

# 3B Yapı Modelleri Ve Fotorealistik Modellerin Geomatik Alanında Kullanımına Bir Örnek

Adil Enis Arslan<sup>1</sup>, Dursun Zafer Şeker<sup>2</sup>, Fırat Ergun<sup>3</sup>

## Özet

3B modelleme tekniği, günümüzde tıptan mühendisliğe kadar birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Geomatik mühendisliğinin mekansal bilgi ve kullanımı ile olan yakın ilişkisi sayısal haritalar ve 3B mekan modellerinin yoğun bir şekilde kullanımını gündeme getirmiştir. Bu çalışmada İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi binasının 3B bir modeli oluşturularak bu modelin web tabanlı bir servis sağlayıcı ile yayınlanması adımları anlatılmıştır. Çalışmada, mekansal verilerin işlenmesi için AutoCAD, 3B yüzey modelinin oluşturulması için Google Earth servis sağlayıcısının makro programlama dili olan Sketch Up yazılımı ve doku oluşturma amaçlı çekilen resimlerin işlenmesi için ise Photoshop yazılımlarından yararlanılmıştır.

## Anahtar Sözcükler

3B yapı modelleri, web servisleri, Google Earth, Fotoğraf dokusu

## Abstract

### 3D Building Models and An Example For Use of Photorealistic Models in Geomatics

3D Modeling technique is being used in many areas varying from engineering to medical applications. The involvement and increasing usage of spatial data in Geomatics engineering has resulted with intense use of digital maps and 3D models along with it. At this study, creation and publishing steps of a 3D model of Istanbul Technical University, Civil Engineering Faculty building by using a web based service is being explained. In the study various software were used to process the obtained data such as AutoCAD, Photoshop, and the programming macro of Google Earth, "Google SketchUp".

## Key Words

3D building models, web services, Google Earth, facade texture

## 1. Giriş

Günümüzde 3B modelleme tıptan mühendisliğe birçok alanda gittikçe daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Geomatik mühendisliğinin mekansal bilgi ile olan etkileşim seviyesi ve ileri seviye uygulamalarda çizgisel haritaların yetersiz kalması ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) tüm dünyada kullanımının gittikçe yaygınlaşması, sayısal haritalar, mekansal modelleme ve 3B modellemenin

kullanımını gittikçe daha zorunlu ve yaygın hale getirmektedir.

3B modelleme ve görselleştirme gelişen teknolojiye paralel olarak hızlı bir ilerleme kaydetmiştir. Özellikle animasyon ve oyun sektöründe kullanılmaya başlamasıyla 3B modeller ve modelleme, mekanların modellenmesi ve diğer uygulamalarda kullanılmaya başlanması ile birlikte daha sık karşılaşılan bir kavram haline gelmiştir. 3B nin grafiklerde kullanılması ilk vektör bilgisayar grafiklerinin kullanıldığı dönemlere kadar gitmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri için ilk Düzensiz Üçgenler Ağı (TIN) yazılımı 1975 yılında Randolph Franklin tarafından Simon Fraser Üniversitesi'nde yazılmıştır. Gerçekliğin simüle edilmesi 1975 yılında Fransız matematikçi Dr. Benoit Mandelbrot'un "Kırıklı setler üzerine bir Teori" adlı yayınından sonra büyük bir atılım yapmıştır. 1980 yılında SIGGRAPH konferansında, dağlık bir alanda yüksek hızlı bir uçuşu göstermekte olan ve tamamen Seattle'daki Boeing firmasından Loren Carpenter tarafından Mandelbrot'un araştırması esas alınarak bilgisayarda oluşturulmuş olan "Vol Libre" adlı film yayınlanması oldukça önemli sayılan diğer bir gelişme olarak gösterilmektedir ( URL-1).

## 2. Çalışmanın Amacı ve 3B Modellerin Geomatik Alanındaki Önemi

Mekansal verinin toplanmasında ve kullanıcıya sunulmasındaki teknolojik ilerlemelerle birleşen bilgisayar teknolojisi, Geomatik mühendisliğini de daha ileri bir seviyeye getirmiştir. Bunun sonucu olarak hem üreticiler hem de son kullanıcılar analog haritaların sınırlamalarından kurtularak "sayısal bir dünya" oluşturmaya yönelmeye başlamışlardır. Böylelikle etkileşim ve görsellik seviyesi oldukça yüksek haritalar üretilmeye başlanmıştır. Bu eğilimin sonucu üreticiler daha görsel haritalar üretmeye yönlendirilmişlerdir. Bunun sonucu olarak da oluşturulan haritada kullanıcının kendini daha iyi konumlandırmasına yardımcı olması için 3B modeller devreye girmeye başlamışlardır. 3B modeller içerisinde ise fotorealistik modeller kullanıcıya gerçeğe en yakın veriyi sunarak öne çıkmaktadırlar. Coğrafi bilgi sistemlerinde 3B modeller mimari uygulamalardan, şehir bölge planlamaya, afet yönetim sistemlerinden askeri kullanıma kadar pek çok alanda kendisine kullanım alanı bulabilmektedir (LANCELLE ve FELLNER, 2004).

3B modellerle desteklenmiş haritalar ve Coğrafi Bilgi Sistemleri konumsal verinin yanı sıra hacimsel verinin

<sup>1</sup>HÜ, Hacettepe Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh.Bölümü, Ölçme Tekniği Anabilim Dalı Çankaya Ankara, [aeaslan@hacettepe.edu.tr](mailto:aeaslan@hacettepe.edu.tr)

<sup>2</sup>İTÜ, İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh.Bölümü, Fotogrametri Anabilim Dalı Maslak İstanbul, [seker@itu.edu.tr](mailto:seker@itu.edu.tr)

<sup>3</sup>Kungsliga Teknika Hoeghskolan, Stockholm, İsveç.

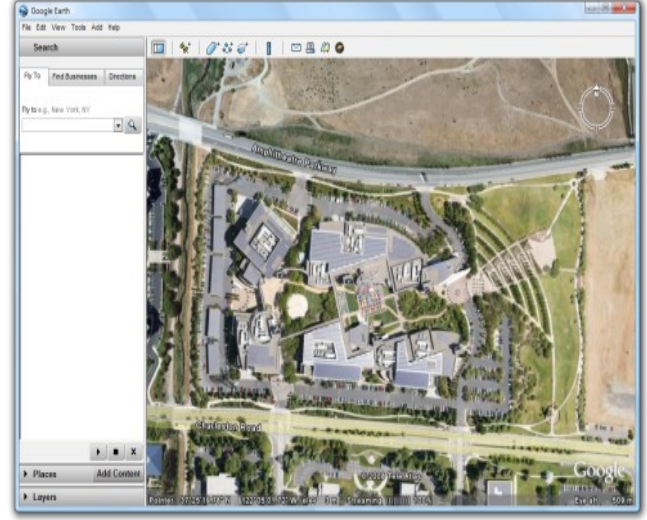
kolayca anlaşılabilmesi ve incelenebilmesine olanak sağladıkları için karar destek sistemlerinin vazgeçilmez öğeleri haline gelmektedirler. Örneğin, 3B modellerin afet yönetiminde kullanıcıya sağladıkları bir özellik önceden belirlenmiş felaket senaryolarının modele uygulanarak istatistik sonuçlar alınmasına olanak sağlaması ve bu sonuçlardan yola çıkılarak afet durumunda kaynakların en uygun şekilde değerlendirilmesine yardımcı olmasıdır (BATTY, 2007).

Bir başka uygulama alanı olarak, 3B modellerle birleştirilen Coğrafi Bilgi Sistemleri ve eş zamanlı konumlandırma sistemleri birlikte kullanılarak askeri uygulamalarda birliklerin yetiştirilmesi için simülasyonlar oluşturulabilir ve arazideki birlikler anında bildirilerek etkinlikleri artırılabilir. Ayrıca 3B modellerin (özellikle fotorealistik modellerin) tarihi eserlerin korunmasında, restorasyonunda ve kayıp olanların sanal olarak yeniden oluşturulmasında da çok önemli kullanım alanları bulunmaktadır. Bu bakımdan 3B modeller hem kamuya hem de kamu kurumlarına rehber olabilecek uygulamalardır (PARISH vd., 2001).

Bu modellerin dağıtımı ve erişilebilirliği ise diğer bir konudur. Bu çalışmada, İstanbul Teknik Üniversitesinin İnşaat Fakülte binasının fotorealistik modeli Google Earth'in 3B modelleme arayüzü olan Google Sketch Up yazılımı ile gerçekleştirilmiş ve yine bu serviste yayınlanmıştır. Uygulamanın detayları sonraki bölümlerde açıklanmıştır.

### 3 - Google Earth

Günümüzde, birçok sanal küre programı internet üzerinden kullanıcılara hizmet vermektedir. Bu programların başlıcaları NASA tarafından geliştirilen World Wind, Google Earth, Microsoft Virtual Earth 3D, ArcGIS Explorer Software, MacKiev's 3D Weather Globe & Atlas olarak sıralanabilir. Google şirketinin bünyesine 2004 yılında katılan Keyhole Inc tarafından üretilen Google Earth bu servislerden sadece biri olmakla beraber en yaygın kullanılanıdır. Google Earth uydu görüntülerini NASA'nın Mekik radar topoğrafyası görevinden (Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) ) elde edilen sayısal arazi modeli üzerinde göstermektedir (URL-2). Google Earth ayrıca kullanıcılara binaları 3 boyutlu gösterebilme ve adrese, enleme boylama ya da sadece fare imleci ile tarama yapmalarına olanak sağlamaktadır. Sağlanan uydu görüntülerinin ortalama çözünürlüğü 15m olmakla birlikte 0.15m den 500 m ye kadar değişebilmektedir (**Şekil 1**).



**Şekil 1:** Google Earth'in Mountain View, California, ABD'deki kampüsünü gösteren ekran görüntüsü (URL-2)

Google Earth 'in genel özellikleri şunlardır:

- Koordinat sistemi ve projeksiyon bilgisi,
- 15 m lik baz ölçüsü çözünürlüğü,
- 0.3 m lik yükseklik çözünürlüğü,
- Değişken irtifa çözünürlüğü ve

@Last Software tarafından Ağustos 2000 de bir "genel modelleme arayüzü" olarak geliştirilen SketchUp ise bir 3B modelleme programı olup Google Earth ile bütünleşmiş çalışacak şekilde tasarlanmıştır (URL-2, URL-3). Günümüzde SketchUp programının 6. Versiyonu kullanılmaktadır. Birçok 3B modelleme programı olsa da SketchUp özel olarak mimarlar ve inşaat mühendisleri için tasarlanmıştır ve detaylı bina modellemelerine daha yatkın bir uygulama yazılımı olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca SketchUp Google Earth 'in 3B modelleme arayüzüdür ve "3B Ambar" a kullanıcıların yaptıkları modelleri yükleyerek Google Earth 'de görmelerine olanak sağlamaktadır.

### 4 – Uygulama

Uygulama aşamasında, İTÜ, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi binası modellenmiştir. Bu bina, diğer binalara oranla daha fazla bilgiye sahip olunması ve elde edilen modelle bu bilgilerin daha doğru bir şekilde karşılaştırılabilecek olması nedeniyle seçilmiştir. Çalışmanın ilk aşaması; Google Earth'in "mevcut görüntüyü al" özelliği ile proje alanının tanımlanmasıdır. Bu özellik yardımı ile çalışma alanının hem kuşbakışı görüntüsü hem de topoğrafyasına ilişkin bilgiler elde edilmiştir. Bu adım hem modellerin doğru yere oturtulması hem de "yüzmesi" veya "batmaması" için önemli bir adımdır. **Şekil 2** ve **Şekil 3** de koordinatlarına yerleştirilmiş ve yerleştirilmemiş model örnekleri gösterilmektedir.

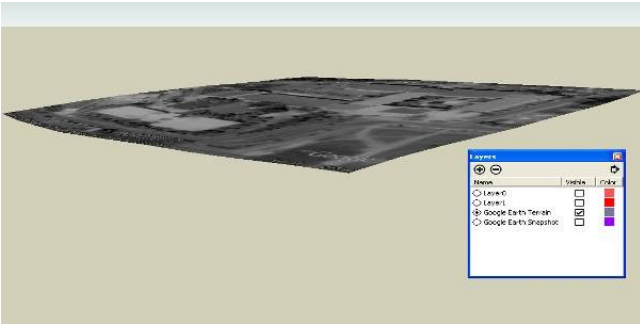


Şekil 2: Yere referanslanmamış model örneği

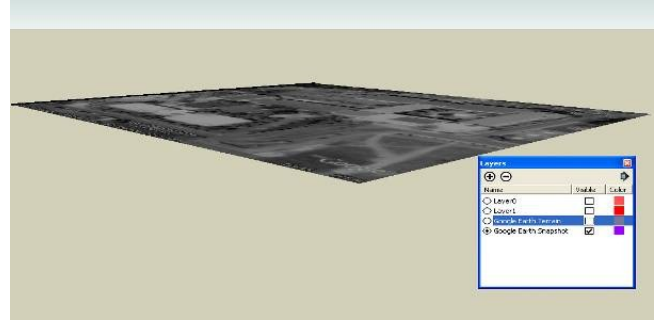


Şekil 3: Yere referanslanmış model örneği

Şekil 4 ve Şekil 5'te görüldüğü gibi Google Earth 'den ve SketchUp'a alınan ekran görüntüleri ve yükseklik bilgisi farklı tabakalarda gelmektedir. Genel olarak oluşturulan 3B modellerde alınan ekran görüntüleri üzerinden yapılan ölçmelerle model yapılmakta iken bu çalışmada ekran görüntüsü sadece modelin doğru yere oturtulması için kullanılmıştır. Bina ile ilgili diğer yükseklik ve boyut gibi bilgiler İTÜ tarafından 2007 yılında hazırlanan 1:2000 ölçekli haritalardan alınmıştır.

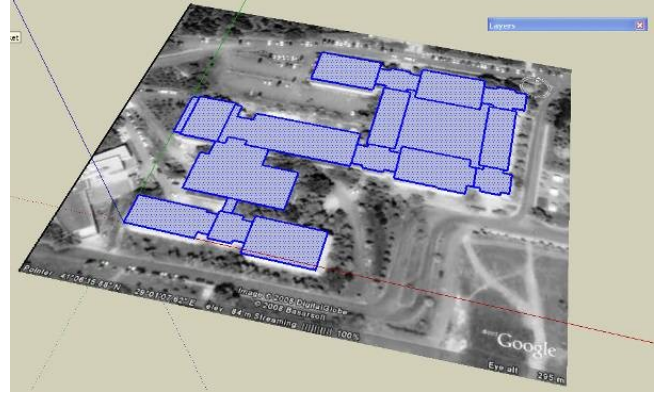


Şekil 4: Google Earth yer görüntüsü



Şekil 5: Google Earth arazi modeli

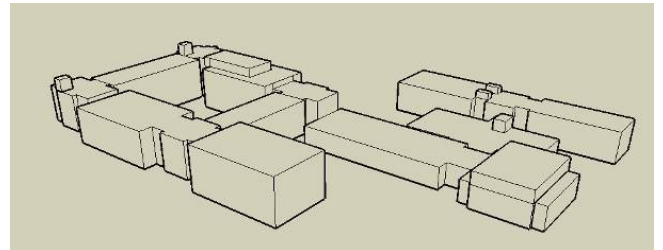
Çalışmanın yürütüldüğü alandaki gerçek topografya farklı noktalarda farklı değerlere sahip olduğundan modelin topografyaya doğru bir şekilde oturtulması amacıyla model birbirinden bağımsız parçalara (bloklara) bölünmüştür. (Şekil 6).



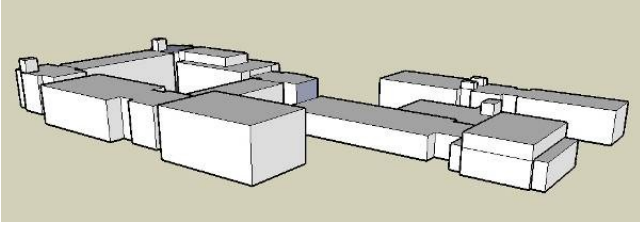
Şekil 6: İ.T.Ü. inşaat fakültesi binasının 2B taban modeli

Her blok ayrı ayrı yüzmeyecek ya da batmayacak şekilde oturtularak model parçalı bir yapıya kavuşturulmuştur. Bu yerleştirme işlemi sırasında dikkat edilen en önemli nokta yerleştirilen parçanın, topografyanın en alçaktaki kenarına göre konumlandırılması olmuştur. Dolayısıyla modelin havada kalması engellenmiştir. Ancak, bu uygulama alt katlarda bazı bölgelerin kaybolmasına neden olmuştur.

Çalışmanın bir sonraki adımında binanın 3B yüzey modeli oluşturulmuştur. Bu amaçla SketchUp'ın değer kontrol kutusu ve çek/it aracı kullanılarak ölçülmüş bina yükseklikleri parçaların her biri için ayrı ayrı verilmiştir. Oluşturulan modelin tel çerçeve ve monokrom hali Şekil 7 de gösterilmektedir.







Şekil 7: Modelin tel çerçeve ve monokrom görünümü

3B blokların oluşturulması sonrasında binanın arka kısmında yer alan ve binaya sonradan ilave edilen asansör modellemiştir. Asansörün modellenmesi sırasında modelin mümkün olduğu kadar basit tutulmasına dikkat edilmiştir. Bunun sebebi modelin web tabanlı bir serviste yayınlanacak olmasının getirdiği sınırlamalardır.

Fakülte binasının 3B modeli tamamlandıktan sonra çalışmada bir sonraki aşama olan yüzeye “giydirilecek” olan fotoğrafların çekilmesi aşaması gerçekleştirilmiştir. Burada amaç fakülte binasının modelini gerçek yüzeyden alınan fotoğraflarla kaplayarak, yüzeylerin daha gerçekçi görünmesini sağlamak ve görselliği arttırmaktır. Yüzey fotoğraflarının çekilmesinde 7.0 MG piksellik Olympus fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Fotoğrafların çekimi sırasında çekilen resimlerin hangi cepheye ait olduğunun anlaşılabilmesi amacıyla bir ölçme krokisinden yararlanılmıştır. Resim çekiminin tamamlanmasından sonra, çekilen resimler üzerinde yer alan bitki örtüsü, araçlar insanlar ve diğer yabancı objeler temizlenmiştir. Fotoğraflar ayrıca perspektif etkisini mümkün olduğunca azaltacak geniş açıyla bir defada en fazla alanı kapsayacak şekilde çekilmişlerdir. Resimlerin işlenmesinde Adobe Photoshop yazılımı kullanılmış ve bazı ışık, renk ve çekim açısından kaynaklanan perspektif bozuklukları burada düzeltilmiştir. Şekil 8’de de perspektif ve renk düzeltmeleri yapılmış ve yapılmamış bölgenin resimleri görülmektedir. Orijinal resim sol tarafta ve perspektif düzeltmeleri yapılmış resim sağ tarafta yer almaktadır.



Şekil 8: Perspektif ve renk düzeltmeleri yapılmış ve yapılmamış resimler.

Resim işlemlerinin son kısmında perspektifleri ve renkleri düzeltilmiş resimlerin çözünürlüğünün düşürülmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemin yapılma sebebi çok sayıda (yaklaşık 500 adet) yüzeye kaplanacak resmin toplamda dosya büyüklüğünü önemli ölçüde artırıyor olması ve Google Earth’e yüklenebilecek dosya boyutunun sınırlı olmasıdır. Bu nedenle çözünürlüklerin detay kaybını minimumda tutacak şekilde optimize edilmesinden sonra resim dosyalarının boyutları 5-10 KB gibi büyüklüklere, düşürülmüştür. Şekil 9a ve 9b de orijinal ve çözünürlüğü düşürülmüş resimler örnek olarak verilmiştir.

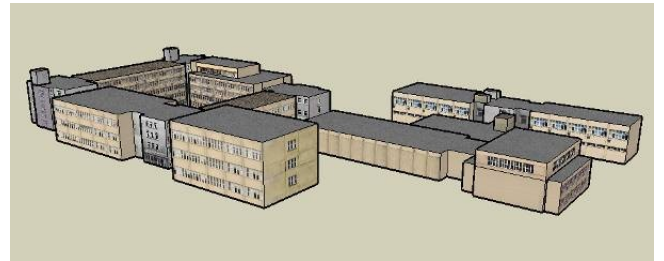


Şekil 9a: Orijinal resim



Şekil 9b: İşlenmiş resim

Çalışmanın bir sonraki aşamasında resimler 3B yüzey modeline doku olarak kaplanmıştır. Dokular kaplanırken oluşturulan resim katalogundan yararlanılarak resimlerin binanın doğru cephelerine kaplanması sağlanmıştır. Sketch-Up’ın içe aktarma fonksiyonu ile içe aktarılan resimler cephelere doku olarak kaplanmış ve dokulu model elde edilmiştir. Burada dikkat edilen nokta içe aktarılan resimlerin programa “doku” olarak tanıtılmasıdır. Şekil 10 da yüzey dokularının uygulanmış olduğu İTÜ İnşaat Fakültesi binasının 3B modeli görülmektedir.



Şekil 10: Yüzey dokusu kaplanmış bina modeli

Dokuların kaplanmasından sonra modelin optimizasyon işlemlerine geçilmiştir. Bu işlemler model boyutunu küçülterek hem sisteme daha rahat yüklenmesini hem de kullanıcıların modele daha hızlı bir şekilde ulaşabilmesini sağlamak amacıyla yapılmıştır. Bu işlemde görünmeyen yüzey-

ler ve dokuların kesişim noktasındaki gereksiz hale gelen hatlar modelden çıkarılmıştır. Çalışmanın son aşaması modelin Google Earth 3B ambara yüklenmesi aşaması olan “yayınlama” aşamasıdır. 3B ambar tüm dünyadan kullanıcıların yükledikleri modellerin toplandığı bir veri bankası olup tüm Google Earth kullanıcılarına açıktır. Model Google Earth’de “modeli yerleştir” aracı ile Google Earth’e yüklenmeden önce bir önizleme olarak yerleştirilebilmektedir. **Şekil 11**’de modelin Google Earth’de fakülte binası civarında yer alan ve daha önceden modellenerek Google Earth’e yüklenen diğer binalarla birlikteki görünüşü verilmiştir.



**Şekil 11** Doku kaplanmış modelin Google earth ortamındaki görünümü

3B ambara aktarılan modeller öncelikle Google Earth yetkilileri tarafından incelemeye alınmakta ve modelin karmaşıklığına ve büyüklüğüne göre değerlendirilip sınıflandırılmaktadır. Bu değerlendirme süresince 3B ambara giren kullanıcılar tarafından dosya olarak indirilerek Google Earth programı ile görüntülenebilen modeller değerlendirme işleminin bitiminden ve gerekli onay işleminin tamamlanmasından sonra ayrıca bir dosya indirmeye gerek olmaksızın Google Earth ‘in “3B Binalar” tabakasında görülebilecek hale gelmektedir (ARSLAN ve ERGUN, 2008).

## 5 – Sonuçlar

Bu çalışmada amaçlanan üretilen bir 3B modelin web tabanlı bir servis sağlayıcı ile yayınlanması olduğundan özellikle modelin optimize edilmesi oldukça önemlidir. Modelin optimizasyonu modelin web tabanlı servisten kullanıcıya ulaşma süresini etkilemektedir. Bir kullanıcının bir sayfada kalma süresinin ortalama 45 saniye olduğu göz önüne alınırsa optimizasyonun bir seçenek değil zorunluluk olduğunu değerlendirmek gereklidir.

Çalışmada bir binanın 3B modelinin oluşturulması aşamaları detaylı olarak irdelenmiş ve sonraki çalışmalara yol göstermesi amaçlanmıştır. Çalışmaların bir tek bina ile sınırlı kalmayıp ilgili bütün binalarında modellenerek servis sağlayıcı aracılığı ile sunulması işlemleri gerçekleştirilmelidir.

## Kaynaklar:

- Arslan A. E., Ergun F.,** 2008, *3D modeling of I.T.U. Civil Engineering Faculty Building into GoogleEarth*, İ.T.Ü.. Bitirme Tezi, İstanbul.
- Batty, M. ,** 2007, *Urban Modeling*, International Encyclopedia of Human Geography
- Lancelle, M., Fellner, D. W.,** 2004, *Current issues on 3D city models*, Computer Graphics, University of Technology at Braunschweig
- Parish, Yoav I.H., Müller, P.,** 2001, *Procedural Modeling of Cities*, ACM SIGGRAPH, P.301-308, 12-17, Los Angeles, CA, USA
- URL-1** [http://hem.passagen.se/des/hocg/hocg\\_1960.htm](http://hem.passagen.se/des/hocg/hocg_1960.htm) , *History of Computer Graphics*, 3.Nisan.2008
- URL-2** [http://en.wikipedia.org/wiki/Google\\_earth](http://en.wikipedia.org/wiki/Google_earth), Google Earth, 23.Mart.2008
- URL-3** [http://en.wikipedia.org/wiki/Sketch\\_Up](http://en.wikipedia.org/wiki/Sketch_Up), SketchUp, 23.Mart.2008