3B-CBS İÇİN 3B KAPALI ALAN NAVİGASYONU

Mert BEŞİKTEPE¹, Emreca GÜLCEMAL², Muhammed Furkan KAYA³, Alper ŞEN⁴

¹Lisans, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, İstanbul, mert5iktepe@gmail.com

²Lisans, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, İstanbul, egulcema@outlook.com

³Lisans, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, İstanbul, mfkayaa09@gmail.com

⁴Dr. Öğretim Üyesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, İstanbul, alpersen@yildiz.edu.tr

ÖZET

Günümüzde Coğrafi Bilgi Sistemlerinde 3-boyutlu (3B) ağ analizleri ile binalarda iç mekân ve dış mekânın birlikte kullanılarak en kısa yol analizlerinin geliştirilmesi acil durumlar, güvenlik, sağlık hizmetleri, dağıtım faaliyetleri, ziyaretçi yönlendirmesi, artırılmış gerçeklik vb. konular için önem arz etmektedir. Bu çalışmada Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi bloklarının Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında 3-boyutlu (3B) modeli oluşturularak bina iç ve dış mekânlar için bir veri tabanı oluşturulmuş ve 3B en kısa güzergah analizleri yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler: 3B-CBS, kapalı alan, navigasyon, ağ analizi, topoloji

ABSTRACT

3D INDOOR NAVIGATION FOR 3D-GIS

Nowadays, it is important to develop the shortest path analysis using 3 dimensional (3D) network analysis regarding indoor and outdoor of buildings in Geographical Information Systems for emergency, security, health services, distribution activities, visitor orientation, augmented reality, etc. applications. In this study, a database for indoor and outdoor of the buildings of Yıldız Technical University Civil Engineering Faculty has been developed by 3-dimensional (3D) modelling in Geographic Information System, and 3D optimum route analysis has been conducted.

Keywords: 3D-GIS, indoor, navigation, network analysis, topology

1. GİRİŞ

Üç boyutlu (3B) coğrafi bilgiye olan ilgi 1990'lerden beri artmaktadır. İnternetin yaygınlaşması, bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ve 2000'li yılların başına kadar olan süreçte yürütülen çalışmalar sayesinde 3B coğrafi bilgiyi görselleştirmeyi ve topolojik ilişkilerden faydalanmayı sağlayacak veri modelleri geliştirilmiştir (Smith ve Friedman, 2004). Bunun sonucunda mekânsal analiz fonksiyonlarının da kullanılabileceği 3B coğrafi bilgi sisteminin kurulması mümkün hâle gelmiştir (Zlatanova vd., 2002). Üç boyutlu dünyadaki gerçek objelere yönelik olarak, bir CBS'den beklenen tüm fonksiyonları gerçekleştirebilecek düzeydeki sistemler 3B CBS olarak adlandırılmaktadır (Karaş, 2007). Özellikle detay düzeyi (LoD) yapısı sayesinde kent bilgi sistemleri hâlinde 3B CBS yaygınlık kazanmıştır. 2016 yılında CityGML modelinde bulunan detay seviyelerinin iyileştirildiği 2 yeni model; Biljecki vd. (2016) tarafından I1-CityGML ve Lwner vd. (2016) tarafından I2-CityGML modelleri geliştirilmiştir. Dahası 3B CBS'ler eskiden olduğu gibi yalnızca kentsel ya da bölgesel ölçekte değil, OGC tarafından 2015 yılında standart olarak kabul edilen IndoorGML işaretleme dili gibi yeni imkânlar sayesinde kapalı alanların da modellenmesi ve yayınlanmasında kullanılabilmektedir (Nguyen-Gia vd., 2017).

Günümüzde acil durum yönetimi, güvenlik, sağlık hizmetleri, dağıtım faaliyetleri, ziyaretçi yönlendirme, artırılmış gerçeklik vb. uygulama alanlarında düşük maliyetli, kolay uygulanabilir kapalı alan konumlandırma sistemlerinin geliştirilmesi ve bu uygulamalara altlık oluşturacak 3 boyutlu coğrafi bilgi sistemlerinin hazırlanması popüler çalışma alanları olarak ön plana çıkmaktadır. Uygulama alanlarındaki çok katlı ve karmaşık binalar için 3 boyutlu konumsal ve mantıksal analizler, CBS yazılımlarının teknolojik yatırımlarını 3 boyutlu görselleştirme ve analizleri temel alarak oluşturmaya yönelmektedir.

Bu çalışmada, Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi bloklarının Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında 3 boyutlu modeli oluşturularak bina iç ve dış mekânlar için bir veritabanı oluşturulmuş ve en kısa güzergah analizleri yapılmıştır. Kullanıcı tarafından belirlenen konumlara veya adreslere göre en kısa güzergah analizi yaparak duraklar arası adres bilgisini ekranda görüntüleyen prototip bir araç, yazılımın model geliştirme arayüzü kullanılarak geliştirilmiştir.

2. KAPALI ALANLARDA NAVİGASYON

Kapalı alanlarda navigasyon konusu özellikle mobil cihaz teknolojilerinin gelişmesine ve kullanımının yaygınlaşmasına paralel olarak ilgi duyulan bir araştırma alanı hâline gelmiştir (Ni vd., 2004). Acil durum yönetimi -Özellikle 11 Eylül 2001 saldırıları sonrası acil durum yönetimi konusunun ilgi kazanması bu sonucu doğurmuştur (Kwan ve Lee, 2005)-, ziyaretçi yönlendirme, engelliler için yardımcı uygulamalar, artırılmış gerçeklik uygulamaları bu alanın kapsamında görülmektedir (Xiong ve Jamieson, 2003). Dış ortamlarda (açık havada) GPS yardımı ile konum yüksek hassasiyetle belirlenebilmektedir. Ancak kapalı ortamlarda (bina içerisinde) GPS sisteminin kullanılamaması ve çok yolluluk (multipath) etkisi nedeniyle konum belirlemede farklı yaklaşımlar geliştirilmiştir (Montanes vd. 2013; Şafak, 2014).

Kapalı alan navigasyonu için birçok çalışma söz konusudur. Bunlar; Kablosuz Yerel Alan Ağı (WLAN), Bluetooth, Ultra Geniş Bant (UWB), Ultrason, Pseudo-GPS (uydusallar), Kızılötesi, Yakın Alan İletişimi (NFC) ve Radyo Frekans ile Tanımlama (RFID) teknolojileri üzerinedir. Çizelge 1’de kapalı alan navigasyon sistemleri için kullanılan teknolojilerin karşılaştırılması verilmiştir. (Montanes vd., 2013). Kapalı alan navigasyon sistemleri ile ilgili diğer karşılaştırmaları Demiral vd. (2013) ve Coşar (2014) vermiştir. Kapalı alan navigasyon yöntemleri Şekil 1’de görülmektedir.

Çizelge 1. Kapalı alan navigasyon teknolojilerinin karşılaştırılması (Montanes, vd., 2013).

	WiFi	Bluetooth	UWB	RFID/NFC
Doğruluk	3m	2m	10cm	0m
Menzil	Oda ölçeği	10m	15m	Kapsama ölçeği
Sinyal	RF	RF	RF	RF
Enerji Tüketimi	Orta	Orta	Orta	Düşük
Maliyet	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Düşük

Şekil 1. Kapalı Alan Navigasyon Yöntemleri.

Günümüzde giderek yaygınlaşan insansız hava ve kara araçlarının navigasyonu için geliştirilen Eş zamanlı Konumlandırma ve Haritalandırma (SLAM) gibi teknolojilere dayalı pek çok konumlandırma sistemi ortaya çıkmıştır. SLAM problemi, başlangıçtaki konumu hakkında önsel bir bilgisi bulunmayan mobil ajanın bulunduğu

çevreyi haritalandırarak anlık olarak bu harita vasıtasıyla kendi konumunu belirlemesi olarak tanımlanmıştır (Durrant-Whyte ve Bailey, 2006). Kamera donanımına ve görüntü işleme kabiliyetine sahip mobil cihazlar, görüntülerden elde edilen nokta bulutları sayesinde çevre ile etkileşimi yüksek artırılmış gerçeklik uygulamalarının geliştirilmesine olanak tanımıştır. Bu yöntem genel olarak görsel (visual) SLAM olarak adlandırılmıştır (Egodagamage ve Tuceryan, 2018).

3. ÇALIŞMA ALANI

Yıldız Teknik Üniversitesi (YTÜ) Davutpaşa Kampüsü İnşaat Fakültesi 3B-CBS kurulması için çalışma alanı olarak seçilmiştir. İnşaat Fakültesi A, B, C, D, E ve F olmak üzere 6 bloktan, Harita Mühendisliği, İnşaat Mühendisliği ve Çevre Mühendisliği olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır (Şekil 2). YTÜ İnşaat Fakültesi'nin 3 boyutlu modelinin oluşturulmasında, YTÜ Yapı İşleri Daire Başkanlığı'ndan alınan CAD formatındaki veriler kullanılmıştır.

Şekil 2. YTÜ İnşaat Fakültesi.

4. UYGULAMA

Plan verilerinden modellemede kullanılan detayları ayırmak amacıyla AutoCAD yazılımında düzenleme işlemleri yapılmış ve yapının her katı Şekil 3'te görüldüğü gibi CBS yazılımına yüklenmeye hazır hâle getirilmiştir. ArcGIS 10.3 ortamında fakülte içi 3 boyutlu ulaşım ağı topolojisi ağ analizlerine altlık oluşturması amacıyla oluşturulmuştur. Şekil 4'te ArcScene ortamında görselleştirme işlemleri tamamlanmış YTÜ İnşaat Fakültesi bloklarının 3 boyutlu modeli gösterilmiştir. Şekil 5'de ulaşım ağına altlık olması için hazırlanan 3 boyutlu ağ modeli görülmektedir.

Şekil 3. Birinci kat planı (a) ve Genelleştirilmiş kat planı (b).

Şekil 4. YTÜ İnşaat Fakültesi 3 boyutlu modeli.

Şekil 5. Üç boyutlu topolojik ağ modeli.

Kullanıcının imleç ile seçtiği duraklar arasındaki ve oda numaraları üzerinden yapılan sorgularla seçilen duraklar arasındaki en kısa yolu bulmak amacıyla “Modelbuilder” ortamında CBS fonksiyonları entegre edilerek iki adet araç geliştirilmiştir. Şekil 6’da bu araçlar gösterilmiştir. Çizelge 2’de kullanılan ArcGIS fonksiyonları, açıklamaları ve yapılan eklentiler verilmiştir.

Şekil 6. a) Kullanıcının imleç ile seçtiği duraklar arası en kısa güzergah analizini gerçekleştiren araç
b) Oda numarası girilerek seçilen duraklar arası en kısa güzergah analizini gerçekleştiren araç.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında binaların 3 boyutlu modelinin oluşturulması, 3 boyutlu ağ analizleri yardımıyla bina iç ve dış mekânda duraklar arası en kısa güzergahın belirlenmesi ve duraklar arası adres bilgisinin ekranda görüntülenmesi sağlanmıştır (Şekil 7).

Kapalı alan konum belirleme sistemlerinde kullanılan ölçü teknikleri incelenmiş ve ArcGIS yazılımının 3 boyutlu ulaşım ağı analizlerindeki yeterliliği araştırılmıştır. Kapalı alan konumlandırma sistemleri arasında WLAN, Bluetooth, RFID ve SLAM teknolojisine dayanan teknikler uygulama kolaylığı ve maliyet açısından ön plana çıkmaktadır. Artırılmış gerçeklik uygulamalarının geleceği bu teknolojilerin gelişmesine bağlı görülmektedir.

Bugün ticari ürün olarak sunulan kapalı alan konumlandırma sistemlerinde bu tekniklerin hibrit olarak kullanıldığı görülmektedir.

Kapalı alan konumlandırma sistemlerinde 3 boyutta konum belirlemek mümkün olsa da genellikle 2 boyutlu konum belirleme tercih edilmektedir. Bu durumun ana sebebi olarak, kurulum aşamalarında elektromanyetik dalgaların yayılımına yönelik modellerin 2 boyutlu enterpolasyon yöntemleri ile üretilmesi gösterilebilir. Artık çoğu akıllı cihazda bulunmakta olan barometre, ivme ölçer ve jiroskop donanımını kapalı alanlarda konum belirleme çalışmalarında konumlandırma sistemine entegre etmeye yönelik çalışmalar vardır. Ölçümlerde kullanılan elektromanyetik dalgaların 3 boyutta yayılımı için modeller elde edilmesi durumunda bu imkânlardan daha fazla faydalanılabilir.

Çizelge 2. Kullanılan ArcGIS fonksiyonları, açıklamaları ve yapılan eklentiler.

Araç	Açıklama	Python Koduna Örnek
Make Route Layer	Güzergah ağı analizi tabakası oluşturur. Navigasyon özellikleri ayarlanır.	
Add Locations	Ağ analiz katmanına, fonksiyonlara girdi olarak alınan detayların eklenmesinde kullanılan araçtır. Ağ analiz katmanında hedef detay sınıfı bu aracın girdisidir.	
Solve	En kısa yol analizini, ağ analiz katmanı oluşturulurken belirtilmiş olan ölçüte göre gerçekleştiren araçtır.	
Directions	Hesaplanan rotadan ağ veri setine uygun biçimde yön tarifi oluşturmak için kullanılan araçtır.	
Calculate Values	Modelbuilder ortamına özel olan bu araç ile girdi olarak alınan değerler çeşitli düzenleme işlemlerine tabi tutulabilmektedir.	<pre>def SQL_Sorgusu_Olustur(): Deger = "ODA_NO = '{ }' OR ODA_NO = '{ }'".format("%Durak1%".upper(), "%Durak2%".upper()) return Deger</pre>
Select	Bu araç ile SQL sorguları yapılarak seçme işlemleri yapılmaktadır. Seçilen detaylar yeni bir detay sınıfına kopyalanır.	
TarifBelgesiAc	Yazılım tarafından oluşturulan yön tarifi dosyasını otomatik olarak açmak için oluşturulan Python dilinde yazılmış script aracıdır.	<pre># -*- coding: cp1254 -*- import os os.startfile("C:/BitirmeDirections/ROTASQLTOOL.txt")</pre>

Şekil 7. Bina iç mekân ve dış mekândan seçilen iki durak arası en kısa yol ve adres görüntüleme.

Mevcut CBS yazılımları, kapalı alanlarda navigasyon uygulamaları geliştirmek için gerekli, çok katlı yapılarda hareketin modellenilebileceği 3 boyutlu ulaşım ağlarının kurulmasına olanak tanımaktadır. Bu yazılımlar 3 boyutlu modelleri çevrimiçi yayınlamaya uygun formatlara dönüştürebilmektedir. Ancak 3 boyutlu ulaşım ağı analizlerini çevrimiçi gerçekleştirebilmek için özel yazılım bileşenleri gerekmektedir. Ayrıca mobil ortamda 3B CBS verilerini mekânsal analiz fonksiyonları ile sunabilen bir platform bulunmamaktadır. ESRI firmasına ait ArcGIS Campus Viewer kütüphanesi çevrimiçi 3B CBS uygulamaları için görselleştirme, sorgulama ve ulaşım ağı analizi imkânı sunmaktadır. İlerleyen zamanda radyo frekans ve SLAM tabanlı teknikleri hibrit bir biçimde kullanabilecek, mobil platforma uyumlu, artırılmış gerçeklik ve 3B-CBS alanlarını buluşturan çalışmalar yapılması planlanmaktadır.

6. TEŞEKKÜR

Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi'nin 3 boyutlu modelinin oluşturulmasında kullanılan CAD formatındaki verileri sağlayan Yıldız Teknik Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'na teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKLAR

- Coşar, M.**, 2014. Üniversite Yerleşkelerinde Wi-Fi Erişim Noktaları Kullanılarak Konum Belirleme Çalışması. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(3): 1-9.
- Demiral, E., Karaş, İ.R. ve Turan, M.K.**, 2013. RFID Sistemleri ile Konum Belirleme Uygulamaları. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 14. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara.
- Durrant-Whyte, H. ve Bailey T.**, 2006. Simultaneous localization and mapping: part I. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 13(2): 99-110.
- Egodagamage R. ve Tuceryan M.**, 2018. Distributed Monocular Visual SLAM as a Basis for a Collaborative Augmented Reality Framework. *Computers & Graphics*, 71:113-123.
- Karaş, İ. R.**, 2007. Objelerin Topolojik İlişkilerinin 3B CBS ve Ağ Analizi Kapsamında Değerlendirilmesi. *Doktora Tezi*. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kwan, M.-P. ve Lee J.**, 2005. Emergency response after 9/11: the potential of realtime 3D GIS for quick emergency response in micro-spatial environments. *Computers, Environment and Urban Systems*, 29(2): 93-113.
- Nguyen-Gia, T., Dao M. ve Mai-Van, C.**, 2017. A Comparative Survey of 3D GIS Models. *4th NAFOSTED Conference on Information and Computer Science*, Hanoi, 126-131.
- Ni L. M., Liu Y., Lau Y. C. and Patil A. P.**, 2004. LANDMARC: indoor location sensing using active RFID. *Proceedings of the First IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, 2003. (PerCom 2003)*, Fort Worth, TX, 407-415.

Montanes, J. P., Rodriguez, A. M., & Prieto, I. S., 2013. Smart Indoor Positioning/Location and Navigation: A Lightweight Approach. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 2(2): 43-50.

Smith, G. ve Friedman J., 2004. 3D GIS: A Technology Whose Time Has Come. *Earth Observation Magazine*, Kasım, 16-19.

Şafak, I., 2014. Kapalı Ortamlarda RFID-Tabanlı Konum Belirleme. *Akademik Bilişim'14 - XVI. Akademik Bilişim Konferansı*, Mersin.

Xiong, J. ve Jamieson K., 2013. ArrayTrack: A Fine-Grained Indoor Location System. *Proceedings of the 10th USENIX Conference on Networked Systems Design and Implementation*, Lombard.

Zlatanova, S., Rahman A. A. ve Pilouk, M., 2002. 3D GIS: Current status and perspectives. *Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications*, Ottawa.

BİBLİYOGRAFYA

Biljecki, F., Ledoux, H. ve Stoter, J. 2016. An improved LOD specification for 3D building models. *Computers, Environment and Urban Systems*, 59, 25-37.

Lwner, M.O., Grger, G., Benner, J., Biljecki, F. ve Nagel, C. 2016. Proposal for a new lod and multi-representation concept for Citygml. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, IV-2/W1.