İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAHA İMALAT KONTROLLERİNİN TAŞINABİLİR AYGITLAR YARDIMIYLA İYİLEŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kemal ATLI

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı İşletmesi Programı

OCAK 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SAHA İMALAT KONTROLLERİNİN TAŞINABİLİR AYGITLAR YARDIMIYLA İYİLEŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kemal ATLI
501111114

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı İşletmesi Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Esin Ergen Pehlevan

OCAK 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501111114 numaralı Yüksek Lisans / Doktora Öğrencisi **Kemal ATLI**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"SAHA İMALAT KONTROLLERİNİN TAŞINABİLİR AYGITLAR YARDIMIYLA İYİLEŞTİRİLMESİ"** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Esin Ergen PEHLEVAN** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Esin Ergen PEHLEVAN** .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Emre GÜRCANLI .....
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Semra ÇOMU .....
Boğaziçi Üniversitesi

Teslim Tarihi : **15 Aralık 2014**
Savunma Tarihi : **21 Ocak 2015**

Sevgili anneme ve Ezgi 'ye,

ÖNSÖZ

Saha imalat kontrollerinde bilgi akışının günümüz bilişim teknolojileri kullanılarak iyileştirilmesini hedefleyen bu çalışmanın oluşturulmasında bilgi ve tecrübelerini eksik etmeyen, yapıcı yorumları ile çalışmanın her aşamasında yanımda olan danışmanım Doç. Dr. Esin Ergen Pehlevan 'a teşekkürlerimi sunarım. Hayat boyu bana karşı sevgi ve güvenini sürekli hissettiren, gerçekleştirdiğim tüm çalışmalarda inancını bir an olsun yitirmeyip desteğini esirgemeyen sevgili anneme şükranlarımı sunarım.

Aralık 2014

Kemal ATLI
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **ix**
İÇİNDEKİLER ..... **xi**
KISALTMALAR ..... **xv**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xvii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xix**
ÖZET ..... **xxi**
SUMMARY ..... **xxiii**
1. GİRİŞ **1**
2. KALİTE KONTROL KAVRAMI VE SAHA İMALAT KONTROLLERİ **5**
2.1 Kalite Kontrol Kavramı ve Gelişimi 5
2.2 İnşaat Sektöründe Kalite Kontrol Kavramı 6
2.3 Türkiye 'de Saha İmalat Kontrolleri Ve Geleneksel Uygulamalar 6
2.3.1 Rastgele denetim yöntemi 8
2.3.2 Planlı denetim yöntemi 8
2.3.3 Plansız denetim yöntemi 9
2.3.4 %100 denetim yöntemi 9
2.4 Vaka Analizi: Demir Yolu Altyapı Projesi 9
2.5 Geleneksel Saha İmalat Kontrollerinde Karşılaşılan Problemler 11
2.5.1 Evrak tabanlı karmaşık yapılanma 13
2.5.2 Doküman kayıpları 13
2.5.3 Anlık raporlamalar ve veri aktarımları 14
2.5.4 Süreç denetimi ve izlenebilirlik 14
2.5.5 Ek maliyetler 15
3. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE BİLGİ AKIŞI OTOMASYON ÇALIŞMALARI **17**
3.1 Vizyon Çalışmaları 17
3.2 Genel Mobil Uygulama Çalışmaları 18
3.3 Hata ve Kusur Yönetimine Yönelik Çalışmalar 18
3.4 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimine Yönelik Çalışmalar 19
3.5 Son Dönem Çalışmalar 19
3.6 Yapım Sektörüne Yönelik Örnek Mobil Uygulamalar 20
3.7 Yapım Projeleri ve Kâğıtsız Çalışma Ortamları 21
3.8 İnşaat Sektöründe Taşınabilir Cihazlar 22
3.9 Bilgi Akışı Otomasyon Çalışmalarına Yönelik Değerlendirmeler 22
4. TAŞINABİLİR AYGIT SAHA KONTROL (TASK) MODEL YAPISI **25**
4.1 TASK Sistem Mimarisi 26
4.1.1 Sistem verilerinin girişi 27
4.1.2 BIM entegrasyonu 28
4.1.3 Saha imalat kontrolleri 28
4.1.4 Raporlamalar 29
4.2 Veritabanı Yapılanması 29

4.2.1 Şirketler tablosu 31
4.2.2 Kullanıcılar tablosu 32
4.2.3 Proje tablosu 32
4.2.4 Kısımlar tablosu 32
4.2.5 Mahaller tablosu 33
4.2.6 İş kalemleri tablosu 33
4.2.7 Maddeler tablosu 33
4.2.8 Kriterler tablosu 34
4.2.9 Kontrol tablosu 34
4.2.10 Kontrol genel tablosu 36
4.2.11 Yorumlar tablosu 36
4.2.12 Bildirimler tablosu 37
4.2.13 Google bildirim sistemi kayıt tablosu 38
4.3 PHP Ara Modülleri 38
4.3.1 Lokasyon tabanlı PHP modülleri 39
4.3.2 İş kalemi tabanlı PHP modülleri 43
4.3.3 Saha imalat kontrol tabanlı PHP modülleri 47
4.3.4 Firma ve kullanıcı tabanlı PHP modülleri 48
5. PROTOTİP I: ANDROID TABANLI TAŞINABİLİR AYGIT MODELİ 51
5.1 Sistem Yöneticisi Paneli 53
5.2 Proje Ayarları 55
5.3 Profil 57
5.4 Kullanıcılar 58
5.5 Saha Kontrolü 59
5.6 Bildirimler 74
5.7 Raporlar 77
5.8 Ayarlar 79
6. PROTOTİP II: WINDOWS TABANLI TAKİP / RAPORLAMA ARACI 83
6.1 Sistem Veri Girişi Modülü 85
6.2 FTP Yöneticisi Modülü 89
6.3 Bildirimler Modülü 91
6.4 İmalat Takibi Modülü 93
6.5 3D IFC Modülü 95
6.5.1 3D IFC modülü ile mahal verilerinin veritabanına yüklenmesi 96
6.5.2 3D IFC modülü ile saha kontrollerinin görselleştirilmesi 97
6.6 Raporlar Modülü 102
6.6.1 Kalite kontrol genel durum raporu 103
6.6.2 İş kalemleri genel görünüm raporu 104
7. TASK ve GELENEKSEL SAHA İMALAT KONTROLLERİ 107
7.1 Örnek İş kalemi Sistem Verilerinin Veritabanına Kaydedilmesi 108
7.2 Örnek Mahal Sistem Verilerinin Veritabanına Kaydedilmesi 109
7.3 Kullanıcı ve Şirket Verilerinin Veritabanına Kaydedilmesi 110
7.4 Çizimlerin ve Ek Dosyaların Veritabanına Kaydedilmesi 111
7.5 Saha İmalat Kontrol Formunun Hazırlanması 112
7.6 Saha İmalat Kontrolünün Gerçekleştirilmesi 113
7.7 Uygunsuzluk Durumlarının Taraflara Bildirilmesi 114
7.8 İmalat Uygunluk ve Uygunsuzluk Durumlarının Veritabanına İşlenmesi 116
7.9 Raporların Oluşturulması 117
7.10 Sonuçların Tartışılması 120
7.11 TASK ve Mevcut Yazılımlar 123

8. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....127
KAYNAKÇA.....133
EKLER.....137
ÖZGEÇMİŞ.....151

KISALTMALAR

TASK **:** Taşınabilir Aygıt Saha Kontrol

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 7.1 : Süre Örneklemeleri: İş kalemi verilerinin sisteme girişi.....108
Çizelge 7.2 : Süre Örneklemeleri: Mahal verilerinin sisteme girişi.....109
Çizelge 7.3 : Süre Örneklemeleri: Kullanıcı ve şirket verilerinin sisteme girişi 110
Çizelge 7.4 : Süre Örneklemeleri: Ek dokümanların hazırlanması.....111
Çizelge 7.5 : Süre Örneklemeleri: Kontrol formunun hazırlanması 113
Çizelge 7.6 : Süre Örneklemeleri: Saha kontrolünün gerçekleştirilmesi.....114
Çizelge 7.7 : Süre Örneklemeleri: Uygunsuzlukların taraflara bildirilmesi.....115
Çizelge 7.8 : Süre Örneklemeleri: Uygunluk durumlarının veritabanına işlenmesi 116
Çizelge 7.9 : Süre Örneklemeleri: İmalat kontrolleri raporlarının oluşturulması....118
Çizelge 7.10 : Süre örneklemeleri ortalama süreleri 119
Çizelge 7.11 : Süre örneklemeleri ortalama süreleri 119
Çizelge 7.12 : Saha kontrol ve raporlama süreçlerinde oluşan kazanımlar.....122
Çizelge 7.13 : TASK ve mevcut yazılımların karşılaştırma matrisi 123

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.2 : TASK modeli veritabanı yapılanması.....30
Şekil 4.3 : TASK veritabanı öğe - ilişki diyagramı.....31
Şekil 4.4 : Kontrol tablosu bileşenleri.....34
Şekil 4.5 : Kontrol tablosu veri yapılanması.....35
Şekil 4.6 : Bildirim tablosu veri yapılanması.....37
Şekil 4.7 : PHP modülleri genel aktivite sıra diyagramı.....39
Şekil 4.8 : TASK modeli mahal güncelleme HTML ara yüzü.....40
Şekil 4.9 : TASK modeli PHP proje lokasyon modülü aktivite sıra diyagramı.....41
Şekil 4.10 : TASK modeli PHP kısım lokasyon modülü aktivite sıra diyagramı.....42
Şekil 4.11 : TASK modeli PHP mahal lokasyon modülü veri işleme algoritması....43
Şekil 4.12 : TASK modeli kalite kontrol kriteri ekleme HTML ara yüzü.....44
Şekil 4.13 : TASK modeli PHP iş kalemi modülü aktivite sıra diyagramı.....45
Şekil 4.14 : TASK modeli PHP madde modülü aktivite sıra diyagramı.....45
Şekil 4.15 : TASK modeli PHP kriter modülü aktivite sıra diyagramı.....46
Şekil 4.16 : TASK modeli PHP kontrol modülü aktivite sıra diyagramı.....47
Şekil 5.1 : Sistem yöneticisinin kullanıcı girişi ve Prototip I ana menüsü.....51
Şekil 5.2 : Proje müdürü - yetkili kullanıcı girişi ve Prototip I ana menüsü.....52
Şekil 5.3 : Saha personeli - standart kullanıcı girişi ve Prototip I ana menüsü.....52
Şekil 5.4 : Prototip I Kullanım Senaryoları Diyagramı.....53
Şekil 5.5 : Prototip I proje ayaları bölümü.....55
Şekil 5.6 : Prototip I kullanıcı profili güncellemesi.....57
Şekil 5.7 : Prototip I - Kullanıcı iletişim bilgilerini görüntüleme.....58
Şekil 5.8 : Saha imalat kontrolleri prosedür şeması.....61
Şekil 5.9 : Alt yüklenici firma "Yapılacaklar listesi".....62
Şekil 5.10 : İmalat kontrol tutanağı istek formu.....62
Şekil 5.11 : Boş ve alt yüklenici tarafından işlenmiş kontrol tutanağı.....63
Şekil 5.12 : Tüm kullanıcılara gönderilen alt yüklenici imalat kontrolü bildirimi....63
Şekil 5.13 : Alt yüklenici onayı sonrası ana yüklenici firma "Yapılacaklar Listesi".64
Şekil 5.14 : Saha imalat kontrolünde ilgili mahalin çizim dosyasına erişim.....65
Şekil 5.15 : Ana ve alt yüklenici değerlendirmelerinden sonra kontrol tutanağı.....65
Şekil 5.16 : Saha imalat hatalarının Prototip I yardımıyla görselleştirilmesi.....66
Şekil 5.17 : Tüm kullanıcılara gönderilen ana yüklenici imalat kontrolü bildirimi...66
Şekil 5.18 : Alt ve ana yüklenici onayları sonrası işveren "Yapılacaklar Listesi" ...67
Şekil 5.19 : İşveren, ana ve alt yüklenici kontrolleri sonrası teslim formu.....68
Şekil 5.20 : Saha personeli tarafından imalata ilişkin yapılan kişisel yorumlar.....68
Şekil 5.21 : Bütün kullanıcılara gönderilen işveren saha imalat kontrolü bildirimi ..69
Şekil 5.22 : GCM platformu ve bildirimlerin işlenme süreci (Subedi, 2014) 74
Şekil 5.23 : Prototip I bildirimleri bölüm I, II ve III.....76
Şekil 5.24 : Prototip I raporlama bölümü genel imalat kontrol durumu grafiği.....78
Şekil 5.25 : Prototip I dosya yöneticisi.....80

Şekil 5.26 : Prototip I çizimler bölümü 80
Şekil 6.1 : TASK modeli Prototip II ana menüsü 84
Şekil 6.2 : Prototip II Kullanım Senaryoları Diyagramı 84
Şekil 6.3 : Prototip II imalat sistem verilerinin giriş ekranı 85
Şekil 6.4 : Prototip II lokasyon sistem verilerinin giriş ekranı 86
Şekil 6.5 : Prototip II firma ve kullanıcı sistem verilerinin giriş ekranı 87
Şekil 6.6 : Prototip II FTP yöneticisi 89
Şekil 6.7 : Prototip II bildirim modülü ve gerçekleşme tarihleri 91
Şekil 6.8 : Prototip II imalat takip modülü kalite kontrol formu 93
Şekil 6.9 : Prototip II imalat takip modülü ile sahada çekilen fotoğrafın gösterimi .. 94
Şekil 6.10 : 3D IFC modülü ile IFC dosyalarının Prototip II içerisine aktarımı 96
Şekil 6.11 : IFC dosyasının 3D IFC modülünde görüntülenmesi 96
Şekil 6.12 : 3D IFC modülü ile lokasyon verilerinin veritabanına aktarılması 97
Şekil 6.13 : 3D IFC modülü ile kat filtresinin oluşturulması 99
Şekil 6.14 : 3D IFC modülü ile duvar seramik kaplama işleri onay durumu 99
Şekil 6.15 : 3D IFC modülü ile tuğla duvar ve alçı sıva işleri onay durumu 100
Şekil 6.16 : 3D IFC modülü ile asma tavan ve plastik boya işleri onay durumu 100
Şekil 6.17 : 3D IFC modülüyle granit kaplama işi onay durumu ve mahal seçimi . 101
Şekil 6.18 : Kalite Kontrol Genel Durum Raporu 104
Şekil 6.19 : İş Kalemleri Genel Görünüm Raporu 105
Şekil 7.1 : İş kalemi veri girişi süre örnekleme dağılımı 108
Şekil 7.2 : Mahal veri girişi süre örnekleme dağılımı 109
Şekil 7.3 : Kullanıcı ve şirket verileri girişine ilişkin süre örnekleme dağılımı 110
Şekil 7.4 : Ek doküman hazırlama süre örnekleme dağılımı 112
Şekil 7.5 : Saha imalat kontrol formu hazırlama süre örnekleme dağılımı 112
Şekil 7.6 : Saha imalat kontrolü süre örnekleme dağılımı 114
Şekil 7.7 : Uygunsuzluk bildirimleri süre örnekleme dağılımı 116
Şekil 7.8 : Saha uygunluklarının veritabanına işlenmesi süre örnekleme dağılımı . 117
Şekil 7.9 : Saha kontrollerinin raporlanması süre örnekleme dağılımı 118

SAHA İMALAT KONTROLLERİNİN TAŞINABİLİR AYGITLAR YARDIMIYLA İYİLEŞTİRİLMESİ

ÖZET

Proje saha yönetiminin en önemli aşamalarından birisi gerçekleştirilen imalatların işveren ve kalite kontrol kriterlerine uygunluğunun denetlenmesidir. Bu bağlamda projede görev alan firma personelleri hiyerarşik bir yapılanma içerisinde yapım projesinin her bir mahalinde tüm iş kalemleri için saha imalat kontrollerini gerçekleştirmektedirler. Geleneksel anlamda hem küresel çapta hem de Türkiye 'de veri yönetimi evrak tabanlı formlar üzerinden yürütülmektedir. Özellikle iş kalemi ve mahal sayısı bakımından zengin olan orta ve büyük ölçekli yapım projelerinde evrak tabanlı bu formların sayısı binler ile ifade edilebilmektedir. Evrak sayısının fazla olması özellikle veri yönetiminde güçlük, ağır doküman yükü, veri kayıpları, raporlama ve geri bildirim sürelerinde uzamalar gibi problemleri beraberinde getirmektedir.

Çalışma kapsamında saha imalat kontrollerinde tespit edilen problemleri çözmeyi hedefleyen Taşınabilir Aygıt Saha Kontrol (TASK) modeli önerilmiştir. Önerilen model oluşturulurken günümüz bilişim teknolojileri yoğun olarak kullanılmış ve iki adet prototip geliştirilmiştir. Bunlardan ilki saha imalat kontrollerini yerinde gerçekleştirmeyi mümkün kılan Android işletim sistemli taşınabilir cihazlarda kullanılması düşünülen Prototip I yazılımıdır. Diğeri ise yapım projesinin şantiye ve teknik ofislerinde imalat takip ve raporlama işlemleri için Windows işletim sistemli bilgisayarlarda kullanılmak üzere geliştirilen Prototip II yazılımıdır.

Android işletim sistemi üzerinde çalışan Prototip I yazılımı ile saha imalat kontrollerinde sıklıkla kullanılan kâğıt tabanlı iş teslim ve kalite kontrol formları dijital platformda oluşturulmuştur. İmalat kontrolleri neticesinde ortaya çıkan veriler projenin herhangi bir aşamasında anlık erişim sağlanmak üzere ağ tabanlı TASK modeli ortak veritabanında depolanmıştır. Depolanan veriler Windows işletim sistemini kullanan Prototip II tarafından işlenerek gerekli raporlamalar anlık olarak oluşturulabilmiştir. Allplan, Revit ve ArchiCAD gibi BIM (Yapı Bilgi Modellemesi) uygulamalarından alınan yapım projesine ait IFC uzantılı dosyalar Prototip II içerisine entegre edilerek iş teslimleri üç boyutlu ortamda görselleştirilebilmiştir.

Geliştirilen modelin süre etkinliğini ölçmek adına çalışma kapsamında doğrulama analizi gerçekleştirilmiştir. Doğrulama analizinde, geleneksel saha imalat kontrollerinden alınan örneklemler ile TASK modelinden alınan örneklemler çok yönlü olarak değerlendirilmiş ve TASK modeli ile etkin sonuçlar alındığı tespit edilmiştir.

ENHANCING SITE WORK INSPECTIONS VIA MOBILE DEVICES

SUMMARY

One of the most crucial stages of construction field management is to inspect conformity of completed work items according to quality control and employer work acceptance criteria. In this scope, field inspections are carried out for each individual location and for all work items existing in the construction project by companies' staff in a hierarchical manner. Traditionally, data management is carried out through paper-based sheets. Especially in medium to large scale construction projects, number of paper-based inspection sheets can be stated in thousands. In such cases, excessive amount of control documents bring in data management and site tracking problems which, in return, cause data loss, reporting and feedback delays. These problems have been discussed in many researches and tools have been developed to amend site inspection efficiency.

Most of the solutions, which were proposed by researchers to overcome site inspection problems, took advantage of information technologies. Earlier models suggested that Personal Digital Assistants (PDAs) could be used to inspect work items and materials at construction field. Thus, related reports regarding defected work items and materials could be created and corrective actions could be taken. Recent models, on the other hand, suggested that site inspections could be made via mobile devices operating on IOS and Android platforms. With suggested models, work defects could be detected and related notifications could be sent to subcontractor for corrective actions. Despite the fact that these models obtained successful results in defect management, site inspections were not carried out for all work items at every location of the construction project regarding work acceptance criteria determined by the employer. In addition, it is observed that there is a lack of integrity between Building Information Modelling (BIM) and site inspections, so that results obtained from site inspections can be visualized in 3D IFC (Industry Foundation Classes) models of the building.

In the scope of this study, Mobile Device Field Inspection (TASK) model is proposed to overcome mentioned site inspection problems and fill the gap in the literature. While developing TASK model, modern-day information technologies were used extensively and two software have been developed in the process, which were named as Prototype I, and Prototype II. Prototype I software was developed with JAVA programming language for Android based mobile devices, so that site inspections could be carried out at construction field. Prototype II software, on the other hand, was developed with C# programming language for Windows based computers, so that progress and conformity reports could be generated by processing data obtained from site inspections. In addition to reporting, IFC extension file, which is exported from BIM model of the building, can be imported into Prototype II and site inspection progress can be visualized in three-dimensional environment.

Main purpose of the TASK model is to manage site inspection activities with mobile devices and generate related reports at any stage of the construction project instantaneously by preventing data loss and feedback delays. Thus, problems encountered in traditional paper-based site inspection models could be minimized and intercommunication between employer and subcontractors could be improved. To be able to achieve this objective, a shared MySQL database, which was located in a web server, has been included inside TASK model. Thus, data created with site inspections could be stored and related reports could be generated in both of the prototypes. Communication between prototypes and shared database have been established by the help of PHP scripts, which also handle logical operations for TASK model database management. TASK model stages can be divided into four main components, which are (1) system data input, (2) BIM integration, (3) site inspections and (4) reporting.

System data input is the first stage of the TASK model. System data can be defined as project-based information, which is going to be utilized at site inspections. This includes project locations, work items, quality control acceptance criteria, companies, company users, drawings, contracts, technical specifications etc. System administrator of the TASK model, who is an individual authorized by the employer, inputs these data into TASK model shared database with the help of either Prototype I or Prototype II modules prior to initiation of the construction project. While data entry, system administrator links project locations with work items and determines quality control acceptance criteria of each work item. Thus, when construction project initiates, related data is viewed by quality control engineers and related acceptance status can be marked on digital work delivery forms. Within the scope of this study, system data entry of project locations was automated with Prototype II. IFC files exported from BIM applications can be imported into 3D IFC module of Prototype II and project locations existing in the BIM model can be inserted into TASK model shared database automatically.

Second stage of the TASK model is to provide integrity between BIM and site inspections. If location based system data was inserted into TASK model shared database via 3D IFC model of the Prototype II, site inspection and BIM model integrity can be established with TASK model. At any stage of the construction project, TASK model users can select related work items and view site inspection acceptance status of the whole construction project in a three dimensional environment. After selecting related work item, locations where work item is in conformity status are colored with green color and where work item is in hold or non-conformity status are colored with red color. Thus, subcontractors and employer will have a visual understanding of the current site inspection status at any stage of the construction project.

Third stage of the TASK model is to carry out site inspections on digital quality control and delivery forms by the help of Prototype I, which operates on mobile Android operating system. System data, which is inserted into TASK database by system administrator, is processed by Prototype I and digital quality control forms are created on mobile device. TASK users from both subcontractor and employer companies carry out site inspections of work items at related locations of the project with their mobile devices in a hierarchical manner. Employer acceptance criteria items are viewed on Prototype I and conformities with related items for the completed work are determined. Items, which confirm employer acceptance criteria, are marked as “accepted”, and items, which do not confirm related criteria, are

marked as “rejected”. For rejected items, Prototype I sends related notifications to subcontractor, which is at the very bottom of the project organizational hierarchy, for corrective actions to be taken. For accepted items, Prototype I sends related notifications to users, who work for the upper level company inside the project organizational hierarchy.

In site inspection stage of the TASK model, drawings and technical specifications, which are uploaded to TASK model FTP server by system administrator, can be viewed on mobile devices with the help of Prototype I. In addition, photographs can be taken with Prototype I for defected work items. Thus, other TASK users can have a deeper understanding of the work item nonconformities. Also, TASK users can comment on work items, where they have encountered nonconformities that are not included in employer acceptance requirements. When site inspection is completed, Prototype I stores related data in TASK database while notifying TASK users in a hierarchical manner.

Last stage of TASK model is to create reports regarding data obtained from site inspections. At any stage of the construction process, reports can be generated on both of the prototypes instantly. Reports mainly consist of conformity status of all work items at each location of the project. These reports help understanding quality control acceptance progress of the project. Therefore, data generated inside these reports can be shared with different departments of the companies for progress payments or cost monitoring. Especially, thanks to flexible structure of reporting module inside Prototype II, different reports can be created in accordance with company needs.

To be able to measure time effectiveness of the TASK model, a verification analysis was conducted. In the analysis, site inspection activity was divided into nine steps from system data input to reporting. For each step, time samples from both traditional site inspections and TASK model were collected and related comparisons were made. It was observed that TASK model, when compared to traditional site inspections, provided better results in terms of time efficiency.

1. GİRİŞ

İnşaat projelerinde ortaya konulan yapının, işi yapan yüklenici firmadan mal sahibine veya işveren firmaya sözleşme ve şartnameler uyarınca teslim edilmesi "saha imalat kontrolleri" ile gerçekleştirilmektedir (Chien-Ho Ko & Shun-Chi Li, 2014). Saha imalat kontrollerinin amacı, işverenin yapı kalitesi, yapı güvenliği ve sürdürülebilirlik kaygılarını ortadan kaldırmak için teslim öncesinde yapım işlerinin denetlenmesini sağlamaktır. Saha denetimleri işveren tarafından sözleşme ve şartnamelerde belirtilen kabul kriterlerine göre yapılmaktadır. Böylece işveren yapıyı birçok alt kırılımda inceleyerek, işi gerçekleştirmiş olan alt yüklenicisi ile gerçekleştirilen imalatları teslim almak hususunda mutabık kalmaktadır. Denetimler neticesinde kabul kriterlerine aykırı durumlar tespit edildiğinde, işveren işin yapımını üstlenmiş olan yüklenici firmadan ilgili imalata dair düzeltici eylemleri gerçekleştirmesini talep etmektedir.

Yapım projesinde gerçekleştirilen imalatların işveren kalite beklentisi ve algılarıyla örtüşmesi gerekmektedir. İşverene teslimi gerçekleştirilecek yapım işinin kalitesi, işveren sözleşmesi ve teknik şartnameler tarafından güvence altına alınmaktadır. Yapım projesindeki iş kalemleri için teknik şartnamelerde belirtilen standartlar, yapım işinin kalite kontrol ve teslim kriterlerini belirlemektedir. İnşaat projelerinde yürütülen saha imalat kontrolleri kapsamında, kalite kontrol ve teslim kriterleri her bir iş kalemi ve mahal için ayrı ayrı hazırlanarak evrak tabanlı formlar üzerinde görüntülenmektedir. Geleneksel saha imalat kontrollerinde gerçekleştirilen iş kaleminin teslim kriterlerine uygunluğu veya uygunsuzluğu evrak tabanlı formlar üzerinde firmaların saha personelleri tarafından işaretlenmektedir. Yapılan çalışmalar evrak tabanlı bu geleneksel yapılanmaların yapım projelerinin yönetim etkinliğini azalttığını ortaya koymuştur (F. MacDonald & J. Miller, 1998).

Saha imalat kontrollerinde iş teslimlerinin ve imalat kalite kontrollerinin evrak tabanlı bir yapılanma içerisinde çözümlenmesi, özellikle büyük ve orta ölçekli yapım projelerinde doküman yüküne sebep vermektedir (Sergio F. Ochoa ve diğ, 2010). Yüklenici firmalar tarafından yapımı gerçekleştirilen imalatlar, projenin her bir

mahalindeki tüm iş kalemleri için hiyerarşik yapıdaki üst birimler tarafından denetlenmektedir. Saha denetimlerinin her mahalde tüm iş kalemleri ele alınarak yapılabilmesi için binlerce evrak tabanlı kontrol tutanağı oluşturulmaktadır. Oluşturulan kontrol tutanakları saha imalat kontrolleri vasıtasıyla proje hiyerarşik yapısı izlenerek en alt yükleniciden üst yüklenicilere ve nihayetinde işveren ve mal sahibine iletilmektedir. Karmaşık bir proje organizasyonel yapısı içerisinde, sayıları binler ile ifade edilen kalite kontrol dokümanlarının kâğıt tabanlı bir yapılanma içerisinde çözümlenmesi doküman yönetimini güçleştirmektedir. Doküman yönetiminde yaşanan güçlükler kalite kontrol formlarının kaybolmasına sebep verebilmektedir (Kim ve diğ, 2008). Böyle durumlarda saha imalat kontrollerine dair veri kayıpları yaşanmaktadır. Yaşanan veri kayıplarını telafi etmek için tüm süreç başa dönerek yapım projesinde zaman kayıplarına neden olabilmektedir.

Geleneksel saha denetim yöntemlerinde ortaya çıkan verilere anlık erişim söz konusu olmamaktadır (Eddy M. Rojas & Anthony D. Songer, 1999). Saha imalat kontrolleri neticesinde oluşturulan uygunluk veya uygunsuzluk verilerinin projede görev alan firmalara bildirilme süreleri üç gün ile bir ay arasında değişiklik göstermektedir (Sergio F. Ochoa ve diğ, 2010). Bildirim sürelerinde gözlemlenen gecikmeler genellikle kalite kontrol formlarının taraflar arasında iletilmesinde ortaya çıkan zaman kayıplarından kaynaklanmaktadır. Saha imalat kontrolleri neticesinde işveren kabul kriterlerine uygunluk tespit edildiğinde kontrol tutanağı organizasyonel yapıdaki bir üst firma personeline, uygunsuzluk tespit edildiğinde ise kontrol tutanağı düzeltici eylemlerin alınması için bir alt firma personeline iletilmektedir. Binlerce kontrol tutanağının projede görev alan firmalar arasında iletilmesi veri akışını sekteye uğratabilmekte ve toplam proje süre etkinliğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Geleneksel saha imalat kontrolleri neticesinde ortaya çıkan veriler firma arşivlerinde saklanmaktadır. Ancak arşivlerin evrak tabanlı bir yapı içerisinde olması, verilerin konsolide edilip ilgili raporların üretilmesi hususunda büyük zaman kayıplarına neden olabilmektedir. Yapım projesinde, saha imalat kontrollerine dair anlık raporların alınamaması, projenin gidişatını etkileyebilecek düzeyde önemli yönetim kararlarının zamanında alınmasına engel olabilmektedir.

Geleneksel saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan problemler literatürde sıklıkla ifade edilmiş olup, ihtiyaca cevap verebilecek modeller üzerinde farklı çalışmalar

yürütülmüştür. Vaka analizlerinde ve literatürde ifade edilen problemleri bertaraf edebilmek için proje katılımcıları arasındaki iletişimi etkinleştirebilecek ve ortaya çıkan verilere anlık erişim sağlayabilecek esnek bir otomasyon aracına ihtiyaç vardır. İhtiyaca cevap verebilecek model, saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan verileri taraflara anlık olarak aktarabilmeli ve ilgili raporlamaları anlık olarak sunabilmelidir. Bu kapsamda geliştirilen model, saha imalat kontrollerinde bilgi akışını iyileştirebilecek ve proje yönetim etkinliğini arttırabilecektir.

Çalışma kapsamında geleneksel saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan problemler tespit edilmiş ve konuya ilişkin literatür taramaları yapılmıştır. Çalışmada, tespit edilen problemler esas alınarak taşınabilir (mobil) cihazlar ve günümüz bilişim teknolojilerinden yararlanılarak mevcut saha imalat kontrollerinde bilgi akışının iyileştirilmesi ve kalite kontrol ve teslim süreçlerinin dijital platformlar üzerinden çözümlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda yeni bir saha denetim mekanizması olarak Taşınabilir Aygıt Saha Kontrol (TASK) modeli geliştirilmiştir. Model kapsamında günümüz teknolojilerinden yararlanılarak iki adet prototip yazılım geliştirilmiştir. Bunlardan ilki Android işletim sistemini kullanan mobil cihazlarda yapım projesinin şantiye kolunda saha imalat kontrollerini yerinde gerçekleştirmek üzere geliştirilen Prototip I, diğeri ise Windows işletim sistemini kullanan bilgisayarlarda projede görev alan firmaların merkez ve teknik ofislerinde raporlama ve takip işlemlerini gerçekleştirmek üzere geliştirilen Prototip II ‘dir. TASK modeli içerisinde kullanılan modüller ile iki Prototip arasında iletişim sağlanmış ve geleneksel saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan problemler bertaraf edilebilmiştir.

TASK modeli ile birlikte saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan sonuçları görselleştirmek için “Yapı Bilgi Modellemesi” (BIM) yazılımlarından alınan IFC uzantılı dosyalar Prototip II içerisinde çözümlenmiş ve proje üç boyutlu olarak TASK modeli içerisinde görüntülenebilmiştir. Prototip II içerisinde görüntülenen bu modeldeki mahal ve iş kalemi bilgileri, saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan sonuçlar ile eşleştirilerek yapım projesinin eş zamanlı saha imalat teslim ve kalite kontrol ilerleme durumu görselleştirilebilmiştir.

Çalışma kapsamında geliştirilen modelin yapım projesinin süre etkinliğine katkısını ölçebilmek için vaka analizinden alınan veriler ile doğrulama analizleri yapılmıştır.

Analiz sonuçları incelendiğinde taraflar arası geri bildirim sürelerinde azalmalar tespit edilmiştir.

TASK modeli ile birlikte saha imalat kontrol formları ve tutanakları dijital platformda çözülebilmiş ve yapım projesinin anlık durumunu gösteren raporlar oluşturulabilmiştir. Ayrıca, taraflar arasında anlık veri aktarımı mümkün kılınarak geri bildirim sürelerinde azalmalar tespit edilmiş ve veri kayıplarının önüne geçilebilmiştir.

2. KALİTE KONTROL KAVRAMI VE SAHA İMALAT KONTROLLERİ

Yapım projelerinde işveren firmanın inşaatı gerçekleştirilen yapıya dair kalite beklentisi teknik şartnameler ile ortaya konulmaktadır. Yapım işini üstlenen yüklenici firmaların bu beklentiyi karşıladığını temin etmek amacıyla saha imalat kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Yapım projesinde işveren firmaların kalite algıları ve yapıya ilişkin beklentileri değişkenlik göstermesine rağmen, işveren beklentilerinin yüklenici firmalar tarafından karşılanmasını güvence altına alan saha kontrolleri genel olarak sınıflandırılabilmektedir. Bu bölümde sektörel ve genel tanımıyla kalite kavramı, saha imalat kontrol çeşitleri ve imalat kontrollerinde karşılaşılan problemler vaka analizi ile birlikte irdelenmektedir.

2.1 Kalite Kontrol Kavramı ve Gelişimi

Kalite kavramı küresel çapta en karmaşık ve en önemli kavramlardan birisidir. Müşteriler kalite beklentisi içerisinde son ürün araştırmasına girmekte, firmalar rekabet ortamı içerisinde kaliteyi birinci planda tutmakta ve piyasalar kaliteyi göz önünde bulundurarak değişime uğramaktadırlar. Kalite kavramı daha büyük ölçekte ele alındığında ise ülkelerin gelişiminde anahtar güç olarak karşımıza çıkmaktadır (Golder ve diğ, 2012). Kalite kontrolü ise hedeflenen kaliteye, istenilen standartlara ulaşmak için gerçekleştirilen faaliyetlere ve uygulanan tekniklerin tümünü kapsamaktadır. Bu süreç imalat kontrolü, hata tespiti, istatiksel veri tutulması, hatanın sebeplerinin ortaya konulması ve hatanın giderilmesi gibi alt başlıklara ayrılabilir (Perinçek ve diğ, 2008).

Kalite kavramı ilk olarak 1900lü yıllarda özellikle endüstriyel alanlardaki büyük gelişmeler neticesinde ortaya çıkan son ürünlerin görsel sınıflandırılmasıyla ortaya çıkmıştır. Son ürün iyi veya kötü olarak tasnif edilmiştir. 1930'lu yıllarda ise kalite, istatistiksel olarak ele alınmış ve son ürünü oluşturacak olan hammaddenin toplam üretim kalitesinde önemli bir yere sahip olduğu ve ilk maddenin kontrolünün yapılması gerektiği algısı oluşmuştur. 1950 'li yıllarda ise kalite kavramı sadece oluşturulan son üründe değil, son ürünü oluşturan süreçlerin toplamı içerisinde

düşünülmüştür. Böylece toplam kalite kontrol kavramı ortaya çıkmıştır. Bu sistemde kaliteye etki eden faktörlere fizibilite araştırmalarından son kullanıcıya teslime kadar bütün süreç dâhil edilmiştir. Bu süreçte son kullanıcı isteklerini karşılayan ürünleri en düşük maliyetlerle oluşturmak esas alınmıştır (Perinçek ve diğ, 2008).

2.2 İnşaat Sektöründe Kalite Kontrol Kavramı

İnşaat projeleri meydana getirilirken birçok sektörden profesyoneller bir araya getirilip işveren veya müşteri beklentilerini yerine getirmeye çalışmaktadırlar. Birçok disiplinin bir araya getirilip koordinasyon içerisinde çalıştırılması güç bir süreçtir. Disiplinler, diğer disiplinleri etkileyen durumlar söz konusu olsa bile izole olmuş bir yapı içerisinde çalışmaya daha meyillidirler. Dolayısıyla bir disiplin tarafından alınan karar diğer disiplinleri olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Ayrıca, inşaat işinin doğası gereği işin tekrarlanamaz oluşu, farklı iklim şartları ve her projede kullanılan ekiplerin farklılık göstermesi kalite ve işveren memnuniyeti açısından olumsuz bir sonuç ortaya çıkarabilmektedir (Delgado & Aspinwall, 2008). Bütün bunlar göz önüne alındığında inşaat sektöründe kalite kontrol kavramının diğer sektörlere kıyasla daha geç gelişim gösterdiği anlaşılabilmektedir. İnşaat sektöründe kalite kontrol olgusunun oluşturulup bahsedilen olumsuz şartlardan etkilenmemesini sağlamak için özellikle üretimin standart prosedürler içerisinde gerçekleştiği ve kalite kontrol prosedürlerinin başarıyla uygulandığı sektörlerin metotları önerilmiştir. Bunlardan en önemlileri "Toplam Kalite Yönetimi (TQM)", Yalın İmalat (Lean Production) ve 6 Sigma Metodu olarak sıralanabilir (Kenneth T. Sullivan, 2011). Önerilen kalite yönetim sistemlerinin tümü inşaat sektöründe kullanılmakta olup organizasyonel yapıda en büyük faydayı sağlayan yöntemler proje bazında değişiklik göstermektedir.

2.3 Türkiye 'de Saha İmalat Kontrolleri Ve Geleneksel Uygulamalar

İnşaat sektöründe kalite tanımı karmaşık bir tanıma sahiptir. İnşaat projelerinde kalite birçok şekilde tanımlanabilmektedir. Kimi zaman kalite bir inşaatın en dayanıklı şekilde inşa edilmesini tanımlarken, kimi zaman en dayanıklı malzemelerin inşaat sürecinde kullanılmasını, kimi zaman da inşaatın hatasız ve kusursuz olarak tamamlanmasını ifade edebilmektedir (Artur Bezelga & Peter Brandon, 2006). Ancak genel anlamda inşaat sektöründe kalite kavramı irdelendiğinde, bir inşaatın

işveren sözleşmesi veya yasal yükümlülüklere uygun inşası olarak tanımlamak mümkündür (D. Arditi & H. Günaydın, 1997). Bu kapsamda yasal sorumluluklar, mevzuatlar ve proje sözleşme şartları bir inşaatın kalite kontrol ve teslim kriterlerini belirlemektedir.

Türk inşaat sektöründe yapım projeleri gerçekleştirilirken işin doğası ve piyasa rekabeti içerisinde süre, maliyet ve kalite açısından amaçlanan hedeflere ulaşmayı güç hale getirmektedir (Işılay Tekbaş & Atilla Dikbaş, 2011). Bütün kısıtlamalara rağmen Türk inşaat sektöründe rol alan işveren ve mülk sahiplerinin kalite beklentisi, kalite kontrol sistemlerinin özellikle orta ve büyük ölçekli projeler başta olmak üzere uygulanıp hayata geçirilmesine imkân vermektedir.

İnşaat sektöründeki rekabet ortamında firmaların sürdürülebilirliği firmanın maliyet ve süre kaygılarının yanı sıra son kullanıcı memnuniyetine bağlıdır. Son kullanıcı memnuniyeti ortaya konulan yapının her açıdan kalite sistemleri içerisinde ele alınması ile mümkündür. Bu algı içerisinde Türk inşaat sektörü içerisinde görev alan firmalar kalite kontrol ve kalite güvence sistemlerini süreç içerisinde benimsemişlerdir. Kamu ve özel sektör yapım projelerinde kalite kontrol kavramı genel hatları ile yüklenici firmaların sorumluluğunda, ortaya konulan yapının kalite güvencesi ise işveren veya işveren temsilcisi sorumluluğunda ele alınmaktadır. Yapım projelerinde kalite kontrol ve güvence kriterleri sözleşme şartlarıyla ortaya konulmakta olup, Tasarım – Yapım projelerinde ise kalite kontrol ve güvence kriterleri genellikle üçüncü bir şahıs veya kurum bünyesinde bulunan kalite doğrulama yetkilileri tarafından oluşturulmaktadır (Terry L. Borne, 2009).

Türk inşaat sektöründe özellikle büyük ölçekli kamu projelerinde yapının kalite kontrol ve güvence kriterleri sözleşme şartlarına göre düzenlenip kalite kontrol ve test planları oluşturulmaktadır. Oluşturulan kalite kontrol planları ile gerçekleştirilen imalatlar işveren temsilcileri tarafından kontrol edilmektedir. Kalite güvence planları ise gerçekleştirilen kalite kontrollerinin işveren ihtiyaçlarını karşıladığını gösteren prosedürleri içermektedir.

Küresel çapta yapım projesinin kalite kontrol ve kalite güvencesinin gereksinimlere uygunluğu 4 farklı yöntem ile denetlenmektedir (Terry L. Borne, 2009). Bunlar (1) “Rastgele Denetim”, (2) “Planlı Denetim”, (3) “Plansız Denetim” ve (4) “%100

Denetim" olarak sıralanabilir. Türk inşaat sektöründe bahsedilen yöntemlerin tamamı farklı uygulamalarda kullanılmaktadır.

2.3.1 Rastgele denetim yöntemi

Rastgele denetim yöntemi rastgele seçilen numunelerin genel nüfus üzerindeki etkisini göstermek için kullanılmaktadır. Bu yöntem ile yüksek popülasyona sahip denetim elemanları içerisinden belirli sayıda seçilen numuneler, istatiksel tablolar ve formüller yardımıyla değerlendirilerek toplam popülasyonun kalite kontrolü gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemin uygulanabilir olması için seçilecek numune sayısı, kabul ve ret kriterleri sözleşme şartları ile belirtilmiş olmalıdır. Rastgele denetim metoduna beton numunelerin basınç dayanım testleri örnek verilebilir. İnşası gerçekleştirilen yapıda kullanılan betonun statik tasarım projesinde belirtilen basınç dayanımlarını sağlayıp sağlamadığı rastgele seçim metodu ile gerçekleştirilebilmektedir. Böylelikle sözleşmede genellikle TSE (Türk Standartları Enstitüsü) veya diğer kurumlar tarafından oluşturulan standartlara atıfta bulunularak belirtilen istatistiksel metotlar ve kriterler kullanılarak belirli sayıdaki numune ile toplam yapının betonarme kalitesi denetlenmiş olmaktadır.

Rastgele denetim metodunun uygulanabilir olması için, denetimi yapılacak elemanların homojen ve yüksek popülasyona sahip olması önem teşkil etmektedir. Rastgele denetim metodu az sayıda numune ve denetim kaynağı ile toplam nüfusun kalite kontrolünün gerçekleşmesine olanak vermesine rağmen diğer yöntemlere göre yüksek planlama ve denetim maliyetleri ortaya çıkarmaktadır. Örneğin; beton numunelerin basınç dayanım deneylerinin gerçekleştirilebilmesi için ilgili laboratuvar ekipmanları ve teçhizatları gerekmektedir.

2.3.2 Planlı denetim yöntemi

Planlı denetim metodu, denetimi gerçekleştirilecek elemanların toplam popülasyonu üzerinden belirli bir oran seçerek yapılmaktadır. Böylelikle sözleşme ve dolayısıyla kalite kontrol planında belirtilen yüzdeler toplam nüfusa etki ettirilerek numune sayısı belirlenmekte ve gerekli denetimler gerçekleştirilmektedir. Örneğin, 400 elemanın bulunduğu bir iş kaleminde kalite kontrol planı denetimlerin %20 oranında gerçekleşmesini şart koşmuşsa, seçilen 80 adet elemanın kalite kontrol kriterlerini sağlaması gerekmektedir. Benzer şekilde örnek inşaat projesinde 800 m^2 alçı sıva işi için kalite kontrol planında belirtilen oran veya sıklık her 100m^2 'de yapılmasını şart

koşmuşsa, 8 adet denetimin yapılması gerekmektedir. Bu yöntem Türk inşaat sektöründe özellikle büyük ölçekli kamu yapım projelerinde işveren veya işveren temsilcileri tarafından benimsenmektedir.

2.3.3 Plansız denetim yöntemi

Plansız denetim yöntemi, denetimi gerçekleştirilen elemanlar ile ilgili numune sayısı kısıtlaması yapmamaktadır. Denetim gerçekleştirilirken kontrol elemanlarının adedi esnek bir yapı içerisine ele alınmaktadır. Bu yöntem genellikle denetim kaynaklarının kısıtlı olduğu kritik olmayan iş kalemlerinde uygulanmaktadır. Türk inşaat sektöründe özellikle küçük ölçekli yapım projelerinde gerçekleştirilen imalatların denetimleri bu yöntem ile ele alınmaktadır.

2.3.4 %100 denetim yöntemi

%100 denetim yöntemi, denetlenecek elemanı her yönü ile ele alıp gerekli kriterlerin sağlandığını güvence altına almaktadır. Bu yöntem genellikle denetlenecek eleman popülasyonunun az ve ortaya konulan elemanın önemimin büyük olduğu imalatlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Türk inşaat sektöründe özellikle yapının elektrik ve mekanik projeleri kapsamında bu yöntem benimsenmektedir. Örneğin, yapının tüm fonksiyonlarını etkileyen işletim jeneratörlerinin imalat kontrolleri ve testleri bu yöntem ile gerçekleştirilmektedir.

Türk inşaat sektöründe yukarıda belirtilen denetim yöntemleri ayrı ayrı kullanıldığı gibi proje ve işveren gereksinimlerine göre tümünün veya birkaçının birleştirilmesi ile özel kalite kontrol ve güvence sistemleri de oluşturulabilmektedir. Ancak kullanılan denetim yönteminden bağımsız olarak saha imalatlarının kontrol ve denetimleri gerçekleştirilirken geleneksel evrak tabanlı yöntemlerin kullanıldığı yapım projelerinde toplam proje yönetimini olumsuz yönde etkileyebilecek senaryolar ile karşılaşılabilmektedir.

2.4 Vaka Analizi: Demir Yolu Altyapı Projesi

Kalite kontrol ve işi teslim sürecinde yaşanan bilgi akışı ile ilgili problemleri tespit etmek için bir vaka analizi gerçekleştirilmiştir. Bu vaka analizinde inşaatı 2003-2014 yılları arasından gerçekleştirilen büyük ölçekli bir demiryolu altyapı projesinin kalite kontrol bilgi akışı incelenmiştir. Proje kapsamında bir tüp geçit, beş istasyon, iki

jeneratör binası ve üç havalandırma binasının inşaatı tamamlanmıştır. Projenin yapım işlerini üç ana yüklenici firma ortak girişim oluşturarak üstlenmiştir. Projenin ince işleri ile elektrik ve mekanik işlerini üstlenen ana yüklenici firma, alt yükleniciler ile sözleşmeler imzalamış ve gerçekleşen imalatların kalite kontrolünün yapılması ve iş teslimleri için tüm süreci geleneksel evrak tabanlı onay formları üzerinden yürütme kararı almıştır. Benzer olarak ana yüklenicinin gerçekleştirdiği imalatların işverene teslimi ise imalat kontrol talep formları üzerinden yürütülmüştür.

Proje toplamında saha imalat kontrollerini gerçekleştirmek üzere yaklaşık 23 farklı tip iş kalemi için toplam 15.000 kontrol formu kullanılmıştır. Bunlardan 12.000 tanesi ana yüklenici ile alt yükleniciler arasında, kalan kısmı ise ana yüklenici ile işveren temsilcisi arasında kullanılmıştır. İşveren tarafından sözleşmede şart koşulmuş denetim ve test planları dâhilinde istenen kalite kontrol frekansları yüksek tutulmuştur. Örneğin, ince işler kapsamında gerçekleştirilen sıva işleri için bir mahal içindeki her duvara kalite kontrol formu talep edilmiştir. Denetim frekansının yüksek tutulması proje alt kırılımlarından (kaba inşaat, ince işler vb.) genel merkeze yoğun bilgi akışının oluşmasına sebep olmuştur. Ana yüklenicinin genel merkezde bir veritabanı olmasına rağmen kağıt üzerindeki bilgilerin bilgisayar ortamına aktarılıp konsolide edilmesi ve etkin bir şekilde kayıt altına alınması mümkün olmamıştır. Projede farklı disiplinlerin birbirleriyle olan hiyerarşik yapılanmasında farklı kalite kontrol formlarının kullanılması, bu dokümanlardan elde edilen verilerin konsolide edilmesini güçleştirmiştir. Sadece ince işler için kullanılan onay formlarının sayısının 4.000 civarında olması, üst yönetime sunulması gereken kalite kontrol raporlarının 5 kişilik bir doküman kontrol ekibi tarafından bir haftaya varan sürelerde hazırlanmasına sebep vermiştir.

Doküman yükünün ağır olduğu ve ilgili proje katılımcılarının fazla olduğu bu yapılanma içerisinde kayıp ve eksik dokümanların tespiti, tespit edilen eksik dokümanların tekrardan oluşturulma süreci zaman kayıplarına yol açmış, bunun yanı sıra gerçekleşmiş olan imalatların kabul kriterlerine uygunluğuna dair verilerin kaybolmasına da sebep olmuştur. Gerçekleşmiş olan imalatlara dair tüm bilgiler bu dokümanlar üzerinde kayıt altına alındığı için, tespit edilen mevcut imalat hataları kaybolan evraklar ile birlikte toplam kalite kontrol sisteminin dışında kalmıştır. Sistem içerisinde evrak tabanlı bir yapılanmanın olması taraflar arası anlık iç denetim mekanizmalarına olanak vermemiş ve proje iletişim kanallarında saydamlığı ortadan

kaldırmıştır. Bu hiyerarşik yapı, hiyerarşik yapıda üstte bulunan katılımcıların altta yer alan katılımcıları sorgulama yetkisini etkin kullanamamasına yol açmıştır. Bunun yanı sıra, üst karar mekanizmalarına kritik noktalarda proje süresine ve maliyetine etki edebilecek unsurlar bildirilememiştir.

2.5 Geleneksel Saha İmalat Kontrollerinde Karşılaşılan Problemler

Ülkemizde ve dünyada inşaat sektöründe ortaya çıkan rekabet, son kullanıcı veya işveren şahıs ve kuruluşlarının yapım sonrası memnuniyeti ve sürdürülebilirlik gibi kaygılar inşaat sektöründe faaliyet gösteren firmaların kalite kontrol ve kalite güvence sistemlerine olan ilgisini arttırmıştır. Böylece inşaat piyasasında rekabet içerisinde bulunan firmalar proje fizibilite aşamasından son teslime kadar kalite anlayışını benimsemek durumunda kalmışlardır. Global çapta inşaat firmaları kalite kontrol ve güvence sistemlerini benimserken zincirin en önemli halkasını yapımı devam eden inşaat projelerindeki imalatların işveren kriterlerine göre denetlenmesi oluşturmaktadır. Bu sebeple Bölüm 2.3 'te bahsedildiği üzere farklı denetim ve kontrol mekanizmaları oluşturulmuştur. Bu denetim mekanizmalarının tümü çalışma kapsamında saha imalat kontrolleri olarak adlandırılacaktır.

Saha imalat kontrolleri yapım sürecinde ve sonrasında gerçekleştirilen iş kalemine ait karakteristik özelliklerin işveren tarafından sözleşmede belirtilen kriterlere uygunluğunu denetlemek ve gerekli görüldüğü takdirde düzeltici aksiyon alınıp istenen kriterlere ulaşılmasını sağlamak amacıyla inşaat projesinde görev alan firmalar tarafından gerçekleştirilen bir süreçtir. Bu süreç genellikle hiyerarşik bir yapı içerisinde yönetilmektedir. Yapım projesinde işveren veya işveren temsilcisi bu hiyerarşik yapı içerisinde en üst birimde bulunmakta olup gerçekleştirilen yapım faaliyetlerini sözleşmede belirtilen kriterlere göre reddeden veya kabul eden bir yetki içerisindedir. Bu hiyerarşik yapı içerisinde bir alt birimi işi gerçekleştiren ekip veya firmalar oluşturmaktadır. Genel olarak yüklenici firma olarak adlandırılabilecek bu birimler saha imalat kontrollerinde yapım işini sözleşmede belirtilen kalite kontrol kriterlerine uygun bir şekilde gerçekleştirmekle mükelleftir. Proje içi organizasyonel yapıya göre yüklenici firmalar alt yüklenicilere ayrılabilmektedir. Bu durumlarda alt yüklenici firma imalatın gerçekleştirilmesinden, ana yüklenici ise gerçekleştirilen imalatın sözleşmede belirtilen kalite kontrol kriterlerine uygunluğundan ve tüm inşaat işlerinin yönetiminden sorumlu hale gelmektedir. Ancak ortaya çıkan

hiyerarşik zincirin uzunluğundan bağımsız olarak meydana getirilen inşaat imalatlarının kalite kontrolü en alt yüklenici firmadan başlayarak işveren firmaya kadar uzamaktadır. Sürecin başından sonuna kadar ortaya çıkan imalat hataları, kusurları ve kalite kriterlerine uyumsuzluklar süreci en alt yükleniciye geri çevirmekte ve hataların düzeltilmesi için gerekli eylemlerin yapılmasına sebep vermektedir. Ortaya çıkan onay durumları ise sürecin başından sonuna kadar devam ederek işverenin sözleşmede belirtmiş olduğu kabul kriterlerinin ilgili imalat için sağlandığını göstermektedir.

Denetim yönteminden bağımsız olarak tüm inşaat projelerinde iş teslimleri gerçekleşmektedir. İmalat kontrolleri gerçekleştirilirken kalite algısının sağlam bir yapılanma içerisinde ele alınabilmesi için yapım projesinde görev alan tüm paydaşların etkin bir yapılanma içerisinde organize olup gerekli takipleri yapması gerekmektedir. Bu sebeple, inşaat projesinin hem kalite kontrol ve güvencesini sağlamak hem de işveren veya mal sahibine yapım projesindeki imalatların teslimini gerçekleştirmek üzere saha imalat kontrolleri gerçekleştirilmektedir. Bu süreç genellikle yapının her mahalinde ve bölgesinde ilgili iş kalemlerinin sözleşme veya şartnamelere uygunluğunu yerinde denetleyerek sağlanmaktadır. Bütün bu sürecin sistematik bir şekilde işlenip takip edilmesi ve ele alınması için küresel çapta ve Türkiye ‘de kalite kontrol formları kullanılmaktadır. İnşaat sektöründe bu sürecin sıklıkla kâğıt tabanlı formlar ile yürütüldüğü gözlemlenmektedir. Bu sebeple çalışma kapsamında evrak tabanlı kalite kontrol doküman sistemlerinin benimsendiği denetimler “geleneksel saha imalat kontrolleri” olarak adlandırılacaktır.

Geleneksel saha imalat kontrollerinde evrak tabanlı bir yapılanmanın tercih edilmesi hem süreç yönetimi hem de proje yönetim etkinliği noktalarında birçok problemin oluşmasına sebep vermektedir. Karşılaşılan bu problemler hem vaka analizinde, hem de literatürde sıklıkla ifade edilmiştir. Literatür taramalarından ve vaka analizinden yola çıkarak geleneksel saha imalat kontrollerinde sıklıkla karşılaşılan problemleri 5 ana başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar sırasıyla (1) evrak tabanlı karmaşık yapılanma, (2) doküman kayıpları, (3) anlık gerçekleşemeyen raporlamalar ve etkin olmayan veri aktarımları, (4) süreç denetimi ve izlenebilirlik problemleri ve (5) ek maliyetler olarak sıralanabilir.

2.5.1 Evrak tabanlı karmaşık yapılanma

Kalite kontrol formları genel olarak belirli bir iş kalemine ait sözleşmede belirtilen kabul kriterlerini gösteren onay ve ret durumlarının işaretlenebileceği evraklardır. Bu evraklar çoğunlukla iş kaleminin gerçekleştirildiği tüm proje mahalleri için ayrı ayrı düzenlenmektedir. Evrak formatı ve içeriği firmalara ve proje organizasyonel yapısına göre değişiklik göstermektedir. Formattan bağımsız olarak tüm kalite kontrol formları inşaat projelerinde görev alan tüm tarafların onay ve ret durumlarının işaretlendiği, iş kaleminin kalite kontrol kriterlerine uygunluğunu gösteren kayıt tutanakları olarak değerlendirilebilir. Bu tutanaklar ile imalatların kalite kriterlerine uygunluğu takip edilebilmekte ve kayıt altına alınabilmektedir. Ancak özellikle orta ve büyük ölçekli yapım projelerinde mahal ve iş kalemi sayısı arttığında kalite kontrol dokümanlarının evrak tabanlı bir sistem içerisinde olması birçok açıdan büyük çaplı problemleri de beraberinde getirebilmektedir.

Kalite kontrol formları daha önce bahsedildiği üzere proje mahallerinde var olan her bir iş kalemi için ayrı ayrı düzenlenmektedir. Bu sebeple özellikle büyük ölçekli yapım projelerinde kalite kontrol tutanaklarının sayısı binler ile ifade edilebilir hale gelmektedir. Özellikle organizasyonel yapının karmaşık ve birçok firmanın rol aldığı yapım projelerinde kontrol tutanakları çok büyük bir doküman trafiği oluşturmaktadır. Saha imalat kontrollerinin ilgili iş kaleminin bulunduğu mahalde gerçekleştiği ve bu tutanakların hiyerarşik yapı içerisinde taraflar arasında iletilmesi gerektiği düşünüldüğünde bu tür bir doküman yönetim sisteminin zaman, bilgi ve iletişim kayıplarına sebep verdiği görülmektedir.

2.5.2 Doküman kayıpları

Kalite kontrol tutanakları yapım projesi kapsamında gerçekleştirilen iş kalemlerinin sözleşmede belirtilen kalite ve kabul kriterlerine uygunluğunun kayıt altına alındığı belgelerdir. Alt yüklenici firmalar tarafından gerçekleştirilen imalatlar sırasıyla ana yüklenici ve işveren firmalar tarafından kalite kontrol tutanakları ile birlikte denetlenmekte ve imalatın kriterlere uygunluğu tespit edilmektedir. Uygunsuzluk tespit edildiğinde düzeltici aksiyon alınması için kontrol tutanağı üzerine gerekli notlar alınıp alt yükleniciye teslim edilmektedir. Uygunluk tespit edildiğinde ise kontrol dokümanı ya hiyerarşik yapıdaki bir üst birime iletilmekte veya arşivlenmek

üzere ilgili klasörlere taşınmaktadır. Bu süreç binlerce kalite kontrol tutanağının bulunduğu yapım projelerinde farklı problemleri oluşturabilmektedir.

Proje organizasyonel yapısı içerisinde faaliyet gösteren taraflar arasından kalite kontrol ve teslim tutanaklarının aktarılması sırasında evrak kayıpları söz konusu olabilmektedir. Bu ve benzeri durumlarda ilgili iş kaleminin ilgili mahaldeki kalite kontrol kriterlerine uygunluğuna dair verilerin kaybı söz konusu olmaktadır. Kaybolan tutanaklar ile birlikte kalite kontrol sisteminin dışında kalan verilerin yanı sıra kaybolan evrakların tespiti de çok güç hale gelmektedir. Karşılaşılan benzer sıkıntılar ve kalite kontrol tutanaklarının taraflar arasında anlık iletiminin yapılamaması zaman kayıplarına ve taraflar arasında iletişim problemlerine neden olmaktadır.

2.5.3 Anlık raporlamalar ve veri aktarımları

Saha imalat kontrolleri gerçekleştirilirken yapım işleri devam eden projenin kalite kontrol uygunluk ve teslim durumunun takip edilip gözlemlenmesi ve kalite kontrol sistemi kapsamına giren tüm evrakların arşivlenip konsolide edilmesi gerekmektedir. Geleneksel saha imalat kontrollerinde kontrol tutanakları inşaatın herhangi bir aşamasında projede faaliyet gösteren firmalar arasında dağılmış bir şekilde gözlemlenmektedir. Bazı tutanaklar alt yüklenicide, bazıları ana yüklenicide bazıları ise teslim edilmiş olup işveren firmada bulunabilmektedir. Bu tür bir yapılanma arşivleme ve takip işlemlerini çok güç hale getirebilmektedir. Firmalar ilgili tutanağın bir kopyasını kendi arşivlerinde muhafaza etseler bile, kontrol formunda gerçekleşen güncellemelerin arşive yansıtılması ancak uzun vadede mümkün olabilmektedir. Etkin bir arşivleme sistemi sağlanmış olsa bile geleneksel saha imalat kontrollerinde evrak tabanlı kontrol formlarının kullanılması, her bir formun içerisinde bulunan kabul kriterlerindeki onay ve ret durumlarının konsolide edilmesi sürecinde çok büyük zaman kayıplarına neden olmakta ve anlık raporlamaları imkânsız hale getirmektedir. Büyük ölçekte anlık raporlamaların yapılamaması, yapım projesinin kritik aşamalarında yönetimsel kararların tepkisel süresini uzatacak ve toplam proje yönetim etkinliğini azaltacaktır.

2.5.4 Süreç denetimi ve izlenebilirlik

Saha imalat kontrollerinin geleneksel yöntemler ile yürütüldüğü yapım projelerinde denetimlerin izlenebilirliği ve sistemin saydamlığı söz konusu değildir. Saha

personelinin saha imalat kontrollerini ne oranla gerçekleştirdiğini öğrenmek, kalite ve teslim kontrollerinin durma noktasına gelmiş olduğu mahallerdeki sorun ve sıkıntıları sorgulamak geleneksel yöntemlerde çok zor bir süreci beraberinde getirmektedir. Projede saha imalat kontrollerinin dar boğaza girdiği mahaller ve iş kalemlerini tespit etmek bahsedilen sebeplerden ötürü güçleşmekte ve toplam kalite yönetiminde aksayan yönleri tespit etme sürecinde büyük ölçekli problemler oluşturmaktadır.

2.5.5 Ek maliyetler

Geleneksel saha imalat kontrollerinde evrak tabanlı bir sistemin benimsenmiş olması veri kayıplarına, iletişimsizliğe ve benzer sıkıntılara sebep olmakla birlikte proje maliyeti üzerinde de dolaylı etkilere sahiptir. Oluşan evrak maliyetlerinin yanı sıra, benimsenmiş evrak tabanlı yapılanmadan kaynaklanan problemler yapım projesi üzerinde ek maliyetler oluşturabilmekte ve proje süresine etki edebilecek boyutlara sebep verebilmektedir. Karşılaşılan iletişim problemleri, zaman ve veri kayıpları proje yönetim etkinliğini azaltmakta ve proje kaynaklarının verimsiz kullanılmasına sebep vermektedir. Böylece projenin iki temel ayağı olan proje maliyeti ve süresi üzerinde dolaylı olarak olumsuz etkiler söz konusu olabilmektedir.

Geleneksel saha imalat kontrollerinde günümüz teknolojilerinden bazıları kullanılmaktadır. Bunlardan en bilineni karşılaşılan imalat uygunsuzluklarının fotoğraflarının çekilip uygunsuzluk raporlarına ek olarak sunulmasıdır. Ancak fotoğraf makineleri ile oluşturulan görsel verilerin evrak tabanlı uygunsuzluk raporları ile kullanılması kalite kontrol tutanakları ile benzer şekilde veri kayıplarına ve ciddi imalat kusurlarına ilişkin veri kayıplarına sebep verebilmektedir. Bu tür veri kayıplarından ötürü oluşan zaman kayıplarını telafi etmek için yapım projesinde ek kaynaklar kullanılmakta ve dolaylı maliyetler söz konusu olabilmektedir.

3. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE BİLGİ AKIŞI OTOMASYON ÇALIŞMALARI

Bilişim teknolojilerinin yapı endüstrisinde kullanılmaya başlanması bilgisayarların gelişimine paralel olarak 1980'li yıllarda hız kazanmaya başlamıştır (ASCE Task Committee, 1985). Bilgisayarların hesaplama yetenekleri ve gelişen teknoloji, araştırmacıları bu araçları kullanmaya teşvik etmiştir. Bilgisayarlarda kullanılan yonga setlerinin kapasitelerinin artması, daha küçük ebatlarda daha etkili sonuçlar elde etmeye başlanması ile bilişim teknolojileri 1989 yılında kalem tabanlı (pen-based) bilgisayarlar ile tanıştı (McCulloueh & Gunn, 1993). Bu gelişme ile birlikte ofis ortamında kullanılan bilgisayarlar, imalatın gerçekleştiği yer olan inşaat sahasında görev almaya başladı. Bu konuda yapılan ilk çalışmalardan birisini McCulloueh ve Gunn (1993) kalem tabanlı bilgisayarlar ile gerçekleştirdi. Hazırladıkları prototip ile sahadan veri aktarımını kâğıt yükünden kurtarıp zaman kazandırıcı bir otomasyon sistemi oluşturdular. Ardından gerçekleştirilen çalışmalar kalem tabanlı bilgisayarlarda resim, video ve bağlantılı yazı modellerinin kullanılabileceğini gösterdi (Williams, 1994).

Taşınabilir aygıtların yapı sektöründe kullanımına dair yapılmış olan çalışmaları genel hatları ile 5 kategoride toplamak mümkündür: (1) Mobil aygıtların yapı endüstrisinde nasıl kullanılması gerektiğini irdeleyen vizyon çalışmaları, (2) yapı endüstrisine yönelik genel mobil uygulama çalışmaları, (3) hata ve kusur yönetimine dair çalışmalar, (4) iş güvenlik yönetimi için yapılan çalışmalar ve (5) gelişmiş mobil teknolojilerin kullanıldığı son dönem çalışmalar olarak sıralanabilir (Kim, Park, Lim, & Kim, 2013).

3.1 Vizyon Çalışmaları

Mobil cihazların yapı sektöründe kullanılması yönünde yapılan önemli vizyon çalışmalarından birisini Pena-Mora ve Dwivedi (2002) yapmıştır. Gerçekleştirdikleri çalışmada taşınabilir aygıtları kullanarak farklı coğrafi konumlarda bulunan proje katılımcıları arasında veri transferini sağlamak için bir platform oluşturdular. Platformun proje yönetim takım altyapısını destekleyebilmesi için bilgi havuzu,

analiz kaynakları ve çoklu cihaz erişimi gibi konseptleri dâhil ettiler. Bowden ve diğerleri (2006) yaptıkları çalışmada taşınabilir bilişim teknolojilerinin sektörde imalat sürecini nasıl geliştirebileceği konusunda bir vizyon oluşturdular. Chen ve diğerleri (2011) taşınabilir hesaplama cihazlarını uygulama ve teknik model olarak ikiye ayırdı. Uygulama modellerinde saha personeli, inşaat bilgileri ve bunların etkileşimleri incelenirken, teknik modelde ise taşınabilir aygıtların tasarımlarına dair bir yapı sundular. Son ve diğerleri (2012) ise yapı sektörünün teknolojik gelişmeleri kabullenme süreçleri üzerine çalışma yaptı. Çalışma sonucunda kullanıcı memnuniyetinin ortaya konulan sistemin kullanıcı dostu olmasından ziyade yararlı olmasına bağlı olduğu ortaya çıktı.

3.2 Genel Mobil Uygulama Çalışmaları

Mobil uygulama geliştirme alanında yapılan çalışmalar genel olarak PDA cihazlar için gerçekleştirilmiştir. Tserng ve diğerleri (2005) barkod okuyabilen Kişisel Dijital Asistan (PDA) 'lar yardımıyla saha tedarik zincirinde veri akışını geliştirecek bir çalışma yaptılar. Yaklaşım hem gelişmiş iş etkinliği hem de görsel kontrol sistemi sağlamış oldu. Wang (2008) kalite kontrol verilerinin takip ve paylaşımını sağlayan RFID (Radyo Frekanslı Tanılama) tabanlı bir kalite kontrol sistemi geliştirdi. Çalışma beton numuneleri üzerinde uygulanarak veri otomasyonu hedeflendi. Benzer bir diğer çalışmayı ise Yin ve diğerleri (2009) gerçekleştirdi. PDA tabanlı RFID tanımlama sistemini prekast elemanların denetiminde kullandılar. Kimoto ve diğerleri (2005) ise RFID tanımlama sistemi olmaksızın saha yöneticileri için bitmiş imalatların kontrolünü, proje dokümantasyonunu ve yapısal elemanların konumlarını doğrulamayı sağlayacak PDA tabanlı bir sistem geliştirdiler.

3.3 Hata ve Kusur Yönetimine Yönelik Çalışmalar

İmalat kusur yönetimine yönelik çalışmalardan birisini Kim ve diğerleri (2008) tarafından PDA cihazlarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Geliştirilen sistemle sahadan gerçek zamanlı kusurlu imalat verileri düzeltilmek üzere toplanabilmiştir. Dong ve diğerleri (2008) ise kusur yönetimini bir adım ileri taşıyıp telematik dijital bir çalışma ortamı oluşturdular. Sahadan taşınabilir aygıtlarla toplanan veriler, platform sunucusunda 3 boyutlu olarak modellenmiştir. Kim ve diğerleri (2008) yapmış oldukları çalışmada apartman yapım projelerinde karşılaşılan kusurlu

imalatların tespiti ve düzeltici eylemlerin alınması gibi süreçleri otomasyona sokmak amacıyla PDA cihazları kullanarak ağ tabanlı bir sistem geliştirmişlerdir. Geliştirmiş oldukları sistem ile yapım projesinin mahal bilgileri PDA cihaz üzerinden seçilerek hatalı imalat bilgileri alt yükleniciler ile paylaşılmış ve düzeltici eylemlerin alınmasına yönelik süreç yönetimi sunulmuştur. Ayrıca imalatlarda kullanılacak olan malzemelere ait kusur yönetim süreci de sistem içerisine dâhil edilmiştir. Toplam süreç ağ tabanlı bir yapılanma içerisinde ele alınarak sahadan elde edilen veriler ortak bir veritabanında toplanmıştır. Saha imalat kontrolleri sonrasında toplanan veriler yapım projesinde görev alan taraflar ile paylaşılarak imalat kontrol süreç etkinliği hedeflenmiştir.

3.4 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimine Yönelik Çalışmalar

İş sağlığı ve güvenliği yönetimi alanında Lee ve diğerleri (2009) taşınabilir aygıtların yarar sağlayabileceğini göstermiştir. Çalışmalarında düşme kategorisine girebilecek iş kazalarının sıklıkla görüldüğü bir şantiyeye ses ve kızıl ötesi algılayıcılar yerleştirilmiştir. Ölümcül kazaların önüne geçebilmek için vericiler, taşınabilir algılama cihazları ve analizleri gerçekleştirecek bir yazılım kullanılmıştır. Yapım projesinde iş kazası tehlikesi teşkil edebilecek mahal ve bölgelere yerleştirilen kızıl ötesi algılayıcılar, saha personelinin taşımış olduğu cihazlar ile iletişime geçerek gerekli ikazları taşınabilir cihazlar üzerinden gerçekleştirmişlerdir. Pena ve diğerleri (2010) ise bilişim teknolojileri üzerine kurulmuş afet yönetim operasyonlarını kolaylaştıracak ortak bir sistem geliştirdiler. Sistemde ortak ağ hizmeti, RFID etiketleri, bina kara kutu sistemi, coğrafi veri tabanı ve coğrafi bilgilendirme sistemlerinden yararlanmışlardır.

3.5 Son Dönem Çalışmalar

Bilişim teknolojilerindeki gelişmeler yıllar geçtikçe taşınabilir aygıtların kapasitelerinde büyük oranda gelişmelere imkân vermiştir. Geleneksel PDA tabanlı cihazların yerini daha yüksek kapasiteli ve daha güçlü işlemcili tablet ve akıllı telefonlar almıştır. Son dönemde gelişmiş mobil teknolojilerden yararlanılarak yapılan çalışmalar, bilişim teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak, Android ve IOS tabanlı tablet ve telefonlar için gerçekleştirilmiştir. Irizarry ve Gill (2009) geliştirmiş oldukları sistemde IOS tabanlı taşınabilir aygıtlarla uyumlu iki uygulama

geliştirmişlerdir. İlki inşaat sahalarında güvenliği artıracak "Be Safe" uygulaması olup saha personeline iş güvenliği hakkında bilgi vermeyi amaçlamıştır. Diğeri ise "Construction Equipment Finder" isimli uygulama olup, amacı inşaat sahasına en yakın ve en az maliyetli iş makinelerinin teminini sağlamak olmuştur. Arora (2012) geliştirmiş olduğu sistemde kalite kontrol formlarının taşınabilir aygıtlar yardımıyla oluşturulup saklanmasını sağlayacak bir prototip önermiştir. Çalışmasında çoğunlukla coğrafi bilgilendirme sistemlerinden yararlanmıştır. Zhiliang ve Dongdong (2013) yapmış oldukları çalışmada teknolojik gelişmelerden yararlanarak QR (Çabuk tepkili) kod tabanlı malzeme yönetim sistemi kurmuşlar ve kurmuş oldukları sistemin RFID 'den daha başarılı olduğunu dile getirmişlerdir. Choi (2013) kendi çalışmasında Android işletim sistemi üzerine kurulu bir denetim mekanizması geliştirmiştir. Çalışmada işletmeye alınmış bir tesisin kontrol prosedürlerinin otomasyonu hedeflenmiştir. Sivasubramanian ve diğerleri (2013) ise araştırmalarında yine Android işletim sistemi tabanlı taşınabilir bir aygıt yardımıyla inşaat sahasında gerçekleşen imalat verilerinin aktarımını sağlayacak bir sistem geliştirmişlerdir. Mu ve diğerleri (2012) Android işletim sistemi üzerinde çalışmak üzere kurgulanmış bir şantiye kaynak yönetim uygulaması geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri modelde şantiyede kullanılan tüm makine, teçhizat ve kaynaklarının lokasyonları GPS teknolojisi kullanılarak tanımlanmış, ilgili raporlamalar ile süreç takibi mümkün kılınmıştır.

3.6 Yapım Sektörüne Yönelik Örnek Mobil Uygulamalar

Edwin ve diğerleri (2014) yapmış oldukları çalışmada askeri yapım projelerinde tablet bilgisayar teknolojisinin yararlarından bahsetmişlerdir. Yapım projelerinde tablet bilgisayar teknolojisini kullanmanın verilere anlık erişim ve etkinlik sağladığına dikkat çeken çalışma kapsamında günümüzde inşaat sektörü için geliştirilmiş olan birkaç mobil uygulamadan bahsedilmiştir. Çalışmada bahsedilen uygulamalardan bazıları şunlardır:

goBIM: Uygulama Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) programları tarafından oluşturulan üç boyutlu modelleri taşınabilir cihazlar üzerinde görüntülemek için tasarlanmıştır.

FingerCAD: Uygulamanın amacı konut, köprü ve benzeri yapıların inşaat, elektrik ve mekanik tasarımlarını taşınabilir cihazlar üzerinden görüntülemeyi mümkün

kılmaktır. Uygulama ile birlikte oluşturulan tasarımlar e-posta yoluyla ilgi mimar ve mühendislere gönderilebilmektedir.

GreenPro: Uygulama ile birlikte yapım projesinin LEED (Enerji ve Çevre Tasarımında Öncülük) sertifikası kredileri ve sertifika kapsamında ortaya çıkan genel renovasyonlar takip edilebilmektedir. Uygulama kullanıcıları sertifika kredi gereksinimleri ile ilgili bilgilere erişebilmekte ve kritik gereksinimler karşılandığında uygulama içerisinde gerekli işaretlemeleri yapabilmektedir.

PlanRoom: Taşınabilir tabletler için geliştirilen ilk uygulamalardandır. Uygulamanın amacı yapım projesinin şantiye kolunda evrak yükünü hafifletip, yapıya ait tüm tasarım çizimlerini ve spesifikasyonları görüntülemektir.

Procore: Uygulama ile birlikte yapım projesinde eksik işler listesi oluşturularak ilgili eksiklerin giderilmesine yönelik yönetim otomasyonu hedeflenmiştir. Uygulama içerisinde projede görev alan personelin iletişim bilgilerine erişim yapmak ve yapım projesine ait fotoğrafları ortak bir veritabanında saklamak mümkündür.

3.7 Yapım Projeleri ve Kâğıtsız Çalışma Ortamları

Son yıllarda artan çevre algısı ve yasal düzenlemeler ile birlikte gerçekleştirilen inşaat projelerinde ortaya çıkan yapıların çevre dostu olması hedeflenmektedir. Kendi enerjisini üreten ve çevreye zarardan azami ölçüde kaçınan yapım projeleri önem kazanmaya başlamıştır. Ancak toplam çevre algısı ve ilgili kaygıların yapım projesinin her aşamasına sirayet ettiğini söylemek güçtür. Yapım projesinin inşaat aşamasında bu algıyı oluşturmak adına ABD ‘nin Colorado eyaletinde 2011 yılında yapımı gerçekleştirilen bir binada firma sahipleri, projenin tasarımından teslimine kadar olan tüm süreci kâğıtsız bir çalışma ortamı içerisinde sürdürme kararı almışlardır (Graham Coddington, 2012). Bu amaç doğrultusunda çalışma kapsamında tablet bilgisayarlar kullanılmıştır.

Çalışmanın kapsamında tüm tasarım ve uygulama çizimleri ortak bir veritabanından yayınlanarak, revizyona uğramış bölümlerin en güncel versiyonlarına erişim sağlanabilmiştir. Şantiyede kâğıtsız bir çalışma ortamı oluşturularak tüm işlemlerin taşınabilir cihazlar üzerinden yürütülmesi için firma birçok yazılımı ayrı paketler halinde kullanmış ve etkin sonuçlar elde etmiştir. Çalışma sonuçlarının paylaşıldığı yayında kâğıtsız çalışma ortamının olumsuz bir yönü belirtilmemiştir.

3.8 İnşaat Sektöründe Taşınabilir Cihazlar

Geçmişte ve günümüzde yapılan çalışmalar göstermektedir ki bilişim teknolojilerindeki her gelişme inşaat sektöründe büyük bir potansiyele sahiptir. İnşaat sektörü ve araştırmacılar teknolojik gelişmeleri yakından takip etmekte ve sektörün ihtiyaçlarına cevap verebilecek araçları temin etmeye çalışmaktadırlar. Günümüzde taşınabilir bilgisayar, telefon veya tabletlerin proje yönetimine katkıda bulunabilecek beş temel özelliği mevcuttur. Bunlar GPS (Küresel Konumlandırma Servisi), yüksek çözünürlüklü dokunmatik ekranlar, dijital kamera, hareket algılayıcıları, yüksek hızda veri transferi olarak sıralanabilir (Kim ve diğ, 2013). Bu özelliklerin var olması inşaat proje yönetiminde önem arz eden malzeme takip süreçleri, iş güvenliği yönetimi, hata kusur tespiti, ilerleme takibi ve kalite kontrol yönetimi gibi birçok alanda otomasyonu ve sağlıklı veri transferini mümkün kılmaktadır. Yapılan her bir çalışma spesifik bir konu üzerinde yoğunlaşmış olup kendi alanlarında büyük başarılar göstermiştir. Bu çalışmalar inşaat saha yönetiminde sıklıkla karşılaşılan evrak tabanlı yapılanmaya ve veri aktarımı konusunda dar boğaz yaşanan kısımlara işaret etmişlerdir. Bilişim teknolojilerindeki gelişmeler sektörel bazda büyük potansiyeller oluşturmakta ve benzer çalışmalar için olanaklar sunmaktadır.

3.9 Bilgi Akışı Otomasyon Çalışmalarına Yönelik Değerlendirmeler

Ülkemizde ve dünyada inşaat sahalarında iş teslimleri, imalatların kalite kontrolleri, uygunsuzluk raporları, saha ilerleme raporları evrak tabanlı bir yapıya sahiptir. Bir yapının inşaatı aşamasında, sürece birçok disiplinin dâhil olması verilerin evrak tabanlı bir yapılanama içerisinde konsolide edilmesini zorlaştırmaktadır. Geleneksel evrak tabanlı bu yapılanma organizasyonel olarak en küçük çapta işveren, ana yüklenici ve alt yüklenici firmalarının inşaat süresi boyunca etkin veri aktarımında güçlükler yaşatmaktadır.

İmalatların genel teslim sürecinde çoğunlukla kullanılan onay formları evrak tabanlı bir yapıda olup verilerin toplanması, saklanması ve raporlanması gibi süreçler inşaat süresini etkileyebilecek gecikmelere sebep olmaktadır. Aynı şekilde sahada gerçekleşen imalatların üst yönetimlere raporlanması ve sürecin ilgili departmanlar tarafından izlenebilir hale getirilmesi zaman kayıplarına ve bilginin hatalı aktarımına

neden olabilmektedir. Bu nedenle saha imalatlarında bilginin taşınabilir aygıtlar yardımıyla otomasyonunun sağlanması bu tür zaman aşımlarına ve veri kayıplarına engel olacaktır. Bu yönde yapılan çalışmalar genel olarak ilerlemeleri raporlamada başarılar göstermiş olmasına rağmen, gerçek anlamda geleneksel evrak tabanlı kalite kontrol kriterlerinin bulunduğu ve sürece çoklu disiplinlerin katılımına olanak sağlayacak bir sistem getirememiştir. Yapılan kalite kontrol otomasyon çalışmaları daha çok hata tespiti ve bu hataların düzeltilmesi üzerine durmuş ya da teslimi gerçekleşmiş işletmeye alınmış bir sistemin genel işleyişinde ortaya çıkan problemleri gidermeye yönelik olmuştur. Bu sebeple geleneksel kalite kontrol onay formlarında var olan onay kriterlerini ve yapım yöntemlerini içeren, aynı zamanda hata tespitine olanak verip ilgililere gerekli bildirimlerin yapılmasını sağlayan bir taşınabilir otomasyon aracına ihtiyaç olduğu söylenebilir. İhtiyaca cevap verecek otomasyon aracının, saha imalatlarındaki ilerlemeleri anlık olarak üst yönetime bildirilebilmesi ve tüm süreci çoklu medya girişleri ile destekleyip bilgiyi ilgili taraflara anlık olarak iletebilmesi gerekmektedir.

Vaka analizi ve geçmiş çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda etkin bir saha imalat kalite kontrol ve teslim süreci için şu ihtiyaçlar belirlenmiştir:

- Saha imalat kontrollerinde farklı kullanıcıların erişebildiği merkezi bir veritabanına anlık veri aktarımı yapabilmek
- Verilerin ilgili veritabanlarında anlık olarak kayıt altına alabilmek
- Oluşan verileri anlık olarak raporlayabilmek
- Proje katılımcıları arasında iletişimi etkinleştirebilmek
- Proje katılımcıları arası sorumlulukları denetleyebilmek
- Saydam ve esnek bir otomasyon yapılanmasını oluşturmak

Çalışma kapsamında günümüz teknolojileri kullanılarak bu ihtiyaçlara cevap verebilecek Taşınabilir Aygıt Saha Kontrol (TASK) modeli geliştirilmiştir.

4. TAŞINABİLİR AYGIT SAHA KONTROL (TASK) MODEL YAPISI

İnşaat sektöründe kalite ve kontrol kavramlarının uygulanabilirliği üst bölümlerde ayrıntılı olarak incelenmiştir. Diğer sektörlerde başarıyla uygulanan toplam kalite yönetim sistemlerinin inşaat sektörüne adapte edilmesiyle başarılı sonuçlar elde etmek mümkün hale gelmiştir. Ancak var olan geleneksel yöntemlerde ortaya çıkan problemlerin giderilmesi için otomasyon sistemlerinden yararlanılması ve toplam kalite yönetim sistemlerinin en önemli unsurlarından olan kalite kontrol mekanizmaların bu otomasyona dâhil edilmesinin gerekliliği üzerinde durulmuştur. Geçmiş çalışmalar göstermiştir ki inşaat sektörüne adapte edilen otomasyon sistemleri birçok alanda toplam inşaat yönetimini etkin hale getirmekte başarılı sonuçlar vermiştir. İnşaatın birçok alanında kullanılan bu sistemler özellikle kalite kontrol ve saha imalat kontrolleri için büyük önem arz etmektedir. İş teslimlerinin ve ortaya konulan imalatların ilgili kontrollerinin farklı hiyerarşik yapıdaki disiplinler tarafından geleneksel yöntemlerce doküman ağırlıklı olarak gerçekleştirilmesi birçok problemi beraberinde getirmiştir. Çalışma kapsamında günümüze kadar benzer problemleri çözmeye yönelik yapılan çalışmalar incelenmiş ve bilişim teknolojilerindeki gelişmeler doğrultusunda yeni bir model olarak "Taşınabilir Aygıt Saha Kontrol (TASK)" modeli ortaya konulmuştur.

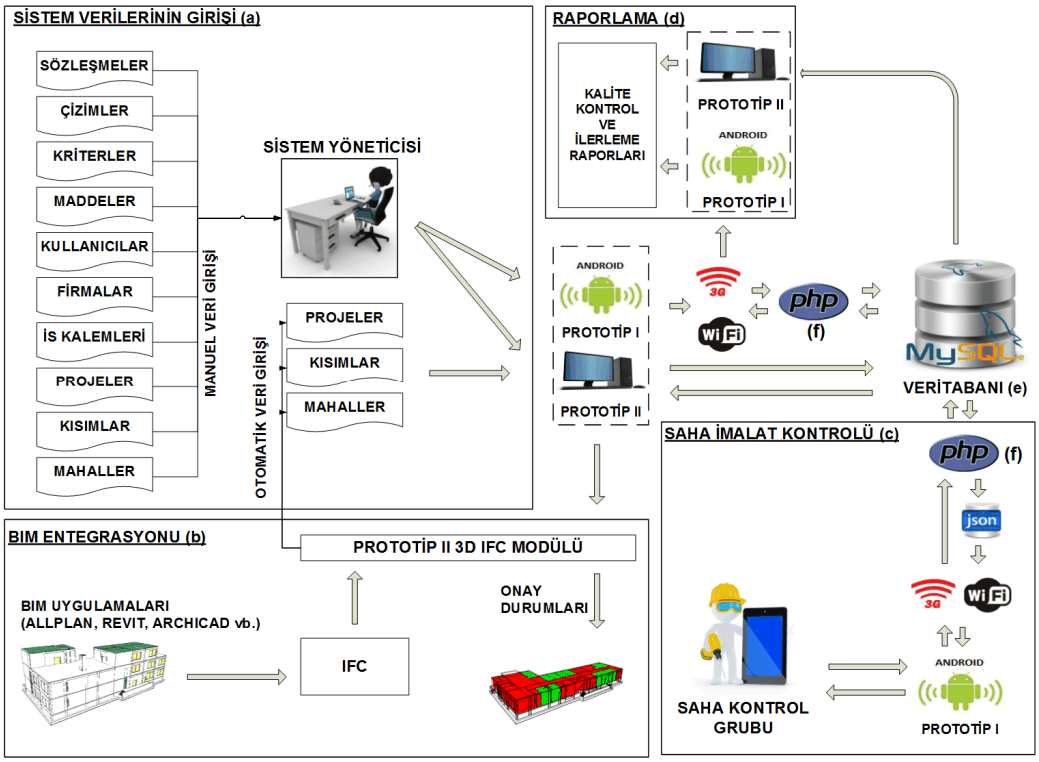
TASK inşaat sektörüne özel olarak geliştirilmiş ağ tabanlı bir otomasyon sistemidir. Model kapsamında inşaatta görev alan bütün katılımcıların saha ve merkez ofis entegrasyonu göz önünde bulundurulmuş ve çoklu katılıma olanak sağlayan prototipler geliştirilmiştir. Sistemin en büyük amacı saha imalat kontrolleri ile elde edilen verilerin sistematik bir yapılanma içerisinde kaydedilmesini ve elde edilen verilerin farklı katılımcıların gereksinimlerine göre anlık olarak derlenmesini sağlamaktır. Böylece geleneksel yöntemlerde sıklıkla karşılaşılan doküman yükünün ortadan kaldırılması ve proje paydaşları arasında iletişimin etkinleştirilmesi hedeflenmektedir.

TASK geleneksel saha imalat kontrollerinde kullanılan formların elektronik formatta oluşturulmasına ve proje organizasyonel yapılanmasına göre hiyerarşik olarak

teslimlerin gerçekleştirilmesine olanak vermektedir. Gerçekleştirilen kontrollerin ardından imalat durumunu ayrıntılı bir şekilde incelemeye imkân sağlayan raporların anlık olarak oluşturulması ve bütün verilerin ortak bir veritabanında saklanması proje içi iletişim kanallarının etkin kullanılmasını sağlayacağı gibi yönetimsel mekanizmalarının tepki süresini düşürüp projenin maliyet ve süresine ciddi anlamda kazanımlar sağlayacaktır.

4.1 TASK Sistem Mimarisi

TASK modeli oluşturulurken günümüzde sıklıkla kullanılan bilişim teknolojilerinden yararlanılmıştır. Modelde iki farklı prototip geliştirilmiştir. Bunlardan ilki inşaat projesinin şantiye ayağında kullanılmak üzere JAVA programlama dili kullanılarak taşınabilir aygıtlarda kullanılmak üzere Android işletim sistemi için geliştirilen Prototip I (Bölüm 5) yazılımıdır. Diğeri ise projenin teknik ve merkez ofis kollarında kullanılmak üzere C# programlama dili kullanılarak masaüstü bilgisayarlarda kullanılmak üzere Windows işletim sistemi için geliştirilen Prototip II (Bölüm 6) yazılımıdır. Prototipler proje organizasyonel yapılanmasında bulunan farklı firmalar (işveren, ana yüklenici ve altyüklenici) tarafından kullanılmak üzere geliştirilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 : TASK modeli sistem mimarisi

Prototip I saha kullanıcılarının elektronik ortamda teslim formlarına taşınabilir cihazlar yardımıyla erişimine olanak vermektedir. Böylece kullanıcılar imalatı yerinde inceleyip saha kontrollerini dijital platformda gerçekleştirebilmektedir. İmalat uygunluk durumları Prototip I yardımıyla teslim formu üzerine işlenebilmekte, imalata dair çizimler incelenebilmekte ilgili sözleşmeler görüntülenebilmektedir. Sahada gerçekleşen her bir aktivite Prototip I 'in bildirim mekanizmaları vasıtasıyla diğer kullanıcılara iletilmekte ve her kullanıcının incelemesi gereken formlar hiyerarşik yapı içerisinde görev listesine eklenmektedir. İmalat uygunluk durumlarının yanı sıra imalattaki uygunsuz durumlarının fotoğrafları çekilebilmekte ve karşılaşılan sorunlar üzerine kullanıcı yorumları Prototip I üzerinden yapılabilmektedir.

Prototip II Windows işletim sistemini kullanan bilgisayarda kullanılmaktadır. Prototip I yardımıyla veritabanına işlenen verilere teknik ofis veya merkez ofis çalışanları Prototip II ile erişerek sahada gerçekleşen her bir aksiyonu anlık olarak görüntüleyebilmekte, ilgili ayrıntılı imalat durum raporlarını anlık olarak oluşturabilmekte ve saha ilerlemelerini üç boyutlu model üzerinde görüntülenebilmektedir.

TASK modelinin en önemli özelliklerinden birisi BIM (Yapı Bilgi Modellemesi) yazılımları ile entegre olabilmesidir. BIM uygulamalarından alınan IFC uzantılı dosyalar, Windows işletim sistemi tabanlı Prototip II içerisine alınarak yapının mahal bilgileri otomatik olarak TASK veritabanına kaydedilmektedir. Kaydedilen mahal bilgilerine ait kimlik numaraları saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan onay durumları ile Prototip II tarafından birleştirilerek sahada gerçekleştirilen imalatların onay durumları üç boyutlu olarak görselleştirilmektedir.

TASK modelini dört ana süreçte incelemek mümkündür. Bunlar (1) sistem verilerinin girişi, (2) BIM entegrasyonu, (3) saha imalat kontrolleri ve (4) raporlamalar olarak sıralanabilir.

4.1.1 Sistem verilerinin girişi

Projeye ait spesifik verilerin sisteme tanıtıldığı süreçtir. Bu süreç Şekil 4.1.a 'da görüldüğü üzere hem Android tabanlı Prototip I hem de Windows tabanlı Prototip II ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu süreçte sisteme dâhil edilen bilgiler proje genelinde herkes tarafından kullanılacağı için veri değiştirme, ekleme ve silme yetkileri sistem

yöneticisi ile kısıtlandırılmıştır. Sistem yöneticisi sözleşme, çizimler, kalite kontrol kabul kriterleri, iş kalemleri, proje mahalleri, firmalar ve kullanıcılar gibi tüm inşaat projesinin yapım sürecinde kullanılacak verilerin sisteme girişini yapmaktadır. Bu süreçte Android cihazlardan veri girişi el ile manuel olarak yapılmaktadır. Ancak masaüstü platformunda çalışan Prototip II, Revit veya Allplan gibi BIM (Yapı Bilgi Modellemesi) yazılımlarından alınmış IFC uzantılı dosyalardan mimari özellikleri okuyabilmekte ve mahal bilgilerini otomatik olarak ilgili veritabanına kaydedebilmektedir. TASK modelinin BIM entegrasyonuna ilişkin detaylı bilgiler bir sonraki bölümde detaylı olarak açıklanmaktadır.

4.1.2 BIM entegrasyonu

TASK modelinin en önemli özelliklerinden birisi Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) çerçevesinde değerlendirilen yapım projeleri ile uyum sağlayabilmesidir (Şekil 4.1.b). Bu bağlamda Revit, Allplan ve ArchiCAD gibi BIM uygulamalarından alınan IFC dosyaları, Prototip II içerisine alınarak yapım projesine ait mahal bilgileri TASK modeli MySQL veritabanına otomatik olarak aktarılabilmektedir.

Saha imalat kontrolleri neticesinde ortaya çıkan işveren kalite kontrol uygunluk ve uygunsuzluk durumları her bir mahalin IFC kimlik numarası ile eşleştirilerek genel saha ilerlemeleri Prototip II içerisinde alınmış olan üç boyutlu IFC model üzerinde görselleştirilebilmektedir.

4.1.3 Saha imalat kontrolleri

Tüm projede kullanılacak sistem verilerinin modele dâhil edilmesi ile birlikte veritabanında gerekli bütün formlar, dokümanlar ve bağlantılar oluşturulmuş olmaktadır. Veritabanında düzenli hale getirilen ham veriler firma kullanıcılarının saha imalat kontrollerinde kullanılmak üzere imalat kontrol formlarına çevrilmektedir (Şekil 4.1.c). Böylece bu formlar Android tabanlı taşınabilir cihaz yardımıyla imalatın yapıldığı yerde görüntülenebilecek ve kalite kriterlerine uygunluğu işaretlenebilecektir. Bu süreç ile birlikte mobil cihazlar kullanılarak firmaların proje organizasyonel yapılanmasına göre hiyerarşik bir yapılanma içerisinde iş teslim ve imalat kalite kontrolleri gerçekleştirilmektir. Örneğin; alt yüklenicinin onayladığı formlar ana yükleniciye, ana yüklenicinin onayladığı formlar işverene iletilmektedir. Böylece son teslim gerçekleşene kadar projedeki her bir

mahaldeki tüm iş kalemleri için gerekli kalite kontrol ve iş teslim tutanakları oluşturulmuş ve ortak veritabanında saklanmış olmaktadır.

4.1.4 Raporlamalar

Saha imalat kontrolleri önceki bölümde bahsedildiği gibi gerçekleştirildikten sonra TASK modeli içerisinde saha imalatlarının genel ve detaylı durumunu gösteren birçok raporlama alınabilmektedir (Şekil 4.1.d). Bu süreç, Bölüm 4.1.1 'de olduğu gibi hem Prototip I hem de Prototip II 'den yürütülebilmektedir. İstenilen mahalin ayrıntılı kalite kontrol ve iş teslim onay durumları istenildiği takdirde veritabanından anlık olarak çekilmekte ve projenin anlık durumu resmedilebilmektedir. Ayrıca Prototip II 'nin IFC entegrasyon modülü kullanılarak saha ilerlemeleri üç boyutlu olarak görselleştirilebilmektedir.

TASK model süreci sistem veri girişinden raporlama safhasına kadar birçok yazılım ve teknolojiden yararlanmaktadır. MySQL tabanlı ortak veritabanı (Şekil 4.1.e), ağ üzerine kurulmaktadır. Bu sebeple prototiplerin veritabanına erişimini sağlamak için 3G veya WiFi teknolojilerine ihtiyaç duyulmuştur. Özellikle saha kontrolleri sırasında taşınabilir aygıtlar kullanılacağı için 3G teknolojisi verilerin sahadan veritabanına aktarımını anlık hale getirebilecektir.

Prototip I 'in oluşturmuş olduğu veriler bütün firmaların erişiminin olduğu ortak bir veritabanında saklanmaktadır. Çalışma kapsamında kullanılan veritabanı MySQL tabanlı olup prototiplerin veritabanına erişimi PHP ve JSON programlama dilleri kullanılarak oluşturulmuş ara modüller ile ağ tabanlı bir yapılanma içerisinde çözülmüştür. PHP modülleri (Şekil 4.1.f) ve veritabanı yapılanması (Şekil 4.1.e) ilerleyen bölümlerde detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

4.2 Veritabanı Yapılanması

Çalışma kapsamında küresel çapta sıklıkla kullanılan MySQL veritabanı yapılanmasından yararlanılmıştır. MySQL, verilerin etkin bir biçimde saklandığı ve sorgular ile geri çağrılabildiği, çoklu kullanıcıların aynı anda veri işlemesine olanak veren SQL dilini kullanan ve 1979 'dan itibaren sürekli geliştirilen açık kaynaklı bir veritabanı sistemidir (Welling & Thomson, 2002). MySQL veritabanları genellikle internet tabanlı uygulamalar tarafından sıklıkla kullanılmakta olup, diğer veritabanları ile kıyaslandığında ağ üzerinde gelişmiş seçenekler sunabilmektedir. Bu

seçeneklerden en önemlisi farklı işletim sistemlerine sahip cihazların veritabanından veri okuma ve değiştirme işlemleri için üçüncü parti yazılımlara ihtiyaç duyulmamasıdır. Bu sebeple, çalışma kapsamında hem Windows hem de Android işletim sistemlerine geliştirilmiş olan prototip uygulamaların ağ üzerinden veritabanı ile iletişime geçmesinde MySQL veritabanı tercih sebebi olmuştur.

Geliştirilen sistemde MySQL veritabanı bir internet servis sunucusu üzerine kurulmuştur (Şekil 4.1.e) . İstenildiği takdirde internet erişimi olmak şartıyla firma sunucuları üzerine de veritabanı kurulumu yapılabilmektedir. Veritabanı herkesin erişimine açık ortak bir veritabanı üzerine kurulacağı için işveren firmanın sunucuları böyle bir sistemin kurulumu için en uygun yer olacaktır.

TASK modeli veritabanında verilerin saklandığı toplam 13 adet tablo ve 7 görünüm bulunmaktadır. TASK modeli prototipleri PHP ara modülleri vasıtasıyla bu tablolara veri kayıtlarını gerçekleştirmektedir (Şekil 4.2).

localhost » teklifme_proje

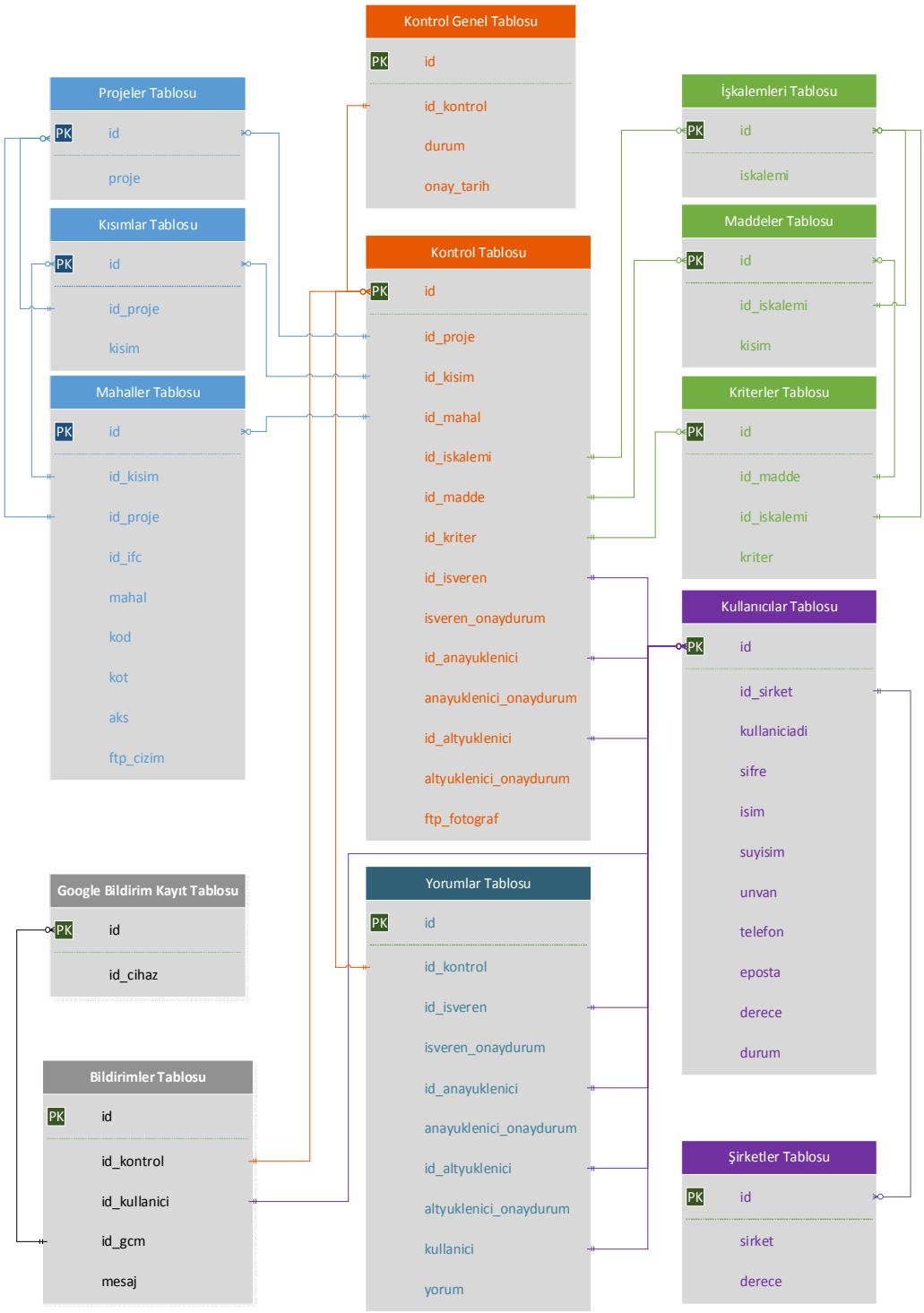
Yapı | SQL | Ara | Sorgu | Dışa Aktar | İçe Aktar | İşlemler | Yordamlar | Olaylar | Tetikleyiciler

Tablo	Eylem	Satır	Türü	Karşılaştırma	Boyut	Ek Yük
bildirimler	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	22	MyISAM	utf8_turkish_ci	5.5 KiB	-
comments	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	9	MyISAM	utf8_turkish_ci	2.5 KiB	-
isler	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	3	MyISAM	utf8_turkish_ci	3.1 KiB	-
kisimlar	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	1	MyISAM	utf8_turkish_ci	3 KiB	-
kontrol	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	112	MyISAM	utf8_turkish_ci	12.7 KiB	-
kontrolgenel	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	14	MyISAM	utf8_turkish_ci	3.4 KiB	-
kriterler	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	17	MyISAM	utf8_turkish_ci	3.1 KiB	-
kullanicilar	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	6	MyISAM	utf8_turkish_ci	9.4 KiB	-
maddeler	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	9	MyISAM	utf8_turkish_ci	3.3 KiB	-
mahaller	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	11	MyISAM	utf8_turkish_ci	3.7 KiB	-
proje	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	2	MyISAM	utf8_turkish_ci	3 KiB	-
sirketler	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	3	MyISAM	utf8_turkish_ci	3.1 KiB	-
tblRegistration	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	3	InnoDB	utf8_turkish_ci	16 KiB	-
View_Bildirim	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	22	Görünüm	---	-	-
View_Imalat	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	17	Görünüm	---	-	-
View_Kontrol	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	112	Görünüm	---	-	-
View_KontrolGenel	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	14	Görünüm	---	-	-
View_Kullanici	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	6	Görünüm	---	-	-
View_Lokasyon	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	12	Görünüm	---	-	-
View_Mahal_Cizim	Gözat Yapı Ara Ekle Boşalt Kaldır	11	Görünüm	---	-	-
20 tablo	Toplam	406	MyISAM	utf8_turkish_ci	71.9 KiB	0 B

Şekil 4.2 : TASK modeli veritabanı yapılanması

TASK modeli MySQL veritabanı içerisinde bulunan 13 farklı tablo içerisinde saha imalat kontrollerinde kullanılmak üzere çeşitli veriler depolanmaktadır. Yapım projesinin kısımları, mahalleri, iş kalemleri, işveren kalite kontrol maddeleri ve kriterlerinin yanı sıra, projede görev alan firmalar, firma personelleri, imalatlara dair

kullanıcı yorumları ve bildirimler gibi veriler için farklı tablolar oluşturulmuştur. Bu tablolar arasındaki veri ilişkileri Şekil 4.3 ‘de verilmiştir.



Şekil 4.3 : TASK veritabanı öğe - ilişki diyagramı

4.2.1 Şirketler tablosu

Şirketler tablosu inşaat projesinde görev alan bütün firmalara ait bilgilerin kayıt altında tutulduğu tablodur. Tablo içerisinde hiyerarşik yapılanmaya göre her firmanın

derecesi kaydedilmektedir. Bu derecelendirme prototiplerin yazılım algoritmasında işlenerek imalatların teslim sırasını belirlemektedir. Derecelendirme ve ilgili algoritmalar ilerleyen bölümlerde detaylı bir şekilde açıklanacaktır.

4.2.2 Kullanıcılar tablosu

Şirketler tablosunda kayıt altına alınan firmaların ilgili kullanıcıları firma kimlik numaraları ile birlikte bu tabloda saklanmaktadır. Kullanıcılara ait kullanıcı adı, kullanıcı şifresi, isim, soy isim, telefon, elektronik posta adresi, kullanıcı derecesi ve kullanıcı durumu gibi veriler bu tabloda tutulmaktadır. Kullanıcı derecesi firma tarafından yetkilendirilmiş personel için düşünülmüştür. Yetkilendirilmiş personel kendi firmasına kullanıcı ekleyebilmekte ve kullanıcıların bilgilerini düzenleyebilmektedir. Kullanıcı durumu kavramı projede görev alan personelin işten ayrılması söz konusu olduğu durumlar için düşünülmüştür. Bu ve benzeri durumlar söz konusu olduğunda ilgili firmadaki derecesi yüksek personel (proje müdürü, insan kaynakları departmanı vb.) prototipler vasıtasıyla ilgili kullanıcıyı "inaktif" pozisyona geçirerek kullanıcının sisteme giriş yetkilerini kaldırmış olacaktır. Böylece eski personel tarafından gerçekleştirilen eylemlerin kaydı veritabanında korunmuş olacaktır.

4.2.3 Proje tablosu

Projeler tablosu inşaat projesinde yapılması gereken işleri büyük ölçekte sınıflandırmak için düşünülmüştür. Böylece inşaat, elektrik ve mekanik işlerin farklı birimler tarafından yürütülmesi söz konusu olabilmektedir. İnşaat projelerinin kapsamı değişkenlik göstereceği için projeler tablosuna ne tür girdiler yapılacağı sistem yöneticisi tarafından proje ihtiyaçlarına göre belirlenebilir. Örneğin, büyük ölçekli bir inşaat projesi için disiplin bazlı tanımlama yapılabileceği gibi şantiye bazlı (A şantiyesi, B şantiyesi vb.) tanımlamalar da yapılabilir.

4.2.4 Kısımlar tablosu

Projeler tablosundaki tanımlamaların alt kırılımları bu tabloda tutulmaktadır. Kısım kavramı projenin alt kollarını (Blok A, Blok B vb.) görüntüleyebilmek için düşünülmüştür. Böyle bir kırılım hem kullanıcıların ilgili mahali görüntülerken veri süzgeci oluşturmasına hem de raporlamaları daha ayrıntılı inceleyebilmesine olanak vermektedir.

4.2.5 Mahaller tablosu

Mahaller tablosu hem proje tablosuna hem de kısımlar tablosuna bağlı mahallerin tutulduğu tablodur. Projenin lokasyon bazlı en alt kırılımları mahaller tablosunda tutulmaktadır. Bu tablo içerisinde mahale ait mahal ismi, mahal kodu, ilgili kot, ilgili aks, mahale ait çizimlerin tutulduğu FTP sunucusu adresleri ve IFC modele ait kimlik numaraları saklanmaktadır.

Proje mahallerine ve ilgili imalata ait çizimler sistem yöneticisi tarafından FTP sunucuya Prototip II vasıtasıyla yüklenebilmektedir. Dosyalar FTP sunucusuna kaydedilirken aynı zamanda ilgili çizim dosyasının FTP sunucudaki dizin adresi mahaller tablosuna PHP ara modülleri ile kaydedilmektedir.

Projenin ilgili mahallerine ait bilgiler prototipler vasıtasıyla sisteme tek tek girilebileceği gibi, Allplan, Revit veya ArchiCAD gibi mimari modelleme programlarından alınan IFC dosyaları kullanılarak Prototip II yardımıyla da sisteme dâhil edilebilmektedir. Bu süreçte IFC dosyasında tanımlanmış olan mahal kimlik numaraları mahaller tablosuna kaydedilmektedir. Tabloya kaydedilen IFC kimlik numaraları daha sonra projenin genel imalat durumunu Prototip II üzerinden üç boyutlu olarak görselleştirilmesinde kullanılmaktadır. İlgili bağlantılar ve sistem algoritmaları ilerleyen bölümlerde detaylı olarak açıklanacaktır.

4.2.6 İş kalemleri tablosu

İş kalemleri tablosu inşaat projesi genelinde gerçekleştirilecek tüm imalatların kaydedildiği tablodur. İmalat kimlik numaraları ve yapılacak imalatların isimleri (ıslak hacim seramik kaplama işi, alçıpan asma tavan işi vb.) sistem yöneticisi tarafından prototipler yardımıyla iş kalemleri tablosuna kaydedilmektedir.

4.2.7 Maddeler tablosu

Maddeler tablosu TASK modelinin bel kemiğini oluşturan tablolardan birisidir. Toplam kalite yönetimi açısından tüm projenin kalite ayağını temsil etmektedir Maddeler tablosunda iş kalemleri tablosundaki imalatların kimlik numaraları ile kalite kontrol maddeleri bulunmaktadır. Kontrol tablosu projede var olan tüm imalatlara ait kalite kontrol maddelerini içermektedir. Örneğin, ıslak hacim seramik kaplama işi için maddeler “seramik yapıştırma harcının sürülmesi” ve “işe başlamadan önce zeminin kontrolü” olabilir. Bu maddeler sistem yöneticisi

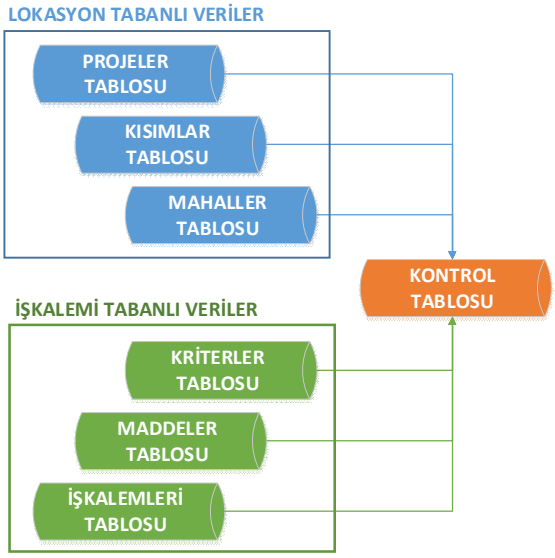
tarafından işveren taleplerine (sözleşme) veya uluslararası standartlara göre oluşturulabilmektedir.

4.2.8 Kriterler tablosu

Kriterler tablosu bir önceki bölümde bahsedilen maddelerin kabul kriterlerinin saklandığı tablodur. Kriterler tablosunda projedeki her bir iş kalemi ve ilgili iş kalemine ait kalite kontrol maddelerinin kabul kriterleri saklanmaktadır. Örneğin, "Islak Hacim Seramik Kaplama" iş kalemi için ve "Derz Dolgu" maddesi için kriter "1-6mm derz tespit edilmelidir" olabilir. Kabul kriterleri, projede görev alan firma kullanıcılarının saha imalat kontrollerini gerçekleştirirken uygunluk ve uygunsuzluk durumlarını belirlemek için esas aldığı işveren firma imalat kabul şartları olarak değerlendirilebilir.

4.2.9 Kontrol tablosu

Kontrol tablosu TASK modelinin hem saha hem de merkez ve teknik ofisleri açısından en önemli tablolarından birisidir. Önceki bölümlerde bahsedilen tablolarda saklanan veriler bu tablo aracılığıyla bir araya getirilmektedir. Lokasyon ve iş kalemi bilgileri veritabanı yapılanmasının temel iki ayağını oluşturmaktadır. Bu iki koldan gelen veriler bu tablo aracılığıyla konsolide edilmekte ve prototipler tarafından kullanılabilir veri oluşturulmaktadır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 : Kontrol tablosu bileşenleri

Kontrol tablosu için kullanıcı veri girişi yapılmamaktadır. Sistem yöneticisinin lokasyon ve iş kalemi tabanlı verilerin girişini yaptığı süreçte PHP ara modülleri

ilgili lokasyon ve iş kalemi bilgilerini ayrıştırıp kontrol tablosuna eklemektedir. Sistem yöneticisinin verileri ekleme, silme ve değiştirme durumlarına göre PHP modülleri kontrol tablosunda ilgili değişiklikleri yapmaktadır.

Kontrol tablosu hem saha imalat kontrol formlarının oluşturulmasında hem de imalat durum raporlarının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Kontrol tablosunda iş kalemi, madde, kriter, proje, kısım ve mahal kimlik numaraları bulunmaktadır. Bunların yanı sıra saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan kriter onay durumları ve saha imalat kontrolünü gerçekleştiren kullanıcıların kullanıcılar tablosunda var olan kimlik numaraları da saklanmaktadır. Tabloda üç adet kriter onay durumu bulunmaktadır. Her bir onay durumu firmaların ilgili kriter için ayrılmış alanlarıdır. Bu alanlar prototiplerdeki algoritmalar tarafından firmalar tablosundaki derecelendirmeler ile eşleştirilip proje organizasyonel yapısındaki hiyerarşik süreci oluşturmaktadırlar (Şekil 4.5).

←T→	id	id_proje	id_kisim	id_mahal	id_iskalemi	id_madde	id_kriter	bir	1_id	iki	2_id	uc	3_id	durum	fotolar
Düzenle Kopyala Sil	309	39	35	485	1	12	28	ok	2	ok	43	na	0	nok	yok
Düzenle Kopyala Sil	308	39	35	485	1	12	26	ok	2	ok	43	na	0	nok	yok
Düzenle Kopyala Sil	307	39	35	485	1	12	25	ok	2	nok	42	na	0	nok	yok
Düzenle Kopyala Sil	306	39	35	485	1	12	24	na	0	na	0	na	0	nok	yok
Düzenle Kopyala Sil	305	39	35	485	1	12	23	na	0	na	0	na	0	nok	yok
Düzenle Kopyala Sil	304	39	35	485	1	12	22	na	0	na	0	na	0	nok	yok
Düzenle Kopyala Sil	303	39	35	485	1	11	21	na	0	na	0	na	0	nok	yok
Düzenle Kopyala Sil	302	39	35	485	1	11	20	na	0	na	0	na	0	nok	yok
Düzenle Kopyala Sil	301	39	35	485	1	10	19	na	0	na	0	na	0	nok	yok
Düzenle Kopyala Sil	300	39	35	485	1	10	18	na	0	na	0	na	0	nok	yok
Düzenle Kopyala Sil	299	39	35	485	1	9	17	na	0	na	0	na	0	nok	yok
Düzenle Kopyala Sil	298	39	35	485	1	13	16	na	0	na	0	na	0	nok	yok
Düzenle Kopyala Sil	297	39	35	485	1	13	15	na	0	na	0	na	0	nok	yok
Düzenle Kopyala Sil	296	39	35	485	1	15	13	na	0	na	0	na	0	nok	yok

Şekil 4.5 : Kontrol tablosu veri yapılanması

Kriter onay durumları tabloya “onay”, “ret” ve ”beklemede” olmak üzere üç şekilde kaydedilmektedir. Tabloya eklenen her bir satırın onay durumu otomatik olarak “beklemede (na)” şeklinde eklenmekte olup, iş kaleminin ilgili kriteriyle alakalı henüz bir saha kontrolü yapılmadığını göstermektedir. Aynı şekilde “onay (ok)” durumu saha imalatının gerçekleştiğini ve iş kaleminin ilgili kriterinin sağlandığını göstermektedir. Son olarak “ret (nok)” durumu ise saha imalat kontrolünün gerçekleştiğini ve iş kaleminin ilgili kriterinin imalatta sağlanamadığını göstermektedir.

Saha imalat kontrollerinde firma kullanıcılarının iş kaleminin kalite kontrol kriterlerine uygunsuzluğunu tespit ettiği durumlarda, imalat hatalarının Android tabanlı Prototip I yardımıyla fotoğraflarının çekilmesi mümkündür. Çekilen fotoğraflar Prototip I tarafından TASK modeli FTP sunucusuna yüklenirken kontrol tablosunda FTP sunucusuna kaydedilen fotoğrafın dosya dizini de kontrol tablosuna eklenmektedir. Böylece diğer kullanıcılar ilgi kontrol formunu görüntülerken uygunsuz imalatların görsellerine erişim sağlayabileceklerdir.

Saha imalat kontrolleri ile kontrol tablosuna işlenen veriler sonrasında projenin herhangi bir aşamasında anlık olarak çekilebilen raporlar ile görüntülenebilmekte ve üç boyutlu model üzerinde görselleştirilebilmektedirler. Alınan raporlarda tabloda var olan veriler etkin bir şekilde kullanılarak saha imalat kontrolünün hangi firma kullanıcısı tarafından gerçekleştirildiği veya bir mahaldeki herhangi bir işin herhangi bir kriterinin onay durumu hakkında ayrıntılı bilgiler elde etmek mümkün hale gelmektedir.

4.2.10 Kontrol genel tablosu

Kontrol genel tablosu yapı olarak kontrol tablosuna benzemektedir. Bu tablo kontrol tablosu gibi veri girişi gerektirmemektedir. Lokasyon ve iş kalemi tabanlı veri girişleri söz konusu olduğu takdirde kontrol genel tablosundaki veriler PHP ara modülleri tarafından otomatik olarak oluşturulmaktadır. Kontrol genel tablosu kontrol tablosundaki kalite kontrol maddeleri ve kriterleri gibi ayrıntıları barındırmamaktadır. Genel olarak projedeki mevcut iş kalemlerini ve mahal bilgilerini birleştirip genel imalat onay durumunu ortaya koymak için tasarlanmıştır. Kontrol tablosundaki kriter onay durumları PHP modüller tarafından analiz edilip kontrol genel tablosuna aktarılmaktadır. Örneğin, kontrol tablosunda var olan bir mahalin ilgili iş kaleminin tüm kriterleri onay durumuna geçtiğinde PHP modülleri verileri işleyip kontrol genel tablosunda ilgili iş kalemini onaylanmış (tamamlanmış) olarak işaretleyecektir. Böylece şantiyedeki imalatların genel kabul durumu ortaya çıkarılmış olmaktadır.

4.2.11 Yorumlar tablosu

Saha imalat kontrolleri gerçekleştirilirken firma kullanıcıları imalat kusur ve hatalarını ilgili iş kalemi için belirtilmiş olan kabul kriterlerine göre işleyebilmektedir. Ancak sistemde var olan kalite kontrol kabul kriterlerinin dışında

bir uygunsuzluk tespit edildiğinde, firma kullanıcıları Android tabanlı Prototip I aracılığıyla kendi yorumlarını sisteme işleyebilmektedir. Yorumlar tablosu bu verileri saklayıp diğer kullanıcıların görüntülemesine olanak vermektedir.

Yorumlar tablosu kontrol tablosuna benzer bir yapılanma içerisindedir. Kullanıcı tarafından oluşturulan yorum PHP modüller tarafından kabul kriteri gibi algılanıp kontrol tablosundaki gibi her bir firma için onay durum alanları oluşturmaktadır. Onay durumları kontrol tablosundaki gibi "onay (ok)", "ret (nok)" ve "beklemede (na)" olmak üzere tabloya üç şekilde kaydedilmektedir. Kayıt altına alınan yorum, saha organizasyonel yapısının en alt kademesinden (alt yüklenici) başlamak üzere değerlendirmeye alınır. Bütün firmalar ilgili yorumun belirttiği kusurun düzeltildiğine dair uygunluk durumunu işlediğinde ilgili yoruma ait kusur giderilmiş ve yorum kapatılmış olmaktadır.

4.2.12 Bildirimler tablosu

Bildirimler tablosu sahada gerçekleşen her bir aksiyonun kayıt altına alındığı tablodur. Firma kullanıcılarının saha imalat kontrollerinde gerçekleştirdiği her bir eylem sistemde bulunan bütün kullanıcılara Prototip I ve II aracılığıyla bildirilir. Böylece sahada gerçekleşen her aksiyon gerçek zamanlı olarak herkesin bilgisine sunulur.

Bildirim tablosunda üç tür veri saklanmaktadır. Bunlardan birincisi saha imalat kontrolünün gerçekleştiğine dair bildirimlerdir. İkincisi sahada herhangi bir imalata dair firma kullanıcılarının yorum yaptığına dair bildirimlerdir. Sonuncusu ise saha imalat kontrollerinde firma kullanıcılarının uygunsuz imalatların fotoğraflarını çektiğine dair bildirimlerdir (Şekil 4.6).

←T→	id	tip	id_proje	id_kisim	id_mahal	id_iskalemi	id_kullanici	id_kontrol	c_position	c_fotostring	mesaj	tarih
Düzenle Kopyala Sil	3	kontrol	33	30	344	1	2	0	0	yok	Ahmet Atli +6,60 ODA31 isimli mahalde Islak Hacim ...	2014-08-03 00:19:27
Düzenle Kopyala Sil	4	kontrol	33	30	344	1	2	0	0	yok	Ahmet Atli +6,60 ODA31 isimli mahalde Islak Hacim ...	2014-08-03 14:53:46
Düzenle Kopyala Sil	5	kontrol	33	30	344	1	2	0	0	yok	Ahmet Atli +6,60 ODA31 isimli mahalde Islak Hacim ...	2014-08-03 15:07:27
Düzenle Kopyala Sil	6	yorum	33	30	344	1	2	0	0	yok	Ahmet Atli +6,60 ODA31 isimli mahalde Islak Hacim ...	2014-08-03 17:07:07
Düzenle Kopyala Sil	7	yorum	33	30	344	1	2	0	0	yok	Ahmet Atli +6,60 ODA31 isimli mahalde Islak Hacim ...	2014-08-03 17:15:02
Düzenle Kopyala Sil	8	yorum	33	30	344	1	5	0	0	yok	ezgi ezgi +6,60 ODA31 isimli mahalde Islak Hacim S...	2014-08-03 17:41:36
Düzenle Kopyala Sil	9	kontrol	33	30	344	1	2	0	0	yok	Ahmet Atli +6,60 ODA31 isimli mahalde Islak Hacim ...	2014-08-03 21:53:29

Şekil 4.6 : Bildirim tablosu veri yapılanması

Bildirimler yapım projesinde gerçekleşen her bir eylem için eş zamanlı olarak yapılmaktadır. Prototip I ‘in bildirim modülleri sayesinde TASK modeli içerisinde görev alan bütün kullanıcılar bildirimler bölümünden gerçekleşen aksiyona dair detaylı bilgileri inceleyebilmekte ve çekilen fotoğrafları görüntüleyebilmektedir.

4.2.13 Google bildirim sistemi kayıt tablosu

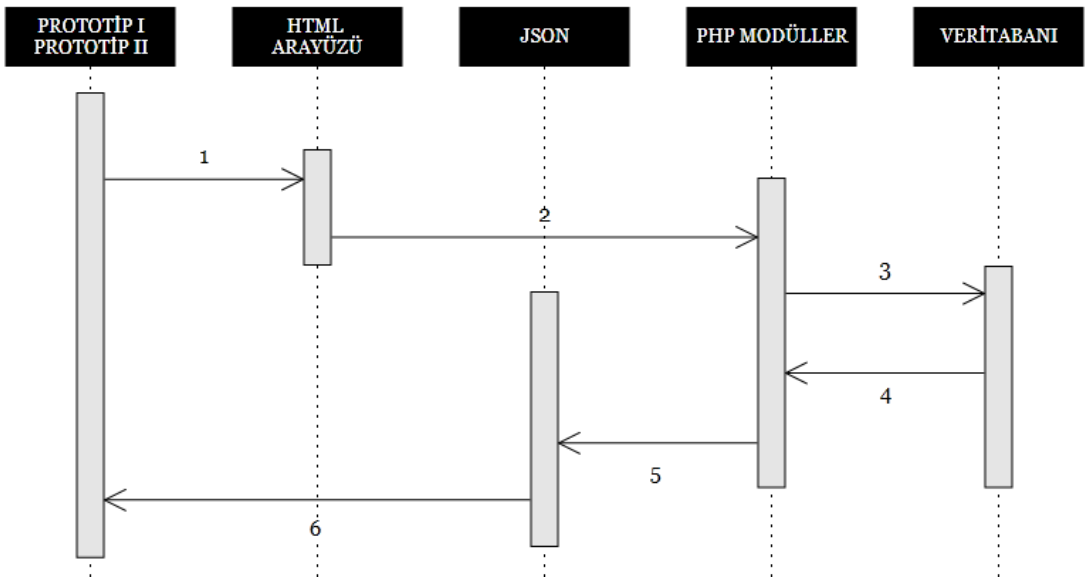
Çalışma kapsamında firma kullanıcılarına gönderilecek bildirimler için Google Cloud Messaging (GCM) teknolojisinden yararlanılmıştır. GCM, Google tarafından Android işletim sistemini kullanan cihazların bir sunucu vasıtasıyla birbirlerine anlık bildirimler göndermesini sağlayan bir sistemdir (Android Developer Platform, 2014). Sisteme ait ayrıntılı bilgiler ilerleyen bölümlerde detaylı bir şekilde açıklanacaktır. Genel olarak GCM kayıt tablosunda Google ‘dan alınan kimlik numaraları tutulmaktadır. Daha sonra tablo içerisinde saklanan kimlik numaraları ile gönderilmek istenen bildiri içeriği PHP ara modüller yardımıyla Google sunucularına ve sonrasında ise tüm kullanıcılara iletilmektedir.

4.3 PHP Ara Modülleri

Çalışma kapsamında Android tabanlı Prototip I ve Windows tabanlı Prototip II ‘nin proje veritabanı ile iletişim kurabilmesi için PHP ara modülleri kullanılmıştır (Şekil 4.1.f). PHP modülleri veritabanının bulunduğu sunucuda ağ tabanlı bir yapılanma içerisinde yer almaktadırlar. Proje kapsamında birden fazla yazılım platformu kullanıldığı için veritabanına gönderilecek verilerin bütün platformlarla uyumlu ortak bir süzgeçten geçmesi gerekmektedir. Bu sebeple, hem JAVA hem de C# programlama dillerinden kolaylıkla gerçekleştirilebilen ağ tabanlı “HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)” istekleri kullanılmıştır. “HTTP” istekleri, prototipler ile PHP modüller arasında köprü vazifesi görmektedir.

PHP modülleri hem HTML hem de PHP kodlarından yararlanarak HTTP isteklerini karşılayacak formlar oluşturmaktadır. Formun ara yüzü HTML kodlar tarafından oluşturulmaktadır. Veritabanı ile ilgili mantıksal işlemler ise PHP kodları vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. PHP modülleri tarafından oluşturulan formlar firma kullanıcıları tarafından görüntülenebilir değildir. Bu formların amacı sadece prototiplerden ilgili verileri PHP modüllerine aktarmaktır. PHP modüllerden prototiplere verilerin geri aktarımı ise JSON (Javascript Object Notation) notasyonu

ile gerçekleşmektedir. JSON notasyonu PHP modüllerinin prototiplere ağ üzerinden gönderdiği bir cevap olarak değerlendirilebilir. Böylece hem gerçekleştirilen işlemin başarı durumu hem de veritabanından ilgili verilerin prototiplere aktarımı sağlanmış olmaktadır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 : PHP modülleri genel aktivite sıra diyagramı

Prototip I ve II, TASK modeli veritabanıyla iletişime geçmek için HTML ara yüzünü kullanmaktadırlar. HTML ara yüzü prototiplerden almış olduğu verileri PHP modüllere aktarmak için oluşturulmuş ağ üzerinde bulunan formlardır (Şekil 4.7 adım 1-2). HTML ara yüzlerinden alınan veriler, veritabanında bulunan ilgili tablolara PHP modüller vasıtasıyla işlenmektedir (Şekil 4.7 adım 2-3). Veritabanında gerçekleştirilen işlemlere ilişkin cevaplar, tekrar PHP modüllere aktarılmaktadır (Şekil 4.7 adım 4). PHP modülleri ilgili cevabı JSON notasyonuna çevirip prototiplere aktarmaktadırlar (Şekil 4.7 adım 5-6).

PHP modülleri TASK modelinde ortaya çıkan ve kayıt altına alınan tüm verilerin ilgili birimlere mantıksal işlemlerden geçerek ayrıştığı, anlamlı hale getirildiği ve üst başlıklarda bahsedilen veritabanı tablolarına kaydedildiği bölümdür. Bu modülleri genel olarak dört kategori altında toplamak mümkündür.

4.3.1 Lokasyon tabanlı PHP modülleri

Lokasyon bazlı modüller veritabanında lokasyon tabanlı tabloların (projeler, kısımlar ve mahaller tabloları) veri yönetimini yapmak üzere tasarlanmışlardır. Projenin mahal bilgilerindeki değişiklikler bu modül vasıtasıyla işlenmektedir. Lokasyon

tablolarında her alt birimi (mahal), bir üst birimin (kısım ve proje) kimlik numarasını taşıyacak şekilde organize etmek gerekmektedir. Kimlik numarası eşleştirmeleri lokasyon bazlı modüllerde tanımlanan algoritmalar sayesinde otomatik olarak gerçekleştirilmektedir.

Projenin lokasyon tabanlı bilgilerinde herhangi bir değişiklik söz konusu olduğunda sistem yöneticisi Prototip I ve II vasıtasıyla ilgili değişiklikleri gerçekleştirecektir. Gerçekleştirilen değişikliklere ait veriler, prototiplerin ağ tabanlı html ara yüzünü kullanmasıyla, lokasyon bazlı modüllere aktarılacaktır (Şekil 4.8).

Proje ID

Kısım ID

Mahal ID

Mahal Adı

Kod

Kot

Aks

Çizim

İş kalemleri

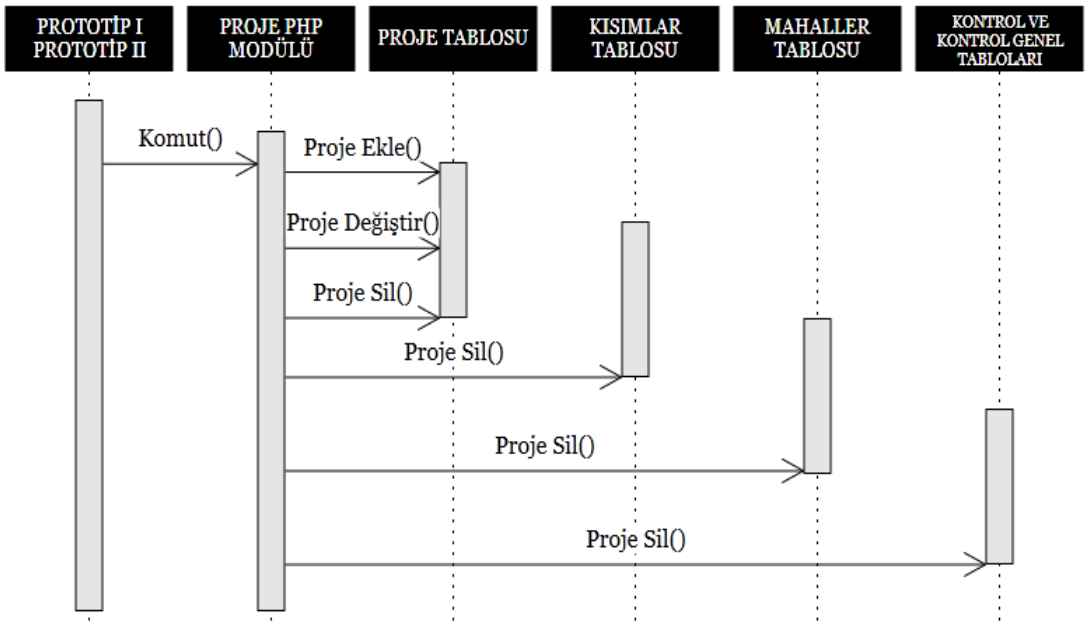
GÜNCELLE

Şekil 4.8 : TASK modeli mahal güncelleme HTML ara yüzü

PHP modüller gönderilen verileri analiz ederek projenin hem lokasyon tabanlı hem de imalat kontrollerini ilgilendiren tablolarında güncellemeler yapmaktadır. Örneğin, projede gerçekleşen bir revizyon sonucunda bir mahalin çıkarılmasına karar verilmişse, sistem yöneticisi Prototip I ve II vasıtasıyla bu mahali silecektir. Prototipler ilgili veriyi PHP modüllerine aktardığında, modüller bu mahali daha önce Bölüm 4.2.5 ‘de bahsedilen mahaller tablosundan çıkaracaktır. Aynı zamanda Bölüm 4.2.9 ve 4.2.10 ‘da bahsedilen kontrol ve kontrol genel tablolarında sorgulama yaparak saha imalar kontrollerinde bu mahalin tanımlı olup olmadığına bakacaktır.

Eğer bu mahal saha imalat kontrol tablolarında mevcut ise PHP modülü ilgili mahali bu tablolardan da silecektir.

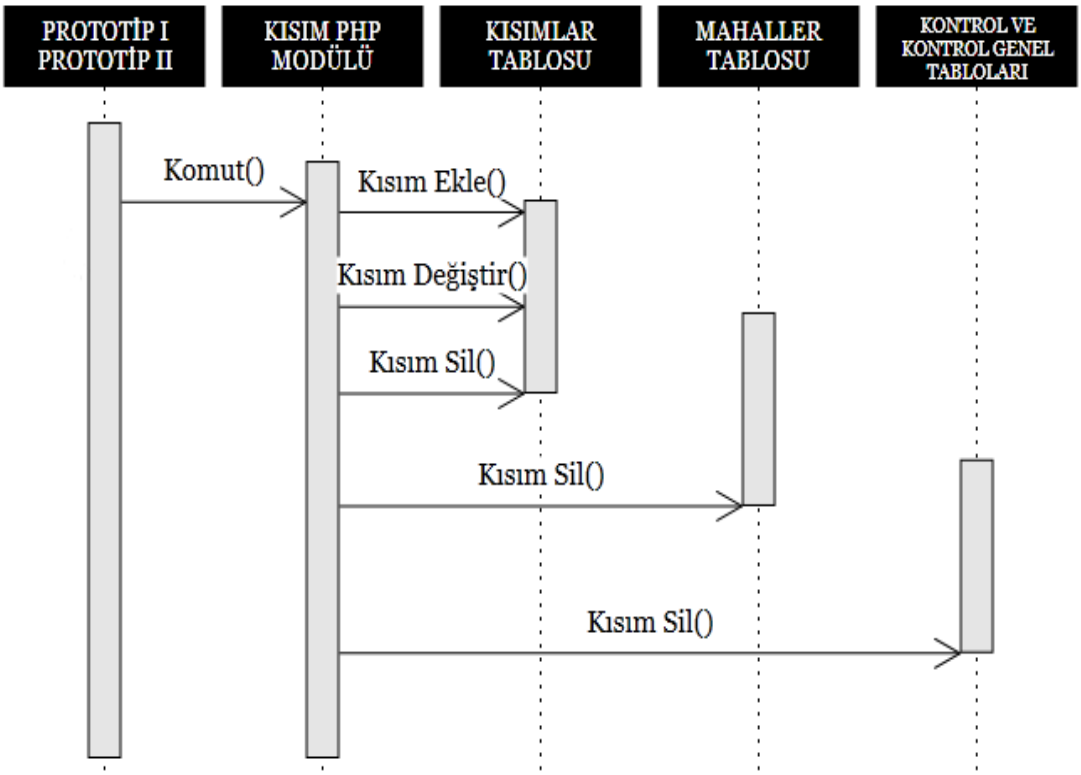
Lokasyon tabanlı modülleri kendi içerisinde proje PHP modülleri, kısım PHP modülleri ve mahal PHP modülleri olarak üçe ayırmak mümkündür. Tüm PHP modül örnekleri lokasyon bazlı verilerin ekleme, silme ve değiştirme gibi aksiyonlarını işleyip veritabanındaki tablolarda değişiklik yapmaktadır. Proje lokasyon PHP modülü prototiplerden aldığı verileri işleyip ”ekleme”, “değiştirme” ve “silme” durumlarına göre veritabanındaki tablolara işlemektedir. Proje bilgilerindeki ekleme ve değiştirme durumları için modül sadece projeler tablosunda değişiklik yapmaktadır. Ancak proje silme durumu söz konusu olduğunda, proje PHP modülü projeler, kısımlar ve mahaller tablolarından ilgili projeyi siler. Ayrıca Bölüm 4.2.9 ve 4.2.10 ‘da bahsedilen kontrol ve kontrol genel tablolarından ilgili projenin kimlik numarasına sahip bütün satırları veritabanından kaldırır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 : TASK modeli PHP proje lokasyon modülü aktivite sıra diyagramı

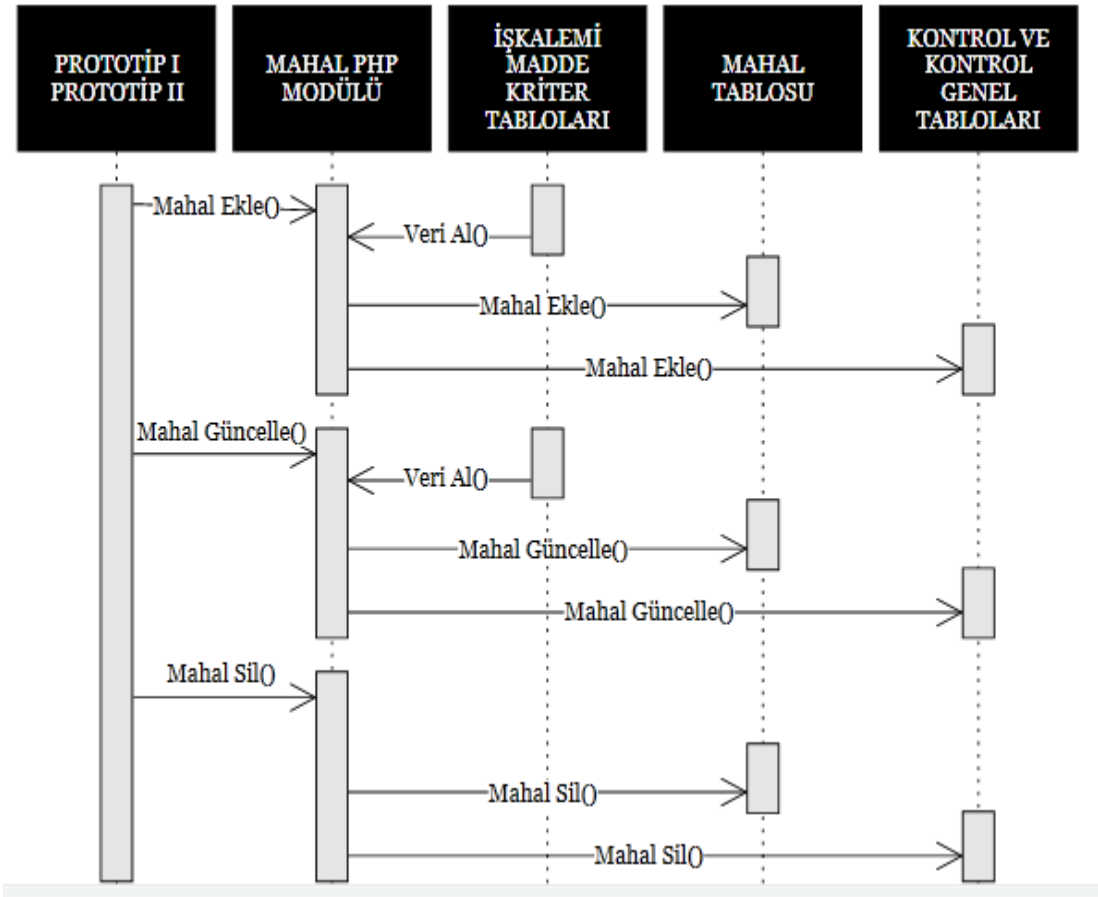
Projenin kısımlarında herhangi bir güncelleme yapılması gerektiğinde sistem yöneticisi prototipler vasıtasıyla lokasyon kısım PHP modülüne güncellenmesi gereken kısmın ilgili verilerini gönderir. Kısım PHP modülü “ekleme”, “silme” ve “değiştirme” aksiyonlarına göre veritabanındaki tablolarda ilgili değişiklikleri gerçekleştirir. Ekleme ve değiştirme durumlarında sadece kısımlar tablosunda ilgili güncellemeler ve eklemeler yapılırken, silme durumu söz konusu olduğunda kısım PHP modülü kısımlar ve mahaller tablolarından ilgili kısımı siler. Ayrıca 4.2.9 ve

4.2.10 ‘da bahsedilen kontrol ve kontrol genel tablolarından ilgili proje kısmının kimlik numarasına sahip bütün satırları kaldırır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 : TASK modeli PHP kısım lokasyon modülü aktivite sıra diyagramı

Projenin lokasyon tabanlı verileri ile iş kalemi tabanlı verileri, lokasyon tabanlı modüllerin içerisindeki mahal PHP modülleri vasıtasıyla bir araya getirilmektedir. Proje kapsamında eklenen mahaller, ilgili mahalde gerçekleştirilmesi gereken iş kalemleri ile birlikte mahal PHP modülüne aktarılmaktadır. Mahal bilgileri mahal PHP modülüne aktarıldığında, PHP modülü Bölüm 4.2.5 ‘de bahsedilen mahaller tablosuna ilgili mahali eklemektedir. Ayrıca ilgili iş kalemlerine ait kalite kontrol maddelerini ve kriterlerini içeren ilgili verileri Bölüm 4.2.7 ve 4.2.8 ‘de bahsedilen maddeler ve kriterler tablosundan çekerek Bölüm 4.2.9 ve 4.2.10 ‘da bahsedilen kontrol ve kontrol genel tablolarına eklemektedir. Aynı şekilde daha önceden veritabanına eklenmiş bir mahalde proje revizyonu gereği bir iş kalemi çıkarıldığında, mahaller PHP modülü kontrol ve kontrol genel tablolarında ilgili düzeltmeleri gerçekleştirmektedir. PHP modül bu süreçte mahale tanımlı bütün iş kalemi verilerini ilgili tablolardan çekmektedir. Ardından, mahale tanımlanmış eski iş kalemleri ile yeni iş kalemlerini kendi algoritması içerisinde kıyaslamakta ve çıkarılması gereken iş kalemlerini ilgili tablolardan silmektedir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 : TASK modeli PHP mahal lokasyon modülü veri işleme algoritması

Lokasyon PHP modülleri projede kullanılacak verileri düzenli hale getirmektedir. İş kalemleri ile projede mevcut mahallerin birleştirilmesi bu modüller içerisinde gerçekleştirilmekte ve verilerin etkin bir şekilde yönetilmesine olanak verilmektedir. Lokasyon PHP modülleri sistem yöneticisi tarafından mahal bilgilerinde gerçekleştirilen bütün güncellemeleri tüm veritabanı yapılanması içerisinde değerlendirilip, saha imalat kontrollerine sağlıklı verilerin oluşmasını sağlamaktadır.

4.3.2 İş kalemi tabanlı PHP modülleri

Çalışma kapsamında projedeki iş kalemlerinin veritabanı yapılanması iş kalemi tabanlı PHP modülleri tarafından düzenlenmektedir. Projenin iş kalemi ve kalite kontrol kriterleri ile ilgili güncellemeler söz konusu olduğunda, sistem yöneticisi Prototip I ve Prototip II vasıtasıyla bu güncellemeleri sisteme işleyebilmektedir. Prototipler Bölüm 4.3 ‘de bahsedildiği gibi PHP modüllerle iletişim kurmak için HTML ara yüzlerini kullanmaktadırlar. Sistem verileri bu HTML ara yüzleri vasıtasıyla PHP modüllerine aktarılmakta ve güncellenen bilgiler bu modüller tarafından işlenip etkin bir şekilde veritabanına kaydedilmektedir (Şekil 4.12).

Kriter Adı

Madde ID

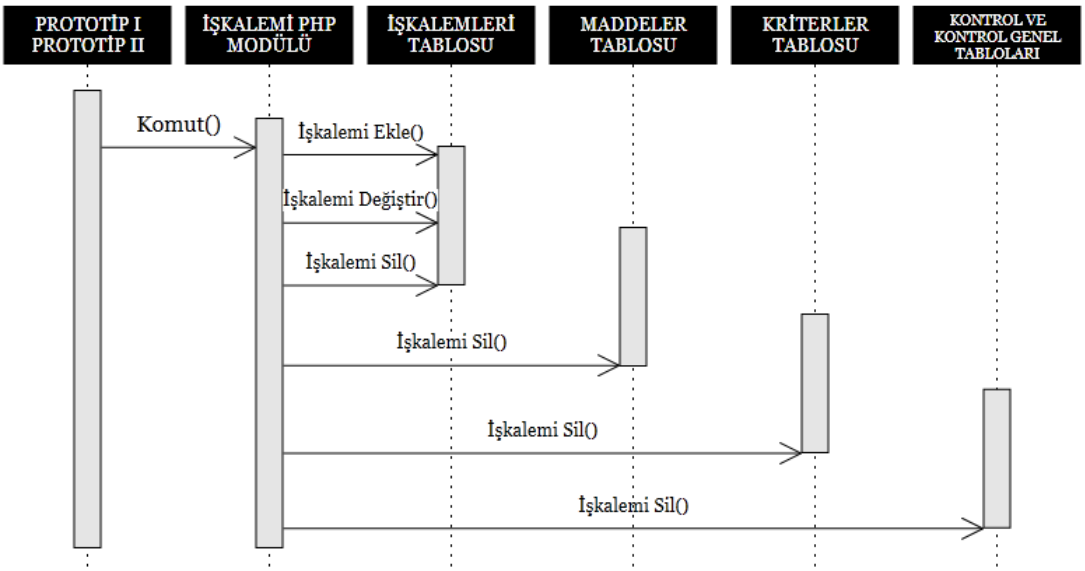
İşkalemi ID

EKLE

Şekil 4.12 : TASK modeli kalite kontrol kriteri ekleme HTML ara yüzü

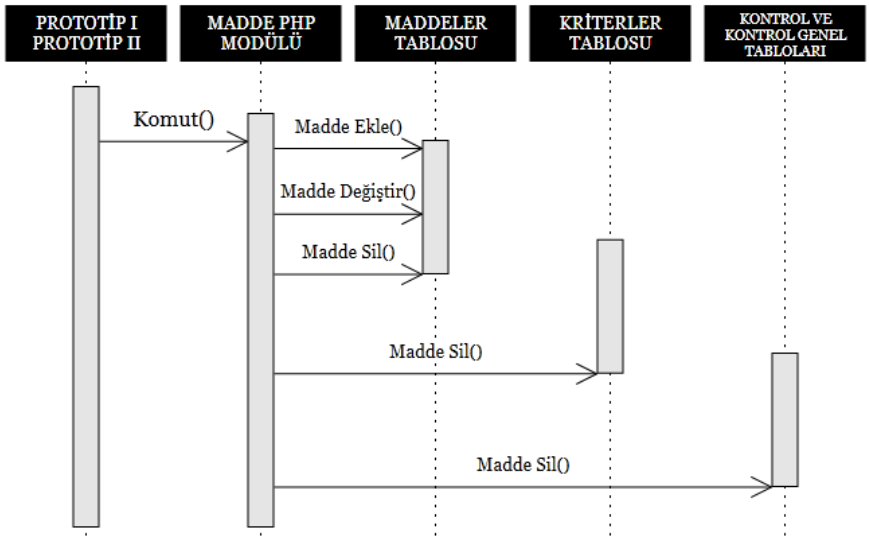
İş kalemi tabanlı PHP modüllerini kendi içerisinde üç bölüme ayırmak mümkündür. Bunlardan ilki iş kalemlerinin veri güncelleme, silme ve ekleme gibi işlemlerini yürüten iş kalemi PHP modülleridir. İkincisi iş kalemlerine tanımlı kalite kontrol maddelerinin veri güncelleme, silme ve ekleme gibi durumlarını veritabanına işleyen kalite kontrol maddelerine ait PHP modüllerdir. Son olarak iş kalemlerine ve aynı zamanda kalite kontrol maddelerine tanımlanmış olan kalite kontrol kriterlerine ait verilerin güncelleme, silme ve ekleme aksiyonlarının işlenip veritabanındaki tablolara ilgili kayıtların düzenlendiği kalite kontrol kriterlerine ait PHP modüllerdir.

İş kalemi PHP modülü projede var olan imalatlarla ilgili güncelleme yapılması gereken durumların veri yönetimini yapmaktadır. Modül genel olarak üç temel işlemden sorumludur. Bunlar iş kalemi ekleme, güncelleme ve silme olarak tanımlanabilir. Ekleme ve güncelleme durumları söz konusu olduğunda iş kalemi modülü iş kalemleri tablosuna verileri işlemektedir. Ancak projeden iş kalemi silme gibi bir durum söz konusu olduğunda modül sadece iş kalemleri tablosundan değil aynı zamanda kalite kontrol maddeleri ve kriterlerinin saklandığı tablolardan da ilgili iş kalemini silmektedir. Böylece veritabanında var olmayan bir iş kaleminin bağlantılı verileri de sistemden kaldırılmış ve daha sistematik bir veri yapılanması ortaya çıkarılmaktadır (Şekil 4.13).



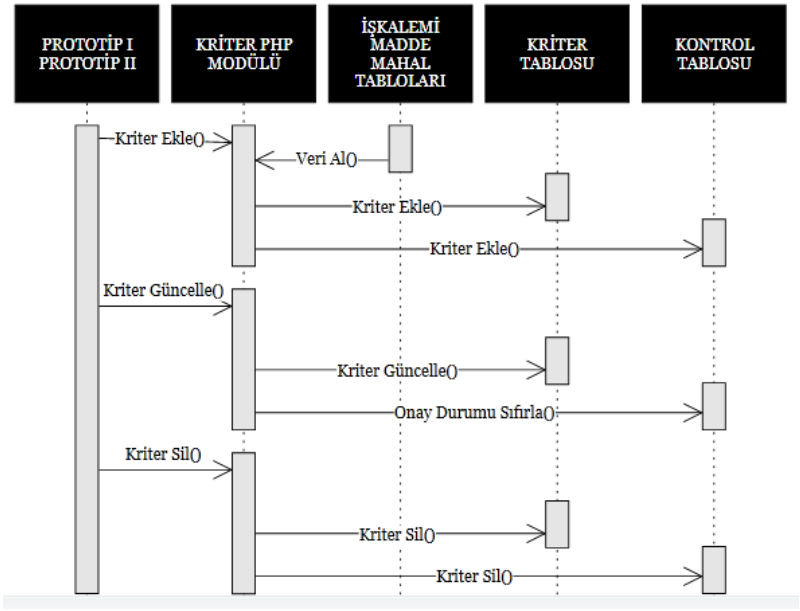
Şekil 4.13 : TASK modeli PHP iş kalemi modülü aktivite sıra diyagramı

TASK modelinde sözleşmede belirtilen her bir iş kalemi için kalite kontrol maddeleri bulunmaktadır. Sözleşmede yapılan değişiklikler veya işveren talepleri sonucunda iş teslimlerinde esas alınan kalite kontrol maddeleri değişebilir, yeni maddeler eklenebilir veya sistemden çıkarılabilir. Maddeler PHP modülü bütün bu işlemleri yerine getirmek için düşünülmüştür. Maddeler modülü kalite kontrol maddelerine yapılan eklemeleri ve değişiklikleri maddeler tablosunda anlık olarak gerçekleştirilmektedir. Sistem yöneticisi tarafından prototipler yardımıyla ilgili iş kaleminin kapsamından çıkarılan kalite kontrol maddeleri ise hem maddeler tablosundan hem de bu verilerin ilişki içerisinde olduğu kriterler ve kontrol tablolarından silinmektedir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 : TASK modeli PHP madde modülü aktivite sıra diyagramı

TASK modelinde saha imalat kontrollerinin yapılabilmesi için, her bir iş kaleminin kalite kontrol maddelerinin ve kalite kontrol kriterlerinin sisteme işlenmesi gerekmektedir. Kalite kontrol kriterleri bir imalatın saha personeli tarafından hangi koşullarda onaylanacağını ve hangi koşullarda reddedileceğini belirten yönlendirici ve yaptırımı sözleşme tarafından güvence altına alınmış olan standartlardır. Kalite kontrol kriterleri, iş kalemleri tabanlı modüllerden kriter modülü tarafından sisteme dâhil edilmekte ve ilgili aksiyonlar bu modülün içerisinde otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Sistem yöneticisi bir iş kaleminin ilgili kalite kontrol maddesine kriter eklemek istediğinde, kriter PHP modülü kriterler tablosuna ilgili kriteri eklemektedir. Ayrıca, modül kontrol tablosundan daha önceden eklenmiş ilgili iş kalemi ve kalite kontrol maddesine sahip mahal bilgilerini alarak, yeni kriteri mahal ve ilgili iş kalemi bilgileriyle yine kontrol tablosuna eklemektedir. Kalite kontrol kriterini silme durumu söz konusu olduğunda, hem kontrol hem de kriterler tablosundan ilgili kriter kimlik numarasına ait veriler kaldırılmaktadır. Son olarak, kalite kontrol kriterinde herhangi bir değişiklik olduğunda bu durum kriterler tablosunda işlenmektedir. Kontrol tablosunda bütün veriler kimlik numaraları ile birlikte tutulduğundan ve kriterin yazılı metni kontrol tablosunda bulunmadığından ötürü, kontrol tablosunda sadece ilgili kriterin geçtiği tüm satırlarda kalite kontrol onay durumları sıfırlanmakta ve ilgili kriter "beklemede (na)" durumuna geçirilmektedir. Böylece kriterin değişmiş olması sebebiyle sahada ilgili iş kaleminin ilgili kriteri saha personeli tarafından tekrar değerlendirilmiş olmaktadır (Şekil 4.15).

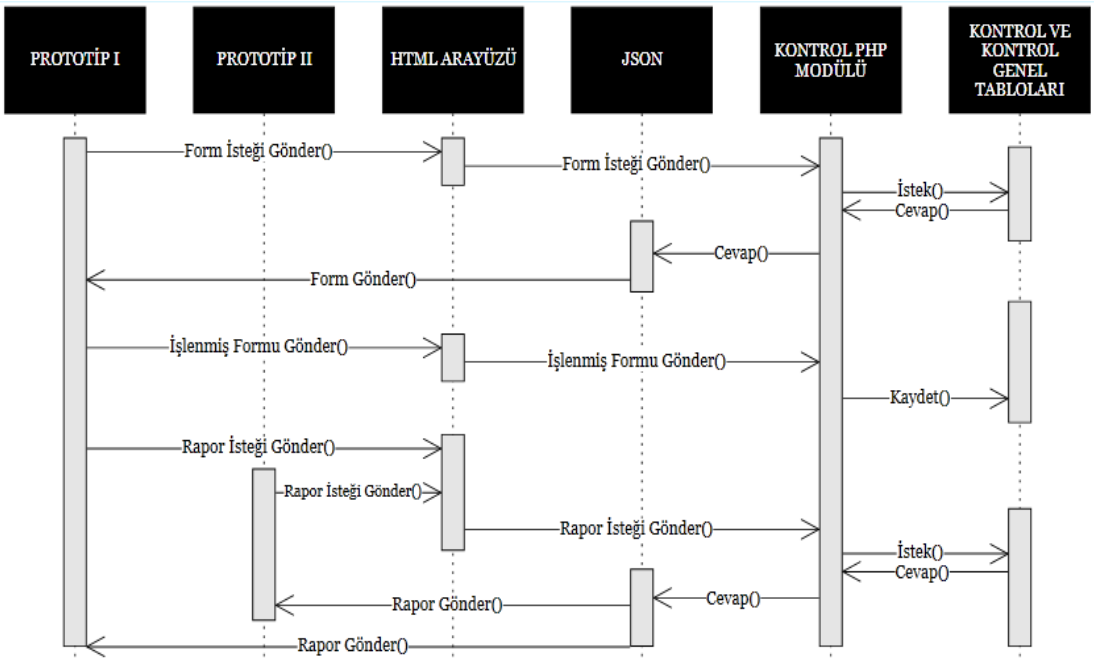


Şekil 4.15 : TASK modeli PHP kriter modülü aktivite sıra diyagramı

4.3.3 Saha imalat kontrol tabanlı PHP modülleri

TASK modelinde hem iş kalemi tabanlı veriler hem de lokasyon tabanlı veriler bulunmaktadır. "Veritabanı yapılanması" (Bölüm 4.2) bölümünde bahsedildiği üzere, bu veriler TASK modelinin iki temel ayağını oluşturmaktadır. TASK modeli bu iki tür veriyi bir araya getirerek saha personeli tarafından saha imalat kontrollerinde kullanılacak formların içeriğini oluşturmaktadır. Bu içerik genel olarak ortak veritabanındaki kontrol ve kontrol genel tablolarında saklanmaktadır. Kontrol ve kontrol genel tablolarındaki verilerin sağlıklı ve etkin bir şekilde yönetilmesi TASK modelinin genel etkinliği üzerinde büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple kontrol tablolarının verilerini düzenleyen ve ilgili kontrol formlarını oluşturan saha imalat kontrol tabanlı modüller PHP modüllerin içerisinde en önemli modüllerdir.

Kontrol PHP modüllerinin genel olarak iki işlevi vardır. Bunlardan ilki saha imalat kontrolleri ve raporlamalar için veritabanından ilgili saha imalat kontrol verilerini çekip JSON notasyonu ile prototiplere veri aktarımıdır. İkincisi ise saha imalat kontrolü gerçekleştikten sonra Prototip I tarafından gönderilen verileri onay ve ret durumlarına göre veritabanına işlemektir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16 : TASK modeli PHP kontrol modülü aktivite sıra diyagramı

Önceki bölümlerde bahsedilen PHP modüllerinin aksine saha imalat kontrol bazlı PHP modüllerinde "silme" durumu işlenmemiştir. Çünkü kontrol tabloları verilerin konsolide edilip bir araya getirildiği tablolardır. İçerisindeki verilerde bir değişiklik

yaşandığında diğer lokasyon ve imalat bazlı modüller kontrol tablosu içerisinde ilgili değişiklikleri yapmaktadır.

4.3.4 Firma ve kullanıcı tabanlı PHP modülleri

İnşaat projeleri, işin doğası gereği uzun süreçlerde gerçekleştirilmektedir. Bütün süreç içerisinde projede çok farklı firmalar ve saha imalat kontrollerini gerçekleştiren personel görev almaktadır. Bütün bu süreç içerisinde hem firmaların hem de kullanıcıların bilgileri etkin bir şekilde ortak veritabanında tutulmalıdır. Çalışma kapsamında bütün bu sürecin yönetimi firma ve kullanıcı tabanlı PHP modüller tarafından yapılmaktadır.

Projede görev alan tüm kullanıcıların ve bağlı oldukları firmaların tüm verilerinin yönetimi bu modüller içerisinde yapılmaktadır. Firma eklemeleri, firmaya ait bilgilerin güncellenmesi, firmalara eklenecek kullanıcılar, kullanıcının kendi profil bilgilerini güncellemesi ve her kullanıcının sisteme giriş yapabilmesi için gerekli şifre doğrulamaları bu modüller tarafından yapılmaktadır.

TASK modelinde sahada gerçekleşen her bir aksiyonun kimin tarafından yapıldığını görüntülemek amacıyla kullanıcı hesapları kavramı düşünülmüştür. Firma personelleri kullanıcı adı ve şifreleri ile sisteme giriş yapabilmektedir. Veritabanında tanımlı kullanıcı şifresinin, personelin girmiş olduğu şifre ile örtüşüp örtüşmediği kullanıcı modülleri içerisinde yapılmaktadır.

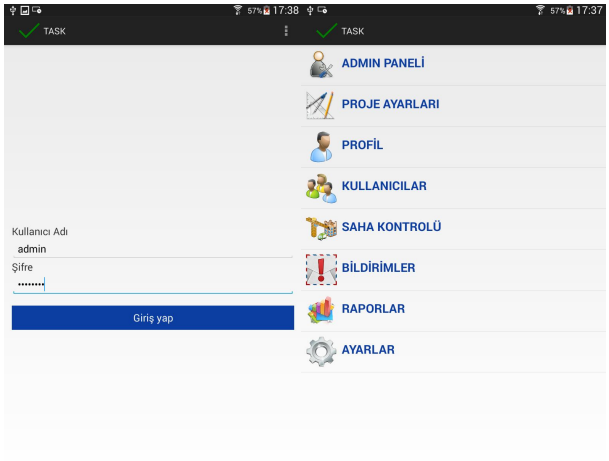
Önceki bölümlerde bahsedilen modüllerden farklı olarak sadece kullanıcı modüllerinde sistem yöneticisi dışında firma yetkililerinin de veritabanında değişiklik yapmasına izin verilmiştir. Firmalar tarafından kendi personeli içerisinde yetkili şahıslar (proje müdürü, insan kaynakları şefi vb.) kendi firmasına ait personeli TASK modeli içerisinde yönetebilmektedir. Örneğin, TASK modelinde tanımlanmış olan firmaya personel eklenmesi gerektiğinde, yetkili şahıs Prototip I ve II vasıtasıyla bu işlemi gerçekleştirebilmektedir. Aynı şekilde personelin firmadan ayrılması gibi durumlarda, yetkili şahıs bu personelin durumunu inaktif hale getirebilmektedir. Kullanıcı modülü kullanıcının durumuna bakarak ilgili kişinin sisteme giriş yetkisini sorgulamaktadır. Durumu “inaktif” hale getirilmiş firma kullanıcılarının sisteme giriş yapması kullanıcı PHP modülleri ile engellenmektedir.

Firma derecelendirmeleri saha organizasyonel şemasına göre sistem yöneticisi tarafından prototipler kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Kullanıcıların

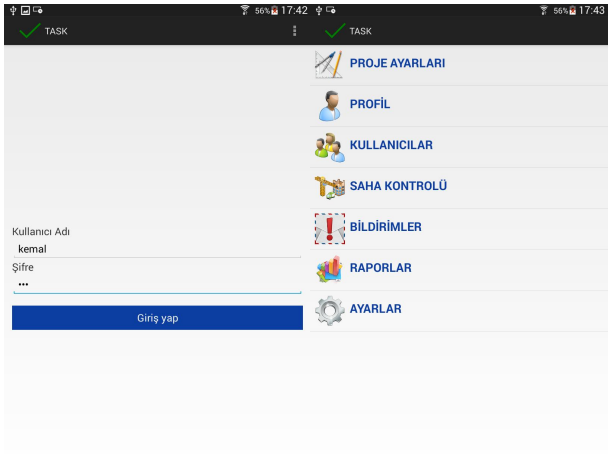
derecelendirmesi ise hem sistem yöneticisi hem de firma yetkilileri tarafından yapılabilmektedir. Firma derecelendirmeleri saha imalat kontrollerinde hiyerarşik sıralama için düşünülmüştür. Kullanıcı derecelendirmeleri ise kullanıcıların TASK modelinde hangi araçlara erişiminin sağlayacaklarını belirlemektedir. Örneğin, derecesi "1" olan personel en üst derecelendirmeye sahip olup TASK modelinde sistem yöneticisinin yetkileri hariç, personel ekleme çıkarma ve personel bilgilerini düzenleme gibi yetkileri elde edecektir. Derecelendirmesi "2" olan kullanıcının ise insan kaynakları yönetimine erişimi söz konusu olmamakla birlikte saha imalat kontrol yetkisi bulunmaktadır. Böylece, kullanıcı yetkilendirilmesi ile TASK modeli içerisinde görev alan şahıslar kendi yetkilerine göre prototipler içerisinde farklı ara yüzlere sahip olmaktadır.

5. PROTOTİP I: ANDROID TABANLI TAŞINABİLİR AYGIT MODELİ

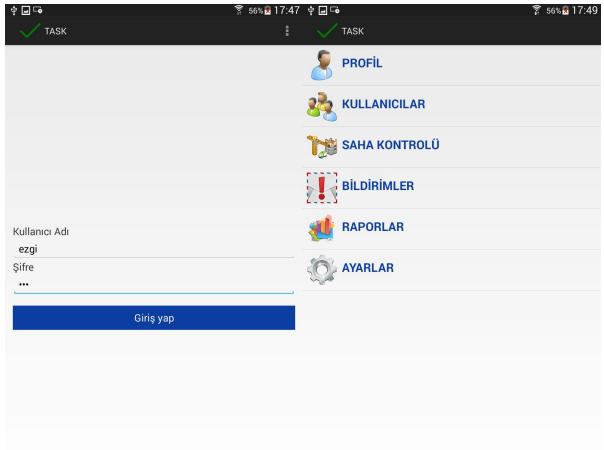
TASK modelinde saha imalat kontrolleri Prototip I üzerinden gerçekleştirilmektedir. Prototip I geleneksel saha imalat kontrollerinde kullanılan doküman ağırlıklı teslim formlarının dijital platforma aktarılması gerektiği düşüncesi ile oluşturulmuştur. Prototip I için geliştirilen JAVA tabanlı uygulama Android işletim sistemine sahip taşınabilir aygıtlar üzerinde çalışmaktadır. Prototip I 'in genel amacı geleneksel iş teslim formlarının ağır doküman yükünden kurtulmak ve veri kayıplarını engelleyip imalatlara dair en güncel bilgiyi anlık olarak veri tabanında saklamaktır. Ayrıca, bütün bunları yaparken, saha organizasyonel yapılanmasını göz önünde bulundurup imalat kontrollerini organizasyonel yapılanmaya göre ilerlemesini sağlamak, bilgi akışının kontrollü ve düzenli olmasını temin etmek Prototip I 'in amaçlarındandır. Prototip I 'i kullanmak için sistem yöneticisi tarafından veya firma yetkilileri tarafından ilgili şahıs için bir hesap açılmalıdır. TASK modeli içerisinde hesap açılan şahıs Prototip I üzerinden şifre ve kullanıcı adı ile sisteme giriş yapabilmektedir. Önceki bölümlerde bahsedildiği üzere her kullanıcının sistemdeki verilere erişimi farklıdır. Örneğin, sistem yöneticisi (admin) Prototip I 'e giriş yaptığında diğer kullanıcılardan farklı bir menü yapılanması (ara yüzü) ile karşılaşmaktadır. Aynı şekilde proje müdürü veya insan kaynakları sorumlusunun Prototip I ana menüsü, saha personelinin ana menüsünden farklıdır (Şekil 5.1, Şekil 5.2 ve Şekil 5.3).



Şekil 5.1 : Sistem yöneticisinin kullanıcı girişi ve Prototip I ana menüsü



Şekil 5.2 : Proje müdürü - yetkili kullanıcı girişi ve Prototip I ana menüsü

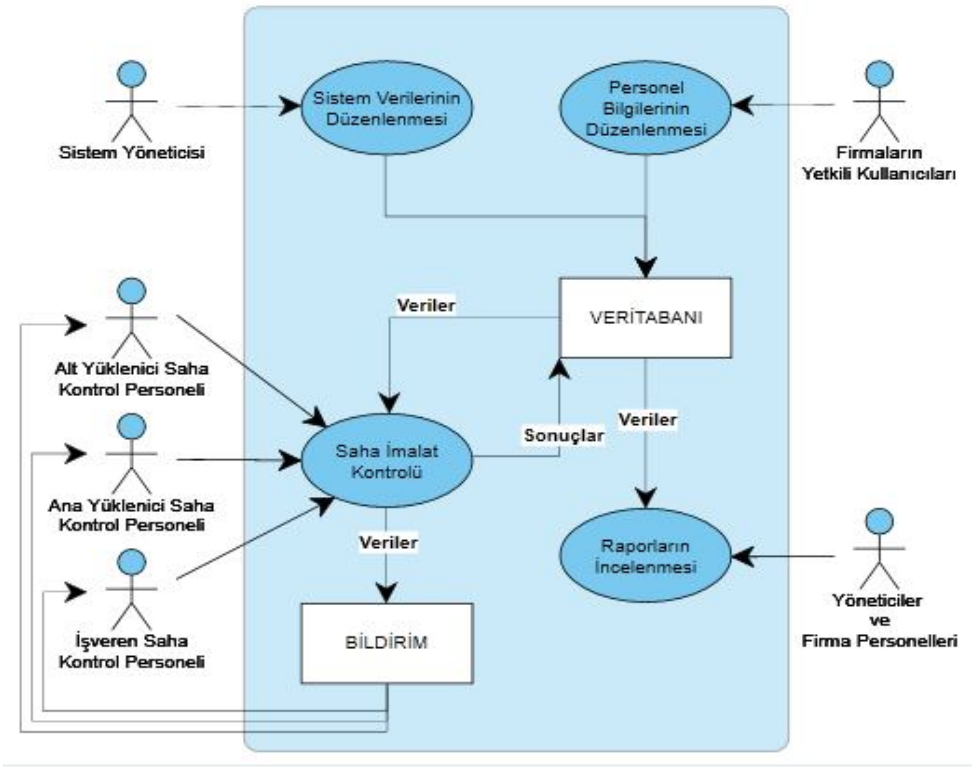


Şekil 5.3 : Saha personeli - standart kullanıcı girişi ve Prototip I ana menüsü

Şekillerde görüldüğü üzere farklı yetkilere sahip kullanıcıların Prototip ana menü ara yüzü ve ilgili verilere erişimi farklı olmaktadır. Prototip I içerisinde bahsedilen yetkilendirmelere ve firma personellerin görev tanımlarına uygun olarak farklı kullanım senaryoları ortaya çıkmaktadır (Şekil 5.4).

Yapım projesinde görev alan personelin iş tanımına uygun olarak çalışma kapsamında Prototip I için kullanım senaryoları oluşturulmuştur. Süreç TASK modeli sistem yöneticisinin saha imalat kontrollerinde kullanılacak olan iş kalemi, kalite kontrol maddeleri, mahal ve kullanıcı bilgileri gibi verileri veritabanına kaydetmesiyle başlamaktadır. Ardından, firmaların saha personelleri tarafından gerçekleştirilen saha imalat kontrollerine ilişkin sonuçlar veritabanına kaydedilmekte ve kullanıcılara ilgili bildirimler gönderilmektedir. Sonraki adımda ise veritabanına kaydedilen bilgiler, yöneticilere ve firma personellerine sunulmak üzere Prototip I

tarafından işlenerek rapor formatına getirilmektedir. Prototip I ‘in bu süreç içerisinde kullanımına dair senaryolar ilgili bölümlere dahil edilmiştir.



Şekil 5.4 : Prototip I Kullanım Senaryoları Diyagramı

Prototip I ‘in içerisindeki modüller ve ilgili bölümler sekiz başlık altında toplanabilir. Bu bölümlere ilişkin detaylı UML sınıfları Ek B1 içerisinde verilmiştir.

5.1 Sistem Yöneticisi Paneli

Sistem yöneticisi (admin) işveren tarafından seçilmiş şahıs veya kurumları temsil etmektedir. Sistem yöneticisi inşaat projesinde kullanılan TASK modeline yapım projesine ait mahal, iş kalemi, firma ve personel bilgilerini dahil edip gerekli güncellemeleri yapmaktan sorumludur. Bu güncelleme ve veri düzenlemeleri TASK modeli içerisinde bulunan Prototip I ve II yardımıyla yapılabilmektedir. Prototip I ‘e admin şifresi ve kullanıcı adı ile giriş yapan bir sistem yöneticisi diğer kullanıcılardan farklı olarak “admin paneli” bölümünün kendisine aktif hale gelmiş olduğunu görecektir. Bu bölümden sistem yöneticisi projeye ait bütün güncellemeleri, veri eklemelerini ve silme işlemlerini gerçekleştirebilecektir.

Yönetici panelinde projede faaliyet gösteren firmalar, firma kullanıcıları, projenin lokasyon tabanlı verileri (kısımlar, mahaller vb.) ve iş kalemi tabanlı verileri

yönetilmektedir. Önceki bölümlerde bahsedildiği gibi Android işletim sistemi tabanlı Prototip I, HTML ara yüzlerini kullanarak PHP modüllere ilgili verileri aktarmaktadır. PHP modülleri ise verileri işleyip veritabanındaki tablolarda gerekli değişiklikleri gerçekleştirmektedirler.

Kullanım senaryosu: Sistem Verilerinin Düzenlenmesi (Şekil 5.4)

Aktörler: TASK Modeli Sistem Yöneticisi

Kısa Tanım: Bu senaryo ile saha imalat kontrollerinde kullanılacak olan sistem verilerinin TASK modeli veritabanına Prototip I ile işlenmesi anlatılmaktadır.

Ön Koşullar:

- Yapım projesinde görev alacak firma ve personellerine ilişkin bilgiler kesinleşmelidir.
- Yapım projesinin mahal ve iş kalemi bilgilerinin netleşmesi gerekmektedir.
- Saha imalat kontrollerinde saha personelinin esas alacağı kalite kontrol ve teslim şartlarının işveren tarafından onaylanmış ve belirlenmiş olması gerekmektedir.

Olay Akışı:

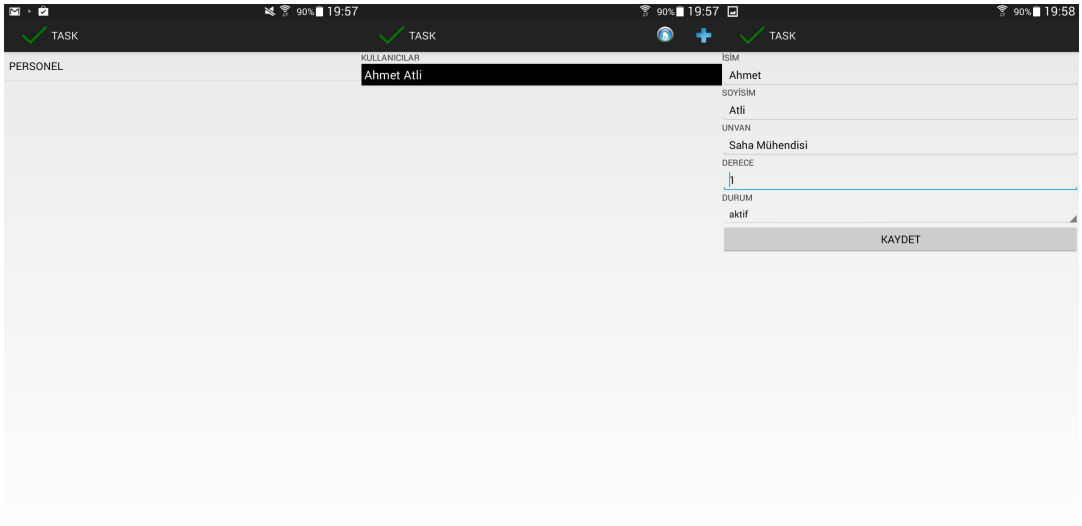
- Sistem yöneticisi kullanıcı adı ve şifresi ile Prototip I üzerinden sisteme giriş yapar.
- "Admin Paneli" bölümüne girerek yapım projesinde görev alacak olan firmaların ve kullanıcıların bilgilerini, kendisine tebliğ edilmiş yetkileri ile birlikte form üzerine işler ve kaydet tuşuna basarak ilgili verileri veritabanına kaydeder.
- Yapım projesinin tasarımında ortaya çıkan iş kalemi listesini esas alarak tüm imalat bilgilerini girer. Tüm imalat kalemleri için işveren firma tarafından onaylanmış olan kalite kontrol ve teslim kriterlerini iş kalemi formuna işler. Ardından kaydet tuşuna basarak ilgili verileri veritabanına kaydeder.
- Yapım projesinin tasarımında ortaya çıkan mahal listesini esas alarak her bir mahale ait kat, kot, aks, mahal kodu ve mahal adını mahal formuna işler. Form içerisinde daha önceden girilmiş iş kalemlerine ait listeden ilgili

mahalde bulunan iş kalemlerini işaretler ve kaydet tuşuna basarak verileri veritabanına kaydeder.

Senaryo: Yapım projesinin sistem yöneticisi olan Ali Bey işveren firma yetkilisi Seyfettin Bey ‘den yapım projesine ait firmalara, kullanıcılara, mahallere, iş kalemlerine ve kalite kontrol kriterlerine ilişkin listeleri talep eder. İlgili listeleri temin eden Ali Bey, Prototip I yazılımını taşınabilir cihazı üzerinden açarak kullanıcı bilgileri ile sisteme giriş yapar. Sistem yöneticisi kullanıcı hesabıyla sisteme giriş yapan Ali Bey, kendisi için özelleştirilmiş olan “Admin Paneli” bölümüne girerek Seyfettin Bey ‘den temin etmiş olduğu verileri ilgili menüleri kullanarak kaydeder.

5.2 Proje Ayarları

Proje ayarları bölümü sistem yöneticisinden bağımsız olarak firmalardaki yetkili şahısların kendi personellerine ait bilgilerini ekleyip, düzenleyebildiği bölümdür. İnşaat projesinde görev alan personel müdürleri veya proje müdürleri sistem yöneticisine bağlı kalmadan kendi firmalarındaki şahısların yönetimini bu bölümden gerçekleştirebilmektedirler. Bu modül sayesinde firma yetkilisi projede görev alacak personelini TASK modeline dahil edebilmekte ve aynı şekilde gerekli olduğunda kişiye ait bilgileri düzenleyebilmektedir. Bu bölümde ayrıca eklenen personelin derecesi belirlenerek modüllere erişimi seviyesi belirlenebilmektedir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5 : Prototip I proje ayaları bölümü

TASK modeli içerisinde personelin sistemden silinmesi gibi bir durum söz konusu değildir. Çünkü ilgili şahısın geçmişte gerçekleştirdiği imalat yorumları, saha

kontrolleri ve ilgili aksiyonlarına ait bilgiler raporlama safhasında kullanıcılar tablosundaki kimlik numaraları ile eşleştirilmekte ve aksiyonun kimin tarafından gerçekleştirildiği görülebilmektedir. Bu nedenle firma yetkilileri personeli sistem dışına çıkarmak istediğinde durumunu "inaktif" hale getirmektedir. Böylece ilgili şahısın TASK sistemine giriş yapmasının önüne geçilmektedir.

Kullanım senaryosu: Personel Bilgilerinin Düzenlenmesi (Şekil 5.4)

Aktörler: Firmaların yetkili kullanıcıları

Kısa Tanım: Bu senaryo ile firmaların talepleri üzerine sistem yöneticisi tarafından yetkilendirilmiş şahısların firmalarında görev alan personele ilişkin bilgileri düzenlemesi açıklanmaktadır.

Ön Koşullar:

- Yapım projesinde görev alan firmanın personel ayarlarına erişebilmesi için sistem yöneticisine ilgili talebin yapılması gerekmektedir.
- Firma talepleri doğrultusunda ilgili kullanıcıya sistem yöneticisi tarafından gerekli yetkilendirmenin yapılmış olması gerekmektedir.

Olay Akışı:

- Sistem yöneticisi tarafından yetkilendirilmiş şahıs kullanıcı adı ve şifresiyle Prototip I üzerinden sisteme giriş yapar.
- Yetkilendirilmiş şahıs ana menüde bulunan "Proje Ayarları" bölümüne girerek firmasında bulunan personel listesini görüntüler.
- Personel listesine eklemek istediği şahısın bilgilerini form üzerinden girerek kaydet tuşuna basar ve ilgili bilgileri TASK veritabanına kaydeder.
- Personel bilgilerinin güncellemesi durumunda ilgili personeli seçerek form üzerinde düzeltmeleri gerçekleştirip kaydet tuşuna basar ve tüm bilgileri TASK modeli veritabanına kaydeder.
- Gerekli görülen durumlarda personelin aktiflik durumunu değiştirerek personelin TASK sistemine giriş yapmasını engeller.

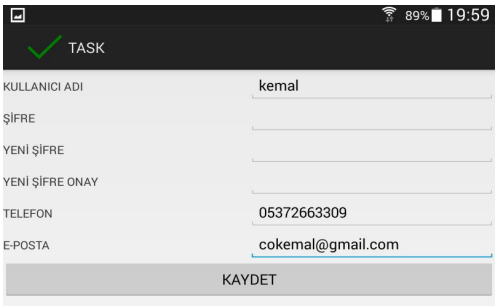
Senaryo: Yapım projesinde firma talebi doğrultusunda sistem yöneticisi Ali Bey tarafından yetkilendirilmiş olan Ömer Bey tablet bilgisayarına yüklenmiş olan Prototip I üzerinde kullanıcı adı ve şifresini kullanarak TASK sistemine giriş yapar.

Yetkilendirilmiş kullanıcı ara yüzünden “Proje Ayarları” bölümüne girerek, firmada işe yeni başlamış olan Ekrem Bey ‘in bilgileri personel formuna işleyerek kaydet tuşuna basar. Telefon numarası değişmiş olan Eren Bey ‘in bilgilerini görüntüleyerek yeni telefon numarasını personel formuna işleyerek kaydet tuşuna basar. İşten ayrılmış olan Serkan Bey ‘in bilgilerini görüntüleyerek hesap durumunda “inaktif” kutucuğunu işaretler ve kaydet tuşuna basar.

5.3 Profil

Bir inşaat projesi kapsamında şahıslar arası iletişimin ve sosyal bağlantılarının ne derece önemli olduğu düşünülerek TASK modelinde her personel için bir kullanıcı hesabı gerektiği ortaya konulmuştur. İnşaat projesi kapsamında TASK modelini kullanan her personele bir hesap açılmaktadır. Hesabın açılması ve bilgilerin düzenlenmesi ile ilgili olarak Bölüm 5.1 ve 5.2 ‘de gerekli açıklamalar yapılmıştır. Açılan hesap ile birlikte kullanıcıya ait isim, soy isim, unvan, telefon, e-posta ve kullanıcı derecesi gibi bilgiler sisteme tanımlanmaktadır. Firma kullanıcısı kullanıcı adı ve şifresi ile TASK sistemine giriş yaparken kimlik doğrulaması yapmaktadır. Böylece sistemde gerçekleştirilen her bir eylemin kimin tarafından yapıldığı takip edilebilmektedir. Telefon ve e-posta gibi kişisel bilgilerin sistemde kayıtlı olması, inşaat projesinde görev alan diğer personelin ilgili kişiyle olan iletişimini daha etkin hale getirebilecektir. Böylece inşaat projesinde görev alan farklı firmalarda çalışan personele ait iletişim listelerinin güncellenmesi anlık olarak yapılabilecek ve proje iletişim rehberi ortaya çıkabilecektir.

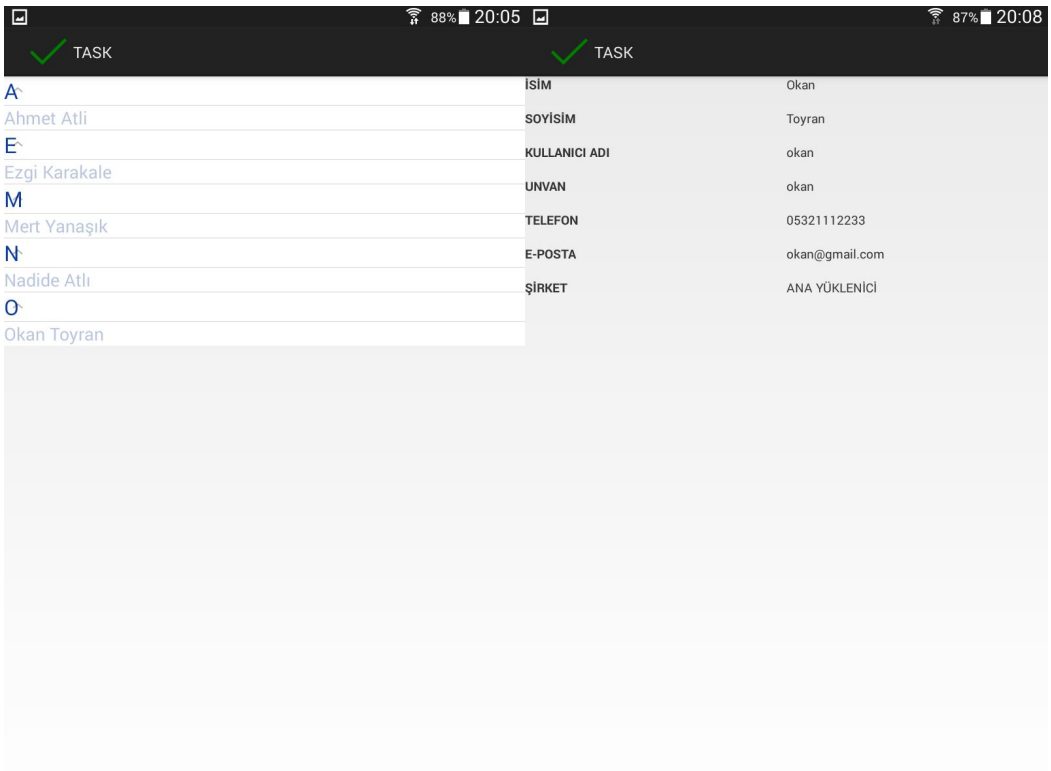
TASK kullanıcılarının kişisel bilgilerini düzenleyebilmesi ve güncelleyebilmesi için profil bölümü düşünülmüştür. Böylece kişisel bilgilerde değişiklik yapılması gerektiğinde veya kullanıcı sisteme giriş şifresini değiştirmek istediğinde profil bölümünü kullanabilecektir (Şekil 5.6).



Şekil 5.6 : Prototip I kullanıcı profili güncellemesi

5.4 Kullanıcılar

İnşaat projesinde görev alan firma kullanıcıları birbirleri ile sürekli iletişim halindedir. Bu iletişimin bir kısmı sözel bir kısmı ise yazılı iletişim araçları ile sağlanmaktadır. Büyük ölçekli bir projede, çalışan listesi ve ilgili iletişim bilgileri düzenli olarak sorumlu kişiler tarafından güncellenmektedir. Böylece projeye dahil olan kişilerle birlikte bütün personele ait e-posta, telefon numaraları gibi bilgilerin güncellenerek bütün firmalara dağıtımı yapılmaktadır. TASK modeli ile bu listenin güncellenmesi ve dağıtımı gibi görevler ortadan kaldırılmıştır. Herhangi bir firmada yeni işe başlayan personel, TASK modeline sistem yöneticisi tarafından dahil edilmesiyle birlikte, bu kişinin bütün iletişim bilgileri sistem tarafından tanınacak ve anlık olarak hiçbir yetki gerekmeksizin diğer TASK modeli kullanıcıları tarafından görüntülenebilecektir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7 : Prototip I - Kullanıcı iletişim bilgilerini görüntüleme

Prototip I ‘in kullanıcılar bölümü kullanılarak projede görev alan bütün şahısların iletişim bilgilerine ulaşmak mümkündür. Böylece saha personeli şantiye ofisine dönmeden, bulunduğu mahalden Android tabanlı taşınabilir aygıtı vasıtasıyla iletişime geçmek istediği kişinin kişisel bilgilerine ulaşabilmektedir. Böylece çoğu

şantiyede kullanılmakta olan iletişim listelerinin otomasyonu sağlanmıştır. Bu listenin otomasyon içerisine dahil edilmesi ile liste güncellemelerinden doğan zaman ve kişisel iletişim bilgi kayıplarının önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

5.5 Saha Kontrolü

Saha kontrol bölümü TASK modelinin en önemli birimlerinden birisidir. Çalışma kapsamında TASK modeli geliştirilirken düşünülen en büyük hedef inşaat projelerinde kullanılan teslim formlarının dijital platforma aktarılması olmuştur. Bu hedef doğrultusunda geleneksel inşaat saha imalat kontrol ve iş teslim tutanakları Android işletim sistemini kullanan tabletlerde görüntülenmek üzere Prototip I üzerinde oluşturulmuştur. Böylece saha personelinin her an yanında taşıyabileceği mobil cihazların geleneksel tutanakların yerini alması ve böylece vaka analizlerinde de bahsedildiği üzere veri konsolidasyonunda karşılaşılan güçlükler ve kayıpların önüne geçilmesi düşünülmüştür. Bunların yanı sıra bilginin bütün saha personeli arasında anlık olarak paylaşılabilmesi mümkün kılınmıştır.

Prototip I üzerinde bulunan saha kontrol modülü saha personeli arasından gerçek zamanlı etkileşimlere olanak vermektedir. Geleneksel doküman yüklü saha imalat kontrolleri yapılırken iş teslim ve kalite kontrol dokümanları imalatın yapıldığı yere götürülüp kontroller gerçekleştirilmektedir. Gerçekleştirilen saha kontrollerinde imalat ile ilintili tüm alt yükleniciler, ana yükleniciler ve mal sahibi (işveren) nadiren bir araya gelir ve imalatı birlikte incelerler. Çoğu inşaat projesinde var olan hiyerarşik organizasyonel yapılanma neticesinde, alt yüklenici tamamlamış olduğu imalatın teslimi ve kontrolü için hiyerarşik yapıdaki bir üst birim olan ana yükleniciye talepte bulunmaktadır. Talep neticesinde ana yüklenici firmanın personeli, alt yüklenici firmanın personeli ile bir araya gelip ilgili imalatın kontrolünü gerçekleştirirler. Kontrol gerçekleştirilirken, ana yüklenici firma personeli imalatın kalite kontrol standartlarına ve işveren sözleşmesine uygunluğunu denetleyip gerek gördüğü uygunsuzluk durumlarında tutanaklara imalat hatalarını işaretlemektedir. Uygunluk tespitinde ise ana yüklenici personeli, alt yüklenicinin imalatı kalite kontrol standartlarına ve işveren sözleşmesine uygun bir şekilde tamamladığını tutanağa kendi imzasını atarak onaylamış olur. Benzer şekilde ana yüklenici alt yüklenici firmadan almış olduğu imalatları, hiyerarşik yapıda bir üst birim olan mal sahibi veya işveren temsilcilerine kabul ettirmek zorundadır. Bu

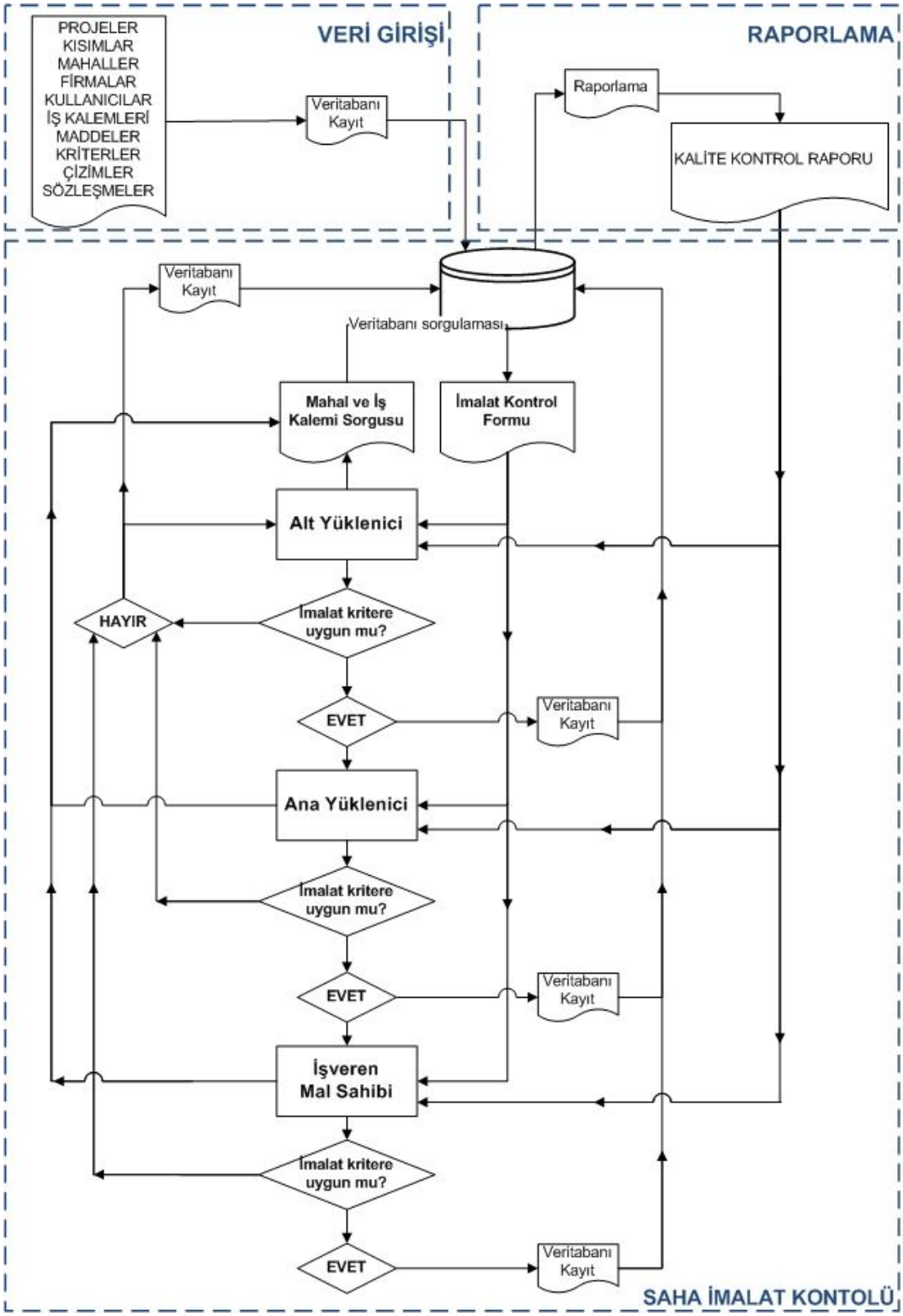
sebeple kalite kontrol iş teslim formunu alt yükleniciden devralan ana yüklenici, işveren temsilcisine ilgili imalatın teslimi için talepte bulunur. Talep üstüne, işveren firma ile ana yüklenici firma saha imalat kontrollerini yerinde tespit için ilgili mahale gidip benzer iş teslim prosedürlerini izlemektedirler. Uygunsuzluk söz konusu olduğunda işveren gerekli düzeltmeleri yapması için ana yükleniciye ilgili ikazlarda bulunur ve gerekli gördüğü noktalarda tutanaklar üzerine imalat hatalarını not eder. İmalat hataları ve uygunsuzlukları söz konusu olduğunda ana yüklenici, ilgili imalat hatasının giderilmesi için hiyerarşik yapıda bir alt birim olan alt yükleniciye imalat kusurlarını belirtip düzeltilmesi için aksiyon talebinde bulunur ve süreç böylelikle hiyerarşik yapıdaki en alt birime geri dönmüş olur.

Geleneksel yöntemlerdeki süreç incelendiğinde bu tür bir yapılanmanın büyük ölçekte veri kayıplarına ve ağır doküman yüküne sebep verebileceği anlaşılmaktadır. Özellikle büyük ölçekli projelerde mahal sayısının binler ile ifade edildiği projelerde iş kalemleri sayısı on binler ile ifade edilmektedir. Dosya, tutanak ve evrak trafiğinin bu denli yoğun olduğu projelerde, doküman trafiğinin inşaat projesi firma organizasyonel yapısınca belirlenmiş olan hiyerarşik yolu izlemesi ve takip edilmesi çok güçtür. Bu sebeple bütün bu hiyerarşik yapılanmanın denetlendiği, trafiğin istenilen yönde akışını sağlayan, veri ve doküman yükünden kaynaklı zaman kayıplarının önüne geçmek için Prototip I içerisinde bulunan "Saha İmalat Kontrol" bölümü geliştirilmiştir.

Prototip I içerisinde veri trafiği otomatik olarak düzenlenmektedir. Veri trafiği firmalara ve kullanıcılara hiyerarşik yapı takip edilerek anlık olarak iletilmektedir. Veri trafiğinin yönetimi daha önceki bölümlerde bahsedildiği üzere ağ tabanlı PHP modüller ile prototiplerin eş zamanlı çalışması ile mümkün kılınmıştır.

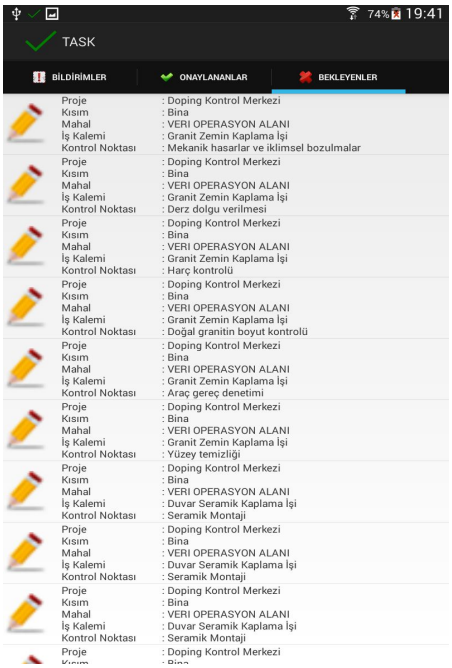
TASK modeli içerisinde saha imalat kontrolleri geleneksel yöntemlerdeki gibi iş kalemleri temel alınarak değil, iş kalemlerine bağlı kalite kontrol kriterlerine göre yapılmaktadır. Geleneksel yöntemlerde kusurun diğer kalite kontrol kriterleri ile ilintili olup olmadığına bakılmaksızın iş kaleminin teslimi bir üst birime gerçekleşmemektedir. Ancak TASK modeli iş kalemini bir bütün olarak görmekten çok ilgili tüm kalite kontrol kriterlerini birer teslim tutanağı olarak görmektedir. Dolayısıyla, alt birimler tarafında onaylanmış olan kalite kontrol kriteri, ilgili iş kalemindeki diğer kalite kontrol kriterlerinin onay durumuna bakılmaksızın onay için bir üst birime sevk edilmektedir.

TASK modeli kapsamında ve tanıtımında örnek proje olarak bir doping kontrol merkezi inşaatı ele alınmıştır. Çalışmanın ilerleyen bölümleri bu örnek proje üzerinden anlatılacaktır. Prototip I tarafından gerçekleştirilen örnek bir saha imalat kontrol ve teslim prosedürü aşağıdaki süreci izlemektedir (Şekil 5.8).



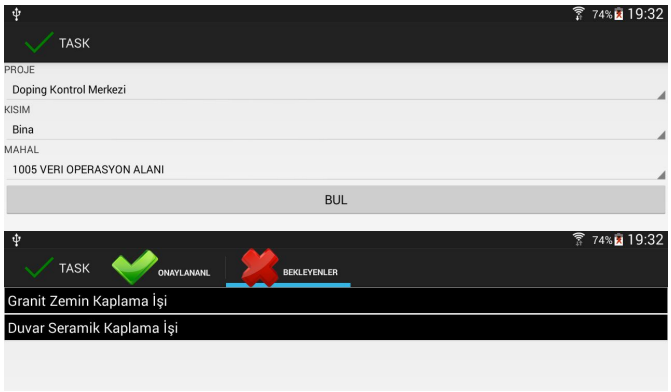
Şekil 5.8 : Saha imalat kontrolleri prosedür şeması

- Alt yüklenici Bölüm 5.6 ‘da bahsedilecek olan “Yapılacaklar Listesi” ‘den mahallere göre tamamlaması gereken iş kalemlerini görüntüler (Şekil 5.9).



Şekil 5.9 : Alt yüklenici firma “Yapılacaklar listesi”

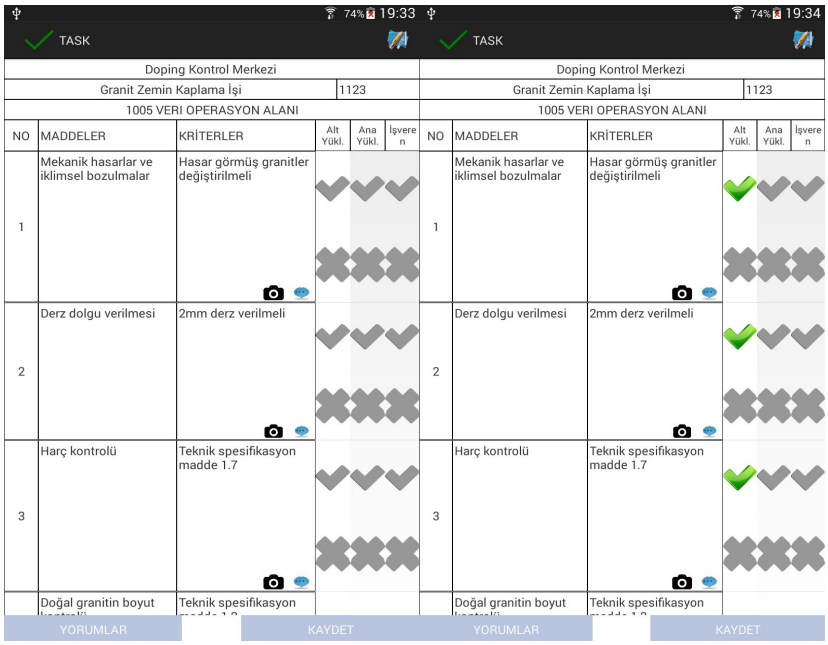
- Tamamlanması gereken iş kalemi alt yüklenici tarafından bitirildikten sonra alt yüklenici saha personeli Prototip I yardımıyla “Saha Kontrolü” bölümüne girerek ilgili mahali seçer. Seçilen mahalde bulunan bütün iş kalemleri içerisinden tamamlamış olduğu iş kalemine tıklar (Şekil 5.10).



Şekil 5.10 : İmalat kontrol tutanağı istek formu

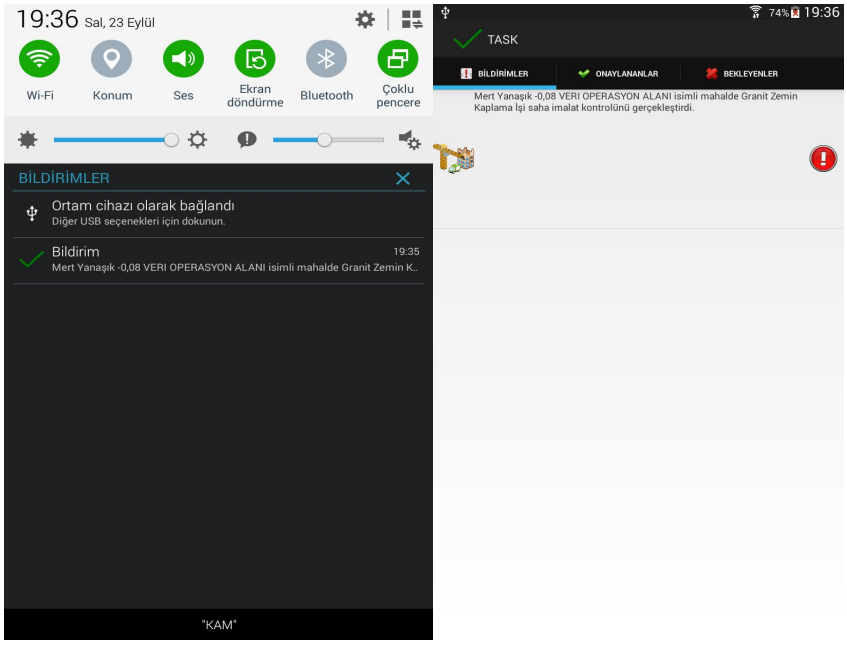
- Prototip I ağ tabanlı PHP modüller ile iletişime geçerek saha imalat kontrol ve teslim tutanağını dijital olarak Prototip I üzerinde oluşturur. Oluşturulan formda alt yüklenici tamamlamış olduğu imalatı oluşturulan kontrol formu ile kıyaslayarak kalite kontrol kriterlerine uygunluğunu denetler. Uygun gördüğü

kalite kontrol kriterlerini onay konumuna getirir. Kendisinin veya hiyerarşik yapıdaki üst firmaların uygun görmediği kalite kontrol kriterleri için gerçekleştirmiş olduğu imalatta düzeltmeler yapar ve sonra o kalite kontrol kriterlerini de onay durumuna getirir (Şekil 5.11).



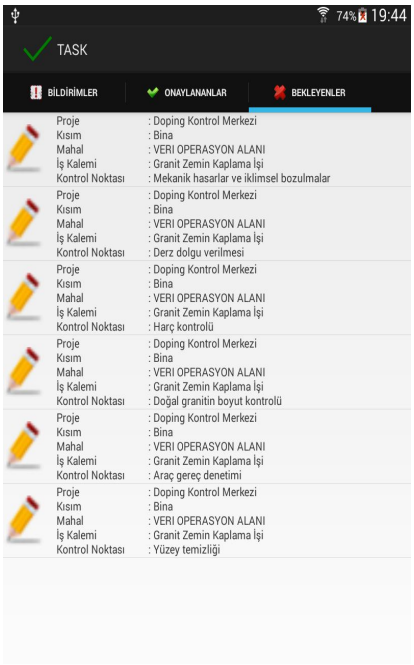
Şekil 5.11 : Boş ve alt yüklenici tarafından işlenmiş kontrol tutanağı

- Alt yüklenicinin saha imalat kontrolünü gerçekleştirmiş olduğuna dair veriler TASK sistemine kayıtlı bütün kullanıcılara GCM teknolojisinden yararlanılarak bildirimler ile iletilir (Şekil 5.12).



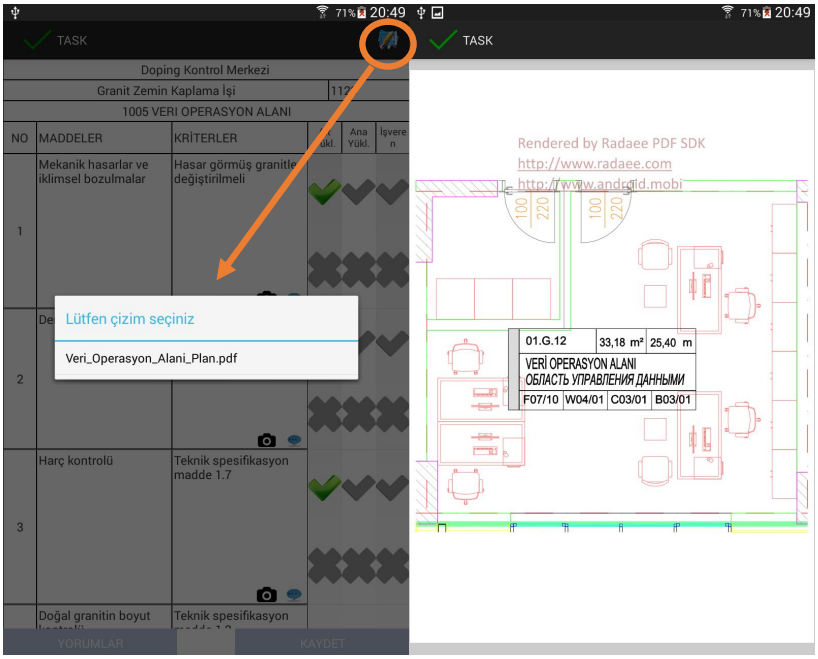
Şekil 5.12 : Tüm kullanıcılara gönderilen alt yüklenici imalat kontrolü bildirimi

- Alt yüklenicinin mahal bilgilerini seçerek ilgili iş kalemlerine vermiş olduğu bütün kalite kontrol kriter onayları, hiyerarşik yapıdaki bir üst birim olan ana yüklenici firma ve personellerinin "Yapılacaklar Listesi" 'ne eklenir.
- Bildirimler bölümünde ana yüklenici firma personelleri yapılacaklar listesine girerek alt yüklenici tarafından onaylanmış ve ana yüklenici firmanın saha kontrolünü bekleyen tamamlanması gereken kendi görevlerini incelerler (Şekil 5.13).



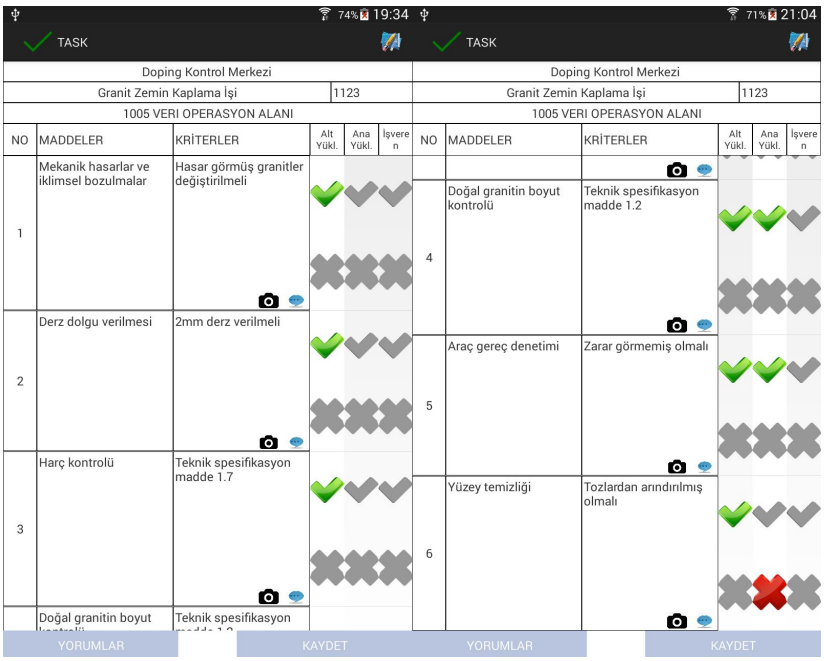
Şekil 5.13 : Alt yüklenici onayı sonrası ana yüklenici firma "Yapılacaklar Listesi"

- Ana yüklenici firma personeli görev listesinde bulunan bekleyen saha imalat kontrollerini proje iş programını göz önünde bulundurarak seçer.
- Belirlenen mahaldeki ilgili iş kaleminin saha imalat kontrol ve iş teslimini gerçekleştirmek üzere ilgili imalatın bulunduğu lokasyona Prototip I ile birlikte gider.
- Görev listesinden ilgili imalat kontrol formuna direk erişim sağlayarak alt yüklenici tarafından gerçekleştirilmiş olan imalatın iş kalemi kalite kontrol kriterlerine uygunluğunu denetler.
- İmalat kontrolü gerçekleştirilirken firma personelleri ilgili mahalin çizimlerine kontrol tutanağı üzerinden erişip görüntüleyebilirler (Şekil 5.14).



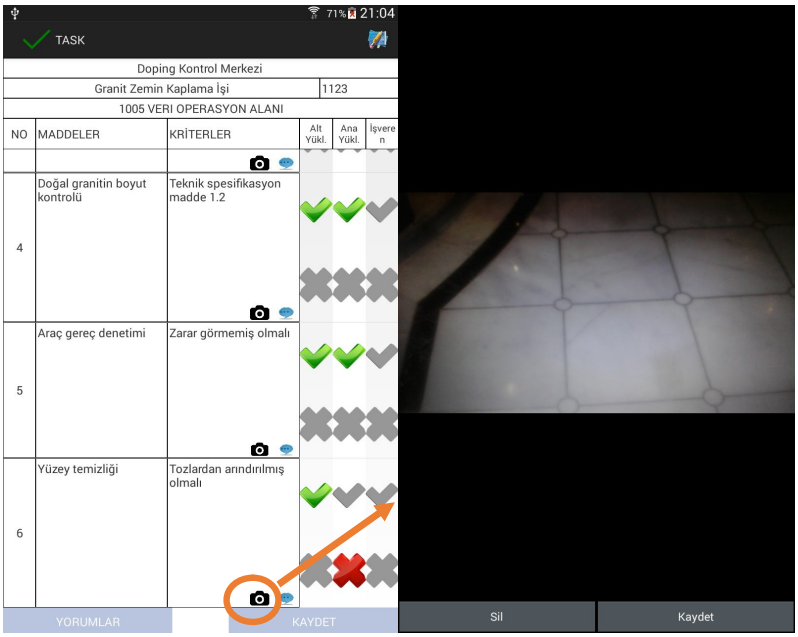
Şekil 5.14 : Saha imalat kontrolünde ilgili mahalin çizim dosyasına erişim

- Ana yüklenici saha personeli Prototip I üzerinde oluşturulan saha kontrol tutanağını inceleyerek kalite kontrol kriterlerine uygunluk tespit ettiğinde ilgili kriteri onay durumuna getirir. Gerçekleştirilen imalat ile belirtilen kalite kontrol kriterleri arasında uygunsuzluk tespit edildiğinde ana yüklenici kriteri "ret" durumuna getirir. Şekil 5.15 'de alt yüklenici ve ana yüklenicinin kalite kontrol tutanağı üzerinde işaretlediği onay ve ret durumları görülmektedir.



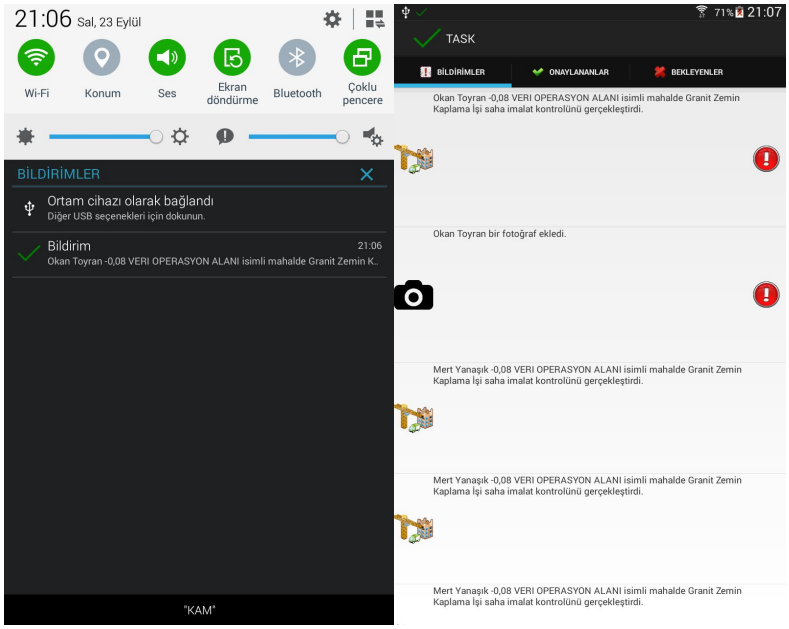
Şekil 5.15 : Ana ve alt yüklenici değerlendirmelerinden sonra kontrol tutanağı

- Ana yüklenici uygunsuzluğu görselleştirmek istediğinde kusurlu imalatın resmini çekebilmektedir. İlgili kriterin altında bulunan fotoğraf simgesine tıklayarak imalat hatalarını kayıt altına almış olur (Şekil 5.16).



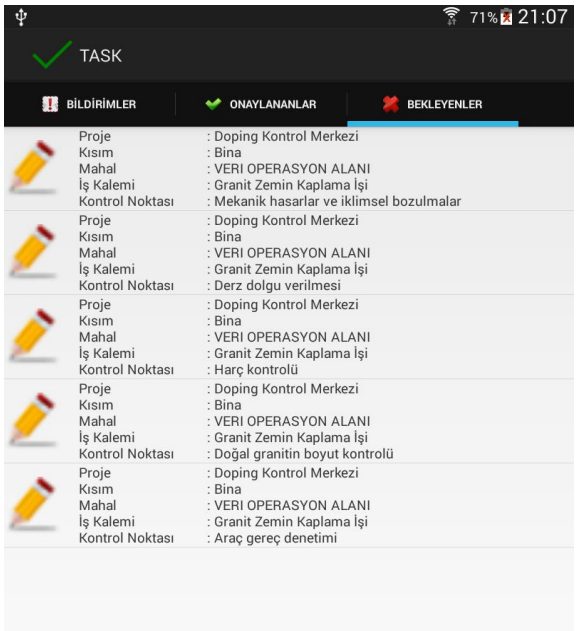
Şekil 5.16 : Saha imalat hatalarının Prototip I yardımıyla görselleştirilmesi

- Saha imalat kontrolünde uygun ve uygunsuz durumların tespitini yapan ana yüklenici saha personeli imalat kontrol tutanağı kaydeder. Kayıt altına alınan belge ve saha kontrolünde gerçekleştirilen her türlü aksiyon GCM ile birlikte bütün kullanıcılara bildirim ile iletilir (Şekil 5.17).



Şekil 5.17 : Tüm kullanıcılara gönderilen ana yüklenici imalat kontrolü bildirimi

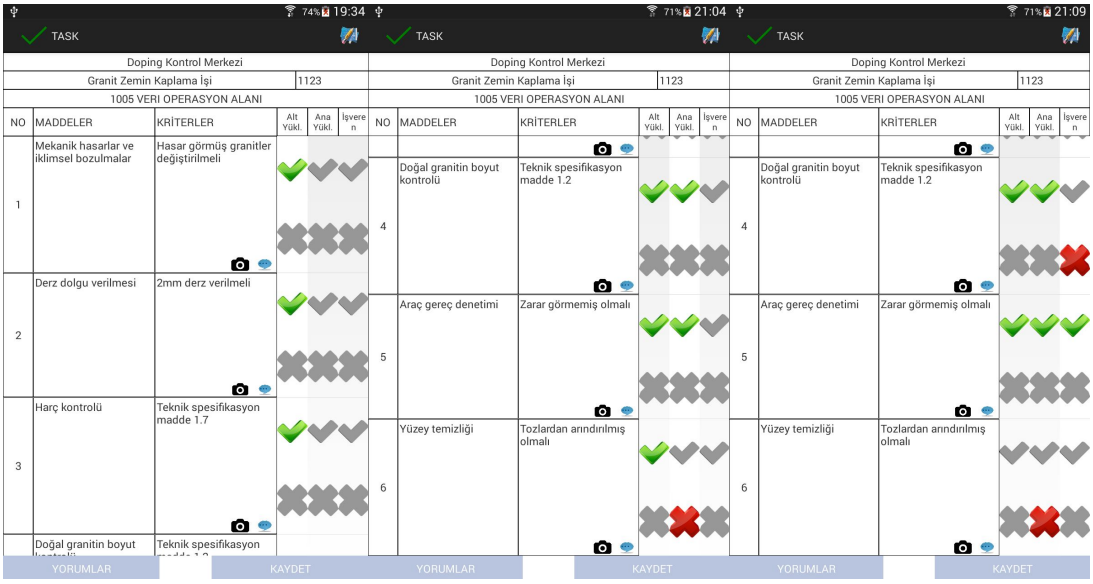
- Ana yüklenicinin ilgili mahal ve iş kalemine vermiş olduğu bütün kalite kontrol kriter onayları, hiyerarşik yapıdaki bir üst birim olan işveren firma ve personellerinin "Yapılacaklar Listesi" 'ne eklenir. Bildirimler bölümünde işveren firma personelleri yapılacaklar listesine girerek alt yüklenici ve ana yüklenici tarafından onaylanmış işveren firmanın saha kontrolünü bekleyen tamamlanması gereken kendi görevlerini incelerler (Şekil 5.18).



Şekil 5.18 : Alt ve ana yüklenici onayları sonrası işveren "Yapılacaklar Listesi"

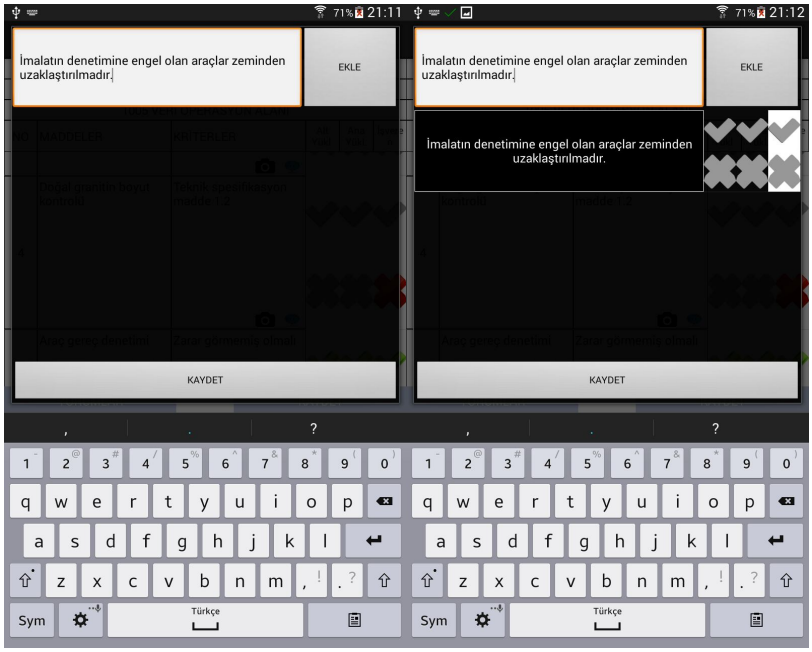
- İşveren firma personeli görev listesinde bulunan bekleyen saha imalat kontrollerini proje iş programını göz önünde bulundurarak seçer. Belirlenen mahaldeki ilgili iş kaleminin saha imalat kontrol ve iş teslimini gerçekleştirmek üzere ilgili imalatın bulunduğu lokasyona Prototip I ile birlikte gider. Görev listesinden ilgili imalat kontrol formuna direk erişim sağlayarak ana yüklenici ve alt yüklenici firmanın onay vermiş olduğu kalite kontrol kriterlerini imalatı inceleyerek değerlendirir.

- İşveren saha personeli Prototip I üzerinde oluşturulan saha kontrol tutanağını inceleyerek kalite kontrol kriterlerine uygunluk tespit ettiğinde ilgili kriteri onay durumuna getirir. Gerçekleştirilen imalat ile belirtilen kalite kontrol kriterleri arasında uygunsuzluk tespit edildiğinde ana yüklenici kriteri "ret" durumuna getirir. Şekil 5.19 'da alt yüklenici, ana yüklenici ve işveren firma personellerinin kalite kontrol tutanağı üzerinde işaretlediği onay ve ret durumları görülmektedir.



Şekil 5.19 : İşveren, ana ve alt yüklenici kontrolleri sonrası teslim formu

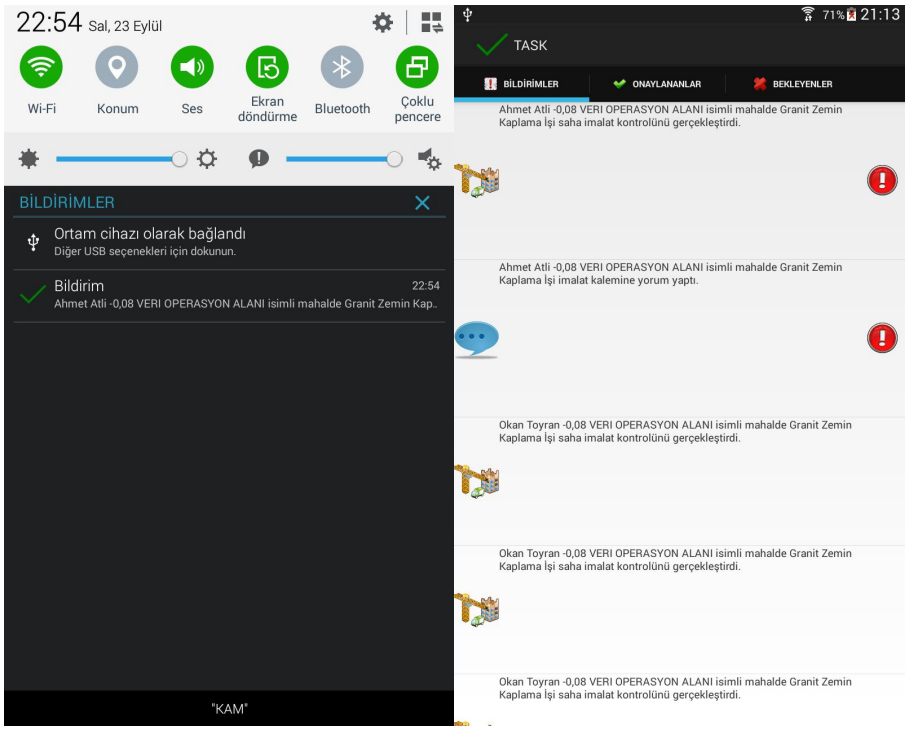
- Firma kullanıcıları ilgili iş kaleminde kriterlerde belirtilmeyen bir uygunsuzluk durumu veya imalat hatası ile karşılaştıklarında kontrol tutanağı ile birlikte oluşturulan "Yorumlar" bölümüne girerek kendi yorumlarını ekleyebilmektedirler (Şekil 5.20).



Şekil 5.20 : Saha personeli tarafından imalata ilişkin yapılan kişisel yorumlar

- Eklenen yorumlar Şekil 5.20 'de görüldüğü üzere saha kriterlerine benzer bir yapılanma içerisinde oluşturulmaktadır. Oluşturulan yoruma dair gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra sırasıyla alt yüklenici, ana yüklenici ve işveren onaylarından geçmektedir.

- Saha imalat kontrolünde uygun ve uygunsuz durumların tespitini yapan işveren firma personeli imalat kontrol tutanağı kaydeder. Kayıt altına alınan belge ve saha kontrolünde gerçekleştirilen her türlü aksiyon GCM ile birlikte bütün kullanıcılara bildirim ile iletilir (Şekil 5.21).



Şekil 5.21 : Bütün kullanıcılara gönderilen işveren saha imalat kontrolü bildirimi

Böylece onaylanmış olan bütün kalite kontrol kriterleri kapatılmış olur. Ana yüklenici veya alt yüklenici tarafından imalatta uygunsuzluk tespit edilen kalite kontrol kriterleri ise tekrardan değerlendirilmek üzere alt yüklenici firma personellerinin "Yapılacaklar Listesi" 'ne eklenir. Böylece alt yüklenici imalata dair gerekli düzeltmeleri yapıp eksik kalan kriterlerin imalat kontrollerini yeniden başlatır.

TASK modelinin Android tabanlı prototipinde gerçekleştirilen bu işlemler yukarıda anlatıldığı üzere belirli bir hiyerarşi içerisinde gerçekleşmektedir. Bu hiyerarşinin kontrollü ve sağlıklı bir şekilde yönetilebilmesi için Prototip I içerisindeki modüller, kullanıcıları mensup oldukları firmalara göre ayırmaktadır. Böylece saha imalat kontrol sırasını belirlenmektedir. Prototip I içerisinde bulunan modüller vasıtasıyla iş teslim kriterlerine ilgili onay durumlarının işaretlenmesi sahadaki firmaların hiyerarşik yapısı izlenerek işaretlenmektedir. Ayrıca kullanıcının mensup olmadığı bir firmaya ait onay ve ret durumlarına müdahale edilmesinin önüne geçilmektedir.

Kullanım senaryosu: Saha İmalat Kontrolleri (Şekil 5.4)

Aktörler: Firmaların saha kontrol personelleri

Kısa Tanım: Bu senaryo ile proje organizasyon şemasındaki hiyerarşik yapı izlenerek firmaların saha personellerinin imalat kontrollerini Prototip I kullanarak gerçekleştirmesi anlatılmaktadır.

Ön Koşullar:

- Saha imalat kontrollerinde kullanılacak olan sistem verilerinin sistem yöneticisi tarafından Prototip I veya Prototip II kullanarak TASK veritabanına işlemiş olması gerekmektedir.
- İmalat kontrolü gerçekleştirilecek olan imalat kaleminin ilgili mahalde alt yüklenici firma tarafından tamamlanmış olması gerekmektedir.
- Saha imalat kontrollerini gerçekleştirecek olan firma personellerinin kullanıcı hesaplarının aktif durumda olması gerekmektedir.

Olay Akışı:

- Alt yüklenici firma personeli proje mahallerinden herhangi birisinde ilgili imalat tamamlandıktan sonra kullanıcı adı ve şifresiyle TASK sistemine giriş yapar.
- Ana menüde "Saha Kontrolü" bölümüne girer. Çıkan alt menüden ilgili mahali ve iş kalemini seçerek kalite kontrol teslim formunu görüntüler.
- Alt yüklenici saha personeli iş kalemine ait form üzerindeki kalite kontrol maddelerini ve kriterlerini inceleyerek imalatın ilgili kriterlere uygunluğunu denetler. Uygunluk tespiti durumunda kriterleri onay durumuna getirir. Uygunsuzluk durumunda ise herhangi bir işaretleme yapmaksızın imalat hatalarını giderir.
- İlgili işaretlemeleri tamamlayan alt yüklenici saha personeli kaydet tuşuna basarak tüm bilgileri veritabanına kaydeder.
- Alt yüklenici firma tarafından gerçekleştirilen saha imalat kontrolüne ilişkin bildirimleri alan ana yüklenici firma personeli bildirimler menüsünden ilgili bildirime tıklayarak saha kontrol formunu görüntüler.

- Ana yüklenici saha personeli formda belirtilen proje mahaline giderek ilgili imalatı, kontrol formunda belirtilen alt yüklenici tarafından onaylanmış olan kalite kontrol madde ve kriterlerine göre yerinde inceler.
- Ana yüklenici saha personeli imalata ilişkin çizimleri ve şartnameleri kontrol formu içerisinde bulunan menüden görüntüleyerek imalatın tasarım ve sözleşme uygunluğunu denetler.
- Ana yüklenici saha personeli imalata ilişkin uygunluk durumu tespit ettiği teslim kriterlerini onay durumuna getirir.
- İmalatın kalite kontrol ve teslim kriterlerine uygunsuzluğunu tespit eden ana yüklenici firma personeli ilgili teslim kriterini ret durumuna getirir. Gerekli görülen noktalarda kontrol formunda görülen alt menüleri kullanarak kusurlu imalatın fotoğraflarını çeker.
- Ana yüklenici saha personeli kalite kontrol ve teslim kriterlerinde belirtilmemiş olan bir imalat uygunsuzluğunu tespit ederse, kontrol formundaki alt menülerden "Yorumlar" bölümünü açarak imalat hatasını tanımlayan kişisel yorumlar yazar.
- Kontrol formunda uygunluk durumlarını işaretleyen, kişisel yorumlarını ekleyen ve hatalı imalatların fotoğraflarını çeken ana yüklenici firma saha personeli formda bulunan kaydet tuşuna basarak tüm bilgileri TASK veritabanına kaydeder.
- Uygunluk tespit edilen kalite kontrol kriterlerine ilişkin bilgiler hiyerarşik yapıdaki bir üst birim olan işveren firma saha personeline, uygunsuzluk tespit edilen kalite kontrol kriterlerine ilişkin bilgiler ise hiyerarşik yapının en alt birimi olan alt yükleniciye bildirimler vasıtasıyla gönderilir.
- Uygunsuzluk durumunu içeren bildirimleri görüntüleyen alt yüklenici saha personeli imalata ilişkin düzeltici eylemlerin alınması için gerekli düzenlemeleri yapar.
- Uygunluk durumunu içeren bildirimleri görüntüleyen işveren firma saha personeli formda belirtilen proje mahaline giderek ana yüklenici saha personeli tarafından onaylanmış kabul kriterlerini yerinde inceler.

- İşveren saha personeli imalata ilişkin çizimleri ve şartnameleri kontrol formu içerisinde bulunan menüden görüntüleyerek imalatın tasarım ve sözleşme uygunluğunu denetler.
- İşveren saha personeli imalata ilişkin uygunluk durumu tespit ettiği teslim kriterlerini onay durumuna getirir.
- İmalatın kalite kontrol ve teslim kriterlerine uygunsuzluğunu tespit eden işveren firma personeli ilgili teslim kriterini ret durumuna getirir. Gerekli görülen noktalarda kontrol formunda görülen alt menüleri kullanarak kusurlu imalatın fotoğraflarını çeker.
- İşveren saha personeli kalite kontrol ve teslim kriterlerinde belirtilmemiş olan bir imalat uygunsuzluğunu tespit ederse, kontrol formundaki alt menülerden "Yorumlar" bölümünü açarak imalat hatasını tanımlayan kişisel yorumlar yazar.
- Kontrol formunda uygunluk durumlarını işaretleyen, kişisel yorumlarını ekleyen ve hatalı imalatların fotoğraflarını çeken işveren firma saha personeli formda bulunan kaydet tuşuna basarak tüm bilgileri TASK veritabanına kaydeder.
- Uygunsuzluk tespit edilen kalite kontrol kriterlerine ilişkin bilgiler hiyerarşik yapının en alt birimi olan alt yükleniciye bildirimler vasıtasıyla gönderilir.
- Uygunsuzluk durumunu içeren bildirimleri görüntüleyen alt yüklenici saha personeli imalata ilişkin düzeltici eylemlerin alınması için gerekli düzenlemeleri yapar.

Senaryo: Bir otelin yapım projesinde alt yüklenici firma saha personeli olarak görev alan Galip Bey 1023 numaralı "Erkek WC" mahalindeki "Islak Hacim Seramik Kaplama İşi" imalatı tamamlandıktan sonra taşınabilir aygıtı üzerine yüklenmiş olan Prototip I ile TASK sistemine giriş yapar. "Saha Kontrolü" bölümünden ilgili mahali ve iş kalemini seçerek kalite kontrol formunu görüntüler.

Form üzerinde belirtilen temizlik, derz kalınlığı ve yapıştırma harcına ilişkin kalite kontrol ve onay kriterlerini inceleyerek imalat durumu ile karşılaştırmalar yapar. Uygunluk sağladığını düşündüğü tüm kabul kriterlerini onay durumuna getirerek kaydet tuşuna basar.

TASK modeli içerisinde bulunan bildirim modülleri vasıtasıyla projede görev alan tüm personele ilgili bildirimler gönderilir. Ana yüklenici firma personeli Yavuz Bey, ilgili saha kontrolünün kendi görev listesine eklendiğini tespit eder ve projenin ilgili mahaline taşınabilir cihazı ile birlikte gider. Bildirim üzerindeki bağlantı ile veya "Saha Kontrolü" bölümünden ilgili formu görüntüleyen Yavuz Bey imalata ilişkin kontrolleri form üzerinde belirtilmiş ve Galip Bey tarafından onaylanmış olan kabul kriterlerine göre gerçekleştirir. Yapıştırma harcı ve seramikler arası derz boşlukları hususlarında uygunluk tespit eden Yavuz Bey ilgili kabul kriterlerini onay durumuna getirir. Seramik yüzeylerinde lekelenmeler tespit eden ana yüklenici saha personeli Yavuz Bey, lekeli yüzeylerin fotoğraflarını çekerek ilgili kriteri ret durumuna getirir ve kaydet tuşuna basar.

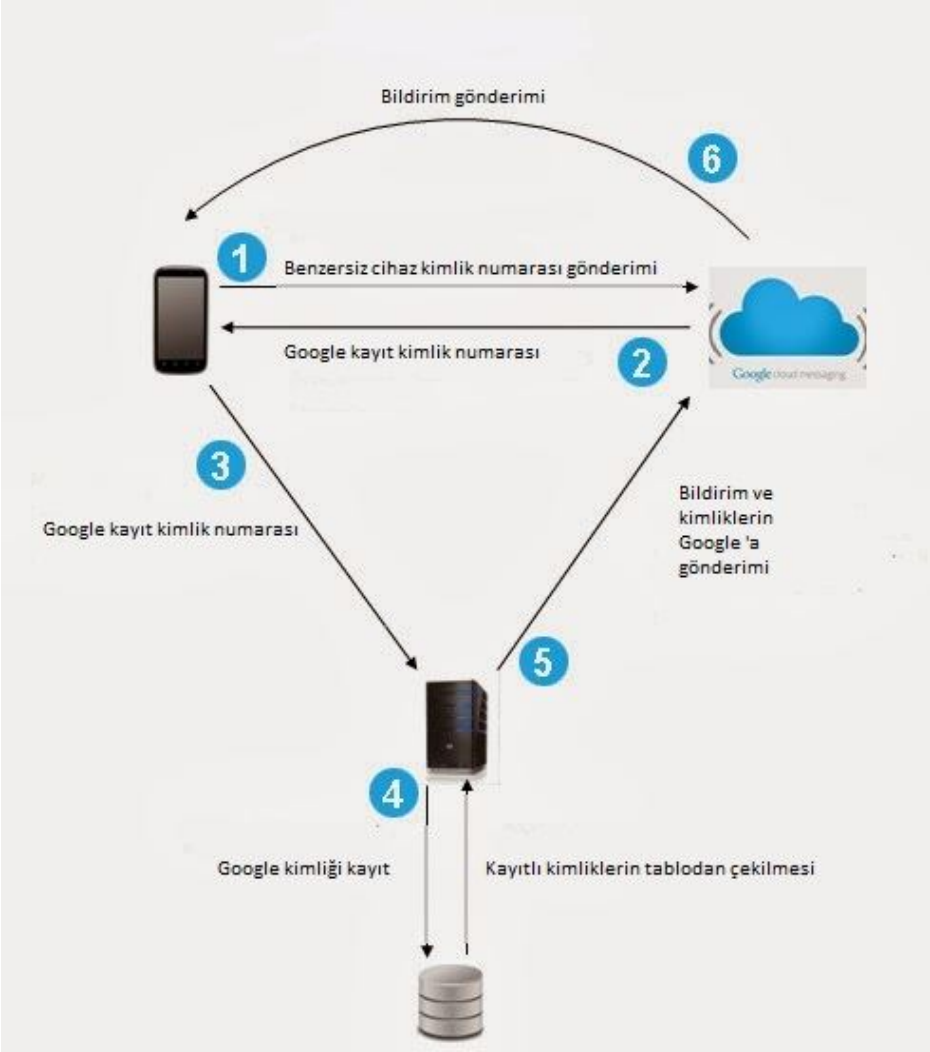
Bildirim modülleri vasıtasıyla reddedilmiş kabul kriterine ilişkin bilgilendirmeler Galip Bey 'e düzeltici eylem alınması için iletilir ve ilgili kriter Galip Bey 'in görev listesine eklenir. TASK modeli içerisinde bulunan bildirim modülleri onaylanmış kabul kriterlerine ilişkin bildirimleri ise işveren firma personeli Raşit Bey ileterek görev listesine ilgili imalat kalemini ekler.

İlgili bildirimi alan ve görev listesinde görüntüleyen Raşit Bey, projenin 1023 numaralı "Erkek WC" mahaline tablet bilgisayarı ile birlikte giderek form üzerinde belirtilmiş olan ana yüklenici firma personeli Yavuz Bey tarafından onaylanmış olan kabul kriterlerine göre imalat kontrolünü gerçekleştirir. Yapıştırma harcı ve seramikler arası derz boşlukları kabul kriterlerini inceledikten sonra yapıştırma harcı kriterini onay durumuna getirir. Derz boşluklarının kabul kriterine göre 2mm olması gerektiğini tespit eden Raşit Bey, bazı lokal bölgelerde bu kriterin sağlanamadığı gözlemleyerek ilgili onay kriterini ret durumuna getirir. Ayrıca duvar seramiklerin süpürgelik bağlantılarında imalat kusurları tespit ettiği için kabul kriterlerinde böyle bir maddeye yer verilmediği için söz konusu durumu kişisel yorumlar kısmına yazarak kaydet tuşuna basar.

TASK modeli bildirim modülleri seramik derzlerine ilişkin ret durumunu içeren bildirimi alt yüklenici firma personeli Galip Bey 'e göndererek, ilgili saha kontrolünü Galip Bey 'in görev listesine ekler. Süreç sonunda Galip Bey hatalı imalatlara ilişkin bildirimleri göz önünde bulundurarak kusurlu imalatlar için düzeltici eylemler alır. Hatalı imalatlar alt yüklenici firma tarafından giderildikten sonra bu kabul kriterlerine ilişkin saha kontrol süreci Galip Bey tarafından tekrar başlatılır.

5.6 Bildirimler

Bölüm 4.2.13 'te de bahsedildiği üzere saha imalat kontrollerinde gerçekleştirilen her bir eyleme ait bilgiler, projede görev alan tüm personele anlık ve gerçek zamanlı olarak bildirimler yoluyla iletilmektedir. Prototip I ve TASK modeli veritabanı arasında bu yapılanma GCM teknolojisi kullanılarak çözülmüştür. GCM sisteminin çalışma prensipleri altı adımda özetlenebilmektedir (Şekil 5.22).



Şekil 5.22 : GCM platformu ve bildirimlerin işlenme süreci (Subedi, 2014)

1. Prototip I Android cihazın kimlik numarasını Google sunucularına gönderir.
2. Google sunucuları Prototip I 'e kendi sunucularına aygıt için oluşturmuş olduğu kimlik numarasını gönderir.
3. Prototip I, Google sunucusundan almış olduğu kimlik numarasını proje veritabanında var olan "Google Bildirim Sistemi Kayıt Tablosu" 'na kaydeder.

4. Sahada gerçekleşen aksiyonlar neticesinde Prototip I, PHP modüllere bildirim mesajını iletir.
5. PHP ara modülleri veritabanından Google ‘a kaydedilmiş tüm cihazların kimlik numaralarını alır ve GCM platformuna kimlik numaralarını ve iletilecek bildirim mesajını gönderir.
6. GCM platformu kimlik bilgilerini ve bildirim mesajını aldıktan sonra tüm kimlik bilgileri kayıtlı cihazlara bildirim mesajını Prototip I üzerinden iletir.

Prototip I yazılımının yüklenildiği her cihaz ilk çalıştırma anında içerisinde bulunan modüller sayesinde yukarıda belirtilen 1. ve 2. adımlardan geçerek Google sunucularına otomatik olarak kayıt olmaktadır. GCM sistemi TASK modeli için etkin sonuçlar vermektedir. Sahada gerçekleşen her bir aksiyon anlık olarak yukarıdaki yapılanmadan geçmektedir ve bildirimler bütün kullanıcıların bilgisine sunulmaktadır.

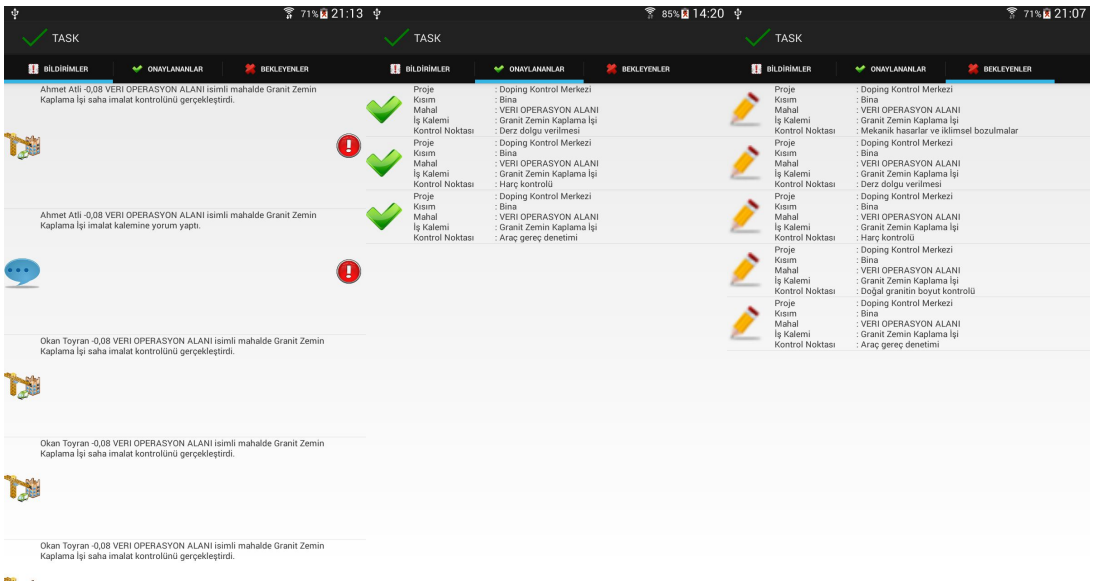
İnşaat projeleri gerçekleştirilirken birçok firma ve bu firmaların personelleri birbirleriyle iletişim içerisinde olmak zorundadır. Bu iletişim hem yazılı hem de sözlü olarak gerçekleşmektedir. Özellikle büyük ölçekli projelerde gerçekleştirilecek imalat sayısı ve inşaat alanı arttıkça kişilerin birbirleri ile iletişim yoğunluğu da artmaktadır. Bu yoğunluk etkin bir şekilde yönetilmediğinde proje genelinde dar boğazlar oluşabilmektedir.

Geleneksel yöntemlerde firmaların içinde bulundukları zaman diliminde hangi imalatları bitirmeleri gerektiği proje iş programından takip edilmektedir. Firmaların iş programı çerçevesinde belirlemiş ve kendi personeline atamış olduğu görevler neticesinde iş programına uyulmaya çalışılmaktadır. Bütün bu çalışmalara neticesinde firmanın tamamlaması gereken ve tamamlamış olduğu imalatlar ortaya çıkabilmektedir. Bütün bu aktiviteler neticesinde yapılacaklar listesi oluşturulup listesinin her gün güncellenip kontrol edilmesi zaman alan bir süreci kapsayacaktır. Ayrıca hiyerarşik yapı içerisinde üst birimde bulunan firmaların alt birimde bulunan firmaların yapılacaklar listesini görüntüleyip imalatların genel gidişatını gözlemlemelerine engel olacaktır.

Bütün bunların üstesinden gelebilmek için TASK modeli içerisinde bir bildirim sistemi geliştirilmiştir. Firmalar bildirim sistemi içerisinde bekleyen imalat kontrollerini ve ilgili “Yapılacaklar Listesi” ‘ni görüntüleyebilmektedir. Ayrıca

inşaat projesi genelinde bütün kullanıcıların almış olduğu aksiyonlar diğer kullanıcılar tarafından bildirimler vasıtasıyla izlenebilmektedir. Böylece TASK modeli içerisinde saydam bir yapı oluşabilmekte ve imalat kontrolleri hiyerarşik yapıda üst birimde bulunan firmalar tarafından sorgulanabilmektedir.

Prototip I içerisinde bulunan bildirimler bölümünde üç kısım bulunmaktadır. Bunlar (1) proje genelinde gerçekleşen bütün aksiyonları diğer kullanıcılara bildiren bildirim bölümü, (2) firmanın onaylamış olduğu imalat kontrolleri ve (3) firmanın reddettiği veya işlem yapmadığı bekleyen saha imalat kontrolleri olarak sıralanabilir (Şekil 5.23).



Şekil 5.23 : Prototip I bildirimleri bölüm I, II ve III

Bildirimler bölümü Google GCM bildirim sistemi ile gönderilen anlık bildirimlerin görüntülendiği bölümdür. Saha imalat kontrolleri genelinde imalatlara yapılan yorumlar, değerlendirmeler ve çekilen imalat uygunsuzluğu fotoğraflarına ait bilgilere bu bölümden erişim sağlanabilmektedir.

Onaylanmış saha imalat kontrolleri bölümünde ilgili firma onaylamış veya teslim almış olduğu işlerin listesini görmektedir. Bu firma taşeron hakedişleri için düşünülmüştür. Böylece firma ihale etmiş olduğu işlerin hakediş bilgilerini bu bölümde bulunan liste vasıtasıyla teyit edebilecektir.

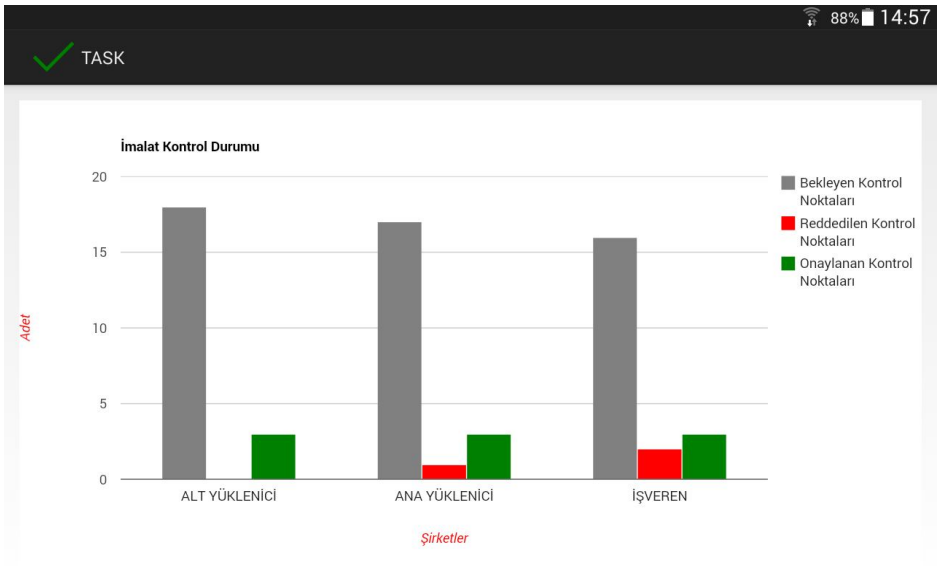
Bekleyenler bölümünde firmanın henüz işlem yapmadığı veya bir üst birim tarafından reddedilmiş imalat kontrol noktalarına ait bir "Yapılacaklar Listesi" bulunmaktadır. Firma bu bölüm sayesinde proje genelinde yapması gereken tüm saha

imalat kontrollerini görüntüleyebilmektedir. Bekleyenler listesi proje genelinde iş akışında sekteler oluşmaması için düşünülmüştür. Yapılması gereken saha imalat kontrolleri firma kullanıcılarına bu bölüm vasıtasıyla otomatik olarak bildirilerek zaman kayıplarının önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

5.7 Raporlar

İnşaat projelerinde gerçekleşen ve bekleyen imalatlara ait veriler birleştirilerek gerekli raporlamalar yapılmaktadır. Bu raporlar teslim edilen veya bekleyen iş kalemlerini kapsayan genel iş teslimi raporları olabileceği gibi, mahallerde bulunan tüm iş kalemlerinin genel kalite kontrol kriterlerini sağlayıp sağlamadığını gösteren raporlar da olabilmektedir. Özellikle büyük ve orta ölçekli inşaat projelerinde iş kalemi sayısı ve mahal sayısına orantılı olarak geleneksel doküman tabanlı iş teslim ve kalite kontrol formlarının sayısı artmaktadır. Vaka analizlerinde bahsedildiği üzere bu formların sayısı binler ile ifade edilmektedir. Bütün bu verilerin konsolide edilip rapor formatına getirilmesi güçlüklere ve zaman kayıplarına neden olmaktadır. Ayrıca geleneksel imalat teslim ve kalite kontrol formlarının binler ile ifade edildiği bir projede bu dokümanların etkin bir şekilde arşivlenmesi, firmalar arasında transferi ve iletimi sırasında veri kayıplarının önüne geçilmesi oldukça zordur.

TASK modelinde yukarıda bahsedilen durumların önüne geçebilmek amacıyla raporlama bölümü oluşturulmuştur. TASK modeli kapsamında oluşturulan veritabanı Prototip I ‘de görüntülenen kalite kontrol ve iş teslim formlarının arşivlenmesi için düşünülmüştür. Ayrıca, TASK modeli kapsamında bulunan PHP modülleri ve bildirim sistemi vasıtasıyla oluşturulan formun taraflar arasında iletimi veri ve zaman kayıplarının önüne geçebilecek şekilde tasarlanmıştır. Son olarak saha imalat kontrolleri neticesinde ortaya çıkan verilerin anlık olarak konsolide edilip ilgili rapor formatlarına dönüşebileceği bir platform hazırlanmıştır (Şekil 5.24).



Şekil 5.24 : Prototip I raporlama bölümü genel imalat kontrol durumu grafiği

TASK modeli kullanıcıları inşaat projesinin genel durumunu görüntülemek istediklerinde Prototip I ve II yardımıyla anlık olarak ilgili raporları oluşturabilmektedirler. Prototip I kapsamında inşaat projesi genel imalat kontrol durumunu gösteren bir grafik bulunmaktadır.

Prototip I ‘in raporlama bölümüne girildiğinde veritabanında ilgili veriler çekilerek grafik anlık olarak oluşturulmaktadır. Böylece inşaat projesinin herhangi bir aşamasında genel durum gözlemlenebilmektedir. Prototip I içerisinde bulunan raporlama bölümü genel durumu görüntülemek amacıyla düşünülmüştür. Ayrıntılı raporlamalar masaüstü bilgisayar tabanlı Prototip II yardımıyla oluşturulmaktadır. İlerleyen bölümlerde raporlama ile ilgili daha ayrıntılı bilgilere yer verilecektir.

Kullanım senaryosu: Raporların İncelenmesi (Şekil 5.4)

Aktörler: Yöneticiler ve firma personelleri

Kısa Tanım: Bu senaryo ile saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan kabul ve ret durumlarını içeren raporların oluşturulup incelenmesi açıklanmaktadır.

Ön Koşullar:

- Yapım projesinin saha imalat kontrollerinde kullanılacak olan sistem verilerinin TASK veritabanına işlenmiş olması gerekmektedir.

Olay Akışı:

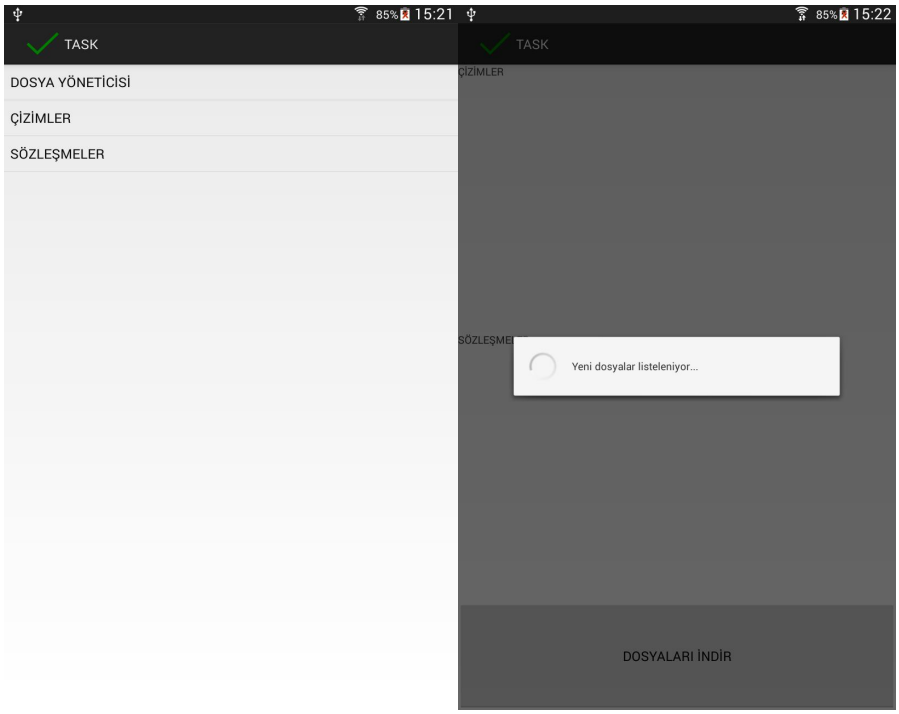
- Firma yöneticileri veya personelleri taşınabilir cihazlarına yüklenmiş olan Prototip I yazılımını açarak TASK sistemine giriş yapar.
- "Raporlar" bölümüne girerek genel ilerleme durumunu görüntüler.

Senaryo: Yapım projesinde haftalık olağan ilerleme durumu toplantısına katılan firma yöneticileri ve personeller, tablet bilgisayarları veya mobil telefonları ile TASK sistemine giriş yapar. Kullanıcılar "Raporlar" bölümüne girerek şantiye genel ilerleme grafiğini görüntülerler. İşveren firma yöneticisi ve ana yüklenici firma yöneticisi toplam bekleyen kontrol noktaları üzerinden proje iş programına uygunluğu denetleyip gelecek haftanın iş programını oluştururlar. Ana yüklenici firma yöneticisi reddedilen kontrol nokta sayısına dikkat çekerek alt yüklenici firma performansı değerlendirmesinde bulunur. Anlık oluşturulan bu raporlamalar ile gelecekte karşılaşılabilecek problemler için tepki süreleri kısaltılmış ve etkin yönetim kararları alınmış olur.

5.8 Ayarlar

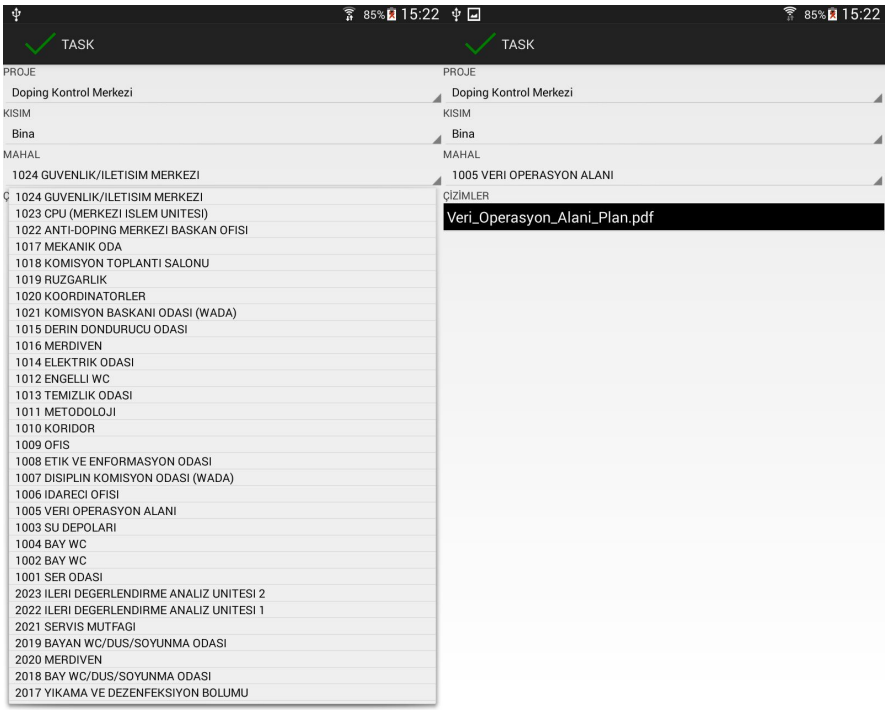
Prototip I 'in ayarlar bölümünden saha imalat kontrollerinde kullanılacak olan çizimler ve ilgili sözleşmelerin dosya yönetimi yapılabilmektedir. Saha personeli imalat kontrollerinde kullanabileceği çizimleri ve sözleşmeleri mevcut cihazına bu bölüm vasıtasıyla yükleyebilmekte ve görüntüleyebilmektedir. Saha personeli TASK modeli FTP sunucusuna eklenen dokümanları ayarlar bölümünden takip ederek, ilgili alt menüler vasıtasıyla taşınabilir cihazına yükleyebilmektedir. Böylece, saha imalat kontrollerinde sıklıkla kullanılan imalat çizimleri ve ilgili tüm sözleşmeler taşınabilir cihaz üzerinden görüntülenebilmektedir. Sistem yöneticisi tarafından yapım projesinin ilgili mahali seçilerek eklenen çizimler, firma personelleri tarafından ayarlar bölümünden mobil cihaza yüklenerek saha imalat kontrollerinde kullanılabilir hale gelmektedirler.

Ayarlar kısmında üç bölüm bulunmaktadır. Bunlar (1) dosya yöneticisi, (2) çizimler ve (3) sözleşmeler olarak sıralanabilir. Dosya yöneticisi bölümüne girildiğinde Prototip I FTP sunucusu ile iletişime geçerek sunucuya yeni dosya eklenip eklenmediğine bakmaktadır. Yeni dosyanın varlığı tespit edildiğinde ilgili dosya cihaza indirilmektedir (Şekil 5.25).



Şekil 5.25 : Prototip I dosya yöneticisi

Çizim ve sözleşmeler bölümlerinde cihazda var olan çizim ve sözleşmeler görüntülenebilmektedir. Çizimler saha imalat kontrolleri içerisinde görüntülenebildiği gibi, saha kontrol bölümüne gidilmeden bu bölüm içerisinden ilgili mahali seçerek de görüntülenebilmektedir (Şekil 5.26).



Şekil 5.26 : Prototip I çizimler bölümü

Ayarlar bölümü kullanılarak taşınabilir aygıtlarda var olan çizim ve sözleşmelerin güncellenmesi mümkün kılınmış olmaktadır. Sistem yöneticisi tarafından FTP sunucusuna kaydedilen çizim, sözleşme, teknik şartname gibi dosyalar taşınabilir aygıtlara kurulmuş olan Prototip I ’in ayarlar bölümüne girilerek mobil cihazlara yüklenebilmektedir.

6. PROTOTİP II: WINDOWS TABANLI TAKİP / RAPORLAMA ARACI

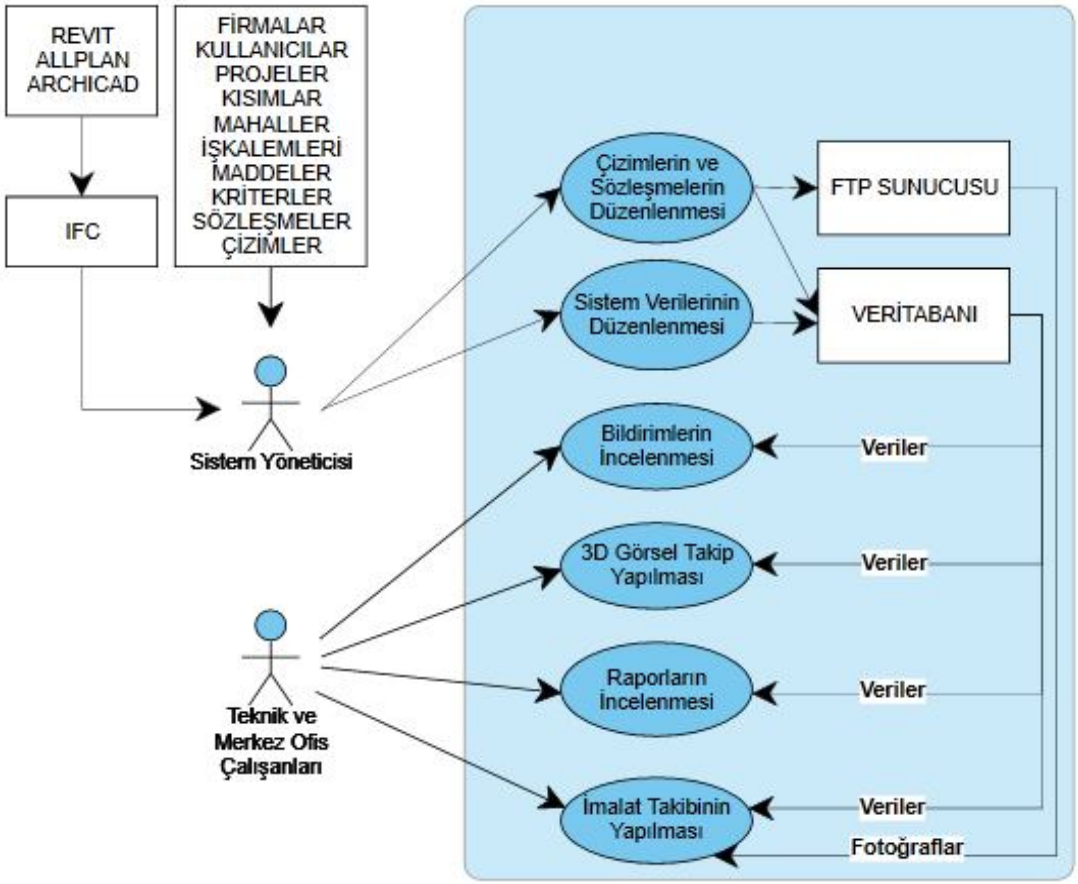
TASK modeli içerisinde yer alan prototiplerden ikincisi masaüstü bilgisayarlara yönelik imalat takip ve görselleştirme aracıdır. Bölüm 5 ‘de bahsedildiği üzere Prototip I inşaat projesinin saha ayağında kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Böylece Prototip I yardımıyla sahadan imalat kontrol verileri oluşturulmakta ve veritabanına kaydedilmektedir. Prototip II ise daha çok şantiye ve merkez teknik ofisleri için veritabanında saklanan verilerin konsolide edilip bir araya getirilmesi, verilerin raporlanması ve imalat durumlarının görselleştirilmesi için geliştirilmiştir. Böylelikle Prototip I verileri oluşturmakta, Prototip II ise oluşturulan verileri işlemektedir. Prototip II ile saha imalat kontrolleri ile ortaya çıkan verilerin en uygun rapor formatlarında işlenmesi, veri kayıplarının önüne geçilmesi, raporlama için veri işleme hızının anlık olarak yapılıp ilerleme verileri hazırlanırken ortaya çıkan zaman kayıplarının önüne geçilmesi ve bütün bunların üç boyutlu model üzerinde görselleştirilip proje ilerleme algısının genişletilmesi hedeflenmiştir.

Prototip II verileri işlemenin yanı sıra sistem verilerinin veritabanında oluşturulmasında da büyük önem taşımaktadır. Projenin mahal ve lokasyon bazlı saha imalat kontrollerinde kullanılacak sistem verileri bu prototip yardımıyla sisteme kolayca dahil edilebilmektedir. Özellikle lokasyon bazlı verilerinin sisteme dahil edilmesi aşamasında, içerisinde bulunan üç boyutlu IFC modülünü kullanarak Revit ve Allplan gibi programlardan alınan “IFC” dosyalarını işleyip sisteme mahal bilgilerini otomatik olarak aktarmaktadır.

Prototip II firmaların teknik ofislerinde kullanılmak üzere taşınabilirliği daha düşük Windows tabanlı cihazlar (dizüstü ve masaüstü bilgisayarlar) için C# programlama dili kullanılarak tasarlanmıştır. Ofis çalışanları Prototip II ‘den elde edilen rapor ve verileri ilgili departmanlar ile paylaşarak proje yönetim etkinliğini arttırabilmekte, sahada gerçekleşen her aksiyonu ofisten takip edebilmekte ve projenin kritik süreçlerinde yönetimsel kararlar için önsezi ve algılar oluşturmaktadır. Prototip II içerisinde bulunan modülleri altı başlık altında açıklamak mümkündür (Şekil 6.1).

Şekil 6.1 : TASK modeli Prototip II ana menüsü

Prototip II içerisinde bulunan bölümlerin birbirleriyle olan ilişkileri UML sınıf diyagramı olarak Ek B2 içerisinde verilmiştir. Ayrıca Prototip II 'nin işlevlerini açıklayabilmek için kullanım senaryoları oluşturulmuştur (Şekil 6.2).

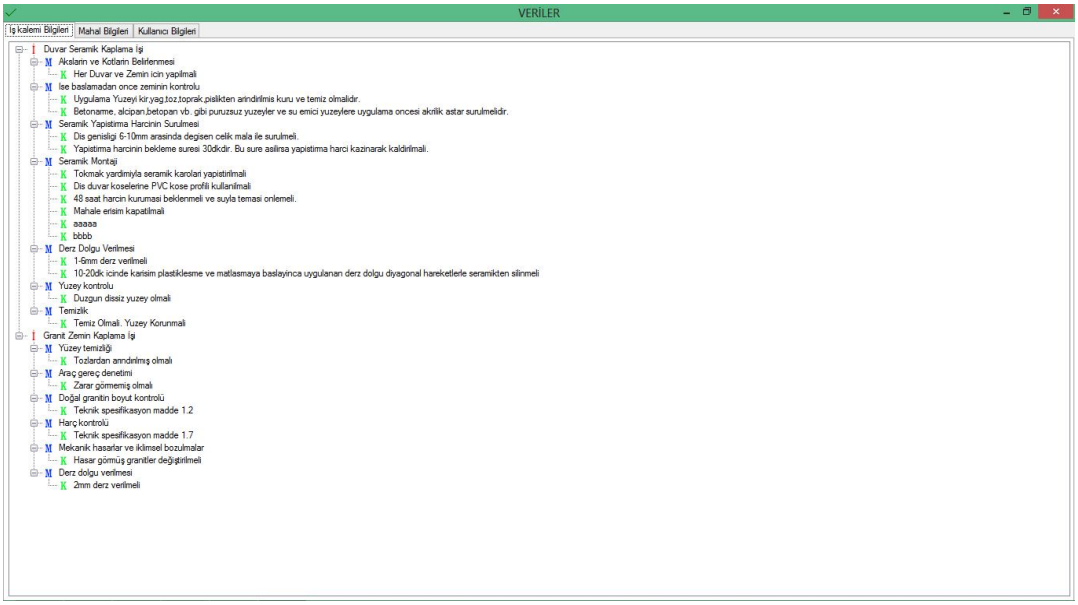


Şekil 6.2 : Prototip II Kullanım Senaryoları Diyagramı

Yapım projesinde görev alan firmaların merkez ve teknik ofislerinde görev alan personelin görev tanımları doğrultusunda çalışma kapsamında kullanım senaryoları oluşturulmuştur (Şekil 6.2). Süreç yapım projesinin başlangıç ve ilerleyen aşamalarında TASK modeli sistem yöneticisi tarafından saha imalat kontrollerinde kullanılacak olan sistem verilerinin TASK modeli veritabanı ve FTP sunucusuna yüklemesi ile başlar. Ardından, şantiyede gerçekleştirilen saha imalat kontrolleri neticesinde ortaya çıkan veriler TASK veritabanından Prototip II içerisine çekilerek, merkez ve teknik ofis çalışanlarının bilgisine sunulur. Böylece merkez ve teknik ofis personelleri saha gerçekleşen her bir eyleme ilişkin bildirimleri görüntüleme, ilerleme verilerine ilişkin raporları üretme ve imalat takiplerini gerçekleştirme gibi görevleri yerine getirebilmektedirler.

6.1 Sistem Veri Girişi Modülü

Sistem verilerinin girişi önceki bölümlerde bahsedildiği üzere Prototip I üzerinden yapılabildiği gibi Prototip II üzerinden de yapılabilmektedir. Sistem verileri saha imalat kontrollerinde kullanılacak imalat teslim ve kalite kontrol formlarını oluşturacak veriler olarak tanımlanabilir. Bunlar Prototip II içerisinde üç bölüme ayrılmaktadır. Bunlardan ilki proje genelinde gerçekleştirilecek iş kalemlerinin sisteme aktarıldığı bölümdür (Şekil 6.3).

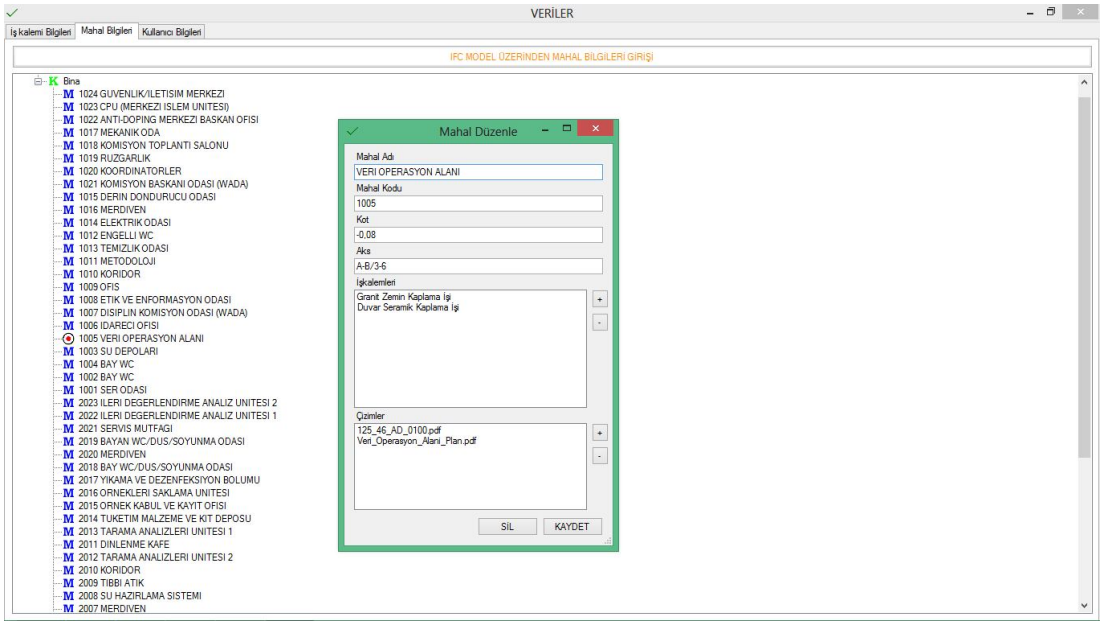


Şekil 6.3 : Prototip II imalat sistem verilerinin giriş ekranı

İş kalemleri sistem veri girişi bölümünde iş kalemine ait kalite kontrol maddeleri ve kalite kontrol kriterleri girilmektedir. İş kalemleri sistem verileri giriş ekranında iş

kalemi ve ilgili kalite kontrol kriterlerine ilişkin silme, ekleme ve güncelleme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Şekil 6.3 ‘de görüldüğü üzere iş kalemleri altında ilgili iş kaleminin kalite kontrol maddeleri, kalite kontrol maddelerinin altında ise kalite kontrol kriterleri bulunmaktadır. İş kalemlerinin altına girilen kalite kontrol kriterleri Bölüm 5.5 ‘de bahsedilen saha imalat kontrolleri sırasında saha personeli tarafından imalat kontrollerinde kullanılmaktadır.

Sistem veri girişi içerisinde bulunan ikinci bölümde projede var olan mahallerin, blokların vb. lokasyon tabanlı verilerin girişi yapılmaktadır. Lokasyon bazlı sistem verileri giriş ekranında projeye ait kısım ve mahal bilgilerinin silme, ekleme ve güncelleme işlemleri yapılabilmektedir (Şekil 6.4).

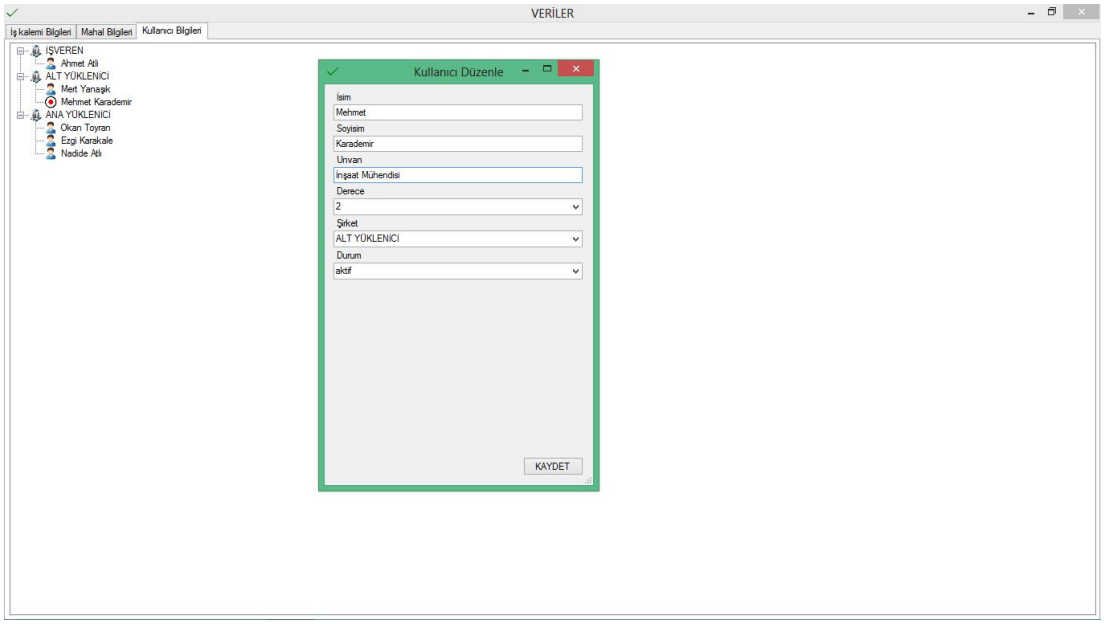


Şekil 6.4 : Prototip II lokasyon sistem verilerinin giriş ekranı

Şekil 6.4 ‘de görüldüğü üzere lokasyon tabanlı sistem verileri en başta proje ismi ile başlamaktadır. Projenin altında ilgili kısım bilgileri, kısım bilgilerinin altında ise mahale ilişkin veriler tutulmaktadır. Projenin lokasyon tabanlı verileri sistem veri girişi modülü vasıtasıyla TASK modeline dahil edilebileceği gibi Şekil 6.4 ‘de görülen “IFC model üzerinden mahal bilgileri girişi” ile de yapılabilmektedir. IFC model üzerinden mahal bilgilerinin girişi Bölüm 6.5 ‘de ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Sistem verilerinin girişinin yapıldığı üçüncü bölümde TASK modeli kullanıcılarının ve firmalarının yönetimi yapılmaktadır. Sistem yöneticisi projede görev alacak firmaları ve firma personellerini bu modül sayesinde TASK modeline dahil

etmektedir. Kullanıcılara ait güncelleme, ekleme ve inaktif hale getirme işlemleri sistem yöneticisi veya yetkilendirilmiş kişiler tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu modül vasıtasıyla firmalar ve ilgili firmaların personeli TASK modeline dahil edilebilmektedir (Şekil 6.5).



Şekil 6.5 : Prototip II firma ve kullanıcı sistem verilerinin giriş ekranı

Kullanım senaryosu: Sistem Verilerinin Düzenlenmesi (Şekil 6.5)

Aktörler: TASK Modeli Sistem Yöneticisi

Kısa Tanım: Bu senaryo ile saha imalat kontrollerinde kullanılacak olan sistem verilerinin TASK modeli veritabanına Prototip II ile işlenmesi anlatılmaktadır.

Ön Koşullar:

- Yapım projesinde görev alacak firma ve personellerine ilişkin bilgiler kesinleşmelidir.
- Yapım projesinin mahal ve iş kalemi bilgilerinin netleşmesi gerekmektedir.
- Saha imalat kontrollerinde saha personelinin esas alacağı kalite kontrol ve teslim şartlarının işveren tarafından onaylanmış ve belirlenmiş olması gerekmektedir.
- 3D IFC modülü kullanılarak sistem veri girişi yapabilmek için BIM uygulamaları (Revit, Allplan ve ArchiCAD vb.) ile yapım projesinin modellenmiş ve IFC dosyasının oluşturulmuş olması gerekmektedir.

Olay Akışı:

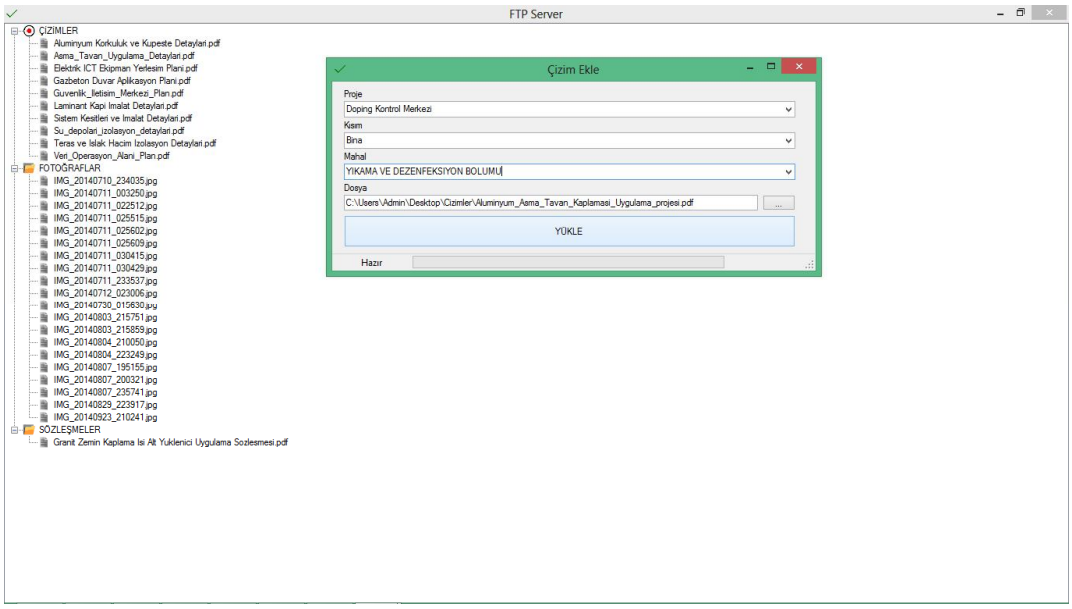
- Sistem yöneticisi, kullanıcı adı ve şifresi ile Prototip II üzerinden sisteme giriş yapar.
- "Sistem Veri Girişi" bölümüne girerek yapım projesinde görev alacak olan firmaların ve kullanıcıların bilgilerini kendisine tebliğ edilmiş yetkileri ile birlikte form üzerine işler ve kaydet tuşuna basarak ilgili verileri veritabanına kaydeder.
- Yapım projesinin tasarımında ortaya çıkan iş kalemi listesini esas alarak tüm imalat bilgilerini girer. Tüm imalat kalemleri için işveren firma tarafından onaylanmış olan kalite kontrol ve teslim kriterlerini iş kalemi formuna işler. Ardından kaydet tuşuna basarak ilgili verileri veritabanına kaydeder.
- Yapım projesinin tasarımında ortaya çıkan mahal listesini esas alarak her bir mahale ait kat, kot, aks, mahal kodu ve mahal adını mahal formuna işler. Form içerisinde daha önceden girilmiş iş kalemlerine ait listeden ilgili mahalde bulunan iş kalemlerini işaretler ve kaydet tuşuna basarak verileri veritabanına kaydeder.
- Yapım projesi BIM uygulamaları ile modellenmiş ise sistem yöneticisi "3D" IFC bölümüne girerek ilgili IFC dosyasını Prototip II içerisine alır. Üç boyutlu olarak görüntülemiş olduğu modelin mahal tüm bilgilerini "Veritabanına Yükle" butonuna tıklayarak TASK veritabanına kaydeder.

Senaryo: Yapım projesinin sistem yöneticisi olan Ali Bey işveren firma yetkilisi Seyfettin Bey 'den yapım projesine ait firmalara, kullanıcılara, mahallere, iş kalemlerine ve kalite kontrol kriterlerine ilişkin listeleri talep eder. İlgili listeleri temin eden Ali Bey, Prototip II yazılımını masaüstü bilgisayarı üzerinden açarak kullanıcı bilgileri ile sisteme giriş yapar. Sistem yöneticisi kullanıcı hesabıyla sisteme giriş yapan Ali Bey, "Sistem Veri Girişi" bölümüne girerek Seyfettin Bey 'den temin etmiş olduğu verileri ilgili menüleri kullanarak kaydeder. Tasarım firmasında çalışan Hasan Bey 'den almış olduğu IFC dosyasını Prototip II içerisine bulunan "3D IFC" bölümüne alan Ali Bey, "Veritabanına Yükle" komutunu kullanarak projenin tüm mahal bilgilerini TASK veritabanına kaydeder.

6.2 FTP Yöneticisi Modülü

TASK modeli kapsamında proje dokümanlarının saklandığı bir FTP (File Transfer Protocol) dizini mevcuttur. FTP dizini proje veritabanının bulunduğu sunucu üzerine kurulmaktadır. TASK modeli içerisinde bulunan prototipler çizim, sözleşme ve fotoğraf gibi proje dokümanlarını FTP dizini içerisinde saklamaktadır. Böylelikle ihtiyaç duyulduğunda prototipler tarafından ilgili dosyalar FTP dizininden hem taşınabilir hem de masaüstü cihazlara indirilebilmektedir.

TASK modeli kapsamında FTP sunucusu kullanılmasının en büyük nedeni cihazlar için ortak bir dosya alanı oluşturup, dosya yönetiminin tek bir merkezden yapılmasını sağlamaktır. Böylelikle FTP sunucu ile proje veritabanı arasında uyumluluk sağlanmış olacaktır. Örneğin, Bölüm 4.2.5 ‘de bahsedilen mahaller tablosunda mahallere ait çizimlerin FTP dizin adresleri tutulmaktadır. Böylelikle saha imalat kontrollerinde cihaz ilgili FTP dosya yolundan çizimlere erişim sağlayabilecektir. Bu sebeple çizim dosyalarının mahallere atanıp etkin bir dosya yönetimi oluşturabilmek için Prototip II bünyesinde yer alan FTP yöneticisi modülü kullanılmaktadır. Modül sayesinde bir çizim dosyası yüklenirken sistem yöneticisi ilgili mahali seçerek FTP sunucusuna dosya transferi gerçekleştirebilmektedir (Şekil 6.6).



Şekil 6.6 : Prototip II FTP yöneticisi

Saha imalat kontrolleri gerçekleşirken tespit edilen uygunsuz imalatların fotoğrafları FTP sunucusu içerisinde saklanmakta olup, Bölüm 4.2.9 ‘da bahsedilen TASK

modeli veritabanındaki kontrol tablosuna ilgili FTP dosya yolu kaydedilmektedir. Böylelikle çekilen fotoğrafın diğer kullanıcılar tarafından kendi cihazlarına indirilip gösterilmesi mümkün olmaktadır.

İnşaat projesi genelinde imzalanan uygulama ve kalite kontrol sözleşmelerine ek olarak inşaat imalatlarına ilişkin yapım yöntemleri yine FTP yöneticisi vasıtasıyla sisteme dahil edilebilmekte ve TASK modeli kullanıcıları ile paylaşılmaktadır. Böylelikle saha personeli imalat kontrollerini gerçekleştirirken yapım yöntemlerine taşınabilir aygıtları vasıtasıyla erişim sağlayıp ilgili detayları kontrol edebilmektedir.

Kullanım senaryosu: Çizimlerin ve Sözleşmelerin Düzenlenmesi (Şekil 6.2)

Aktörler: TASK Modeli Sistem Yöneticisi

Kısa Tanım: Bu senaryo ile saha imalat kontrollerinde kullanılacak olan çizimlerin ve sözleşmelerin TASK modeli veritabanına Prototip II ile işlenmesi anlatılmaktadır.

Ön Koşullar:

- Yapım projesinin tasarımının tamamlanmış ve imalat çizimlerinin oluşturulmuş olması gerekmektedir.
- Revizyon gerçekleşmiş olan mahaller ve iş kalemlerine ilişkin çizimlerin sistem yöneticisine iletilmiş olması gerekmektedir.
- Sözleşme ve şartnamelerin hazırlanıp onaylanmış olması gerekmektedir.

Olay Akışı:

- Sistem yöneticisi masaüstü bilgisayarında yüklü olan Prototip II yazılımını kullanarak TASK sistemine giriş yapar.
- Prototip II içerisinde bulunan “Sistem Veri Girişi” ve “FTP Yöneticisi” bölümlerini kullanarak tasarım departmanından temin etmiş olduğu imalat ve mahal detay çizimlerini ilgili mahalleri seçerek hem TASK veritabanına hem de TASK FTP sunucusuna yükler.
- Onaylanmış sözleşme ve şartnameleri ilgili departman ve şahıslardan temin ettikten sonra “FTP Yöneticisi” bölümüne girerek TASK modeli FTP sunucusuna yükler.

Senaryo: Yapım projesinin sistem yöneticisi olan Ali Bey işveren firma yetkilisi Seyfettin Bey ‘den temin etmiş olduğu sözleşme şartnameleri Prototip II içerisinde

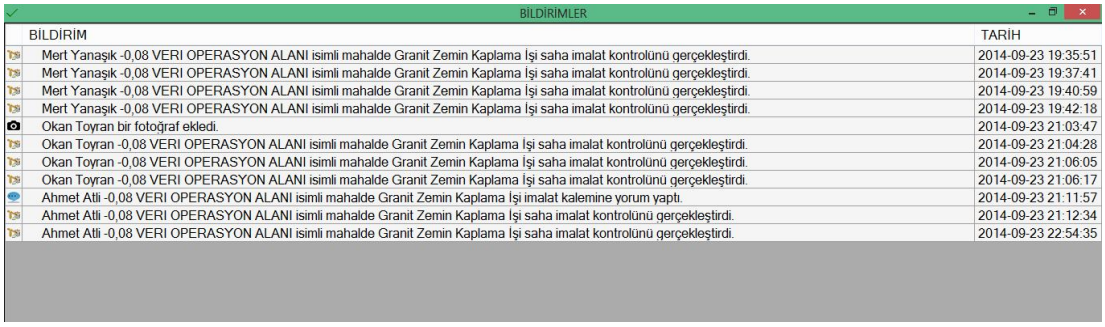
bulunan “FTP Yöneticisi” bölümüne girerek sözleşme klasörünün altına ekler ve kaydet tuşuna basar. Sözleşme dosyası böylece TASK modeli FTP sunucusuna yüklenir.

Tasarım departmanında görev alan tasarım koordinatörü Hasan Bey ‘den yapım projesinin imalat detay çizimlerini temin eden Ali Bey, “Sistem Veri Girişi” bölümüne girerek ilgili mahallerin içerisine ilgili çizim dosyası atamalarını gerçekleştirip kaydet tuşuna basar. Böylece Prototip II içerisinde bulunan modüller çizim dosyalarını TASK modeli FTP sunucusuna, ilgili dosyaların FTP sunucusundaki dosya dizini adreslerini ise TASK veritabanında bulunan mahaller tablosuna kaydeder.

6.3 Bildirimler Modülü

Bildirim sistemi Prototip I için Bölüm 5.6 ‘da bahsedilmiştir. Aynı bildirim sistemi masaüstü bilgisayar tabanlı Prototip II için de geliştirilmiştir. Proje veritabanında bulunan bildirimler tablosunda tutulan veriler Prototip II tarafından bildirimler modülü ile işlenmektedir. Prototip II üzerine kurulmuş olan bildirim sistemi sahada gerçekleşen tüm aksiyonlardan merkez ve teknik ofis çalışanlarını haberdar etmek için düşünülmüştür. Bildirim sisteminin Prototip II içerisine dahil edilmesindeki amaç, inşaat projelerinde sıklıkla karşılaşılan saha – ofis iletişim problemlerinin önüne geçmektir. Böylelikle sahada gerçekleşen tüm imalat kontrolleri ofis çalışanları tarafından takip edilebilecek ve gerekli duyulduğu takdirde teknik destek sağlayabilecektir.

Prototip II içerisinde bulunan bildirim modülüyle birlikte bildirimler, mesaj şeklinde bilgilendirici içerikli olarak ofis kullanıcısının bildirimler panelinde gerçekleşme tarihleri ile birlikte görüntülenebilmektedir (Şekil 6.7).


BİLDİRİMLER

BİLDİRİM	TARİH
Mert Yanaşık -0,08 VERI OPERASYON ALANI isimli mahalde Granit Zemin Kaplama İşi saha imalat kontrolünü gerçekleştirdi.	2014-09-23 19:35:51
Mert Yanaşık -0,08 VERI OPERASYON ALANI isimli mahalde Granit Zemin Kaplama İşi saha imalat kontrolünü gerçekleştirdi.	2014-09-23 19:37:41
Mert Yanaşık -0,08 VERI OPERASYON ALANI isimli mahalde Granit Zemin Kaplama İşi saha imalat kontrolünü gerçekleştirdi.	2014-09-23 19:40:59
Mert Yanaşık -0,08 VERI OPERASYON ALANI isimli mahalde Granit Zemin Kaplama İşi saha imalat kontrolünü gerçekleştirdi.	2014-09-23 19:42:18
Okan Toyran bir fotoğraf ekledi.	2014-09-23 21:03:47
Okan Toyran -0,08 VERI OPERASYON ALANI isimli mahalde Granit Zemin Kaplama İşi saha imalat kontrolünü gerçekleştirdi.	2014-09-23 21:04:28
Okan Toyran -0,08 VERI OPERASYON ALANI isimli mahalde Granit Zemin Kaplama İşi saha imalat kontrolünü gerçekleştirdi.	2014-09-23 21:06:05
Okan Toyran -0,08 VERI OPERASYON ALANI isimli mahalde Granit Zemin Kaplama İşi saha imalat kontrolünü gerçekleştirdi.	2014-09-23 21:06:17
Ahmet Atli -0,08 VERI OPERASYON ALANI isimli mahalde Granit Zemin Kaplama İşi imalat kalemine yorum yaptı.	2014-09-23 21:11:57
Ahmet Atli -0,08 VERI OPERASYON ALANI isimli mahalde Granit Zemin Kaplama İşi saha imalat kontrolünü gerçekleştirdi.	2014-09-23 21:12:34
Ahmet Atli -0,08 VERI OPERASYON ALANI isimli mahalde Granit Zemin Kaplama İşi saha imalat kontrolünü gerçekleştirdi.	2014-09-23 22:54:35

Şekil 6.7 : Prototip II bildirim modülü ve gerçekleşme tarihleri

Prototip II içerisinde bulunan bildirimlerin içeriği Prototip I 'de gösterilenler ile aynıdır. Genel olarak kişiler saha imalat kontrollerini gerçekleştirdiklerinde, saha personeli bir imalat ile ilgili kişisel yorumda bulunduğunda ve imalat uygunsuzluklarının fotoğrafı çekilip veritabanına kaydedildiğinde ilgili bilgilendirmeler bu ekran vasıtasıyla yapılmaktadır.

Kullanım senaryosu: Bildirimlerin İncelenmesi (Şekil 6.2)

Aktörler: Firmaların Teknik ve Merkez Ofis Çalışanları

Kısa Tanım: Bu senaryo ile saha imalat kontrollerinde gerçekleştirilen her bir eylemin firmaların merkez ve teknik ofis personelleri tarafından görüntülenmesi açıklanmaktadır.

Ön Koşullar:

- Yapım projesinde en az bir saha imalat kontrolünün gerçekleştirilmiş olması gerekmektedir.

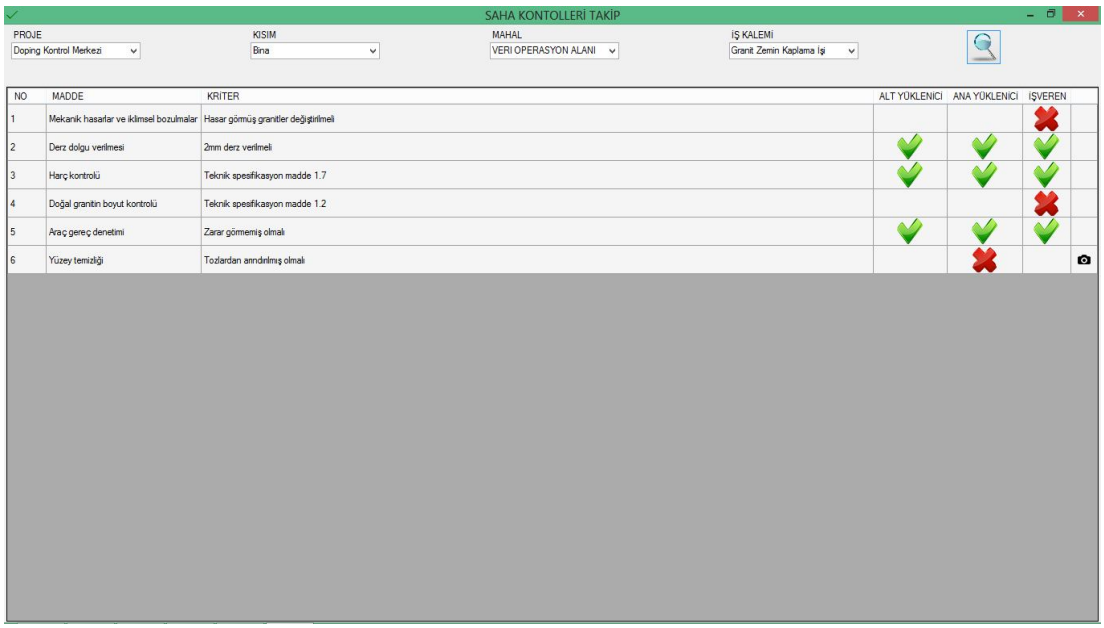
Olay Akışı:

- Firmanın merkez veya teknik ofis personeli Windows tabanlı masaüstü veya dizüstü bilgisayarına yüklenmiş olan Prototip II yazılımını açarak kullanıcı adı ve şifresi ile TASK sistemine giriş yapar.
- "Bildirimler" bölümüne girerek yapım projesinin şantiye kolunda saha imalat kontrolleri kapsamında gerçekleştirilen her bir eyleme ait bildirimleri görüntüler.

Senaryo: İnşaat projesinde ana yüklenici firma merkez ofisinde planlama şefi olarak görev alan Ezgi Hanım, saha imalat kontrollerinde gerçekleştirilen en son aktiviteleri görüntülemek için Windows işletim sistemi tabanlı bilgisayarını kullanarak Prototip II yardımıyla TASK sistemine giriş yapar. "Bildirimler" bölümüne girerek saha personeli tarafından gerçekleştirilen saha imalat kontrollerini, çekilen uygunsuzluk fotoğraflarını ve imalat uygunsuzlukları neticesinde ortaya çıkan kişisel yorumları tarih sıralaması içerisinde inceleyip şantiye genel ilerlemesine ilişkin değerlendirmelerde bulunur. Böylece, saha personeli tarafından gerçekleştirilen her bir eylem eş zamanlı olarak ana yüklenici merkez ofisinden takip edilir ve gerekli görülen noktalarda saha personeli ile iletişime geçilerek ilgili uyarıların yapılması suretiyle önem teşkil edecek noktalar saha ekibine belirtilir.

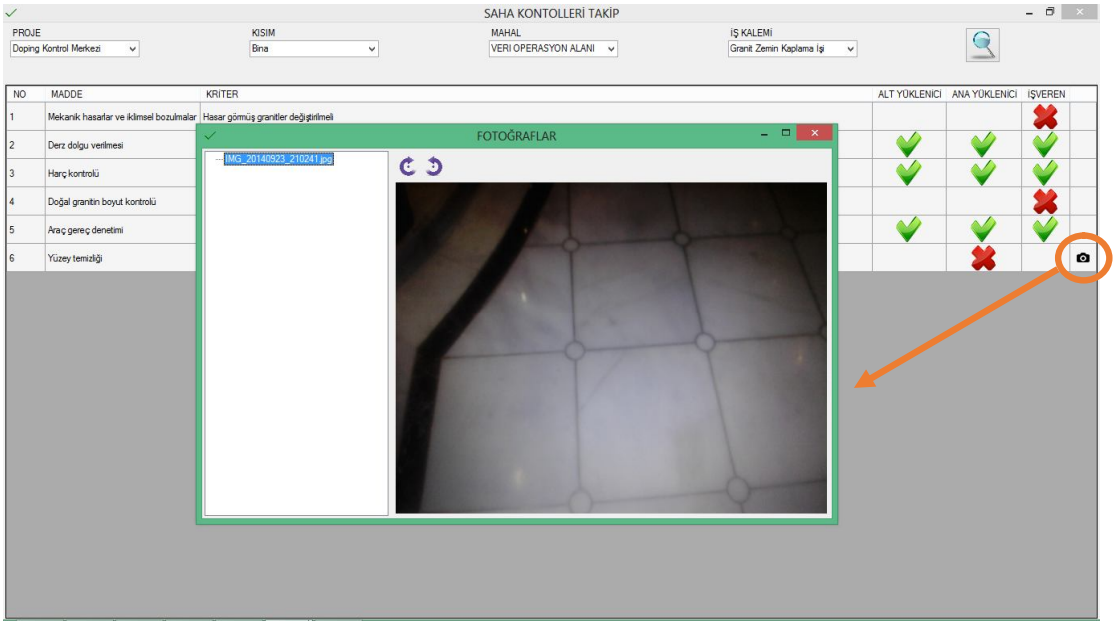
6.4 İmalat Takibi Modülü

Windows tabanlı Prototip II içerisine bulunan imalat takip modülü sayesinde firmaların merkez ve teknik ofis personeli sahada gerçekleşen imalatların saha kontrol durumlarıyla ilgili ayrıntılı detaylar edinebilmektedir. Böylelikle proje genelinde iş akışı saydamlık kazanabilmekte ve saha imalat kontrolleri üst birimler tarafından sorgulanabilmektedir. İmalat takip modülü sayesinde saha imalat kontrollerinde Prototip I tarafından oluşturulup kullanılan kalite kontrol ve iş teslim formları görüntülenmektedir. Böylelikle projede var olan bir mahalin ilgili iş kalemine ait kontrol formu Prototip II kullanıcıları tarafından görüntülenebilmekte ve iş teslimlerini sekteye uğratan imalat uygunsuzlukları gözlemlenebilmektedir. Böylece, prototip II kullanıcılarının saha imalat kontrollerini gerçekleştiren alt yüklenicinin, ana yüklenicinin ve işveren firmanın saha personelleri tarafından verilen onay ve ret durumlarını Prototip I kullanmaya gerek kalmadan görüntüleyebilmektedirler Şekil 6.8).



Şekil 6.8 : Prototip II imalat takip modülü kalite kontrol formu

Prototip II kullanıcıları saha imalat kontrollerinde gerçekleşen her bir aksiyonun takibini merkez ve teknik ofislerden yapabilmektedir. Prototip II kullanıcıları sadece imalatların onay ve ret durumlarını değil, aynı zamanda imalat kontrolünde uygunsuzluğu görselleştirmek için çekilmiş fotoğrafları da merkez ve teknik ofislerden görüntüleyebilmektedirler (Şekil 6.9).



Şekil 6.9 : Prototip II imalat takip modülü ile sahada çekilen fotoğrafın gösterimi

Kullanım senaryosu: İmalat Takibinin Yapılması (Şekil 6.2)

Aktörler: Firmaların Teknik ve Merkez Ofis Çalışanları

Kısa Tanım: Bu senaryo ile saha imalat kontrollerinde kullanılan kalite kontrol ve teslim formlarının firmaların merkez ve teknik ofis personelleri tarafından görüntülenmesi açıklanmaktadır.

Ön Koşullar:

- Yapım projesinde en az bir saha imalat kontrolünün gerçekleştirilmiş olması gerekmektedir.

Olay Akışı:

- Firmanın merkez veya teknik ofis personeli Windows tabanlı masaüstü veya dizüstü bilgisayarına yüklenmiş olan Prototip II yazılımını açarak kullanıcı adı ve şifresi ile TASK sistemine giriş yapar.
- Kullanıcı "İmalat Takibi" bölümüne girerek görüntülemek istediği kalite kontrol ve teslim formuna ilişkin verileri çoktan seçmeli kutulardan seçerek arama tuşuna tıklar ve ilgili formu ekleri ile birlikte görüntüler.

Senaryo: İşveren firmada teknik ofis şefi olarak görev alan Murat Bey sözleşme ile üzerinde mutabık kalınmış iş programını inceler ve geçen hafta yapım projesinin 2045 numaralı mahalinde "Alçıpan Asma Tavan" işinin tamamlanmış olması

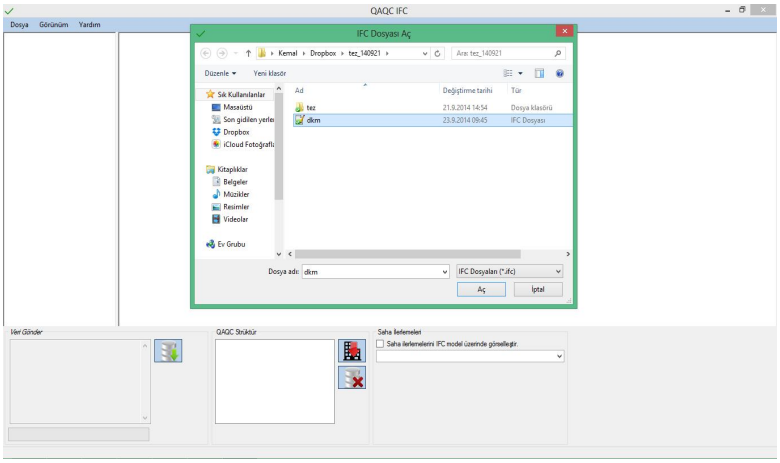
gerektiğini tespit eder. Windows tabanlı bilgisayarından Prototip II yazılımına giriş yapar ve "İmalat Takibi" bölümünü açar. Açılan pencereden ilgili mahali ve iş kalemini seçip arama tuşuna tıklar. Arama sonucunda saha imalat kontrollerinde işlenmiş olan teslim formunu görüntüler ve imalata ilişkin eksiklerin olduğu kabul kriterlerindeki ret durumlarına bakarak tespit eder. Saha personeli Raşit Bey 'in imalat hatalarını içeren fotoğraflarını yine aynı pencereden görüntüleyen Murat Bey, imalatın tamamlanmamış olduğuna kanaat getirir ve ilgili önlemlerin alınması için gerekli iletişimi sağlar.

6.5 3D IFC Modülü

BIM (Building Information Modelling) mimarlık, mühendislik ve inşaat sektörüne yönelik geliştirilen yapının geometrik ve karakteristik bileşenlerini bir arada toplayıp dijital ortamda modellenip yönetilmesini sağlayan süreç olarak tanımlanabilir (National BIM Standard, 2014). Bina bilgi modelleri genellikle yapıya ait bilgilerin transfer edilmesini sağlayıp karar mekanizmalarını destekleyen dosya formatlarıdır.

Geleneksel yöntemler ile geliştirilen modeller 3 boyutla yetinirken, BIM modelleri içerisine zamanın entegre edilmesi 4. boyutu, maliyetin entegre edilmesi ile de 5. boyutu kapsamış olmaktadır. BIM sürecinde büyük rol oynayan standartlardan birisi IFC 'dir. IFC buildingSMART tarafından geliştirilen BIM standartlarını kapsayan şartnameler bütünü olarak tanımlanabilir. Günümüzde IFC şartnamesi BIM yazılımlarının çoğu tarafından desteklenmektedir (Ya-Hong Lin ve diğerleri, 2013). IFC dosyaları, içermiş oldukları bilgiler bakımından değerlendirildiğinde yapım projelerinin bilgi yönetiminde büyük önem taşıyabilecek potansiyele sahiptir. Saha imalat kontrolleri kapsamında değerlendirildiğinde, IFC dosyalarının içerisinde bulunan mahal bilgileri ile saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan onay ve ret durumları bir araya getirildiğinde eş zamanlı üç boyutlu görsel takip aracı elde edilebilmektedir. Ayrıca yapım projesinin tasarımında ortaya çıkan mahal ve eleman bilgileri IFC dosyası içerisinde bulunduğundan, saha imalat kontrollerinde kullanılacak olan mahal sistem verilerinin ilgili veritabanına otomatik kaydını yapmak mümkün hale gelmektedir.

Çalışma kapsamında Allplan, Revit ve ArchiCAD gibi BIM yazılımları tarafından oluşturulan BIM modellerinin IFC uzantılı dosyaları Prototip II tarafından içe aktarılabilmektedir (Şekil 6.10).

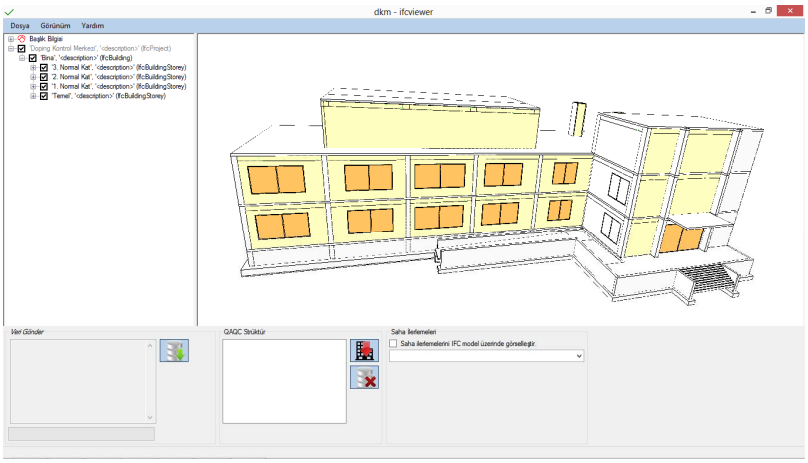


Şekil 6.10 : 3D IFC modülü ile IFC dosyalarının Prototip II içerisine aktarımı

TASK modeli kapsamında saha imalat kontrolleri gerçekleştirilen inşaat projesi Prototip II içerisinde bulunan 3D IFC modülü ile üç boyutlu olarak görselleştirilmektedir. 3D IFC modülünün genel olarak iki işlevi bulunmaktadır. Bunlar (1) projede bulunan mahal sistem verilerinin saha imalat kontrollerinde kullanılmak üzere IFC uzantılı dosyalardan TASK modeli veritabanına otomatik aktarımı ve (2) saha imalat kontrollerinde mahallerde bulunan iş kalemlerinin onay ve ret durumlarının üç boyutlu model üzerinde realize edilmesi olarak sıralanabilir.

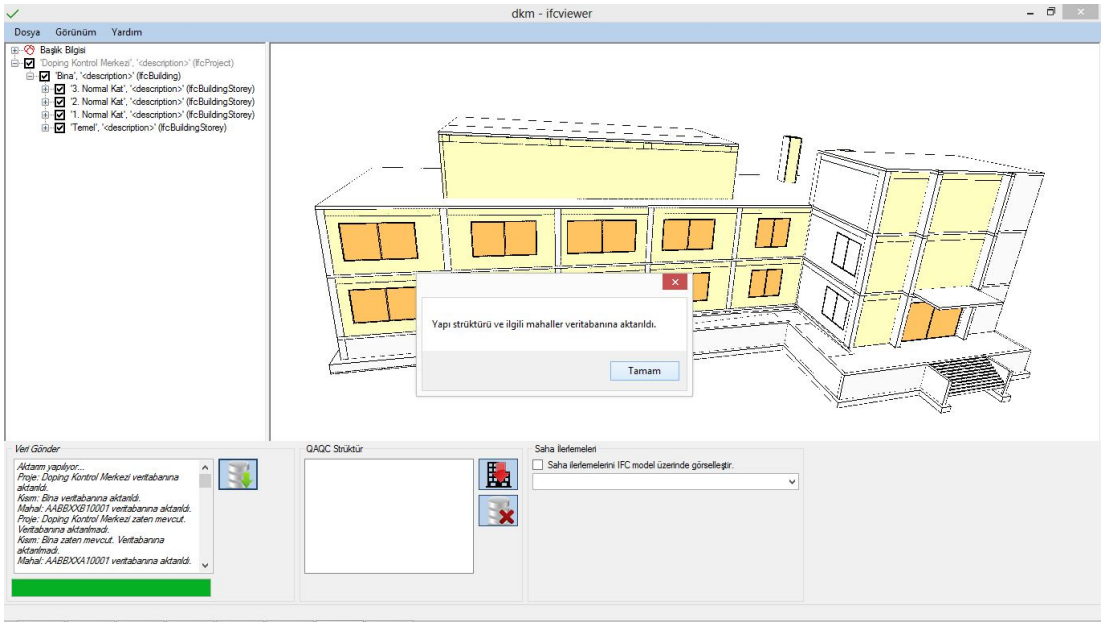
6.5.1 3D IFC modülü ile mahal verilerinin veritabanına yüklenmesi

Bölüm 5.5 ‘de çalışma kapsamında bir doping kontrol merkezinin TASK modeli içerisinde inceleneceğinden bahsedilmişti. Doping kontrol merkezi projesi Allplan içerisinde modellenerek modelin IFC dosyası oluşturulmuştur. Oluşturulan dosya Prototip II içerisinde bulunan 3D IFC modülü ile Prototip II içerisine alınarak mahalin üç boyutlu görselleri gözlemlenebilmiştir (Şekil 6.11).



Şekil 6.11 : IFC dosyasının 3D IFC modülünde görüntülenmesi

Bölüm 6.1 ‘de bahsedilen sistem veri girişi modülü ile projeye ait lokasyon ve iş kalemi tabanlı verilerin veritabanına aktarılması mümkün kılınmıştır. Ancak kısım sayısının onlar, mahal sayısının binler ile ifade edilebildiği büyük ölçekli inşaat projelerinde Bölüm 6.1 ‘de bahsedilen sistem veri girişi modülü ile lokasyon tabanlı verilerin veritabanına aktarılması zaman kayıplarına ve hatalara yol açabilecektir. Bu sebeple çalışma kapsamında sistem veri girişi modülüne ek olarak IFC modellerin kullanılabildiği projelerde lokasyon tabanlı verilerin veritabanına aktarılması 3D IFC modülü ile mümkün kılınmıştır. IFC dosyası içerisinde var olan IfcProject, IfcBuilding ve IfcSpace satırları 3D IFC modülü ile işlenerek proje, kısım ve mahal bilgileri TASK veritabanına kaydedilebilmektedir (Şekil 6.12).



Şekil 6.12 : 3D IFC modülü ile lokasyon verilerinin veritabanına aktarılması

3D IFC modülü kullanılarak lokasyon verileri veritabanına aktarıldığında, Bölüm 4.2.5 ‘de bahsedilen TASK veritabanı mahaller tablosunda ilgili mahallere IFC kimlik numaraları atanmaktadır. Böylelikle saha imalat kontrolleri gerçekleştirilirken ortaya çıkan onay ve ret durumları iş kalemleri ile birleştirilerek iş kalemlerinin kalite kontrol ve teslim durumları üç boyutlu ortamda görselleştirilebilmektedir.

6.5.2 3D IFC modülü ile saha kontrollerinin görselleştirilmesi

İnşaat projelerinde, imalat kalite kontrol durumlarının ve teslim süreçlerinin takip edilmesi büyük önem arz etmektedir. Teslim sürecinde ortaya çıkan iletişimsizlik, veri kayıpları ve etkin olmayan personel kaynak yönetimi gibi problemler zaman ve

maliyet açısından büyük sıkıntılar doğurabilmektedir. Bu sıkıntıların giderilip etkin bir yapım yönetim sisteminin oluşturulabilmesi için saha imalat kontrollerinin görsel ve yazılı denetiminin anlık ve etkili bir şekilde yapılması gerekmektedir. Özellikle geleneksel saha kalite kontrol ve imalat teslim süreçlerinde evrak tabanlı bir yapılanma benimsediğinde, bütün verilerin konsolide edilip yorumlanması anlık olarak gerçekleşememekte ve proje genelinde dar boğazlara sebep vermektedir.

TASK modeli kapsamında geliştirilen 3D IFC modülü ile inşaatın her aşamasında imalat teslim sürecinin anlık olarak görselleştirilip takip edilebilir olması hedeflenmiştir. Böylelikle saha imalat kontrollerinin herhangi bir aşamasında 3D IFC modülü kullanılarak ilgili iş kaleminin proje mahallerindeki onay durumu görselleştirilebilmektedir.

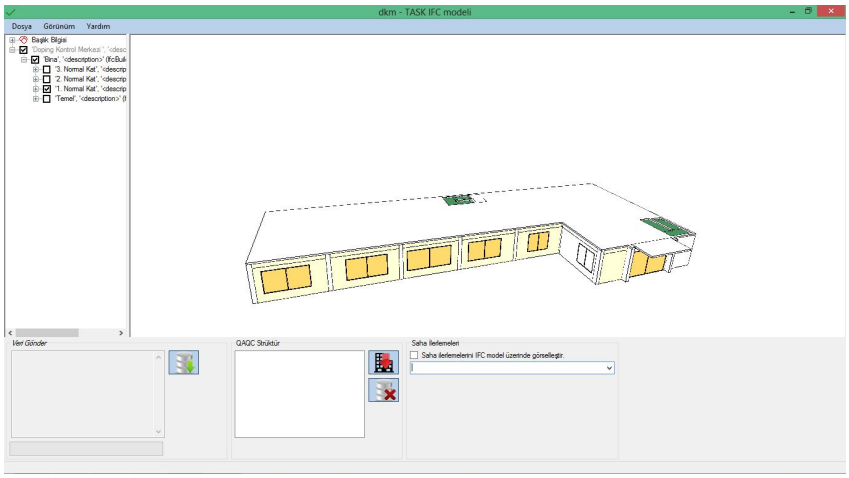
Çalışmada kullanılan doping kontrol merkezi projesi kapsamında 3 normal kat ve toplamda 55 mahal bulunmaktadır. TASK modeli kapsamında doping kontrol merkezinin 1. Normal katında bulunan mahallerin kalite kontrol durumları 6 farklı iş kalemi için görselleştirilmiş ve ilgili raporlamalar oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında TASK modeli içerisinde 6 iş kalemi kalite kontrol madde ve kriterleri ile birlikte tanımlanmıştır. Bunlar;

- Tuğla Duvar İşleri
- Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri
- Alçıpan Asma Tavan İşleri
- Duvar Seramik Kaplama İşleri
- Granit Zemin Kaplama İşleri
- Plastik Boya İşleri

olarak sıralanabilir. 3D IFC modülü ile veritabanına aktarılan proje mahallerine Bölüm 6.1 ‘de bahsedilen sistem veri girişi modülü kullanılarak iş kalemleri tanımlanmış ve ilgi saha kontrolleri Prototip I yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Ortaya çıkan durumun takip ve tespitini yapmak için 3D IFC modülü içerisine doping kontrol merkezinin IFC dosyası alınmış ve teslim süreci ilerleme görselleri gözlemlenebilmiştir.

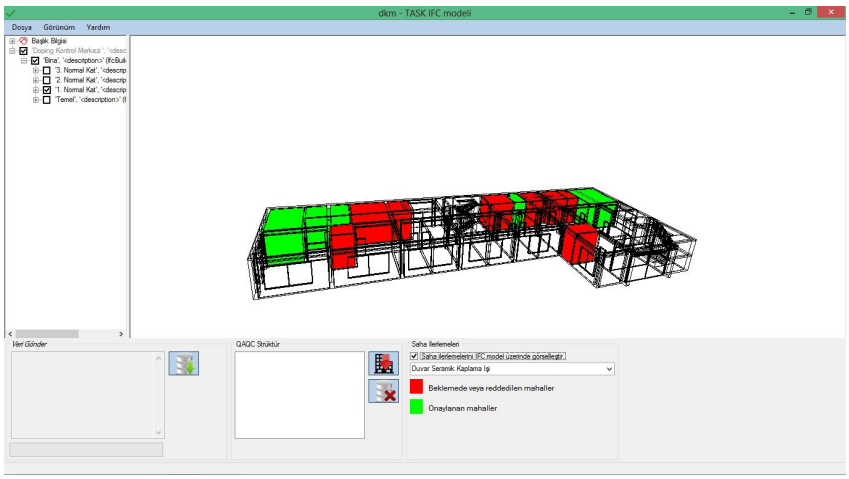
3D IFC modülü ile imalat teslim süreci görsellerinin istenen düzeyde görüntülenebilmesi için modül içerisinde görsel filtreler geliştirilmiştir. Böylece

doping kontrol merkezinin 2. ve 3. katları gizlenerek sadece 1. katın görüntülenmesi sağlanmıştır (Şekil 6.13). Kat filtresine ek olarak ilerlemelerin net bir şekilde gözlemlenebilmesi için kolon, döşeme, duvar gibi yapısal eleman yüzeylerinin siyah renkli tel kafes formunda görüntülenmesine olanak verilmiştir.



Şekil 6.13 : 3D IFC modülü ile kat filtresinin oluşturulması

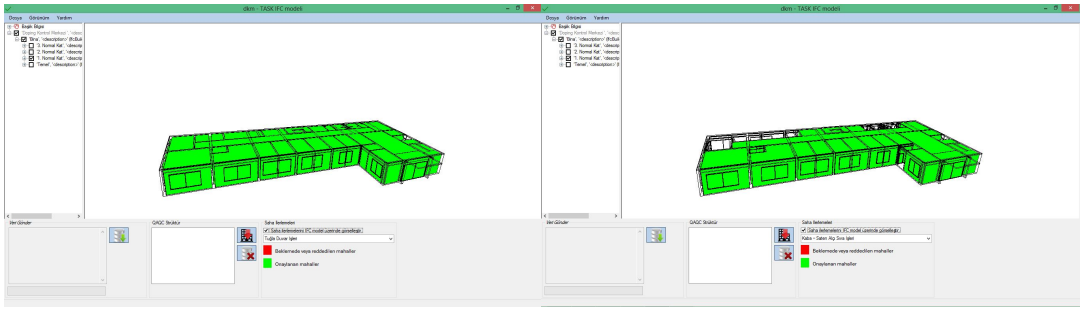
3D IFC modülü ile saha imalat onay durumlarının görselleştirilmesi için modül içerisinde bulunan "Saha İlerlemeleri" kısmındaki "Saha ilerlemelerini IFC model üzerinde görselleştir" kutucuğunu işaretleyip ilgili iş kalemini seçmek gerekmektedir. Yapılan bu işlem sayesinde 3D IFC modülü TASK veritabanı mahaller tablosunda bulunan IFC kimlik numaraları ile model kimlik numaralarını eşleştirip ilgili iş kaleminin onay durum verisini veritabanından alabilecektir. Veritabanından alınan onay durumları TASK veritabanı kontrol genel tablosundaki onay durumları ile eşleştirilip onaylanmış mahalleri yeşil, beklemede veya reddedilen mahalleri kırmızı renk ile işaretleyecektir (Şekil 6.14).



Şekil 6.14 : 3D IFC modülü ile duvar seramik kaplama işleri onay durumu

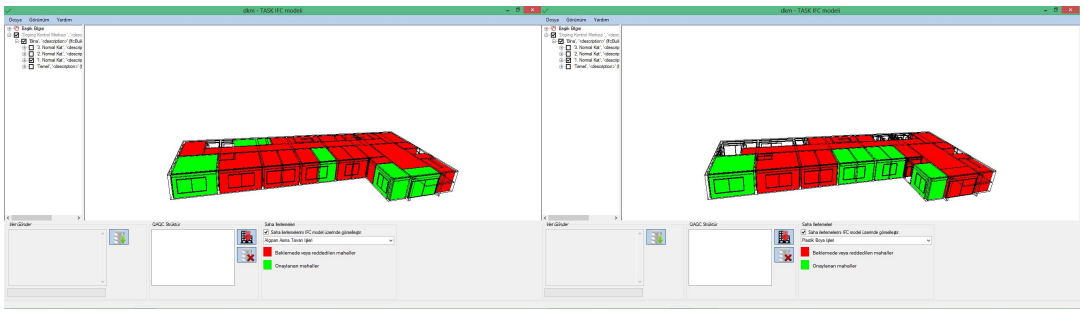
Şekil 6.14 ‘te görüldüğü üzere 3D IFC modülü kullanılarak ilgili tarihte oluşturulan onay durumu görselinde doping kontrol merkezinin seramik duvar kaplama işi tanımlanan mahalleri kırmızı ve yeşil renkler ile işaretlenmiştir. Duvar seramik kaplama işi tanımlı olmayan mahaller ise herhangi bir renk ile işaretlenmeyerek siyah tel çerçeveler ile görselin dışında bırakılmıştır.

3D IFC modülü kullanılarak ilgili tarihte oluşturulan ilerleme görselleri incelendiğinde projenin kaba-saten alçı sıva ve tuğla duvar işlerinin tamamlanmış olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 6.15).



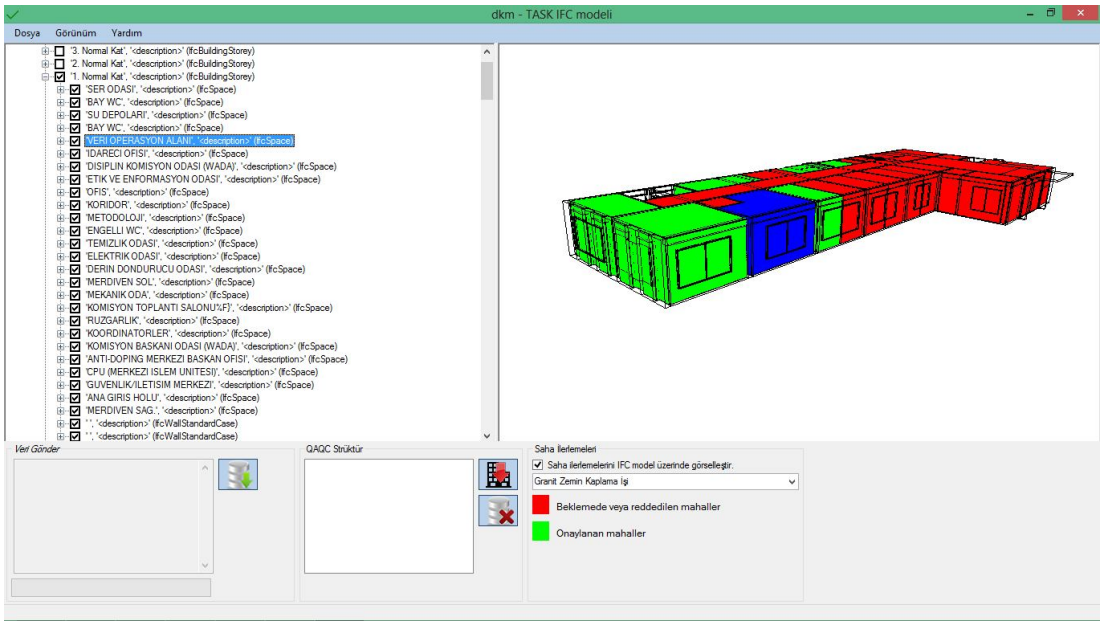
Şekil 6.15 : 3D IFC modülü ile tuğla duvar ve alçı sıva işleri onay durumu

Doping kontrol merkezinde ilgili tarihte oluşturulan üç boyutlu görsellerde alçıpan asma tavan ve plastik boya işlerinin bir kısmının onaylandığını görülmektedir (Şekil 6.16).



Şekil 6.16 : 3D IFC modülü ile asma tavan ve plastik boya işleri onay durumu

3D IFC modülü ile imalat onay durumu görselleştirilen mahallerin üç boyutlu model üzerinden seçilerek ilgili verilerinin elde edilmesi mümkündür. Böylelikle onaylanmamış veya beklemede olan mahaller seçilerek ilgili mahalin numarası ve ismi öğrenilebilmektedir. Ayrıca, mahalin içerisine atanmış olan malzeme bilgileri seçilerek model üzerinden ilgili metraj bilgilerine de erişim sağlamak mümkündür. 3 boyutlu model üzerinden mahal seçimi yapıldığında ilgili mahal mavi renk ile işaretlenmektedir (Şekil 6.17).



Şekil 6.17 : 3D IFC modülüyle granit kaplama işi onay durumu ve mahal seçimi

3D IFC modülü ile saha imalatları kalite kontrol ve teslim durumları görsel olarak takip edilebilmektedir. Etkin bir takip sisteminin oluşturulabilmesi için görsel verilere ek olarak yazılı takibin de gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu sebeple TASK modeli içerisinde bulunan iş kalemlerinin teslim sürecinin yazılı takibinin yapılması raporlar modülü ile sağlanmaktadır.

Kullanım senaryosu: 3D Görsel Takip Yapılması (Şekil 6.2)

Aktörler: Firmaların Teknik ve Merkez Ofis Çalışanları

Kısa Tanım: Bu senaryo ile saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan kalite kontrol ve teslim verilerinin IFC model ile entegre edilip ilerlemelerin üç boyutlu ortamda takibinin yapılması açıklanmaktadır.

Ön Koşullar:

- Yapım projesinin BIM uygulamaları tarafından modellenip ilgili IFC dosyasının oluşturulmuş olması gerekmektedir.
- Yapım projesinde bulunan mahallere ilişkin verilerin 3D IFC modülü kullanılarak TASK veritabanına yüklenmiş olması gerekmektedir.

Olay Akışı:

- Firmanın merkez veya teknik ofis personeli Windows tabanlı masaüstü veya dizüstü bilgisayarına yüklenmiş olan Prototip II yazılımını açarak kullanıcı adı ve şifresi ile TASK sistemine giriş yapar.
- Kullanıcı "3D IFC" bölümüne girerek yapım projesine ilişkin IFC dosyasını "Dosya Aç" komutunu kullanarak modül içerisine çağırır.
- Proje üç boyutlu olarak görüntülendikten sonra "Saha ilerlemelerini IFC model üzerinde görselleştir" kontrol kutusunu işaretleyerek görüntülemek istediği imalat kalemini çoktan seçmeli iş kalemi kutucuğundan seçer.
- IFC modülü onay durumunda olan mahalleri yeşil, ret veya beklemede olan mahalleri ise kırmızı renk ile işaretler. Kullanıcı isterse ilgili kat ve mahallere filtreleme yaparak görsel ilerleme algısını genişletir.

Senaryo: İşveren firmanın merkez ofisinde genel müdür olarak görev alan Yaşar Bey genel şantiye ilerleme durumunu görüntülemek ister. Windows işletim sistemi tabanlı bilgisayarında yüklü olan Prototip II ile TASK sistemine giriş yapar ve "3D IFC" bölümünü açar. "Dosya Aç" komutunu kullanarak projenin IFC dosyasını Prototip II içerisine alan Yaşar Bey, "Saha ilerlemelerini IFC model üzerinde görselleştir" kontrol kutusunu işaretleyerek genel üç boyutlu görünümden ilerleme görünümüne geçiş yapar. Bu görünüm içerisinde proje iş kalemlerini içeren çoktan seçmeli kutudan "Alçı Sıva İşleri" 'ni seçer ve ilgili iş kaleminin onaylanıp tamamlandığı mahalleri yeşil renk, beklemede veya ret durumunda olan tamamlanmamış mahalleri ise kırmızı renk ile görselleştirmiş olur. Ardından, "3D IFC" bölümünde sol tarafta bulunan filtreleme menüsünü kullanarak sadece 12.katı görüntüler ve onaylanmamış mahalleri üç boyutlu görünüm üzerinde işaretleyerek mahal bilgilerini görüntüler.

6.6 Raporlar Modülü

Etkin bir teslim sürecinin oluşturulup toplam kalite yönetiminin hedefine ulaşması için TASK modeli kapsamında Prototip I kullanılarak gerçekleştirilen saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan verilerin firma yöneticileri tarafından yorumlanabilir formata getirilip raporlanması gerekmektedir. Böylelikle toplam kalite yönetim sistemi içerisinde ortaya çıkan aksaklıklar tespit edilebilir, imalat kontrollerinde

ortaya çıkan dar boğazlar için gerekli önlemler alınabilir hale gelmektedir. Ayrıca oluşturulan raporlar ile projede görev alan firmaların ilgili departmanlarına yardımcı veriler oluşturulup toplam proje yönetimine destek veren bilgi akışı sağlanabilmektedir.

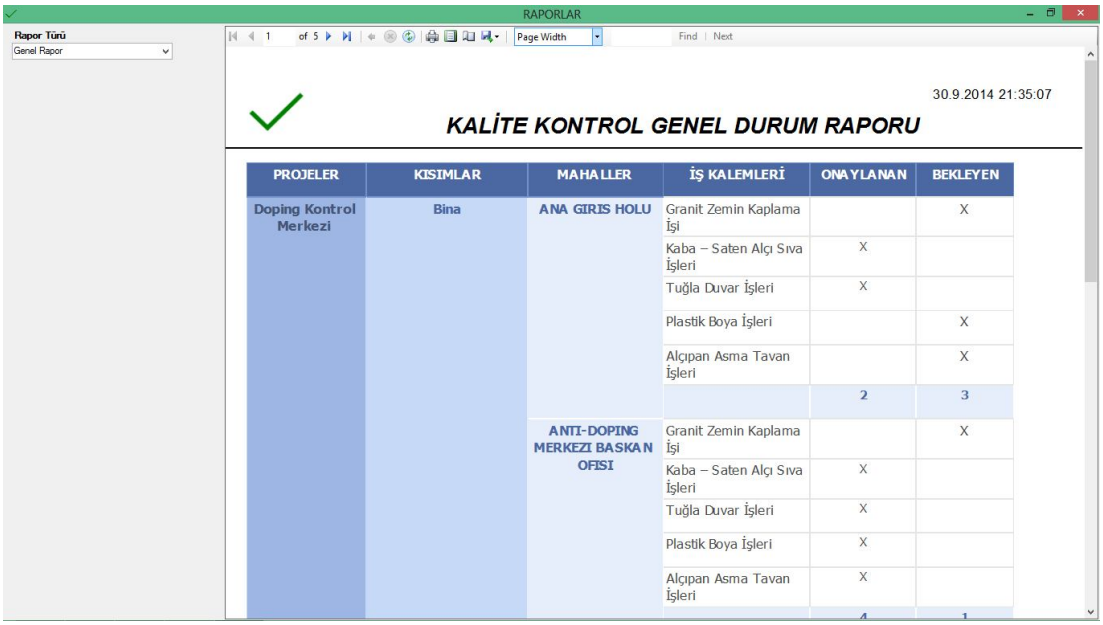
TASK modeli Prototip II içerisinde bulunan raporlar modülü "Microsoft Report Viewer" altyapısını kullanarak ilgili raporları oluşturmaktadır. Microsoft tarafından geliştirilen altyapı, veritabanlarında bulunan tablolara bağlanarak veri alanları arasında ilişki kurup rapor oluşturmaya olanak vermektedir. Oluşturulan raporlar RDLC ("Report Definition Language Client") formatında üretilmektedir. RDLC raporlarının en büyük avantajı son kullanıcının ilgili raporda değişiklik yapmasına izin vermesidir. Böylelikle bahsedilen altyapı kullanılarak oluşturulan raporlarda değişiklik yapılması ve yeni raporların üretilmesi mümkün hale gelmektedir. RDLC raporlarının esnek yapıda olması TASK modeli kapsamında kullanılmasını için tercih sebebi olmuştur. Böylece TASK modelinde yeni rapor oluşturulması gerektiğinde, yetkili sistem yöneticisi tarafından ilgili rapor oluşturulabilmektedir.

Çalışma kapsamında örnek teşkil etmesi bakımından iki adet rapor üretilmiştir. Bunlar (1) "Kalite Kontrol Genel Durum Raporu" (Ek A1) ve (2) "İş Kalemleri Genel Görünüm Raporu" (Ek A2) olarak sıralanabilir.

6.6.1 Kalite kontrol genel durum raporu

Prototip II içerisinde bulunan raporlar modülüne girildiğinde sol menüden ilgili rapor seçilerek görüntülenebilmektedir. "Kalite Kontrol Genel Durum Raporu" Prototip I vasıtasıyla gerçekleştirilen saha imalat kontrollerinde veritabanına kaydedilen verileri konsolide ederek mahal bilgileri tabanlı veriler sunmaktadır.

Rapor içerisinde projede var olan mahaller üst kırılım olarak görüntülenmekte, mahallerde var olan her bir iş kalemi ise ilgili mahalin altında alt kırılım olarak gösterilmektedir. Böylece bir mahalin tüm iş kalemlerini tek seferde görüntüleyip iş kalemlerinin onay, beklemede ve ret durumlarını öğrenmek mümkün kılınmıştır (Şekil 6.18).



RAPORLAR

Rapor Türü: Genel Rapor

30.9.2014 21:35:07

KALİTE KONTROL GENEL DURUM RAPORU

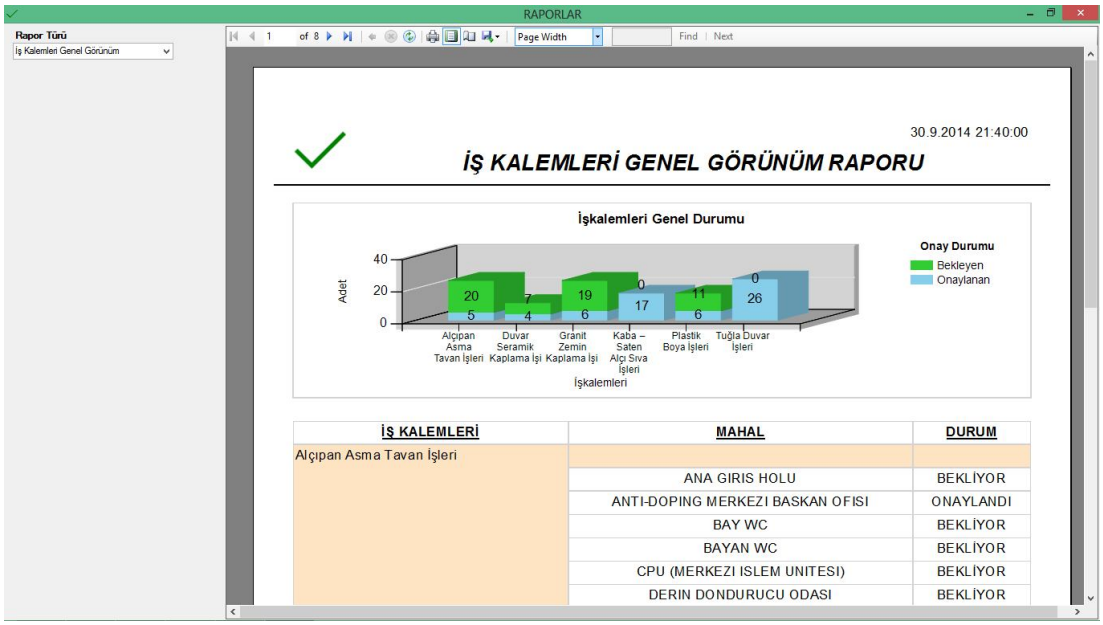
PROJELER	KISIMLAR	MAHALLER	İŞ KALEMLERİ	ONAYLANAN	BEKLEYEN
Doping Kontrol Merkezi	Bina	ANA GIRIS HOLU	Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri		X
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				2	3
		ANTI-DOPING MERKEZI BASKAN OFISI	Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri	X	
			Alçıpan Asma Tavan İşleri	X	

Şekil 6.18 : Kalite Kontrol Genel Durum Raporu

"Kalite Kontrol Genel Durum Raporu" ile her bir mahalde toplam onaylanan, beklenen ve reddedilen iş kalemleri sayısı görüntülenebilmektedir. Böylece ilgili tarihte oluşturulan "Kalite Kontrol Genel Durum Raporu" ile proje iş programı karşılaştırılıp takip edilebilmektedir. Özellikle proje iş programı oluşturulurken iş döküm yapısında mahallerin iş kalemlerinden önce tanımlandığı projelerde, bu rapor genel ilerlemeleri kontrol etmek amacıyla firmaların planlama departmanlarınca kullanılabilecektir.

6.6.2 İş kalemleri genel görünüm raporu

"İş Kalemleri Genel Görünüm Raporu" bir önceki bölümde bahsedilen rapora benzer şekilde proje veritabanından saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan onay durumlarını mahal ve iş kalemi bilgileri ile birlikte konsolide etmektedir. "Kalite Kontrol Genel Durum Raporu" 'ndan farklı olarak bu raporda en üst kırılım olarak iş kalemleri görüntülenmektedir. İş kalemlerinin altında projede ilgili iş kaleminin olduğu mahaller kalite kontrol onay durumları ile birlikte listelenmektedir. Böylece bir iş kaleminin bulunduğu tüm mahaller tek bir liste içerisinde gözlemlenebilmektedir (Şekil 6.19).



Şekil 6.19 : İş Kalemleri Genel Görünüm Raporu

"İş Kalemleri Genel Görünüm Raporu" ile her bir mahalin ilgili iş kalemi kalite kontrol durumu görülebilmektedir. İlgili iş kalemlerinin toplam onay ve ret durumları raporun üst kısmında bulunan grafik yardımıyla okunabilmektedir. Böylece ilgili tarihte oluşturulan "İş Kalemleri Genel Görünüm Raporu" ile her bir imalatın teslim durumu incelenebilmektedir. İmalat teslim durumlarının iş kalemi tabanlı görüntülenebilmesi özellikle alt yüklenici firmaların toplam ilerlemelerini ortaya koymak için düşünülmüştür. Özellikle iş kalemlerinin farklı alt yüklenicilere ihale edildiği inşaat projelerinde taşeron hakedişlerini bu rapor vasıtasıyla kontrol etmek mümkündür. Alt yüklenici firmalar için hakediş, üst yüklenici ve işveren firmalar için gerçekleşen maliyet bilgileri bu rapor ile oluşturularak ilgili departmanlar için yardımcı kaynaklar oluşturulabilmektedir.

TASK modeli içerisinde bulunan raporlama modülü sayesinde projenin herhangi bir aşamasında ilgili raporlar anlık olarak çekilebilmekte ve ilgili yazılı takipler sağlanabilmektedir. Ayrıca modül içerisinde bulunan dışa aktarım fonksiyonları kullanılarak rapor ".xlsx", ".pdf " ve ".docx" dosya formatlarında ilgili kişiler ile paylaşılabilmektedir. Sonuç olarak TASK modeli içerisinde bulunan Prototip I vasıtasıyla gerçekleştirilen bütün aksiyonlar, Prototip II içerisinde bulunan raporlama modülü ile konsolide edilmekte ve ilgili raporlar firma yönetimleri ve ilgili firma departmanlarına sunulabilmektedir.

Kullanım senaryosu: Raporların İncelenmesi (Şekil 6.2)

Aktörler: Firmaların Teknik ve Merkez Ofis Çalışanları

Kısa Tanım: Bu senaryo ile saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan kalite kontrol ve teslim verilerini içeren raporların oluşturulup incelenmesi açıklanmaktadır.

Ön Koşullar:

- Yapım projesinde en az bir saha imalat kontrolünün gerçekleştirilmiş olması gerekmektedir.

Olay Akışı:

- Firmanın merkez veya teknik ofis personeli Windows tabanlı masaüstü veya dizüstü bilgisayarına yüklenmiş olan Prototip II yazılımını açarak kullanıcı adı ve şifresi ile TASK sistemine giriş yapar.
- Kullanıcı "Raporlar" bölümüne girerek görüntülemek istediği raporu çoktan seçmeli kutudan seçerek görüntüler.

Senaryo: Ana yüklenici firmanın teknik ofisinde Planlama ve Hakediş Mühendisi olarak görev alan Mesut Bey, yapım projesinin "Alçı Sıva ve Plastik Boya" iş kalemlerini üstlenen alt yüklenici firma personeli Onur Bey tarafından kendisine sunulmuş olan hakediş verilerini incelemek ister. Bunun için Windows tabanlı bilgisayarını açarak kullanıcı bilgileri ile Prototip II üzerinden TASK sistemine giriş yapar. "Raporlar" bölümüne girerek "İş Kalemleri Genel Görünüm" raporunu seçer. Prototip II modülleri tarafından TASK veritabanından çekilen veriler rapor formatında Mesut Bey tarafından görüntülenir. Alt yüklenici hakediş eklerinde belirtilen mahalleri Prototip II tarafından oluşturulmuş olan raporla kıyaslayarak gerekli doğrulamaları gerçekleştirir.

7. TASK ve GELENEKSEL SAHA İMALAT KONTROLLERİ

Geleneksel saha imalat kontrollerinde karşılaşılan problemler Bölüm 2.5 'te bahsedilmiştir. Saha imalat kontrolleri dışında inşaat sektörü genelinde verilerin etkin iletimini ve yönetimini sağlayacak yapıları ortaya koyan otomasyon sistemleri geçmiş çalışmaların odak noktaları haline gelmiştir. Yapılan çalışmalar saha imalat kontrollerinin ve genel yapım yönetim etkinliğini arttıracak yeni modeller ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde TASK modeli geçmiş çalışmalardan esinlenerek günümüz teknolojilerinden yararlanıp saha imalat kontrollerini etkin hale getirmek için çalışma kapsamında oluşturulmuştur. TASK modelinin saha imalat kontrollerindeki etkinliğini araştırmak için geleneksel denetim yöntemleri ile farklı açılardan kıyaslamak gerekmektedir. Her iki yöntemi kıyaslamak adına Bölüm 2.4 'de bahsedilen vaka analizi verileri ile TASK modelini test etmek amacıyla örnek proje olarak kabul edilen "Doping Kontrol Merkezi" projesi verileri kıyaslanmıştır.

Geleneksel saha imalat kontrollerini temsil etmesi amacıyla vaka analizinden alınan veriler firmanın kalite kontrol departmanında yürütülen çalışmalar sonucunda elde edilmiştir. Farklı iş kalemleri için proje mahallerinden farklı zamanlarda saha imalat kontrol rastgele formda süre ölçüm ve örneklemleri alınmıştır.

TASK modeli ile geleneksel denetim yöntemleri arasında kıyaslama yapabilmek için vaka analizinde bahsedilen inşaat projesinin saha imalat kontrollerine ayrılmış süreleri temin edilmiştir. İki model kıyaslanırken imalat kontrolleri ve raporlama süreci genel hatlarıyla 9 adım olarak belirlenmiştir. Saha imalat kontrollerinde kullanılacak sistem verilerinin oluşturulması ile başlayan süreç, imalat kontrol formunun oluşturulması, veritabanına ilgili verilerin kaydedilmesi ve gerekli raporlamaların oluşturulması gibi aktiviteleri içermektedir. Süreç etkinliği araştırmasında aşağıdaki adımlar takip edilmiştir.

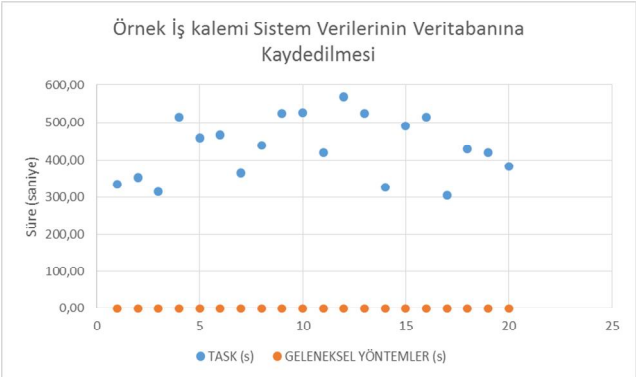
7.1 Örnek İş kalemi Sistem Verilerinin Veritabanına Kaydedilmesi

İş kalemi sistem verilerinin veritabanına işlenmesi geleneksel yöntemlerde uygulanan bir süreç değildir. TASK modeli kapsamında proje kapsamında gerçekleştirilecek iş kalemlerine ait kalite kontrol maddeleri ve kalite kontrol kriterleri önceki bölümlerde bahsedildiği üzere veritabanına kaydedilmektedir. Bu sürecin ortalama süresini hesaplamak için TASK modelinde ilgili örneklemeler oluşturulup farklı imalat kalemleri ve farklı sayıda kalite kontrol maddeleri Prototip I ve II kullanılarak veritabanına kaydedilmiş ve Çizelge 7.1 'de görünen değerler elde edilmiştir.

Çizelge 7.1 : Süre Örneklemeleri: İş kalemi verilerinin sisteme girişi

Örnek İş kalemi Sistem Verilerinin Veritabanına Kaydedilmesi		
#	TASK (s)	GELENEKSEL YÖNTEMLER (s)
1	334,64	0,00
2	352,13	0,00
3	314,44	0,00
4	514,44	0,00
5	459,91	0,00
6	468,30	0,00
7	365,02	0,00
8	440,40	0,00
9	523,91	0,00
10	525,69	0,00
11	419,68	0,00
12	570,93	0,00
13	523,80	0,00
14	326,57	0,00
15	490,37	0,00
16	513,91	0,00
17	304,70	0,00
18	429,34	0,00
19	420,59	0,00
20	382,59	0,00

Geleneksel saha imalat kontrollerinde iş kalemi verilerinin veritabanına kaydedilmesi söz konusu olmadığı için bu adımdaki süreler sıfır olarak kabul edilmiştir. Süre dağılımları Şekil 7.1 'de görülmektedir.



Şekil 7.1 : İş kalemi veri girişi süre örnekleme dağılımı

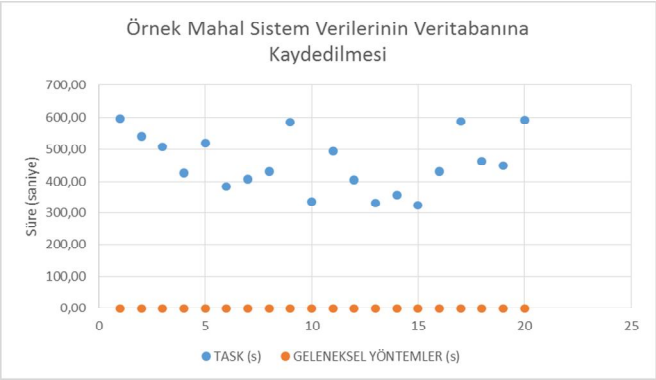
7.2 Örnek Mahal Sistem Verilerinin Veritabanına Kaydedilmesi

TASK modelinde saha imalat kontrollerinin gerçekleştirilebilmesi için proje mahal bilgilerinin TASK veritabanına sistem yöneticisi tarafından kaydedilmesi gerekmektedir. Geleneksel saha imalat kontrollerinde ise böyle bir sürece gereksinim duyulmamakla birlikte bahsedilen sistem verileri imalat kontrollerine kalite kontrol formu hazırlama sürecinde dahil edilmektedir. Süreç kıyaslaması için TASK modeli içerisinde Doping Kontrol Merkezi projesinin birbirinden farklı mahalleri veritabanına kaydedilerek gerekli süre ölçümleri alınmış ve Çizelge 7.2 'de görünen örneklemeler oluşturulmuştur.

Çizelge 7.2 : Süre Örneklemeleri: Mahal verilerinin sisteme girişi

Örnek Mahal Sistem Verilerinin Veritabanına Kaydedilmesi		
#	TASK (s)	GELENEKSEL YÖNTEMLER (s)
1	595,61	0,00
2	540,78	0,00
3	508,83	0,00
4	425,28	0,00
5	520,35	0,00
6	383,15	0,00
7	406,98	0,00
8	430,04	0,00
9	583,49	0,00
10	336,47	0,00
11	493,79	0,00
12	404,35	0,00
13	331,33	0,00
14	355,62	0,00
15	323,31	0,00
16	429,83	0,00
17	587,78	0,00
18	462,61	0,00
19	448,31	0,00
20	591,89	0,00

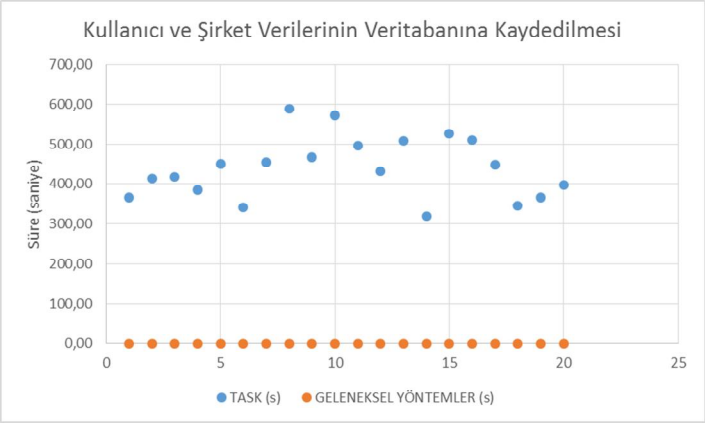
Geleneksel saha imalat kontrollerinde mahal verilerinin sisteme girişi söz konusu olmadığı için örneklemelerde süre verileri 0 olarak alınmıştır. Örneklemelerin genel süre dağılımları Şekil 7.2 'de görülebilmektedir.



Şekil 7.2 : Mahal veri girişi süre örnekleme dağılımı

7.3 Kullanıcı ve Şirket Verilerinin Veritabanına Kaydedilmesi

Geleneksel saha imalat kontrollerinde projede görev alan firmaların personel bilgilerinin oluşturulması saha imalat kontrolleri kapsamının dışında gerçekleşmektedir. TASK modelinde ise saha imalat kontrollerinde görev alacak firma kullanıcıları için gerekli kullanıcı hesapları oluşturulmaktadır. TASK modelinde kullanıcı ve şirket verilerinin veritabanına kaydedilme adımı örnek proje için uygulanmış ve süre örneklemeleri kullanılarak ilgili dağılımlar oluşturulmuştur (Şekil 7.3).



Şekil 7.3 : Kullanıcı ve şirket verileri girişine ilişkin süre örnekleme dağılımı

Yapılan örneklemeler sonucunda kullanıcı ve şirket sistem verilerinin TASK veritabanına kaydedilmesi 5 dakika ile 9 dakika arasından değişim göstermektedir. Oluşturulan örneklemlere ilişkin veriler Çizelge 7.3 ‘de gösterilmiştir.

Çizelge 7.3 : Süre Örneklemeleri: Kullanıcı ve şirket verilerinin sisteme girişi

Kullanıcı ve Şirket Verilerinin Veritabanına Kaydedilmesi		
#	TASK (s)	GELENEKSEL YÖNTEMLER (s)
1	365,34	0,00
2	413,70	0,00
3	418,75	0,00
4	384,45	0,00
5	451,01	0,00
6	341,62	0,00
7	455,18	0,00
8	589,61	0,00
9	467,25	0,00
10	572,76	0,00
11	497,18	0,00
12	432,33	0,00
13	507,90	0,00
14	319,35	0,00
15	526,83	0,00
16	510,15	0,00
17	449,12	0,00
18	346,63	0,00
19	367,12	0,00
20	397,84	0,00

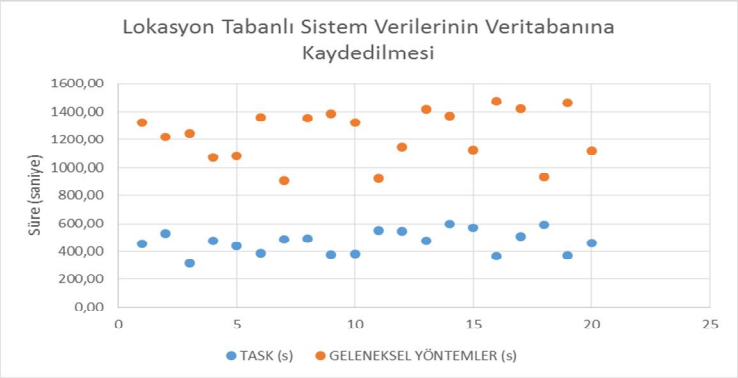
7.4 Çizimlerin ve Ek Dosyaların Veritabanına Kaydedilmesi

Çizim ve sözleşme gibi saha imalat kontrollerine yardımcı araçlar hem TASK hem de geleneksel saha imalat kontrollerinde sıklıkla kullanılmaktadır. TASK modelinde özellikle mahale ait çizimlerin ilgili mahalde görüntülenmesini sağlamak için bu dokümanların TASK veritabanına işlenmesi gerekmektedir. Geleneksel yöntemlerde herhangi bir veritabanına ek dokümanların yüklenmesine gereksinim görülmemekle birlikte, saha imalat kontrolüne çıkmadan önce ilgili çizim ve yardımcı dokümanların hazırlanması için belirli süreler gerekmektedir. TASK modeli ve vaka analizinden alınan örneklemelerde tespit edilen süreler Çizelge 7.4 'de görülmektedir.

Çizelge 7.4 : Süre Örneklemeleri: Ek dokümanların hazırlanması

Çizimlerin ve Ek Dosyaların Veritabanına Kaydedilmesi		
#	TASK (s)	GELENEKSEL YÖNTEMLER (s)
1	457,46	1323,33
2	530,13	1220,05
3	316,05	1247,71
4	477,74	1073,74
5	440,61	1081,17
6	389,45	1364,84
7	486,81	908,41
8	494,35	1356,43
9	379,14	1388,69
10	383,80	1325,42
11	548,94	927,21
12	547,38	1148,42
13	476,75	1417,57
14	595,83	1374,29
15	573,29	1124,12
16	368,06	1477,17
17	508,53	1422,87
18	594,00	933,74
19	373,18	1469,73
20	460,16	1118,41

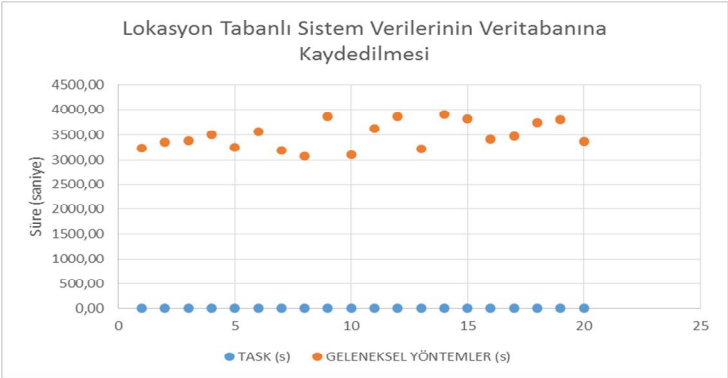
Örneklem değerlerine bakıldığında, saha imalat kontrollerinde kullanılabilecek çizim ve sözleşme gibi ek dokümanların hazırlanması için gereken süreler TASK modeli ve geleneksel yöntemler arasında farklılık göstermiştir. TASK modeli kullanılarak oluşturulan örneklemlerde çizim ve sözleşme dosyalarının boyutu ve internet erişim gücü gibi farklı etkenlerden kaynaklanan süre değişimleri tespit edilmiş olmasına rağmen, geleneksel saha imalat kontrollerinde ek dosya hazırlama süreci değerlerinin altında kalmıştır. TASK modelinde örneklemlerinde süre aralığı 5 dakika ile 10 dakika arasında değişiklik göstermekte iken, geleneksel yöntemlerde saha imalat kontrollerine yardımcı dokümanların hazırlanması 15 dakika ile 25 dakika aralığında değişiklik göstermektedir (Şekil 7.4).



Şekil 7.4 : Ek doküman hazırlama süre örnekleme dağılımı

7.5 Saha İmalat Kontrol Formunun Hazırlanması

Saha imalat kontrol formları geleneksel saha imalat kontrollerinde farklılık göstermekle beraber genel olarak standart formattaki kontrol tutanağına iş kalemi ve kabul kriterlerinin girilmesi ile oluşturulmaktadır. Bu süreç iş başlangıç aşamasında veya saha imalat kontrolünden önce gerçekleşmektedir. TASK modelinde ise saha imalat kontrol formu saha imalat kontrolünden hemen önce anlık süre mertebelerinde oluşturulmaktadır. Vaka analizi ve TASK modeli örneklemlerine ait dağılımlar Şekil 7.5 ‘de görülmektedir.



Şekil 7.5 : Saha imalat kontrol formu hazırlama süre örnekleme dağılımı

TASK ve geleneksel saha kontrol modellerini kıyaslamak için oluşturulan örneklemlerde TASK modeli kontrol formu hazırlama süreci anlık mertebelerde gözlemlemiştir. Geleneksel saha imalat kontrol modelindeki ise saha kontrol formunun oluşturulması 50dk - 60dk mertebelerinde gözlemlenmiştir (Çizelge 7.5).

Çizelge 7.5 : Süre Örneklemeleri: Kontrol formunun hazırlanması

Saha İmalat Kontrol Formunun Hazırlanması		
#	TASK (s)	GELENEKSEL YÖNTEMLER (s)
1	10,61	3235,85
2	11,94	3363,46
3	14,14	3381,35
4	13,35	3505,51
5	5,23	3259,55
6	10,43	3557,93
7	14,16	3201,31
8	9,30	3075,56
9	11,78	3859,63
10	10,02	3106,98
11	10,14	3626,28
12	9,63	3864,32
13	8,53	3222,33
14	9,05	3911,91
15	7,70	3812,34
16	5,56	3423,57
17	7,44	3472,33
18	14,79	3738,73
19	5,61	3801,50
20	8,90	3367,27

7.6 Saha İmalat Kontrolünün Gerçekleştirilmesi

Geleneksel yöntemler ile TASK modeli arasında kıyaslama yapabilmek için imalat kontrolleri ilgili imalatın bulunduğu mahalde saha personelinin gerekli uygunluk tespitlerini gerçekleştirip elde edilen verileri kontrol formuna kaydetmesine kadar olan süreci kapsayacak şekilde alınmıştır. Kıyaslama yaparken dikkate alınan en büyük fark TASK modeli ve geleneksel imalat kontrollerinde bir imalat kontrolü başına atanması gereken saha personeli sayısı olmuştur. Geleneksel imalat kontrol modelinde hiyerarşik yapıda alt ve üst birimler ikili gruplar halinde imalat kontrollerini gerçekleştirmekteyken, TASK modelinde her firma kullanıcısı tek başına ilgili saha kontrolünü gerçekleştirmektedir.

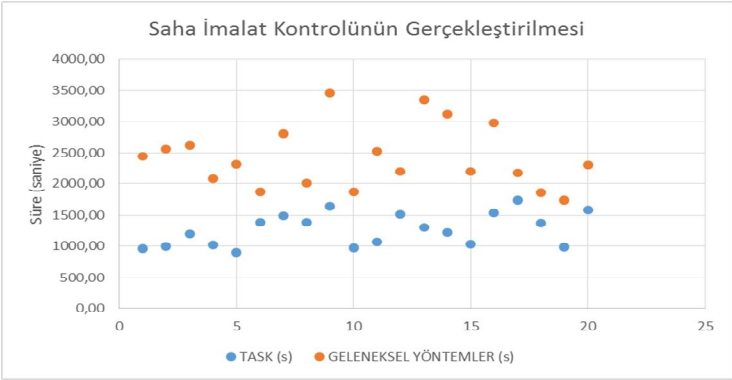
Saha organizasyonel yapısında işveren, ana yüklenici ve alt yüklenici firmalarının bulunduğu bir yapım projesinde, tüm kalite kontrol ve teslim kriterlerine uygun imal edilmiş örnek bir iş kalemi için TASK modeli içerisinde saha imalat kontrolü başına 3 personel (1 alt yüklenici, 1 ana yüklenici, 1 işveren) kaynak ataması yapılırken, geleneksel denetim yöntemlerinde 4 personel (1 alt yüklenici, 2 ana yüklenici, 1 işveren) kaynak ataması yapılmaktadır. Bunun sebebi geleneksel saha imalat kontrol modelinde ana yüklenici firma personelinin aynı iş kalemine ait imalat kontrolünü hem alt yüklenici hem de işveren firma personeli ile gerçekleştirmek zorunda olmasındandır. TASK modelinde böyle bir durum söz konusu olmamakla birlikte

saha imalat kontrollerinde aynı imalat kontrolünün tekrarlanmaması süre avantajı sağlamaktadır (Çizelge 7.6).

Çizelge 7.6 : Süre Örneklemeleri: Saha kontrolünün gerçekleştirilmesi

Saha İmalat Kontrolünün Gerçekleştirilmesi		
#	TASK (s)	GELENEKSEL YÖNTEMLER (s)
1	966,56	2451,54
2	994,91	2566,80
3	1198,52	2624,96
4	1015,43	2078,64
5	900,22	2313,09
6	1383,11	1863,22
7	1491,35	2812,40
8	1389,61	2006,16
9	1644,67	3461,02
10	973,70	1868,03
11	1072,73	2532,22
12	1511,02	2204,06
13	1308,79	3355,29
14	1221,32	3121,32
15	1034,98	2204,05
16	1533,96	2973,40
17	1735,91	2172,73
18	1377,19	1852,60
19	980,68	1739,43
20	1581,96	2299,62

Çizelge 7.6 ‘dan da gözlemlenebileceği üzere geleneksel saha imalat kontrol modelinden alınan örneklemler 29 dakika ile 57 dakika arasında değişiklik göstermektedir. Diğer taraftan TASK modeli ile gerçekleştirilen imalat kontrollerinde örneklem süreleri 15 dakika ile 28 dakika aralığında tespit edilmiştir. Örneklemlere ilişkin dağılımlar Şekil 7.6 ‘da görülmektedir.



Şekil 7.6 : Saha imalat kontrolü süre örnekleme dağılımı

7.7 Uygunsuzluk Durumlarının Taraflara Bildirilmesi

Saha imalat kontrollerinde karşılaşılan imalat hataları, kusurları ve uygunsuzluklarının düzeltilmesi için ilgili taraflara gerekli geri bildirimlerin yapılması gerekmektedir. Bölüm 2.5 ‘de bahsedildiği üzere geleneksel saha imalat

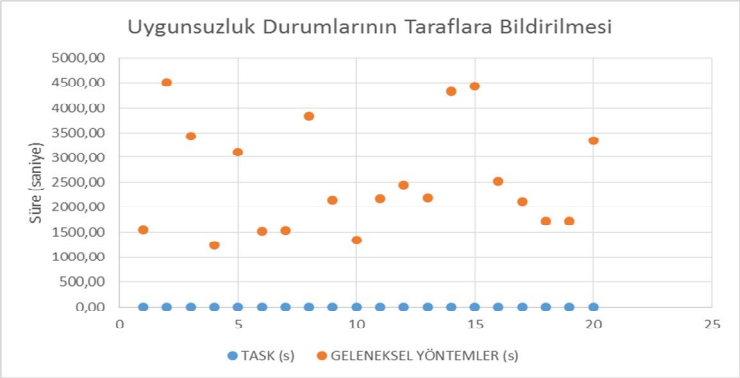
denetim yöntemlerinde saha içi iletişim kanallarının etkin kullanılamaması süre kayıplarına ve zaman yönetimi açısından etkin olmayan durumlara neden olmaktadır. Özellikle vaka analizinde bahsedildiği üzere kalite kontrol form sayısının binler ile ifade edildiği büyük ölçekli inşaat projelerinde ana yüklenici – alt yüklenici ve ana yüklenici – işveren firmaları arası bilgi akış süreleri saatler hatta bazen günler alan süreçleri beraberinde getirmektedir. İmalat kusurlarının varlığı başlıca süre kayıplarına sebep olan bir etmen olmasına ek olarak, düzeltici eylemlerin alınmasına engel teşkil edecek sağlıksız bilgi akışları da projenin süre etkinliğini azaltmaktadır.

Saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan imalat kusurları düzeltilmek üzere hiyerarşik yapıdaki en alt birim olan alt yüklenicilere iletilmektedir. Geleneksel yöntemlerin kullanıldığı yapım projelerinde hata tanımının yapılıp gerekli talimatların oluşturulması ve ilgili bilginin alt birimlere aktarımı gibi süreçler saatler ile ifade edilebilmektedir. TASK modelinde ise GCM teknolojisi kullanılarak taşınabilir aygıtlar yardımıyla saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan veriler anlık mertebelerde projede görev alan birimlere aktarılmaktadır. Her iki modele ait örneklemeler Çizelge 7.7 ‘de görülmektedir.

Çizelge 7.7 : Süre Örneklemeleri: Uygunsuzlukların taraflara bildirilmesi

Uygunsuzluk Durumlarının Taraflara Bildirilmesi		
#	TASK (s)	GELENEKSEL YÖNTEMLER (s)
1	7,93	1551,02
2	9,66	4498,07
3	7,59	3431,38
4	6,65	1251,82
5	9,34	3098,11
6	6,30	1530,17
7	6,30	1539,97
8	5,89	3836,32
9	6,73	2138,79
10	5,01	1350,64
11	8,71	2176,05
12	9,20	2460,64
13	6,39	2193,20
14	8,51	4330,28
15	7,02	4433,44
16	9,06	2524,54
17	8,71	2118,32
18	7,19	1729,46
19	5,39	1737,31
20	7,05	3333,74

Örneklemelerden elde edilen süreler incelendiğinde saha imalat kontrolleri sonrasında projede görev alan firma kullanıcılarına geri bildirimlerin TASK modelinde saniye bazında gerçekleştiğini, geleneksel denetim yöntemleri ile bu sürelerin saat bazında gerçekleştiği gözlemlenmiştir (Şekil 7.7).



Şekil 7.7 : Uygunsuzluk bildirimleri süre örnekleme dağılımı

7.8 İmalat Uygunluk ve Uygunsuzluk Durumlarının Veritabanına İşlenmesi

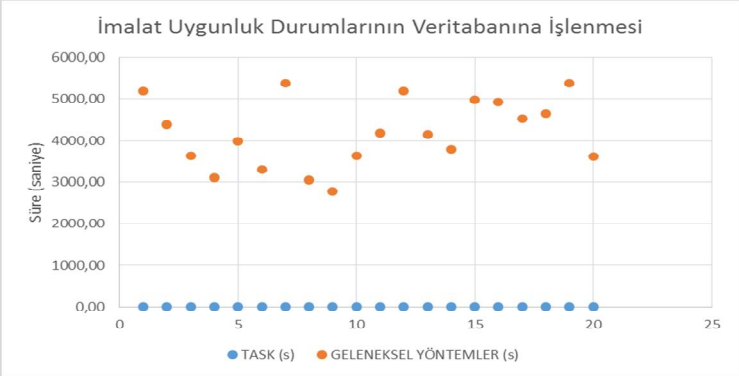
Geleneksel denetim yöntemlerinde ve TASK modelinde saha kontrollerinde elde edilen verilerin kayıt altında tutulması gerekmektedir. TASK modelinde elde edilen veriler ortak veritabanında saklanmaktadır. Geleneksel yöntemler de ise genellikle elde edilen veriler her firmanın kendi veritabanında saklanmaktadır. Çalışma kapsamında incelenen vaka analizi verileri incelendiğinde bu sürecin her bir firma tarafından tekrar edildiği ve toplamda örnek bir iş saha imalat kontrolünün veri kayıt işleminin 3 kez yapıldığı gözlemlenmiştir. TASK modelinde ise ortak bir veritabanının benimsenmiş olması ve verilerin anlık mertebelerde veritabanına işlenmesi süre etkinliği sağlamaktadır (Çizelge 7.8).

Çizelge 7.8 : Süre Örneklemeleri: Uygunluk durumlarının veritabanına işlenmesi

İmalat Uygunluk Durumlarının Veritabanına İşlenmesi		
#	TASK (s)	GELENEKSEL YÖNTEMLER (s)
1	8,95	5193,30
2	6,49	4374,57
3	6,18	3638,86
4	7,40	3102,96
5	6,27	3995,94
6	6,70	3292,41
7	5,22	5383,07
8	7,41	3052,14
9	6,03	2777,99
10	9,32	3632,56
11	7,94	4178,71
12	8,77	5191,98
13	9,64	4153,27
14	6,66	3797,34
15	7,71	4987,56
16	5,40	4930,81
17	8,17	4515,55
18	7,05	4649,12
19	9,80	5391,28
20	5,57	3617,48

Çizelge 7.8 ‘de görüldüğü üzere TASK modelinde verilerin ortak veritabanına kaydedilmesi anlık mertebelerde gerçekleşirken, geleneksel yöntemlerde bu süreç 1

saatin üzerine çıkabilmektedir. TASK modelinde PHP ara modülleri tarafından ilgili düzenlemeler otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Geleneksel yöntemlerde ise veri işleme süreci firma personellerinin etkinliği, iş yükü ve veri içeriğine bağlı olarak daha uzun sürelere yayılabilmektedir (Şekil 7.8).



Şekil 7.8 : Saha uygunluklarının veritabanına işlenmesi süre örnekleme dağılımı

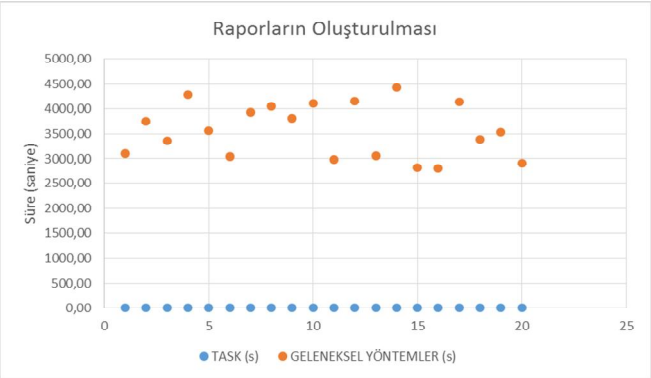
7.9 Raporların Oluşturulması

Saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan uygunluk ve uygunsuzluk durumlarının tespiti, düzeltilmesi gereken imalatların belirlenmesi, onaylanan ve reddedilen iş kalemlerinin sayısal bilgileri belirli bir format içerisinde raporlanabilir olmalıdır. Böylelikle projenin genel kalite kontrol ve teslim durumu hakkında fikir sahibi olunabilir. Dar boğaza girmiş süreçler tespit edilip ilgili düzeltmeler sağlanabilir ve proje yönetim etkinliği arttırılabilir hale gelmektedir. TASK modeli içerisinde farklı raporlamalar alınabilmekte olup süreç anlık mertebelerde gerçekleşmektedir. Geleneksel saha imalat kontrollerinin benimsendiği yapım projelerinde ise her firma kendi yönetim kararları için farklı raporlamalar oluşturmaktadır. Bu zaten uzun süren bu süreci firma sayısı adedince katlamaktadır. Örneğin, vaka analizi kapsamında incelenen projenin raporlama süreleri göz önünde bulundurulduğunda firma kullanıcılarının genel raporlama süreleri benzer olmasına rağmen, sürecin her firma tarafından tekrar edilmesi toplam sürecin uzamasına ve zaman etkinliğinin azalmasına neden olmuştur. TASK modelinde de benzer şekilde raporlama her firma tarafından tekrar ediliyor olsa bile, süreç otomasyon sistemi içerisinde yürütüldüğü için toplam raporlama süresi anlık mertebelerin üstüne çıkmamakta ve zamansal açıdan verimlilik oluşturmaktadır (Şekil 7.9).

Çizelge 7.9 : Süre Örneklemeleri: İmalat kontrolleri raporlarının oluşturulması

Raporların Oluşturulması		
#	TASK (s)	GELENEKSEL YÖNTEMLER (s)
1	8,47	3101,87
2	7,89	3752,15
3	9,87	3354,23
4	6,25	4276,76
5	7,96	3560,43
6	8,80	3043,14
7	10,70	3931,31
8	8,79	4045,35
9	7,99	3805,08
10	8,56	4107,85
11	6,59	2991,14
12	9,33	4154,00
13	8,43	3064,71
14	9,77	4422,17
15	11,21	2818,53
16	7,59	2810,74
17	7,12	4127,76
18	7,05	3383,29
19	6,05	3534,45
20	8,71	2915,18

Rapor oluşturma süre örneklemleri incelendiğinde TASK modeli raporlama süreleri anlık mertebelerde gözlemlenirken, geleneksel denetim yöntemlerinde aynı sürecin 46 dakika ile 73 dakika arasında dağılım gösterdiği gözlemlenmiştir (Şekil 7.9).



Şekil 7.9 : Saha kontrollerinin raporlanması süre örnekleme dağılımı

Geleneksel saha imalat denetimleri ile TASK modeli arasında yapılan süre etkinliği kıyaslaması sonucunda dokuz farklı adım için her iki tür modelin de farklı performanslar değerleri elde edilmiştir. Bu adımlar içerisinde geleneksel imalat kontrollerinde gerçekleştirilmeyen bazı adımlar TASK modeli içerisinde gerçekleştirilirken, bazı adımlarda ise geleneksel imalat kontrollerinde süreç uzun sürelere yayılmakta iken, TASK modelinde aynı adımlar anlık mertebelerde gerçekleşmektedir (Çizelge 7.10).

Çizelge 7.10 : Süre örneklemeleri ortalama süreleri

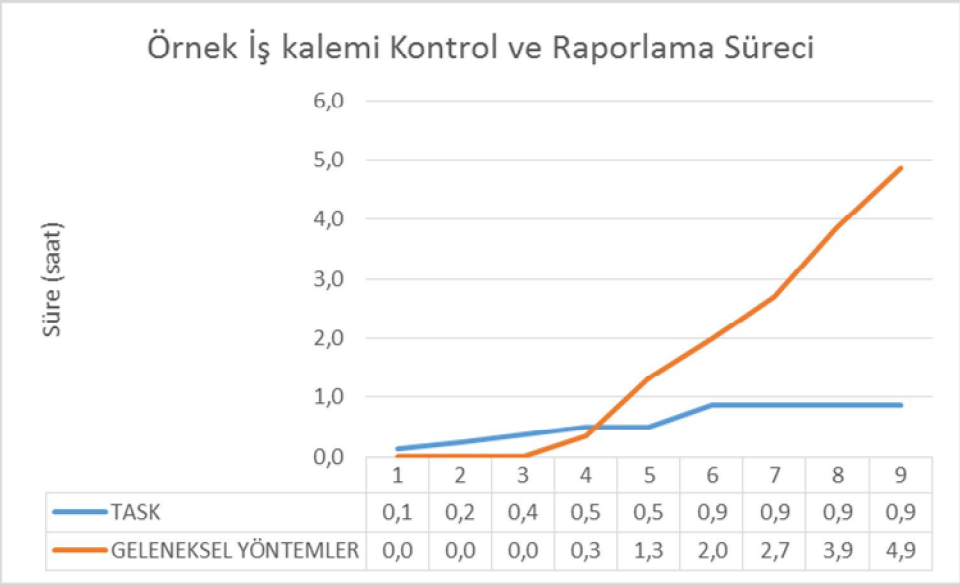
	Ortalama Süreler (saniye)	
Saha İmalat Kontrolü ve Raporlama Süreci Adımları	**TASK**	**GELENEKSEL YÖNTEMLER**
1. Örnek İş kalemi Sistem Verilerinin Veritabanına Kaydedilmesi	*434,07*	*0,00*
2. Örnek Mahal Sistem Verilerinin Veritabanına Kaydedilmesi	*457,99*	*0,00*
3. Kullanıcı ve Şirket Verilerinin Veritabanına Kaydedilmesi	*440,71*	*0,00*
4. Çizimlerin ve Ek Dosyaların Veritabanına Kaydedilmesi	*470,08*	*1235,17*
5. Saha İmalat Kontrol Formunun Hazırlanması	*9,92*	*3489,38*
6. Saha İmalat Kontrolünün Gerçekleştirilmesi	*1265,83*	*2425,03*
7. Uygunsuzluk Durumlarının Taraflara Bildirilmesi	*7,43*	*2563,16*
8. İmalat Uygunluk ve Uygunsuzluk Durumlarının Veritabanına İşlenmesi	*7,34*	*4192,84*
9. Raporların Oluşturulması	*8,36*	*3560,01*

Geleneksel saha imalat kontrolleri ve TASK modeli süre kıyaslaması gerçekleştirilirken örnek bir iş kaleminin tüm kalite kontrol ve iş teslim kriterlerine uygun olduğu düşünülerek Çizelge 7.10 'da belirtilen dokuz adım sırasıyla takip edilmiştir. Ortaya çıkan sonuçların kümülatif toplamları alındığında tüm kabul kriterlerine uygun imal edilen örnek bir iş kaleminin ortalama saha imalat kontrol süresi hem TASK hem de geleneksel yöntemler için hesaplanmıştır (Çizelge 7.11).

Çizelge 7.11 : Süre örneklemeleri ortalama süreleri

Saha İmalat Kontrolü ve Raporlama Süreci Adımları (Kümülatif)	**TASK**	**GELENEKSEL YÖNTEMLER**
1. Örnek İş kalemi Sistem Verilerinin Veritabanına Kaydedilmesi	*434,07*	*0,00*
2. Örnek Mahal Sistem Verilerinin Veritabanına Kaydedilmesi	*892,06*	*0,00*
3. Kullanıcı ve Şirket Verilerinin Veritabanına Kaydedilmesi	*1332,76*	*0,00*
4. Çizimlerin ve Ek Dosyaların Veritabanına Kaydedilmesi	*1802,85*	*1235,17*
5. Saha İmalat Kontrol Formunun Hazırlanması	*1812,76*	*4724,55*
6. Saha İmalat Kontrolünün Gerçekleştirilmesi	*3078,59*	*7149,58*
7. Uygunsuzluk Durumlarının Taraflara Bildirilmesi	*3086,03*	*9712,74*
8. İmalat Uygunluk ve Uygunsuzluk Durumlarının Veritabanına İşlenmesi	*3093,36*	*13905,59*
9. Raporların Oluşturulması	*3101,72*	*17465,59*
Toplam Süre (saat)	**0,86**	**4,85**

Ortaya çıkan veriler incelendiğinde saha imalat kontrol yaşam döngüsünün erken aşamalarında TASK modelinin geleneksel yöntemlere kıyasla süre etkinliğinin düşük olduğu gözlemlenmektedir. Saha imalat kontrollerinde kullanılacak olan iş kalemi, proje mahalleri, kullanıcı bilgileri, şirket bilgileri ve çizimler gibi verilerin veritabanına işlenmesi TASK modelini imalat kontrollerinin erken dönemimde geleneksel yöntemlere kıyasla zamansal açıdan geride bırakmaktadır. Ancak saha imalat kontrol sürecinin özellikle orta ve son bölümleri incelendiğinde, TASK modeli süreç etkinliğinin geleneksel denetim yöntemlerine göre daha verimli sonuçlar verdiği görülmektedir. Bunun en büyük sebebi, saha imalat kontrol süreci içerisinde 4. adım ve sonrasında gerçekleştirilen eylemlerin TASK modelinde anlık mertebelerde gerçekleşmesi olarak yorumlanabilir (Şekil 7.10).



Şekil 7.10 : TASK ve Geleneksel modellerin süreç diyagramı

7.10 Sonuçların Tartışılması

TASK modeli saha imalat kontrollerinin erken dönemlerinde süre etkinliği açısından geleneksel yöntemlerin gerisinde kalmasına rağmen saha imalat kontrollerinin orta ve son dönemleri incelendiğinde durumun kümülatif süre etkinliğinde tam tersine döndüğü tespit edilmiştir. Özellikle saha imalat kontrolü öncesi hazırlık aşamasında ortalama süreler arasındaki fark kapanmıştır. 4. adımdan sonra TASK modeli kapsamında yürütülen işlemlerin anlık süreler mertebesinde gerçekleştirilebiliyor olması, geleneksel yöntemler ile aradaki farkı açarak süre verimliliğini belirlemede ayırt edici rol oynamıştır.

Ortaya çıkan veriler incelendiğinde geleneksel saha imalat kontrolleri ile TASK modeli kullanılarak gerçekleştirilen saha imalat kontrolleri süre ortalamaları arasında farklılık tespit edilmiştir. TASK modeli ile örnek bir iş kaleminin ortalama imalat kontrol süresi 0.86 saat, geleneksel modeller de ise örnek bir iş kaleminin ortalama imalat kontrol süresi 4,85 saat olarak hesaplanmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar geleneksel modellerin imalat kontrollerinin erken döneminde süre verimliliği açısından daha olumlu sonuçlar verdiğini, TASK modelinin ise imalat kontrollerinin orta ve son dönemlerinde genel süre verimliliği açısından 5,64 kat daha etkin olduğunu göstermektedir.

Özellikle saha imalat kontrollerinin orta ve son dönemlerinde TASK modelinde veri işleme hızının anlık mertebelere yakın olması süre verimliliği açısından büyük

avantaj sağlamıştır. Ayrıca imalat kontrollerinde ortaya çıkan verilerin konsolide edilip derlenme işlemleri geleneksel yöntemlere göre daha etkin sonuçlar sağlamıştır. Verilerin anlık iletimi ve raporların en güncel kalite kontrol ve teslim durumunu anlık olarak ortaya koyabilmesi saha içi iletişim kanallarını etkinleştirecek ve toplam bilgi kalitesinde iyileştirmeler sağlayacaktır.

Süre etkinliği kıyaslaması yapılırken iş kaleminin tüm kalite kontrol kriterlerine uygun olduğu varsayılmıştır. Böylelikle ortaya çıkan herhangi bir uygunsuzluk ve hata durumunda sürecin hiyerarşik yapıdaki en alt birim olan alt yüklenici firmaya dönmesi engellenmiş ve lineer bir süreç benimsenmiştir. Süreç olabildiğince lineer olmasına rağmen geleneksel yöntemler ile TASK modeli arasında süre verimi açısında ciddi farklar gözlemlenmiştir. Geleneksel yöntemlerin kullanıldığı yapım projelerinde imalat hatalarının taraflara bildirilmesi ve uygunsuzluk raporlarının oluşturulması, kusurları destekleyici fotoğrafların belgelendirilip sorumlu kişilere bildirilmesi sürecin dışında tutulmuştur. Bu süreçler de göz önünde bulundurulduğunda süre verimliliği arasındaki farkların çok daha belirgin hale geleceğine şüphe yoktur.

Proje içi süre verimliliğinin maliyeti yansıması düşünüldüğünde toplam proje yönetim etkinliğine kadar uzanan bir zincir ile karşılaşılmaktadır. TASK modeli ile geleneksel saha imalat kontrolleri arasındaki kıyaslama, örnek bir iş kaleminin ortalama imalat kontrol sürecinin başlangıcından sonuna kadar geçen ortalama süreler arasında 4 saat fark olduğunu ortaya koymuştur. Aradaki zaman farkı 55 mahal içeren Doping Kontrol Merkezi projesinin tümü için düşünüldüğünde tek bir iş kalemi için 8 saat mesainin harcandığı yapım projesi için 27 gün fark ortaya çıkarmaktadır. Benzer şekilde 23 farklı tip iş kalemi ve 15.000 adet kontrol formunun bulunduğu vaka analizine ilişkin saha kontrol süreci incelenip günlük mesai süresi 8 saat olarak alındığında geleneksel yöntemler ile TASK modeli arasında 10 aydan fazla bir zaman farkı söz konusu olmaktadır. İlgili hesaplamalar örnek iş kaleminin kabul kriterlerine uygun olduğu varsayımıyla yapılmıştır. Ortaya çıkabilecek uygunsuzluklar ve yapım projesinde var olan tüm iş kalemleri düşünüldüğünde ortaya çıkan zaman farkı daha ciddi boyutlara ulaşmaktadır. Aylarla ifade edilen bu süre farklılıkları maliyet açısından ele alındığında, projede yapım işlerine ayrılan iş gücünün ve kaynaklarının fırsat maliyetleri proje toplam maliyeti içerisinde önemli bir paya sahip olacaktır. Geleneksel saha imalat kontrollerinde

kaybedilen bu süre, proje verimliliği ve etkinliği açısından önem teşkil edecek diğer aktivitelere bolluk kazandıracaktır.

Geleneksel saha denetim modellerinde saha kontrolleri sonucunda ortaya çıkan onay ve ret durumlarının veritabanına işlenip ilgili raporlamaların alınması için merkez ve teknik ofislerde doküman kontrol personelleri bulunmaktadır. TASK modeli ile birlikte veritabanına veri işleme ve ilgili raporlamaların alınmasına ilişkin süreçler otomasyon içerisine sokulmuştur. Böylece, hem personel sayısından tasarruf yapılması hem de raporlama süreçlerinde ortaya çıkabilecek zaman kayıplarının önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Bu durum Bölüm 2.4 'de bahsedilen vaka analizi kapsamında değerlendirildiğinde, sadece raporlama ve veritabanı kayıt işlemleri için 5 kişilik bir doküman kontrol ekibinin oluşturulduğu görülmektedir. TASK modeli ile bahsedilen 5 kişilik ekibin yaptığı görevler otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Vaka analizinde bahsedilen yapım projesinin toplam süresinin 12 yıl olduğu düşünülürse, sadece beş kişiden elde edilen personel tasarrufunun bile çok ciddi boyutlara ulaştığı anlaşılmaktadır (Çizelge 7.12).

Çizelge 7.12 : Saha kontrol ve raporlama süreçlerinde oluşan kazanımlar

	Proje süresi (yıl)	Mahal sayısı	Kazanç			Personel Sayısı	Brüt Maaş (TL)	Toplam Tasarruf (TL)
			(saat)	(gün)	(ay)			
Doping Kontrol Binası	1	55	220	27	0,9	2	6.500	11.700
Vaka analizi: Saha kontrol	12	652	2.608	362	12	20	6.500	1.560.000
Vaka analizi: Raporlama	12	-	34.560	4.320	144	5	4.000	2.880.000
							TOPLAM	4.451.700

Geleneksel saha imalat kontrolleri ve TASK modeli arasında yapılan süreç etkinliği kıyaslama analizinde ortaya çıkan veriler yapım projelerinin toplam sürelerine yansıtıldığında Çizelge 7.12 'de görüldüğü üzere ciddi maliyet kazanımları sağlanmaktadır. Proje süresi, mahal sayısı ve personel sayısı doğrultusunda toplam maliyet tasarrufu değişkenlik göstermektedir. 12 yıl süren vaka analizi yapım projesindeki toplam tasarruf ile 1 yıl yapım süresine sahip Doping Kontrol Binası toplam tasarruf miktarları proje süresi tabanında tutarlılık göstermektedir. Ayrıca raporlama sürecinde TASK modelinde doküman kontrol personeline ihtiyaç duyulmaması uzun sürece yayılmış olan vaka analizi yapım projesinde ciddi bir

kazanım doğurabilmektedir. Böylece TASK modeli ve vaka analizinde bahsi geçen yapım projesi arasında endirekt ve direkt maliyetlerden kaynaklı 4.440.000 TL maliyet tasarrufu gözlemlenebilmektedir.

Yukarıda bahsedilen verimlilik değerlendirmeleri bir araya getirildiğinde TASK modeli ile yapım projesinin saha imalat kontrolleri gerçekleştirildiğinde süre, maliyet ve iletişim etkinliği açısından olumlu sonuçlar elde ettiğini söylemek yanlış olmayacaktır.

7.11 TASK ve Mevcut Yazılımlar

Günümüzde geleneksel saha imalat kontrollerinde bilgi akışını taşınabilir aygıtlar yardımıyla iyileştirmeyi hedefleyen yazılımlar mevcuttur. Çoğunlukla bu yazılımlar geleneksel denetim yöntemlerinde evrak ve doküman yükünü ortadan kaldırmak için farklı modeller önermişlerdir. Bu yazılımlar yapım projesinin şantiye kolunda iş teslimleri, kusur yönetimi ve ilerleme verilerinin oluşturulması gibi farklı kapsamlarda faaliyet göstermektedirler. Çalışma kapsamında geliştirilmiş olan TASK modeli ile var olan mevcut yazılımları kıyaslamak için bir karşılaştırma matrisi hazırlanmıştır (Çizelge 7.13). Karşılaştırma matrisi içerisine saha imalat kontrollerinde önem teşkil edebilecek 6 farklı özellik dâhil edilmiştir. Bunlar (1) kapsam, (2) denetim yöntemi, (3) iş teslimleri, (4) bildirimler, (5) üç boyutlu ilerleme takibi ve (6) raporlama olarak sıralanabilir.

Çizelge 7.13 : TASK ve mevcut yazılımların karşılaştırma matrisi

ÜRÜN	KAPSAM	DENETİM YÖNTEMİ	İŞ TESLİMLERİ	BİLDİRİMLER	3D İLERLEME	RAPORLAMA
Autodesk BIM 360 FM	İş teslimleri ve Kusur Yönetimi	Eleman ve Mahal	Alt birimler	Email / Toplu anlık bildirim	HAYIR	Ağ tabanlı / Kısıtlı
GenieBelt	İlerleme Takip	Aktivite	Alt birimler	Email	HAYIR	PDF / Cihaz üzerinde
SnagR	Kusur Yönetimi	Eleman	Alt birimler	Email / Toplu anlık bildirim	HAYIR	Ağ tabanlı / Kısıtlı
LATISTA	Kusur Yönetimi	Eleman	Alt birimler	Email / İlgili kişiye	HAYIR	Ağ tabanlı / Kısıtlı
TASK	İş teslimleri ve Kusur Yönetimi	Eleman ve Mahal	Üst ve alt birimler	GCM / Toplu anlık bildirim	EVET	Reportviewer

Kapsam: Var olan yazılımlar incelendiğinde genel olarak hata ve kusur yönetimine ilişkin çözümler üretildiği görülmektedir. Bu ürünler daha çok sahada karşılaşılan

imalat hatalarını tespit ve düzeltici eylemlerin alınıp takip edilmesi aşamalarında etkili sonuçlar vermektedirler. Ancak TASK modelinde ve Autodesk 360 FM 'de diğer modellerden farklı olarak iş teslimlerinin dijital formlar üzerinde yapılabildiği görülmektedir.

Denetim yöntemi: Genel olarak mevcut araçlar incelendiğinde saha kontrollerinde eleman tabanlı bir yapılanmanın tercih edildiği görülmektedir. Geleneksel yöntemlerde ise sıklıkla mahal tabanlı iş teslimleri benimsenmektedir. TASK modeli ile birlikte hem mahal hem de eleman tabanlı iş teslimleri gerçekleştiriliyorken mevcut yazılımlarda daha çok eleman tabanlı saha denetimlerine rastlanmaktadır.

İş teslimleri: Geleneksel saha imalat kontrollerinde iş teslimleri en alt birimden (alt yüklenici) en üst birime (işveren) kadar hiyerarşik bir yapılanma içerisinde ele alınmaktadır. Mevcut ürünlerde saha denetimlerinin tek yönlü olarak yapıldığı görülmektedir. İmalat kontrol mekanizması ana yüklenici ve alt yüklenici ilişkisi ile sınırlandırılmıştır. TASK modelinde ise çift yönlü bir akış söz konusudur. Saha denetimlerine hem alt hem de üst birimden firmalar dâhil olarak ilgili iş teslimleri gerçekleştirilmektedir. Geleneksel saha imalat kontrollerinde karşımıza çıkan bu hiyerarşik yapılanma TASK modeli içerisinde birebir uygulanmaktadır. Dolayısıyla, evrak tabanlı geleneksel saha denetim mekanizmalarını bırakan bir firmanın imalat kontrollerinde bilişim teknolojilerine adaptasyonu, diğer ürünlerle kıyaslandığında, TASK modeli ile daha kısa sürede sağlanmış olacaktır.

Bildirimler: Mevcut ürünler incelendiğinde yapım projesinde görev alan tüm personele anlık bildirimlerin elektronik posta veya anlık toplu bildirimler vasıtasıyla iletildiği görülmektedir. TASK, SnagR ve Autodesk BIM 360 FM gibi yazılımlarda gerçekleşen tüm eylemler için saha personeline anlık toplu bildirimler gönderilmektedir. TASK modelinde diğerlerinden farklı olarak, firmaya ait yapılacaklar listesi bulunmaktadır. Böylece var olan bildirim sisteminin dışında, firma personeli tamamlaması gereken saha kontrollerine ilişkin listeyi farklı bir ara yüz üzerinden görüntüleyebilmektedir.

Üç boyutlu ilerleme takip: Mevcut yazılımlar incelendiğinde, saha imalatlarına ilişkin anlık ilerlemelerin üç boyutlu ortamda görselleştirildiği tek model TASK olarak karşımıza çıkmaktadır. Var olan ürünler üçüncü parti yazılımlar kullanarak ilgili ilerlemeleri görselleştirebiliyorken, TASK modeli içerisinde bulunan 3D IFC modülü ile projenin herhangi bir aşamasında ilgili iş kalemi seçilerek saha imalat

kontrollerinde ortaya çıkan onay ve ret durumları üç boyutlu IFC model üzerinde görüntülenebilmektedir.

Raporlama: Mevcut ürünlerde, saha denetimleri neticesinde ortaya çıkan veriler konsolide edilerek ilgili raporla ağ tabanlı formlar üzerinden görüntülenmektedir. Ürünü geliştiren firma tarafından oluşturulan formatlara göre ilgili raporlar oluşturulabilmektedir. Ancak firmaların ihtiyaçları doğrultusunda gereksinim duyulan bir raporun oluşturulması mevcut ürünlerde mümkün olmamaktadır. TASK modelinde ise Microsoft Reportviewer altyapısı kullanıldığı için ihtiyaca göre farklı ".rdlc" uzantılı dosyalar oluşturularak farklı raporlar üretilebilmektedir.

8. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yapım projelerinin saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan problemleri gidermek üzere birçok otomasyon çalışması gerçekleştirilmiştir. Günümüz bilişim teknolojileri kullanılarak gerçekleştirilen geçmiş çalışmalar daha çok kusur ve hata yönetimi konuları üzerinde durmuştur. TASK modeli ise yapım projesinin tüm mahalleri ve iş kalemleri için saha imalat kontrollerine olanak vererek toplam kalite algısını daha kapsayıcı hale getirmiştir. TASK modeli geçmiş çalışmalardan farklı olarak imalat kabul kriterlerinin işveren tarafından belirlenmesini sağlamış ve içerisinde bulunan IFC modülü sayesinde saha imalat kontrol durumları üç boyutlu model üzerinde görselleştirilebilmiştir.

TASK modeli ile saha imalat kontrollerinde bilgi akışının taşınabilir aygıtlar yardımıyla iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda TASK modeli içerisinde iki adet prototip geliştirilmiştir. Geliştirilen prototiplerden ve geleneksel saha denetim yöntemlerinden alınan örneklemler ile gerekli doğrulama analizleri gerçekleştirilmiş ve TASK modelinin süre etkinliği konusunda ciddi tespitler yapılabilmiştir.

Çalışma kapsamında saha imalat kontrolleri dokuz adım altında toplanmıştır. Bu adımların her biri için hem TASK modelinden hem de geleneksel denetim yöntemlerinin benimsendiği vaka analizinde bahsedilen yapım projesinden örneklemler alınmıştır. Alınan örneklemler sonucunda örnek bir iş kaleminin saha imalat kontrol kümülatif toplam süreçleri arasında ciddi farkların oluştuğu gözlemlenmiştir. TASK modelinde örnek iş kaleminin hazırlık aşamasından raporlama aşamasında kadar olan toplam saha imalat kontrol sürecinin 0,86 saat içerisinde tamamlanabildiği, aynı sürecin konvansiyonel yöntemlerde 4,85 saatte tamamlanabildiği tespit edilmiştir. Aradaki bu zaman farkı toplam proje süresine yaklaşık bir hesaplama ile yansıtıldığında örnek projenin tamamı için 27 günlük bir süre farkı karşımıza çıkmaktadır. Benzer şekilde vaka analizinde bahsedilen yapım projesi için aynı yaklaşık hesap yapıldığında toplam proje için 10 aylık bir fark görülmektedir. TASK ve geleneksel yöntemler süreç etkinliği çerçevesinde kıyaslandığında, toplam proje süresi içerisinde aylar ile ifade edilebilecek derecede

süre farkları karşımıza çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu süre farkları, projenin verimlilik ve etkinliğini artırabilecek diğer aktiviteler için kaynak oluşturabilecek potansiyele sahiptir.

Örnek iş kalemi saha imalat kontrolü çalışma kapsamında hem geleneksel yöntemlerdeki hem de TASK modeli içerisindeki süreçleri kapsayacak şekilde dokuz adım olarak düşünülmüştür. Saha imalat kontrol süreci içerisinde çalışma kapsamında tanımlanan bu dokuz adım ayrıntılı olarak incelendiğinde özellikle saha imalat kontrollerinde kullanılacak olan sistem verilerinin oluşturulma süreci dikkat çekmektedir. TASK modeli içerisinde saha imalat kontrollerinde kullanılacak olan bilgiler imalat kontrolü öncesinde sisteme tanıtılmalıdır. Geleneksel yöntemlerde ise sistem verilerinin oluşturulması gibi bir sürece gereksinim duyulmamaktadır. Bu sebeple yürütülen süreç etkinliği doğrulama analizi incelendiğinde, özellikle saha imalat kontrollerinin erken evresinde TASK modeli süreç etkinliğinin geleneksel yöntemlerin gerisinde kaldığı gözlemlenmektedir.

Örnek iş kalemi saha imalat kontrol sürecinin ilerleyen aşamaları gözlemlendiğinde, özellikle imalat kontrol sürecinin orta ve son bölümlerinde kümülatif süreç etkinliğinin geleneksel saha imalat kontrollerinin tercih edildiği modellerde azaldığı tespit edilmiştir. Süreç etkinliğindeki bu azalmalar genel olarak saha imalat kontrolleri sonucunda oluşan bilginin taraflar arasında dağıtımı ve verilerin bir araya getirilip raporlamaların oluşturulması aşamalarında gözlemlenmiştir. Bunun en büyük nedenlerinden birisi imalat kontrol ve teslim formlarının evrak tabanlı bir yapılanma içerisinde olmalarıdır. Örneğin, saha kontrolü neticesinde tespit edilen imalat hatalarının veya uygunsuzluklarının taraflar arasında bilgiye dönüşmesi ve ilgili düzeltici eylemlerin oluşturulma süreci evrak tabanlı bir sistem içerisinde zaman kayıplarına neden olabilmektedir. Uygunsuzluk tespiti durumunda saha imalat kontrol süreci saha organizasyonel yapısındaki en alt birime dönmektedir. En alt birimde görev alan firmanın saha kontrolünde ortaya çıkan uygunsuzluğun kapsamını öğrenip düzeltici eylem alması için ilgili saha imalat kontrol formunun kendisine teslim edilmesi ve gerekli açıklamaların yapılması gerekmektedir. İnşaat işinin doğası gereği bu tür bir geri bildirim mekanizması konvansiyonel saha imalat kontrollerinde uzun bir sürece yayıldığı görülmektedir.

Geleneksel saha imalat kontrolleri ele alındığında saha organizasyonel yapısında geri bildirim sürelerini düşürmek için taraflar ilgili saha imalat kontrollerini alt ve üst

birimler halinde beraber yürütmektedirler. Böylece, bir uygunsuzluk tespiti durumunda bir alt birime o an içerisinde bildirimler sağlanmış olmaktadır. Fakat bu tür bir yapılanma üst birimlerin alt birimlerine ilgili veriyi hızlı bir şekilde aktarmasını sağlamasına rağmen, üst birimden organizasyonel yapıdaki en alt birime anlık veri aktarımı yapabilmesini garantilememektedir. Örneğin, işveren ile ana yüklenici firma arasında gerçekleştirilen saha imalat kontrolü neticesinde işveren firma personeli tarafından imalatta uygunsuzluk durumu tespit edildiğinde ana yüklenici firma durumla ilgili anlık olarak geri bildirim almış olmaktadır. Ancak imalat kalemini meydana getiren alt yüklenici firmanın ilgili uygunsuzluk durumunu ana yükleniciden alması ve düzeltici eylemleri yerine getirilmesi zaman kayıplarına neden olmaktadır. Ayrıca saha imalat kontrollerine saha organizasyonel yapılanması gereği alt ve üst firmalardan birer personel atanması, toplam saha imalat kontrollerine atanan adam saati arttırmakta ve toplam süreç etkinliğini azaltmaktadır.

TASK modelinde geleneksel yöntemlerin aksine bilginin taraflar arasında dağıtımı ve verilerin konsolide edilip raporlamaların yapılması gibi süreçler anlık mertebelerde gerçekleşmektedir. Bu süreç özellikle geleneksel yöntemler ile kıyaslandığında ciddi süre farklarını ortaya koymaktadır. Ayrıca, geleneksel yöntemlerde raporlama ve veri konsolidasyon işlerini yapan doküman görevlisine TASK modeli içerisinde ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu durum, özellikle birden fazla doküman kontrol personelinin bulunduğu uzun sürece yayılmış yapım projeleri özelinde düşünüldüğünde, personel maliyeti noktasında ortaya çıkan tasarrufu daha ciddi boyutlara ulaştırmaktadır.

Gerçekleştirilen karşılaştırma analizinde ortaya çıkan veriler çalışma kapsamında ele alınan projelerin toplam sürelerine yansıtıldığında ciddi maliyet tasarruflarının sağlanabileceği tespit edilmiştir. Vaka analizinde bahsedilen yapım projesi kapsamında saha kontrol maliyetlerinde (direkt) ve raporlama maliyetlerinde (endirekt) toplam 4.440.000 TL maliyet kazanımı oluşturulabildiği saptanmıştır. Saptanan bu tasarruf saha denetimlerinin kontrol ve raporlama süreçlerini kapsamaktadır. Bilgi akışının iyileştirilmesinden kaynaklı dolaylı kazanımlar için farklı bir analiz oluşturularak TASK modelinin geleneksel yöntemlere kıyasla süre ve maliyet kazanımları daha belirgin hale getirilebilir.

Sistem verilerinin TASK modeli veritabanına kaydedilmesi gibi adımlar saha imalat kontrollerinin ilk aşamalarında zaman kaybı gibi görülmesine rağmen girilmiş olan

bu veriler daha sonra TASK modeli içerisinde saha imalat kontrollerine altlık oluşturmakta ve toplam sürece katkıda bulunmaktadırlar. TASK modelinde saha imalat kontrolleri neticesinde bir iş kaleminin ilgili kalite kontrol maddesine ait kriterler incelenip bir uygunsuzluk tespit edildiğinde, imalatı gerçekleştirmiş olan firmaya ilgili bildirimler Prototip I tarafından gönderilmekte ve imalatı düzeltici eylemleri yerine getirmesi için firmanın görev listesine bu iş kalemi eklenmektedir. Benzer şekilde imalata ilişkin kalite kontrol kriterlerinde uygunluk tespit edildiğinde ise bir üst birime ilgili imalatın tamamlandığı ve kontrol edilmesi gerektiği bilgisi anlık olarak iletilmektedir. Ayrıca yapım projesinin herhangi bir aşamasında saha imalat kontrollerine ait raporlamalar anlık olarak alınabilmekte ve üç boyutlu IFC model üzerinde görselleştirilmektedir. Böylece yapılan örneklemler sonucunda ortaya çıkan veriler analiz edildiğinde TASK modelinin geleneksel yöntemlere kıyasla geribildirim sürelerinde ciddi anlamda iyileştirmeleri mümkün kıldığı söylenebilir.

Yapılan süreç etkinliği doğrulama analizi çalışması sonuçları incelendiğinde konvansiyonel yöntemlerin benimsendiği saha imalat kontrollerinde evrak tabanlı bir yapılanmanın tercih edilmesi başta yapım projesinin süreç ve dolayısıyla maliyet etkinliği üzerinde önemli engellerden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle orta ve büyük ölçekli yapım projelerinde saha imalat kontrollerinin çok sık gerçekleştiği görülmektedir. Taraflar arası iletişimin ve geribildirimlerin en yüksek derecede olması gereken karmaşık geleneksel saha imalat kontrol modellerinde ağır doküman yükü ve iletişimsizlikler başta olmak üzere birçok problem ile karşılaşılmaktadır. Çalışma kapsamında tespit edilen bu problemleri ortadan kaldırmak, doküman yükünü hafifletmek, taraflar arası geribildirim sürelerini azaltıp saha içi iletişim kanallarını güçlendirmek üzere TASK modeli oluşturulmuştur. Bu kapsamda günümüz bilişim teknolojilerinden yararlanılarak ihtiyaca cevap verebilecek prototip yazılımlar geliştirilmiş ve yapılan analizler sonucunda geliştirilen modelin etkili sonuçlar verdiği not edilmiştir.

TASK modeli saha imalat kontrollerinde bilgi akışını iyileştirme noktasında başarılı sonuçlar vermiş olmasına rağmen, süreç içerisinde bazı kısıtlamalar söz konusu olabilmektedir. Bunlardan en önemlisi saha denetimlerinde yasal sorumluluklar gereği kontrol tutanaklarının basılı kopyalarında ilgili personelin imzasının bulunması gerektiğidir. TASK modeli içerisinde saha denetimini gerçekleştiren ilgili

personelin tüm bilgileri bulunmasına rağmen, hukuki boyutta bunu destekleyebilecek bir yapılanma söz konusu değildir. Gelecek çalışmalarda TASK modeli içerisine elektronik imza modülleri eklenerek ilgili yasal yükümlülükler yerine getirilebilir.

Mobil cihazların şarj süreleri markalarına ve modellerine göre değişiklik göstermesine rağmen, cihazın şarjının bittiği muhtemel bir senaryoda saha denetimleri sekteye uğrayacaktır. Benzer şekilde, 3G veya WIFI bağlantısının bulunmadığı çalışma koşullarında taşınabilir cihaz internet erişimi kuramadığı için veriler TASK modeli veritabanına kaydedilemeyecektir. Böyle bir senaryoda yapım projesinin belirli noktalarına ağ yönlendiricilerinin yerleştirilmesi gerekmektir. Bu durum ise nihai noktada saha denetimleri için ekstra maliyeti beraberinde getirecektir. Oluşabilecek ek maliyetleri ortadan kaldırmak için sonraki çalışmalarda TASK modeli içerisinde çevrimdışı çalışabilecek bir kontrol mekanizması senkronizasyon desteği ile birlikte geliştirebilir.

TASK modeli içerisinde bulunan 3D IFC modülü sayesinde saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan onay durumları anlık olarak üç boyutlu bir ortamda görselleştirilmektedir. İmalata ilişkin onay durumları üç boyutlu model üzerinde yeşil renk ile işaretlenirken, beklemede veya reddedilen mahaller kırmızı renk ile işaretlenmektedir. İlgili iş kaleminin bulunduğu reddedilen ve beklemede olan mahaller için görsel bir fark TASK modeli içerisinde sunulmamıştır. Bu iki farklı durum için farklı renkler kullanılarak görsel algı ve detaylandırma ilerleyen çalışmalarda sağlanabilir.

TASK modeli içerisinde bulunan kullanıcı hesaplarında saha içi iletişimi güçlendirecek veriler saklanmaktadır. Firma personellerine ilişkin iletişim bilgileri veya kişisel bilgiler Prototip I ve Prototip II içerisinden farklı kullanıcılar tarafından görüntülenebilmektedir. Ancak özellikle bilgi yönetimi açısından değerlendirildiğinde, TASK kullanıcı hesapları içerisine uzmanlık alanları veya çalışılan projeler gibi alanlar eklenerek bilgi erişiminde doğru adreslemeler yapılabilir. Böylelikle bilgi gereksinimini karşılayabilecek en doğru personele hızlı erişim imkânı TASK modeli içerisinden sağlanmış olabilecektir.

Çalışma kapsamında TASK modeli hem geleneksel saha imalat kontrolleriyle hem de mevcutta var olan saha yönetim yazılımları ile kıyaslanmıştır. Süreç etkinliği açısından TASK modeli geleneksel saha denetim yöntemleri ile kıyaslanarak etkin

sonuçlar alındığı tespit edilmiştir. Ancak mevcut yazılımlar ile TASK modeli arasında bir süreç kıyaslaması yapılmamıştır. Gelecek çalışmalarda TASK modeli ve mevcutta var diğer saha yönetim uygulamalarının süre karşılaştırma analizlerini gerçekleştirilmek suretiyle farklı proje organizasyonel yapılarına göre en etkin otomasyon aracı belirlenebilir.

İnşaat projeleri incelendiğinde en sık karşılaşılan problemlerden birisi proje yapım süresinin uzaması ve işin taahhüt edilen tarihte teslim edilememesidir. Yapım projesinin süresine etki eden yüzlerce faktörden birisi saha imalat kontrol ve teslim süreçlerinde ortaya çıkan problemler bütünüdür. Çalışma kapsamında geliştirilen TASK modelinin saha imalat kontrollerinde ortaya çıkan problemleri bertaraf edip, toplam proje süresine olumlu yönde katkılar yapabileceği düşünülmektedir. TASK modeli ile bahsi geçen problemlerin bilişim teknolojilerinden yararlanılarak büyük oranda azaltılabileceği tespit edilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar irdelendiğinde maliyet, zaman ve insan gücü açısından çok büyük kaynakların ayrıldığı yapım projelerinde verimliliği arttırmak için düşük maliyetli günümüz bilişim teknolojileri yeterli olabileceği anlaşılmıştır. İnşaat sektörü rekabet piyasası içerisinde firmalar sürdürülebilir bir yapıya bürünmek için teknolojik gelişmeleri yakından takip etmeli ve bilişim teknolojilerini gereksinimlerine göre adapte edebilmelidir. Bu bağlamda, başta ülkemizde faaliyet gösteren inşaat firmalarının ve gerçekleştirilen yapım projelerinin bilişim teknolojilerine gereksinimi kaçınılmazdır. Ortaya koyulan çalışmanın benzer vurguları yapacak çalışmalarda temel alınması hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

Arora, N. (2012). *Mobile GIS for construction quality managers and surveyors.* GISSA Ukubuzana.

Artur Bezelga, & Peter Brandon. (2006). *Management, Quality and Economics in Building.* Taylor & Francis.

ASCE Task Committee. (1985). Applications of Small Computers in Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*.

Bowden, S., Dorr, A., Thorpe, T., & Anumba, C. (2006). Mobile ICT support for construction process improvement. *15*(5).

Chen, Y., & Kamara, J. (2011). A Framework for Using Mobile Computing for Information Management on Construction Sites. *Automation in Construction*.

Chien-Ho Ko, & Shun-Chi Li. (2014). Enhancing submittal review and construction inspection in public projects. *Automation in Construction*.

Choi, S. (2013). *An Android Phone Workplace Management System.* Samcheok-si, Gangwon-do, South Korea: Department of Control and Instrumentation Engineering, Kangwon National University.

D. Arditi, & H. Günaydın. (1997). Total Quality Management in the Construction Process. *International Journal of Project Management*.

Delgado, D. J., & Aspinwall, H. a. (2008). A framework for building quality into construction projects. *Total Quality Management*.

Dong, A., Maher, M., Kim, M., Gu, N., & Wang, X. (2008). Construction defect management using a telematic digital workbench. *Automation in Construction*.

Eddy M. Rojas, & Anthony D. Songer. (1999). Computer-Aided Facilities Inspection. *Journal of Infrastructure Systems*.

F. MacDonald, & J. Miller. (1998). A Comparison of Tool-Based and Paper-Based Software Inspection. *Empirical Software Engineering*.

Golder, P. N., Mitra, D., & Moorman, C. (2012). What Is Quality? An Integrative Framework of Processes and States. *Journal of Marketing*.

Graham Coddington. (2012). *Accomplishing a Paperless Jobsite.* Denver: Saunders Construction.

Hedre, L. V. (2010). Quality in Construction Activity. *Annals of the University of Petroşani, Economics*.

Irizarry, J., & Gill, T. (2009). Mobile Applications for Information Access on Construction Jobsites. *Computing in Civil Engineering*.

Işılay Tekbaş, & Atilla Dikbaş. (2011). Yüklenici inşaat firmaları için çok kriterli performans ölçme modeli geliştirilmesi. *Mimarlık, Planlama, Tasarım*.

Kenneth T. Sullivan,. (2011). Quality Management Programs in the Construction Industry: Best Value Compared with Other Methodologies. *Journal of Management in Engineering*.

Kim, C., Park, T., Lim, H., & Kim, H. (2013). On-site construction management using mobile computing technology. *Automation in Construction*.

Kim, Y., Oh, S., Cho., Y. K., & Seo, J. (2008). A PDA and wireless web-integrated system for quality inspection and defect management of apartment housing projects. *Automation in Construction*.

Kimoto, K., Endo, K., Iwashita, S., & Fujiwara, M. (2005). The application of PDA as mobile computing system using RFID technology. *Automation in Construction*.

Lee, U., Kim, J., Cho, H., & Kang, K. (2009). Development of a mobile safety monitoring system for construction sites. *Automation in Construction*.

Maj. Edwin, & H. Rodriguez. (2014). Embracing Tablet Technology in Military Construction. *Defense AT&L*.

McCulloueh, B. G., & Gunn, P. (1993). Construction Field Data Acquisition with Pen-Based Computers. *Journal of Construction Engineering and Management*.

Mu Wook Pyeon, Min Cheol Jeon, Jae Sun Park, Yang Dam Eo, & Byoung Kil Lee. (2012). Development of Smart Pad Applications for the Management of Construction Site Resources. *Advances in information Sciences and Service Sciences(AISS)*.

Pena-Mora, F., & Dwivedi, G. (2002). Multiple Device Collaborative and Real Time Analysis System for Project Management in Civil Engineering. *16*(1).

Pena-Mora, F., Chen, A., Aziz, Z., Soibelman, L., Liu, L., El-Rayes, K., . . . Mathur, S. (2010). Mobile ad hoc network-enabled collaboration framework supporting civil engineering emergency response operations. *Journal of Computing in Civil Engineering*.

Perinçek, S. D., Duran, D., & Kırtay, E. (2008). Dünyada Kalite Kontrol ve Toplam Kalite Kontrol Uygulamaları. *Tekstil ve Konfeksiyon*.

Sergio F. Ochoa, Gabriel Bravo, José A. Pino, Juan Rodríguez, & Covili. (2010). Coordinating Loosely-Coupled Work in Construction Inspection Activities. *Springer Science+Business Media B.V.*

Sivasubramanian, S., Sivasankaran, S., & Senthil, S. T. (2013). A Proposed Android Based Mobile Application to Monitor Works at Remote Sites. *International Journal of Science and Research (IJSR)*.

Son, H., Park, Y., Kim, C., & Chou, J. (2012). Toward an understanding of construction professionals' acceptance of mobile computing devices in South Korea: an extension of the technology acceptance model. *Automation in Construction*.

Terry L. Borne. (2009). Quality Control, Assurance and Verification in Service and Construction Contracts. *International Transactions*.

Tserng, H., Dzeng, R., Lin, Y., & Lin, S. (2005). Mobile construction supply chain management using PDA and bar codes. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*.

Wang, L. (2008). Enhancing construction quality inspection and management using RFID technology. *Automation in Construction*.

Welling, L., & Thomson, L. (2002). *PHP and MySQL Web Development.*

Williams, T. P. (1994). Applying Portable Computing and Hypermedia to Construction. *Journal of Management in Engineering,*.

Ya-Hong Lin, Yu-Shen Liu, Ge Gao, Xiao-Guang Han, Cheng-Yuan Lai, & Ming Gu. (2013). The IFC-based path planning for 3D indoor spaces. *Advanced Engineering Informatics*.

Yin, S., Tserng, H., J.C.Wang, & Tsai, S. (2009). Developing a precast production management system using RFID technology. *Automation in Construction*.

Zhiliang, M., Zhe, L., & Dongdong, Z. (2013). An Integrated Mobile Material Management System For Construction Sites. Department of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing, China.

Android Developer Platform. (2014). *Google Cloud Messaging for Android*. Android Developer Platform. Adres: https://developer.android.com/google/gcm/index.html adresinden alındı

Subedi, B. (2014). *Programming Techniques*. Google Cloud Messaging (GCM) in Android using PHP Server. Adres: http://www.programming-techniques.com/2014/01/google-cloud-messaging-gcm-in-android.html adresinden alındı

National BIM Standard . (2014). *Frequently Asked Questions About the National BIM Standard-United States*. National Building Information Model Standard Project Committee. Adres: http://www.nationalbimstandard.org/faq.php#faq1

EKLER

Ek A: TASK Modeli İmalat Kalite Kontrol ve Teslim Raporları
Ek A1: Kalite Kontrol Genel Durum Raporu
Ek A2: İş Kalemleri Genel Görünüm Raporu
Ek B: TASK Modeli UML Sınıf Diyagramları
Ek B1: Prototip I UML Sınıf Diyagramı
Ek B2: Prototip II UML Sınıf Diyagramı

Ek A1

PROJELER	KISIMLAR	MAHALLER	İŞ KALEMLERİ	ONAYLANAN	BEKLEYEN
Doping Kontrol Merkezi	Bina	ANA GIRIS HOLU	Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri		X
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				2	3
		ANTI-DOPING MERKEZI BASKAN OFISI	Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri	X	
			Alçıpan Asma Tavan İşleri	X	
				4	1
		BAY WC	Duvar Seramik Kaplama İşi		X
			Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				1	3
		BAYAN WC	Duvar Seramik Kaplama İşi		X
			Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X

				1	3
		CPU (MERKEZI ISLEM UNITESI)	Duvar Seramik Kaplama İşi		X
			Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				1	3
		DERIN DONDURUCU ODASI	Duvar Seramik Kaplama İşi	X	
			Granit Zemin Kaplama İşi	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				3	1
		DISIPLIN KOMISYON ODASI (WADA)	Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri	X	
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				3	2
		ELEKTRIK ODASI 01	Duvar Seramik Kaplama İşi		X
			Granit Zemin Kaplama İşi	X	
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri		X

			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				3	3
		ENGELLI WC	Duvar Seramik Kaplama İşi		X
			Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				1	3
		ETIK VE ENFORMASYON ODASI	Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri	X	
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				3	2
		GUVENLIK/ILETISIM MERKEZI	Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri	X	
			Alçıpan Asma Tavan İşleri	X	
				4	1
		IDARECI OFISI	Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri	X	

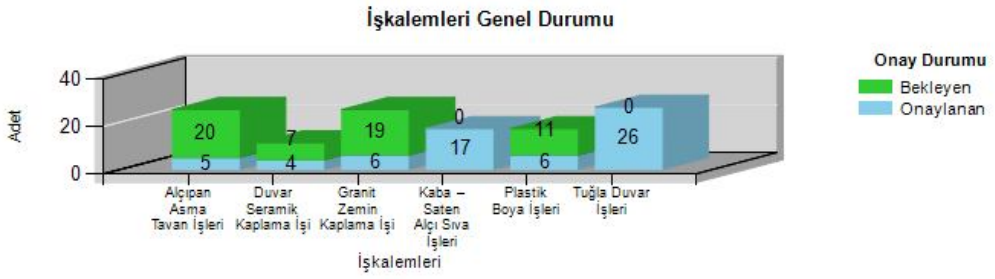
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				3	2
		KOMISYON BASKANI ODASI (WADA)	Granit Zemin Kaplama İşi	X	
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri		X
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				3	2
		KOMISYON TOPLANTI SALONU	Granit Zemin Kaplama İşi	X	
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri	X	
			Alçıpan Asma Tavan İşleri	X	
				5	0
		KOORDINATORLER	Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri		X
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				2	3
		KORIDOR 01	Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	

			Plastik Boya İşleri		X
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				2	3
		MEKANIK ODA 01	Duvar Seramik Kaplama İşi		X
			Granit Zemin Kaplama İşi	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Alçıpan Asma Tavan İşleri	X	
				3	1
		MERDIVEN 01	Granit Zemin Kaplama İşi	X	
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri		X
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				3	2
		MERDIVEN 05	Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri		X
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				2	3
		METODOLOJI	Duvar Seramik Kaplama İşi	X	
			Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Kaba – Saten Alçı Sıva	X	

			İşleri		
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri		X
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				3	**3**
		OFIS	Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri		X
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				2	**3**
		RUZGARLIK	Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri		X
			Alçıpan Asma Tavan İşleri	X	
				3	**2**
		SER ODASI	Duvar Seramik Kaplama İşi		X
			Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				1	**3**
		SU DEPOLARI	Duvar Seramik Kaplama İşi	X	

			Tuğla Duvar İşleri	X	
				2	0
		TEMIZLIK ODASI	Duvar Seramik Kaplama İşi	X	
			Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				2	2
		VERI OPERASYON ALANI	Granit Zemin Kaplama İşi		X
			Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri	X	
			Tuğla Duvar İşleri	X	
			Plastik Boya İşleri		X
			Alçıpan Asma Tavan İşleri		X
				2	3
		Total		64	57
	Total			64	57
Total				64	57

Ek A2



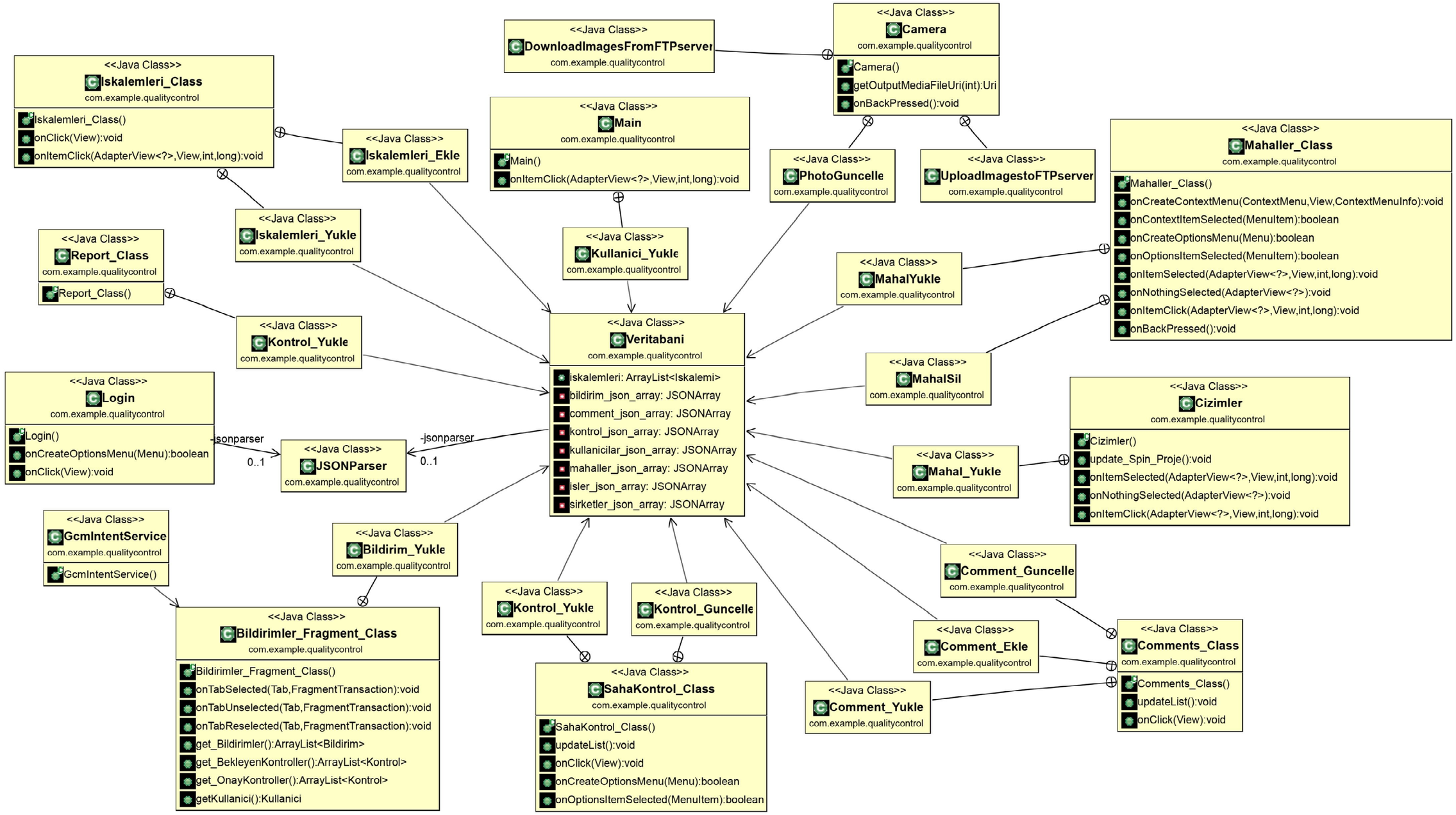
İŞ KALEMLERİ	MAHAL	DURUM
Alçıpan Asma Tavan İşleri		
	ANA GIRIS HOLU	BEKLİYOR
	ANTI-DOPING MERKEZI BASKAN OFISI	ONAYLANDI
	BAY WC	BEKLİYOR
	BAYAN WC	BEKLİYOR
	CPU (MERKEZI ISLEM UNITESI)	BEKLİYOR
	DERIN DONDURUCU ODASI	BEKLİYOR
	DISIPLIN KOMISYON ODASI (WADA)	BEKLİYOR
	ELEKTRIK ODASI 01	BEKLİYOR
	ENGELLI WC	BEKLİYOR
	ETIK VE ENFORMASYON ODASI	BEKLİYOR
	GUVENLIK/ILETISIM MERKEZI	ONAYLANDI
	IDARECI OFISI	BEKLİYOR
	KOMISYON BASKANI ODASI (WADA)	BEKLİYOR
	KOMISYON TOPLANTI SALONU	ONAYLANDI
	KOORDINATORLER	BEKLİYOR
	KORIDOR 01	BEKLİYOR
	MEKANIK ODA 01	ONAYLANDI
	MERDIVEN 01	BEKLİYOR
	MERDIVEN 05	BEKLİYOR
	METODOLOJI	BEKLİYOR
	OFIS	BEKLİYOR
	RUZGARLIK	ONAYLANDI
	SER ODASI	BEKLİYOR
	TEMIZLIK ODASI	BEKLİYOR
	VERI OPERASYON ALANI	BEKLİYOR
Duvar Seramik Kaplama İşi		
	BAY WC	BEKLİYOR
	BAYAN WC	BEKLİYOR

	CPU (MERKEZI ISLEM UNITESI)	BEKLİYOR
	DERIN DONDURUCU ODASI	ONAYLANDI
	ELEKTRIK ODASI 01	BEKLİYOR
	ENGELLI WC	BEKLİYOR
	MEKANIK ODA 01	BEKLİYOR
	METODOLOJI	ONAYLANDI
	SER ODASI	BEKLİYOR
	SU DEPOLARI	ONAYLANDI
	TEMIZLIK ODASI	ONAYLANDI
Granit Zemin Kaplama İşi		
	ANA GIRIS HOLU	BEKLİYOR
	ANTI-DOPING MERKEZI BASKAN OFISI	BEKLİYOR
	BAY WC	BEKLİYOR
	BAYAN WC	BEKLİYOR
	CPU (MERKEZI ISLEM UNITESI)	BEKLİYOR
	DERIN DONDURUCU ODASI	ONAYLANDI
	DISIPLIN KOMISYON ODASI (WADA)	BEKLİYOR
	ELEKTRIK ODASI 01	ONAYLANDI
	ENGELLI WC	BEKLİYOR
	ETIK VE ENFORMASYON ODASI	BEKLİYOR
	GUVENLIK/ILETISIM MERKEZI	BEKLİYOR
	IDARECI OFISI	BEKLİYOR
	KOMISYON BASKANI ODASI (WADA)	ONAYLANDI
	KOMISYON TOPLANTI SALONU	ONAYLANDI
	KOORDINATORLER	BEKLİYOR
	KORIDOR 01	BEKLİYOR
	MEKANIK ODA 01	ONAYLANDI
	MERDIVEN 01	ONAYLANDI
	MERDIVEN 05	BEKLİYOR
	METODOLOJI	BEKLİYOR
	OFIS	BEKLİYOR
	RUZGARLIK	BEKLİYOR
	SER ODASI	BEKLİYOR
	TEMIZLIK ODASI	BEKLİYOR
	VERI OPERASYON ALANI	BEKLİYOR
Kaba – Saten Alçı Sıva İşleri		
	ANA GIRIS HOLU	ONAYLANDI
	ANTI-DOPING MERKEZI BASKAN OFISI	ONAYLANDI
	DISIPLIN KOMISYON ODASI (WADA)	ONAYLANDI

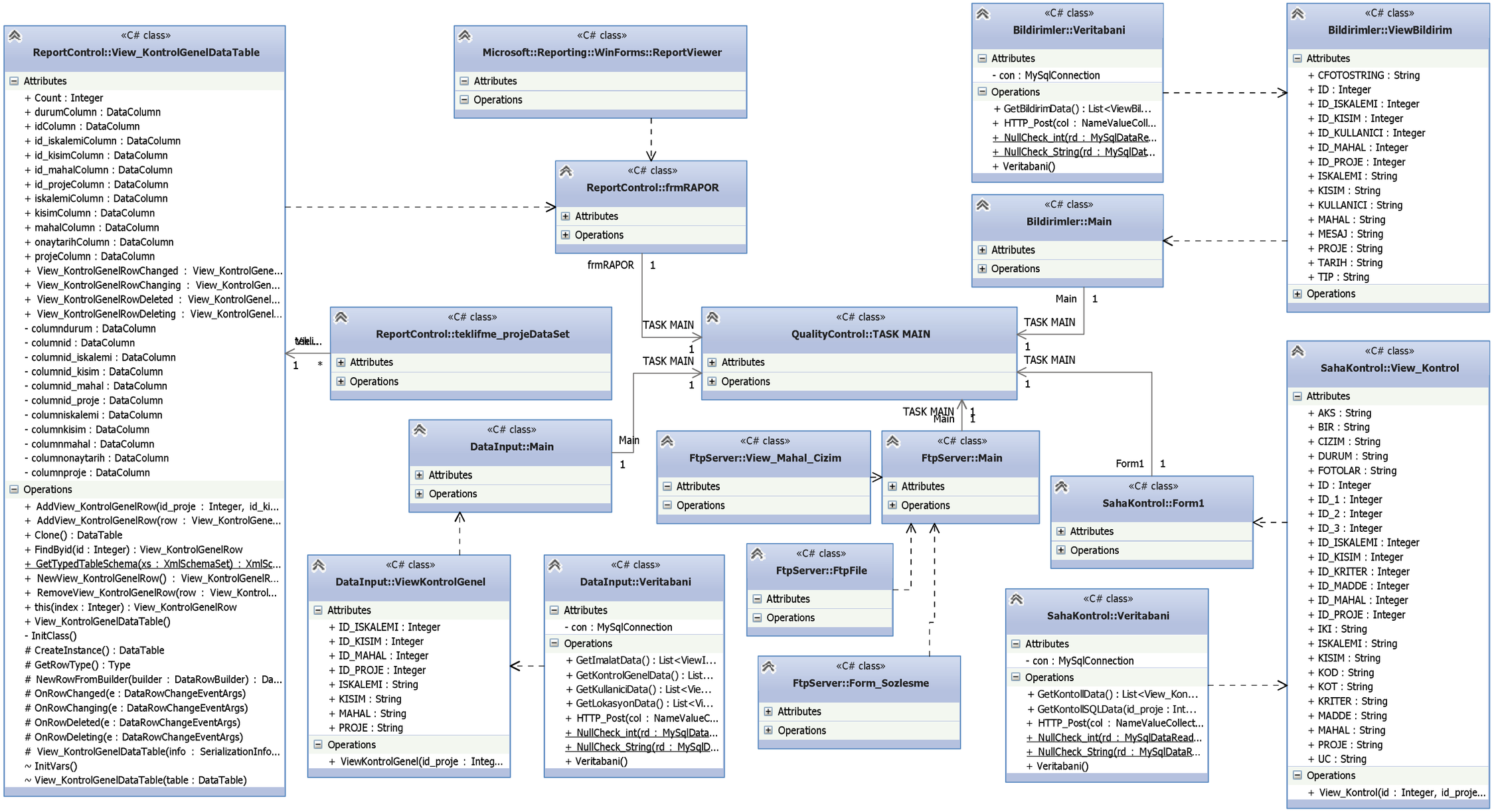
	ELEKTRIK ODASI 01	ONAYLANDI
	ETIK VE ENFORMASYON ODASI	ONAYLANDI
	GUVENLIK/ILETISIM MERKEZI	ONAYLANDI
	IDARECI OFISI	ONAYLANDI
	KOMISYON BASKANI ODASI (WADA)	ONAYLANDI
	KOMISYON TOPLANTI SALONU	ONAYLANDI
	KOORDINATORLER	ONAYLANDI
	KORIDOR 01	ONAYLANDI
	MERDIVEN 01	ONAYLANDI
	MERDIVEN 05	ONAYLANDI
	METODOLOJI	ONAYLANDI
	OFIS	ONAYLANDI
	RUZGARLIK	ONAYLANDI
	VERI OPERASYON ALANI	ONAYLANDI
Plastik Boya İşleri		
	ANA GIRIS HOLU	BEKLİYOR
	ANTI-DOPING MERKEZI BASKAN OFISI	ONAYLANDI
	DISIPLIN KOMISYON ODASI (WADA)	ONAYLANDI
	ELEKTRIK ODASI 01	BEKLİYOR
	ETIK VE ENFORMASYON ODASI	ONAYLANDI
	GUVENLIK/ILETISIM MERKEZI	ONAYLANDI
	IDARECI OFISI	ONAYLANDI
	KOMISYON BASKANI ODASI (WADA)	BEKLİYOR
	KOMISYON TOPLANTI SALONU	ONAYLANDI
	KOORDINATORLER	BEKLİYOR
	KORIDOR 01	BEKLİYOR
	MERDIVEN 01	BEKLİYOR
	MERDIVEN 05	BEKLİYOR
	METODOLOJI	BEKLİYOR
	OFIS	BEKLİYOR
	RUZGARLIK	BEKLİYOR
	VERI OPERASYON ALANI	BEKLİYOR
Tuğla Duvar İşleri		
	ANA GIRIS HOLU	ONAYLANDI
	ANTI-DOPING MERKEZI BASKAN OFISI	ONAYLANDI
	BAY WC	ONAYLANDI
	BAYAN WC	ONAYLANDI
	CPU (MERKEZI ISLEM UNITESI)	ONAYLANDI
	DERIN DONDURUCU ODASI	ONAYLANDI

	DISIPLIN KOMISYON ODASI (WADA)	ONAYLANDI
	ELEKTRIK ODASI 01	ONAYLANDI
	ENGELLI WC	ONAYLANDI
	ETIK VE ENFORMASYON ODASI	ONAYLANDI
	GUVENLIK/ILETISIM MERKEZI	ONAYLANDI
	IDARECI OFISI	ONAYLANDI
	KOMISYON BASKANI ODASI (WADA)	ONAYLANDI
	KOMISYON TOPLANTI SALONU	ONAYLANDI
	KOORDINATORLER	ONAYLANDI
	KORIDOR 01	ONAYLANDI
	MEKANIK ODA 01	ONAYLANDI
	MERDIVEN 01	ONAYLANDI
	MERDIVEN 05	ONAYLANDI
	METODOLOJI	ONAYLANDI
	OFIS	ONAYLANDI
	RUZGARLIK	ONAYLANDI
	SER ODASI	ONAYLANDI
	SU DEPOLARI	ONAYLANDI
	TEMIZLIK ODASI	ONAYLANDI
	VERI OPERASYON ALANI	ONAYLANDI

EK B1


<<Java Class>>
Iskalemleri_Class
com.example.qualitycontrol
Iskalemleri_Class()
onClick(View):void
onItemClick(AdapterView<?>,View,int,long):void
<<Java Class>>
DownloadImagesFromFTPserver
com.example.qualitycontrol
<<Java Class>>
Camera
com.example.qualitycontrol
Camera()
getOutputMediaFileUri(int):Uri
onBackPressed():void
<<Java Class>>
Iskalemleri_Ekle
com.example.qualitycontrol
<<Java Class>>
Main
com.example.qualitycontrol
Main()
onItemClick(AdapterView<?>,View,int,long):void
<<Java Class>>
PhotoGuncelle
com.example.qualitycontrol
<<Java Class>>
UploadImagestoFTPserver
com.example.qualitycontrol
<<Java Class>>
Mahaller_Class
com.example.qualitycontrol
Mahaller_Class()
onCreateContextMenu(ContextMenu,View,ContextMenuInfo):void
onContextItemSelected(MenuItem):boolean
onCreateOptionsMenu(Menu):boolean
onOptionsItemSelected(MenuItem):boolean
onItemSelected(AdapterView<?>,View,int,long):void
onNothingSelected(AdapterView<?>):void
onItemClick(AdapterView<?>,View,int,long):void
onBackPressed():void
<<Java Class>>
Iskalemleri_Yukle
com.example.qualitycontrol
<<Java Class>>
Kullanici_Yukle
com.example.qualitycontrol
<<Java Class>>
Report_Class
com.example.qualitycontrol
Report_Class()
<<Java Class>>
MahalYukle
com.example.qualitycontrol
<<Java Class>>
Kontrol_Yukle
com.example.qualitycontrol
<<Java Class>>
Veritabani
com.example.qualitycontrol
iskalemleri: ArrayList<Iskalemi>
bildirim_json_array: JSONArray
comment_json_array: JSONArray
kontrol_json_array: JSONArray
kullanicilar_json_array: JSONArray
mahaller_json_array: JSONArray
isler_json_array: JSONArray
sirketler_json_array: JSONArray
<<Java Class>>
MahalSil
com.example.qualitycontrol
<<Java Class>>
Login
com.example.qualitycontrol
Login()
onCreateOptionsMenu(Menu):boolean
onClick(View):void
-jsonparser
0..1
<<Java Class>>
JSONParser
com.example.qualitycontrol
-jsonparser
0..1
<<Java Class>>
Cizimler
com.example.qualitycontrol
Cizimler()
update_Spin_Proje():void
onItemSelected(AdapterView<?>,View,int,long):void
onNothingSelected(AdapterView<?>):void
onItemClick(AdapterView<?>,View,int,long):void
<<Java Class>>
Mahal_Yukle
com.example.qualitycontrol
<<Java Class>>
GcmIntentService
com.example.qualitycontrol
GcmIntentService()
<<Java Class>>
Bildirim_Yukle
com.example.qualitycontrol
<<Java Class>>
Comment_Guncelle
com.example.qualitycontrol
<<Java Class>>
Kontrol_Yukle
com.example.qualitycontrol
<<Java Class>>
Kontrol_Guncelle
com.example.qualitycontrol
<<Java Class>>
Comment_Ekle
com.example.qualitycontrol
<<Java Class>>
Comments_Class
com.example.qualitycontrol
Comments_Class()
updateList():void
onClick(View):void
<<Java Class>>
Bildirimler_Fragment_Class
com.example.qualitycontrol
Bildirimler_Fragment_Class()
onTabSelected(Tab,FragmentTransaction):void
onTabUnselected(Tab,FragmentTransaction):void
onTabReselected(Tab,FragmentTransaction):void
get_Bildirimler():ArrayList<Bildirim>
get_BekleyenKontroller():ArrayList<Kontrol>
get_OnayKontroller():ArrayList<Kontrol>
getKullanici():Kullanici
<<Java Class>>
SahaKontrol_Class
com.example.qualitycontrol
SahaKontrol_Class()
updateList():void
onClick(View):void
onCreateOptionsMenu(Menu):boolean
onOptionsItemSelected(MenuItem):boolean
<<Java Class>>
Comment_Yukle
com.example.qualitycontrol

Ek B2


«C# class»
ReportControl::View_KontrolGenelDataTable
Attributes
+ Count : Integer
+ durumColumn : DataColumn
+ idColumn : DataColumn
+ id_iskalemiColumn : DataColumn
+ id_kisimColumn : DataColumn
+ id_mahalColumn : DataColumn
+ id_projeColumn : DataColumn
+ iskalemiColumn : DataColumn
+ kisimColumn : DataColumn
+ mahalColumn : DataColumn
+ onaytarihColumn : DataColumn
+ projeColumn : DataColumn
+ View_KontrolGenelRowChanged : View_KontrolGene...
+ View_KontrolGenelRowChanging : View_KontrolGen...
+ View_KontrolGenelRowDeleted : View_KontrolGenel...
+ View_KontrolGenelRowDeleting : View_KontrolGenel...
- columndurum : DataColumn
- columnid : DataColumn
- columnid_iskalemi : DataColumn
- columnid_kisim : DataColumn
- columnid_mahal : DataColumn
- columnid_proje : DataColumn
- columniskalemi : DataColumn
- columnkisim : DataColumn
- columnmahal : DataColumn
- columnonaytarih : DataColumn
- columnproje : DataColumn
Operations
+ AddView_KontrolGenelRow(id_proje : Integer, id_ki...
+ AddView_KontrolGenelRow(row : View_KontrolGene...
+ Clone() : DataTable
+ FindByid(id : Integer) : View_KontrolGenelRow
+ GetTypedTableSchema(xs : XmlSchemaSet) : XmlSc...
+ NewView_KontrolGenelRow() : View_KontrolGenelR...
+ RemoveView_KontrolGenelRow(row : View_Kontrol...
+ this(index : Integer) : View_KontrolGenelRow
+ View_KontrolGenelDataTable()
- InitClass()
CreateInstance() : DataTable
GetRowType() : Type
NewRowFromBuilder(builder : DataRowBuilder) : Da...
OnRowChanged(e : DataRowChangeEventArgs)
OnRowChanging(e : DataRowChangeEventArgs)
OnRowDeleted(e : DataRowChangeEventArgs)
OnRowDeleting(e : DataRowChangeEventArgs)
View_KontrolGenelDataTable(info : SerializationInfo...
~ InitVars()
~ View_KontrolGenelDataTable(table : DataTable)
«C# class»
Microsoft::Reporting::WinForms::ReportViewer
Attributes
Operations
«C# class»
ReportControl::frmRAPOR
Attributes
Operations
frmRAPOR
1
«C# class»
Bildirimler::Veritabani
Attributes
- con : MySqlConnection
Operations
+ GetBildirimData() : List<ViewBil...
+ HTTP_Post(col : NameValueColl...
+ NullCheck_int(rd : MySqlDataRe...
+ NullCheck_String(rd : MySqlDat...
+ Veritabani()
«C# class»
Bildirimler::ViewBildirim
Attributes
+ CFOTOSTRING : String
+ ID : Integer
+ ID_ISKALEMI : Integer
+ ID_KISIM : Integer
+ ID_KULLANICI : Integer
+ ID_MAHAL : Integer
+ ID_PROJE : Integer
+ ISKALEMI : String
+ KISIM : String
+ KULLANICI : String
+ MAHAL : String
+ MESAJ : String
+ PROJE : String
+ TARIH : String
+ TIP : String
Operations
«C# class»
Bildirimler::Main
Attributes
Operations
Main
1
«C# class»
ReportControl::teklifme_projeDataSet
Attributes
Operations
teklifi...
1
*
TASK MAIN
1
TASK MAIN
1
«C# class»
QualityControl::TASK MAIN
Attributes
Operations
TASK MAIN
1
TASK MAIN
1
TASK MAIN
1
Main
1
«C# class»
DataInput::Main
Attributes
Operations
Main
1
«C# class»
FtpServer::View_Mahal_Cizim
Attributes
Operations
«C# class»
FtpServer::Main
Attributes
Operations
Form1
1
«C# class»
SahaKontrol::Form1
Attributes
Operations
«C# class»
SahaKontrol::View_Kontrol
Attributes
+ AKS : String
+ BIR : String
+ CIZIM : String
+ DURUM : String
+ FOTOLAR : String
+ ID : Integer
+ ID_1 : Integer
+ ID_2 : Integer
+ ID_3 : Integer
+ ID_ISKALEMI : Integer
+ ID_KISIM : Integer
+ ID_KRITER : Integer
+ ID_MADDE : Integer
+ ID_MAHAL : Integer
+ ID_PROJE : Integer
+ IKI : String
+ ISKALEMI : String
+ KISIM : String
+ KOD : String
+ KOT : String
+ KRITER : String
+ MADDE : String
+ MAHAL : String
+ PROJE : String
+ UC : String
Operations
+ View_Kontrol(id : Integer, id_proje...
«C# class»
DataInput::ViewKontrolGenel
Attributes
+ ID_ISKALEMI : Integer
+ ID_KISIM : Integer
+ ID_MAHAL : Integer
+ ID_PROJE : Integer
+ ISKALEMI : String
+ KISIM : String
+ MAHAL : String
+ PROJE : String
Operations
+ ViewKontrolGenel(id_proje : Integ...
«C# class»
DataInput::Veritabani
Attributes
- con : MySqlConnection
Operations
+ GetImalatData() : List<ViewI...
+ GetKontrolGenelData() : List...
+ GetKullaniciData() : List<Vie...
+ GetLokasyonData() : List<Vi...
+ HTTP_Post(col : NameValueC...
+ NullCheck_int(rd : MySqlData...
+ NullCheck_String(rd : MySqlD...
+ Veritabani()
«C# class»
FtpServer::FtpFile
Attributes
Operations
«C# class»
FtpServer::Form_Sozlesme
Attributes
Operations
«C# class»
SahaKontrol::Veritabani
Attributes
- con : MySqlConnection
Operations
+ GetKontollData() : List<View_Kon...
+ GetKontollSQLData(id_proje : Int...
+ HTTP_Post(col : NameValueCollect...
+ NullCheck_int(rd : MySqlDataRead...
+ NullCheck_String(rd : MySqlDataR...
+ Veritabani()

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Kemal ATLI

Doğum Yeri ve Tarihi: Beyoğlu/İstanbul-25.07.1989

Adres: Zeyrek Mah. Dersvekili Sok. No:19 D:2 Fatih/İstanbul

E-Posta: kemalatli89@gmail.com/kemalatli@itü.edu.tr

Lisans: Boğaziçi Üniversitesi/Mühendislik Fakültesi/İnşaat Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi/İnşaat Fakültesi/İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı/Yapı İşletmesi Programı Yüksek Lisansı

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

Polimeks İnşaat, Merkez Ofis – Planlama Departmanı - Planlama ve Maliyet Kontrol Uzmanı, İstanbul, Şubat 2014 - …

Taisei Corparation, Marmaray Projesi: BC1 Sözleşmesi, Yapı – Elektrik - Mekanik Departmanı, Kalite Güvence ve Kalite Kontrol İşleri, İstanbul, Ağustos 2013 - Şubat 2014

Obrascón Huarte Lain, Marmaray Projesi: CR3 Sözleşmesi, Tasarım Departmanı, Yapı Mühendisi, İstanbul, Ağustos 2012 - Ağustos 2013

SOYAK Kristal Kule, Kaba İnşaat İşleri, Saha Mühendisi, 4. Levent, İstanbul, Eylül 2011- Ağustos 2012

Yayın ve Patent Listesi:

-

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

- Pehlevan E.E. ve Atlı K., 2014: Saha İmalat Kontrollerinde Bilgi Akışının Taşınabilir Aygıtlar Yardımıyla İyileştirilmesi. 3. Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi, 6-8 Kasım, 2014 Antalya, Türkiye.