



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2012, Volume: 7, Number: 2, Article Number: 1A0317

NWSA-ENGINEERING SCIENCES

Received: December 2011

Accepted: April 2012

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

A. Emre Cengiz

Yücel Güney

Anadolu University

emreark87@gmail.com

ygüney@anadolu.edu.tr

Eskisehir-Turkey

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) TABANLI BİR YAPI YÖNETİMİ ÖNERİSİ

ÖZET

Bu çalışmada, yapı yönetiminde CBS'nin kullanım olanakları araştırılmıştır. CBS'nin kullanımı ile yapı yönetimine yenilikçi bir yaklaşım getirmek ve yapım aşamalarında gerekli verilerin tek ortam üzerinden yönetimini sağlamak çalışmanın amaçları olarak belirlenmiştir. Bunun için Eskişehir'de yapımı henüz devam eden konut tipi betonarme bir yapı çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Yapıya ait proje çizimleri CBS ortamında üç boyutlu (3B) hale getirilmiş ve yapının proje iş programındaki zaman verilerine bağlı olarak görüntülenmiştir. Yapının öznitelik verilerini de içeren bu modelle CBS'nin özellikle görselleştirme olanakları ve veritabanı desteği ön plana çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: CBS, Yapı, Yapı Yönetimi, 3B Görselleştirme, Veritabanı

A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) BASED CONSTRUCTION MANAGEMENT PROPOSAL

ABSTRACT

In this study, possibilities of GIS usage in construction management were examined. Bringing an innovative approach to construction management by using GIS and management of all data required in one environment were determined as the goals of the study. A residential reinforced concrete building was determined as the study area. Project drawings of the building were converted to 3D in GIS environment and were viewed. With this model that includes attribute data of the building, visualization facilities and database support of GIS were emphasized.

Keywords: GIS, Building, Construction Management, 3D Visualization, Database

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Mühendisliğin önde gelen dallarından biri olan inşaat mühendisliği, geniş araştırma ve uygulama alanlarına sahip birçok anabilim dalını bünyesinde barındırmaktadır. Bu anabilim dallarından biri de yapı yönetimidir. Yapı yönetimi; şantiyede yürütülen faaliyetlerin hem projelendirme hem de uygulama aşamasında planlama, koordinasyon ve kontrol çalışmalarının yürütülmesini kapsamaktadır. Bu çalışmalar esnasında projede görev alan birimler ve bireyler arasında doğru ve güncel bilginin sürekli akışı önemli bir konudur. Geleneksel yöntemler inşaat projelerinin bilgiye dayalı problemlerine çözüm sunma konusunda yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle proje yönetim aşamalarında gelişmiş bilgi teknolojilerinden faydalanmanın etkili bir çözüm olacağı düşünülmektedir. Bilgi teknolojilerinin bir parçası olan CBS, gelişmiş analiz yetenekleri sayesinde konumsal problemlere etkin çözümler getirebilen bir araçtır. CBS, CAD teknolojisine nazaran daha az düzenleme ve çizim fonksiyonu sunmasına karşın veritabanı ve konumsal analiz fonksiyonları ile CAD teknolojisinden ayrılmaktadır. Yapı yönetiminin araştırma konuları olan veritabanı yönetimi, şantiye tasarımı, malzeme ve maliyet yönetimi, güzergâh belirleme, gerçek zamanlı proje takibi, 3B ve 4B CBS uygulamaları vb. birçok konuda CBS tabanlı çalışmalar yürütülmüştür. Sun ve Hassel (2002) tarafından inşaat projelerinde CBS'nin veritabanı yönetimi konusundaki etkililiğini araştırmak için bir model geliştirilmiştir. Bansal ve Pal (2006), yapıyla ilgili tüm verilerin tek ortam üzerinden yönetimini sağlayan CBS tabanlı bir inşaat projesi bilgi sistemi geliştirmiştir. Cheng ve O'Connor (1996), *ArcSite* adında CBS tabanlı otomatik bir şantiye tasarım aracı geliştirmişlerdir. Bansal ve Pal (2007) tarafından, örnek bir yapı için metraj hesabı yapılmış ve CBS ortamında 3B görsel verilerle entegre edilerek sunulmuştur. Cheng ve Chang (2001), yapım maliyetlerini ve kısıtlamalarını en aza indirmek için uygun güzergâh belirlemeyi sağlayan *RoutePlan* adında bir sistem geliştirmişlerdir. Cheng ve Chen (2002) tarafından *ArcSched* adında, inşaat projesindeki ilerlemeleri CBS tabanlı olarak görüntüleyen otomatik bir proje takip sistemi geliştirilmiştir. Bansal ve Pal (2009), proje iş programının takibi için animasyon tabanlı bir sistem önermiştir. Bansal ve Pal (2008), piyasadaki mevcut 4B modellere alternatif olarak CBS tabanlı bir proje iş programı önermiştir. Tüm bu çalışmalar, inşaat sektörünün konumsal sorunlara cevap verebilen ve bilginin yönetimini kolaylaştıran bir araca ihtiyaç duyduğunu ortaya çıkarmıştır. Ülkemizde, inşaat projelerinin yönetiminde hala geleneksel yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler, inşaat projesinin konumsal ihtiyaçlarına cevap verememekte; bu nedenle gecikmeler ve ek maliyetler meydana gelmektedir. Bu açıdan, CBS'nin yapı yönetiminde kullanım olanaklarının araştırılması büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, yapı yönetiminde CBS'nin kullanım olanaklarını araştırmak ve CBS'nin kullanımı ile yapı yönetimine yenilikçi bir yaklaşım getirmek amaçlanmıştır. CBS tabanlı yapı yönetimi uygulamalarına kısaca değinilen çalışmada animasyon tabanlı bir yapı yönetimi önerisi sunulmuştur. Çalışmada 3B animasyon tabanlı proje takibi yöntem olarak belirlenmiş ve çalışma alanı olarak Eskişehir'de inşası devam eden konut tipi betonarme bir yapı seçilmiştir. Yapının mimari ve teknik proje çizimleri CBS ortamında proje iş kalemlerini ifade eden 3B katmanlara dönüştürülmüş; iş programındaki iş kalemlerinin tamamlanma tarihlerine göre animasyon tabanlı olarak sunulmuştur. Örnek yapıdan işçi, malzeme, ekipman vb. veriler toplanarak inşaata ait konumsal ve özniteliksel tüm veriler tek ortamda birleştirilmiştir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Yapı projelerinin planlama ve uygulama aşamalarında genellikle CAD tabanlı çözümlere başvurulmaktadır. Konumsal problemlere etkin çözümler getiren CBS, diğer alanlarda olduğu kadar inşaat alanında da sıkça kullanılmaktadır. Dünyanın çeşitli ülkelerinde CBS tabanlı yapı yönetimi uygulamaları geliştirilirken ülkemizde henüz bu yönde bir çalışma gerçekleştirilmemiştir. Bu çalışma, ülkemizde CBS tabanlı yapı yönetimi araştırmalarına bir başlangıç niteliği taşıması açısından önemlidir.

3. ANAKONU (SUBJECT)

3.1. Yöntem (Methodology)

CBS'nin yapı yönetiminde kullanım olanaklarının araştırıldığı ve CBS tabanlı bir yapı yönetimi sisteminin önerildiği bu çalışmada 3B animasyon tabanlı proje takibi yöntem olarak belirlenmiştir. Bansal ve Pal (2006), 3B görselleştirme yapabilmek için tek parça halindeki proje çizimlerinin kullanışlı olmadığını savunmuştur. Bu nedenle 2B proje çizimleri, her bir yapı elemanını (kolon, giriş, döşeme, duvar vb.) ifade edecek şekilde katmanlara dönüştürülmüştür. CAD tabanlı çizimler CBS ortamına transfer edilmiştir. CAD yazılımlarında kartezyen koordinat düzleminde bulunan katmanlara CBS yazılımında konumsal bir koordinat sistemi atanmış, böylece çizim katmanları konumsal veriler haline getirilmiştir. Daha sonra katmanlara *base height* (yerden yükseklik) ve *extrusion* (uzatma) veri alanları eklenerek 3B görünüm elde edilmiştir. Önerilen animasyon tabanlı sistemde projenin takibi için gerçek zaman verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle CPM tabanlı iş programı hazırlanmıştır. Ayrıca model alınan yapının iş kalemlerine ait işçi, malzeme ve ekipman verileri de toplanarak konumsal veritabanına kaydedilmiştir. CBS'nin konumsal veritabanı desteği, tüm verilerin tek ortamda saklanması ve sorgulanmasını mümkün hale getirmektedir. Bu sayede CBS yazılım arayüzünde 3B katmanlarla öznitelik verileri bütünleştirilmiş ve animasyon tabanlı olarak sunulmuştur.

3.2. Kullanılan Veriler (Materials)

CBS tabanlı yapı yönetimi sistemi için yapım halindeki konut tipi betonarme bir yapı çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 3B görselleştirme aşamasında yapının AutoCAD ortamında çizilmiş mimari ve statik-betonarme proje çizimlerinden yararlanılmıştır. Yapının iş programının hazırlanmasında temel inşaatı, beton işleri ve duvar aşamaları baz alınmış olup çatı işleri ile cephe ve iç hacimlerdeki ince işçilik aşamaları çalışma kapsamı dışında tutulmuştur. İş programının oluşturulması için inşaat aşamaları yerinde gözlemlenmiş; iş kalemlerinin başlama ve tamamlanma tarihleri belirlenmiştir. Önerilen sistemin veritabanı tasarımı içinse örnek yapının iş kalemlerine ait işçi, malzeme, ekipman vb. öznitelik verileri kullanılmıştır.

3.3. Sistem Aşamaları (System Phases)

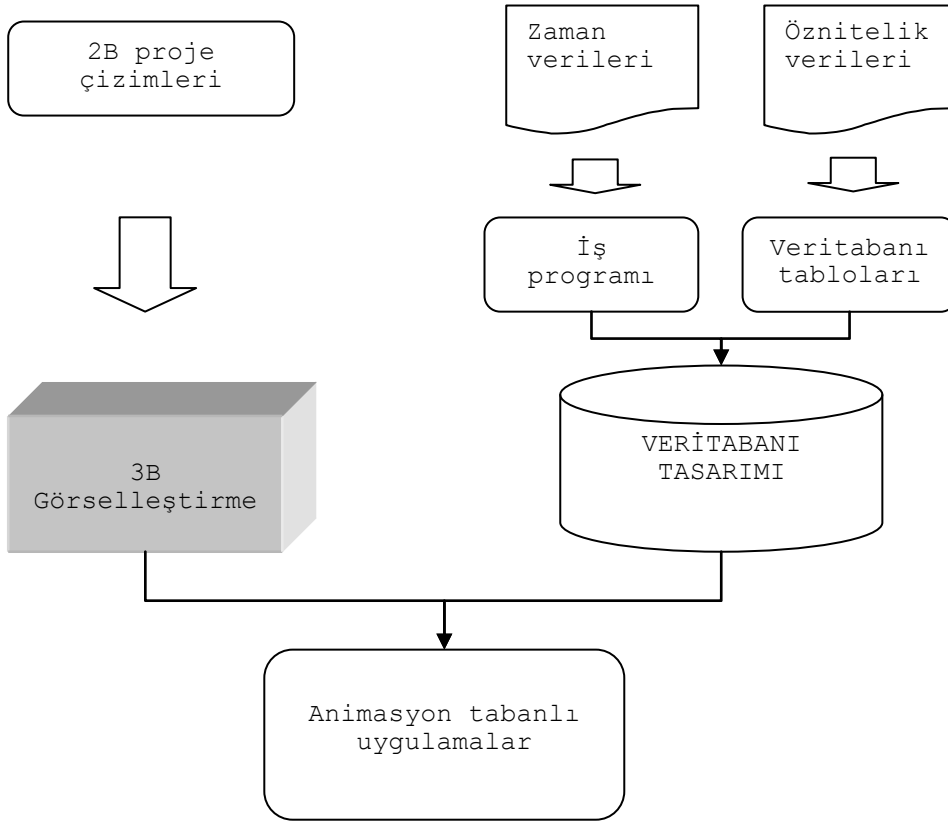
Önerilen animasyon tabanlı sistemde CBS'nin 3B görselleştirme olanaklarından yararlanılarak bir yapının hem konumsal hem de özniteliksel verilerinin tek ortam üzerinden yönetimi amaçlanmıştır. Şekil 1'de sistem mimarisi verilmiştir. Görüldüğü gibi sistem; 3B görselleştirme; proje iş programının hazırlanması ve öznitelik verilerin tablolara kaydedilmesini kapsayan veritabanı tasarımı ve animasyon tabanlı uygulama aşamalarından oluşmaktadır. Aşağıda bu aşamalar hakkında bilgiler sunulacaktır

3.3.1. 3B Görselleştirme (3D Visualization)

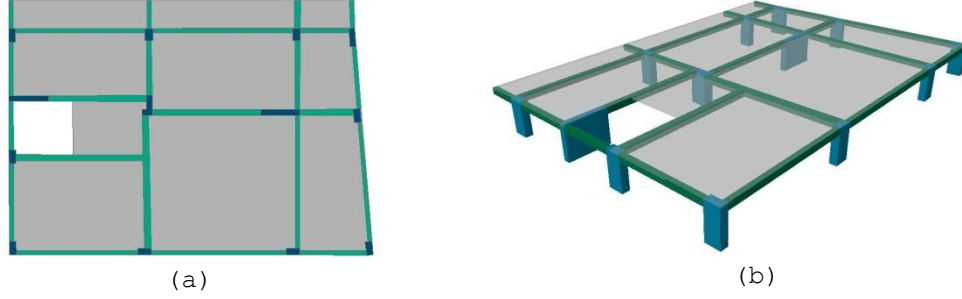
CBS yazılımları, katmanlar halindeki 2B ve 3B verilerin görsel sunumu ve konuma dayalı analizleri konusunda etkili araçlardır. Bu çalışmada CBS yazılımı olarak ArcInfo çözümlerinden yararlanılmıştır. Örnek yapının AutoCAD yazılımı ortamında hazırlanmış mimari ve teknik proje çizimleri, proje iş kalemlerini ifade eden ayrı veri katmanlarına dönüştürülüp ArcInfo ortamına aktarılmıştır. Veri transferi, CAD ve CBS yazılımlarının önceki sürümlerinde eklentiler aracılığıyla yapılmasına karşın yazılımların yeni sürümlerindeki gelişmiş birlikte çalışabilirlik sayesinde kolaylıkla sağlanmıştır. Oluşturulan veri katmanları herhangi bir coğrafi koordinat sistemine sahip olmadığından bu katmanlara bir coğrafi koordinat sistemi atanmıştır. Daha sonra katmanlar, ArcInfo'nun ArcScene aracında 3B olarak görüntülenmiştir. Şekil 2'de yapının bir katına ait kolon, giriş ve döşeme elemanları 2B ve 3B olarak sunulmuştur.

3.3.2. Veritabanı Tasarımı (Database Design)

3.3.2.1. Proje İş Programının Hazırlanması (Preparing Construction Schedule)



Şekil 1. Sistem mimarisi
(Figure 1. System architecture)



Şekil 2. (a) 2B görsel veri katmanları,
(b) 3B görsel veri katmanları
(Figure 2. (a) 2D visual data layers,
(b) 3D visual data layers)

İnşaat projelerinde ardışık ve eşzamanlı birçok yapım aşaması bulunmaktadır. Kaba inşaatın proje iş kalemleri, aralarındaki başlama ve tamamlanma tarihlerini, yapım sürelerini kapsayan CPM tabanlı bir iş programı hazırlanmıştır. İş programları için birtakım proje yönetim yazılımları mevcuttur. Bu çalışmada iş programı CBS ortamında hazırlanmış olup bunun için CBS yazılımının, verileri tablolar halinde depolama özelliğinden faydalanılmıştır. İş programı tablosu her işlem için başlangıç ve bitiş düşümleri, başlangıç ve tamamlanma tarihleri, işlem süresi gibi veri alanlarına sahiptir. Konut tipi betonarme yapılarda özellikle temel aşamaları ve beton işleri ardışık şekilde sıralanmaktadır. Ancak üst katlarda beton ve duvar işlerinin eşzamanlı olarak yürütüldüğü iş kalemleri mevcuttur.

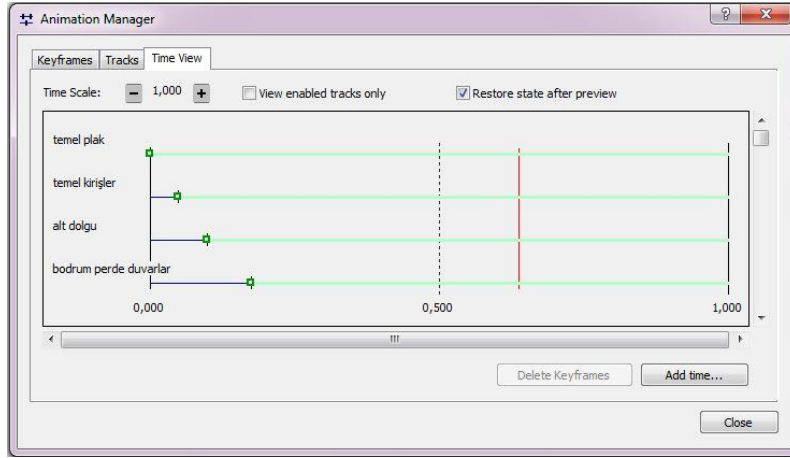
3.3.2.2. Öznitelik Verilerinin Tablolara Kaydedilmesi (Saving Attribute Data in Tables)

Sıralı ve eş zamanlı birçok uygulamanın gerçekleştirildiği yapı projelerinde çok sayıda veri mevcuttur. Büyük miktarda verinin saklanması, analizi ve yönetimi bir sorun haline gelebilmektedir. Bu nedenle yapıya ait öznitelik verilerinin saklandığı ve veri gruplarının birbirleriyle ilişkilerinin kurulduğu bir veritabanı tasarlanmıştır. Veritabanında her bir veri grubu ayrı tablolarda saklanmıştır. Verilerin tek ortamda saklanması ile veri sorgulama ve yönetimi daha kolay şekilde yapılabilmektedir.

4. BULGULAR (FINDINGS)

Animasyon tabanlı uygulamalar *ArcInfo* yazılımının *ArcScene* bileşeni kullanılarak yapılmıştır. *ArcScene*, 3B görselleştirmenin yapılabilirdiği bir bileşen olmakla birlikte içerdiği *Animation Manager* aracı sayesinde animasyon tabanlı uygulamalara da olanak vermektedir. *ArcScene* arayüzüne gömülü bir araç olan *Animation Manager*'de hazır görsel katmanların bağımsız birer animasyon karesi halinde sunumu ve kaydı gerçekleştirilebilmektedir. *Animation Manager*'de kamera animasyonu, katman animasyonu, zaman animasyonu ve sahne animasyonu olmak üzere dört animasyon tipi mevcuttur. Bu çalışmada model yapının zaman verilerine bağlı bir katman animasyonu gerçekleştirilmiştir. Model yapı katmanları birer animasyon karesi olarak ayrı kayıt dosyalarına kaydedilmiştir. İş programıyla ilişkilendirilen her bir katmanın başlangıç ve bitiş zamanları belirlenerek zaman çizelgesinden takip edilebilmektedir (Şekil 3). Şekilde görülen kareler iş kalemlerinin başlama zamanını, kırmızı çizgi ise projedeki ilerlemeyi ifade etmektedir. İş kalemlerine ait görsel katmanların üst üste birleştirilmesiyle 3B animasyon elde edilmiştir. Şekil 4'te yapının

temel, bodrum kat beton ve duvar aşamalarını kapsayan 3B katmanlar animasyon tabanlı olarak görülmektedir.

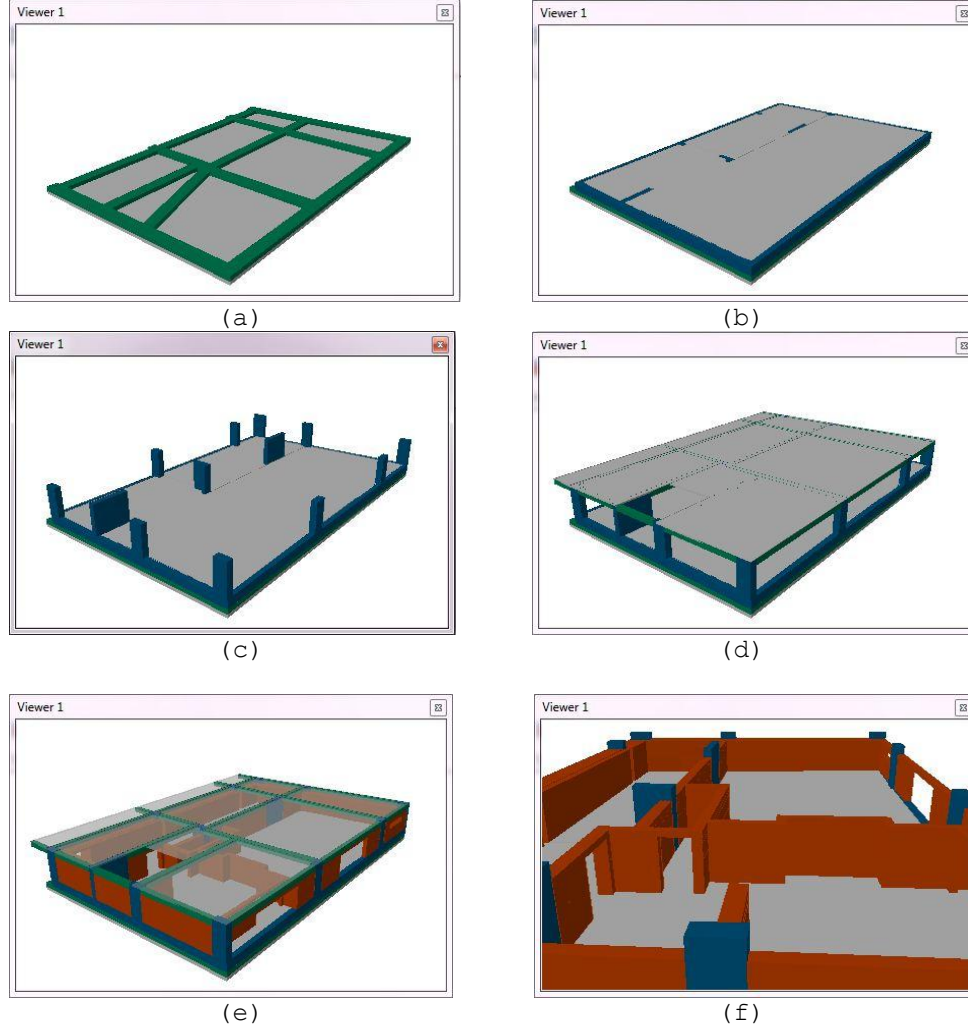


Şekil 3. Animation Manager arayüzünde iş kalemleri
(Figure 3. Construction Phases in Animation Manager)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND SUGGESTIONS)

Bu çalışmada, ülkemizde henüz araştırma yapılmamış bir alan olan CBS tabanlı yapı yönetimi konu alınmış; geleneksel yapı yönetimi pratiklerine yenilikçi bir bakış açısı getirmek amaçlanmıştır. Bu alanda yapılan uygulamalara kısaca değinilen çalışmada CBS tabanlı bir yapı yönetimi sistemi önerilmiştir. Bilgi teknolojilerinin önemli bir parçası olan CBS, inşaat sektörünün ihtiyacı olan konumsal perspektife sahip etkin bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışmada animasyon tabanlı bir proje takibi yöntem olarak belirlenmiş ve uygulamalar Eskişehir'de yapım halindeki konut tipi betonarme bir yapı için uygulanmıştır. CBS yazılımı olarak *ArcInfo*'nun kullanıldığı sistem 3B görselleştirme, proje iş programının hazırlanması, veritabanı tasarımı ve animasyon tabanlı uygulamaları kapsamaktadır. 3B görselleştirme aşaması *ArcScene* ortamında yapılmış olup model yapının animasyonları *Animation Manager*'da gerçekleştirilmiştir. Sonuçta CBS'nin görselleştirme ve veritabanı desteği yönünden yapı yönetimi için etkin bir araç olduğu bulgulanmıştır. Oluşturulan sistem, proje yöneticilerine henüz gerçekleşmemiş olsa dahi yapım aşamalarını 3B olarak görme ve olası gecikmeleri belirleme olanağı sunmaktadır. Ayrıca yapı yönetim sürecindeki en temel problemlerden biri olan veri yönetimi, CBS'nin gelişmiş veritabanı desteği sayesinde tek ortamda sağlanabilmektedir.

Elde edilen olumlu sonuçlara rağmen çalışmanın birtakım kısıtlamaları mevcuttur. 3B katmanların önceden hazırlanması zaman kaybına yol açmaktadır. Bunun yerine programlama bilgisine başvurularak katmanların otomatik olarak çizdirilmesi mümkündür. Ayrıca oluşturulan sistemde, çatı ve ince işçilik aşamaları çalışma kapsamına alınmamıştır. Sonuç olarak ülkemizde CBS tabanlı yapı yönetimi uygulamalarının geliştirilmesi ve yenilikçi yapı yönetimi araştırmalarının yaygınlaştırılması önerilmektedir.



Şekil 4. (a) Radye temel, (b) Tamamlanmış temel aşamaları, (c) Bodrum kat kolonları, (d) Bodrum kat duvarsız genel görünüm, (e) Bodrum kat genel görünüm, (f) İç detaylar

(Figure 4. (a)Raft foundation, (b)Foundation phases, (c)Basement columns, (d)General view without walls, (e)Basement general view, (f)Interior details

NOT (NOTICE)

"Bu makale, 25-26-27 Kasım 2011 tarihleri arasında TMMOB Bursa İMO Şubesi tarafından düzenlenen "6.İnşaat Yönetimi Kongresi"nde sözlü bildiri olarak sunulan, Kongre Oturum Başkanları ve Bilim Kurulu tarafından "Başarılı" bulunan ve hakemlik sürecinden geçirilen çalışmanın yeniden yapılandırılmış versiyonudur."

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

Bu çalışma Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyonu tarafından 1103F044 No'lu Bilimsel Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Bansal, V.K. and Pal, M., (2006), "GIS based projects information system for construction management." Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing), 7(2), s. 115-124.
2. Bansal, V.K. and Pal, M., (2006), "Geographic Information Systems for Construction Industry: A methodology to generate 3-D view of buildings", Geoenseñanza, 11, s. 17-28.
3. Bansal, V.K. and Pal, M., (2007), "Potential of geographic information systems in building cost estimation and visualization", Automation in Construction, 16, s. 311-322.
4. Bansal, V.K. and Pal, M., (2008), "Generating, evaluating, and visualizing construction schedule with Geographic Information Systems." Journal of Computing in Civil Engineering, ASCE, 22(4). s. 233-242.
5. Bansal, V.K. and Pal, M., (2009), "Construction schedule review in GIS with a navigable 3D animation of project activities." International Journal of Project Management, 27, s. 532-54
6. Cheng, M.Y. and Chang, G.L., (2001), "Automating utility route design and planning through GIS." Automation in Construction, 10(4), s. 507-516.
7. Cheng, M.Y. and Chen, J.C., (2002), "Integrating barcode and GIS for monitoring construction progress." Automation in Construction, 11(1), s. 23-33.
8. Cheng, M.Y. and O'Connor, J.T., (1996), "ArcSite: Enhanced GIS for construction site layout." Journal of Construction Engineering and Management, 122 (4), s. 329-336.
9. Sun, W. and Hasell, M.J., (2002), "Exploring a GIS prototype to improve the management of the architectural design, engineering and construction building product process." Environment Science and Research Institute (ESRI) Konferansı.