

İnşaat Sektörü İçin Bilgi Teknolojilerindeki Son Gelişmeler¹

Ali Murat Tanyer*, Mehmet Koray Pekerçli**

1. Giriş

Bilgisayar ve bilgi teknolojileri birçok alanda hayatımızı değiştirmeye devam etmekte. Birçokları tarafından kabul edildiği gibi inşaat endüstrisi bilgi teknolojilerinden yararlanmakta diğer endüstrilerin gerisinde kalmış durumda. Buna rağmen son yıllarda bu alandaki gelişmeler umut verici. Bugün inşaat alanındaki birçok disiplini destekleyecek çok değişik teknolojiler mevcut. Bu teknolojiler, bilgisayar destekli tasarımdan proje yönetimine, görselleştirmeden maliyet tahminine, strüktürel hesaplamalardan bina işletmesine kadar çok değişik alanlarda kullanılmakta.

Bu yazıda inşaat sektöründe halen kullanılan ve ilerde kullanılması muhtemel olan bilgi teknolojileri üç grup halinde incelenmiş ve bu gruplara bazı teknolojiler örnek olarak verilmiştir.

2. Bilgi Çağı ve Bilgi Toplumu

Bilgi teknolojileri günümüz toplumunun yaşama, çalışma, öğrenme, eğlenme ve benzeri alışkanlıklarını tamamen değiştirmektedir. Bilgisayar, bilişim ve iletişim teknolojilerindeki gelişme ve ilerlemeler hayatımızdaki birçok işi hızlandırıp kolaylaştırırken bu işlerin bazı ara adımlarını otomatikleştirmişlerdir de. Bunun sonucunda 'bilgi toplumu' denilen

kavram ortaya çıkmış ve yaygınlaşan iletişim teknolojilerinin etkisiyle hızla yayılmıştır.

Bugün bilgi teknolojileri lokal ekonomilerin gelişmesi ve global pazarda yer almaları yönünden önemli rol oynamaktadır. Bu yüzden gelişmiş ekonomilerdeki birçok sektör kendilerini defalarca yeniden yapılandırmış, yeni teknolojileri iş süreçlerinin bir parçası yapmıştır. Bilgisayar, iletişim, yazılım gibi sektörler on-line alışveriş ve bankacılık gibi birçok yeni iş olanakları yaratmış ve/veya iş yapılıma şeklini değiştirmiştir.

3. Bilgi Teknolojileri ve İnşaat Sektörü

Bilgi teknolojilerinden etkilenmekte her ne kadar diğer sektörlerin gerisinde kalsa da inşaat sektörü, bu hızlı değişime ayak uydurmaya çalışmaktadır. Mimar, mühendis, müşavir, işletmeci, vb. gibi birçok disiplinin birarada çalışmasını gerektiren bu sektör çok parçalı ve dağınık bir yapıya sahiptir. Bu disiplinler, ihtiyaçların belirlenmesi, tasarım, ihale, inşaat, işletme ve bakım gibi birçok safhada birlikte görev alırlar.

Bilgi teknolojileri bugün bu disiplinleri ve inşaat aşamalarını çeşitli şekillerde desteklemektedirler. İngiltere'de bulunan İnşaat Endüstrisi Bilişim Derneği (CICA)² halen markette, inşaat sektörüne

¹ Bu makalenin ilk sürümü *Tasarım Merkezi Dergisinin ilk sayısında* yayınlanmıştır.

² *Construction Industry Computing Association* <http://www.cica.org.uk>

* Y. Doç. Dr., ODTÜ, Mimarlık Fakültesi, Ankara, tanyer@metu.edu.tr,

** Araş. Gör., ODTÜ, Mimarlık Fakültesi, Ankara, pekericli@gmail.com



Resim 1 - Londra'daki yeni yapılan belediye binası bilgi teknolojilerinin tasarım ve mühendislik aşamalarında yoğun olarak kullanıldığı bir yapıdır³.

hizmet eden 1650'den fazla bilgisayar yazılımı olduğundan bahsetmiştir. Bunlar 6 ana başlık altında toplanabilir.

- İş ve Bilgi Yönetimi Sistemleri
- Bilgisayar Destekli Tasarım ve Görselleştirme Sistemleri
- Bilgisayar Destekli Mühendislik Sistemleri
- Bilgisayar Destekli Maliyet Sistemleri
- Planlama ve Proje Yönetim Sistemleri
- Bilgisayar Destekli Bina İşletme Sistemleri

Bu yazıda inşaat sektöründe kullanılan bilgi sistemleri 'dünden kalanlar', 'bugün kullanılan ileri uygulamalar' ve 'ilerde kullanılması mümkün olanlar' olarak sınıflandırılmış ve bunlara örnekler verilmiştir.

3.1. Dünden Kalanlar

Kişisel bilgisayarların ucuzlaması ve herkesçe alınabilir hale gelmesi inşaat sektörünü de etkilemiş ve bugün hemen hemen herkesin kullandığı İnternet, e-posta, fotoğraf ve kelime işlem yazılımları sektörde yaygınca kullanılır olmuştur. Bütün bunlara ek olarak sektöre özel en önemli programların başında bilgisayar destekli tasarım ve mühendislik yazılımları gelmektedir. Günümüzde bu tür araçları kullanmadan piyasanın isteklerine cevap verebil-

mek hemen hemen imkansız hale gelmiştir. 15 - 20 sene önce elle yapılan 2 boyutlu çizimler ağırlıkta iken bugün bilgisayar ile üretilen 3 boyutlu çizimler ve sunumlar taraflar arasındaki koordinasyonun sağlanabilmesine önemli katkılar sağlamaktadır.

Dünden kalan bu teknolojiler birbirleriyle bağlamsal ilişki kuramadıkları için kullanıcının yorumlamasına ihtiyaç duyarlar. Örneğin bir tasarım projesine ilişkin bir e-posta, konuşma diline dayanan, fotoğraflar ve çizimlerle desteklenmiş bir bilgi içeriğine sahiptir. Bu e-posta bir belge olarak alıcı tarafından yorumlanır ve gerekli adımlar buna göre atılır. E-posta, fotoğraflar, geleneksel bilgisayar destekli tasarım yazılımları gibi paketler, proje süreçlerinin bütün safhaları yerine belli kısımlarına katkıda bulunurlar.

3.2. Bugünün Teknolojileri - İleri Seviye

Aşağıda belirtilen teknolojiler uzun araştırma geçmişleri ile bazı önemli inşaat şirketlerinin seçilmiş projelerinde kullanılmaktadır. Bu teknolojiler, projelerde şirketlerine stratejik ve finansal avantajlar sağlamakta bu nedenle kullanım sıklıkları giderek artmaktadır.

3.2.1. Proje Dış İnternetleri (Extranetleri)

Bilişim teknolojilerindeki son gelişmeler organizasyonları etkilemektedir. Yeni ve etkili bir iletişim sağlayan İnternet bu teknolojilerin başında gelmektedir.

³ <http://www.flickr.com/photos/cactus23/106271439/>



Resim 2 - Proje extranetleri kullanıcı arayüzüne örnek⁴

İnşaat endüstrisi için İnternet yeni proje yönetim teknikleri de sağlamaktadır. Projeye katkıda bulunan disiplinlerin coğrafi olarak farklı dünyanın farklı noktalarında olabilmesi İnternet üzerinden yapılan haberleşmeyi daha da önemli kılmaktadır.

Proje dış internetleri (extranetleri) proje katılanlarının etkili bir şekilde haberleşmesine ve proje ile ilgili çizim ve dökümanların paylaşılmasına olanak verir. Bu tip paylaşım platformlarının faydaları aşağıdaki gibi listelenebilir:

- Döküman yönetimi masraflarında azalma,
- Seyahat masraflarında azalma,
- Haberleşme hızındaki artış,
- İnşaat sahasını ziyaret etme zorunluluğunun azalması,
- Kağıda dökülmüş belge sayısında azalma,
- İşbirliğinde artış,
- Bilginin hızlı ve etkin kullanımı / iletimi,

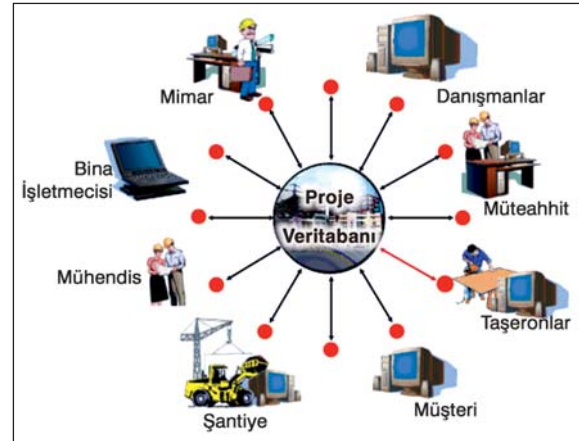
3.2.2. Tümlleşik Bilgi Yönetimi

Herhangi bir binayı fikir aşamasından müşteriye teslim aşamasına getirmek çok karmaşık bir süreçtir. Bu süreç yukarıda belirtildiği gibi mimar, mühendis, danışman, işletmeci, vb. gibi birçok disiplinin birarada çalışmasını gerektirmektedir. Günümüzde her bir disipline hitap eden farklı bilgi sistemleri mevcuttur. Bu sistemlerin birbirleriyle haberleşebilmesi için her bir sistem arasında bağlantı kurulmalı ayrıca proje sürecine sonradan katılan kişiler için ise bütün bu bağlantılar yeniden oluşturulmalıdır.

Bilgi sistemleri arasındaki uyumsuzluk, bilgi alışverişlerinde problemler oluşturmakta, bilgiler kaybolmakta ve/veya bilgilerin yeniden dijital ortama girilmesi gerekmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde NIST⁵ tarafından yapılan bir araştırmaya göre inşaat sürecindeki mimarlık, mühendislik ve diğer bilgi sistemleri arasındaki uyumsuzluk yıllık \$15,8 milyar tutarında bir kayba yol açmakta. Bu tutarı ABD'nin 2002 yılında inşaat alanındaki toplam harcaması olan \$374 milyar ile kıyaslaya-



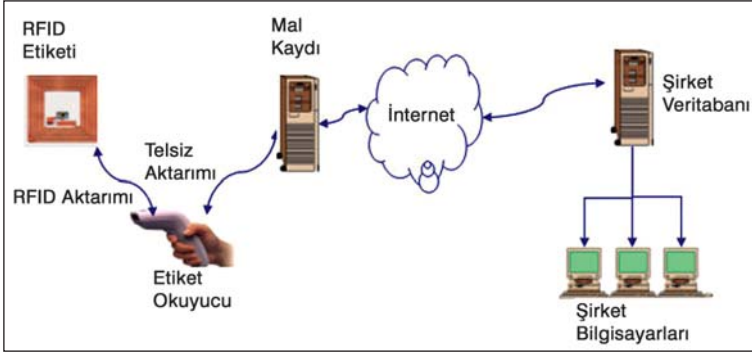
Resim 3 - İnşaat disiplinleri arasındaki kaotik bilgi paylaşımı



Resim 4 - İnşaat disiplinleri arasındaki tümlleşik bilgi yönetimi

⁴ BIW Technologies Ltd. - Press Room | Images | Information Channel. İnternet adresi: <http://www.biwtech.com/pressroom/imagesic.asp>

⁵ Gallaher, M.P.; O'Connor, A. C.; Dettbarn, J. L.; Gilday, L. T. (2004) "Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry", National Institute of Standards and Technology.



Resim 5 - RFID'nin çalışma prensibi



Resim 6 - RFID etiketleri ile kapı açma⁶

cak olursak anlaşılır ki bahsedilen uyumsuzluk yıllık %4.22 civarındaki bir paranın boşa harcanması demektir. İnşaat sektöründeki kar oranları düşünürse bu miktarın büyüklüğü ortaya çıkar.

'Tümleşik bilgi yönetimi' değişik süreçler, disiplinler ve bunları destekleyen bilgisayar programları arasındaki bilgi akışını ortak standartlar ve altyapı sayesinde sağlamayı amaçlar. Günümüzde artık birçok bilgi sistemlerinin desteklediği Industry Foundation Classes (IFC) sayesinde 'nesneye dayalı' bir bilgi paylaşımı mümkün kılınmaktadır.

3.2.3. Radio Frequency Identification (RFID)

Radio Frequency Identification (RFID) teknolojisi özel etiketlere bir takım okuyucular ile bilgilerin yüklenilmesi ve bu bilgilerin gerektiği

zaman okunması esasına dayanır. Bahsedilen etiketler, malzeme ve ürünlere takılıp radyo dalgaları aracılığıyla ürün hakkındaki bilgilerin elde edilmesine olanak verir.

RFID teknolojisi artık birçok alanda hayatımıza girmeye başlamıştır. Mağazalarda ve süpermarketlerde ürün takibi yapmak ve stok seviyesini kontrol etmek RFID teknolojisi sayesinde kolay ve hızlı yapılabilmektedir. Hatta artık kapıları açmak için anahtar aramamıza gerek olmayabilir (Resim 6).

RFID teknolojisi inşaat sektöründe şantiyeye girip çıkan malzemenin takibi ve bina işletmesi sürecinde bina malzemeleri ile ilgili bilgilere erişebilmek için kullanılabilir. İnşaat sektöründe RFID teknolojilerinin kullanılması inşaat tedarik zincirinde ve stok kontrol masraflarında azalmayı beraberinde getirir.

3.2.4. Lazer Tarama

Lazer tarama teknolojileri binaların veya arazilerin gerçeğe uygun üç boyutlu rölelerinin alınmasını sağlar. Lazer tarayıcılar bütün çevrelerini binlerce noktanın uzaklığını ölçerek tarar ve sonucu ilgili yazılıma gönderirler. Geliştirilen

yazılımlar bu noktalardan hareket ederek yüzeyleri oluşturur, alt sistemleri ve hatta binalara ait pencere, kapı gibi parçaları bile belirleyebilirler. Lazer tarama teknolojileri sayesinde bina yenileme ve tamirat işleri hızlanmış, ölçüme dayalı hatalar bertaraf edilmiştir. Geliştirilmekte olan yazılımlar sayesinde nesne temelli bina projeleri inşaat esnasında yapılan lazer taramalarıyla ilişkilendirilip hata takibi, iş takibi ve iş makineleri için çakışma keşfi (clash detection) yapılabilir.



Resim 7 - Lazer Tarama Teknolojisi

⁶ Amal Graafstra's RFID page. Available at: <http://www.amal.net/rfid.html>

3.3. Yarının Bilişim Teknolojileri

Bilişim ve iletişim teknolojileri birçoğumuzun takip edemediği bir hızla değişmekte. Bilgisayar çevre birimlerinin boyutlarının küçülmesi / kapasitelerinin artması ve yazılım teknolojilerindeki gelişmeler yeni teknolojilerin doğmasına olanak vermiştir. Daha güçlü ve daha entegre haberleşme sistemleri bilişim teknolojilerinin inşaat sektöründe daha fazla kullanımına yol açmaktadır.

Aşağıda inşaat endüstrisinde ileride kullanılması muhtemel bilişim teknolojilerine bazı örnekler verilmiştir.

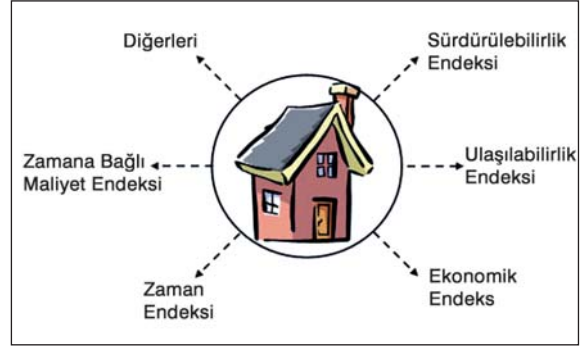
3.3.1. Çok Boyutlu Modelleme

Tipik bir inşaat projesi birçok tarafın biraraya gelmesiyle gerçekleştirilir. Gerek inşaat gerekse bina operasyon ve yönetimi süreçlerinde taraflar büyük miktarda bilgiyi birbirlerine aktarmak ihtiyacındadırlar. Kişisel bilgisayarların yaygınlaşması ve bilişim teknolojilerindeki son gelişmeler sonucunda hemen hemen bütün inşaat süreci çeşitli bilgisayar yazılımları tarafından desteklenir hale gelmiştir.

Tasarım, inşaat ve operasyon süreçleri sırasında birçok kriter sıra ile projeye eklenmektedir. Bu süreçte tasarımın birtakım kriterlere uygunluğu sağlanırsa proje diğer bir proje çalışanına geçmekte ve başka kriterlerin uygunluğu araştırılmaktadır. Tasarım ve proje yönetimindeki bu yaklaşım bilginin etkili bir şekilde kullanılmasını engellemekte ve tekrarlı bilgi girişlerine sebep olmaktadır.

Geçen son on yıl içerisinde araştırmacılar bu sorunun üzerine eğilmişler ve çeşitli prototipler geliştirmişlerdir. Bu projelerde üçüncü boyut (3B) zaman ve maliyet ile birleştirilip dört (4B) ve beş boyutlu (5B) modeller meydana getirilmiştir.

İnşaat proje yönetimindeki Çok Boyutlu Modelleme, 4 boyutlu modelleme kavramı üzerine kurulmakta ve bu kavramı n'inci

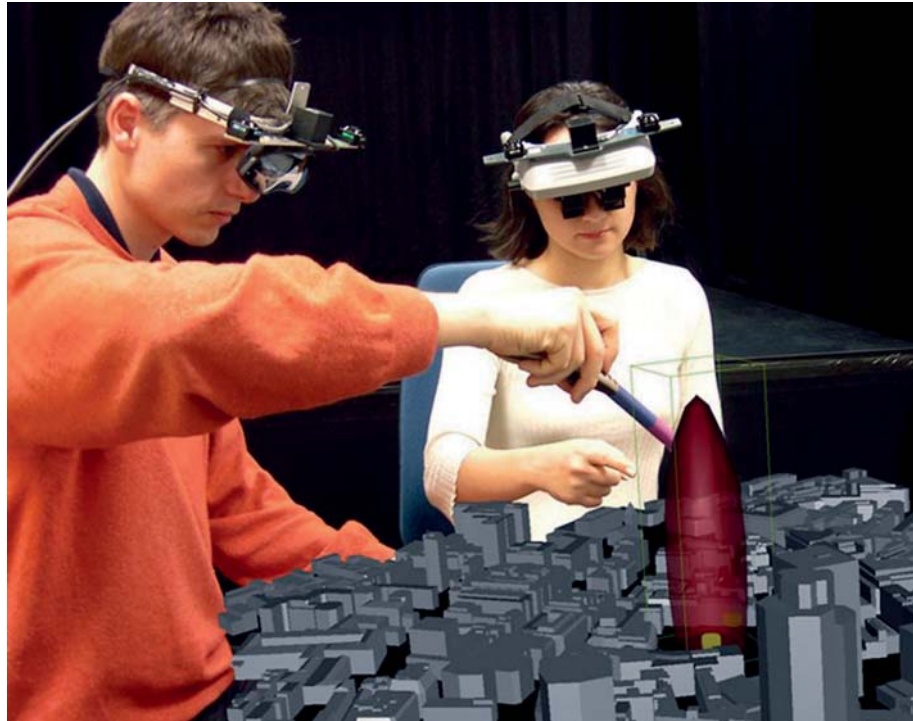


Resim 8 - Çok Boyutlu Modelleme Kavramı

boyuta (nB) taşımaktadır. N boyutlu modellerde tasarım, zaman ve maliyet kavramları akustik, enerji, ulaşılabilirlik, sürdürülebilirlik, v.b. gibi kavramlarda birleştirilmekte ve proje taraflarına tümleşik tek bir model üzerinden çalışma imkanı sunmaktadır. Şu an bazı üniversitelerde çok boyutlu modelleme çalışmaları ile ilgili projeler devam etmektedir.

3.3.2. Sanal Gerçeklik

Sanal gerçeklik teknolojisi kullanıcıların bilgisayarlarca oluşturulan bir hayali ya da gerçeğe benzer bir ortamla etkileşmelerini sağlar. Henüz yaygınlaşmamış olan sanal gerçeklik stereoskopik gözlükler ya da modifiye edilmiş monitörler aracılığıyla



Resim 9 - Sanal Ortamda Tasarım⁷



Resim 10: Görev Uçuşuna Sanal Gerçeklik Kullanarak Hazırlanan Bir NASA Astronotu⁸

çalışan bir görsel teknolojidir. Sanal gerçeklik sayesinde kullanıcılar bir makete ya da binanın gerçeğine ihtiyaç duymadan üç boyutlu analizleri gerçekleştirebilirler. Diğer çok boyutlu teknolojilerle birleştirildiğinde sanal gerçeklik inşaat safhalarını, iş-mekan-alet ilişkilerini istenilen açıdan üçüncü boyutta görselleştirir.

Sanal gerçekliğin diğer bir uygulaması ise genişletilmiş gerçekliktir (Augmented Reality). Bu uygulamada bir takım algılayıcılar ve göstericiler vasıtasıyla gerçek dünya üzerine sanal üç boyutlu görüntüler çakıştırılmakta ve kullanıcıya gerçekte gördüğünden fazlası (genişletilmiş, artırılmış ortam) sunulmaktadır. Bu teknoloji tehlikeli ve tek seferde bitirilmesi gereken işler için eğitim amacıyla kullanılabilir gibi, bir inşaat işinde görülmeyen gizli nesnelerin proje bilgi sisteminden belirlenip gösterilmesine de yarar. Bu bağlamda güzel bir örnek, duvar içinde kalan boruların özel gözlükler yardımıyla görünür hale getirilmesi olabilir. Diğer bir örnek ise NASA'nın uzay mekiği seferlerinden önce astronotlara yapacakları tamirat ve montaj

işleri için verdikleri sanal veya genişletilmiş gerçeklik eğitimidir.

3.3.3. Algılayıcı Teknolojiler

Elektronik algılayıcılar bir ortamın fiziksel koşullarını ölçüp kıyaslanabilir bir formatta ileten aletlerdir. Bu aletlerin boyutları her geçen gün daha da küçülmemekte, kapasiteleri ve işlevleri artmakta ve fiyatları azalmakta. Öyle ki, birgün inşaat betonun kumuna karıştırılacak kadar küçük, ucuz ve fonksiyonel algılayıcılar olacağı tahmin ediliyor. Bu algılayıcılar betonun priz sürecini denetleyip bilgileri anında bilgisayarımıza iletebilecekler. Gelişen kablosuz iletişim protokolleri ve elektronik aletlerin enerji kısıtlarının azalması bu teknolojinin gelecekteki yerini daha da pekiştiriyor.

4. Sonuçlar

Bu yazıda inşaat sektörü için kullanılan ve ileriye dönük tasarlanan bilgi teknolojilerinden bahsedildi. Bunların bazıları henüz gelişme safhasında, bazıları ise yüksek teknolojiye yatırım yapan firmalar tarafından kullanılmaktadır. Ülkemizde bu teknolojilerden çok küçük bir bölümü günlük inşaat süreçlerine entegre olmuş durumdadır. Ülke olarak kendi teknolojilerimizi geliştirebilmemiz ancak akademik olarak alt yapıyı sağlamamız ve bu konularda tartışma ortamları oluşturup sektörü bu bağlamda canlandırmamızla mümkündür. Unutulmamalıdır ki, bilgi teknolojisini yakalamak veya kopyalamak sorun değildir; ama yakaladığımız an o teknoloji dünyanın teknolojisi olur. Sürdürülebilir bir inşaat sektörü kendi teknolojimizi geliştirmemize ve dünyada bu alanda liderler arasına girmemize bağlıdır. Yabancı inşaat firmaları bu teknolojiler sayesinde uzak pazarlarda (bizim iç pazarımız dahil) avantajlı duruma gelmekte ve bu yüzden kendi inşaat sektörümüz güç kaybetmektedir. Ülkemizin geç kalmadan bu alanlarda yatırım yapması ve kendi teknolojisini üreten lider ülkeler arasına girmesi gerekmektedir.

⁷ Bild zu: Augmented Reality: Besser planen und lernen mit den Augen. Available at: <http://idw-online.de/pages/de/image16073>

⁸ NASA - 'Next Generation of Explorers' Named. İnternet adresi: <http://www.nasa.gov/vision/space/preparingtravel/ascan2004.html>