı Hava Testi		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A	
Signature/İmza:				Date/Tarih:				Name/İsim:				Date/Tarih:			
				Name/İsim:				Title/Unvan:				Name/İsim:			
				Title/Unvan:				Signature/İmza:				Title/Unvan:			
				Signature/İmza:								Signature/İmza:			
CONCRETE CASTING CHECKLIST / BETON DÖKÜM KONTROL LİSTESİ												ALL ITEMS CHECKED & FOUND TO BE SATISFACTORY			
Fresh Concrete Checks (Laboratory Site Record) / Taze Beton Kontrolleri (Laboratuvar saha Kayıt)				Concrete Casting Checks / Beton Döküm Kontrolü				Title-Name				Signature			
Ticket Control / İrsaliye Kontrol		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Compaction and Vibration / Sıkıştırma ve Titreşim		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Prepared By				Site Engineer			
Fresh Concrete Temperature / Taze Beton Sıcaklığı Sıcaklık		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Monitoring of Inserts and concrete Levels / Beton Seviyesinin		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Checked By				Quality			
Slump Value / Çökme Değeri		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Surveillance of concreting / Betonlamanın izlenmesi		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Approved By				Site Chief			
Density/Yoğunluk		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Surface finishing/ Yüzey perdelama		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Reviewed By				Section Chief			
Air Content / Hava İçeriği		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		Covering /Kaplama (Koruma)		☐ ok ☐ not ok ☐ N/A		NCR No: Closed Date:							
Date/Tarih:				Date/Tarih:											
Name/İsim:				Name/İsim:											
Title/Unvan:				Title/Unvan:											
Signature/İmza:				Signature/İmza:											

EK-3: Örnek Zemin Kaplama Checklist Dokümanı

		GRANİT, ENGELLİ YOLU VE SUNİ MERMER YER DÖŞEME İŞLERİ CHECK LISTİ		22.11.2013	Rev1	
ITP NO	Kontrol noktaları	Uygunluk Kriterleri	Sonuç Ölçümleri	Onaylı	Reddedildi	Uyan
1.1	İnşaat Çizimleri					
1.2	Construction Drawings					
1.3	Detaylı İmalat Çizimleri					
2.1	Etüt Kontrolü	İlgili Çizimleri doğrultusunda				
2.2	Sahanın Temizlenmesi	Çalışma Sahasının temiz tutulması				
2.3	E & M ya da diğer tesisler için bağlantı ve açıklıklar ın öngörü.					
2.4	Mock-up					
3.1-3.8	Malzeme Teslimi	İlgili standartlara, kalite sertifikaları ve teknik şartnamelere uygunluğunu kontrol edin.				
4.1	Ekipmanın Görsel inceleme	Hazarsız				
4.2	Harç Doz Kontrolü	Dozaj 400 kg / m³				
4.3	Alt Zemin Yüzey bitirme.	Pürüzsüz ve seviyeli. *Doldurulmamış noktalar olmamalı				
	Her düzeyde düzeni kontrolü	Başlangıç noktanın ve engelli yolun sürekliliğinin kontrolü				
4.4	Karoların döşemesi	Yerleşime uygun (engelli yolu) Seviyeli				
4.5	Derz Kontrolü	*Derzlerin merkez çizgisi düz olmalı *Sabit genişlik *Yüzey hizalama tolerans her 3m 3mm				
4.6	Derz Dolgusu	*Karoların yüzeyi ile aynı hizada bitirilmelidir. *Boşluk olmaması				
4.7	Süpürgelik montajı	Yer kaplama ile renk uyumluluğu.				
4.8	Geliştirme profilin montajı	*Farklı zemin arasında olmalıdır (engelli yolu hariç) * Zemin yüzeyi ile aynı hizada bitirilmelidir				
4.9	Riht ve Basamak montajı	Tüm riht aynı yükseklikte ve basamaklar aynı genişlikte olmalıdır. *Şakuli ve seviyeli				
4.10	Harpuşta montajı	Üst yüzey pürüzsüz ve düz olmalıdır.				
5.1	Yüzey Kontrolü	* Yüzey hizalama tolerans her 3m 3mm ve her 500 mm. lik alan dahilinde, bu bitirme toleransı 1.5 mm. yi aşmamalıdır. *Kırık taş olmayacaktır				
6.1	Sahada temizlik	Temiz				
TÜM ÖĞELER KONTROL VE TATMİN EDİCİ BULUNDU						
	Hazırlayan	Kontrol eden	Onay			
İsim						
Ünvan						
İmza						
Tarih						

EK-4: Örnek Beton Tamiratı Checklist Dokümanı

EPC Contractor:	Employer:	Employer's Rep.:

CONCRETE REPAIR & FINISH LOG

Date/Tarih	
Time/Saat	
Repair Location/Onarım Yeri	
Element/Yapı Elemanı	
Drawing No./Çizim No	
Attached pages/Ek Sayfalar	

1. Assessment of Surface Conditions after Forms Removed

Finishing required	Yes	No	Repair required	Yes	No	Shown on Sketch(es)	Yes	No	Prepared By
(A) Minor Defect	Yes	No	(B) Shallow Defect	Yes	No	(B) Tie-rod holes	Yes	No	
(C) Deep Defect	Yes	No	(D) Minor/Major Defect	Yes	No	(E) Large Cracks	Yes	No	Checked By
(F) Tiny Cracks	Yes	No	(G) Water leakage cracks	Yes	No				

2. Assessment for required Method(s) prior to Finish/Repair

Method-A	Yes	No	Method-B	Yes	No	Method-B (Tie Rod Holes)	Yes	No	Prepared By
Method-C	Yes	No	Method-D	Yes	No	Method-E	Yes	No	
Method-F	Yes	No	Method-G	Yes	No	Shown on Sketch(es)	Yes	No	Checked By

COMMENTS/NOTLAR

--

	Prepared by	QC Checked by	Approved by	Reviewed by
Name				
Title		Quality	Site Chief	Section Chief
Signature				
Date				

rev.0

EK-4: Anket Soruları

İnşaat Kalite Yönetiminde BIM ve 4. Boyut Teknolojisi Kullanımı

(* İşareti ile başlayan sorular zorunludur.)

***İletişim Bilgileri**

Adınız

Soyadınız

Unvanınız

E-mail

adresiniz

Telefon

Numaranız

Alan Kodu : _____ Tel. No : _____

***İnşaat sektörünün hangi dalında faaliyet gösteriyorsunuz? (Bir ya da daha fazla seçenek işaretleyebilirsiniz.)**

(Bir ya da birden çok seçim yapabilirsiniz.)

Müteahhit -

Firma

☐

Sahibi

Proje

Yönetimi

☐

Teknik Ofis

☐

Şantiye

☐

Kalite

Kontrol

☐

Planlama -

Maliyet

Kontrol

☐

Akademisyen

☐

n

Diğer

☐

***Ne kadar zamandır inşaat sektörünün içindesiniz?**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

0-3 Yıl

☐

4-7 yıl

☐

8-14 yıl

☐

15 yıl ve üzeri

☐

Bundan sonraki sorularda size en yakın cevabı işaretleyiniz.

***Çalıştığım firmada 3 boyutlu tasarım modelleri kullanılmaktadır.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***İnşaat projeleri tasarımı 3 boyutlu modellerle yapılmalıdır.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***Çalıştığım firmada 4 boyutlu tasarım modelleri kullanılmaktadır.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***İnşaat projeleri yönetiminde 4 boyutlu modeller kullanılmaktadır.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***İnşaat projeleri yönetiminde 4 boyutlu modeller kullanmak işin takibini kolaylaştırır.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***İnşaat projeleri yönetiminde 4 boyutlu modeller kullanmak tasarım aşamasının çok uzun sürmesine neden olacağı için kullanımı gereksizdir.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***İnşaat projeleri yönetiminde 4 boyutlu modeller kullanmak maliyeti arttıracığı için kullanımı gereksizdir.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***Bina bilgi modelleme (BIM) teknolojileri hakkında bilgim var.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***Çalıştığım firmada bina bilgi modelleme (BIM) kullanılmaktadır.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***İnşaat proje yönetiminde bina bilgi modelleme (BIM) kullanılmalıdır.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***İnşaat proje yönetiminde bina bilgi modelleme (BIM) teknolojileri süreyi ve maliyeti arttıracığı için kullanımı gereksizdir.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***Çalıştığım firmada kalite yönetimi sistematik bir şekilde yapılmaktadır.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***Çalıştığım firmada kalite yönetimi için gerekli dokümanlar kâğıt ortamındadır ve kalem kullanarak doldurulmaktadır.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***Çalıştığım firmada kalite yönetimi için gerekli dokümanlar internet üzerinden görülmekte ve doldurulmaktadır.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***İnşaat kalite yönetiminde teknolojiden faydalanılmalıdır.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***İnşaat kalite yönetiminde tüm belgelerin sanal ortamda oluşturulması, doldurulması ve saklanması, iş takibini oldukça kolaylaştırır.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***İnşaat kalite yönetiminde tüm belgelerin sanal ortamda oluşturulması, doldurulması ve saklanması, maliyeti arttıracığı için gereksizdir.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***İnşaat kalite yönetiminde bina bilgi modelleme (BIM) teknolojisinin kullanılması kontrolün çok daha hızlı ve doğru yapılmasını sağlar.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***İnşaat kalite yönetiminde bina bilgi modelleme (BIM) teknolojisinin kullanılması gereksiz maliyetler yaratır.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

***Kalite yönetimi ekibinin bütün belgeleri görebileceği, gereken belgeleri doldurabileceği, 4 boyutlu modelden iş programını ve yapının detaylarını inceleyebileceği, internet üzerinden erişilebilen bir veri tabanı kullanmasını isterim.**

(Sadece bir seçeneği işaretleyiniz.)

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Kesinlikle Katılmıyorum | ☐ |
| Katılmıyorum | ☐ |
| Kararsızım | ☐ |
| Katılıyorum | ☐ |
| Kesinlikle Katılıyorum | ☐ |

Ekleme istedikleriniz varsa yazınız

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Adana’da doğdu. Lise eğitimini 2007 yılında Seyhan ÇEAŞ Anadolu Lisesi’nde tamamladıktan sonra Çukurova Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümüne giriş yaptı. 2012 yılında lisans eğitimini tamamladıktan sonra Beykent Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Tasarım ve Yapım Yönetimi yüksek lisans programına kayıt yaptırdı.

Astaldi-Makyol-Gülermak Ortak Girişimi bünyesinde Kartal-Kadıköy Metro inşaatında ve Tekfen bünyesinde Çiftahan-Pozantı Otoyolu inşaatında stajlarını tamamlamıştır. Atamer İnşaat San. Ve Dış Tic. A.Ş. bünyesinde teknik ofis mühendisi olarak çalışmıştır. Obrascon Huerta Lain (OHL) S.A. bünyesinde Marmaray CR3 projesinde saha mühendisi olarak çalışmıştır. Şuanda Grid Bilişim ve Bil.Tek.Dan.San.Tic.Ltd.Şti firmasında planlama mühendisi olarak çalışmaktadır. Yabancı dili İngilizce olup Rusça eğitimine de başlamıştır.

Aday: Fırat ÇAM