

# 3B YAPI MODELLERİ VE FOTOREALİSTİK MODELLERİN GEOMATİK ALANINDA KULLANIMINA BİR ÖRNEK

A.E.Arslan<sup>1</sup>D. Z. Şeker<sup>2</sup>, F. Ergun

<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)

## ÖZET

*3B modelleme tekniği, günümüzde tıptan mühendisliğe kadar birçok alanda giderek daha yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Geomatik mühendisliğinin mekansal bilgi ve kullanımı ile olan yakın ilişkisi ve mekansal bilgi sistemlerinin kullanımının gerek ülkemizde ve dünyada oldukça ilerlemesi sayısal haritalar ve üç boyutlu mekan modellerinin yoğun bir şekilde kullanımını gündeme getirmiştir.*

*Bu çalışmada İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi'nin 3B bir modeli oluşturularak bu modelin web tabanlı bir servis sağlayıcı ile yayınlanması adımları sunulmaktadır. Bu çalışma uygulanması aşamasında farklı yazılımlardan yararlanılmıştır. Mekansal verinin 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 programlarından yararlanılmıştır.*

## ABSTRACT

*3D Modeling technique is being used in many areas varying from engineering to medical applications. The involvement of Geomatics engineering with spatial data and the increasing use of spatial data and Geographical Information systems, both in our country and around the world, has resulted with intense use of digital maps and 3D models along with it.*

*At this Project creation and publishing steps of a 3D model of Istanbul Technical University, Civil Engineering Faculty by using a web based service is being explained. At this project various programs we used to process the obtained data such as AutoCAD, Photoshop, and the programming macro of Google Earth, "Google SketchUp".*

## 1. GİRİŞ

Günümüzde 3B modelleme tıptan mühendisliğe birçok alvea gittikçe daha yaygın kullanılmaya başlanmıştır. Geomatik mühendisliğinin mekansal bilgi ile olan etkileşim seviyesi ve ileri seviye uygulamalarda analog haritaların yetersiz kalması nedeniyle coğrafi bilgi sistemlerinin, tüm dünyada, kullanımının gittikçe yaygınlaşması, sayısal haritalar, mekansal modelleme ve 3B modellemenin kullanımını gittikçe daha zorunlu hale getirmektedir.

3B modelleme ve görselleştirme gelişen teknolojiye paralel olarak hızlı bir ilerleme kaydetmiştir. Özellikle de animasyon ve oyun sektöründe kullanılmasıyla 3B modeller ve modelleme gerek mekanların modellenmesi anlamında gerek diğer uygulamalarda kullanılması anlamında daha sık karşılaşılan bir kavram haline gelmektedir. 3B grafiklerin kullanılması ilk vektör bilgisayar grafiklerinin kullanıldığı dönemlere uzanmaktadır. Coğrafi bilgi sistemleri için ilk Düzensiz Üçgenler Ağı programı 1975 yılında Rveolph Franklin tarafından Simon Fraser Üniversitesi'nde yazıldı. Gerçekliğin simüle edilmesi (modellenmesi de kullanılabilir) 1975 yılında Fransız matematikçi Dr. Benoit Mveelbrot'un "Kırıklı setler üzerine bir Teori" (A Theory of Fractal Sets.) adlı yayınından sonra büyük bir atılım yaptı. 1980 yılında SIGGRAPH konferansında "Vol Libre" adlı film yayınlandı, film bilgisayarla oluşturulmuş bir dağlık alvea yüksek hızlı bir uçuşu gösteriyordu, video Seattle daki boeing firmasından Loren Carpenter tarafından Mveelbrot'un araştırması esas alınarak oluşturulmuştu. ( [http://hem.passagen.se/des/hocg/hocg\\_2000.htm](http://hem.passagen.se/des/hocg/hocg_2000.htm), visited: 28.04.2008)

## 2. ÇALIŞMANIN AMACI VE 3B MODELLERİN GEOMATİK ALANINDAKİ ÖNEMİ

Mekansal verinin toplanmasında ve kullanıcıya sunulmasındaki teknolojik ilerlemelerle birleşen bilgisayar teknolojisi Geomatik mühendisliğini yeni bir seviyeye getirmiştir. Bunun sonucu olarak hem kullanıcılar hem de mühendisler analog haritaların sınırlamalarından kurtularak "sayısal bir dünya" oluşturmaya yönelmeye başlamışlardır. Böylelikle haritalar hem daha etkileşilebilir hem de daha "görsel" olabilmektedir bu da kullanıcının "zihinsel haritayı" çok daha kolay oluşturmasına olanak sağlamaktadır. Bu eğilim zinciri üreticileri daha etkileşimli haritalar yapmaya itmektedir. Bunun sonucu olarak da oluşturulan haritada kullanıcın kendini daha iyi konumlamasına yardımcı olması için 3 boyutlu modeller devreye girmektedir. 3B modeller içerisinde ise fotorealistik modeller kullanıcıya gerçeğe en yakın veriyi sunarak öne çıkmaktadırlar. Coğrafi bilgi sistemlerinde 3B modeller mimariden şehir bölge planlamaya, afet yönetim sistemlerinden askeri kullanıma kadar pek çok alvea kendisine kullanım alanı bulabilmektedir. ( Lancelle, Fellner, *Current issues on 3D city models*, Computer Graphics 2003/2004 )

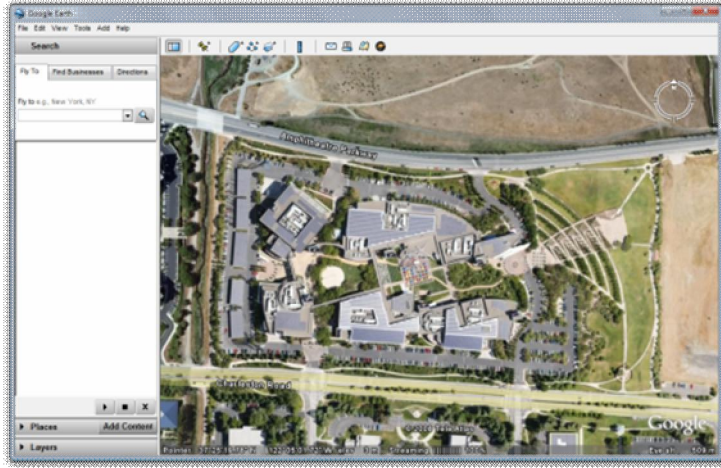
3B modellerle desteklenmiş haritalar ve Coğrafi Bilgi Sistemleri konumsal verinin yanı sıra hacimsel verinin kolayca anlaşılabilmesi ve incelenebilmesine olanak sağladıkları için giderek karar destek sistemlerinin vazgeçilmez öğeleri

haline gelmektedirler. 3B modellerin afet yönetiminde kullanıcıya sağladıkları bir başka özellik de önceden belirlenmiş felaket senaryolarının modele uygulanarak istatistik sonuçlar alınmasına olanak sağlaması ve bu sonuçlardan yola çıkılarak afet durumunda kaynakların optimizasyonuna yardımcı olmasıdır. ( Batty *Urban Modeling* 2007 ). 3B modellerle birleştirilen Coğrafi Bilgi Sistemleri ve eş zamanlı konumlandırma sistemleri birliktelikte kullanılarak askeri alvea kullanılabilir böyle birliklerin yetiştirilmesi için simülasyonlar oluşturulabilir ve arazideki birlikler anında bilgilendirilerek 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. agencies ( Parish, Yoav I.H., Müller, P. *Procedural Modeling of Cities*)

Bu modellerin dağıtımı ve erişilebilirliği ise önemli bir konu olup yine bu çalışmanın motivasyonlarından birisidir bu nedenle İstanbul Teknik Üniversitesinin fotorealistik modeli web tabanlı bir servis olan Google Earth'in 3B modelleme arayüzü olan Google Sketch Up da yapılmış ve yine bu serviste yayınlanmıştır. Uygulamanın ayrıntıları ilerleyen bölümlerde açıklanmaktadır.

### 3. GOOGLE EARTH

Günümüzde kullanılmakta olan birçok sanal küre programı internet üzerinden kullanıcılara hizmet vermektedir, bu programların başlıcaları NASA World Wind, Google Earth, Microsoft Virtual Earth 3D, ArcGIS Explorer Software, MacKiev's 3D Weather Globe & Atlas olarak sıralanabilir. Google tarafından 2004 yılında alınan Keyhole Inc tarafından yapılan Google earth bu servislerden sadece biri olmakla beraber en popüler olduğu söylenebilir. Google Earth uydü görüntülerini NASA'nın Mekik radar topoğrafyası görevinden (Shuttle Radar Topografya Mission (SRTM)) elde edilen bir sayısal arazi modeli üzerinde göstermektedir, Google Earth ayrıca kullanıcılara binaları 3 boyutlu gösterebilme ve adrese, enleme boylama ya da sadece fare imleci ile tarama yapmalarına olanak sağlamaktadır. Sağlanan uydü görüntülerinin ortalama çözünürlüğü 15m olmakla birlikte 0.15m (Şekil 1) den 500 m ye kadar değişebilmektedir.



Şekil 1: Google Earth 'in Mountain View, California, ABD deki kampüsünü gösteren ekran görüntüsü ( [http://en.wikipedia.org/wiki/Google\\_Earth](http://en.wikipedia.org/wiki/Google_Earth), mayıs 2, 2008)

Google Earth 'in genel özellikleri:

- Koordinat sistemi ve projeksiyon
- 15 m lik baz ölçüsü çözünürlüğü
- 0.3 m lik yükseklik çözünürlüğü
- Değişken irtifa çözünürlüğü
- Resim tarihleri değişmektedir

@Last Software tarafından Ağustos 2000 de bir "genel modelleme ara yüzü" olarak çıkarılan SketchUp ise bir 3B modelleme programı olup Google Earth ile bütünleşmiş çalışacak şekilde tasarlanmıştır günümüzde 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 program olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca SketchUp Google Earth 'in 3b modelleme ara yüzüdür ve "3B Ambar" a kullanıcıların yaptıkları modelleri yükleyerek Google Earth 'de görmelerine imkan vermektedir.

## 4. UYGULAMA

Bu örnek çalışmada bitirime projesi olarak İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi binası modellenmiştir, bu binanın seçilmesinin nedeni bina hakkında sahip olunan bilgi ve bu bilginin elde edilen modelle bu bilgilerin daha doğru bir şekilde karşılaştırılabilecek olmasıdır. Projenin ilk adımı Google Earth'in "mevcut görüntüyü al" özelliği ile proje alanının tanımlanmasıydı. Bu özellik yardımı ile çalışma alanının hem kuşbakışı görüntüsü hem de topoğrafyasına ilişkin bilgiler elde edildi. Bu adım hem modellerin yerde doğru yere oturtulması hem de modellerin "yüzmemesi" veya "batmaması" için önemli bir adımdı. Şekil 2 ve Şekil 3'te koordinatlarına yerleştirilmiş ve yerleştirilmemiş model örnekleri görülebilmektedir.

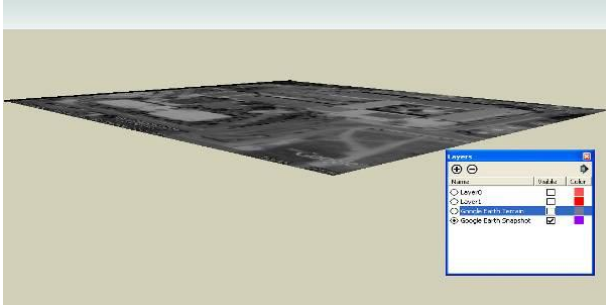


Şekil 2: Non - Geolocated

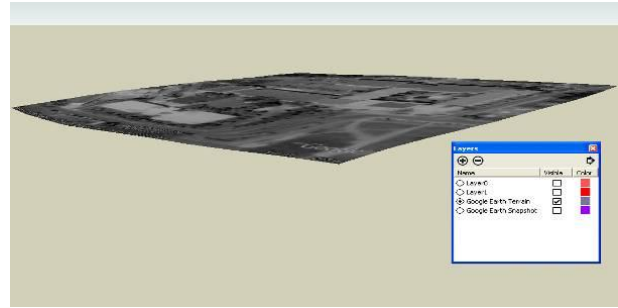


Şekil 3: Geolocated

Google Earth 'den SketchUp 'a alınan ekran görüntüleri ve yükseklik bilgisi farklı tabakalarda gelmektedir (Şekil 4 ve 5 ) 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 İ.T.Ü. nün 1:20000 lik planlarından alınmıştır.



Şekil 4: Google Earth Snapshot



Şekil 5: Google Earth Terrain

İ.T.Ü. nün 1:20000 planları DWG formatında alınarak AutoCAD üzerinden ölçüler alınmıştır. Bunlara ek olarak plandaki detay seviyesinin yetersiz kaldığı noktalarda çelik şerit metre ve elektronik mesafe ölçerle de ölçmeler yapılmıştır.

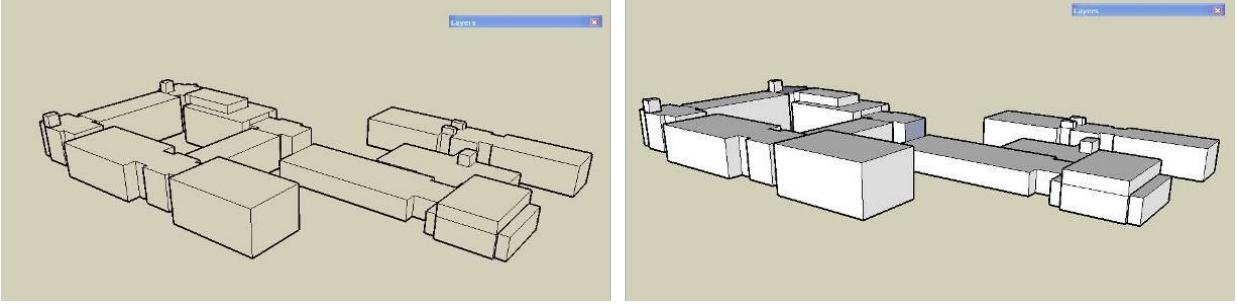


Şekil 6: Fakülte binasının 2 Boyutlu taban modeli (tek ve çoklu blok dizaynları)

Projenin yürütüldüğü alandaki gerçek topografya farklı noktalarda farklı değerlere sahip olduğundan modelin topografyaya doğru bir şekilde oturtulması amacıyla model birbirinden bağımsız parçalara bölünmek durumunda kalmıştır. Her blok ayrı ayrı topografyaya yüzmeyecek ya da batmayacak şekilde oturtularak model parçalı bir yapıya kavuşturulmuştur bu yerleştirme işlemi sırasında dikkat edilen husus yerleştirilen parça topografyanın en

alçaktaki kenarına göre konumlandırılması olmuştur bu modelin havada kalmasını engellemiştir. Ancak bu uygulama alt katlarda bazı parçaların kaybolmasına neden olmuştur.

Çalışmanın sonraki adımında binanın 3 boyutlu yüzey modelinin oluşturulmasına geçilmiştir. Bu amaçla SketchUp'ın değer kontrol kutusu ve çek/it aracı kullanılarak ölçülmüş bina yükseklikleri parçaların her birine ayrı ayrı olacak şekilde verilmiştir. Oluşturulan modelin tel çerçeve ve monokrom hali Şekil 7 görülebilmektedir.



Şekil 7: Modelin tel çerçeve ve monokrom görünümü

3 boyutlu blokların oluşturulmasının ardından binanın arka kısmındaki asansörün modellenmesine geçilmiştir. Asnasörün modellenmesinde modelin mümkün olduğu kadar basit tutulmasına dikkat edilmiştir, bunun sebebi modelin web tabanlı bir serviste yayınlanacak olmasının getirdiği sınırlamalardır.

Fakülte binasının 3B modeli bittikten sonra çalışmada yüzeye “giydirilecek” olan fotoğrafların çekilmesi aşamasına gelindi, burada amaç fakülte binasının modelini gerçek yüzeyden alınan fotoğraflarla kaplayarak yüzeylerin kullanıcıya daha gerçekçi gelmesini sağlamak ve görselliği arttırmak olmuştur. Yüzey fotoğraflarının çekilmesinde bir adet 7.0 mega piksellik Olympus fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Fotoğrafların çekilmesinin ve daha sonra hangi yüzeye ait olduklarını anlayabilmek amacıyla kroki üzerinde işaretleyerek kataloglanmasının ardından bitki örtüsü, araçlar insanlar ve diğer yabancı objelerden temizlenmesi amacıyla işlenmişlerdir. Çekilen fotoğraflar ayrıca mümkün olduğunca geniş açıyla perspektif etkisini azaltacak açıyla ve bir defada en fazla alanı kapsayacak şekilde çekilmişlerdir. Resimlerin işlenmesinde Adobe Photoshop kullanılmış ve bazı ışık, renk ve çekim açısından kaynaklanan perspektif bozuklukları burada düzeltilmiştir. Şekil 8a ve 8b’de de perspektif ve renk düzeltmeleri yapılmış ve yapılmamış bölgenin resimleri görülmektedir.



Şekil 8a: Düzeltilmiş Perspektif



Şekil 8b: Orijinal resim

Resim işlemlerinin son kısmında resimlerin çözünürlüğünün ayarlanması işlemi yapıldı bu işlemin yapılma sebebi 500 kadar yüzeye kaplanacak resimlerin toplamda dosya büyüklüğünü önemli ölçüde etkiliyor olması ve Google Earth'e yüklenebilecek dosya boyutunun sınırlı olmasıydı. Bu nedenle çözünürlüklerin detay kaybını minimumda tutacak şekilde optimize edilmesinden sonra resim dosyalarının boyutları; örneğin 3.5 MB büyüklüğünden 5-10 KB gibi büyüklüklere, düşürülmüştür. Şekil 9a ve Şekil 9b de orijinal ve işlenmiş resimlerin örnekleri görülmektedir





Şekil 9a: Orijinal resim



Şekil 9b: İşlenmiş resim

Resimler işlendikten sonra son adım olan resimlerin 3B yüzey modeline doku olarak kaplanmasına geçildi. Dokular kaplanırken oluşturulan resim kataloğundan yararlanılarak resimlerin binanın doğru cephelerine kaplanması sağlandı. SketchUp'ın içe aktarma fonksiyonu ile içe aktarılan resimler cephelere doku olarak kaplandı ve dokulu model elde edildi. Burada önemli nokta içe aktarılan resimlerin programa "doku" olarak tanıtılmasıdır. Şekil 10'da dokuların uygulanmış olduğu model görülmektedir.



Şekil 10: Doku kaplanmış model

Dokuların kaplanmasının ardından modelin optimizasyon işlemlerine geçildi bu işlemler model boyutunu küçültürken hem sisteme daha rahat yüklenmesini hem de kullanıcıların modele daha hızlı bir şekilde ulaşabilmesini sağlamak amacıyla yapılmıştır. Bu işlemde görünmeyen yüzeyler modelden çıkarılmış dokuların kesişim noktasındaki gereksiz hale gelen hatlar modelden çıkarılmıştır. Projenin son adımı olan "yayınlama" adımını modelin Google Earth 3B ambara yüklenmesi aşaması oluşturmaktadır. 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 resmin Google Earth'de diğer binalarla birlikte yerleştirilmiş hali görülmektedir.



Şekil 11

Oluşturulan Google hesabı ile 3B veri ambarına erişilerek oluşturulan modellerin yüklenmesi ve paylaşılması için açılan veri bankasına aktarılması adımı projenin son adımını oluşturmaktadır. 3B ambara aktarılan model 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 sonra ayrıca bir indirmeye gerek olmadan Google Earth 'in "3B Binalar" tabakasında görülebilecek hale gelmiştir:  
<http://sketchup.google.com/3dwarehouse/details?mid=9ea2ed9f1a895c6de00e8369118b0809>

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bur projede amaçlanan projenin web tabanlı bir servisle yayınlanması olduğundan özellikle modelin optimize edilmesi önem taşımaktaydı, modelin optimizasyonu modelin web tabanlı servisten kullanıcıya ulaşma süresini etkilemektedir bir kullanıcının ortalama bir kullanıcının bir sayfada kalma süresinin 45 saniye olduğu göz önüne alınırsa (kaynak: Nielsen/NetRatings, 0.12.2008) optimizasyonun bir seçenek değil zorunluluk olduğu görülecektir. Bu projeden elde edilen kazanımlar ise fotorealistik modellerin oluşturulmasında kullanılan prosedürün incelenmesi, optimizasyonda ana noktaların görülmesi, fotografik dokuların işlenmesi ve 3B bir modelin oluşturulmasında ve dokulanmasındaki süreçlerdir.

## 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
- Deng, F., Zhang, Z., Zhang, J., *Construct 3D City Model by Multi-Sensor Data*, ISPRS Workshop on Service and Application of Spatial Data Infrastructure, XXXVI (4/W6),14-16 Ekim, Hangzhou, Çin
- Hu, J. You S. , Neumann U., 2003, *Approaches to Large-Scale Urban Modeling*, IEEE Computer Graphics and Applications Magazine
- Jarvis, D. , 2001, *3D Graphics Modeling ve Rendering mini-howto v1.1*,

Kolbe, T. , Bacharach, S., 2006, *An Open Stevard for 3D City Models*, Directions Magazine,

Lancelle, M., Fellner, D. W., 2003/2004, *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, ABD

Pollefeys, M. , 2007, *Visual 3D Modeling from Images*, Tutorial Notes

Se, S. , Jasiobedzki, P., 2006, *Photo-realistic 3D Model Reconstruction*, Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Robotics ve Automation Orlveo, Florida

Tao, G. , 2003, *3D City Modeling Using High resolution Satellite Image ve Airborne Laser Scanning Data*, Yasuoka Lab. IIS, The University of Tokyo

URL 1

,[http://charlotte.utdallas.edu/mgis/prj\\_mstrs/2005/Fall/Ibrahim/Sulafa%20Ibrahim\\_MastersWebsite\\_Fall2005/index.htm](http://charlotte.utdallas.edu/mgis/prj_mstrs/2005/Fall/Ibrahim/Sulafa%20Ibrahim_MastersWebsite_Fall2005/index.htm), Ibrahim. S, *Feature Extraction ve 3D City Modeling Using Airborne LIDAR ve High-Resolution Digital Orthophotos*, GIS Master's Thesis 23.Mart.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

URL 4 [http://www.gisdevelopment.net/application/urban/overview/mwf\\_93abs.htm](http://www.gisdevelopment.net/application/urban/overview/mwf_93abs.htm) 3d City Modelling using GIS & VRML (*Virtual Reality Modeling Language*), 24.Mart.2008

URL 5 [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 6 <http://www.satimagingcorp.com/svc/3d-city-ve-urban-modeling.html> , *3D City ve Urban Modeling*, 23.Mart.2008