

DEPREM KIRILGANLIKLARININ 3 BOYUTLU KENT ORTAMINDA GÖRSELLENMESİ: EKİŞEHİR CUMHURİYE MAHALLESİ ÖRNEĞİ

S. Kemeç¹, Ş. Düzgün²

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri EABD, Ankara, skemec@metu.edu.tr

²Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri EABD, Ankara, duzgun@metu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmanın amacı 3 Boyutlu CBS fonksiyonlarının kullanılmasıyla fotoğraf gerçekliğinde 3 Boyutlu sanal kent alanının oluşturulması ve bu kent ortamının deprem kentsel risk ve kırılabilirlik (sosyal, yapısal, erişebilirlik ve toplam) görsellenmesinde kullanılmasıdır. Uygulama alanı, deprem afeti için II. Derece riskli bölge içinde yer alan Eskişehir kentinin merkez mahallelerinden Cumhuriye Mahallesidir. Çalışmada kullanılan veriler; yol, bina izi ve eşyükselti eğrileri gibi vektörel veriler ve bina cephe fotoğrafları, 1m yersel çözünürlüklü Ikonos uydu görüntüsü gibi hücresel verilerden oluşmaktadır. Çalışma kapsamında oluşturulan 3 Boyutlu kent modeli ile veri tabanında bulunan deprem kırılabilirlik indekslerinin etkin görsellenmesi ve sorgulanması gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Sanal Gerçeklik /3D, Afet Yönetimi

ABSTRACT

VISUALIZATION OF THE EARTHQUAKE VULNERABILITIES IN A THREE DIMENSIONAL URBAN ENVIRONMENT: ESKİŞEHİR CUMHURİYE QUARTER CASE

The objective of the study is to create 3D photo-realistic virtual city model by using 3D GIS methodologies, and to visualize earthquake vulnerability (social, structural, accessibility and total) levels of each building by using this model. The study area is the Cumhuriye Quarter one of a central quarter of Eskişehir City, which is in the second risky zone for the earthquake disaster. Main data sets which are used at the study; vector data as road, building foot prints and 1/25.000 scale digital elevation contour maps, and raster data like building facade images, 1 m ground resolution Ikonos Stereo Satellite Image. Within the context of the study the visualization and the querying of the earthquake vulnerability levels is accomplished.

Keywords: Virtual Reality/3D, Disaster Management

1. GİRİŞ

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), ulusal, bölgesel ve yerel afet organizasyonlarına hazırlık ve yaraları sarma aşamalarında yardımcı olabilecek teknolojik bir araçtır. Afet yönetiminde tüm çalışmalar mekanla ilgili olduğundan, CBS, karar verme aşamasında etkilidir (Kemeç, Düzgün, 2006). Diğer taraftan, 1980'li yılların ortalarından sonra önemi daha da artan, Dünyada olduğu gibi ülkemizde de geniş yankı bulmuş Sürdürülebilir Kalkınmaya yönelik uygulamalar mekana ve öznetiliğe ilişkin pek çok kriterin aynı anda analize gireceği çok sayıda değişkenin koordineli bir şekilde ortak yönetildiği analizler gerektirmektedir. Haritalandırma, görüntüleme ve analiz etme işlemlerini bilgisayar aracılığıyla kolay hale getiren Coğrafi Bilgi Sistemleri; fiziksel çevre analizleri ve sosyal analizleri bir araya getirip sentezleyerek ve tabloları, grafikleri bu haritalara bağlayarak, günümüz bilgi çağında, mühendislerin, şehir plancılarının ve proje yöneticilerin kullanacağı yardımcı bir araçtır.

Günümüzde CBS ortamında verinin sorgulanmasında kullanılan analiz sistemleri iki boyutludur, mekansal bilgi konusunda güncel gelişmeler bunun üçüncü boyuta yayılması yönündedir. Şehir ve çevre uygulamalarında kullanılan algoritmaların çoğu 2 Boyutlu mekan temelleri üzerine kurulmuştur. CBS'nin standart fonksiyonlarından olan ağ analizleri, tampon analizi, alan bindirme algoritmaları iki boyutlu uygulamalar için geliştirilmiş üçüncü boyuttaki uygulanabilirlikleri gelişmemiş durumdadır. Bu tekniklerin üç boyutta uygulanması gelişmeyi bekleyen bir konudur.

Günümüzde, 3 Boyutlu kent modelleme aktif bir araştırma alanıdır. 3 Boyutlu kent modellemede temel odak coğrafi kodlanmış geniş alanlı, çok ölçekli modellerin yönetimidir. Mimarlık, mühendislik ve hizmet yönetimi gibi alanlar konunun detaylı 3 Boyutlu model inşası kısımları ile ilgilenirken bilgisayar grafiklerinde ise temel araştırma odağını 3 Boyutlu görsellemede geometri, topoloji ve veri yönetimi oluşturmaktadır. 3 Boyutlu nesnelerde geometri ve topoloji konuları Molenaar (1992), Zlatanova (2000), Herring (2001), Oosterom et al. (2002), Pfund (2002), ve

Kolbe ve Gröger (2004)'ün çalışmalarında detaylı şekilde ele alınmıştır. Çoklu ölçekli modellerde veri yönetimi konusu ise Coors ve Flick (1998) tarafından araştırılmıştır.

3 Boyutlu kent modellemede modellenen kent nesneleri uygulamanın amacına göre değışse de, modellenen nesneler genel olarak binalar, arazi ve trafik ağı şeklindedir. Görselleme amaçlı oluşturulan modeller, modellenin oluşturulmasında kullanılan veriler göz önüne alındığında üç grup altında incelenebilir. Bunlar fotogrametrik, aktif algılayıcılar ve hibrit algılayıcılarıdır (Hu , 2003). Çalışma bu sınıflamaya göre fotogrametrik çalışmalar grubunda değerlendirilebilir.

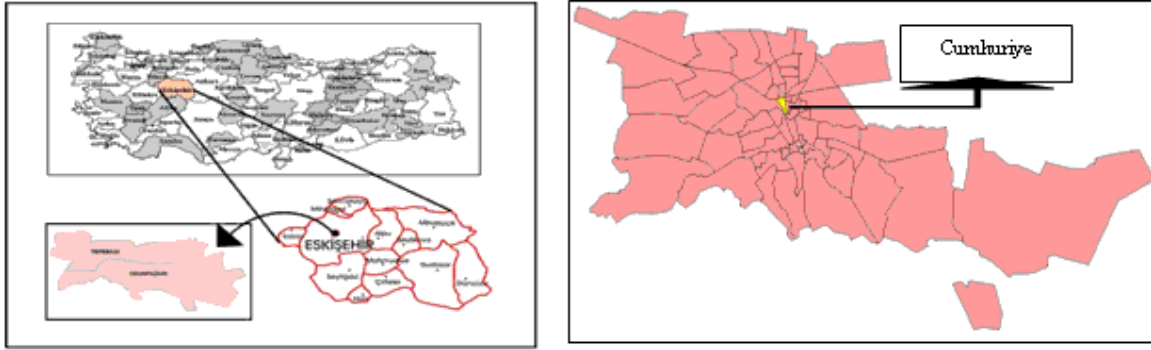
Çalışmanın genel amacı, kentsel afet kırılğanlıkları verisinin görsellenmesinde CBS fonksiyonlarının kullanılması ile pilot uygulama alanı için oluşturulmuş 3 Boyutlu kent modelinin kullanılmasıdır. Çalışma sonunda CBS 3 Boyutlu görselleme olanaklarının yeterliliği gözlenecektir.

2. UYGULAMA ALANI VE KULLANILAN VERİLER

Uygulanacak 3 Boyutlu görselleme işlemleri kapsamında oluşturulması düşünölen kent modeli ve veri tabanı uygulaması için Eskişehir Metropol mahallelerinden Cumhuriye Mahallesi pilot uygulama alanı olarak belirlenmiştir. Şekil 1'de Cumhuriye Mahallesinin Eskişehir Kentini oluşturan diğer mahalleler içindeki konumu görönmektedir.

Pilot bölgenin belirlenmesinde etkili olan faktörler;

- Alanda bulunan yapılarıdaki foksiyonel ve tip çeşitliliği,
- Kendi içinde bütönlüğe sahip, idari yapılanmanın (mahalle) alansal büyüklüğünün uygunluğu,
- Belediyeden temin edinilebilen verilerdir.



Şekil1: Cumhuriye Mahallesi.

Çalışma kapsamında dört veri seti kullanılmıştır;

- Geometrik doğrulanmış 1m yersel çözönlörlöklö bindirmeli IKONOS uydu görüntüsü,
- 1/25.000 sayısal eşyükseklik haritaları,
- Kent bilgi sistemi için halihazırda kurulu olan kente ait CBS veritabanı,
 - o Cadde vektör tabakası Eskişehir Büyükşehir Belediyesi,
 - o Cumhuriye Mahallesi bina vektör tabakası Eskişehir Büyükşehir Belediyesi,
- Bina Cephelerini fotoğrafları.

3. ANALİZ AŞAMALARI

CBS sistemleri doğası gereği tablosal verilerle harita verilerini bütönlöşik şekilde kullanabilirler. Çalışma kapsamında bina kat detayına kadar inen araştırma sonuçlarının haritalanması ve sorgulanması CBS ortamında oluşturulacak modelle mümkün olabilecektir. Bu aşamadaki analiz çalışmaları; Hücresel verilerin kullanıldığı, uydu görüntüsünden altlık oluşturma, sayısal Yükseklik Modeli oluşturma işlemleri ve vektör verilerin kullanıldığı 3 Boyutlu tabaka işlemleridir.

3.1 Sayısal Yükseklik Modelinin (SYM) Oluşturulması

İleri aşamalarda uydu görüntülerinin planimetrik düzeltilmesinde ve 3 Boyutlu modele altlık olarak kullanılacak Sayısal Yükseklik Modeli (SYM), sürekli hücresel veri formatında yüksekliği hücrenin bir öznitelik bilgisi olarak

veren modellerdir (McGlone, 2004). CBS ortamında SYM oluşturulması için gerekli yükseklik bilgisi; nokta, çizgi ve poligon içeren katmanlardan, eşyükseklik haritalarından veya bindirmeli uydu görüntülerinden veya hava fotoğraflarından yararlanılabilir.

SYM oluşturulması için kullanılan enterpolasyon, tabakadan yükseklik verisinin alandaki tüm noktalar için hesaplanabilmesi, için; Matematiksel parça yöntemleri, Şekil yöntemleri olmak üzere temel iki method vardır. Çalışmada SYM'nin oluşturulması için genel matematiksel parça yönteminin kullanıldığı enterpolasyon tekniği kullanılmıştır.

Sayısal eş yükselti eğrileri aynı çizgi elemanı boyunca sabit yükseklik değerine sahiptir, sayısal yükseklik vektör verisinden yükseklik öznetelik verisine sahip sürekli hücresel veriyi oluşturabilmek için kullanılan yazılımdaki algoritma, önce çizgi objeleriyle kesişen hücrelere kesişen çizgi elemanının yükseklik değerinin atanması daha sonra herhangi bir eş yükseklik çizgisiyle kesişmeyen hücrelere çevresinde bulunan yükseklik çizgilerine olan uzaklığı ile orantılı yükseklik bilgisinin enterpolasyonu ve son olarak tüm hücrelere yükseklik bilgisinin atanması sonrasında her bir hücre yükseklik bilgisinin çevresindeki hücrelerin yükseklik değerlerinin ortalamasıyla karşılaştırılması ve bu değere göre gerekli yumuşatma işleminin yapılması, olmak üzere üç temel aşamadan oluşmaktadır (Geomatiga Orthoengine User Guide, 2003).

3.2 Coğrafi Kodlama Ve Ortofoto Oluşturulması

Bu aşamada alana ilişkin temin edilen uydu görüntülerinin oluşturulan SYM'nin kullanılmasıyla Coğrafi kodlamaları sonucu ortofoto denilen sonuç görüntünün oluşturulması yer almaktadır. Uydu görüntüleri işlenmemiş hallerinde radyometrik, geometrik, atmosferik ve açısal hatalar içerirler. Görüntü alındığında bu hatalardan radyometrik ve atmosferik hatalar düzeltilmiş şekilde alınırlar. Görselleme ve analiz aşamalarında kullanılacak CBS veritabanıyla uydu görüntülerinin tam olarak çakıştırılabilmesi için görüntüdeki tüm geometrik sapmaların giderilmesi gerekmektedir. Çalışmada geometrik düzeltmelerin yapılması için görüntüden haritaya düzeltme yolu izlenmiştir. Harita çalışmadaki vektör verilerden oluşmaktadır.

Görüntüdeki geometrik sapmalardan önce coğrafi kodlama işlemi ile yatay, daha sonra da SYM'nin kullanılması ile düşey olanlar giderilmiştir. Coğrafi kodlama aşamasında kullanılan görüntü işleme yazılımının sunduğu farklı matematiksel kodlama fonksiyonları olan; Polinom, Oransal, Uydu Modeli uygulanarak aralarından en iyi sonucu veren fonksiyon olan Uydu modeli kullanılmıştır. Modellerin sonuçları değerlendirilirken, vektör tabaka ile görüntünün çakışıklık seviyesi gözle kontrol edilerek uygun model seçilmiştir (Şekil2).

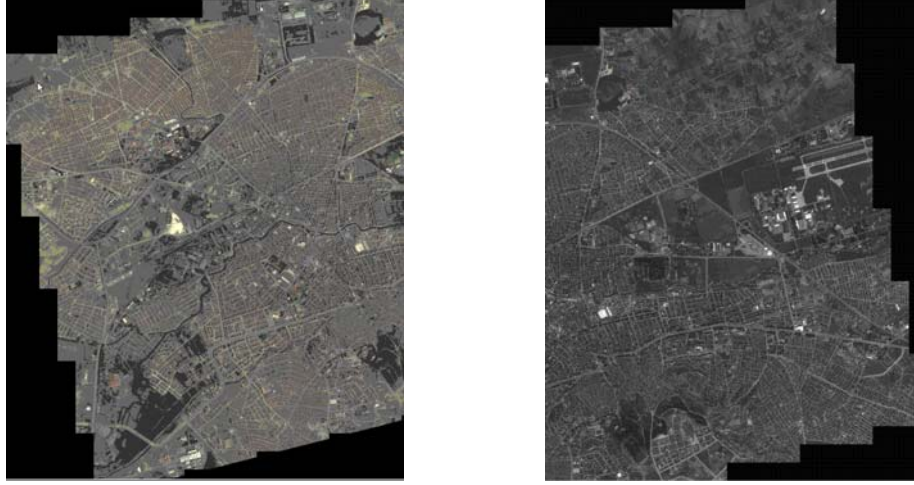


Şekil 2: Solda geometrik kodlama oransal model sonucu, sağda geometrik kodlama uydu modeli sonucu

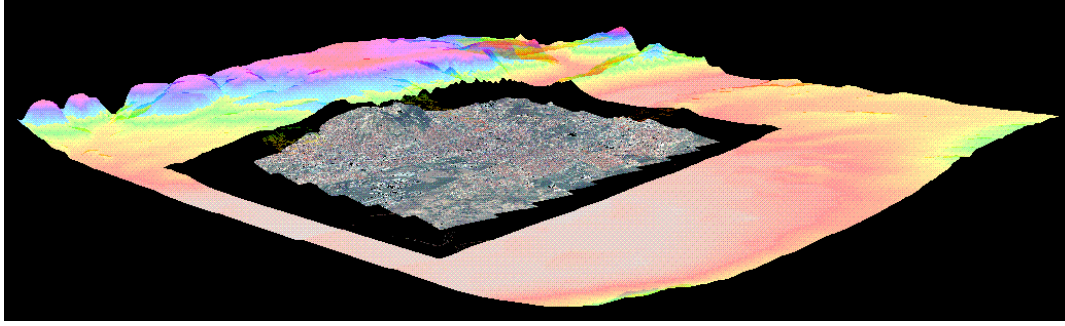
Coğrafi kodlamanın yapılmasında ve ortofotonun oluşturulmasında gerekli Yersel Kontrol Noktaları Eskişehir Büyükşehir Belediyesi kent bilgi sisteminden edinilen cadde tabakasından toplanmıştır.

3.3 Görüntü Mozaikleme

Çalışmada kullanılan uydu görüntüsü bindirmeli uydu görüntüsü olduğu için altlık görüntünün oluşturulması için ilgili görüntü çiftlerinden mozaikleme ile altlık görüntünün oluşturulması yoluna gidilmiştir. Mozaikleme işlemi için çalışma alanını kapsayan iki adet görüntü çiftinden çekim açıları nadire en yakın olan görüntüler kullanılmıştır. Uydu görüntülerinin, ileri aşamalarda referans veri olarak kullanılması için görüntülerin bütünleştirilmesi gerekmektedir, bu işleme görüntü mozaikleme denilmektedir. Mozaikleme öncesince görüntü teklerinin coğrafi kodlamalarının gerçekleştirilmiş olması gerekmektedir. Şekil3'de sağ ve sol görüntü teklerini ve Şekil4'de mozaiklenmiş görüntünün sayısal yükseklik modeli üzerinde konumlandırılmış durumu görülmektedir.



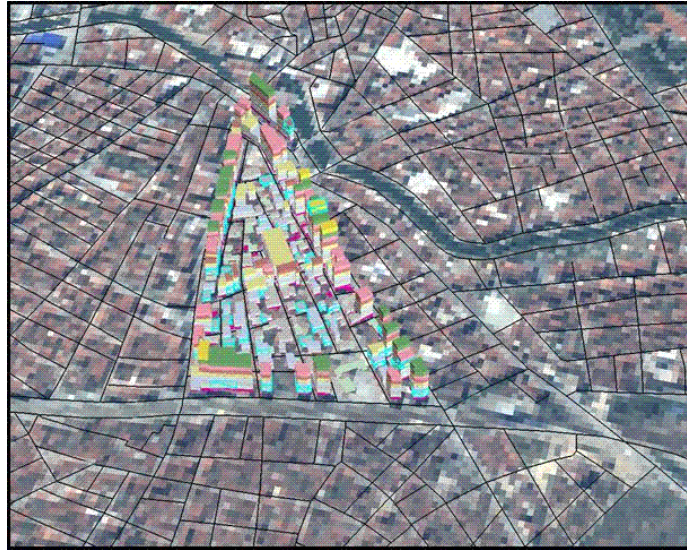
Şekil 3: Sağ ve sol tek görüntüler



Şekil 5: Sayısal Yükseklik Modeli üzerinde mozaiklenmiş ortho uydu görüntüsü

3.4 CBS Ortamında 3 Boyutlu Tabaka İşlemleri

Çalışmada CBS modelinde amaçlanan, araştırma sonuçlarının haritalanması ve sorgulanması gibi sonuçların sağlanabilmesi için 3 boyutlu CBS modelinde veri işleme aşamalarında oluşturulan sonuç ürünler kullanılmıştır. Oluşturulan SYM üzerine mozaiklenmiş orto görüntü giydirilmiş ve vektör bina tabakası SYM yüksekliklerinin kullanılması ile görüntü üzerine yerleştirilmiştir (Şekil5).



Şekil15: CBS ortamında oluşturulmuş kent modeli .

Bina objeleri için birim kat olarak belirlenmiştir, bu sayede oluşturulan modelin kat ölçeğinde sorgulanma olanağı sağlanmıştır. Binayı kat ölçeğinde sorgulanabilmesi için her bir kat ayrı bir tabaka olarak oluşturulmuş ve yükseltilmiştir.

4. SONUÇ

CBS ortamında doğası gereği tablosal verilerle harita verilerini bütünleşik şekilde kullanabilmektedir. Proje kapsamında bina kat ölçeğindeki modelle, veri tabanında bulunan deprem kırılma endekslerinin etkin haritalanması ve sorgulanması gerçekleştirilmiştir. Diğer taraftan CBS ortamının 3 Boyutlu görselleme konularında kullanıcılara sunduğu olanakların kısıtlılığı çalışma ile kolaylıkla gözlenmiştir.

CAD ortamı CBS ye göre ileri görselleme olanakları sunmaktadır. Bu olanakların bütünleşik kullanımıyla CAD ortamında geliştirilecek Benzetimler (simulation), oluşturacağı algı düzeyindeki artışla yaratacağı farkındalık değişik karar süreçlerinde karar vericiler için önemli bir araç olabilmektedir.

Konu üzerine devam edecek çalışmalarda CBS ortamına, sunduğu ileri görselleme olanakları ile katkı sağlayacağı düşünülen CAD ortamının bütünleştirilmesi için yollar aranacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma ODTÜ-BAP “Afet Riskinin Kent Ölçeğinde Bütünleşik Bir Yaklaşımla Modellenmesi ve Sürdürülebilir Kalkınma Politikalarına Entegrasyonu: Deprem Örneği” isimli ve BAP-2005(R)08-11-02 kod numaralı projesi kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Coors, V, Flick, S., 1998, *Integrating Levels of Detail in a Web-based 3D-GIS*, Proc. 6th ACM Symp. on Geographic Information Systems (ACM GIS 98), Washington D.C., USA

Geomatica OrthoEngine User Guide, 2003, *Geomatica OrthoEngine User Guide*, Understanding Pixel Sampling and DEM Detail, Geomatica Version 9.0, Release date: May, 2003, 73 s.

Herring, J., 2001, *The OpenGIS Abstract Specification, Topic 1: Feature Geometry (ISO 19107 Spatial Schema), Version 5*, OGC Document Number 01-101

Hu J., You S. and Neumann U., 2003, *Approaches to Large-Scale Urban Modelling*, IEEE Computer Graphics and Applications, Published by the IEEE computer Society, November/December 2003, 62-69s.

Kemec S., Duzgun H.S., 2006, *Innovations in 3D Geo Information Systems*, Use of 3D Visualization in Disaster Risk Assessment for Urban Areas, in Lecture Notes in Geoinformation and Cartography Series, Alias Abdul-Rahman, Sisi Zlatanova ve Volker Coors (Edt.), New York Springer, 557-566s.

Kolbe TH, Gröger G., 2004, *Unified Representation of 3D City Models*, Geo-information Science Journal, Vol.4, No. 1

McGlone C., Mikhail E. ve Bethel J., 2004, *Manual of Photogrammetry Fifth Edition*, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS) Publications, 254 s.

Molenaar, M., 1992, *A topology for 3D vector maps*, ITC Journal, 1992-1

Oosterom, P, Stoter, J, Quak, W, Zlatanova, S., 2002, *The balance between geometry and topology*, In Richardson, D, Oosterom, P (eds.): *Advances in Spatial Data Handling. Proc. of 10th Int. Symp. SDH 2002*, Springer, Berlin

Pfund, M., 2002, *3D GIS Architecture*, GIM International 2/2002

Zlatanova, S., 2000, *3D GIS for Urban Development*, PhD Thesis, ITC Dissertation Series No. 69, The International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, The Netherlands.