

## Web-tabanlı bütünleşik yapım yönetim sistemi modeli

İbrahim YİTMEN\*, Attila DİKBAŞ

İTÜ Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 80191, Taksim, İstanbul

### Özet

*İnşaat yapım süreci çok sayıda proje katılımcısını, değişik formlarda ve sorumluluklarda proje organizasyonlarını ve farklı tiplerde bilgisayar uygulamalarını içerir. Bu özellikler uygulamalardaki entegrasyona dayanan büyük miktarda veri değişimi ve bilgi paylaşımı ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Yapı üretim sürecinin her aşamasını kapsayan ve katılımcılar arasındaki iletişim kopukluğunu sanal ortamda ortadan kaldıran "Web-tabanlı Bütünleşik Yapım Yönetim Sistemi Modeli" geliştirilmiştir. Önerilen sistem ile yönetim kademelelerine güncel, doğru ve hızlı veri akışı sağlama, ayrık ortamlardan bilgiye kolay erişme ve çoklu-proje ortamında etkin süreç yönetimi hedeflenmiştir. Bu çalışmada önerilen modelin inşaat yapım sürecinin tüm aşamalarındaki proje yönetimine ve sektörün gelişimine sağladığı katkılar tartışılacaktır.*

**Anahtar Kelimeler:** Yönetim bilişim sistemi, web-tabanlı proje yönetimi, bütünleşim, çoklu-proje analizi.

### Web-based integrated construction management system model

#### Abstract

*The construction process involves a large number of participants, various forms of project organisation, and the use of numerous different types of computer applications. These characteristics bring forth the need for intensive data exchange and information sharing based on the integration of various applications. Different types of construction projects undertaken by the ITU Construction Works Office are continuing to expand and a serious need for the management of all construction related activities are recognised. With such a rapid spurge of projects, a need is recognised for a system that would ensure the effective management of the ITU's campus construction projects. This process involves the integration of such information in a format that can be transferred to the level of the Rector for effective decision-making. The objective of this study is to develop an integrated data management tool including decision-support utilities for communicating, organising and managing project information using web-based technology and the network. By integrating data, extracted from the specific software packages, the system generates a variety of reports at the multiple project level for multi-task decisions to achieve completion of the multi-projects on time within budget. The paper concludes with a discussion of how the proposed system contributes to the development of the construction industry.*

**Keywords:** Management information system, web-based project management, integration, multi-project analysis.

---

\*Yazışmaların yapılacağı yazar: İbrahim YİTMEN. yitmeni@itu.edu.tr; Tel: (212) 285 70 76 dahili:135.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Mimarlık Fakültesi'nde tamamlanmış olan "Çoklu-proje ortamında web-tabanlı bütünleşik yapım yönetim sistemi modeli" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 09.07.2002 tarihinde dergiye ulaşılmış, 17.10.2002 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 28.02.2003 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

## Giriş

İnşaat yapım süreci çok sayıda proje katılımcısını, değişik formlarda ve sorumluluklarda proje organizasyonlarını ve farklı tiplerde bilgisayar uygulamalarını içerir. Bu parçalanmış yapı, her bir katılımcının kendi amaçlarına yoğunlaşırken, ana amaç olan binanın istenen süre, maliyet ve kalite koşullarında tamamlanması açısından çatışmalara neden olmaktadır. Bu özellikler uygulamalardaki entegrasyona dayanan büyük miktarda veri değişimi ve bilgi paylaşımı ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Yeni iletişim teknikleri, organizasyonel değişiklikleri gerekli kılmış ve inşaat sektöründe de teknolojik iletişim ve yönetim modelleri geliştirilmeye başlanmıştır. Bu gelişim bilgisayar uygulamaları ile elektronik ortamda bulunan bilginin etkin kullanımını sağlamış ve projeler arası iletişimi kolaylaştırmıştır. Luiten (1997) bu tip uygulamalardaki başarının projelere ait bilginin elektronik ortamda bulunması ile mümkün olacağını ve dolayısı ile otomasyonun ekonomik olarak sadece bu metodla yapılabilir sayılabileceğine işaret etmektedir. Dutton (1996) inşaat sektöründe internet ve bilgi-tabanlı sistemlere yönelik ileriki araştırmalar için görüşlerini belirtmiştir. Sanal ortamda çalışan ekiplerin uzaktan, hızlı, etkin iletişim tekniklerini kullanarak bilgiye nasıl kolaylıkla ulaşabileceklerine yönelik çalışmalardan bahsetmektedir. Björk (1994) bilgisayar destekli bütünleşik inşaat işleri için veri yapılandırması ve standartları ile ilgili çalışmaların, dijital inşaat bilgi servislerinin önemli konular olduğunu vurgulamıştır. Son zamanlarda inşaat firmaları değişik araştırma-geliştirme gayretleri göstererek bilgi dönüşüm sürecinin gelişimi ile ilgili çalışmalar yapmaktadır. Yöneticiler tüm tasarım ve yapım sürecinin etkin yönetimini içeren karar destekli akıllı bilgi entegrasyonu ihtiyacını ortaya koymuşlardır.

Yeni milenyumdaki ekonomi, küçük çaplı projelerin ortaya çıktığı ve birçok projeyi aynı anda yürüten organizasyonların yaşamlarını sürdürdüğü bir ortama sahiptir. Son zamanlarda inşaat sektöründeki en güncel konulardan biri de *Çoklu-proje Analizi ve Raporlama*'dir. Ancak pazardaki mevcut proje yönetim yazılımları Çoklu-proje ortamını desteklememektedir. Bazı masaüstü proje yönetim ürünleri Çoklu-proje

ortamında analiz için uygun olmakla birlikte, çoğu yazılımlar gerçek üst-düzyer yönetime kontrol anlamındaki gereksinimlere cevap vermede yetersiz kalmaktadır. Öncelikle proje verilerinin zamandan bağımsız olması, aynı zamanda güncel, onaydan çıkmış ve mevcut durumu yansıtır olması gerekir.

Yapım yönetimi alanında ülkemizde çok çeşitli yazılımlar kullanılmaktadır. Sektördeki firmalar ülke koşullarına uyan yabancı kaynaklı yazılımları ve yerli yazılım sektörü tarafından üretilmiş yazılımları aynı ortamda kullanmaktadırlar. Yerli yazılım sektörü daha çok ülke koşullarına göre yazılım üretilmemiş alanlarda öne çıkmaktadır. Yabancı yazılımlar ise iki kategori olarak incelenebilir. Birinci kategoride tüm sistem entegrasyonu hedef alınarak dışarıdaki bir modelin Türkiye koşullarına uyarlanması sonucu ortaya çıkan yazılımlar, ikinci kategoride ise ülke ve dünyada standart olarak kullanılabilen yazılım paketleridir. Tablo incelendiğinde, sektörde kullanılan yazılımların entegrasyonu konusunda başarılı olunamadığı ortaya çıkmıştır. Genel sistem entegrasyonuna yönelik yazılımlar dönüştürülme sürecinde güncelliğini kaybetmeleri ve değişen koşullara ayak uyduramadıklarından başarısız kalmışlardır. Birbirinden ayrı yazılımların aynı ortamda kullanılması için çok fazla arayüz yazılması gerekliliği ve bu arayüzlerin genellikle iki yazılım arasından veri aktarımından öteye gitmediği düşünüldüğünde, yönetim kademelerine güncel ve hızlı veri akışı sağlayacak bir sistemin oluşturulamadığı görülmüştür.

Özel inşaat sektörünün proje yönetimini ilk benimseyen sektörler arasında yer almasına rağmen, son yıllarda sektörde yaşanan durgunluk nedeniyle, gelişmelerden uzak kaldığı ortaya çıkmıştır. Kamuda proje yönetimi bilinci hemen hemen hiç yoktur. 25 Milyar dolar/yıl toplam işlem hacmine sahip inşaat sektörümüzde kamunun başlatıp yarım bıraktığı 100 milyar dolar tutarındaki proje portföyü kamunun bu konudaki durumunu ortaya koymaktadır. Türkiye'de en büyük mal sahibi olan kamu kuruluşlarının yapı üretimi konusundaki tutum ve davranışları yasalar ile belirlenmiştir. Bu konudaki en önemli yasa niteliğinde olan 2886 sayılı "Devlet İhale Kanunu", kamu kuruluşlarının yapı üretimi açısından ya-

pacağı hazırlıktan işin ihale edilmesine kadar geçen tüm süreci tanımlamaktadır. “Bayındırlık Bakanlığı Genel Şartnamesi”nin proje yönetimi anlayışı açısından yetersizliği inşaatların zamanında bitmemesi ve idarelerin ihale bedeli ile ihale sonunda yükleniciye ödedikleri bedel farklarında kendisini göstermektedir. 1 Ocak 2003 tarihinde yürürlüğe girecek olan 4734 sayılı yeni ihale yasası mümkün olduğunca Avrupa Birliği mevzuatına ve Dünya Ticaret Örgütü şartlarına uyumlu yapılmaya çalışılmıştır. Yasadan beklenen, ülkemizin gerçek ihtiyaçlarına karşı gelecek yatırımların tespit edilerek, önceliklerin ve kaynakların doğru biçimde yönlendirilmesinde gerekli disiplini getirmesidir.

Bu gelişmelere paralel olarak, İstanbul Teknik Üniversitesi’ndeki inşaat projelerinin sayısı arttıkça ve karmaşıklıklaştıkça, organizasyonun yapısı da değişim gösterme eğilimi içerisine girmiştir. Bu projelerin çağdaş proje yönetimi teori ve tekniklerini kullanarak yönetilmesi amacıyla *Web-tabanlı Bütünleşik Yapım Yönetim Sistemi Modeli* geliştirilmiştir. Bu yapım yönetim sistemi ile toplanan bağışların şeffaf yönetimi, projelere aktarılan kaynakların ve bu kaynaklardan yapılan hakedişlerin takibi, projelere yönelik tüm dokümantasyonun etkin bir şekilde izlenmesi hedeflenmiştir. Bu hedeften yola çıkarak, proje yönetiminde karar vericilerin projelere yönelik bilgilere ve ilerleme raporlarına kolay bir şekilde erişimlerini sağlamak amaçlanmıştır. Model, her proje ortamı için karar vericilere detay bilgilere ulaşımı sağlayabildiği gibi, onların çoklu proje ortamında etkin bir şekilde karar vermeleri için bütünleşik nakit akış ve iş programı eğrilerine kadar değişik rapor seçenekleri yaratabilmektedir. Sistemde dinamik bir ortam sağlanabilmesi için kullanılan tek iş paketlerinin (iş programı, hakediş programı gibi) çeşitlenebilmesi ve yaratılan ara yüzlerle web ortamında etkin rapor seçeneklerini yaratılabilmesi hedeflenmiştir.

### **İnşaat sektöründe bilişim teknolojileri Yapım yönetiminde bilişim teknolojisi ve gelişimi**

Bilişim teknolojileri artık geleneksel iş yöntemlerinde gelişmenin ötesinde, organizasyon yapan, çalışan, girişimcilere yeni ve değişik alternatifler yaratan yaratıcı bir araçtır. Günümüzde, yapı

projesi ile ilgili ana gövdeyi oluşturan bilgi, kağıt dokümanlar, geniş uygulamaları olan bağımsız bilgisayar dosyaları ve proje katılımcıların kafalarında bulunmaktadır. Sözkonusu teknolojiler bu temel yapıyı değiştirmeden veri kaynakları arasındaki bağlantıyı ve iletişimi geliştirmeye çalışmaktadır. Bu noktada, sistemler ve teknolojiler arasında bütünleşme devam ederken bir araya getirilen bütünleşik sistemlerin bir kayıt mekanizması oluşturarak beraber çalışmaları ve proje bilgisinin tümünün birbiri ile ilişki halinde olabileceği bir medya ortaya çıkmaktadır. İnşaat sektörü birçok farklı görüşte, yetenekte ve yapım süreci bilgisine sahip insanın yüzyıllardır gelişen kültürel bir yapı içerisinde bir arada çalıştığı bir ortamı içerir. Mimarlık, mühendislik ve yapım endüstrisi’nde (AEC) genelde bilgiyi proje evreleri veya uzmanlar arasındaki iş akışı boyunca entegre etmek daha verimlidir. Bu inşaat sektöründeki tasarım ve yapım sürecinin entegrasyonu üzerine yapılan araştırmalarla desteklenmektedir (Adams, 1989; Ferguson, 1989). 1994 Latham raporunda da tasarım ve yapım ekipleri arasındaki ilişkiye yardım eden sistemlerin geliştirilmesi tavsiye edilmiştir (Latham, 1994). Yapım endüstrisinde projeler giderek daha karmaşık ve büyük ölçekli olmakta; katılımcıların sayısı, örgütsel şemalar, toplanan, organize edilen ve birimler arasında akan enformasyonun hacmi büyümekte; bu gelişmeler bilişim teknolojilerini de gereksinime yanıt verecek kavramsal ve nesnel boyutta gelişmelere zorlamaktadır. Güncel bilişim teknolojileri yapım yönetiminde rolleri bulunan çeşitli katılımcılara, üstlendikleri görevleri yerine getirmede ve amaçlarına ulaşmada çeşitli olanaklar sağlamaktadır (Berköz v. diğ., 1997). Yapım planlamasında bilişim teknolojileri araçları sürekli değişen, karmaşık ve yoğun bilgi gereksinimine sahip organizasyonları gerçek zamanlı olarak desteklemelidir. Bilgi üretmek yeterli değildir. Artan yapım süreci organizasyonlarındaki karmaşıklıklar artan miktardaki bilgi yığınının birleştirilmesine, dağıtılmasına ve paylaşımına neden olur. Bilişim teknolojileri araçlarının gelişimi planlama sürecini birkaç belirli alanda geliştirebilir; büyük miktarlarda bilginin hızlı ve mesafe gözetmeksizin yaratılmasını, depolanmasını ve iletişimini sağlar. Organizasyonel gelişim diğer taraftan yapım sürecine katkıda bulunabilir ve bilişim yönetimi ihtiyacına cevap verebilir.

Tümüyle teknik ve organizasyonel gelişmeler sürekli birbirlerine uyum sağlama ihtiyacı duyarlar; organizasyonel değişim “ faydalı bilgi” ve teknik gelişmeler “ elde edilebilir bilgiye” doğru sınırları zorlama eğilimindedir (Jagbeck, 1998).

### **İnşaat sektöründe bilişim sistemlerine yönelik standartlaşma çabaları**

İnşaat sektöründe enformasyonu standartlaştırma açısından önemli çabalar vardır (Froese, 1994). Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) kapsamındaki komitelerden biri (ISO, TC 59/SC13), inşaat sektörünün uluslararası projelerindeki artışını da göz önüne alarak, sınıflandırma sistemleri açısından uluslararası bir niteliğe sahip bir örneklemeyi sağlamak üzere çalışmaktadır. The Industry Alliance for Interoperability (IAI), Architecture Engineering Construction / Facility Management (AEC/FM) projelerinin tüm profesyonel alanlarında yer alan süreçler arasında karşılıklı çalışabilirliği sağlama misyonunu üstlenmiştir. Amacı, Industry Foundation Classes (IFC) olarak isimlendirilen, belli bir sektördeki disiplinlerarası enformasyon paylaşımı için standartları oluşturmaktadır. ISO-STEP, benzer bir standartlaşma çalışmasını ürün modelleri bazında gerçekleştiren bir alt çalışma grubudur (ISO- Standart 10303). The Standard for the Exchange of Product (STEP) model verilerine ilişkin enformasyonun iletimi için yüksek düzeyde standartlar oluşturmak üzere, ISO kapsamında yürütülen uluslararası nitelikte bir çalışmadır. Bunlara ek olarak, yapımda doküman yönetimini standardize etmeye yönelik modeller üzerinde de çalışılmaktadır.

İnşaat sektöründe enformasyon sistemlerinin standartlaştırılmasına yönelik modeller şöyle gruplanmaktadır: *Ürün Modelleri*, *Süreç Modelleri*, *Proje Modelleri*. İnşaat sektöründe ihtiyaç duyulan bilişim sistemlerinin geliştirilmesine yönelik çok sayıda çalışma ve bunların sonucunda ortaya konulan modeller sözkonusudur. Bunların önemli bir bölümü, bilişim sistemi yazılımlarının geliştirilmesine yönelik “referans modeli” niteliğinde genel (generic) modellerdir. Bu modellerin belli başlı olanları I3CON - Intelligent Integration of Information in Construction (Brandon v. diğ., 1994), RATAS – Information for Computer Integrated Construction (Björk, 1994), COMMIT – Construction Modelling and

Methodologies for Intelligent Information Integration (Rezgui v. diğ., 1998), COMBINE – Computer Models for the Building Industry in Europe (Dubois v. diğ., 1995), IRMA – An Information Reference Model for AEC (Luiten, 1997), SPACE – Simultaneous Prototyping for an Integrated Construction Environment (Underwood ve Alshawi, 1997) olarak sıralanabilir.

### **Yapım yönetimde web teknolojileri uygulamaları**

Proje yönetimi kavramı ile birlikte öne çıkan bilişim sistemleri, internet gibi global bir ağa kavuşunca birçok problem ortadan kalkmıştır. Aktif olarak kullanılan bir bilişim sistemi ile yapı üretiminin her aşaması kontrol edilebilmekte, şantiye yönetimine bağlı olarak eleman, ekipman ve malzeme yönetimi beraberinde bitmiş ürüne yönelik kalite kontrolü bir bütün olarak yapılabilmektedir. Firmalar bugün büyük oranda dağıtımlı ve network teknolojilerine dayanan, farklı fonksiyonlardaki bilgi paylaşımı ve erişimine izin veren bir yapıya sahiptir. Dağıtımlı ve coğrafik yayılmış ortakların işbirliği yaptıkları sanal işletmeler, iş modellerini desteklemek için bugün hala güçlü ortamlara, Intranet, Extranet ve hatta Internet aracılığı ile çok miktarda veri kaynaklarına erişim sağlama ve multi-medya bilişim yönetimine ihtiyaç duymaktadırlar (Zarli ve Richaud, 1999). Dikbaş ve Yitmen (1998) çoklu-proje ortamında çalışan web-tabanlı bütünleşik yönetim sistemi modelini Doğu Akdeniz Üniversitesi Kampüs İnşaat Projeleri için önermiştir. Rojas (1999) Colorado Üniversitesi Boulder Kampüsü’ndeki inşaat projeleri için, “Saha Kontrol ve Raporlama Sistemi” adı altında web merkezli bir raporlama ve kontrol uygulama sistemi geliştirmiştir. Saad (1999) inşaat projelerinde ilerleme raporları ve dokümantasyon amaçlı farklı proje elemanları tarafından kullanılan interaktif multi-medya sistemini önermiştir. Akinsola ve diğ. (2000) bütünleşik bilişim teknolojisi araçlarını kullanarak şantiye yönetim süreçlerinin performanslarını geliştirici ve üretimi artırıcı bir yapım süreci modelini geliştirmiştir. Furusaka ve diğ. (2000) Internet aracılığı ile web-tabanlı proje bilgi paylaşımı için bir sistem geliştirmiştir ve kalite bilgilerini hafızasında tutan elektronik bir format önermiştir.

Web-tabanlı uygulamalar vizyonu kolay, güvenli giriş olanağı sağlayan veritabanı Intranet/Internet süreci içerir. Proje bilgi paylaşımı sanal ekip ortamında çalışanları uygulamalarla destekleyen bir yenilikçi tasarım olarak yaratılmıştır. Bu araçlar karar-destek amaçlı olarak birçok farklı dağıtımli ortamlardaki heterojen verileri bütünleştirip tek kullanıcı ekran üzerinde sunmada kullanılır. Aynı şekilde, bütünleşik proje verileri yönetim araçları web teknolojisi tabanlı proje ortamı yaratabilir. Web-tabanlı proje yönetim yazılımlarına örnek olarak *onProject*, *eProject*, *WelcomeHome*, *ProjectNet*, *Meridian (Prolog Website)* gösterilebilir. Bu yazılımlar işbirlikçi proje yönetimi ortamları olarak, karar-destek sürecindeki bilgileri güncellemede hızlı erişim amacına uygun web teknolojisi kullanarak, ürün geliştirme ekipleri için tasarlanmıştır. Bu araçlar ayrı araçlar tarafından üretilen bilgileri akıllı bir şekilde, ortak bir düzlemde toplayarak, ortak bir arayüz olan web-tarayıcı aracılığı ile erişim imkanı sağlar. Proje yönetim iş planlaması verileri, Java-tabanlı web-tarayıcı aracılığı ile izlenebilir ve tüm mühendislik uygulamalarına, yönetim süreçlerine ve organizasyon iş akışına uyur.

## **Malsahibi açısından yapım yönetim sistemi**

### **Çoklu-proje yönetim ortamı ve analizi**

Başarılı bir çoklu-proje ortamı da ayrıntılı bir uygulama planı ile mümkündür. Bir yöneticinin birçok veriyi değerlendirip etkin bir şekilde karar alması çoklu-proje ortamında özetlenen verilerin masaüstü, stratejik ve üst-yönetim düzeyinde süzgeçten geçirilmesi ile mümkündür. Çoklu projelerin yönetimi sürecinde amaç organizasyon bünyesinde gerçekleştirilecek olan projelerin bir merkezden planlanması, kontrol edilmesi ve düzenli raporların üretilerek tamamlanan projelerin de kapatılmasını sağlamaktır. Bu süreç organizasyonel yapıda değişiklikler gerektirebilir. Özellikle proje yöneticilerinin bağlı olduğu ve koordine edildiği bir merkez oluşturulacaktır. Merkez ofis proje planlama ve yönetme sorumluluğunu üstleneceğinden, organizasyon bünyesinde devam eden projelerin hangi aşamada olduğu tek bir merkezden görülebilir. Takım üyelerinin ve hatta proje yöneticilerinin

dahi planlama için fazla bir efor harcamalarına gerek kalmaz.

### **Proje yönetim standartları**

Proje yönetiminde kullanılan ve genel kabul gören yöntem, teknik ve metodolojiler Uluslararası Proje Yönetim Enstitüsü'nün (PMI) PMBOK adlı bilgi kitabında ayrıntılı şekilde tanımlanmış durumdadır. Çalışmada PMI'nin temel yaklaşım ve metodolojilerini içeren proje işbirliği, iletişim ve dokümantasyonu esas alınarak Türk kamu idarelerinin bugün kullandığı yapı ve Amerikan Yapım Yönetim Birliği'nin (CMAA) hazırladığı standartlar malsahibi açısından ele alınmış ve Türk inşaat sektörü ve onun kültürel yapısına ve yeni ihale kanununa uygun olarak uyarlanarak bir sistem önerilmiştir. Yapım yönetiminde bilişim konusunun malsahibi açısından yapım yönetimi dokümantasyon prosedürü incelenmiş ve kullanılması gereken bilgi formları özetlenmiştir. Yapım yönetimi bilgi alanlarına ilişkin dokümantasyon ayrı evreler "Ön tasarım, tasarım, ihale, sözleşme, yapım, yapım sonrası" açısından ele alınmış ve her alana ait iletişim prosedürleri, raporlar ve tutanaklar önerilmiştir.

## **Örnek olay: İTÜ kampüs inşaatları bütünleşik yapım yönetim sistemi**

Çoklu proje ortamında çalışacak bu sistemde inşaat yapım yönetim sürecinde dokümantasyonu yapılan tüm proje bilgilerine erişme olanağı vardır. Bu tür bir yaklaşımla çoklu-proje ortamında birçok verinin bir araya getirilerek projelerin değerlendirilmesi ve kontrol edilerek zamanında problemlere çözüm bulunması sağlanmış olacaktır. Sistem proje yöneticisine, etkin bir çoklu-proje yönetim sürecinde inşaat aktivitelerinin planlanmasına yönelik organizasyon, analiz ve değerlendirme konularında destek olmak amacıyla tasarlanmıştır. Sistem bünyesinde geliştirilen Web-tabanlı süresel planlama ve maliyet kontrol aracı detaylı raporların günlük bazda güncellenmesiyle tüm projelerin değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Proje yöneticileri ve üst yönetim tüm verilere güvenli bir şekilde erişebilmektedir.

"Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı"nda çalışmalar belli prosedürlere göre yürütülmek-

tedir. İhale dosyalarını hazırlama, yapıyla ve onarımla ilgili ihaleleri yürütme çalışmaları Devlet İhale Kanununa dayanmaktadır. İnşaatları kontrol etme ve teslim alma çalışmaları da “Bayındırlık İşleri Kontrol Yönetmeliği” ne dayanmaktadır. İhale ve kontrollük ile ilgili işlerin uygulanmasında yazılı olan ilke ve yöntemler izlenmektedir. Yapı İşleri Teknik ve Daire Başkanlığı organizasyonel yapısına bağlı olarak kullanıcıların görev, yetki ve sorumluluklarına göre yönetim kademelerinde bilgi akış hiyerarşisi kontrol mekanizmasının temelini oluşturur. Kullanıcıların bilgiye erişme ve kullanmadaki mevcut hiyerarşisine göre veri girişi, görüntüleme ve onay-karar süreçlerinde yapılacak işlemler belirlenmiştir. İhale hazırlık aşamasından hakediş oluşturma aşamasına kadar yapılan işlemlerde kullanıcıların görevleri tanımlanmıştır.

### Geliştirilen sistemin alt yapısı

Sistem esnek yapıya sahip modüllerden oluşmuştur ve bu modüller çoklu proje ortamını desteklemektedir. Sistem veritabanı hedef kullanıcıların erişmek istediği bütün bilgileri barındırmaktadır. Sistem veritabanına veri girişlerini sağlayan *Transfer Modülü*dür. Transfer modülü, çizim paketi, hakediş programı, iş programı vb. bağımsız yazılımların kendi özel veritabanlarındaki bilgileri sistemin standartlarına uygun şekilde filtreleyip sistem veritabanına aktarmaktadır. *Metraj-Keşif modülü* kendisinden istenen projeye veya projelere ait maliyetle ilgili verileri sistem veritabanından alarak, istekte bulunan uygulamaya göndermektedir. *Bütçe Modülü* projelerin nakit akışlarını kontrol etmekte ve istenen bilgileri uygun formlar halinde istemciye sunmaktadır. *Sözleşmeler Modülü* projelerin uygulanması için yapılan antlaşmalar çerçevesinde tarafların yükümlülüklerini gösteren yasal işlemleri kapsar. *Hakediş Modülü*, hakedişler için gerekli bilgileri süzmek ve uygun formlara dönüştürmekten sorumludur. *Süresel Planlama-Finans Modülü*, proje süreçlerine ait iş programlarını ve nakit akışlarını düzenlemekten sorumludur. Sistemde mevcut modüller kendi sorumluluklarında bulunan bilgileri sistem veritabanından takip edip istenilen formlara dönüştürürken, modüller arasındaki koordinasyon işlevini de *Koordinasyon Modülü* yürütmektedir. Koordinasyon modülü, bütün modüller arasındaki ile-

tişimin aynı dille yapılmasını sağlar. Sistemin ana idare merkezi konumundadır. Sistemin güvenliğini de sağlamaktadır. *Raporlama Modülü*, kullanıcılara esnek bir raporlama alt sistemi sunmaktadır. Bu modül sayesinde sistem veritabanına kayıtlı hemen her bilgi sorgulanabilecektir ve dinamik raporlar oluşturulabilecektir. Şekil 1’de sistemin genel yapısı görülmektedir.

### Model uygulama operasyon sistemi

Şekil 2’de geliştirilen sisteme ait yazılım bileşenleri görülmektedir. Veri büyüklüğüne bağlı olarak, MS SQL 7.0/2000 veya Oracle veritabanı sunucuları sistemle ilgili bilgileri tutacaktır. Veri girişleri birkaç yoldan olabilir. Kullanıcılar, sisteme aktaracakları bilgiyi doğrudan web arayüzündeki ilgili giriş formlarını doldurarak yapabilirler. Kullandıkları bağımsız uygulamaların (Solon Hakediş Programı, Primavera vb. gibi) kendi özel formatlarında saklanan bilgilerin veri transfer modülleri yardımıyla veritabanına aktarılmasını isteyebilirler. Web arayüzleri günün teknolojisine uygun olarak yapılandırılabilir. Web sunucusu MS IIS 4.0/5.0 veya Apache 1.3.12 olacaktır. Arayüzler, sunucu tarafında ASP/PHP/Java betiklerini kullanırken kullanıcı tarafında Javascript/Java betiklerini barındırır. Veritabanındaki bilgilerin kullanıcı arayüzlerine aktarılmasında ODBC temel bir rol oynamaktadır. Kullanıcıların veritabanına web arayüzünden veri aktarması durumunda yine web sunucusu üzerinden veritabanına ODBC bağlantısı kurulmaktadır. Bağımsız uygulamaların bilgilerini aktarmaktan sorumlu veri transfer modülleri, uygulamaların kendi özel formatlarında sakladıkları bilgiyi “Active X” nesnelere, XML gibi araçlarla almakta ve ODBC bağlantılarıyla veritabanına aktarmaktadır. Veri iletiminin güvenliğinin önemli olduğu her aşamada SSL bağlantıları üzerinden aktarım işlemleri yapılmaktadır. Veri erişimini kısıtlamak ve kontrol altına almak için hem veritabanı erişim kontrol metodlarından hem de işletim sisteminin kaynaklarından yararlanılmaktadır.

### Sistem işlevleri ve veri akış yapısı

Sistem bilgi akış sistematikteki süreçler:

- İhale öncesi hazırlık – Planlama ve keşif aşaması,
- Bütçe oluşturma süreci,

- Sözleşme aşaması,
  - Kontrol ve yürütme süreci,
  - Hakediş oluşturma süreci
- olarak sıralanmıştır.

Raporlama sisteminde veri girişi ve yönetimi başlıca şu adımlardan oluşmaktadır:

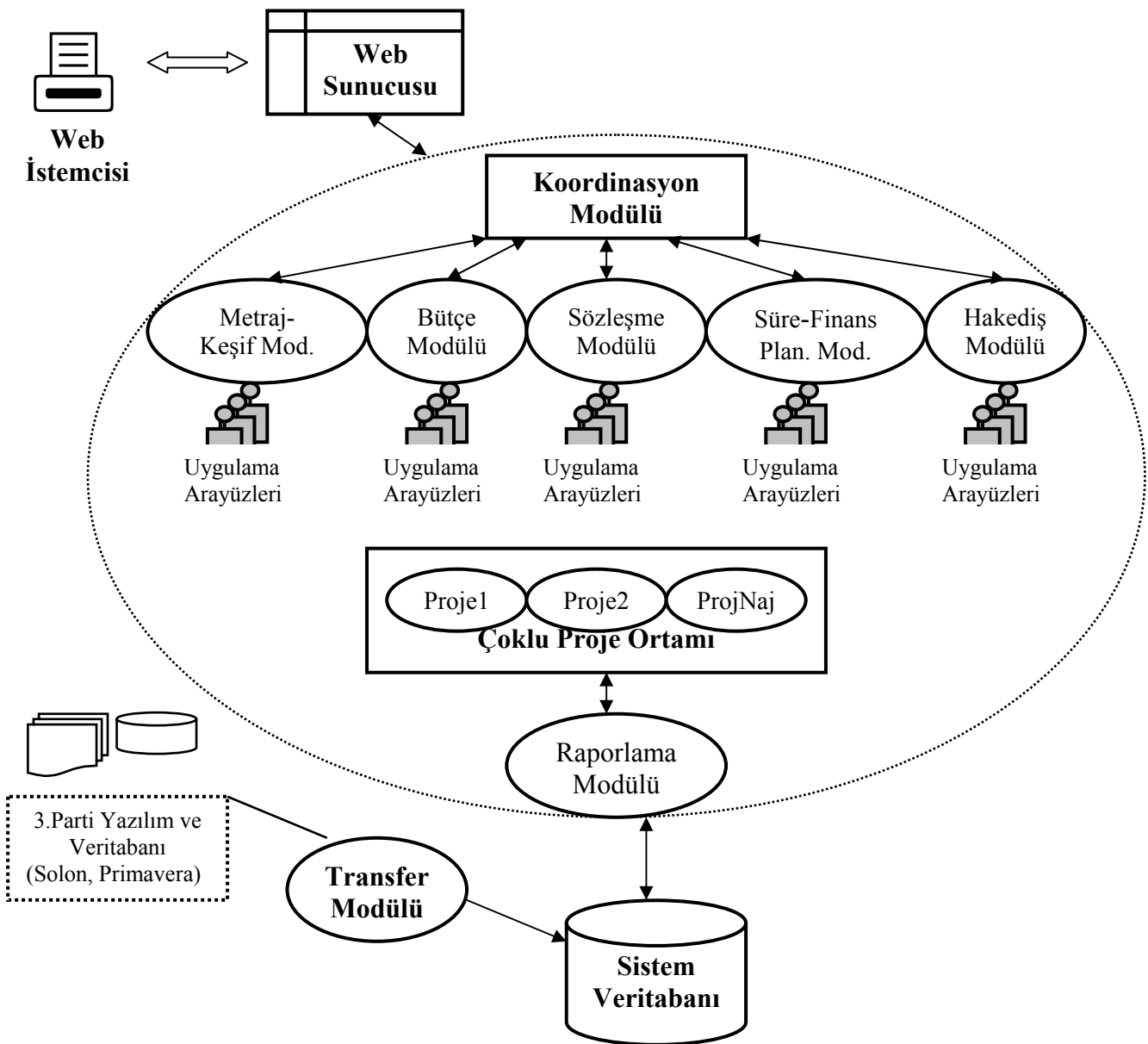
- Proje gerçekleşme (ilerleme) değerlerinin sahadan toplanması
- Güncel verilerin yazılımlara kaydedilmesi
- Güncel şantiye verilerine göre son analiz raporların hazırlanması
- Hazırlanan raporların onaya sunulması ve onaylanması

- Onaylanan belgelerin yürürlüğe konulması

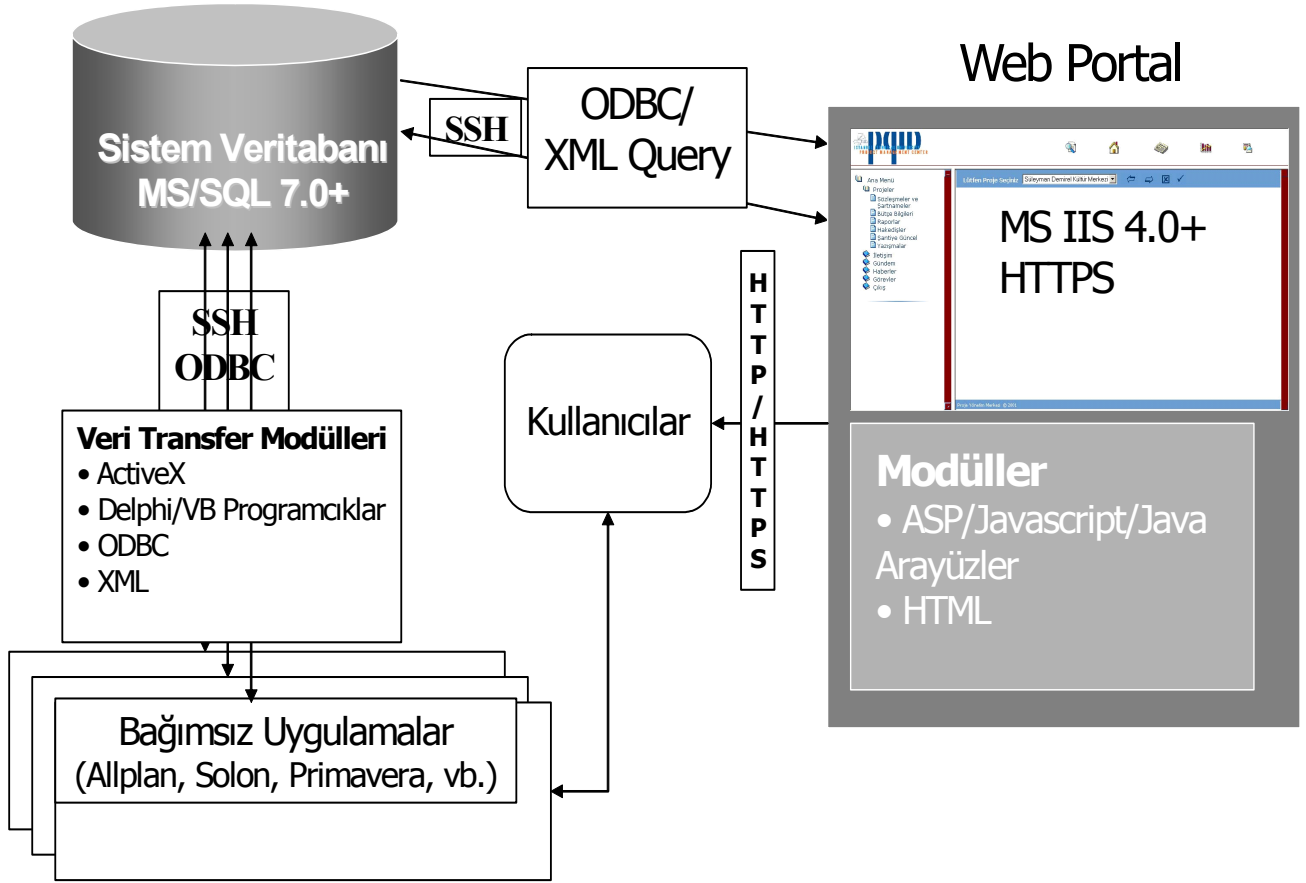
### Sistem modülleri-web sayfası ve menülerin görevleri

WEBYAYS yazılımında veri girişi ve yönetimi için kullanılan menüler beş ana bileşenden oluşmaktadır:

- **Projeler**
- **İletişim**
- **Gündem**
- **Görevler**
- **Haberler**



Şekil 1. Sistem genel yapısı



Şekil 2. Geliştirilen sistem - yazılım bileşenleri

“Çevrimiçi Raporlama Sistemi” tüm verilere ve analizlere hızlı erişim ve kolay kullanım için tasarlanmıştır. Kullanıcının iyi bir bilgisayar kullanım geçmişi olmayabilirliği varsayılarak, menüler üzerinde çalışma yaklaşımı planlanmıştır. Kullanıcı öngörülen hedefe doğru bilgi akışını yönlendirme imkanına sahiptir. Raporlama sistemi ana bileşenleri proje bilgilerini tekli ve çoklu proje ortamında kullanıcıya sunabilmektedir. Ana menüde yer alan bileşenler sıra ile şöyle özetlenebilir:

- **Projeler** : Projeler alt bileşeni sistemin en önemli ve en çok kullanılan tüm bilgi alışverişinin, paylaşımının, onayın ve kararların alındığı alan olarak tasarlanmıştır. Projelere ilişkin tüm güncel bilgilere bu alt bileşenden ulaşılabilir. Projeler klasöründe çizimlerin onay döngüsünü, tam revizyonlar tarihçesini ve gözden geçirilmiş şekli veya dağıtım kayıtları arşivlenir. Projelere ilişkin yapılan sözleşmelere ait özel bilgiler sözleşmeler klasöründe tutulur. Sözleşme kapsamı, sözleşme tutarı, kabul edilen tarihler ve sözleş-

me durumu hakkında bilgiler kaydedilir. Sözleşme özetinde finansal durum görünümü, onaylanan ve yapılan değişiklikler raporlanır. Sözleşme ve eklerini oluşturan, işin kalitesine yönelik teknik şartname ile hukuksal ve yönetsel şartnameler ve sözleşme metni ihale dosyasını oluşturur ve sözleşmeler klasörü altında saklanır.

**Bütçe Bilgileri** bölümünde yıllık bütçe gelirlerinin finans kaynaklarına (katma bütçe ve diğer gelirlere) göre yürütülen projelere aylık dönemlerde dağılımı, bir diğer deyişle ödeme plan ve bütçe kaynak transferleri yer almaktadır. Tekli ve çoklu proje ortamında proje ödeneklerine ve program yılı ödeneği sonunda gerçekleşen harcamaları gösteren “Yatırım Projeleri İzleme Raporu”na erişilebilir.

**Raporlar** bölümü tüm bu yönetim sistemleri içindeki aktivitelerin konsolide bir şekilde belgelenmesi, saklanması ve arşivlenmesidir. Planlama, yani inşaat öncesi-ihale aşaması, uygulama takibi ve kontrol mekanizmasını içeren “Yürüt-



me-Kontrol” gibi inşaat aşaması evrelerinde hazırlanan dokümantasyondan oluşur ve düzenli bir sirkülasyonu gerektirir. Çizim paketi ile hakediş programı arasında veri alışverişi sağlanarak oluşturulan “Metraj-Keşif Raporları” izlenebilir. Bir projenin planlanan iş programına göre yürütülüp yürütülmediğinin izlendiği yürütme-kontrol evresinde, “Süresel ve Fiziki Gerçekleşme Raporları” ve “Maliyet Raporları” alt bölümleri altında hakedişlere veri teşkil edecek bilgileri oluşturmaktadır. *Süresel-Finansal Planlama Modülü* kapsamında “Faaliyet Raporları” (günlük, haftalık, aylık), “İş Programları” (tekli ve çoklu proje ortamı-günlük, haftalık, aylık), “Maliyet Özeti”, “Nakit Akışı” (tekli ve çoklu-proje ortamı) ve “Çok Amaçlı Yatırım Karar-Destek Sistemi”, bu bölümde ayrıntılı olarak rapor seçenekleri sunmaktadır. İş kalemlerine ilişkin güncel maliyet bilgileri sistem veritabanına aktarılır. Veritabanına aktarılan bilgileri kullanarak tasarlanan “Maliyet Özeti Raporu” oluşturulmuş olur. Güncel ilerleme değerlerine göre oluşturulan hakedişler kümülatif toplam olarak “Hakediş” yazılımından veritabanına aktarılır. “İş Programı” yazılımı bu verileri kullanarak tekil ve çoklu-proje ortamında “S-eğrisi” raporunu oluşturur. Şekil 3’te Çoklu-proje ortamında “Nakit Akış Ekranı” görülmektedir.

Hakedişler, inşaat firmalarına imalatlar karşılığı sözleşmede belirtilen koşullarda ve zaman aralıklarında ödenir. Hakedişe yönelik bilgiler, imalat izleme ve takip aşamasında hazırlanan ve sisteme girilen aylık veya sözleşme içeriğinde belirlenen raporlardan elde edilir. *Hakedişler* bölümü ödenen hakedişleri görüntüleme, yani tarihlere göre gerçekleşen hakedişler listesi ve yeni hakediş oluşturma alt bölümlerini içerir.

*Şantiye Güncel* bölümü, “Proje Durum Raporu” nun ve görsel grafik tasarımların ve tanıtımların ve inşaatlara ilişkin tüm fotoğrafların ve hareketli görüntülerin izlenebildiği dinamik bir ortamdır.

Güncel imalatlara ait faaliyet ve maliyet raporları, özet bilgilerini içeren ilerleme raporu, hakediş yazılımından aktarılan maliyet özeti, iş programı yazılımından aktarılan yüzde gerçekleşme değerlerini gösterir. *Değişiklikler ve Talimatlar* bölümünde iş kapsamında, saha şartlarında ve proje iş programında oluşan değişiklikler nedeniyle,

sözleşmeye yansıyan değişikliklerin ve daha çok belirli bir konudaki isteklerin ya da emirlerin yer aldığı talimatları içeren bir iletişim dokümantasyonu hazırlanır. *Yazışmalar* bölümünde taraflar arasında iletişimin sağlandığı resmi yazışma formları tutulur.

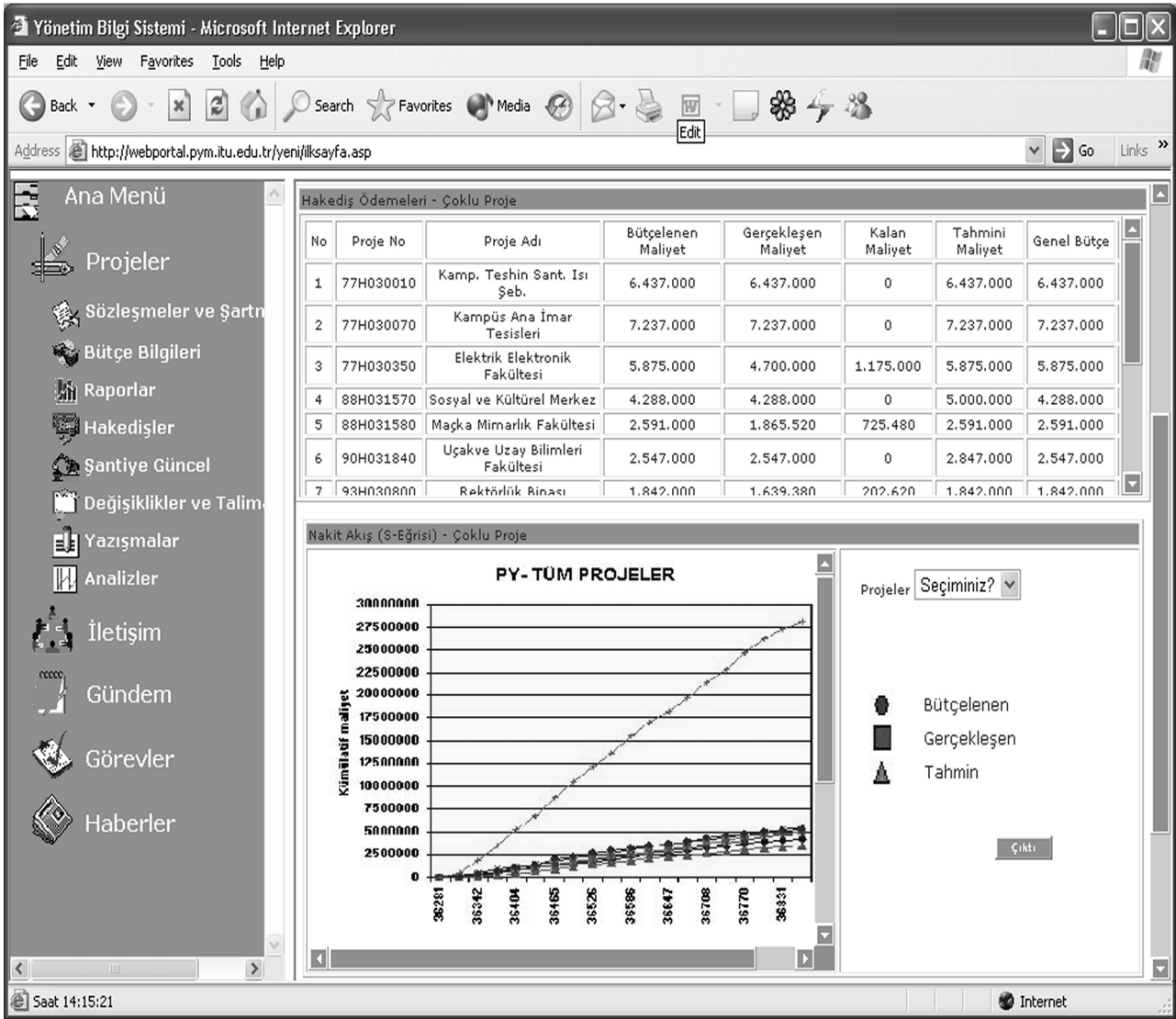
*Analizler* bölümünde kurum bünyesinde geçmiş dönemlere ait gerçekleşen projelere ilişkin maliyet ve yatırım analizlerinin bulunduğu “Birim Fiyatlar Analizi”, “m<sup>2</sup> Maliyetler Analizi” ve “Yatırım Analizi” yer alır.

- **İletişim** : Kurum genelinde proje tabanlı örgütsel düşünme uygulamalarını destekleyen iletişim protokolleri tasarlanır. İletişim alt bileşeninde projelerin yürütülmesi aşamasında bilgilerin paylaşılması ve veri transferi için gerekli iletişim araçlarından faydalanabilmektedir (e-mail, chat v.b); Proje katılımcıları arasında yürütülen projelere ilişkin tartışılacak konuları ve problemlerin çözümüne yönelik soru ve cevapları içerir; kurum içinde tartışma gerektiren ya da açılmaya veya anlaşılmaya ihtiyaç duyulan konuların ifade edilmesine imkan verir.

- **Gündem** : Gündem alt bileşeni yürütülen projelere ilişkin son onay bekleyen veya onaylanan kararların ve tartışılan konuların yer aldığı dinamik bir alandır. Kurum mevcut iş yapış yönetimleri ve kabul görmüş proje yönetim uygulamaları dikkate alınarak projelerin yürütülüp yürütülemediği değerlendirilir. Güncel konulara ilişkin yapılan ve yapılacak toplantıları, toplantılarda alınan kararları ve gündemdeki projelere ilişkin son bilgileri içerir.

- **Görevler** : Görevler bileşeninde proje yürütücülerine normal görev, yetki ve sorumluluklarının dışında atanan özel görevler ve bu görevlerin yürütülmesi sırasındaki iletişim yer almaktadır. Yürütülen projelere ilişkin görev dağılımları ve sorumluları görev tanımlarını içerir. Görevlerde vade, statü ve öncelik ayırtırmaları yapılır. Burada görevlerin tamamlanması ve görevlendirilen kişilerin performanslarının ölçülmesi esastır.

- **Haberler** : Kurum çalışanlarının kullanımı için elektronik ortamda yaratılmış bir haber dağıtım platformu ve paylaşımı sistemidir. Kurum



Şekil 3. Nakit akış-çoklu proje ekranı

içinde duyurulması gereken önemli haberlerin dağıtım hızla yapılır. Haberler bileşeni inşaat sektöründeki son teknolojik gelişmeleri ve ürünleri, kuruluş ve organizasyonlara ilişkin güncel bilgileri, yeni açılan ihaleleri, etkinlikleri (konferans, seminer), v.b gibi bilgileri içeren dinamik bir haber portalıdır.

### Sonuçlar ve tartışma

Son yıllarda tüm dünyada inşaat sektörüne yönelik yapılan araştırmalara bakıldığında, etkili bir yönetim bilişim sistemi ve inşaat işlerine yönelik sistemlerin geliştirilmesi çok önemli bir yer tutmaktadır. İnşaat sektörünün bugünlerde en önemli güncel konularından biri çoklu-proje analizi ve raporlamadır. Üst düzey yönetim zamanında ve doğru olarak proje ilerlerken planlanan

süre içinde olup olmadıklarını, bütçenin neresinde olduklarını bilmek ihtiyacını duyarlar. Bu da başarılı çoklu-proje ortamında etkin bir uygulama planı ile mümkündür. İnşaat sektöründe, yönetim bilişim sistemleri ve teknolojileri konusundaki araştırmalar web-tabanlı modeller üzerinde yoğunlaşmaktadır. Çoklu-proje analizi ve raporlama için bütünleşik bir yapı yönetim sistemi üst düzey yönetim için karar vermede destek olacaktır. "Çevrimiçi Raporlama Sistemi" bilgi doğruluğunu ve erişim kolaylığını, gereksiz dosyalama işlemlerini yok etmeyi, ayrık ortamlardan bilgiye erişimi, daha az zaman ve kaynak kullanarak etkin süreç yönetimini hedeflemektedir. Sistem değişik yazılım paketlerindeki verileri hesaplayarak bu verileri çoklu-proje ortamında saklar ve bütünleşik raporlar üretmek için düzen-

leme yapar. Raporlar etkin ve hızlı bir şekilde üst yönetime iletişim ağı ve Internet aracılığı ile ulaşacaktır. Yapılan çalışma özellikle Türk inşaat sektöründe malsahibi ve/veya yüklenici açısından yapılması gereken “Yapım Yönetimi” işlevine cevap verebilecek bir aracın geliştirilmesi bakımından güncel bir konudur. Çalışma çoklu-proje yönetim ortamı için bir yapım yönetimi modeli ortaya koymakla beraber, aynı zamanda deneysel olarak da incelemektedir. Deneysel çalışma kamuya bağlı yapı işleri dairelerinde gerçekleştirilen inşaat projeleri bağlamında, İTÜ Ayazağa Kampüsü’nde yürütülen inşaat projeleri için yapılmıştır.

Geliştirilen sistemin özel inşaat sektöründe yer alan katılımcılara ve kamuya bağlı yapı işleri ve teknik daireleri için getireceği yararlar şöyle özetlenebilir:

- Sistemde dinamik bir ortam sağlanabilmesi için kullanılan bağımsız iş paketlerinin (iş programı, hakediş programı gibi) çeşitlenebilmesi ve yaratılan arayüzlerle web ortamında etkin rapor seçeneklerini yaratılabilmesi,
- Tüm bilgilerin, özel sektörde yer alan katılımcılar için *kurum idari merkezi*’nde, kamu’da ise *bakanlık, teşkilatlar ve bütçe planlamada* toplanması ve bu sayede merkeze bağlanarak ilgili idareler ve teşkilatlar ile anında etkileşimin sağlanması,
- Özel inşaat sektöründe yer alan kurum ve kuruluşlar ve Bayındırlık Bakanlığı’na bağlı Yapı İşleri Teknik Daireleri ve ilgili idareler bazında zaman alıcı mükerrer çalışmaların ortadan kalkması,
- e-devlet oluşumunda kurumsal BT uygulamalarına yön vermek,
- çoklu-proje yönetim ortamı,
- Stratejik planlama amaçlı karar-destek yeteneği,
- Doğru bilgiye hızlı ve zamanında erişim,
- Proje kontrolünde mevcut belirsizliklerin ortadan kaldırılması ve böylece projelerde yüksek başarı oranı (projelerin öngörülen sürede, bütçede ve kalitede tamamlanması).

Önerilen model “e-devlet Projesi” kapsamında Ankara’dan yürütülmekte olan tüm kamuya bağlı inşaat projelerini izlemede bir öneri model oluşturabilir. Çalışma, bu alanda yapılan ulusal

ve uluslararası araştırmalar için örnek model oluşturmakla beraber, inşaat sektörünün kendine has özelliklerine göre tasarlanmış bir web-tabanlı yapım proje yönetimi modeli önermektedir.

## Kaynaklar

- Adams, S., (1989). Practical Buildability. *CIRIA, Butherworths*, London.
- Akinsola, A., Dawood, N., Hobbs, B., (2000). Construction Planning Process Improvement Using Information Technology Tools, *Proceedings of CIT 2000-Taking The Construction Industry into the 21<sup>st</sup> Century*, The CIB-W78. IABSE, EG-SEA-AI, International Conference on Construction Information Technology, Reykjavik, **1**, 40-51.
- Berköz, S., Kanoğlu, A., Köksal, A., Kuruoğlu, M., (1997). *Yapım Yönetimi ve Internet*, Türkiye Mühendislik Haberleri, 388.
- Bjork, B.C., (1994). RATAS Project - Developing an Infrastructure for Computer-Integrated Construction, *Journal of Computing in Civil Engineering*, **4**, 8, 400-419.
- Dikbaş, A., Yitmen, I., (1998). An example of an integrated management information system in multi-project scheduling for construction projects, *Proceedings of 29<sup>th</sup> Annual Project Management Institute, “Tides of Change 1998” Seminars & Symposium*, Long Beach, California, **1**, 181-187.
- Dutton, D. M., Amor, R. W. ve Bloomfield, D. P., (1996). Knowledge-based systems and the Internet: a future perspective, in *Z. Turk (editor) Construction on the Information Highway, CIB Proceedings*, Publication 198, University of Ljubljana, 153.
- Ferguson, I., (1989). Buildability in Practice. *Mitchell’s Professional Library*, London.
- Froese, T., (1994). Information Standards in AEC Industry, *Canadian Civil Engineer*, **11**, 6, 3-5.
- Furusaka, S., Kaneta, T., Ohta, M., Yamada, K., Taira, T., (2000). Development and Management of a Quality Information System on Construction Site, *Proceedings of CIT 2000-Taking the Construction Industry into the 21<sup>st</sup> Century*, The CIB-W78. IABSE, EG-SEA-AI, International Conference on Construction Information Technology, Reykjavik, **1**, 385-393.
- Jagbeck, A., (1998). IT Support for Construction Planning – A system design based on integrated information, (doctoral thesis), *Royal Institute of Technology, Construction Management and Economics*, Stockholm.
- Latham, M., (1994). Constructing the Team. H.M.S.O.
- Luiten, G. T. ve Tolman, F.P., (1997). Automating Communication in Civil Engineering, *Journal of*

- Construction Engineering and Management*, **2**, 123, 113-120.
- Rezgui, Y., Cooper, G., Brandon, P., (1998). Information management in a collaborative multi-actor environment: the COMMIT approach, *Journal Computing in Civil Engineering*, ASCE, **3**, 12, 136-144.
- Rojas, E. M. ve Songer, A. D., (1999). Web-Centric Systems: A new Paradigm for Collaborative Engineering, *Journal of Management in Engineering*, **1**, 15, 39-45.
- Saad, I. M. H., (1999). The Project Reporter: Multimedia Progress Reporting for Construction Project, Proceedings of International Conference on Durability of Building Materials and Components 8 – Service Life and Asset Management, Information Technology in Construction, CIB W78 Workshop, Vancouver, Canada, **4**, 2358-2369.
- Standards of Practice, (1993). Management Information, Outline of CM Functions/Roles for each Phase of the Project, Taken from Standard CM *Services and Practice* Project Management, Construction Management of Association of America (CMAA).
- 
- Brandon, P., Cooper, G., Kirkham, J., Aouad, G., Betts, M., Lawson, B., Yip, J., (1994). Intelligent Integration of information (I3CON). <http://www.salford.ac.uk/iti/projects/commit/papers/iic/iic.html>