

İnşaat Sektöründe kullanılan Bilgi ve İletişim Teknolojileri

Gökçen Yılmaz¹, Aslı Akçamete Güngör² ve Onur Demirörs¹

¹Bilişim Sistemleri Bölümü, ODTÜ, Ankara, Türkiye
{ygokcen, demirors}@metu.edu.tr

²İnşaat Mühendisliği Bölümü, ODTÜ, Ankara, Türkiye
akcamete@metu.edu.tr

Öz. İnşaat sektöründeki yapıların (binalar, barajlar, vb.) yaşam ömrü oldukça uzundur. Bu yapılara ait bilgilerin de yapı ile beraber yaşaması inşaat sahiplerinin kritik kararlar alabilmesi için çok önemlidir. İnşaat sektöründeki organizasyonlar, yapı bilgilerinin depolanması, paydaşlar arasında kolayca paylaşılması ve yeniden kullanılabilir olması için bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanmaktadır. Bu çalışmanın amacı uluslararası inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılan bilgi ve iletişim teknolojilerini tespit etmek ve bu teknolojilerin hangi fazlarda hangi amaçlar için kullanıldığını belirleyerek sınıflandırmaktır. Bunun için literatür taraması gerçekleştirilmiş ve yurtdışında bulunan bir üniversitede yapılan durum çalışmasında görülen örnekler aktarılmıştır. Ayrıca, Türkiye’de kullanılan araç ve teknolojileri tespit etmek için, bir üniversitenin binalarından yola çıkarak tesis yönetiminde kullanılan sistemleri detaylı incelemek üzere bir durum çalışması gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnşaat, İşbirliği ve bilgi yönetimi, Bina bilgisi, İletişim ve bilgi teknolojileri, Tesis yönetimi

Abstract. The lifecycle of many facilities (buildings, dams, etc.) is usually very long. Availability and usability of facility information is very important for facility owners to make critical decisions in the long term. Many construction organizations utilize information and communication technologies for storing, sharing and using such information. The aim of this paper is to identify information and communication technologies being used in construction industry and cluster them according to phases in and purpose for they are being used. For this purpose, first of all a literature review is conducted and knowledge gathered from a case study performed in a university abroad. Additionally, a case study is conducted with a local university’s buildings to identify information and communication technologies used in facility management phase in Turkey’s construction industry.

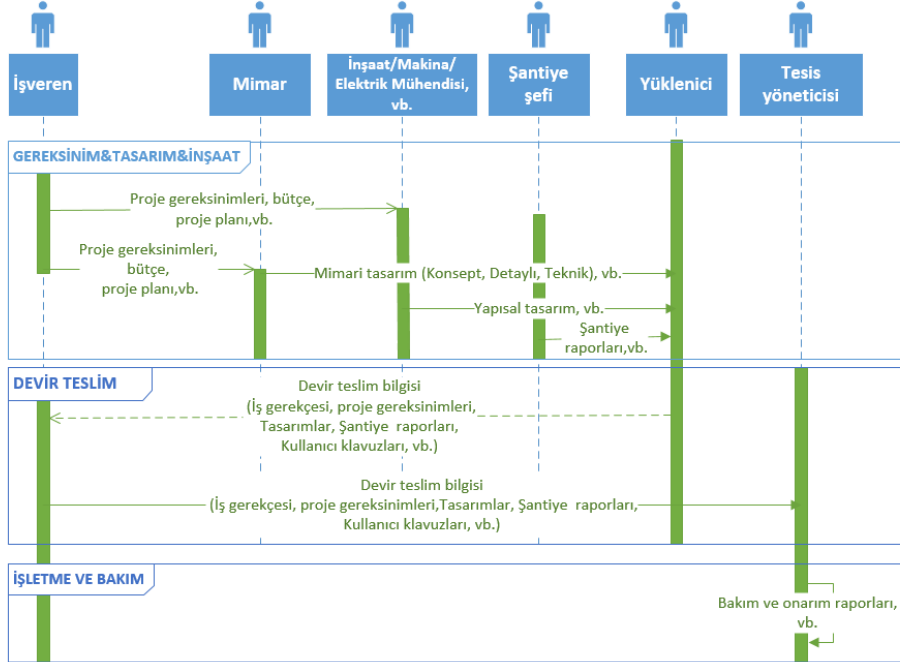
Keywords: Construction, Collaboration and information management, Information and communication technologies, Facility management

1 Giriş

İnşaat projelerinin sonucunda ürün olarak ortaya yapılar (bina, köprü, baraj, vb.) çıkmaktadır. İlk defa 1963 yılında the Royal Institute of British Architects (RIBA) tarafından geliştirilen ve 2013 yılında güncellenerek günümüzde özellikle İngiltere menşeli birçok uluslararası inşaat firması tarafından yaygın olarak kullanılan RIBA iş planına göre inşaat projeleri sekiz fazdan oluşmaktadır. Bu fazlar 1) Stratejik tanım, 2) Proje hazırlığı ve özeti, 3) Konsept tasarımı, 4) Detaylı tasarım, 5) Teknik tasarım, 6) İnşaat, 7) Devir teslim ve 8) İşletme ve bakım [1] olarak verilmiştir.

Bir inşaat projesinde, herbir faz sonucunda ortaya çeşitli ve yeni bilgiler çıkmaktadır. Herbir farklı proje fazında ortaya çıkan proje planı, fizibilite raporları, tasarımlar, bakım ve onarım talepleri, bakım ve onarım raporları gibi bilgiler örnek olarak verilebilir. Bu bilgiler inşaat projesi tamamlanana kadar miktar olarak artmakta ve birikmektedir. Yapı bilgileri daha sonra yapıların yaşam döngüsünde işletme ve bakım ve onarım gibi faaliyetleri gerçekleştirmek için kullanılmaktadır. Bu nedenle, yapılara ait bilgilerin ileriye yönelik kullanılabilirliğini arttırmak kritik önem taşımaktadır. Bu amaçla, günümüzde birçok uluslararası inşaat firması bilgi yönetimi için bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanmaktadır.

Ayrıca, farklı proje fazlarında farklı meslekte paydaşlar (mimar, inşaat mühendisi, tesis yöneticisi, vb.) rol almaktadır. Bir inşaat projesinde farklı fazlarda rol alan paydaşların arasındaki bilgi paylaşımı Şekil 1 ile örneklendirilmiştir.



Şekil 1. İnşaat projesi fazlarında rol alan paydaşlar ve onların iletişimi

Şekil 1 de görüldüğü gibi, inşaat projelerinin ilk üç fazında (Gereksinim, tasarım ve inşaat) biriken bilgiler devir teslim fazında işverene aktarılır. Bu bilgiler yapıların bakım ve onarım fazında kullanılmakta ve yeni bilgilerin yaratılması için temel oluşturmaktadır. Yani, inşaat projelerinde ve yapıların yaşam döngüsünde bilgi miktarı zamanla doğru orantılı bir şekilde artmaktadır. Bu nedenle, inşaat projesinin başarılı olarak tamamlanması ve yapının yaşam döngüsünde doğru bakım ve onarım kararlarının verilebilmesi için yapı bilgilerinin saklanması, paylaşımı ve yeniden kullanımı kritiktir.

Bilginin saklanması için gereken teknolojik alt yapı, bilginin çeşidine göre değişebilmektedir. Örneğin, Autocad ile tasarlanmış çizimler bir sunucuda, inşaat işlerinin takibi için şantiyede çekilen fotoğraflar ayrı bir klasörde, iş planı Microsoft Project ve maliyet takibi ise Microsoft Excel gibi bir program ile yaratılabilir ve farklı klasörlerde saklanabilmektedir. Farklı formatlarda ve lokasyonlarda saklanan ilişkili bilgilerin birleştirilmesi zaman kaybına yol açabilmekte ve karar vericiler için güvenilir sonuçlar ortaya çıkarabilmektedir.

Bilgi çeşitliliğinin ve miktarının çok olması ve bilgilerin bütünlük oluşturmasını sağlamak ihtiyacı, bir çok sektörde olduğu gibi inşaat sektörünün de bilgi ve iletişim teknolojilerine olan ihtiyacını arttırmaktadır.

Saklanan bilginin paylaşımı özellikle takım çalışması gerektiren işlerde hızlı ve kolay olmalıdır. Örneğin, tasarım fazında 3B çizimlerin ortaya çıkması için mimar, inşaat mühendisi, makine mühendisi ve elektrik mühendisinin işbirliğine gereksinim duyulmaktadır. Yapıya ait bilginin farklı rollerdeki paydaşlara gerekli detay seviyesinde ulaştırılması, inşaat projesindeki kritik kararların alınması için çok önemlidir. Bilgi aktarımı ve işbirliğini sağlayacak bilgi ve iletişim aracı ve alt yapılarının var olması çok önemlidir.

Yapıların bakım ve onarım fazı (yapının yaşamı) yapı yaşam döngüsünün en uzun fazı olduğu için (ortalama 50 yıl ve üzeri) yapı bilgilerinin yeniden kullanılabilir olması yapı kullanıcıları açısından gereklidir. Örneğin; bir binaya ait bakım işinde, binaya ait mimari çizimin güncellenmesi gerekebilir. Bu durumda çizimin inşaat sonrası ilk halinin (As-Built) aynı aracın (Autodesk Autocad) yeni sürümleri ile açılabilir olması gerekebilir. Eski uzantılı bilgilerin yeni sürüm araçlarda yeniden kullanılabilir olması için, uluslararası alanda geçerliliği olan bilgi ve iletişim teknolojisi araçlarını ve/ya dosya formatlarını seçmek ve kullanmak önem taşımaktadır.

İnşaat sektöründe yer alan bütün paydaşlar (inşaat firmaları, işveren, vb.) projelerindeki ana işlerin yürütülmesini desteklemek yanında, sektörün karmaşık ve dinamik doğası gereğince de, bilgi ve iletişim teknolojileri araçları ve alt yapısını kullanmak gereksinimini duymaktadırlar. İnşaat sektörünün doğasına ait özellikler aşağıda örneklenmiştir:

- Bilgi çeşitliliğinin çok olması,
- Bilgi miktarının çok olması,
- Yapıların yaşamının uzun olması (50 yıl ve üzeri),
- İnşaat projelerinde birden fazla paydaşın çalışması,
- Projede çalışan paydaşların işbirliği gereksinimi.

Bilgi ve iletişim teknolojileri, inşaat sektörünü birçok açıdan destekleyebilmektedir. Örneğin; mimari tasarım, yapısal tasarım, maliyet kestirimi, inşaat projesi yönetimi gibi

birçok iş için bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanmak inşaat sektöründeki farklı firma ve paydaşların ihtiyaçlarını gidermek için faydalı olmaktadır. Her geçen yıl, dünya çapında kabul görmüş birçok profesyonel yazılım firması, var olan yazılımlarını geliştirmekte ve yeni teknolojilere (Building Information Modelling-BIM- gibi) dayanan çeşitli yazılımları (Autodesk Revit gibi) da piyasaya sürmektedir.

Dünyada inşaat sektöründe kullanılan bilgi ve iletişim teknolojilerini tespit etmek ve bu teknolojilerin kullanım alanlarını belirlemek, ülkemiz inşaat sektöründe bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanmak isteyen firmalara yol gösterici bir nitelik taşıyabilir. Bu nedenle, bu makaledeki amaçlarımız;

- Uluslararası inşaat endüstrisinde kullanılan bilgi ve iletişim teknolojilerini tespit etmek,
- Tespit edilen araç ve teknolojilerin hangi amaçla kullanıldığını belirlemek, tanıtmak, ve araç ve teknolojileri sınıflandırmak,
- Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanmaya hevesli Türk inşaat organizasyonlarına yol gösteren çalışmalara temel ve başlangıç oluşturmak,
- Bir durum çalışması ile bu teknolojilerin örnek bir fazda Türkiye’de kullanılma durumunu göstermektir.

Makalenin ikinci bölümünde inşaat sektöründe kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri özetlenmiş, üçüncü bölümünde durum çalışması anlatılmış ve son olarak dördüncü bölümde sonuçlar ve çıkarımlardan bahsedilmiştir.

2 Mimari, Mühendislik ve İnşaat alanında kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri

Gelişen bilgi ve iletişim teknolojileri, inşaat sektörü için birçok fırsatı beraberinde getirmektedir. Ancak, mevcut araştırmalara göre inşaat sektörünün bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanmaya başlamasının birden çok faktöre bağlı olduğu belirtilmiştir. Bu faktörler; organizasyonların ve çalışanların özellikleri, ortaya çıkan teknolojilerin özellikleri, inşaat projelerinin özellikleri ve dış etkenler olarak özetlenebilir [2]. Bir teknolojinin yaygın olarak kullanımını etkileyen bu faktörlerin en önemlilerinden biri dış etkenlerdir. Örneğin; İngiltere hükümeti inşaat organizasyonlarında yapılara ait bilgilerin düzenlenmesi ve standart hale getirilmesini desteklemek amacıyla Bina Bilgi Modellemesi (BIM) kullanımını yaygınlaştırmak istemiş ve bunun için girişimlerde bulunmuştur [3]. Bu nedenle İngiltere’de birçok organizasyon iş süreçlerine BIM’i adapte etmek üzerine çalışmalar gerçekleştirmektedir.

Gartner’in 2015 Hype Cycles raporuna göre ise, teknolojiler 5 farklı sınıf altında toplanmış ve endüstrilerin teknolojileri kullanmaya başlaması için geçen süreler belirtilmiştir. Rapora göre, birçok endüstrinin 2 ile 5 yıl veya 5 ile 10 yıllık süreler sonucunda teknolojileri kullanmaya başladığı gözlenmektedir [4]. İnşaat sektöründe kullanılan bazı teknolojiler 1990’lı yıllardan beri kullanılmakta [5] olduğu için bu teknolojiler dünya çapında kabul görmüştür.

Bu bölümde, inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılan teknolojilerin yanı sıra yeni teknolojiler de tespit edilerek tanıtılmaktadır.

Şekil 1 de gösterilen inşaat projesi fazları, iki ana evre altında sınıflandırılabilir. Yapının işverene teslim edilmesine kadar geçen süreç inşaat projesi evresi olarak tanımlanabilirken; yapının yaşam sürecini kapsayan evre ise yapının yaşam evresi olarak isimlendirilebilir. Bu ayırmadan yola çıkılarak, inşaat sektöründe kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri üç başlık altında sınıflandırılabilir. Bunlar; inşaat projesinde kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri, yapının yaşam evresinde kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri ve son olarak kolaylaştırıcı teknolojilerdir.

İnşaat projesi evresi Gereksinim, Tasarım, İnşaat ve Devir teslim fazlarından oluşmaktadır. Yapının yaşam evresi ise, bakım ve onarım fazını içermektedir. Fazların çıktıları Tablo 1 de örneklendirilmiştir.

Tablo 1: İnşaat projesi fazlarının bilgi çıktıları örnekleri

Faz	Ortaya çıkan bilgi
Gereksinim (Stratejik tanım, Proje hazırlığı ve özeti)	Proje gereksinimleri, fizibilite raporları, proje planı, vb.
Tasarım (Konsept, Detaylı, Teknik)	Mimari çizim, Teknik çizim, iş programı, maliyet tahmini, vb.
İnşaat	Şantiye raporları, iş programı, maliyet takibi (hakedişler), vb.
Devir teslim	İnşaat aşamasında oluşan değişikliklere göre bilgilerin güncellenmesi
İşletme ve Bakım	Bakım ve onarım talepleri, Bakım ve onarım raporları

Bu evrelere ait fazların iş süreçlerini destekleyen teknoloji ve sistemler, ilgili başlık altında toplanmış ve tanıtılmıştır.

Kolaylaştırıcı teknolojiler ise, çoğunlukla paydaşlar arasında iletişimi kolaylaştıran, takım çalışmasını arttıran teknolojiler ve alt yapılardan oluşmaktadır.

2.1 İnşaat projesi evresinde kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri

Gereksinim fazında proje gereksinimleri tespit edilerek, projenin amaçları, kalite standartları, proje bütçesi ve en son çıktı olarak da proje planı hazırlanmaktadır. Tasarım fazında ise projenin kavram, teknik ve detaylı tasarımları 2B ve 3B olarak çizilmektedir. İnşaat fazında, şantiyede yapılan işler yönetilmekte, günlük olarak kayıt altına alınmaktadır ve rapor olarak iletilmektedir. Devir teslim fazında ise, inşaat aşamasında çizimlerden ve projeden farklı bir işlem gerçekleştirildiyse, bu değişikliğin ilgili bilgilere yansıtılması süreci gerçekleştirilmektedir [1].

Maliyet kestirimi ve proje yönetim araçları, bir inşaat projesine ait bilgileri, iş paketlerini ve iş-zaman grafiğini oluşturmak için kullanılabilir. Bu araçlar yardımı ile biten/açık işler takip edilebilir, riskler kayıt altına alınabilir, herhangi bir işte değişiklik söz konusu ise, iş paketlerinin içeriği değiştirilebilir. Bu yazılımlar sayesinde yapılan değişiklikler bütün proje paydaşları tarafından görülür ve takip edilir. Aynı zamanda proje maliyetinin kestirimini yapmaya da olanak sağlanmaktadır. Bu yazılımlara örnek

olarak dünyada yaygın olarak kullanılan Primavera programı verilebilir. Bu araçlar özellikle inşaat fazında iş planı ve iş paketi-zaman grafiği oluşturma gibi süreçler için yaygın olarak kullanılırken, inşaat projelerinin birçok fazında kullanılmaktadır.

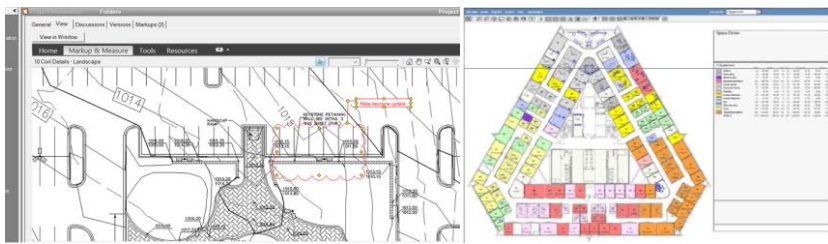
Maaliyet kestirimi ve proje yönetimi, tek bir yazılım ile gerçekleştirilebileceği gibi bu işler günlük hayatımızda kullandığımız farklı yazılımlar kullanılarak da yapılabilir. Örneğin, iş programı yapmak için sıkça kullanılan yazılımlardan birisi Microsoft Project iken maliyet kestirimi için Microsoft Excel tercih edilmektedir. Bazı inşaat organizasyonları ise bütün iş süreçlerini entegre edebilmek için ERP yazılımlarını kullanmayı seçmektedirler.

Tasarım araçları, tasarım aşamasında yapının (bina, baraj, vb.) 2B ve 3B çizimini (mimari, elektrik, ve mekanik gibi) hazırlamak için kullanılabilir araçlardır. Çizimler oluşturulduktan sonra, yapının değişik fonksiyonlarını görüntülemek için de kullanılabilir. Bu araçlara örnek, dünyada çok yaygın olarak kullanılan Autodesk Autocad [6] ve Bentley MicroStation [7] yazılımları verilebilir.

Elektronik doküman yönetim sistemleri dijital bilgilerin saklanması, paylaşılması, işbirliği yapılması için ortam sağlamaktadırlar [2]. Bu araçlardan bazıları sadece tasarım bilgilerini yönetmek üzerine geliştirilmiştir.

İşbirliği ve tasarım bilgisi yönetim araçları, mimar ve mühendislerin, inşaat projelerine ait tasarım bilgilerini saklamak, organize etmek ve revizyon takibi yapmak için kullandıkları araçlardır. Bu araçlar sunucularda kurulu olup projelerin tasarım bilgileri de sunucularda saklanmaktadır. Aynı zamanda tasarım bilgilerinin arşivlenmesine de olanak sağlanmaktadır [8][9]. Bu araçlara örnek olarak Autodesk Vault verilebilir [9].

Doküman ve bilgi yönetimi için işbirliği araçları, paydaşların işbirliğini arttırmak amaçlı, özellikle tasarım bilgilerinin organizasyon dışındaki paydaşlarla paylaşılmasına olanak sağlayan bilgi yönetimi araçlarıdır. Bilgiler bulutta tutulduğu için mekândan bağımsız olarak bilgilere gerçek zamanlı erişim sağlanabilmektedir. Bu araçlar, tasarım bilgisi yönetim araçları ile senkronize olma özelliğine sahip olduğu için tasarım bilgilerinin son haline bulut üzerinden ulaşma olanağı sağlayabilmektedir. Bu araçlara örnek olarak Şekil 2a'da ekranı gösterilen Autodesk Buzzsaw verilebilir [10].



Şekil 2. a) Buzzsaw ekranı[10] b) Trimble Centerstone ekranı- İç mekân planlama[12]

2.2 Yapı yaşam evresinde kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri

Yapı yaşam evresi tek bir fazdan oluşmasına rağmen, giriş bölümünde bahsedildiği gibi bir inşaat projesinin en uzun fazı olarak nitelendirilebilir, çünkü bir yapının ortalama ömrü 50 yıl ve üzeri bir süreci kapsayabilmektedir.

Bu evrede, inşaat projesi evresinde kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri de kullanılabilir, çünkü her bir bakım veya onarım işi küçük bir inşaat projesi olarak nitelendirilebilir. Ancak, bu kısımda yapıların bakım ve onarım işlerinin takip edilmesi ve yürütülmesini sağlayan bilgi ve iletişim teknolojileri tanıtılmıştır. Aynı zamanda tesisin işletilmesi için gerekli olan varlık yönetimi sistemleri de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bilgisayar destekli tesis yönetim araçları (Computer Aided Facility Management - CAFM), binaları verimli bir şekilde planlamak, yönetmek ve işletmek için yaygın olarak kullanılmaktadır [11]. Şekil 2b'de CAFM yazılımlarına örnek olarak gösterilen Trimble Centerstone, Amerikan üniversitelerinden birinde durum çalışması gerçekleştirmiş ve mekânların planlaması, kullanılması, paylaşılması için kullanılan bu aracın faydalarını sunmuştur [12].

Elektronik bakım yönetim sistemleri (Computerized Maintenance Management System - CMMS), bina/yapının işletme ve önleyici/anlık bakım işlerini planlamak, takip etmek ve bakımlara ait verileri saklamak gibi süreçleri destekleyerek bina varlıklarının yaşam süresini uzatmak için kullanılmaktadır [21].

Kurumsal varlık yönetimi araçları, bina, tesis gibi varlıkları izlemek ve yönetmek için kullanılır. Bu varlıkların konuşlandırma, işletme, bakım, iyileştirme ve elden çıkarma süreçlerinin verimli olarak yönetilmesini sağlar. Bu araçlara örnek olarak IBM Maximo aracı verilebilir [13].

Bina otomasyon sistemleri, bina elemanlarından kritik olanlarına yerleştirilmiş sensörlerden alınan verinin toplandığı ve görüntülediği araçlardır. Bu araçlar kritik elemanların belli değerlerini kontrol etmek için genellikle tesis yöneticileri tarafından kullanılır. Örneğin, bir binaya ait kazanın sıcaklığı ve iç basınç değerleri bu sistem sayesinde takip edilebilir.

2.3 Kolaylaştırıcı teknolojiler

Bu teknolojiler inşaat projesi ve yapı yaşamı evrelerinde kullanılan araçların işlevselliğini arttırmak için kullanılan teknolojilerdir. Bazıları uzun yıllardır birçok sektörde yaygın olarak kullanılırken, bazıları ise daha yeni teknolojilerdir ve alternatif oluşturmaktadırlar.

Birçok sektörde olduğu gibi inşaat sektöründe kullanılan çoğu bilgi ve iletişim teknolojisi web tabanlıdır. Çoğunlukla, işbirliği, iletişim, koordinasyon ve karar verme süreçlerini etkin olarak yürütmek için kullanılmaktadırlar [2]. Örneğin, web tabanlı proje yönetim araçları, web tabanlı karar destek sistemleri, gibi birçok yazılım ve sistem inşaat sektöründeki organizasyonlar tarafından kullanılmaktadır [2].

Sanal gerçeklik, inşaat sektörüne 2000'li yılların başında girmiştir [5]. Sanal gerçeklik özellikle, uzaysal ve gerçek zamanlı görüntüleme için kullanılarak; bu teknolojidenden tasarım ve inşaat fazlarında paydaşlar arasındaki işbirliğini arttırmak (örneğin; tasarımı

gözden geçirme işlemi) için faydalanılmaktadır [2]. Sanal gerçeklik aynı zamanda iş güvenliği ve sağlığı eğitimlerinde kullanılabilen ve bakım ve onarım fazında varlık yönetimi için kullanılmaktadır [14].

Web teknolojileri ve sanal gerçeklik teknolojileri inşaat fazında tamamlanan işlerin bilgi bilgisinin gerçek zamanlı ve kesintisiz aktarımını sağlamak için de dünyada sıklıkla kullanılmaktadır [2] [15].

Kablosuz teknolojilerden, Radyo frekansı ile tanımlama (RFID), kablosuz sensör ağları, küresel konumlama sistemi (GPS) inşaat sektöründe sıklıkla kullanılmaktadır. Bu teknolojiler, proje yönetimi, karar destek sistemleri gibi araçlar tarafından kullanılan yapı bilgilerini toplamak, paylaşmak ve saklamak için alt yapı oluşturmaktadır [2].

RFID teknolojisi ve kablosuz sensör ağları inşaat fazında, şantiyede gerçekleştirilen operasyonları takip etmek ve desteklemek için yaygın olarak kullanılmaktadır [2].

Kablosuz sensör ağları ayrıca bakım & onarım fazında karar vericilerin kullandığı karar destek sistemlerini besleyen bilgilerin belirli frekanslarda toplanması için kullanılmaktadır [16]. Örneğin; bir binaya ait kazan dairesine monte edilmiş sensör ağları kazanın sıcaklık ve basınç değerlerini belirli aralıklarda okuyarak, bu bilgileri merkezi bir havuza gönderebilmektedir.

Veri yakalama teknolojilerinden, lazer tarama, sensörler, insansız hava araçları ve görüntü tanıma (image recognition) teknolojileri, yapıların mevcut haline (As-Is) ait bilgileri yakalamak için kullanılmaktadır [17]. Elde edilen bu bilgiler özellikle geometrik ve uzaysal bilgileri içermektedir ve bu bilgiler yapının 3D modelini yaratmak için kullanılmaktadır [18].

İnşaat sektöründe bilgi çeşitliliği ve miktarı çok olduğu için bilgiyi saklama koşulları da farklılık göstermektedir ve farklı veri depolama teknolojileri kullanılmaktadır. Bazı bilgiler yerel sunucularda saklanırken bazıları veri tabanında veya bulut bilişim (Cloud Computing) kullanılarak da saklanabilmektedir.

Hızlı şekilde erişilmesi gereken bilgiler için veri tabanı tercih edilebilmektedir çünkü sorgular (query) sonucunda aranan bilgiye hemen ulaşılabilir. Örneğin, bakım onarım talepleri ve raporlarını veri tabanında saklayan uluslararası inşaat organizasyonları bulunmaktadır.

Bulut bilişim teknolojileri (Cloud Computing), yapıya ait birçok verinin saklanması ve mekândan bağımsız olarak gerçek zamanlı erişimini sağlamaktadır [19]. Örneğin, inşaat yapım işleri esnasında bir mühendis veya ustanın, yapı çizimlerinin en son haline sahada ulaşabilmesi için bu çizimlerin bulutta saklanması gerekebilir.

Bina Bilgi Modellemesi (Building Information Modelling – BIM), bina ve altyapıların planlama, tasarlama, inşaat ve yönetimi için kullanılan süreç tabanlı, akıllı 3B bir modelleme yöntemidir [20]. BIM'i destekleyen başlıca araçlar arasında; Autodesk Revit, Graphisoft Archicad ve Bentley AECOSim vardır. BIM tabanlı geliştirilen yazılımlar, inşaat ve yapı yaşamı sürecinde kullanılan araçların yaptığı işlerin temel teknolojisi olma yolundadır. Örneğin, çizimler CAD yerine BIM üzerinden hazırlanabilmekte ve iş-planları BIM ile entegre çalışan Synchro gibi yazılımlar ile hazırlanıp simule edilebilmektedir.

Bahsedildiği üzere, inşaat sektöründe farklı amaçlar için birçok yazılım kullanıldığından, bilgi transferini kolaylaştırmak ve bu bilgilerin ortak kullanımını

arttırmak için XML, IFC gibi standart dosya formatlarının kullanımı da yaygınlaşmaktadır [15][2].

3 Durum çalışması: Üniversite Binaları

Durum çalışması köklü bir üniversitenin binaları kullanılarak yapılmıştır. Üniversitede toplamda 28 adet eğitim binası bulunmaktadır. Bu binaların bakım ve onarımından üniversite bünyesinde bulunan merkezi bir birim sorumludur. Merkezi birimin temel sorumlulukları arasında tesis yönetimi de bulunmaktadır. Tesis yönetiminde ana faaliyet ise kampüs içerisindeki binaların durumlarının takip edilmesi ve bakım ve onarımlarının gerçekleştirilmesidir.

Durum çalışmasının temel amacı birim bünyesinde kullanılan bilgi ve iletişim teknolojilerini tespit etmektir. Daha spesifik olarak, literatür taramasında bahsedilen yapı yaşam evresinde kullanılan teknolojiler ile kolaylaştırıcı teknolojilerden hangilerinin üniversitede kullanıldığını bulmaktır. İnşaat projesi evresinde kullanılan teknolojiler bu durum çalışmasının kapsamı dışında bulunmaktadır.

Tespit için, merkezi birimde çalışan personel ile birden çok biçimli ve yarı-biçimli mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlar ses kaydı alınarak gerçekleştirilmiştir. Özellikle, iş süreçleri, kullanılan teknolojiler, ilgili paydaşlar hakkında bilgi sahibi olmak için önceden hazırlanmış soru listesi farklı personellere sorulmuştur.

3.1 Sonuçlar

Birim bünyesinde, tesis yönetimi için kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri tablo 2’de listelenmiştir.

Bakım ve onarım projelerinin tasarım fazında 3B modelleme yapmak için Autodesk AutoCAD kullanılmaktadır. Yapılan bu çizimler, birim içerisindeki sunucularda hem “.dwg” hem de “.pdf” formatında saklanarak arşivlenmektedir. İnşaatı veya bakım & onarımı tamamlanmış projelerin devir teslim fazında, yapılmış olan işlerin kalite standartlarına uygunluğunu kontrol etmek için bir iş takip sistemi aracı olan Redmine iş takip sistemi kullanılmaktadır.

Tablo 2. Üniversite binalarında kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri

Bilgi ve iletişim teknolojisinin sınıfı	Kullanılan araç
Yapı yaşam evresi	Autodesk AutoCAD [6], Redmine iş takip sistemi, Çözüm grup bina otomasyonu, Elektronik Evrak ve Doküman Yönetim Sistemi (EDYS)
Kolaylaştırıcı teknolojiler	Web, Sunucular, Sensörler

Eğitim binalarındaki kazan daireleri, binaların en kritik bölümleri arasında bulunmaktadır. Kazan dairelerinin kontrolüne önem verilerek bakım ve onarımları sık sık gerçekleştirilmektedir. Ayrıca kazanlarda, suyun sıcaklık ve basınç değerlerini ölçerek belli aralıklarla merkezi bir bina otomasyon sistemine veri gönderen sensörler

bulunmaktadır. Yetkili bir kişi bina otomasyon sistemi aracılığı ile bina kazanlarının durumunu takip etmektedir.

Doküman paylaşımını kolaylaştırmak için üniversite bünyesinde geliştirilen bir elektronik doküman yönetim sistemi kullanılmaktadır. Ancak, bu sistem sadece yazı metni içeren dijital dokümanların yönetimi ve takibini kolaylaştırmaktadır. Eğitim binalarında bulunan tesis yöneticileri tarafından gelen bakım ve onarım talepleri EDYS aracılığı ile merkezi birime ulaşmaktadır. Bu sistem 2B veya 3B çizimlerin paylaşımı için kullanılmamaktadır. Tasarım bilgilerinin birimler arasında paylaşımı e-postalar aracılığı ile yapılmaktadır.

Tablo 2’de özet şeklinde gösterildiği gibi üniversite binalarının tesis yönetimi için kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri oldukça kısıtlıdır. İş süreçleri çok az sayıda araç ve teknoloji tarafından desteklenmektedir. Bir çok iş manuel olarak yürütülmekte olup, bu durum aşağıda listelenen sorunların çıkmasına sebep olmaktadır.

- Birçok işlem kağıt üzerinde gerçekleştirilmekte olduğu için iş takibi yapmak zaman almaktadır.
- Birlikte çalışmayı ve işbirliğini destekleyici araçlar ve teknolojiler kullanılmadığı için, tasarım gibi birçok paydaşın bir arada çalışmasını gerektiren iş süreçlerini gerçekleştirmek için gerektiğinden fazla çabaya ihtiyaç duyulmaktadır.
- Yapılacak olan ve yapılan işler e-posta, telefon gibi iletişim araçları ile paylaşıldığı ve sistematik bir bilgi paylaşımı olmadığı için bina bilgileri güncellenememekte ve bilgi kaybı olmaktadır.
- Varolan bazı bilgilerin kaynağı bilinmediği için, bu bilgiler güvenilir ve kullanılabilir durumda değildir.
- Bakım ve onarım talepleri ile bu talepler doğrultusunda yapılan işler birbirinden kopuk ve dijital olarak takip edilemez olduğu için bilgi akışı çok yavaş ve verimsizdir.
- Bilgiler farklı formatlarda, farklı lokasyonlarda ve birbirinden kopuk olarak tutulduğu için, parçaları birleştirmek zaman ve çaba kaybına yol açmaktadır.

4 Sonuçlar ve Çıkarımlar

Bu çalışmada, inşaat endüstrisinde kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri hakkında bir ön literatür taraması yapılmıştır. Tespit edilen bu araçlar ve teknolojiler üç sınıf altında gruplandırılmıştır. Bu gruplar, inşaat projesi evresinde kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri, yapı yaşam evresinde kullanılan bilgi ve iletişim teknolojileri, ve kolaylaştırıcı teknolojilerdir.

Dünya çapında sıklıkla kullanılan araç ve teknolojiler literatür bölümünde tanıtılmış ve hangi evrenin hangi fazında kullanıldığı belirtilerek kullanım alanları açıklanmıştır. Ayrıca, uluslararası büyük yazılım firmalarının ürünlerinden örnekler sunulmuştur.

Kolaylaştırıcı teknolojiler altında çoğunlukla son yıllarda öne çıkan yeni teknolojilerin inşaat endüstrisinde nasıl kullanıldığı literatürdeki referanslardan yola çıkılarak anlatılmıştır.

Araştırmalar sonucunda, çok paydaşlı ve farklı rollere sahip birden fazla organizasyonun bir arada çalışmak zorunda olduğu bir sektör olduğu için inşaat

endüstrisinde bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımının önemli olduğu ve günümüzde bu teknolojilerin kullanımlarının hızla yaygınlaştığı gözlemlenmiştir. İletişim, koordinasyon ve işbirliği sağlayan araç ve teknolojiler organizasyonların verimli çalışmasına olanak sağlarken inşaat projesi fazlarının iş süreçlerini destekleyerek proje başarısını arttırmaktadır.

Bu çalışmanın, dünyada kullanılan bilgi ve iletişim teknolojilerini takip etmek ve kullanmak için hevesli olan Türk inşaat firmalarına yol gösteren çalışmalara başlangıç oluşturması hedeflenmiştir. Yazılım ve teknolojilerin Türkiye'deki inşaat organizasyonları, işverenler, tesis yöneticisi gibi farklı paydaşlar ve organizasyonlar tarafından ne oranda kullanıldığının tespit edilmesine katkı vermek için köklü bir üniversitenin binaları ve bina tesis yönetiminden yola çıkılarak bir durum çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu teknolojilerin tüm inşaat süreçleri kapsamında ne oranda kullanıldığını ve nasıl yaygınlaştırılabileceğini araştıran çalışmaların yapılmasına öncülük olmak istenilmiştir.

Üniversitenin tesis yönetiminden sorumlu merkezi birimi ve tesis yöneticileri tarafından tesis yönetiminde hangi araç ve teknolojilerin kullanıldığını belirlemek için mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Uluslararası büyük inşaat firmaları tarafından kullanılan profesyonel araçlar ve teknolojilerden çok azının incelenen üniversitede kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu durum binaların tesis yönetimi iş süreçlerinin yönetilmesi ile ilgili sorunlara ve bilgi kalitesinin düşük olmasına yol açmaktadır. Literatür taraması kapsamında da tesis yönetimi süreçlerinin Dünya'da da bilgi teknolojilerini geç adapte eden bir faz olduğu görülmüştür.

İleriki çalışmalarda, inşaat endüstrisinde kullanılan bilgi ve iletişim teknolojilerinin literatür taraması genişletilerek dünyadaki son durum daha detaylı olarak yansıtılabilir ve gelecekte bilgi ve iletişim teknolojileri yönünde nasıl gelişmeler bekleneceği tartışılabilir. Ayrıca incelenen teknolojilerin yanı sıra, inşaat sektöründe kullanılan standartlar ve spesifikasyonlar incelenerek, bunların sektörde kullanım amaçları ve alanları sunulabilir.

Bunların yanında, farklı rollere sahip Türk inşaat organizasyonlarında durum çalışmaları yapılarak, yerel inşaat endüstrisindeki bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanım oranları daha somut olarak ortaya çıkarılabilir.

5 Geçerlilik Eksikliği

Durum çalışması tek bir organizasyonun tesis yönetiminden yola çıkılarak gerçekleştirildiği için, çalışmanın bulguları Türkiye'de kullanılan bilgi ve iletişim teknolojilerinin bütününe kapsamayabilir. Ancak, seçilmiş olan üniversite Türkiye'nin en köklü ve teknolojiyi Türkiye'ye getiren ve tanıtan öncülük bir üniversitesi olduğu için, sonuçlar tesis yönetimi yapan diğer üniversiteler, kamu kurumları gibi organizasyonlar için genellenebilir. Özel kurum ve organizasyonları temsil etmek için bu kurumlar arasından bir organizasyon seçilerek yeni bir durum çalışması yapmak faydalı olacaktır.

Referanslar

1. RIBA Plan of Work 2013, <http://www.ribaplanofwork.com>, 2013
2. Lu, Y., Li, Y., Skibniewski, M. J., Wu, Z., Wang, R., Le, Y., Information and Communication Technology Applications in Architecture, Engineering, and Construction Organizations: A 15-Year Review. *J. Manag. Eng.*, vol. 31, no. 1, pp. 1–19 (2014).
3. Masood, T., Cuthbert, R., McFarlane, D. C., Parlikad, A. K., Information Futureproofing for Large-scale Infrastructure. In: *IET IAM Asset Manag. Conf. 2013*, p. 3.05-3.05 (2013).
4. Gartner's 2015 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies the Computing Innovations That Organizations Should Monitor, <http://www.gartner.com/newsroom/id/3114217>
5. Zainon, N., Rahim, F., Salleh, H., The Information Technology Application Change Trend: Its Implications for the Construction. *J. Surv. Constr. Prop.*, vol. 2, pp. 6–20 (2011).
6. Autodesk Autocad, <http://www.autodesk.com/products/autocad/features/all>
7. Bentley MicroStation, <https://www.bentley.com/en/products/brands/microstation>
8. Autodesk Vault 2012 and Microsoft Share Point 2010 Providing Access to Design Data Across the Enterprise, http://images.autodesk.com/adsk/files/whitepaper_autodesk_vault_integration_with_microsoft_sharepoint.pdf
9. Autodesk Vault, <http://www.autodesk.com/products/vault-family/overview>
10. Autodesk Buzzsaw, <http://www.autodesk.com/products/buzzsaw/overview>
11. Trimble Centerstone Facility Management for the Campus Case Study, <http://realestate.trimble.com/>
12. Achieve a Lower TCO with Space Management, <http://realestate.trimble.com/>
13. IBM Maximo, <http://www-03.ibm.com/software/products/en/maximoassetmanagement>.
14. Whyte, J., Broyd, T., Viewing Asset Information: Future Impact of Augmented Reality, *Proc. 32nd CIB W78 Conf. 2015*, 27th-29th Oct. 2015, Eindhoven, Netherlands, pp. 754–761 (2015).
15. Xue, X., Shen, Q., Fan, H., Li, H., Fan, S., IT supported collaborative work in A / E / C projects : A ten-year review. *Autom. Constr.* vol. 21, pp. 1–9 (2012).
16. Dibley, M. J., Li, H., Miles, J. C., Rezgui, Y., Towards intelligent agent based software for building related decision support. *Adv. Eng. Informatics*, vol. 25, no. 2, pp. 311–329 (2011).
17. Aecbytes review, <http://www.aecbytes.com/review/2016/DataDrivenDesign.html>.
18. Bo, G., Akinci, B., Ergan, S., Generating As-is Building Information Models for Facility Management by Leveraging Heterogeneous Existing Information Sources: A Case Study. In: *Construction Research Congress*, pp. 1911–1920 (2014).
19. Kumar, B., Cheng, J. C. P., McGibbney, L., Cloud Computing and its Implications for Construction IT. In: *Proc. Int. Conf. Comput. Civ. Build. Eng.*, pp. 1–6 (2009).
20. National BIM Standard, <https://www.nationalbimstandard.org/buildingSMART-alliance-Releases-NBIMS-US-Version-3>
21. Computerized Maintenance Management Systems, <https://www.wbdg.org/om/cmms.php>