

## ÜÇ BOYUTLU ŞEHİR MODELLERİNİN VERİ YAPISI VE KULLANIM ÖZELLİKLERİ

B. Ergün

Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 41400, Gebze, Kocaeli. bergun@gyte.edu.tr

### ÖZET

*Coğrafi Bilgi Sistemlerinde (CBS) gelecekte en önemli ve temel altlık olarak kullanılacak üç boyutlu şehir modelleri, en basit ifade ile farklı veri yapılarının bilgisayar yardımı ile tasarım (CAD) ortamında bir araya getirilmesinden oluşur. Bu tanım itibarı ile üç boyutlu şehir modelleri bir veri bütünlüğü sağlamalıdır. Bu bütünlüğün iskeletini koordinat sistemi oluşturur. Üç boyutlu şehir modelleri mühendislik üretiminde sonuç ürün olmasına karşın CBS’de altlık oluşturacak ilk görsel üründür. CBS’nin geleceği düşünüldüğünde tüm veri yapılarının bir arada kullanılabilirdiği sorgulanabilir dev bir veri tabanının aynı zamanda gerçek fiziksel dünyayı da görsel olarak anlatması gerekecektir. Bu durumda farklı veri setlerinin farklı yapı ve özelliklerinin etkin bir şekilde kullanılması hem teknolojik imkanları hemde disiplinler arası mühendislik bilgisini ön plana çıkaracaktır. Bu çalışmada, üç boyutlu şehir modellerinin temel yapı taşlarını oluşturan jeodezik, fotogrametrik ve lazer tarama verilerinin yapısal özelliklerinin ve kullanımlarının CBS’ne kazandıracığı özellikler ve gerekli olan mühendislik lojistiği mesleki açıdan yorumlanmıştır.*

**Anahtar Sözcükler:** Üç Boyutlu Şehir Modelleme, Jeodezi, Fotogrametri, Veri Setleri

### DATA SETS AND USAGE PROPERTIES IN THE 3D CITY MODELS

#### ABSTRACT

*Three-dimensional city models, which will have been basic and important layout in the future for GIS have been designed from distinct data structure in the CAD environment. Therefore, three dimensional city models have been obtained data integrity. The framework of this integration is coordinate system. However, three dimensional city models, which is the last technical product of the graphical data, have been used for the first level of visualization about GIS. For the future of GIS, the giant data base which were included huge variety data will have been used for all kind of inquiry and will have been presented physically the real world also. In this case, the effective usage of the property of distinct data sets will prove the technologic capacity and interdisciplinary engineering knowledge also. In this paper, the usage for geodetic, photogrammetric and laser data sets, which are the fundamental data for three dimensional city models have been examined and interpreted for the benefits of GIS and engineering logistic.*

**Keywords:** Three Dimensional City Modeling, Geodesy, Photogrammetry, Data Sets

## 1. GİRİŞ

Günümüzde CBS de altlık oluşturacak CAD yapısı içinde kullanılan haritacılık tabanlı veriler üç grupta sınıflandırılabilir. Bunlar;

- Raster Veriler: Bu veriler genelde görüntü ve görüntü tabanlı veriler.
- Vektör Veriler: Bu veriler genelde ölçme işlemi ile üretilen çizgisel verilerdir.
- Nokta Bulutu Veriler: Bu tür verilerde nokta koordinatlarının taban alındığı nokta bulutu olarak adlandırılan lazer tarayıcıların ürettiği verilerdir. Bu veriler havadan ya da yerden yapılan taramalar ile üretilebilmektedir.

CBS’in, sadece sorgulama yapabilen bilgi sistemi yazılımı olarak geliştirilmesinden öte, daha gerçekçi şekilde gerçek dünyayı anlatması istenir. Bu gelecek için düşünülen gerçek model (reality model) ifadesinin bir sonucudur. Görüntüleme “Visualisation” teknolojisi bilgisayar teknolojisine paralel olarak, işlemcinin gücü ile birlikte güçlenmektedir. Artık daha gerçekçi görüntüler yerine gerçeğinin aynısı olan, kendi fotoğrafları ile kaplanan cisimler için, sanal ortamda üç boyutlu olarak görüntülenebilmektedir. Temel prensipte animasyon ve sinema sanayisi için geliştirilen bu yöntemler CBS teknolojisinde üç boyutlu görsel sorgulama ve bilgilendirmenin yapılması amacıyla yönelik olarak uygulanmaktadır (Uçar ve Ergün, 2004).

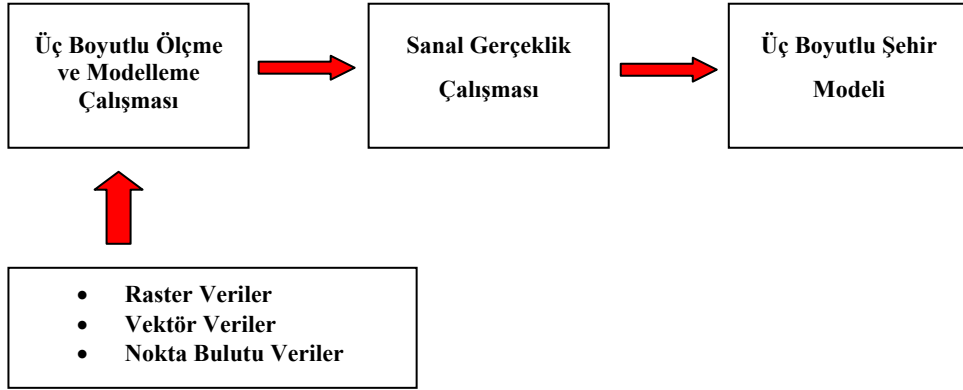
Üç boyutlu modelleme ve animasyon destekli arazi ve şehir modellerinin oluşturulması ve elde edilen ürünlerin CBS tabanlı kullanımı için tüm bu veri gruplarının bir arada aynı ortam içinde kullanılabilmesi gereklidir. Bu çalışma için hazırlanan altlıklar incelendiğinde üç boyutlu sanal gerçeklik içeren altlıkların üretilme aşamaları bu verisetlerinin kullanımı ile ilişkilendirilerek belirlenmelidir. Üç boyutlu şehir modellemede kullanılacak altlık yapının elde edilme işlemleri aşağıdaki şekilde sıralanırsa;

- Üç Boyutlu Ölçme ve Modelleme Çalışması
- Sanal Gerçeklik Çalışması olur.

Veri türlerinin farklı özelliklerinin kullanıldığı bu çalışmalar aşağıda açıklanmıştır.

## 2. ÜÇ BOYUTLU ÖLÇME VE MODELLEME ÇALIŞMASI

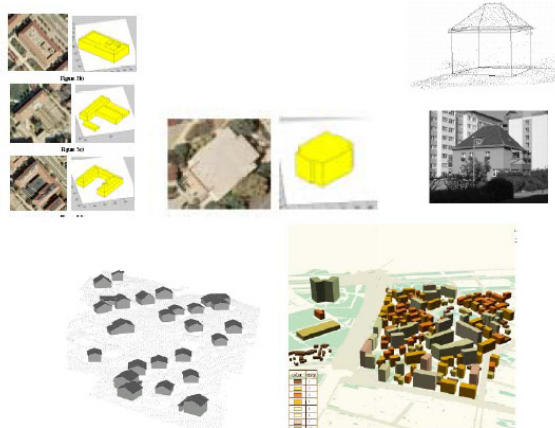
Raster veriler ile üç boyutlu modelleme için kullanılan yöntemler, tamamen mesleki olan jeodezik ve fotogrametrik çalışmaları içeren klasik yöneltme, değerlendirme ve çizim aşamalarından oluşur. Jeodezik koordinatlandırma çalışmalarının ardından objelerin yerden ya da havadan fotogrametrik resimlerinin çekilmesi ve ya uydu görüntülerinin sağlanması ile başlayan süreç, üç boyutlu sayısal yüzey modelleri ve üzerindeki detayların üç boyutlu olarak konumlandırılması ile üç boyutlu şehir modellerinin oluşturulması için altlıkların hazırlanması ile tamamlanır. Bu çalışma kısaca Şekil 1'de gösterilen akış şeması ile özetlenebilir. Veri seti olarak ölçme ve modelleme çalışmasında yukarıda tanımlanan üç veri setide aynı anda kullanılabilir. Üç boyutlu şehir modellerinin yapımının akışı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Üç boyutlu şehir modeli çalışmasının ana adımları

Üç boyutlu modelleme içinde en önemli konulardan birisi de sayısal arazi modellerinin elde edilmesidir. Fotogrametrik yöntemlerle elde edilen sayısal arazi modellerinin yanında, bu iş için özellikle üretilen yazılımlar kullanılarak bir fonksiyon yardımı ile otomatik ya da yarı otomatik sayısal arazi modeli üretimi yapılmaktadır. Sayısal arazi verilerinin üretiminde gelenen son aşama ise raster veri ile birlikte havadan yapılacak lazer tarama verisinin birlikte kullanımudur. Böyle çalışmalarda otomatik veri üretimi yapan donanım ve yazılımlar kullanılmaktadır. Üç boyutlu şehir modellerinde, gereksiz bina detayı olarak kabul edilen objeler (balkon, vb.) üç boyutlu olarak genelde çizilmeyen detaylardır. Bunlar daha sonra üç boyutlu olarak çizilen binaların çatı konumlarından, otomatik ve ya otomatik olmayan yöntemler ile bina hatlarının sayısal yüzey modeline kadar indirilmesi ile tamamlanır. Şekil 2'de bina modeli sayısal arazi modeli arasındaki ilişki gösterilmiştir.

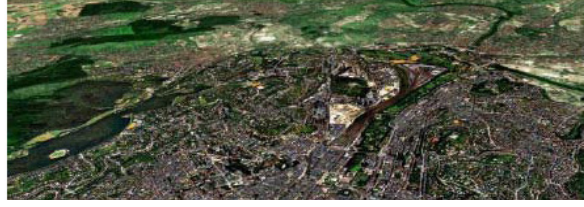
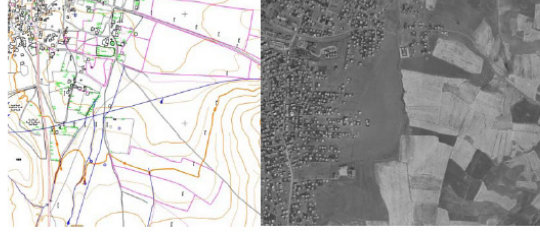
Bu detaylar modellerin çiziminde ihmal edilir. Ancak istendiği takdirde çeşitli animasyon teknikleri ile resimler yardımı ile görsel etki olarak ifade edilebilir (ShiuanFu and Jie, 2004).



Şekil 2. Bina modellemesi ve sayısal arazi modeli ilişkisi

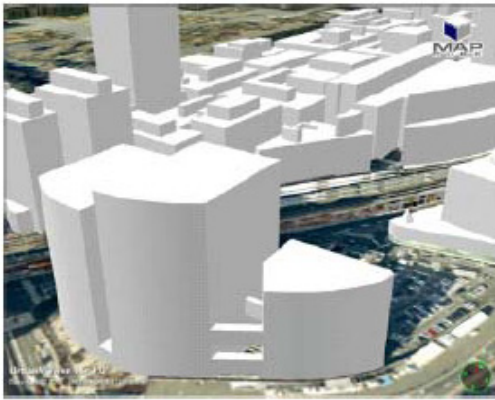
### 3. SANAL GERÇEKLİK ÇALIŞMASI

Sanal dünyanın gerçeğe en yakın görselleştirilmesi için gerçek görüntülerin kullanılması gereklidir. Bu husus mesleki açıdan modellemenin doğruluğu kadar, veri türünün kullanımı da bilmeyi gerektirir. Gerçek olarak üç boyutlu şehir modellerinin hazırlanmasında en önemli nokta, yersel ve hava fotoğraflarının üç boyutlu modelde birlikte kullanılmasıdır. Bunun için, sanal gerçeklik (virtual reality) gerçekte üç boyutlu cisim verisinin gerçek görüntüsü ile kaplanması tekniğidir.



Şekil 3. Sayısal arazi modeli için orto-foto üretimi

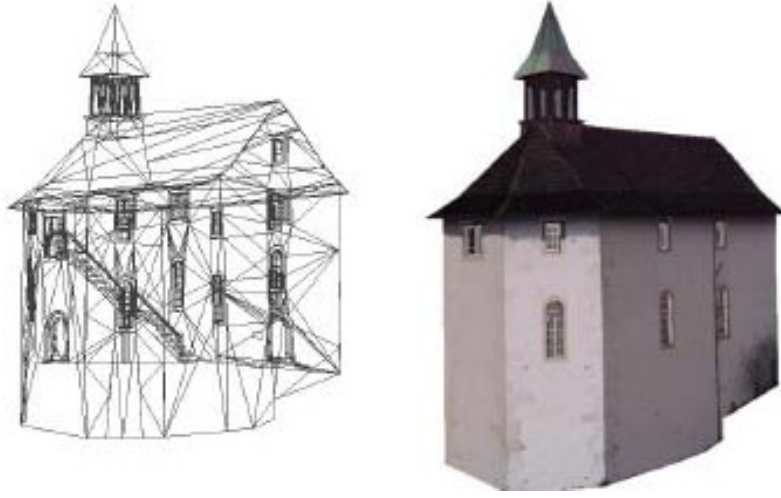
Topoğrafik olarak sayısal yüzey modeli, üç boyutlu olarak fotogrametrik yöntemler ile belirlenmiş, çıplak ya da ince örtülü yüzeyler için sadece hava fotoğrafları ya da yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılarak sanal gerçeklik çalışması yapılabilir (ShiuanFu and Jie, 2004). Burada öncelikle kaplamada kullanılacak tüm resimlerin, tüm objeler için ayrı ayrı sayısal yüzey modeli kullanılarak uydu görüntüleri ya da hava fotoğraflarının diferansiyel yataylaması yapılır. Teknik olarak kaplama işlemi, resim üzerindeki iki boyutlu piksel örtüsünün üç boyutlu sayısal arazi modeli üzerine örtülmesidir. Şekil 3 de sayısal orto-fotonun üretimi sayısal arazi modeli ilişkisi verilmiştir (Destruel and Valorge, 2004). Bu işlem sonrasında iki boyutlu resmi oluşturan piksellerin geometrisi bozulacaktır. Bu bozulma sanal gerçekliği oluşturan görüntüyü ve görüntünün doğru algılanmasını bozacaktır. Bunu önlemek için, ya sayısal arazi modeli ölçeği değiştirilir ya da ayırma gücü yüksek görüntüler kullanılır. Teknik açıdan, kullanılan bilgisayar sistemlerinin gücünün yüksek olması gereklidir



Şekil 4. Bina modellerinin sanal gerçekliği

Sanal gerçeklik çalışmasında, piksel bozulması sonucunda görüntü olarak doğru ifade edilemeyen yüzey modellerinin, farklı resimlerden yüzeye giydirilmesi ve diğer resimlerle olan renk ve ton farklılıklarının giderilmesi işlemidir. Yapılan bu çalışmalar sonunda elde edilen gerçeğe yakın üç boyutlu arazi modeli üzerinde, çeşitli uçuş ve gezinti animasyonları yapılabilmektedir (Destruel and Valorge, 2004). Topoğrafik yüzeyin bulunduğu yerler için yukarıda anlatılan yöntemde raster ve vektör veri seti beraberce kullanılır. Bina veya bitki örtüsü için ise bu alanlara gelen kaplamalar kesilip atılarak bu bölgelerin havadan ya da üç boyutlu şehir modellerinde gerçekliği arttırmak amacı ile yersel fotogrametri kullanılarak yerden alınan fotoğrafları bina cephelerine giydirilerek üç boyutlu sanal gerçeklik elde edilebilir. Şekil 4 de bina modellerinin fotoğraflık sanal gerçekliği gösterilmektedir. Bu çalışmada raster veriler ile jeodezik ya da lazer tarama verileri birlikte kullanılır.

Bu yöntemler, özellikle bina çatılarının tek tek yerine otomatik olarak kaplanması için çeşitli tekniklerin geliştirilmesi ile daha hızlandırılmıştır (Kersten, 2004).



Şekil 5. Bina modelinde sayısal orto-foto uygulaması

Temel olarak günümüzde sanal gerçeklik çalışması, bir görüntü işleme tekniğine dönüşmüş olsa da fotogrametrik olarak her yüzeyin mutlak düşey resim ile kaplanması, sanal gerçekliğin geometrik olarak en doğru şekilde verilmesini sağlamaktadır. Şekil 5'de fotogrametrik olarak yapılmış bina sanal modeli gösterilmektedir. Aslında, obje konum ve boyutlarının belirlenmesindeki doğruluk, en doğru izdüşümde düşeye çevirme yapılması anlamına da gelmektedir (Kersten, 2004). Sanal gerçeklik başarısı esas olarak, yazılımın ve sistemin gücü ile orantılıdır. Elde edilen üç boyutlu şehir modellerine; animatif olarak üzerinden uçuş, şehirde ve sokaklarda gezinti gibi adımları içeren görüntüsel hareketleri içermektedir. Şekil 6'da animatif olarak kullanılacak sonuç ürün üç boyutlu şehir modeli ve sokakların ışık ve atmosfer animasyonu gösterilmiştir.



Şekil 6. Souç ürün üç boyutlu şehir modeli

#### 4. SONUÇ

Yakın gelecekte, üç boyutlu şehir modelleri bilgisayar ortamında gerçek hayatın tam olarak tasvir edilebilmesini sağlayan temel altlığı oluşturabilir. Bu çalışmalar sonucunda dünya her santimetrekaresi ile üç boyutlu olarak şehir modelleme teknikleri ile gerçek ölçekte bilgisayar ortamında oluşturulabilir ve tüm haritacılık ve yön bulma işlemleri görsel olarak dünyanın her yeri için yine dünyanın her yerinden bilgisayar ortamından yapılabilecek duruma gelecektir. Böyle bir sistem oluştuğunda ofisimizde çalışırken bilgisayarımızdan Ant Dağları üzerinde üç boyutlu ölçmeler yapmak, bir yandan da Sidney şehir merkezinde üç boyutlu turistik bir gezinti yapabilecektir. Böyle olanaklar elde edildiğinde, CBS artık hayatın akla gelebilecek her alanında görselleştirme ile birlikte insanların vazgeçemediği bir hizmet olacaktır. Oluşturulan üç boyutlu şehir modelleri ve bunların animasyonu esas itibari ile görsel bir eğlence olmasından ziyade başta da belirtildiği üzere, üç boyutlu CBS sistemlerine altlık oluşturulması ve sorgulamaların görselleştirilmesine yönelik çalışmalar yapılması amacını taşır. Üç boyutlu ölçme ve sorgulamaların, bu altlıklardan yapılabilmesi ve özellikle ölçmelerin hassasiyeti bakımından şehir içindeki imar faaliyetlerini ve bir takım inşaat işleri için gerekli olan sorgulama ve ölçmelerin araziye çıkılmadan ve hatta arazide hiçbir ölçme aleti kullanılmadan yapılabilmesini sağlama amacına yöneliktir. Bu işlem bugün için mümkün olmasa da gelecekte veri kalitesinin artırılması ve doğruluğun yükseltilmesi ile ileride mümkün olacaktır. Dolayısıyla üç boyutlu şehir modellerinde gerçeğe uygunlukla beraber doğruluk, birinci derecede önemlidir. Günümüzdeki tüm çalışmalar bu ana fikir doğrultusunda yapılmaktadır. Bu temel fikir esas alındığında farklı türdeki veri setlerinden elde edilen üç boyutlu şehir modellerinde konumsal doğruluğun yanı sıra geometrik olarak öne çıkan cisimsel ve nesnel doğruluk önem kazanmaktadır. Sonuçta CBS ortamında farklı veri türlerini içeren bir CAD yapının sorgulamada altlık olarak kullanılması göz önüne alınması gereken bir gerçektir.

#### KAYNAKLAR

- Destruel, C., Valorge, C.,** 2004, Automatic 3D Rendering of High Resolution Space Images, *ISPRS 2004 Proceedings Comission V.*
- Kersten, Th.,** 2004, 3D Acquisition, Modelling and Visualization of North German Castles by Digital Architectural Photogrammetry, *ISPRS 2004 Proceedings Comission V.*
- ShiuanFu, C., Jie, S.,** 2004, 3-D Building Reconstruction from Unconstructed Distinc Points, *ISPRS 2004 Proceedings Comission III.*
- Uçar, E., Ergün, B.,** 2004, Fotogrametride üç boyutlu şehir modelleme teknikleri ve CBS kullanımı, *Harita Dergisi*, 48-56.