T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÜÇ BOYUTLU KENT MODELLERİ VE İNTERNET ERİŞİMİ

ESRA YILDIRIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
UZAKTAN ALGILAMA VE CBS PROGRAMI

DANIŞMAN
PROF. DR. FATMAGÜL KILIÇ

İSTANBUL, 2012

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÜÇ BOYUTLU KENT MODELLERİ VE İNTERNET ERİŞİMİ

Esra YILDIRIM tarafından hazırlanan tez çalışması 19.11.2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Fatmagül KILIÇ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Fatmagül KILIÇ

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Dursun Zafer ŞEKER

İstanbul Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Mustafa Ümit Gümüşay

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

"Üç Boyutlu Kent Modelleri Ve İnternet Erişimi" konulu yüksek lisans tez çalışmam boyunca kendisinden her zaman destek ve anlayış gördüğüm, bilgi ve deneyimlerinden yararlanma fırsatı bulduğum tez danışmanım Sayın Hocam Prof. Dr. Fatmagül KILIÇ'a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Yıldız Teknik Üniversitesi 3B Kampüs Projesi adlı internet sitesinin tasarım aşamasında karşılaştığım sorunların çözümünde bana yol gösteren, çalışmalarım boyunca yardım ve desteğini esirgemeyen Toplu Konut İdaresi İstanbul Uygulama Daire Başkanlığı'nda görevli Sayın Atilla AYDOĞDU'ya teşekkür ederim.

Stresli tez sürecimde bana göstermiş oldukları anlayış ve destekten, sonsuz sabır ve sevgiden ötürü aileme teşekkür ve sevgilerimi sunarım.

Kasım, 2012

Esra YILDIRIM

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ vi

KISALTMA LİSTESİ vii

ŞEKİL LİSTESİ ix

ÇİZELGE LİSTESİ xi

ÖZET xii

ABSTRACT xiv

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 1
1.3 Hipotez 2

BÖLÜM 2

3B MODELLEME VE STANDARTLAR 3

2.1 3B Modelleme 3
2.2 Kent Modellerinin 3B Görselleştirilmesi 4
2.3 3B Modellemede Standartlar 8
2.4 3B Modellemede Ayrıntı Düzeyleri ve Örnekler 17

BÖLÜM 3

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ DAVUTPAŞA KAMPÜSÜNÜN 3B MODELİNİN OLUŞTURULMASI 22

3.1 Çalışma Alanı 22
3.2 Yöntem ve Materyal 25
3.2.1 Verilerin Toplanması 29
3.2.2 Verilerin Düzenlenmesi 29

3.2.3 CAD Verilerinin CBS Ortamına Aktarılması 30
3.2.4 Sayısal Yükseklik Modelinin Oluşturulması 31
3.2.5 Üç Boyutlu Modelin Oluşturulması 32
3.2.6 Bina Cephe Fotoğraflarının Çekilmesi 35
3.2.7 Cephe Fotoğraflarının Optimizasyonu 36
3.2.8 Bina modellerinin görselleştirilmesi 37
3.2.9 Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsü 3B Modelinin Web Tabanlı Sunumu 41
3.3 Bulgular ve Tartışma 49

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER 53

KAYNAKLAR 57

EK-1

1-1 3B Modellerin Ticari Yazılımlar İle İnternetten Sunumu 63
1-2 3B Modellerin Ücretsiz Yazılımlar İle İnternetten Sunumu 69

EK-2

2-1 Türkiye'deki Uygulamalar 71
2-2 Dünyadaki Uygulamalar 79

ÖZGEÇMİŞ 84

SİMGE LİSTESİ

ha	Hektar
km^2	Kilometrekare
m^2	Metrekare
cm	Santimetre

KISALTMA LİSTESİ

2B	İki Boyutlu
3B	Üç Boyutlu
3G	3rd Generation
ADSL	Asymetric Digital Subscriber Line
AHNZ	Actucel Hoogtebestand Nederland
AÖF	Açık Öğretim Fakültesi
API	Application Programmin Interface
ASCII	American Standart Code for Information Interchange
BIM	Building Information Modelling
CAD	Computer- Aided Design
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CSH	CitySurf Height File
DAS	Doküman Arşiv Sistemi
DEM	Digital Elevation Model
DTM	Sayısal Arazi Modeli
DYS	Doküman Yönetim Sistemi
ED50	European Datum-1950
EUMETSAT	European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites
FDO	Feature Data Objects
GeoVES	3D Geovirtual Environments
GML	Geography Markup Language
GRS80	Geodetic Reference System 1980
GSM	Global System for Mobile Communications
HRSC	High Resolution Stereo Camera
HTML	Hyper Text Markup Language
ICAO	International Civil Aviation Organisation
ISO	International Organization for Standardization
ITRF	International Terrestrial Reference Frame
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
KML	Keyhole Markup Language
LIDAR	Light Detection And Ranging
LOD	Levels of Detail

MODSİMMER	ODTÜ-TSK Modelleme ve Simülasyon Araştırma ve Uygulama Merkezi
NASA	National Aeronautics and Space Administration
ODTÜ	Ortadoğu Teknik Üniversitesinin
OGC	Open Geospatial Consortium
ÖSYM	Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi
SDO	Spatial Data Option
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
TIN	Triangulated Irregular Network
UAVT	Ulusal Adres Veritabanı
USGS	United States Geological Survey
UTM	Universal Transverse Mercator
VDSL	Very High (bit) Rate Digital Subscriber Line
VRML	Virtual Reality Modeling Language
W3C	World Wide Web Consortium
WFS	Web Feature Services
WGS84	World Geodetic System
WIPO	World Intellectual Property Organization
WMS	Web Map Services
www	World Wide Web
XML	Extensible Markup Language
YBM	Yapı Bilgi Modelleri
YL	Yüksek Lisans
YTÜ	Yıldız Teknik Üniversitesi

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Fotorealistik Görselleştirme Örnekleri [(a) Döllner vd., 2006a, (b) Maass vd., 2008 [4]] 7
Şekil 2.2 Tasvirsel Görselleştirme Örnekleri [(a) Döllner ve Asche, 2007 [5], (b) Maass vd., 2008] 7
Şekil 2.3 Özelliklerine Göre Görselleştirme Örnekleri [(a) Buchholz ve Döllner, 2005 [7], (b) Döllner vd., 2006a [8]]. 8
Şekil 2.4 XML Örneği 10
Şekil 2.5 VRML Örneği [URL-6] 11
Şekil 2.6 Geovrml örneği [URL-9] 12
Şekil 2.7 GML örneği (Lee, 2012 [13]). 12
Şekil 2.8 CityGML Örneği [(a) URL-10, (b) Dr. Steidler, 2005]. 13
Şekil 2.9 KML örneği [URL-12]. 14
Şekil 2.10 BIM'in kullanıldığı farklı uygulama alanları [URL-14] 16
Şekil 2.11 CityGML LOD0 ayrıntı düzeyi örneği [URL-16] 18
Şekil 2.12 CityGML LOD1 ayrıntı düzeyi örneği [URL-17] 18
Şekil 2.13 CityGML LOD2 ayrıntı düzeyi örneği [URL-18] 19
Şekil 2.14 CityGML LOD3 ayrıntı düzeyi örneği (Elwannes, 2011 [1]) 20
Şekil 2.15 CityGML LOD4 ayrıntı düzeyi örneği (Elwannes, 2011 [1]) 21
Şekil 3.1 Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Yerleşkesi 25
Şekil 3.2 Çalışmada takip edilen işlem adımları 28
Şekil 3.3 Çalışma alanı hâlihazır haritaları 29
Şekil 3.4 Çalışma alanı vaziyet planı 30
Şekil 3.5 3B modeli oluşturacak objelerin Netcad ortamındaki görünümleri 31
Şekil 3.6 3B modeli oluşturacak objelerin CBS ortamına aktarılmış görünümleri 31
Şekil 3.7 SYM görüntüsü 32
Şekil 3.8 Ortofoto kaplanmış SYM genel görünümü 32
Şekil 3.9 Sayısal arazi modeli 33
Şekil 3.10 3B kampüs modelinin görünümleri 34
Şekil 3.11 3B kampüs modelinde yer alan spor alanlarının yakından görünümü 34
Şekil 3.12 Fotoğraf çekimi [URL-20] 36
Şekil 3.13 Arazide çekilmiş orjinal fotoğraf ve optimize edilmiş fotoğraf 37
Şekil 3.14 İnşaat Fakültesi 2B görünümü (*a*) ve ortofoto üzerine yerleştirilmiş hali (*b*) 38

Şekil 3.15 İnşaat Fakültesi 3B görünümü (*a*) ve ortofoto üzerine yerleştirilmiş hali (*b*) 38
Şekil 3.16 İnşaat Fakültesinin SketchUp ortamına aktarılmış 3B görünümü 39
Şekil 3.17 Cephe kaplama uygulaması tamamlanmış İnşaat Fakültesinin farklı açılardan alınmış görünümleri 40
Şekil 3.18 Cephe ve çatı kaplama uygulaması tamamlanmış İnşaat Fakültesinin farklı açılardan alınmış görünümleri 40
Şekil 3.19 3B modellin farklı açılardan alınmış görünümleri 41
Şekil 3.20 Alan adı sorgulama sayfası görünümü 42
Şekil 3.21 Verilerin internet ortamında depolanması 43
Şekil 3.22 İnternet sitesi arayüz tasarımı genel ayarların yapılması 45
Şekil 3.23 İnternet sitesi arayüz tasarımında sayfa görünümünün oluşturulması 45
Şekil 3.24 Google Earth eklentileri sayfası genel görünümü 46
Şekil 3.25 Google Earth eklentileri ile ilgili kodları gösterir görünümler 46
Şekil 3.26 İnternet sayfası genel görünümü 47
Şekil 3.27 Farklı açılardan alınmış İnşaat Fakültesi 3B model görünümleri 48
Şekil 3.28 Farklı açılardan alınmış Fen Edebiyat Fakültesi 3B model görünümleri 48
Şekil 3.29 Farklı açılardan alınmış Kimya Metalurji Fakültesi 3B model görünümleri 49

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 Davutpaşa Kampüsü Akademik Birimleri 23
Çizelge 3.2 3B Kampüs modelinin oluşturulması kapsamında temin edilen veriler ve yapılan işlemler 26
Çizelge 3.3 3B Kampüs modelinin oluşturulması kapsamında kullanılan yazılımlar ve yapılan işlemler 27
Çizelge 3.4 Çekilen fotoğrafların dağılımı 35
Çizelge 3.5 Dosya boyutu dağıtım tablosu 44
Çizelge 3.6 Bentley 3D CityGIS entegrasyonu (Rinn, 2010 [21]) 66

ÖZET

ÜÇ BOYUTLU KENT MODELLERİ ve İNTERNET ERİŞİMİ

Esra YILDIRIM

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Fatmagül KILIÇ

Son yıllarda özellikle bilgi teknolojilerinde meydana gelen ilerlemeler, bilginin farklı formatlarda toplanabilir ve depolanabilir bir hal alıp Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile kullanıma sunulmasını kolaylaştırmıştır. Benzer şekilde Üç Boyutlu (3B) veri toplama ve görselleştirme teknikleri paralelinde gelişen 3B kent modelleri, günümüzde giderek güçlenen fotogrametri bilimi ile ayrılmaz bir bütün olan CBS'nin tamamlayıcılarından biridir. 3B kent modelleri elde edilen son grafik ürün olmasına rağmen CBS açısından görselleştirmenin ilk noktasını teşkil etmektedir.

Sanal ortamda oluşturulan 3B modeller farklı disiplinler tarafından tıptan kent planlamaya, bilgisayar oyunlarından sanal turizme kadar birçok alanda kullanılmaktadır. 3B kampüs modeli olarak anılan modellerde kent modellerinin bir parçasıdır. İki Boyutlu (2B) veya 3B olan bu modeller üniversite tanıtımından, planlamaya birçok alanda kullanılmakla beraber üniversitedeki yaşamın sürdürülebilir olmasına da katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmada, Yıldız Teknik Üniversitesi (YTÜ) Davutpaşa Kampüsünün 3B modelinin oluşturulması ve bu modelin internetten sunulması hedeflenmiştir. Çalışmada hâlihazır haritalar, planlar, hava fotoğrafları, uydu görüntüleri ve ortofotolar ile arazide çekilen fotoğraflar kullanılmıştır. Takip edilen işlem adımları; verilerin temini ve düzenlenmesi, CBS ortamına aktarılması, sayısal yükseklik modelinin (SYM) oluşturulması, binaların kat yüksekliklerine göre üçüncü boyuta yükseltilmesi, bina cephelerinin gerçek cephe fotoğraflarıyla kaplanması, yol, ağaç vb diğer objelerin görselleştirilmesi ve

tamamlanan 3B modelin internetten sunulması şeklindedir. Burada temin edilen verilerin düzenlenmesi ve revize edilmesi uygulamalarında Microstation ve NetCAD gibi CAD tabanlı yazılımlar kullanılmış, sistemin kurulması ArcGIS yazılımı ArcCatalog, ArcMap Ve ArcScene arayüzleri ile gerçekleştirilmiş, 3B model SketchUp programında görselleştirilmiş ve websiteX5 evolution yazılımı ile hazırlanan internet sitesi üzerinden web tabanlı sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: 3B Modelleme, 3B Kampüs Bilgi Sistemi, Web Tabanlı CBS

ABSTRACT

THREE-DIMENSIONAL URBAN MODELS AND INTERNET ACCESS

Esra YILDIRIM

Department of Geomatics Engineering

Master Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Fatmagül KILIÇ

Technological advances in recent years, especially the ones in information technology, have facilitated acquisition of information in different formats and storage thereof and provision of same thanks to Geographic Information Systems (GIS). Similarly, 3D urban models developed in parallel with three-dimensional (3D) data acquisition, and visualization techniques are the complementary components of GIS which is an integral whole with the increasingly developing science of photogrammetry. 3D urban models, albeit being the latest graphic products obtained, constitute the first step of visualization in terms of GIS.

3D models created in a virtual environment are employed in many fields through different disciplines such as medicine, city planning, computer games and virtual tourism. Models referred to as 3D urban models are a part of the urban model. These models that are two (2D) or three (3D) dimensional are used in many fields from university presentation to planning as well as the contribution thereof to university life.

In this study, it is aimed to create the 3D model of Yıldız Technical University's (YTU) Davutpaşa campus and broadcast same via the internet. The study has been carried out through employment of ready maps, plans, aerial photographs, satellite images and photographs taken in the field by orthophotos. The steps followed in the process are as follows: data gathering and editing, transfer of foregoing to GIS environment, creation of digital elevation model (DEM), creation of three dimensional view of buildings through computations incident to floor height thereof, covering the facades

of buildings with actual facade photographs thereof, visualization of roads, trees and other objects and broadcasting of the completed 3D model via the internet. CAD-based software such as Microstation and NetCAD were employed in editing and revision of the data provided and the system was built by virtue of interfaces such as ArcGIS software, ArcCatalog, ArcMap and ArcScene while the 3D model was visualized thanks to SketchUp program and broadcasted as a web-based application via the internet Web site created by the websiteX5 evolution software.

Keywords: 3D modeling, 3D Campus Information System, Web-Based GIS

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

İçinde bulunduğumuz çağın bilgi çağı olduğu düşünüldüğünde, bilginin en etkin şekilde kullanılmasını, doğru, güncel ve hızlı olarak temin edilen bilgilerle bilgisayar teknolojilerinin, bilginin önem ve kullanımı konusunda yeni boyutlar ortaya çıkarmasını doğal karşılamak gerekir. İki boyutlu mekânsal veri kullanımı, özellikle mekânsal verinin çeşitli harita servisleri üzerinden çevrimiçi (online) sunumu ile günlük yaşantımıza birçok kolaylık sağlamış ve hayatımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir.

Mekânsal bilişim teknolojilerindeki gelişmelerin beraberinde getirdiği görsel araçlar ve gelişmiş görselleştirme tekniklerine yönelik araştırmalardaki artış başta arazi ve emlak yönetimi, kent ve ulaşım planlaması, su ve ulaştırma yapılarının tasarımı, savunma sanayi uygulamaları, altyapı sistemleri ile bina ve tesislerin yönetimi, lojistik hizmetlerin idaresi ve benzeri birçok alanda 3B mekânsal veriye olan gereksinimi de arttırmıştır. Çünkü 3B olarak görselleştirilmiş mekânsal veriler kullanıcıların bilgiyi daha hızlı, daha kolay ve daha doğru bir şekilde algılamasını sağlamaktadır. Tüm bu gereksinimler 3B sistemlerin yanısıra bu sistemlerin sunumunu sağlayan, günlük yaşantımızı ve hayatımızı kolaylaştıran 3B mekânsal web tarayıcılarıda gündeme getirmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışma ile; planlama, yönetim ve tanıtım uygulamalarında üniversite yetkililerinin kullanabileceği, öğrenci ve öğretim elemanlarının yararlanabileceği, ÖSYM'nin ve Açık Öğretim Fakülteleri'nin yaptığı sınavlarda sınava girecek adayların, tercih aşamasında

kampüsü merak eden öğrenci ve velilerin faydalanabileceği “YTÜ Davutpaşa Kampüsü 3B Modeli”nin oluşturulması ve hazırlanacak internet sayfası üzerinden web tabanlı sunumunun yapılması hedeflenmiştir.

1.3 Hipotez

Etrafımızdaki hiçbir şey iki boyutlu değildir. Her şey üçüncü boyuttan etkilenmektedir. Örneğin herhangi bir şehrin enerji tüketimi doğrudan hava akımları, güneşin yansıma ışınları, gölgeler ve benzeri birçok etmene bağlı olup bina yükseklikleriyle orantılı bir şekilde değişmektedir. Bir başka örnek olarak sel simülasyonu düşünüldüğünde; iki boyutlu sel simülasyonları sadece selden etkilenecek alanlar hakkında bilgi verirken 3B sel simülasyonlarında selden etkilenecek alanların yanı sıra zarar görebilecek katlarında tespiti yapılabilmektedir (Elwannes, 2011 [1]).

Üçüncü boyut sadece analiz çalışmalarında değil, aynı zamanda kent planlama, kentsel gelişim ve benzeri birçok uygulamada da avantaj sağlamaktadır. Bugün birçok ülkede artan nüfusun barınma ihtiyacını karşılayabilmek için hızla yeni binalar inşa edilmekte, karmaşık ve kalabalık kentler ortaya çıkmaktadır. Oysaki inşaa aşamasına geçmeden önce yerleşim alanının 3B modelinin oluşturulması, olumlu olumsuz tüm tespitlerin bu model üzerinden yapılıp çözüm yoluna gidilmesi, daha sağlıklı kentlerin oluşmasını sağlayacaktır. Benzer durum kampüsler için de geçerlidir. Bu çalışmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır.

- Gerçeğe yakın görünümde bir 3B model nasıl hazırlanabilir?
- Hazırlanan model internetten nasıl sunulabilir?
- Bu konu ile ilgili teknolojiler, uygulamalar nelerdir?
- Kampüs için 3B bir modelin katma değeri ne olacaktır?

BÖLÜM 2

3B MODELLEME VE STANDARTLAR

2.1 3B Modelleme

3B modelleme; bir nesnenin bilgisayar ortamında matematiksel olarak vektörel bir formatta oluşturulmasıdır. Ortaya çıkan ve 3 boyutlu model olarak ifade edilen ürün; model alınan nesnenin geometrik bir temsilidir [URL-1]. Bir objenin bilgisayar ortamında sanal modelinin hazırlanmasında ölçülerden ve bilgisayar grafiği tekniklerinden yararlanılır. Oluşturulan modele farklı renk, doku, parlaklık, şeffaflık gibi değişik görüntü formları atanabilmektedir. 3B modelleme günümüzde bilgisayar oyunlarından endüstriyel tasarıma, mimari alanlardan reklam sektörüne birçok uygulamada yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. 3B modellerin ülkemizde en çok öne çıkan kullanım alanı ise mimari modelleme ile 3B kent modelleridir.

Mimarlık ve inşaat alanında bina bilgi modellerine dek ulaşan 3B modeller yeni bir inşaatın cephe görünümünü gerek müteahhite gerekse onay aşamasında ilgili belediyelere ifade etmede kullanılmakta, yapım aşamasında ise satışa sunulan dairelerin müşteriye ayrıntılı anlatımını sağlayarak henüz sonlandırılmamış bir uygulamadan nasıl bir sonuç elde edileceğini önceden birebir görme fırsatı sunmaktadır.

3B kent modelleri ise yeryüzüne ait doğal ve yapay objelerin dijital ifadeleri olup arazi, bina, bitki örtüsü, yol ve ulaşım sistemleri gibi kent verilerinin konum ve geometrileriyle betimlenmesidir. 3B kent modelleri kent verisinin sunulması, araştırılması, analiz edilmesi ve yönetilmesi amacıyla günümüzde kentsel planlama, kentsel gelişim, hizmet yönetimi, lojistik, güvenlik, iletişim, afet yönetimi, konuma

dayalı hizmetler, taşınmaz değerleme, pazarlama, tanıtım ve eğitim gibi pek çok alanda kullanılmaktadır.

3B kent modellerinde kullanılacak verileri grafik (geometrik) ve sözel veriler olarak incelemek mümkündür.

Grafik veriler; objeleri fiziksel olarak betimlemek için kullanılan verilerdir. Bu veriler ESRI .shp, MapInfo .mif, NETCAD .ncz ve XML (GML) vb dosyalarda yada ESRI Geodatabase, Oracle Spatial veya PostGIS veritabanlarında depolanabilmektedir. Objenin mevcut durumunun yanısıra geçmiş ve gelecekte oluşabilecek durumları da sistemlerde depolanabilmektedir.

Sözel veriler; objelerin çeşitli özelliklerini belitmek için kullanılan verilerdir. Bir yapının türü, kat adedi, yapı elemanının malzemesi gibi özellik verileri ile yapının yaşı veya bir bölgenin sıcaklığı, bölgedeki güneşlenme/gölgelenme durumu gibi zamansal özellikleri örnek olarak verilebilir.

Mobil harita üretimi, eğik fotoğrafların kullanımı, doku kaplama teknikleri, CityGML gibi teknik ve standartlar 3B CBS'nin gelişmesini sağlamış ve 3B kent modellerinin kullanımını arttırmıştır. 3B kent modelleri görsel amaçlı kullanımlarının yanı sıra planlama, internet ortamından bilgilendirme amaçlı da kullanılmaktadır.

3B modellemede kullanılan yazılımlar EK-1'da, bu yazılımlar kullanılarak oluşturulmuş çeşitli 3B model uygulamaları ise EK-2'de sunulmuştur.

2.2 Kent Modellerinin 3B Görselleştirilmesi

Bir objenin tasarım, uygulama ve uygulama sonrasında, insan zihninin algılayabileceği tarzda semboller, benzetişim ve animasyonlarla düzenlenerek 2B veya 3B modellere dönüştürülmesine canlandırma (visualisation) denir (Goldermans ve Hoogenboom, 2000 [2]).

Görselleştirme daha etkin iletişim kurabilme, daha doğru kararlar verebilme ve doğru sonuçlar elde etmede önemli bir yere sahiptir. Çünkü görselleştirmenin temel konusu görsel algılamada yaşanan karmaşanın ortadan kaldırılması, algılanabilirliğin arttırılmasıdır.

Sanal 3B kent modelleri; kente ait mekansal veriler ile konumsal verileri aynı çatı altında toplayıp sunumunu sağlayan sanal şehirlerdir. Başka bir deyişle bu modeller; modelin içeriği ve kullanıcıları arasında interaktif arayüz olarak hizmet veren 3B sanal ortamlar (3D Geovirtual Environments – GeoVES) olarak da düşünülebilir. Temel olarak bu modeller; sayısal arazi modelleri (DTM), bina modelleri, cadde-sokak modelleri ve yeşil alan modellerini içermektedirler. Kullanıcısına sunduğu coğrafi bilgilerin keşif, analiz, yönetim ve depolama gibi özelliklerinden dolayı 3B CBS uygulamalarında önemli bir yere sahiptir (Döllner vd., 2006 [3]). Ancak turizm, tanıtım gibi görselliğin ön planda olduğu uygulamalarda sadece modelin oluşturulması çoğu zaman yeterli değildir. Bu tür uygulamalarda modele, rendering adı verilen görselleştirme uygulamaları neticesinde atanan farklı renk, doku, parlaklık, şeffaflık gibi değişik görüntü formları ile orjinalinden ayırt edilemeyecek kadar gerçekçi bir görünüm kazandırmak mümkündür.

Mühendislik üretiminde sonuç ürün olan 3B kent modelleri aslında CBS'nde altlık oluşturacak ilk görsel üründür. İki boyutlu olarak tasarlanan CBS; kentlerin yönetilmesini ve her türlü eğitsel, sosyal ve kültürel hizmetlerin etkin bir şekilde verilmesini sağlamak amacıyla gerek duyulan bilgilerin; bilgisayar ortamına aktarılmasına, bu bilgilere hızlı ve sistematik biçimde erişim ve işleme imkânı sağlamasına rağmen çoğu zaman bilgiler kullanıcılar tarafından kolaylıkla algılanamamaktadır.

Diğer yandan 3B modelleme teknikleri; haritalara gerçek görüntü kazandırılabilmekte, sanal gerçeklik kavramı ile bilgisayar ortamında oluşturulan dünyalar içerisindeki objelere farklı perspektiflerden bakabilme ve hatta bu objeler arasında gezinti ve uçuş yapabilme imkânı oluşturmaktadır. Oluşturulan bu sanal ortamların en önemli ürünlerinden biri olan sanal kentlerde; arazi, bitki örtüsü, binalar, yollar gibi temel objeler yer almaktadır. Binalar, CBS için temel veri kaynağı olmakla beraber kent planlaması, altyapı gelişimi, haberleşme hatlarının kurulumu, doğal afet planlaması ve benzeri birçok kentsel uygulamada kullanılmaktadır.

Gelişen teknolojilerinde katkısıyla tüm bu çalışmalar günümüzde ileri bir seviyeye ulaşmış, yapay zekâ ve sanal gerçeklik kavramlarının 3B uygulamaların bileşenleri haline gelmesini sağlamıştır. Yine günümüzde kentsel planlamada 3B tasarımlar yaygın

olarak kullanılan uygulamalardandır. 3B kent modelleri görsel amaçlı kullanımlarının yanı sıra internet ortamından bilgilendirme amaçlı da kullanılmaktadır.

3B kent modellerinin oluşturulmasında kullanım alanları göz önünde bulundurularak genelden özele farklı seviyelerde modelleme olanağı sunan bir yaklaşım tercih edilmelidir. Örneğin; büyük ölçekli kentsel planlama çalışmalarında arazi modeli üzerine yerleştirilmiş 3B bina katı modelleri veya tematik sunumlar yeterli iken daha küçük ölçekli ilçe ve mahalle bazlı uygulamalarda kullanılacak bina modellerinde dış mekân objeleri belirginleştirilmeli, kentin bir parçası olan tarihi yapılarında modelde tüm ayrıntılarını yansıtan gerçekçi görünümleriyle yer alması gerekmektedir (Döllner vd., 2006 [3]).

3B kent modelinde binaların gerçeğe yakın modellenerek cephe fotoğraflarıyla desteklendiği görünümler "fotorealistik görselleştirme" olarak adlandırılmaktadır. Böylece mevcut doku modele yansıtılmış olur. 3B görselleştirme kalitesi, oluşturulan model ile fiziksel gerçeklik arasındaki benzerlik ile doğru orantılıdır. Modelin cazibesi modeldeki detay miktarıyla orantılı olduğundan gösterimde obje detaylarına yer verilmesi, daha gerçekçi bir görünüm elde edilebilmesi için de bitkilerin 3B olarak modele eklenmesi gerekmektedir. Yüksek derecede gerçekçi gösterime ihtiyaç duyan uygulamaların başında turizm ve tanıtım amaçlı uygulamalar gelmektedir. Ayrıca tarihi eserlerin korunması, restorasyonu ve kayıp olanların sanal olarak yeniden oluşturulması gibi önemli kullanım alanları da bulunmaktadır. Şekil 2.1 (a)'da bir kentin, (b)'de tarihi bir yapının fotorealistik görselleştirme ile oluşturulmuş turizm amaçlı 3B modelleri görülmektedir.



a *b*

Şekil 2.1 Fotorealistik Görselleştirme Örnekleri [(a) Döllner vd., 2006a, (b) Maass vd., 2008 [4]]

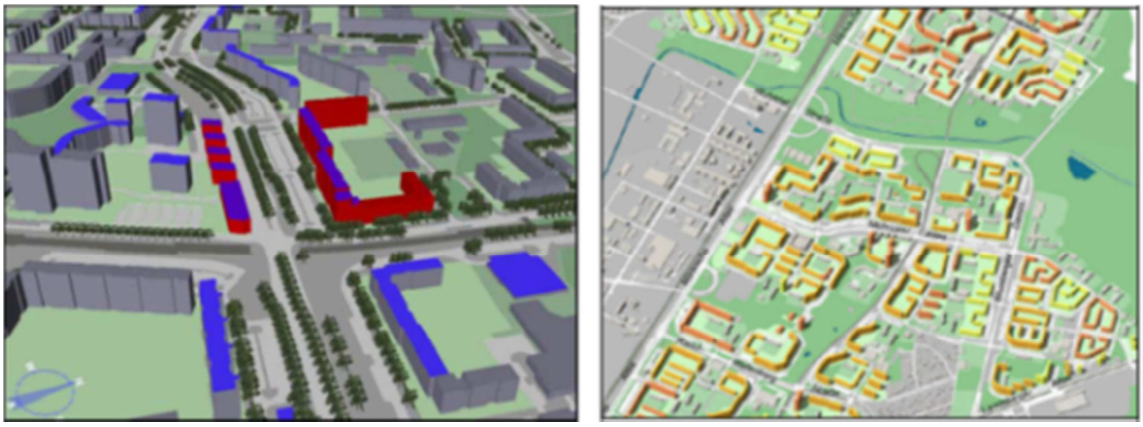
Tasvirsel Görselleştirme; 3B modelin, fotorealistik görselleştirmede sorun teşkil eden fotoğraftaki gereksiz veya ayırt edilemeyen detaylardan arındırılarak, görsel gerçekliğin algılanmasını kolaylaştıran ışık, doku, renk, biçim, gölgelendirme ve tonlama gibi unsurlar kullanılarak oluşturulmasıdır. Böylece 3B modelde amaca yönelik detaylar vurgulanmış, karmaşa önlenmiş olur. Kentin betimlenmesi, geleceğe yönelik kestirimler ve geleceğin planlanmasını olanaklı kılan bu yöntem genellikle kent bilgi sistemleri, kentsel karar verme ve kent planlama uygulamalarında kullanılmaktadır. Şekil 2.2 (a)'da bir kentin, (b)'de tarihi bir yapının tasvirsel görselleştirme ile oluşturulmuş 3B modelleri görülmektedir.



a *b*

Şekil 2.2 Tasvirsel Görselleştirme Örnekleri [(a) Döllner ve Asche, 2007 [5], (b) Maass vd., 2008]

Özelliklere Göre Görselleştirme; Analiz ve bilgi çıkarımı uygulamalarında, kent planlama çalışmalarında genellikle binaların görsel ayrıntıları yerine gösterimde bina türü, kat adedi, kullanım amacı gibi sözel bilgileri kullanılarak oluşturulmuş basit, üç boyutlu şekillerle ifade edilen 3B modelleri kullanılmaktadır. Aslında burada 3B kent modeli, kapsamlı bir şekilde mekânla ilgili bilgi iletmek için kullanılan bir araçtır (Müller ve Schumann, 2002 [6]). Örneğin 3B bir kent modeli üzerinde yapıların kat adedi, bina kullanım amacı, elektrik, doğalgaz, su kullanımı gibi bilgiye dayalı özellikleri doğrultusunda renklerle ifade edilmesi. Şekil 2.3'de tematik veriler kullanılarak bina yapı türü öznitelik bilgileri doğrultusunda renklendirilmiş 3B kent modeli ile binaların depreme karşı dayanıklılığını gösteren 3B kent modeli örnekleri görülmektedir.



a *b*

Şekil 2.3 Özelliklerine Göre Görselleştirme Örnekleri [(a) Buchholz ve Döllner, 2005 [7], (b) Döllner vd., 2006a [8]]

2.3 3B Modellemede Standartlar

Sanal 3B kent modelleri; 3B modellerin bilgisayar ortamında temsil ve değişimi açısından sadece CBS bağlamında değil aynı zamanda mimarlık, mühendislik, inşaat, proje yönetimi (AEC / FM) gibi alanlarda da incelenmiştir (Kolbe, 2009 [9]). Veriler, ihtiyaç duyulduğunda 3B olarak ifade edilebilmeli, geometrik ve sözel içeriğinde veri kaybı olmaksızın bir yazılımdan başka bir yazılıma dönüştürülebilmelidir. 3B modelleme konusunda yapılan araştırma ve çalışmalar sonucu, VRML (Virtual Reality Modeling Language – Sanal Gerçeklik Modelleme Dili), X3D, KML (Keyhole Markup Language) ve CityGML gibi modeller geliştirilmiştir (Goetz ve Zipf, 2010 [10]).

Mekânsal bilginin görselleştirilmesini ve internet ortamında paylaşılmasını sağlamak amacıyla W3C (World Wide Web Consortium) ve OGC (Open Geospatial Consortium) tarafından geliştirilen bu dillerin ilerlemesi ve belli standartlara erişmesi için bağımsız kuruluşlar tarafından yürütülen çalışmalar devam etmektedir.

Web tabanlı mekânsal veritabanı sistemleri; World Wide Web (www) protokollerini kullanarak internet üzerinden erişim özelliğiyle tasarlanmış sistemlerdir.

Web; 1993 yılında Avrupa Laboratuvarları tarafından dev bir bilgi toplayıcısı, global dosya sunucusu olarak tasarlanmıştır. Web üzerindeki bir bilgi deposu; web sitesi, web sunucu yada portal olarak adlandırılır. Benzersiz bir IP adresi ve alan adı ile tanımlanır. Web sitesi HTML veya ilişkili biçimlendirme dillerinden biri kullanılarak tasarlanmış web sayfasını içerir. En temel haliyle bir web sayfası HTML komutlarını içeren etiketler ("tags") olarak bilinen bir ASCII metin dosyası olup diğer web sayfaları veya metin tabanlı belgeleri, grafikler ve görüntüleri kapsayan kaynakları, yüklenebilir dosyaları, program uygulamalarını ve servisleri içerir (Yeung ve Hall, 2007 [11]).

OGC; 1994 yılında kurulmuş, yazılımdan ve donanımdan bağımsız uluslararası veri paylaşım standartları üzerinde çalışan bir konsorsiyumdur. Dünya üzerinde hükümetler, akademik ve sivil çevrelerden oluşmak üzere yaklaşık 440 üyesi bulunmaktadır. Web tabanlı mekânsal veritabanı teknolojisindeki hızlı büyümenin sonucu olarak verilerin internet ortamında görselleştirilmesi, sunulması, değiştirilmesi gibi işlemler için uygulamaya yönelik standartlar belirlemektedir [URL-2].

W3C; 1994 yılında birlikte işlerliği sağlamak ve web ortamını geliştirmek amacıyla teknik yapı ve genel protokollerin gelişimini koordine etmek üzere kurulmuştur. W3C dünya üzerinde yaklaşık 350 üye kuruluşa sahiptir. Çeşitli spesifikasyonlar, açık kaynak kodlu yazılım ve onay servisleri gibi hizmetler sunmaktadır. Bunun yanı sıra çeşitli ulusal ve uluslararası standartlar ve düzenleyici kurumlar ile işbirliği yapmıştır. Teknik web standartlarının geliştirilmesinde ISO ile birlikte çalışmıştır. WIPO (World Intellectual Property Organization) protokollerinin oluşturulması ve gizliliğinin korunmasında etkin bir rol almıştır (Yeung ve Hall, 2007 [11]).

Web3D; Aslında bir sanayi birliği olan web3d konsorsiyum, açık kaynak kodlu yazılımlarla, uluslararası standartlara uygun web tabanlı 3B veri yayını ve

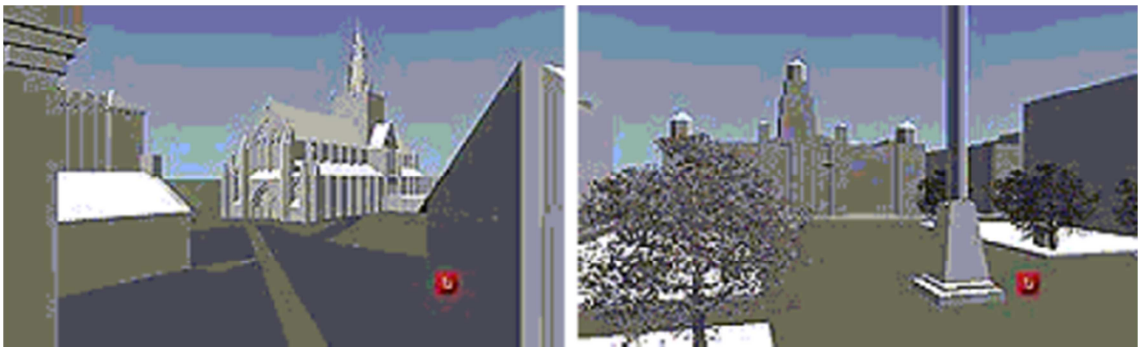
entegrasyonunu sağlamak amacıyla 3B dosya formatları ve spesifikasyonları geliştirmektedir. Bu standartların geliştirilmesinde ISO ve W3C ile birlikte çalışmaktadır [URL-3].

XML (Extensible Markup Language – Genişletilebilir İşaretleme Dili); W3C organizasyonu tarafından HTML kısıtlamalarını ortadan kaldırıp, biçim bilgilerinin bir web sunucuda görüntülenebilmesini sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Kişilerin kendi sistemlerini oluşturabilecekleri, kendi stillerini tanımlayarak çok daha rahat ve etkin programlama yapabilecekleri ve bu belirlenen etiketleri kendi yapıları içerisinde standardize edebildikleri esnek, genişleyebilir ve kolay uygulanabilir bir dildir. Kısacası XML; yapısı tamamen kullanıcı tarafından oluşturulan bir etiketleme dilidir. Farklı tip verileri aynı ortamda tutabilme, bu verilere hızlı, kolay ve ortamdan bağımsız erişim imkânı sunabilme gibi özelliklerinin yanısıra video, resim, .pdf, metin ve benzeri kendi dosya biçiminden bağımsız kullanımı mümkün olmayan verilerin kullanılması ve sorgulanmasını da hiyerarşik bir yapı içerisinde sağlanabilmektedir [URL-4]. Şekil 2.4'de YTÜ 3B Davutpaşa Kampüsü Projesi Kapsamında hazırlanan modellerin web tabanlı sunum için xml formatına dönüştürülmesi görülmektedir.



Şekil 2.4 XML Örneği

VRML; Web 3D konsorsiyum tarafından 3B sanal modellerin internet üzerinden sunulmasını sağlamak amacıyla geliştirilen bu formatın ilk sürümü Kasım 1994 yılında tanımlanmıştır. Renk, materyal, doku ve benzeri 3B modeli oluşturmak için gerekli olan tüm bilgiler basit bir metin dosyası içerisine yazılarak kullanılmaktadır. .wrl dosya uzantısına sahiptir. Bu VRML dosyası bir HTML sayfasına kaydedilerek VRML görüntüleme eklentileri yardımıyla web üzerinden görüntülenmektedir. Böylece 3B animasyon ve modellerin etkileşimli olarak internet ortamından sunulmasını sağlamaktadır. Günümüzde en işlevsel olarak kullanılan sürümü tamamlanmış olan VRML97'dir. Web3D konsorsiyum artık VRML yerine X3D standardını geliştirmektedir [URL-5]. Şekil 2.5'de Strathclyde Üniversitesi'nde ABACUS grubu tarafından geliştirilen VRML formatlı Glasgow şehir rehberinden görünümler bulunmaktadır.

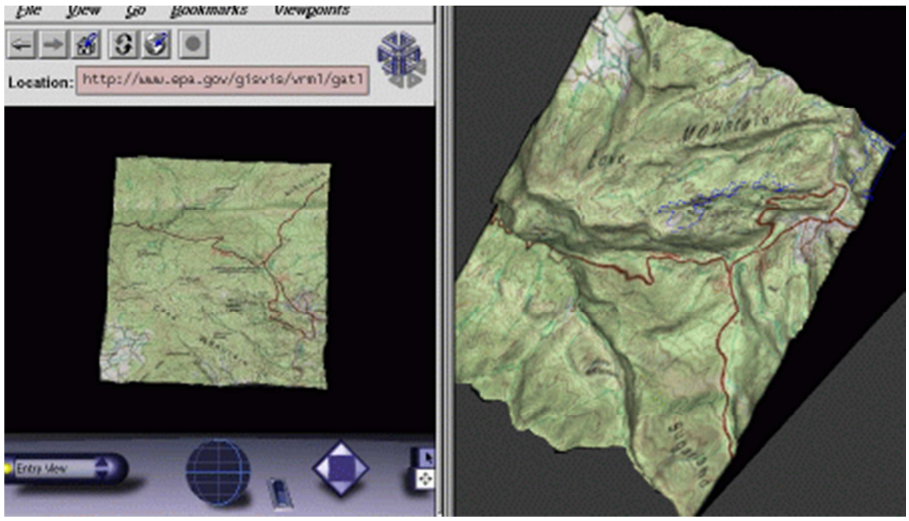


Şekil 2.5 VRML Örneği [URL-6]

X3D; Web 3D konsorsiyum tarafından geliştirilmektedir. Açık ISO standartlarına sahip, XML tabanlı 3B dosya biçimidir. 3B verinin web tabanlı uygulamalarda dahil olmak üzere tüm uygulamalarda gerçek zamanlı iletişimini sağlamaktadır. Bilgisayar destekli tasarım, simülasyon, eğlence, görselleştirme gibi birçok alanda kullanılabilecek zengin özelliklere sahiptir. VRML'ye ek olarak getirdiği nurbs, GeoVRML gibi yenilikler, sahneleri kodlamak için XML söz dizimi ve Open Inventor tipi VRML97 söz dizimi desteği ile geliştirilmiş uygulama programlama arayüz desteği (API) sayesinde aslında VRML'nin gelişmiş halidir [URL-7].

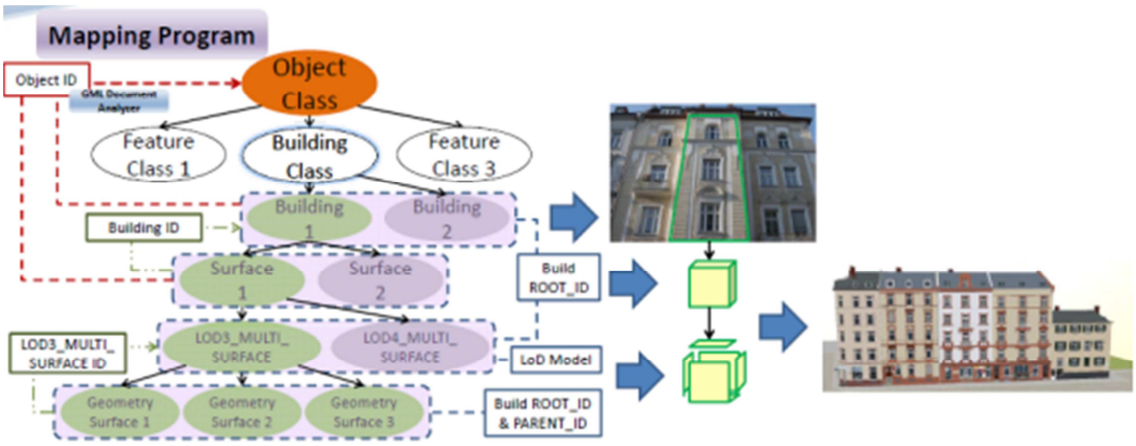
GeoVRML; Web 3D konsorsiyum tarafından 27 Şubat 1998 tarihinde geliştirilmiştir. Amaç; VRML dili kullanılarak referanslandırılmış verilerin, haritaların veya 3B arazi modellerinin bir kullanıcı tarafından VRML eklentisi ile kendi web tarayıcısını kullanarak internet üzerinden görüntülenmesini sağlamaktır [URL-8]. VRML, bir ISO standardı, bir

modelleme dili iken GeoVRML, web tabanlı 3B teknolojiler için geliştirilmiş bir VRML sürümüdür. Şekil 2.6'da Geovrml uygulaması ile yapılmış görünümler görülmektedir (Rhyne, 1999 [12]).



Şekil 2.6 Geovrml örneği (URL-9)

GML; OGC tarafından vektör verilerin modellenmesi, taşınması ve depolanması için geliştirilmiş XML tabanlı bir dildir. ISO tarafından 2007 yılında kabul edilmiştir. XML tabanlı olması kullanıldığı ortamda veri gösterim kolaylığı sağlamaktadır. GML deki detay kavramı oldukça geniş olup vektör verilerin geometri, topoloji, koordinat sistemi gibi coğrafi özelliklerinin yanı sıra raster verilerinde internet ortamında tanımlanmasını sağlamaktadır. Mekânsal veritabanları arasında veri paylaşımı ve GML ortamında koordinat dönüşümü mümkündür. Şekil 2.7'de Gml uygulaması ile yapılmış görünümler görülmektedir.



Şekil 2.7 GML örneği (Lee, 2012 [13])

CityGML; Sanal 3B kent modellerinin sunumu ve değişimi için açık kaynaklı bir veri modelidir. XML tabanlı bir formattır ve GML3 sürümüne dayanmaktadır. CityGML ve daha önce belirtildiği gibi GML3 uluslararası standartlardan olan OGC ve ISO TC211 tarafından geliştirilen standartlardandır.

Binalar, bitkiler, sayısal arazi modelleri ve benzeri 3B mekânsal objelerin gösteriminde kullanılan ortak bilgi modeli olan CityGML 3B kent modellerini oluşturan 3B kent objeleri ve bu objeler arasındaki ilişkileri sadece şekil ve grafik görünümüyle değil aynı zamanda tematik ve semantik özellikleri doğrultusunda da tanımlanmaktadır.

Açık bir standart olma özelliğinden dolayı ücretsiz olarak kullanılabilmektedir. Aynı veritabanında farklı verilerin depolanabilmesi, analiz ve görselleştirme işlemlerinin hızlı ve kolay yapılabilmesi için LOD (Levels of Detail - Ayrıntı düzeyi) kavramı geliştirilmiş ve kent modelleri 5 farklı detay seviyesinde incelenmiştir. Günümüzde OGC, 3B kent modellerinin standartlarının oluşturulması çalışmalarını CityGML ile paralel olarak sürdürmektedir (Kolbe, Gröger and Plümer, 2005 [14]). Şekil 2.8 (a)'da CityGML kullanım alanları, (b)'de farklı ayrıntı düzeylerinde görüntülenmiş 3B kent modeli görülmektedir.



a

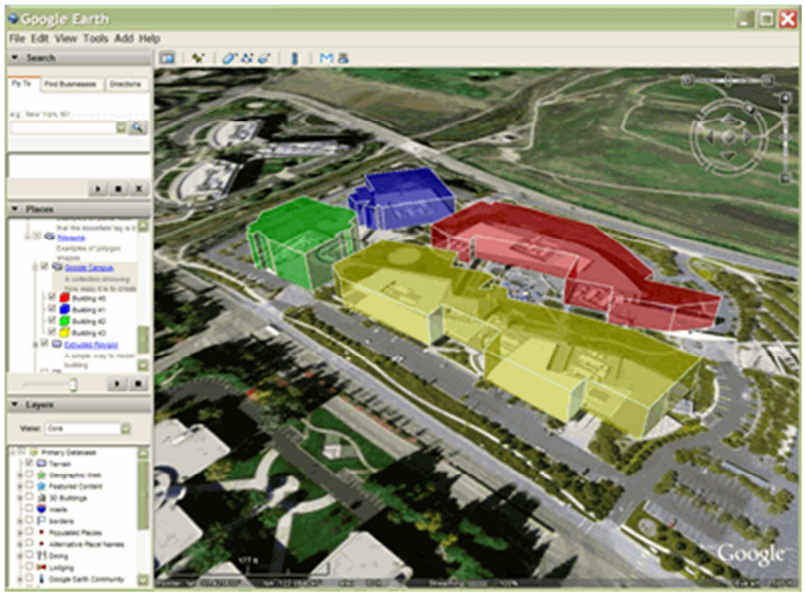


b

Şekil 2.8 CityGML Örneği [(a) URL-10, (b) Dr. Steidler, 2005]

KML; Nokta, çizgi, görüntü, çokgen ve modeller gibi coğrafi verileri depolamak ve modellemek veya Google Earth, Google Maps, NASA Worldwind, ESRI ArcGIS Explorer, Adobe Photoshop, AutoCAD ve Yahoo gibi birçok uygulamada, 2B haritalar veya 3B sanal küreler üzerinde görüntülemek için kullanılan, bir XML dosyası biçimidir. 2004

yılında geliştirilmiştir. KML verileri Google Earth kullanıcı arayüzü ile oluşturulabileceği gibi bir XML veya basit bir metin yazılımı kullanılarak da oluşturulabilmektedir. HTML ve XML dosyaları web tarayıcılar tarafından nasıl görüntüleniyorsa bir KML dosyası da Google Earth gibi sanal küreler üzerinde benzer şekilde görüntülenmektedir. KML'nin de HTML gibi belirli görüntüleme amaçları için kullanılan, etiketlere dayalı, adlar ve öznitelikleri içeren bir yapısı vardır. Böylece Google Earth, KML dosyalarının tarayıcıları olarak işlev görmektedir. KML dosyasının sıkıştırılmış sürümü olan KMZ dosyaları da Google Earth tarafından görüntülenebilmektedir [URL-11]. Günümüzde KML; bilim adamları, öğrenci ve öğretmenler, organizasyonlar/kuruluşlar gibi gerek farklı meslek gurubundaki kullanıcılar gerekse bireysel kullanıcılar tarafından sağladığı harita ve modeller ile volkanik püskürmeler, su ve mineral rezervleri, yerkabuğu hareketlerinin araştırılması, tarihi ve güncel yer ve olayların keşfi, mekânların 3B görselleştirilmesi gibi birçok farklı uygulamada kullanılmaktadır. Şekil 2.9'da KML uygulaması ile yapılmış kampüs görünümleri görülmektedir.

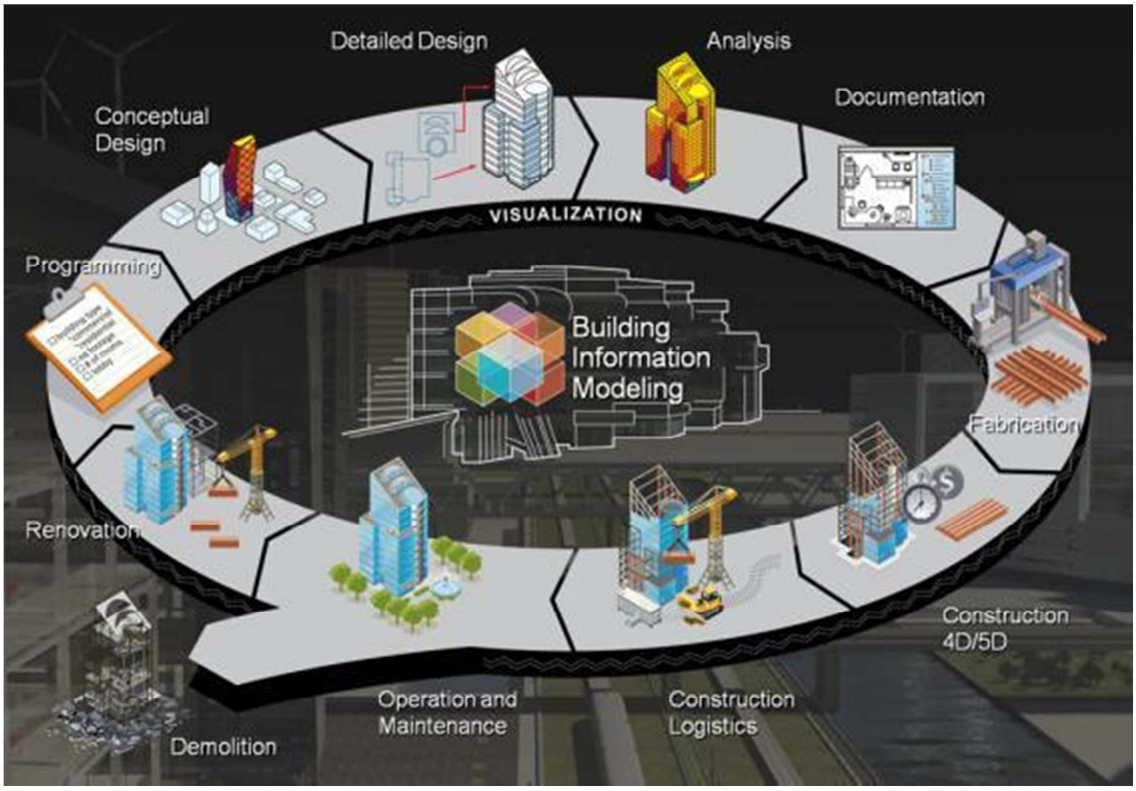


Şekil 2.9 KML örneği [URL-12]

BIM; Klasik bina tasarımları büyük ölçüde iki boyutlu çizimlere dayalıdır. BIM (Building Information Modelling – Bina Bilgi Modelleri) ise bu yaklaşımı genişlik, yükseklik ve derinliğin yanı sıra zaman, maliyet gibi analizlerle üçüncü boyutunda ötesine taşımaktadır. Sonuç olarak BIM, geometrinin yanı sıra mekânsal ilişkileri, coğrafi bilgi ile

yapı elemanlarının miktar ve özelliklerini de içermektedir. BIM'de objeler parametriktir ve diğer objelerle komşuluk ilişkisi içinde tanımlanırlar.

BIM bina yaşam döngüsü içerisinde maliyet yönetimi, proje yönetimi, inşaat yönetimi gibi süreçleri göstermek için de kullanılabilir. Kısacası BIM, Şekil 2.10'da da görüldüğü gibi, bir binanın yaşam döngüsünün en başındaki fizibilite ve tasarım aşamasından söküm ve yıkım aşamasına kadar olan süreci kapsamakta ve tüm bu aşamalarda bina elemanlarının 3B geometrilerini ve bu geometrilere ait farklı sözel bilgileri kullanıcılara sunmaktadır [URL-13].



Şekil 2.10 BIM'in kullanıldığı farklı uygulama alanları [URL-14]

Günümüze gerçekleştirilen bilimsel araştırmalar bina bilgi modellerinde depolanan geometrik ve sözel verinin, mekânsal veri modelleri ile ifade edilebilecek bir forma dönüştürülebilmesine olanak sağlamıştır. Ancak BIM'den meksansal veri modellerine dönüşümde, hem geometrik hemde sözel olarak sorunla karşılaşıldığıda belirtilmektedir. Çünkü binaların ayrıntılı geometrik modellerini oluşturmada üretim/yapım sürecini desteklemek için nesne modellemeyi amaçlayan CAD sistemlerinden yararlanılmaktadır. Geometriler, CSG, Sweeping ya da B-Rep

yöntemleriyle modellenmekte ve eğri, spline ve yüzey kaplamalarından oluşmaktadır. Son yıllara kadar, çoğu CAD modeli ise iki boyutlu olarak oluşturulmaktaydı. Buda modellerin nesne yönelimli olması ve semantik bilgiler içermesi açısından gelişkin değildi. Ayrıca bina elemanları arasındaki mekansal ilişkiler modelde tutulmuyordu. Fakat özellikle YBM kavramıyla birlikte nesneleri sözel ve geometrik olarak tanımlama olanağı sağlayan CIS/2 ve IFC modelleri geliştirilmiştir (Isikdag ve Zlatanova, 2009b [15]).

Aslında CityGML ve IFC'de bir çok açıdan oldukça farklıdır. Buradaki temel farklılık, CBS ile YBM ve bilgisayar destekli mimari tasarım (CAD)'daki 3B modellerin üretiminde kullanılan modelleme yaklaşımlarından kaynaklanmaktadır. CBS'de 3B nesneler algılayıcılara özgü çıkartım yöntemlerine dayalı olarak topografik detayların yüzey gözlemlerinden (metrik ölçümlerinden) elde edilirken YBM ise 3B nesnenin nasıl oluşturulduğu ifade eder, üretken modelleme yaklaşımını kullanarak topografyadan çok yapılaşmış çevreye odaklanır [URL-15].

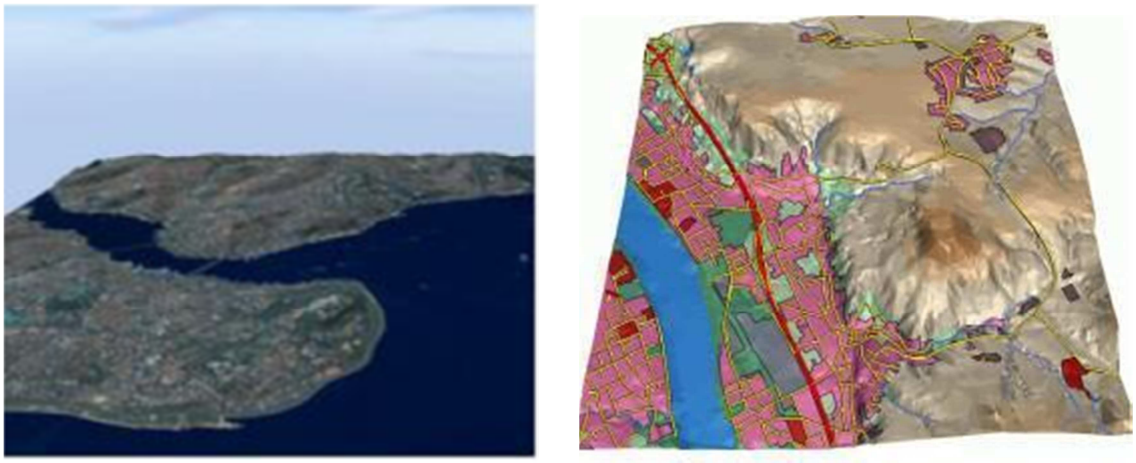
2.4 3B Modellemede Ayrıntı Düzeyleri ve Örnekler

3B kent modelinin sunumunda 3B görselleştirmenin yanısıra 3B verinin toplanması, birleştirilmesi, sunulması ve kullanılması da önemlidir (Dykes, MacEachren ve Kraak, 2005 [16]). Klasik bir 3B kent modeli; bina modelleri, bitki örtüsü ve altyapı elamanlarınıda içeren çok sayıda objeden oluşmaktadır. Etkili bir modelleme işleminde farklı ayrıntı düzeyindeki sunumlar için çokgen miktarı ve doku kaplamalarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Şekil 2.8 farklı ayrıntı düzeylerinde görüntülenmiş 3B kent modeli (b)'de belirtildiği gibi 3B modelin detaylı görünüm sağlamak, tasvirleri belirgin kılmak ve hiyerarşik navigasyonu desteklemek gibi nedenlerden ötürü farklı ayrıntı düzeylerinde temsil edilmesi gerekmektedir.

CityGML kent modellerini LOD adı altında LOD0, LOD1, LOD2, LOD3 ve LOD4 olmak üzere 5 farklı detay seviyesinde incelemiştir.

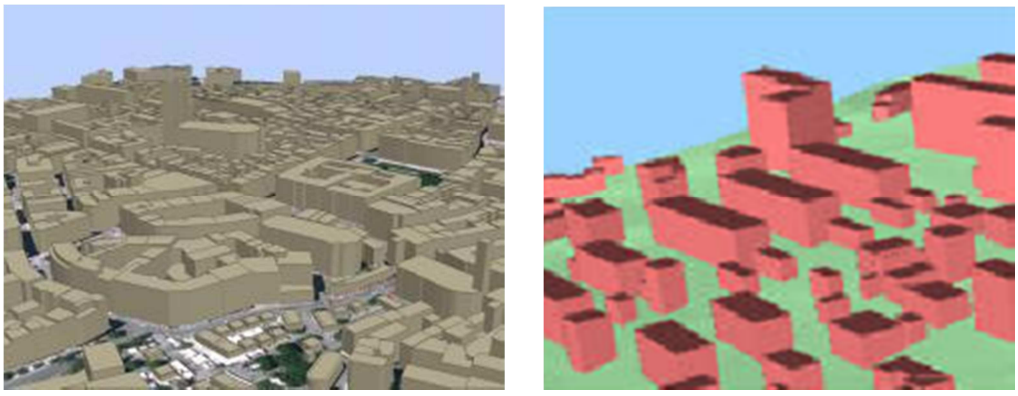
LOD0; Ayrıntının en az olduğu bu düzey il ve bölge bazlı geniş alanların modellerinin oluşturulmasında kullanılır. Yapı donatıları, çatı şekilleri ve saçaklar, kent mobilyaları, ağaçlar, büyük bitkiler ve bitki örtüsü gibi objelerin yer almadığı model yalnızca 3B arazi

modelini içerir. Modeli uydu görüntüsü, ortofoto gibi verilerle desteklemek mümkündür (Gröger vd, 2006 [17]). Şekil 2.11 CityGML tarafından belirlenmiş LOD0 ayrıntı düzeyi farklı uygulama görünümlerini göstermektedir.



Şekil 2.11 CityGML LOD0 ayrıntı düzeyi örneği [URL-16]

LOD1; Basit kent modelemede tercih edilen bu düzey kent ve kent bazlı modellerin oluşturulmasında kullanılır. Yapı donatıları ve saçakların yer almadığı bu model geometrik olarak üçüncü boyuta yükseltilmiş bina modellerini içerir. Modelde çatı şekilleri düz olup önemli dış mekan objeleri, önemli ağaçlar- büyük bitkiler ile en az $50m^2$ lik bitki örtüsü yer almaktadır (Gröger vd, 2006 [17]). Şekil 2.12 CityGML tarafından belirlenmiş LOD1 ayrıntı düzeyi farklı uygulama görünümlerini göstermektedir.



Şekil 2.12 CityGML LOD1 ayrıntı düzeyi örneği [URL-17]

LOD2; İlçe ve mahalle bazlı modellerin oluşturulmasında kullanılan bu düzeyde model, basit yapıdaki çatı şekillerini, prototip dış mekan objelerini, 6m ve daha büyük bitki ve ağaçlar ile $5m^2$ ve daha büyük alanları kaplayan bitki örtüsünü içermektedir. Çatı

çıkıntıları bu düzeyde de yer almamaktadır (Gröger vd, 2006 [17]). Şekil 2.13 CityGML tarafından belirlenmiş LOD2 ayrıntı düzeyi farklı uygulama görünümlerini göstermektedir.



Şekil 2.13 CityGML LOD2 ayrıntı düzeyi örneği [URL-18]

LOD3; Bina balkonları, duvar ayrıntıları gibi bina dış mimari modellerin oluşturulmasında kullanılır. Basit yapıdaki çatı şekillerini, prototip dış mekan objelerini, 2m ve daha büyük bitki ve ağaçlar ile $5m^2$ ve daha büyük alanları kaplayan bitki örtüsünü içeren modelde yapıların dış yüzeylerine yüksek çözünürlüklü fotoğraflar yerleştirilebilmektedir. Saçaklar bu düzeyde de yer almamaktadır (Gröger vd, 2006 [17]). Şekil 2.14 CityGML tarafından belirlenmiş LOD3 ayrıntı düzeyli uygulama görünümünü göstermektedir.



Şekil 2.14 CityGML LOD3 ayrıntı düzeyi örneği (Elwannes, 2011 [1])

LOD4; LOD3 ayrıntı düzeyindeki yapılara oda, merdiven, iç duvarlar, mobilyalar ve benzeri objelerin eklenmesi ile oluşan bina içi mimari modellerin oluşturulmasında kullanılır. Modelde çatı şekilleri, dış mekân objeleri ve yapı donatıları gerçek görünümde olup, saçaklar yer almaktadır. Ayrıca model gerçek görünümdeki veya prototip büyük bitki ve ağaçlar ile $5m^2$ ve daha büyük alanları kaplayan bitki örtüsünü içermektedir (Gröger vd, 2006 [17]). Şekil 2.15 CityGML tarafından belirlenmiş LOD4 ayrıntı düzeyli uygulama görünümünü göstermektedir.



Şekil 2.15 CityGML LOD4 ayrıntı düzeyi örneği (Elwannes, 2011 [1])

BÖLÜM 3

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ DAVUTPAŞA KAMPÜSÜNÜN 3B MODELİNİN OLUŞTURULMASI

3.1 Çalışma Alanı

Yıldız Teknik Üniversitesi'nin Beşiktaş'da Yıldız Kampüsü, Davutpaşa'da Davutpaşa Kampüsü ve Maslak'da Maslak Kampüsü olmak üzere toplam üç kampüsü bulunmaktadır. Tez kapsamında geliştirilecek "3B Kampüs Modeli" uygulaması Davutpaşa Kampüsü'nü konu almaktadır.

Çizelge 3.1 Davutpaşa Kampüsü Akademik Birimleri

FAKÜLTE	BÖLÜM
Eğitim Fakültesi	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Bölümü
	Eğitim Bilimleri Bölümü (YL)
	İlköğretim Bölümü
	Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık Bölümü
	Türkçe Eğitimi Bölümü
Elektrik-Elektronik Fakültesi	Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
	Elektrik Mühendisliği Bölümü
	Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
	Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği Bölümü
Fen Edebiyat Fakültesi	Batı Dilleri ve Edebiyatları Bölümü
	Fizik Bölümü
	İnsan ve Toplum Bilimleri Bölümü
	İstatistik Bölümü
	Kimya Bölümü
	Matematik Bölümü
	Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü (YL)
	Türk Dili ve Edebiyatı Bölümü
İnşaat Fakültesi	Çevre Mühendisliği Bölümü
	Harita Mühendisliği Bölümü
	İnşaat Mühendisliği Bölümü
Kimya Metalurji Fakültesi	Biyomühendislik Bölümü
	Kimya Mühendisliği Bölümü
	Matematik Mühendisliği Bölümü
	Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
Sanat Tasarım Fakültesi	İletişim Tasarımı Bölümü
	Müzik ve Sahne Sanatları Bölümü
	Sanat Bölümü

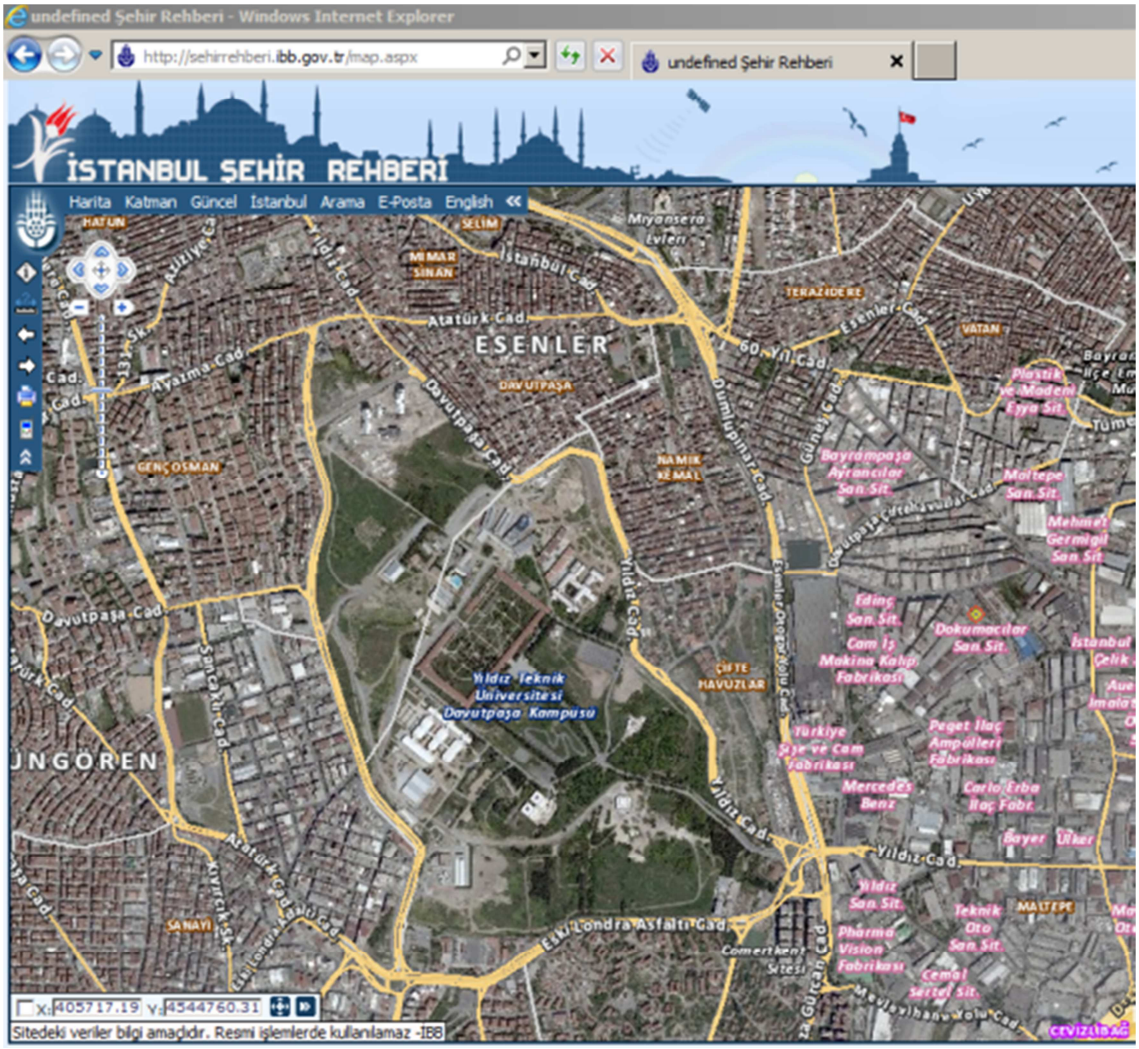
Çizelge 3.1 Davutpaşa Kampüsü Akademik Birimleri (Devam)

FAKÜLTE	BÖLÜM
Yabancı Diller Yüksek Okulu	Modern Diller Bölümü
	Temel İngilizce Bölümü

Günümüzde kampüs olarak kullanılan bu tarihi mekân üniversiteye devredilmeden önce Osmanlı ve Cumhuriyet Dönemleri'nde kışla, Bizans Dönemi'nde de askeri alan olarak kullanılmıştır. Kampüs içerisinde bulunan suyolu, sarnıç, bazı bina kalıntıları ve bunlara ait müştemilatlar bu alanın Bizans Dönemi'ne kadar uzandığını ve o dönemdede askeri alan olarak kullanıldığını gösteren önemli ibarelerdir.

Bölge IV. yy'dan itibaren saray ve askeri törenlere hizmet veren bir alan olmuştur. Bu derece önemli olan bu mekana padişahın ve devlet erkanının katılması için çeşitli köşk ve konaklar yapılmıştır. Bu köşklerden ilki Sadrazam Davut Paşa tarafından yaptırıldığından dolayı buraya "Davutpaşa"denilmiştir. Günümüzde Eğitim Fakültesi ve Fen Edebiyat Fakültesi tarafından kullanılan Taşkışla Binası 2. Mahmud'un (1808-1839) Yeniçeri Ocağı'nı tamamen ortadan kaldırarak yerine oluşturduğu Asakir-i Mansure-i Muhemmediye Birlikleri'nin kalması için yapılmıştır. Mimarı Krikor Balyan olduğu tahmin edilen yapının 1826-1827 yıllarında başlanan inşaatı 1831-1832 yıllarında bitirilmiştir. XX. yy başlarında unutulmaya yüz tutmuş bir durumda olan kışla, Balkan Savaşı sırasında onarılarak göçmenlere tahsis esilmiştir. I. Dünya Savaşı sırasında burada açılan askeri hastane ise 1920'de kapatılmıştır. Davutpaşa Kışlası Cumhuriyet döneminde onarılarak yine kışla olarak kullanılmıştır. 1937 tarihine kadar piyade, topçu, tanksavar ve uçaksavar birlikleri, 1937-1944 yıllarında II. Süvari Tümeni Birlikleri, 1945-1961 yıllarında C. Zırhlı Muharebe Grubu birlikleri bu binada iskân edilmiştir. 1968-1999 yıllarında ise bina 66. Mekanize Tümen Karargâhı tarafından kullanılmıştır (Bakırdere vd. 2012 [18]).

Özgün işleviyle günümüze ulaşan Davutpaşa Kışlası, 1999 yılında kışlalıktan çıkarılarak YTÜ mülkiyetine tahsis edilmiş, böylece askeri işlevini tamamlayarak eğitime hizmet etmeye başlayan kışla yapıları arasına katılmıştır (Şekil 3.1), [URL-19].



Şekil 3.1 Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Yerleşkesi

Yaklaşık 123 hektarlık bir alana sahip olan kampüs Çizelge 3.1'de yer alan akademik birimlerin yanısıra Otağ-ı Humayun (Hünkar Kasrı), tarihi fırın, çeşme, atölye ve depo binaları, cafe ve yemekhane binası, Çağdaş Yaşamı Destekleme Kız Öğrenci Yurdu, Fatih Erkek Öğrenci Yurdu, sosyal tesis ve açık yüzme havuzu, spor salonu, kreş, kütüphane, teknopark ve tarihi kagir yapılardan oluşmakta olup hızla gelişmektedir.

3.2 Yöntem ve Materyal

Kampüsün 3B modeline altlık oluşturması amacıyla öncelikle hâlihazır haritalar, uydu görüntüleri ile ortofotolar, vaziyet planı gibi veriler ilgili kamu kurum ve kuruluşlarından temin edilmiştir. 1/1000 ölçekli hâlihazır haritalar İstanbul Büyükşehir Belediyesi onaylı olup Eylül 2006 tarihinde çekilen renkli hava fotoğraflarından

fotogrametrik yöntemle üretilmişlerdir. Tüm veriler 3B'dir. Davutpaşa Kampüsü halen gelişmekte olan bir kampüs olduğundan haritalar; daha güncel tarihli olan uydu görüntüleri ve kampüs vaziyet planı kullanılarak güncellenmiştir.

Çizelge 3.2 3B kampüs modelinin oluşturulması kapsamında temin edilen veriler ve yapılan işlemler

VERİ	AİT OLDUĞU KURUM	VERİ FORMATI	YAPILAN İŞLEM
Hâlihazır Haritalar	İBB	.dgn	Fen Edebiyat Fakültesi, Kız Öğrenci Yurdu, Otağ-ı Humayun, Spor Salonu, Yabancı Diller Yüksekokulu, Yemekhane Binası 3B modellerinin oluşturulması
Davutpaşa Kampüsü Vaziyet Planı	YTÜ Arşivleri	.dwg	Elektrik-Elektronik Fakültesi, Fen Edebiyat Fakültesi Laboratuvar Binası, İnşaat Fakültesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Kütüphane, Sosyal Tesis ve Açık Yüzme Havuzu 3B modellerinin oluşturulması
Ortofoto/Hava Fotoğrafları	İBB	.tif/.tif	Altlıkların revize edilmek üzere sayısallaştırılması

MicroStation formatlı (.dgn) temin edilen hâlihazır haritalar ITRF Koordinat Sistemi GRS80 Datumunda koordinatlandırılmıştır. Kampüs Vaziyet Planı ise ITRF Koordinat Sistemi Ed50 Datumunda koordinatlandırılmıştır. Hâlihazır haritalar sayısallaştırma yöntemiyle revize edileceğinden NetCAD formatına (.ncz), Kampüs Vaziyet Planı koordinat sistemi ise GRS80 datumuna dönüştürülmüştür. Verilerde yapılan düzeltmeler neticesinde oluşturulan temel altlık CBS ortamına aktarılmak üzere ArcGIS Geodatabase yapısına dönüştürülmüştür. Oluşturulan sayısal arazi modeli üzerine ArcScene arayüzü kullanılarak kaplanan uydu görüntüsü ile gerçekçi bir 3B görünüm elde edilmiştir. Modeldeki 3B bina katı modellerine ise Google SketchUp yazılımı kullanılarak fotorealistik bir görünüm kazandırılmıştır. Tüm bu uygulamalar sonucunda

elde edilen LOD3 düzeyindeki 3B model kolay ve hızlı veri paylaşımı ve erişilebilirlik sağlaması açısından bir internet sitesi üzerinden web tabanlı olarak sunulmuştur.

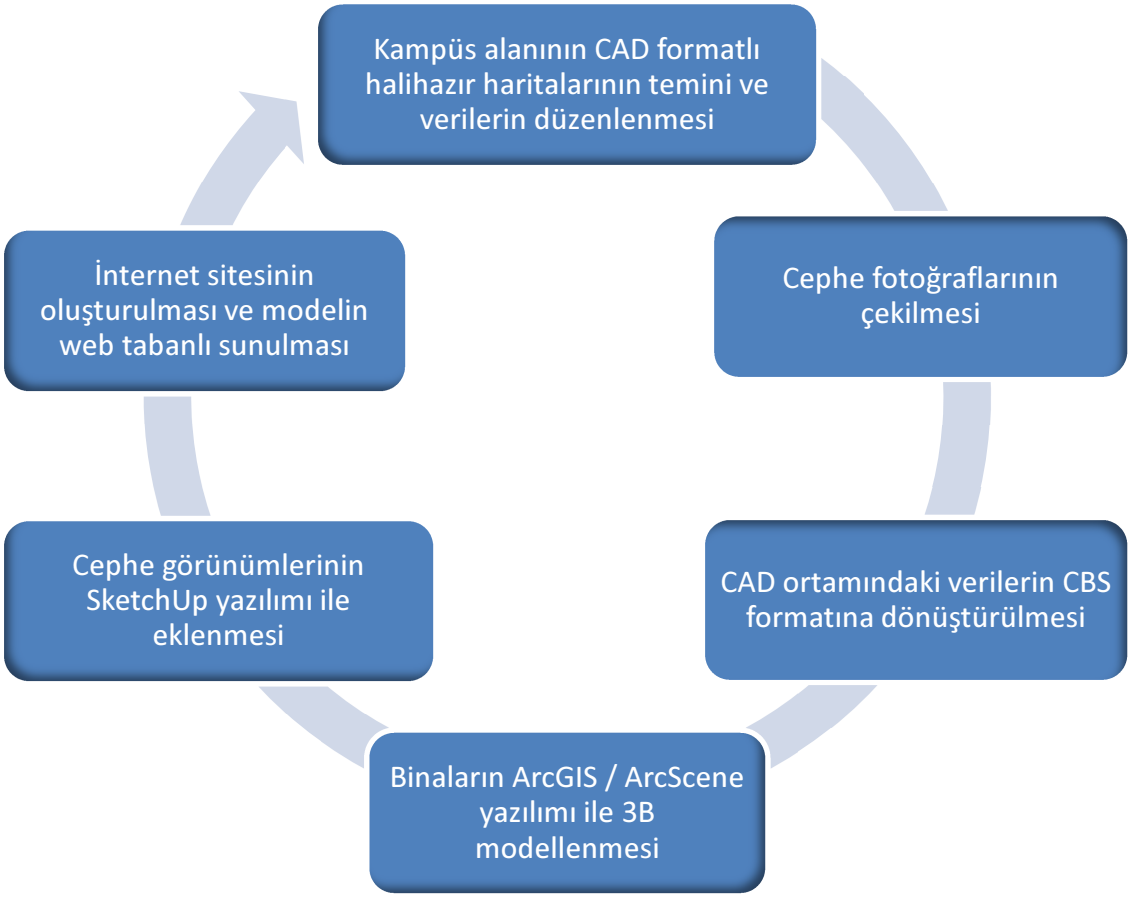
Çizelge 3.3 3B kampüs modelinin oluşturulması kapsamında kullanılan yazılımlar ve yapılan işlemler

KULLANILAN YAZILIM	YAPILAN İŞLEMLER
Microstation	Kurumdan temin edilen .dgn formatlı hâlihazır haritaların katmanlarının elenmesi ve CAD verilerinin GIS ortamına aktarılması
NetCAD	Hâlihazır haritaların revize edilmesi
ArcGIS	Kampüs bilgi sisteminin oluşturulması
SketchUp	3B bina modellerine fotorealistik görünüm kazandırılması
Google Earth	3B modellerin hazırlanan internet sayfası üzerinden sunulması
Microsoft Office	Bina fotoğraflarının düzenlenmesi ve yeniden boyutlandırılması
AutoCAD	Kampüs Vaziyet Planının görüntülenmesi
WebsiteX5 Evolution	http://ytu3dkampus.com/ adlı internet sitesi arayüz tasarımı

Uygulamada takip edilen işlem adımları aşağıdaki gibidir (Şekil 3.2):

- Kampüs alanına ait CAD tabanlı verilerin temini için öncelikle pafta indeksinin oluşturulması
- Binalara ait cephe fotoğraflarının çekilmesi
- Veriler üzerinde eleme, düzeltme, ekleme gibi veri düzenleme işlemlerinin yapılması
- Ön işlemenin akabinde elde edilen kampüs alanına ait CAD verisinin CBS ortamına aktarılması
- Sayısal yükseklik modelinin oluşturulması

- Bina verilerinin kat adetleri doğrultusunda üçüncü boyuta yükseltilmesi
- Bina cephe fotoğraflarının programlar yardımıyla optimize edilmesi
- Bina renk ve doku kaplama işlemlerinin gerçekleştirilmesi
- Sketchup yazılımı ile elde edilen .skp uzantılı verinin internetten sunulabilmesi için .kml formatına dönüştürülmesi
- Kampüs modelinin web üzerinden sunulabilmesi için kullanılacak internet sitesi alan adının alınması
- İnternet sitesi arayüz tasarımının yapılması
- Oluşturulan modelin internet ortamında sunulması



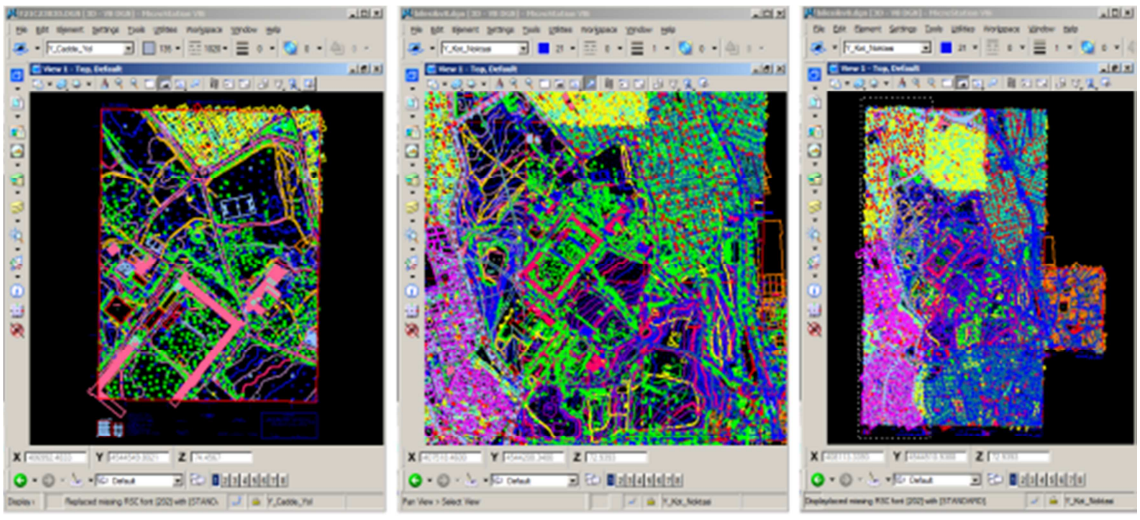
Şekil 3.2 Çalışmada takip edilen işlem adımları

3.2.1 Verilerin Toplanması

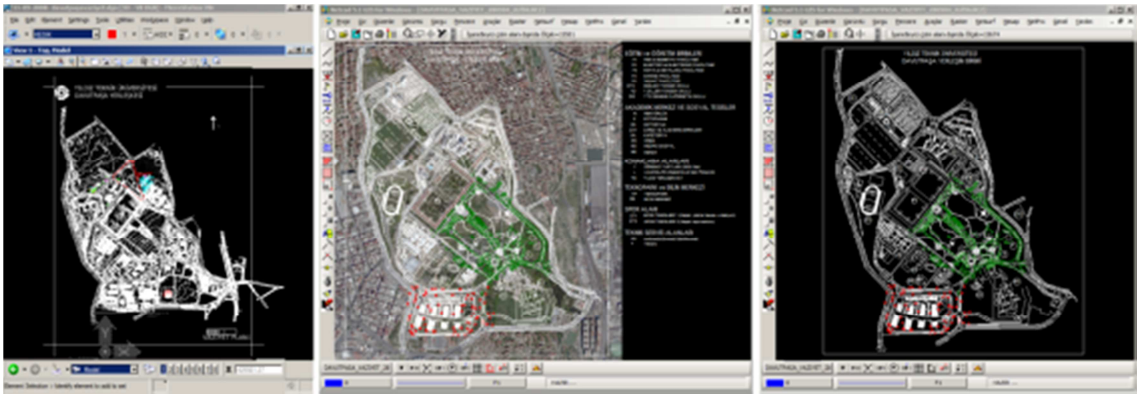
Uygulama alanının hâlihazır haritalarının temini ve pafta indeksindeki yerinin tespiti için öncelikle 1/1000 ölçekli pafta indeksi oluşturulmuş ve bu doğrultuda altlık olarak kullanılacak fotogrametrik yönteme göre üretilmiş 1/1000 ve 1/5000 ölçekli hâlihazır haritalar ile uydu görüntüleri ve ortofotolar ilgili kurumdan, Kampüs Vaziyet Planı ise YTÜ arşivlerinden temin edilmiştir.

3.2.2 Verilerin Düzenlenmesi

Çalışmada kullanılan verisetlerinden 2007 tarihli 13 adet 1/1000 ölçekli Microstation yazılımına ait .dgn formatlı hâlihazır harita, harita yapım yönetmeliğine uygun olarak katmanlar halinde üretilmiştir. Bu haritalar UTM projeksiyonunda ITRF96 koordinat sisteminde GRS80 datumunda tanımlanmıştır. Kampüs Vaziyet Planı ise UTM projeksiyonunda ITRF96 koordinat sisteminde ED50 datumunda tanımlanmıştır. Oluşturulacak verilerin aynı koordinat sisteminde olmasını sağlamak amacıyla koordinat dönüşümü yapılmıştır. Şekil 3.3 ve Şekil 3.4 de Davutpaşa Kampüsü'ne ait birleştirilmiş hâlihazır haritalar ile kampüs vaziyet planı gösterilmektedir.



Şekil 3.3 Çalışma alanı hâlihazır haritaları

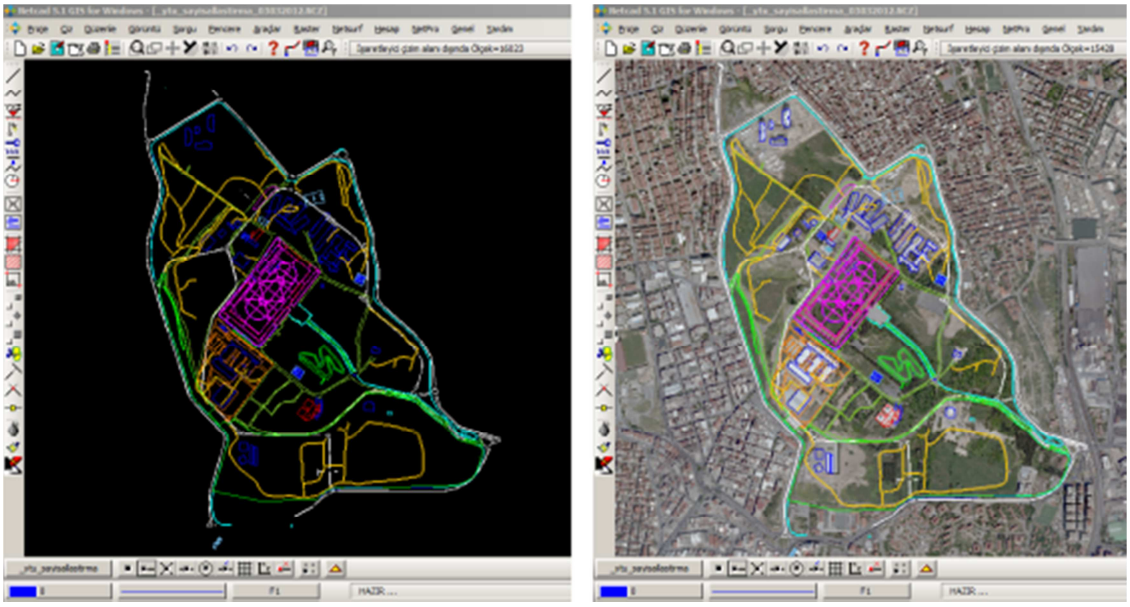


Şekil 3.4 Çalışma alanı vaziyet planı

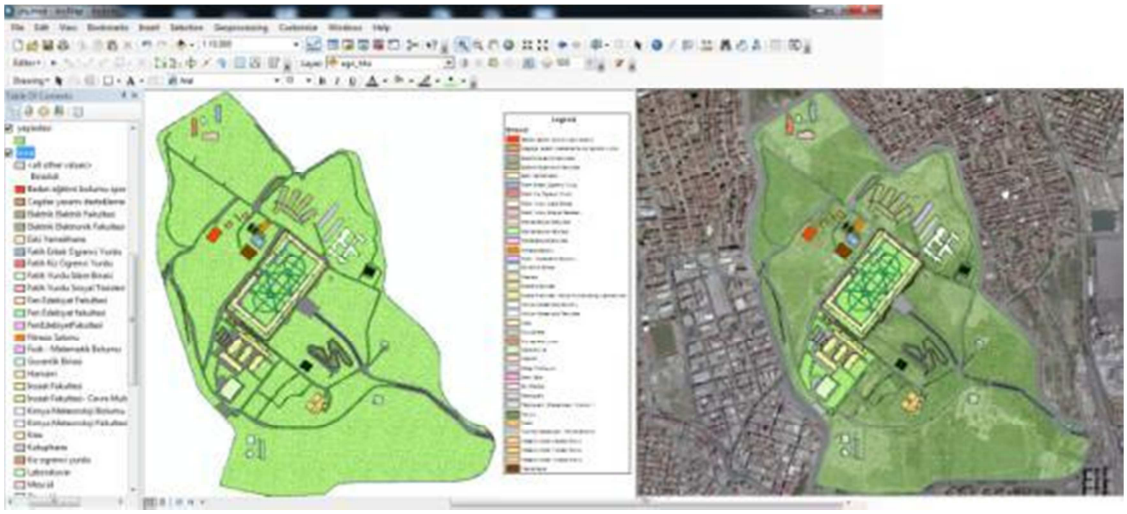
Oluşturulacak 3B model topoğrafya, binalar, yol, kaldırım, ağaçlar, bitki örtüsü gibi objeleri kapsadığından bunlar dışındaki modelde kullanılmayacak katmanlar elenmiştir. Güncel olmayan yerlerde ortofotolar ve kampüs vaziyet planından yararlanılarak yapılan sayısallaştırmalar ile mevcut veriler revize edilmiştir.

3.2.3 CAD Verilerinin CBS Ortamına Aktarılması

CAD tabanlı verilerin CBS ortamına aktarılması ve hatalardan arındırılması süreci Netcad yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Düzenleme işlemleri tamamlandıktan sonra ArcCatalog yazılımı aracılığıyla tüm verilerin depolanacağı Microsoft Access tabanlı bir veritabanı (.mdb) oluşturulmuş ve Arctoolbox kullanılarak veriler bu veritabanına aktarılmıştır. Çalışma alanına ait verilerin NetCAD ve CBS ortamındaki görünümleri Şekil 3.5 ve 3.6'da verilmiştir.



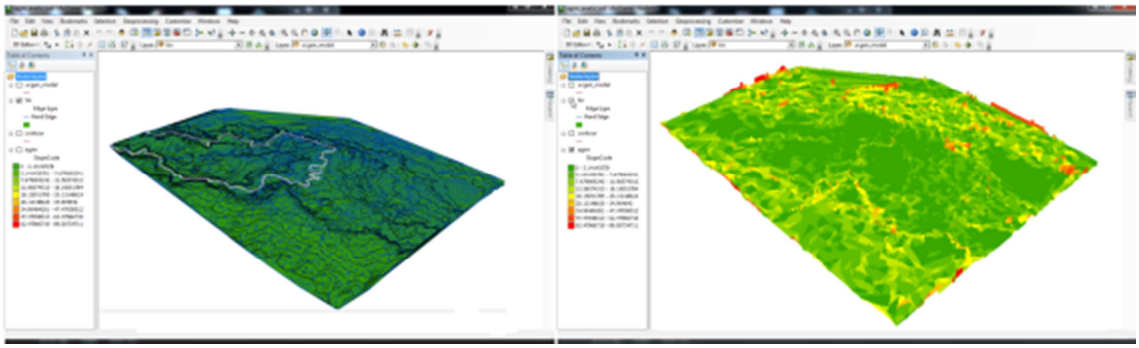
Şekil 3.5 3B modeli oluşturacak objelerin Netcad ortamındaki görünümleri



Şekil 3.6 3B modeli oluşturacak objelerin CBS ortamına aktarılmış görünümleri

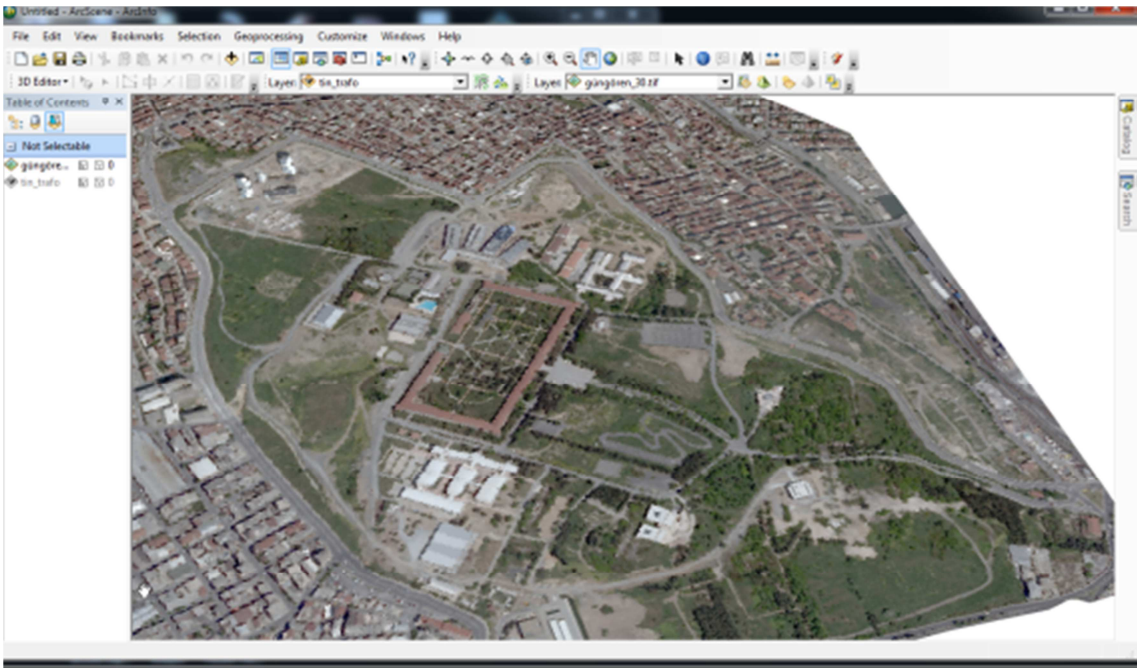
3.2.4 Sayısal Yükseklik Modelinin Oluşturulması

Çalışma bölgesine ait sayısal yükseklik modeli, haritalardan elde edilen yüksekliği bilinen noktalardan yararlanılarak, ArcGIS Arcscene arayüzü 3D Analyst modülü kullanılarak TIN (Triangulated Irregular Network) formatlı üretilmiştir. Şekil 3.7 ve 3.8'de görüldüğü gibi yükseklik değerleri doğrultusunda renklendirilmiştir.



Şekil 3.7 SYM görüntüsü

Sayısal yükseklik modeli Şekil 3.8'de de görüldüğü gibi uydu görüntüsü ile kaplanarak modelin görselliği arttırılmış, modele gerçekçi bir görünüm kazandırılmıştır. Ayrıca 2B hava fotoğrafının da 3B görünümü sağlanmıştır.



Şekil 3.8 Ortofoto kaplanmış SYM genel görünümü

3.2.5 Üç Boyutlu Modelin Oluşturulması

Bir önceki adımda oluşturulan sayısal yükseklik modeli üzerine alana ait yapay objeleri içeren katmanların eklenmesi ile sayısal arazi modeli elde edilmiştir. Şekil 3.9 (a)'da ArcGIS yazılımı ArcScene arayüzü kullanılarak oluşturulmuş sayısal arazi modeli, (b)'de ise ortofoto kaplanmış sayısal arazi modeli görülmektedir.

a



b

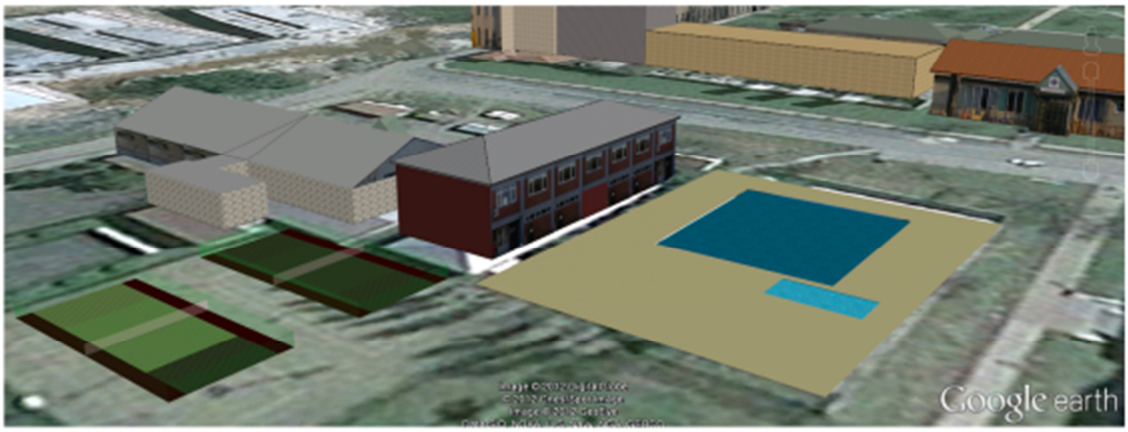
Şekil 3.9 Sayısal arazi modeli

3B kampüs modelinde binalar her kat 3m yüksekliğe karşılık gelecek şekilde kat adetleri baz alınarak yükseltilmiştir. Yollar, fiziksel gerçeklik ve benzeşmeyi sağlaması açısından temel yüksekliğinde bırakılmış, kaldırımlar ise yoldan 15cm yukarıda olacak şekilde üçüncü boyuta ötelenmiştir. 3B kampüs modelinin genel görünümü ile farklı açılardan alınmış yakından görünümleri Şekil 3.10 ve 3.11'de gösterilmiştir.



Şekil 3.10 3B kampüs modelinin görünümleri





Şekil 3.11 3B kampüs modelinde yer alan spor alanlarının yakından görünümü

3.2.6 Bina Cephe Fotoğraflarının Çekilmesi

Çalışmada bina cephe fotoğraflarının çekimi 10,1 megapixel çözünürlüğe sahip Sony DSC-W170 marka fotoğraf makinasıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında toplamda 1362 adet fotoğraf çekilmiştir. Fakülte bazlı fotoğraf sayıları Çizelge 3.4'de gösterilmiştir. JPG formatlı görüntülerin her biri 3648X2736 piksel içermektedir.

Çizelge 3.4 Çekilen fotoğrafların dağılımı

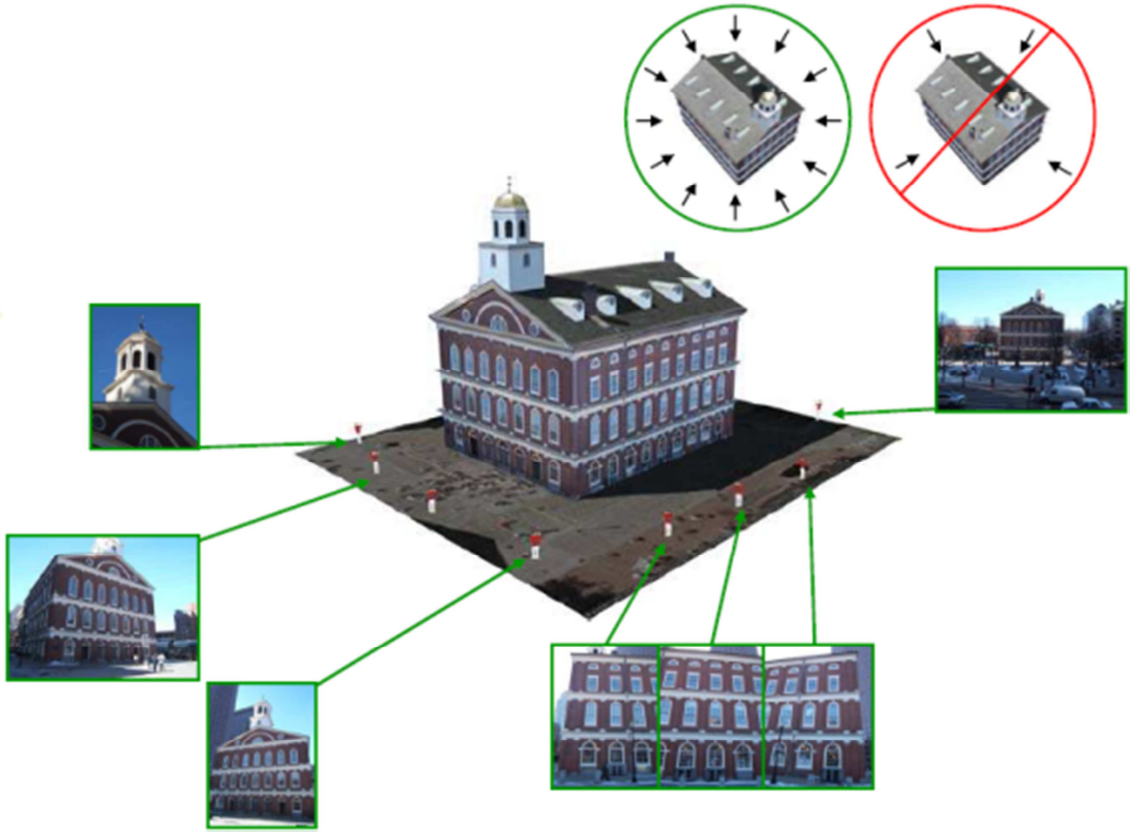
YAPI	FOTOĞRAF ADEDİ
Elektrik-Elektronik Fakültesi	315
Eski Yemekhane Binası	37
Fen Edebiyat Fakültesi	313
Fen Edebiyat Fakültesi Laboratuvar Binaları	40
İnşaat Fakültesi	259
Kimya Metalurji Fakültesi	142
Kreş	25
Kütüphane	19
Mescid	14
Spor Kompleksi	14
Trafolar	13
Yabancı Diller Yüksek Okulu	69
Yemekhane Binası	22

Bina görünümlerine ait bilginin toplanması iyi bir modelleme için kritik bir öneme sahip olmakla beraber en çok zaman alan aşamalardan biridir. Çünkü fotoğraf çekim aşamasında cephe fotoğraflarının ağaç, insan, araç ve benzeri bina detayları dışında gereksiz ayrıntıları içermemesine özen gösterilmeli, aksi takdirde cephe fotoğrafları düzenlenmelidir.

Model üzerindeki yapıların arazideki gibi gerçek objeleri yansıtabilmesi için fotoğraf çekimi sırasında aşağıdaki durumlara dikkat edilmiştir.

- Bina cephelerinin detaylı olarak elde edilebilmesi ve tüm cephelerin başarılı bir şekilde birleştirilebilmesi için fotoğraf çekimi çok yönlü olarak yapılmış, mümkün olduğunca fazla fotoğraf çekilmiş, detay ve köşe fotoğraflarının da çekilmesine özen gösterilmiştir.
- Tek seferde fotoğraf çekiminin mümkün olmadığı uzun cephelerde birden fazla fotoğraf çekilmiştir.
- Cephe kaplanmış model üzerinde ölçek değişikliğini engellemek için baz mesafesi belirlenmiş ve fotoğrafların bu mesafeden çekilmesine özen gösterilmiştir.

Şekil 3.12 Bazı fotoğraf çekimi özelliklerini göstermektedir.



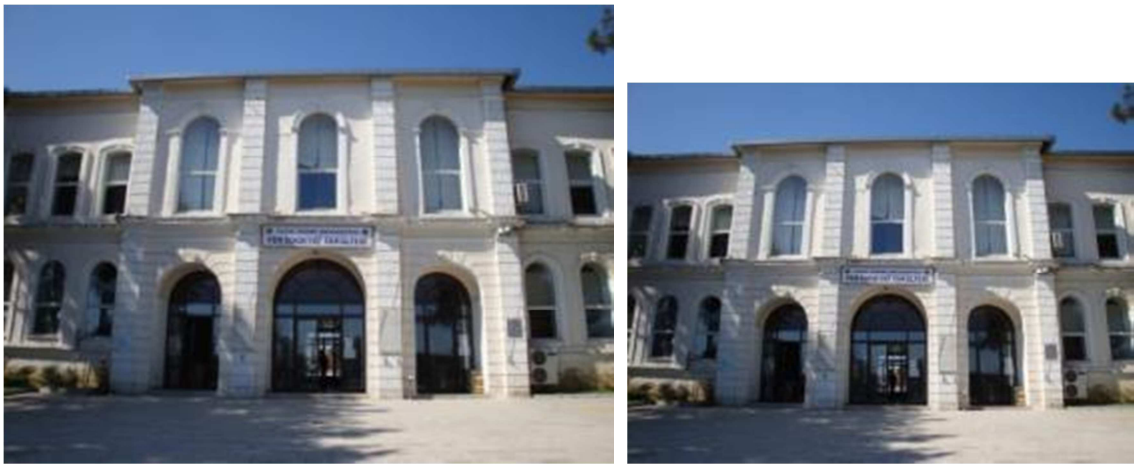
Şekil 3.12 Fotoğraf çekimi [URL-20]

3.2.7 Cephe Fotoğraflarının Optimizasyonu

Bina cephe fotoğrafları, kameranın desteklediği maksimum boyut ve çözünürlükle çekilmiştir. Ancak tasarlanan modelin dosya boyutunun büyük olması, internetten

sunumu aşamasında sorun teşkil etmektedir. Bu nedenle fotoğraflar modellerin yüklenmesini ve web sayfalarında daha hızlı görüntülenmesini sağlamak amacıyla, fotoğraf kalitesinide bozmamaya özen göstererek, dosya boyutu minimize edilecek şekilde Microsoft Office 2010 yazılımı kullanılarak sıkıştırılmıştır. Böylece 3648x2736 piksele sahip 3.16mb boyutundaki her bir fotoğraf web sitelerinde görüntülenmek, hızlı yüklenmek üzere sıkıştırılmış dosya biçiminde kaydedilerek 448x336 piksel pencereye sığacak şekilde 36.8kb boyutunda yeniden boyutlandırılmıştır.

Cephe kaplaması tamamlanan 3B modellerin internet üzerinden etkili bir şekilde sunulmasını sağlayan bu işlemde sıkıştırma boyutu; modelin yayınlanacağı internet sitesine göre değişmektedir. Örneğin Google Earth, 3D binalar katmanında yayınlanmak üzere 10mb'yi aşmayan modellerin yüklenmesine izin vermektedir.



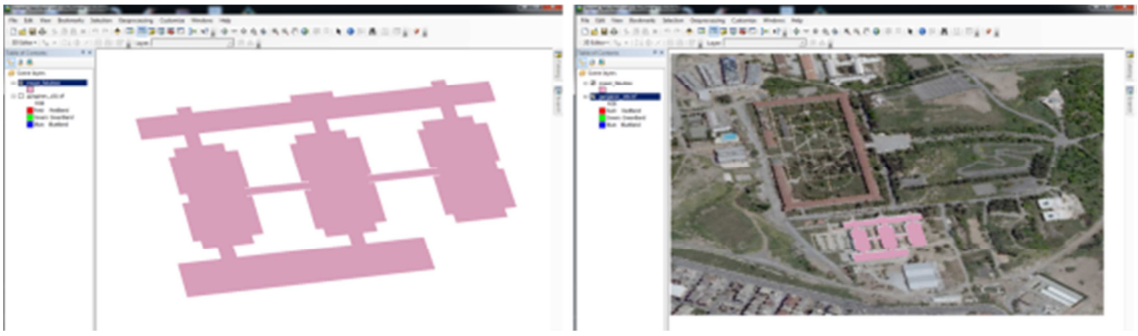
Şekil 3.13 Arazide çekilmiş orjinal fotoğraf ve optimize edilmiş fotoğraf

3.2.8 Bina modellerinin görselleştirilmesi

Doku kaplama 3B kent modellemenin önemli bileşenlerinden biri olup uygulamada en çok zaman alan diğer bir kısımdır. Farklı görselleştirme tekniklerini kullanarak 3B modeli zenginleştirmek mümkündür. Bu çalışmada 3B bina katı modelleri Google Sketch Up yazılımı ile gerçek fotoğraflarıyla kaplanıp modele fotorealistik bir görünüm kazandırılmıştır.

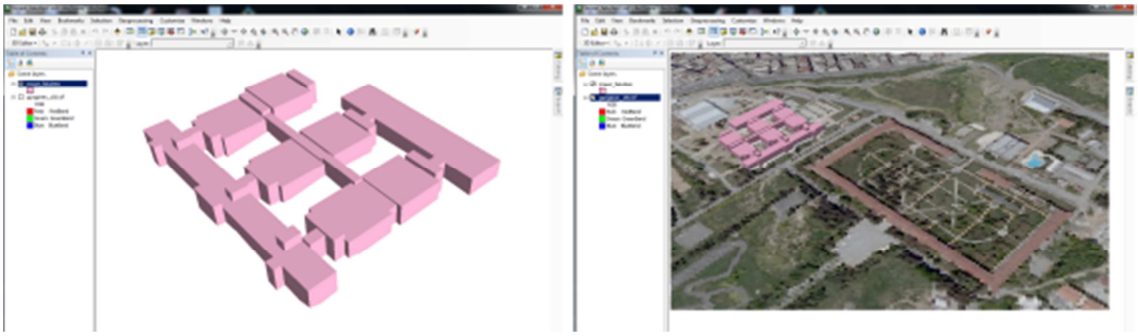
Binalara ait veriler CAD dosyalarından temin edilmektedir. Kampüs alanına ait CAD verileri öncelikle CBS ortamına aktarılmış, bina katı modelleri oluşturulduktan sonra

SketchUp formatına dönüştürülmüştür. Şekil 3.14'de İnşaat Fakültesi 2B ve 3B görünümleri ile bu görünümlerin ortofoto üzerine yerleştirilmiş hali görülmektedir.



a *b*

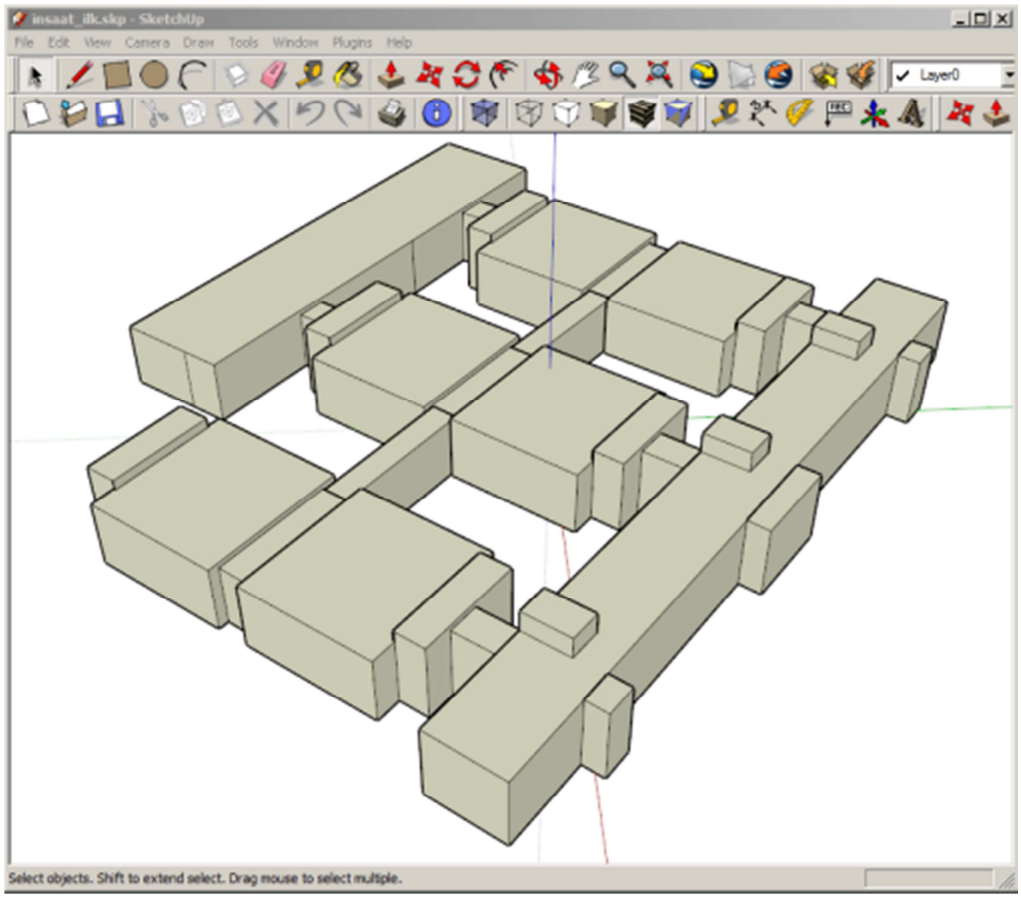
Şekil 3.14 İnşaat Fakültesi 2B görünümü (*a*) ve ortofoto üzerine yerleştirilmiş hali (*b*)



a *b*

Şekil 3.15 İnşaat Fakültesi 3B görünümü (*a*) ve ortofoto üzerine yerleştirilmiş hali (*b*)

ArcGIS, ArcScene arayüzü kullanılarak oluşturulan 3B bina katı modelleri gerçek fotoğraflarıyla kaplanarak fotogerçekçi bir görünüm kazandırılmak üzere SketchUp ortamına aktarılmıştır. Şekil 3.16 SketchUp arayüzünde görüntülenmiş İnşaat Fakültesi 3B katı modelini göstermektedir.



Şekil 3.16 İnşaat Fakültesinin SketchUp ortamına aktarılmış 3B görünümü

Çekilen bina fotoğrafları kullanılarak yapılan cephe kaplama, doku kaplama, renklendirme, çatı oluşturma gibi işlemler daha öncede belirtildiği gibi SketchUp yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bina girişleri ve binalar arası geçişleri sağlayan köprü detayları da yine bu yazılımla gerçeğe uygun hale getirilmiştir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Cephe kaplama uygulaması tamamlanmış İnşaat Fakültesinin farklı açılardan alınmış görünümleri

Cephe kaplama işlemlerinin ardından SketchUp yardımcı programlarından çatı oluşturma plugini kullanılarak çatının oluşturulması ile modelleme uygulaması tamamlanmıştır (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 Cephe ve çatı kaplama uygulaması tamamlanmış İnşaat Fakültesinin farklı açılardan alınmış görünümleri

Cephe ve çatı kaplama işlemlerinin tamamlanmasıyla uygulama sürecinin 3B modelleme ve CBS tabanlı sanal gerçeklik oluşturma aşamaları tamamlanmış ve bir sonraki adım olan Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsü 3B Modelinin web üzerinden sunum çalışmalarına geçilmiştir. Bu kapsamda .skp uzantılı Google SketchUp dosyaları, internet sayfasında sunulmak üzere .kmz formatına dönüştürülmüştür. Şekil 3.19 KMZ formatına dönüştürülmüş verileri göstermektedir. Sonuç ürün olarak elde edilen .kmz uzantılı verileri Google Earth programının 3B binalar katmanında sunulmak üzere Google SketchUp 3d atölyesinde (3D Warehouse) paylaşmak mümkündür. Ancak yapılan çalışma kapsamında veri sunumunun internet sayfası üzerinden gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır.

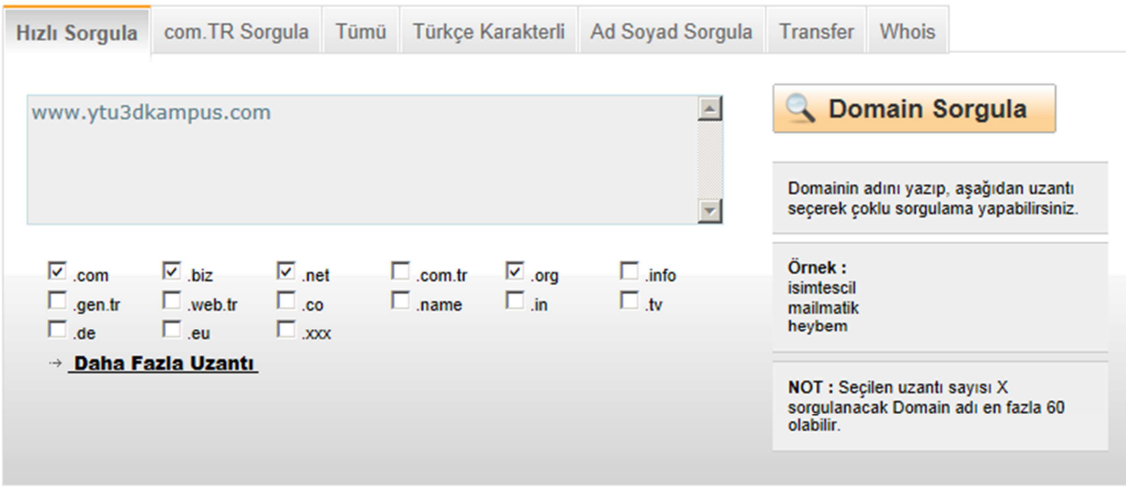


Şekil 3.19 3B modellin farklı açılardan alınmış görünümleri

3.2.9 Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsü 3B Modelinin Web Tabanlı Sunumu

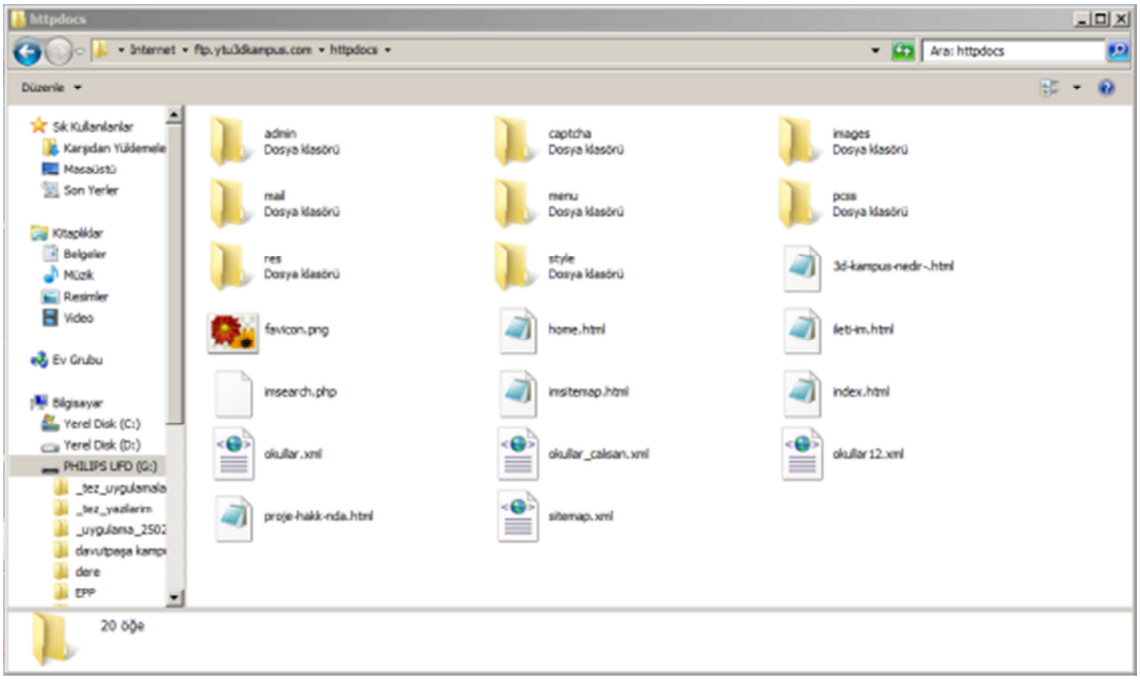
Çalışmada bu aşamaya kadar CBS tabanlı sanal gerçeklik ve 3B modelleme çalışmaları üzerine yoğunlaşılmış ve kampüs alanı içerisindeki tüm yapılar, cephe kaplama işlemleri tamamlandıktan sonra bir internet sitesinden sunuma hazır hale getirilmiştir. Bu

amaçla öncelikle tezin konusu da dikkate alınarak tasarlanacak site için en uygun isim belirlenmiş ve bu alan adının tescil durumu araştırılmıştır (Şekil 3.20).



Şekil 3.20 Alan adı sorgulama sayfası görünümü

Yapılan araştırmalar sonucu “ytu3dkampus.com” alan adının önceden tecilli olmadığı görülmüş, sitenin kurulması ve yapılan çalışmaların hayata geçirilmesi için bu alan adı satın alınmıştır. Bununla beraber 1 GB veri depolama yeri (ftp) ve sınırsız trafik iznine sahip olan bir hosting hizmeti de satın alınarak veriler Şekil 3.21’de de görüldüğü gibi ftp içerisine depolanmıştır. Sınırlı veya sınırsız Hosting hizmetlerinden hangisinin tercih edileceğine sitenin kullanım amacı doğrultusunda karar vermek gerekir.



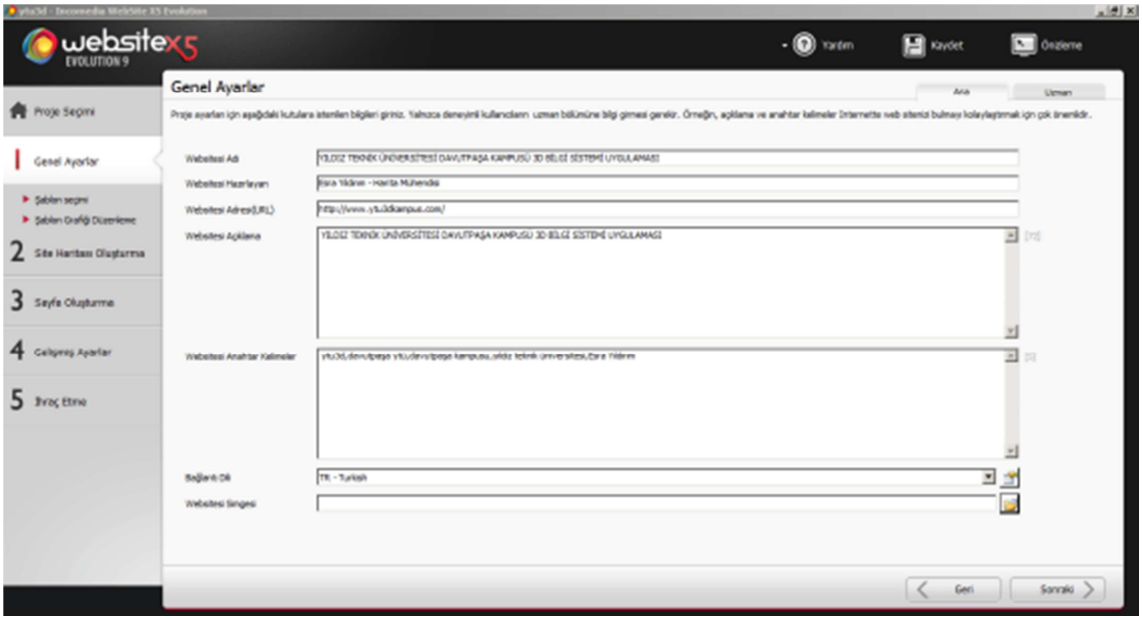
Şekil 3.21 Verilerin internet ortamında depolanması

Tez kapsamında oluşturulan 3B modelde her cephe gerçek fotoğrafıyla kaplandığından veri boyutu oldukça büyüktür. Toplamda 43488kb olan dosya boyutu dağıtım tablosu Çizelge 3.5'de gösterilmektedir. Bunun yanı sıra web tabanlı sunum, Google Earth yazılımıyla etkileşimli olarak yapılacaktır. Tüm bunlar göz önüne alındığında sitenin hızlı olması için sınırsız hosting hizmeti kullanımı tercih edilmiştir.

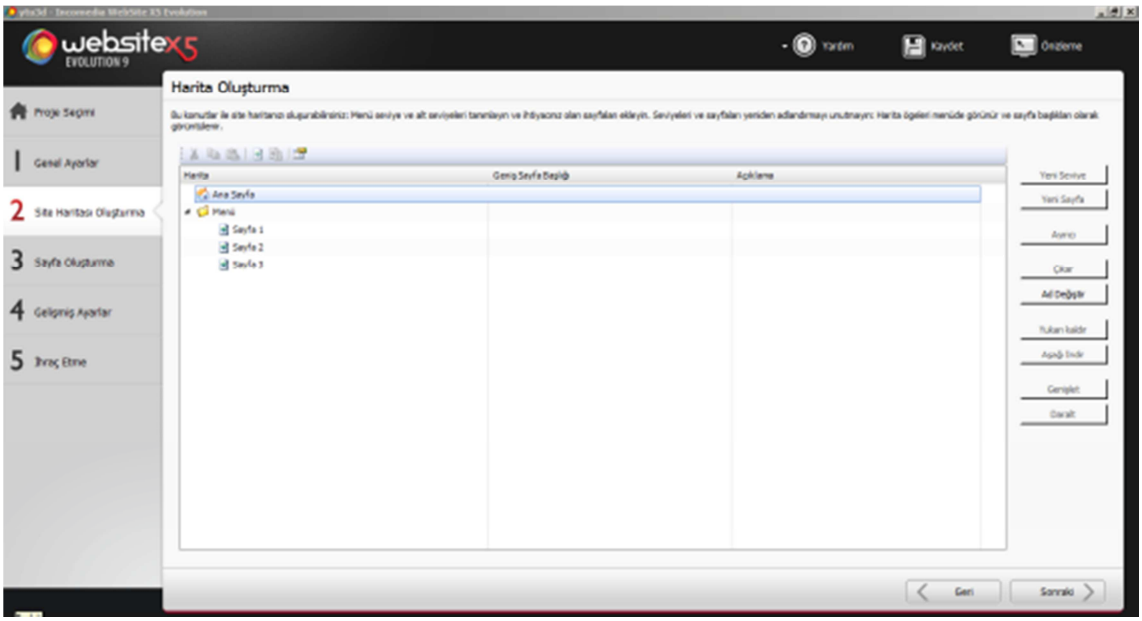
Çizelge 3.5 Dosya boyutu dağıtım tablosu

YAPI	DOSYA BOYUTU (kb)
Elektrik-Elektronik Fakültesi	
Fen Edebiyat Fakültesi	12460
Fen Edebiyat Fakültesi Laboratuvar Binaları	779
İnşaat Fakültesi	18046
Kimya Metalurji Fakültesi	7671
Kütüphane	236
Spor Kompleksi	881
Trafolar	245
Tenis Kortu ve Basketbol Sahaları	545
Yabancı Diller Yüksek Okulu	1339
Yemekhane Binası	1286

İnternet sitesi, “websiteX5 evolution9” adlı arayüz tasarım programı kullanılarak oluşturulmuştur. Site ile ilgili genel ayarlamalar, sitede yer alacak sayfalar, sitenin genel görünümü gibi tasarımlar bu program aracılığıyla hayata geçirilmiştir. Şekil 3.22 ve 3.23’de site tasarım aşamasında uygulamadan alınan ekran görüntülerini gösterilmektedir.



Şekil 3.22 İnternet sitesi arayüz tasarımı genel ayarların yapılması

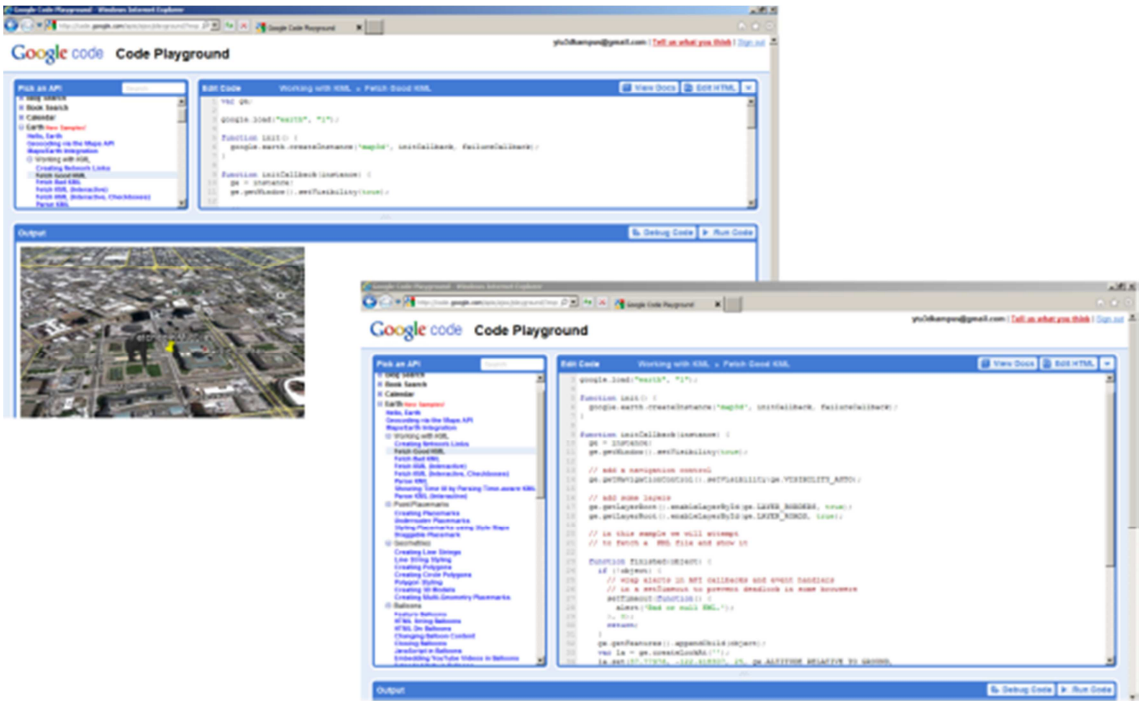


Şekil 3.23 İnternet sitesi arayüz tasarımında sayfa görünümünün oluşturulması

Hazırlanan internet sitesinde kullanılan bazı eklentiler (API) sayesinde Google Earth altlık olarak sunulmaktadır. Şekil 3.24 ve 3.25'de Google Earth API ile bunlara ilişkin kodlar gösterilmektedir.

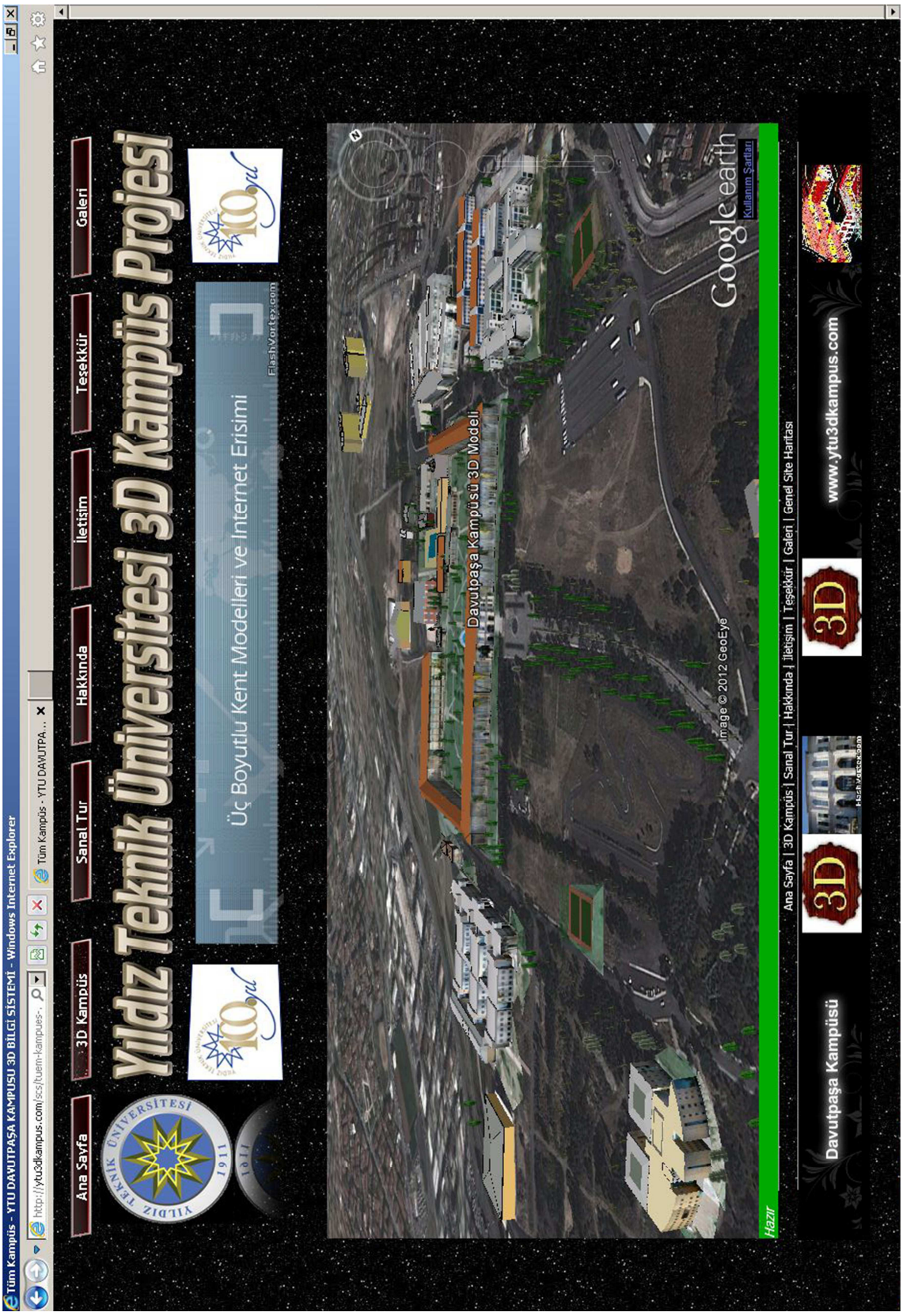


Şekil 3.24 Google Earth eklentileri sayfası genel görünümü



Şekil 3.25 Google Earth eklentileri ile ilgili kodları gösterir görünümler

Tüm bu işlemlerin ardından internet sayfası tasarımı tamamlanarak oluşturulan 3B Kampüs Modelinin web tabanlı sunumu gerçekleştirilmiştir. Sayısal ortamda oluşturulmuş modellerin 3B ve istenen noktadan gözlemlenebilir olması en önemli özelliklerindendir. Şekil 3.26 ile 3.29 aralığındaki görünümler; site genel görünümü ile her fakültenin farklı açılardan alınmış görünümlerini göstermektedir.



Şekil 3.26 İnternet sayfası genel görünümü



Şekil 3.27 Farklı açılardan alınmış İnşaat Fakültesi 3B model görünümleri



Şekil 3.28 Farklı açılardan alınmış Fen Edebiyat Fakültesi 3B model görünümleri



Şekil 3.29 Farklı açılardan alınmış Kimya Metalurji Fakültesi 3B model görünümleri

3.3 Bulgular ve Tartışma

Bilginin en etkin şekilde kullanıldığı üniversitelerin bilgi teknolojilerine dayalı kendi sistemlerini oluşturmaları oldukça önemlidir. Çünkü bilginin toplanması, işlenmesi, güncellenmesi, bunlardan yeni bilgilerin üretilmesi ve verilerin gerçeğe uygun modellenmesi kurumların gelişiminde önemli olup özellikle üniversitelerin toplumlara örnek olma özellikleri göz önüne alındığında eğitim-öğretim hizmetlerinin yanısıra bilginin daha hızlı, daha sağlıklı kullanılması ve planlanması açısından öncü kurumlar olması gerekmektedir.

Bu çalışma ile planlama, yönetim ve tanıtım uygulamalarında üniversite yetkililerinin kullanabileceği, öğrenci ve öğretim elemanlarının yararlanabileceği, ÖSYM'nin ve Açık Öğretim Fakülteleri'nin yaptığı sınavlarda sınava girecek adayların, tercih aşamasında kampüsü merak eden öğrenci ve velilerin faydalanabileceği "YTU Davutpaşa Kampüsü 3B Modeli" oluşturularak http://ytu3dkampus.com/ adresi üzerinden, hazırlanan internet sayfası ile web tabanlı sunumu yapılmıştır. Dünyada örneklerine sıkça rastlanan kampüs bilgi sistemleriyle eşdeğer nitelikte hazırlanan bu çalışma ile uzaktan eğitime de olanak sağlayan 3B sanal kampüs çalışmalarına da zemin hazırlanmıştır.

Uygulama aşamasında pek çok zorlukla karşılaşılmış, karşılan her zorluk kimi zaman çözümsüz gibi görünsede aslında yeni fikirleri ateşlemiş ve çıkarılan dersler neticesinde sonuca ulaşılmıştır. Bu çıkarımları başlıklar halinde inceleyecek olursak:

- Uygun yazılım ve donanımın seçilmesi; Yazılım geliştiren birçok firma, yazılımı çalıştırmak ve işlevselliğini arttırmak için gerekli sistem gereksinimleri belirlemiştir. Sistem yapılandırmasına göre değişiklik gösteren bu minimum gereksinimler, bireysel ve kurumsal kullanımlar gibi bazı özellikleri doğrultusunda gelişmiş veya ek donanımlar gerektirebilmektedir. Yazılımdan yazılıma farklılık gösteren bu gereksinimleri sağlamayan donanım sistemine sahip bir bilgisayarda ya kurulum aşamasında yada sonraki süreçlerde ortaya çıkacak sorunlardan kaçınmak mümkün değildir.

  3B çalışmaların yapılacağı bir bilgisayarda Ram kapasitesi, işlemci ve ekran kartı çok önemlidir. Çünkü bilgisayarın görüntüleri gösterim hızı, işlemci hızıyla doğru orantılıdır. İşlemcinin yanısıra ekran kartıda bu hızı arttırmakta ve aynı zamanda görüntünün daha kaliteli olmasını sağlamaktadır. Modele kaplanan cephe fotoğrafı sayısındaki artışa paralel olarak meydana gelen görüntüleme, modeli kaydırma, kaydetme gibi işlemlerdeki yavaşlık, bilgisayardaki aşırı ısınma gibi olumsuzluklar uygulamada karşılaşılan sorunlardan bazılarıdır.

  Yazılım açısından bakıldığında ise birbiriyle etkileşimli, veri transferi sırasında kayıpların yaşanmayacağı programlar tercih edilmelidir.

- Altlık olarak kullanılacak veriler; çalışmanın temelini oluşturacak hâlihazır haritaların güncel olması, arazinin son durumunu yansıtması gerekmektedir. Aksi durumda bölgeye ait güncel veriler ile revize edilmeli, buda yeterli değilse ihtiyaçlar doğrultusunda ölçümler yapılmalıdır.

  Uygulamada kullanılan hâlihazır haritalar İBB onaylı olup Eylül 2006 tarihinde çekilen renkli hava fotoğraflarından üretilmiştir. Gelişmekte olan Davutpaşa Kampüsünde bu tarihten sonra birçok fakülte binası inşaa edilmiştir. Bunlar hâlihazır haritalarda yer almadığından daha güncel tarihli olan ve İBB'den temin edilen ortofotolar, hava fotoğrafları ve YTÜ arşivlerinden temin edilen YTÜ Davutpaşa Vaziyet Planı kullanılarak hâlihazır haritalar revize edilmiştir.

- Cephe fotoğraflarının çekilmesi; mümkün olduğunca fazla fotoğraf çekilmeli ve çekilen fotoğraflarda ağaç, insan, araç gibi objelerin olmamasına özen gösterilmelidir.

  Çünkü çalışmada oluşturulan modelin çekilen cephe fotoğraflarıyla kaplanması aşamasında karşılaşılan bu sorunda ağaç, araç gibi nesneler, fotoğraf üzerinde yapının köşe veya detay noktalarını kapatarak modele fotorealistik bir görünüm kazandırılmasına engel teşkil etmekteyken farklı açılardan çekilen fotoğrafların kullanımı bu sorunun aşılmasını sağlamıştır.

- Fotoğrafların düzenlenmesi; cephe kaplamada kullanılan fotoğraf sayısının çok fazla olması modelleme aşamasında bilgisayar ortamındaki işlemleri, sunum aşamasında da internet hızına bağlı olarak modellerin görüntülenmesini yavaşlatmaktadır. Kullanıcıların sisteme hızlı bağlanmasını sağlamak için modellerin internetten sunulmaya uygun büyüklükte olması gerekmektedir. Buda fotoğraf çözünürlüğü ile ilişkilidir. Fotoğraf boyutlarının web tabanlı sunuma uygun şekilde revize edilmesiyle modellerin daha hızlı görüntülendiği ve bekleme süresinin kısaldığı görülmüştür.

- 3B modellerin oluşturulması; İlçe veya Büyükşehir Belediyesi tarafından yaptırılmış 2B kent bilgi sistemi mevcutsa ve ihtiyaçları karşılıyorsa yapıların üçüncü boyuta mevcut sistemler kullanılarak yükseltilmesi uygulamayı hızlandıracak ve zaman kazandıracaktır.

- Web tabanlı sunum; İlk etapta İnşaat Fakültesi 3B modeli test amaçlı olarak boyutları değiştirilmemiş fotoğraflar kullanılarak görselleştirilmiş ve hazırlanan internet sitesine yüklenmiştir. Bu esnada modelin gerek siteye yüklenme gereksede internetten görüntülenme aşamalarının uzun zaman aldığı gözlenmiştir. Gözlemler neticesinde, Google Earth yazılımının 3B binalar katmanında yayınlanmak üzere yüklenen modellere getirdiği 10mb'yi aşmama kısıtlaması da göz önüne alınarak 3B modellerin bulunduğu dosyaların büyüklüklerinin internetten sunulmaya uygun olması, kullanıcıların hızlı bağlanmasına olanak sağlaması gerektiği kanısına varılmıştır.

Tezin devamında, EK.1'de, sunulan yazılımların uygulamada kullanılmamasının nedeni; demo sürümlerinin sınırlı kullanım sunması ve birçok veri dönüşüm formatını desteklememesidir. Buna ek olarak model oluşturulsa bile sunucu yazılımlarının deneme sürümlerinin olmaması web tabanlı sunumun yapılmasını imkansız hale getirmiştir. Tüm bu olumsuzluklar uygulamayı gerek akademik çalışmalarda gerekse de iş hayatında kullanılabilecek, temini kolay, ücretsiz ve pratik yazılımlarla gerçekleştirme fikri uyandırmıştır. İlk etapta modelin birçok kullanıcı tarafından kolay ve yaygın biçimde kullanılan Google Earth yazılımı 3B binalar katmanından sunumu düşünülmüş ancak Google Earth'e yüklenen modellerin değerlendirme aşamasının çok uzun sürmesi, modelde yapılan revizelerin yayınlanmasında aynı uzun değerlendirme süresinin beklenilmesi, çatı kaplamalarıda dâhil olmak üzere tamamen fotorealistik modelleri kabul etmesi ve en önemliside model boyutunun 10MB ile sınırlandırılması gibi nedenlerden ötürü bu fikirden de vazgeçilerek modelin sunumu için bir internet sayfası hazırlanması uygun bulunmuştur.

Çalışmanın son aşamasın olarak hazırlanan internet sayfasında Google Earth sanal küresi altlık olarak kullanılmıştır. Herhangi bir nedenle Google Earth uygulaması iptal edilirse veya sisteme erişim engellenirse internet sayfası işlevine, Google Earth'ün sağladığı 3B sanal küre olmaksızın 3B modeller ile devam edecektir.

Sanal 3B kent modelleri sunum odaklı olduğundan amaç; fiziksel gerçekliğin mümkün olduğunca yansıtılması, görsel kent nesnelerinin fotorealistik tasarımlarının oluşturulmasıdır. Son yıllarda giderek artan uygulamaları ve kullanım alanları ile 3B kent modellerinde sorgulamalar, analizler ve veri madenciliği gibi işlemler ihmal edilmektedir. YTÜ Davutpaşa Kampüsü 3B Modeli aslında 3B Kampüs Bilgi Sistemi olarak tasarlanmış ancak verilerin toplanması ve sisteme entegre edilmesinin çalışmayı sonlandırma sürecini uzatacağı düşüncesiyle 3B kampüs modeli olarak sunulmuştur.

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde dijital teknolojiler mühendislikten tıbba, planlamadan bilgisayar oyunlarına kadar birçok alanda yoğun olarak kullanılmaktadır. İnternet türlerinin ADSL, VDSL, 3G gibi çeşitlenmesi, internet bağlantı hızlarının giderek yükselmesi ve mobil teknolojiler ile birleştirilmesi dünyanın her yerinden istenilen zamanda internete hızlı ve kolay erişim sağlaması, birçok işlem ve hizmetin web tabanlı servisler üzerinden yapılabilir ve sunulabilir olmasını sağlamıştır. Böylece web tabanlı sistemler gelişmiş ve sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Dijital modelleme teknikleri de bu gelişmelerden etkilenmiş, modellerin bu yöntemler ile kolayca üretilmesi daha fazla bilginin interaktif bir şekilde paylaşılabilmesini sağlamıştır.

3B kent modellerinin bir parçası olan 3B kampüs modelleri, üniversitelerin tanıtımından planlanmasına kadar birçok alanda kullanılmakta, üniversitedeki yaşamın sürdürülebilir olmasına katkı sağlamaktadır. Bu nedenle tez kapsamında Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsü'nün web tabanlı 3B modelinin oluşturulması amaçlanmış, çalışmada aşağıdaki sorulara da cevap aranmıştır.

- Gerçeğe yakın görünümlü 3B kampüs modeli nasıl hazırlanabilir?

  3B modeller alana ait mekânsal veriler ile konumsal verileri aynı çatı altında toplayıp sunumunu sağlayan sanal şehirlerdir. Temel olarak sayısal arazi modelleri, cadde-sokak modelleri ve yeşil alan modellerini içermektedir. Sunum odaklı olan bu modellerde amaç; fiziksel gerçekliği mümkün olduğunca yansıtmak olmalıdır. Buda kullanılan verilerin güncel olmasını, cephe kaplamada

tekrar eden fotoğraflar yerine binaya ait her türlü ayrıntı ve detayın yer aldığı gerçek fotoğrafların kullanılmasını gerektirmektedir.

3B modelleme uygulamaları farklı kullanım alanları göz önünde bulundurularak genelden özele çeşitli seviyelerde modelleme olanağı sunmaktadır. Mesela tanıtım ve turizm amaçlı kullanılacak modeller son derece gerçekçi görünümler gerektirirken, planlama amaçlı kullanılacak modellerde tematik sunumlar yeterli olmaktadır.

- Hazırlanan model internetten nasıl sunulabilir?

  Bilgisayarda oluşturulmuş modellerin en önemli avantajı, kullanılacak internet teknolojileri ile modelin gerek server adı verilen yardımcı programlarla gerekse de sanal küreler üzerinden interaktif olarak sunumunun yapılabilmesidir. Ancak 3B modellerin web tabanlı sunulmasını sağlayan yazılım ve programların bireysel kullanıcılar için yüksek ücrette olması, demo sürümlerinin kısa süreli olması veya bulunmaması uygulamayı zorlaştıran dezavantajlardandır. Ayrıca server veya internet sayfası gibi web tabanlı sunumun gerçekleştirdiği ortamların güvenlik zaaflarının minimize edilmesi, sanal korsanlara karşı güvenlik önlemlerinin alınması gerekmektedir. Buda 3B model ve içeriğinin kopyalanma, değiştirilme ve çalınma gibi işlemler karşısında korunmasını sağlamak amacıyla coğrafi verinin sıkıştırılarak veya şifrelenerek sunulmasıyla önlenmektedir.

  3B modellerin webden sunumunu zorlaştıran ve ticari yazılımlardan kaynaklanan tüm bu olumsuzluklara rağmen Google Earth gibi ücretsiz erişilebilen yazılımlar sayesinde interaktif 3B modeller oluşturmak mümkündür. Bu çalışmada modeller dünya çapında geniş bir kullanıcı kitlesine sahip olan Google Earth arayüzü 3B binalar katmanına yüklenerek sunulmaktadır. Burada karşılaşılan sorun ise model boyutuna getirilen 10mb'yi aşmama kısıtlamasıdır.

  3B modellerin web tabanlı sunumunda kullanılacak diğer bir yöntem ise Google Earth yazılımının sağladığı uygulama programlama arayüz desteği (API) kullanılarak yazılım ile etkileşimli sunum yapacak bir internet sayfası oluşturmaktır.

- Konu ile ilgili teknolojiler ve uygulamalar nelerdir?

  Objelerin dijital görselleştirme teknikleriyle 3B olarak ifade edilmesi 2B çalışmalara nazaran daha başarılı sonuçlar vermektedir. Günümüzde birçok yazılım firması teknolojik gelişmeleri yakından takip ederek programlarını bu gelişmeler ışığında yenilenen sistemlere cevap verebilecek hale getirmek için revize etmekte veya yeni ürünler piyasaya sürmektedir. Ticari yazılımların yanı sıra kullanıcıların ücretsiz erişebileceği programlarda gelişen teknolojiler karşısında kendini yenilemekten geri kalmamaktadır.

  Ülkemizdeki 3B uygulamalar sadece belediyeler tarafından 3B kent bilgi sistemlerinin kurulmasında değil aynı zamanda hem üniversiteler tarafından kampüslerin 3B modellenmesinde ve 3B kampüs bilgi sistemlerinin oluşturulmasında hemde gerek girişimciler tarafından emlak, turizm, tanıtım gibi pek çok ticari alanda gereksede bireysel kullanıcılar tarafından oluşturdukları modelleri insanlarla paylaşmak amacıyla kullanılmaktadır.

- Böyle bir sistemin katma değeri ne olacaktır?

  Yüksek yaşam koşullarına sahip olmanın yolu bilgi ve teknolojiyi etkin bir şekilde kullanabilmekten geçmektedir. Doğru kararların alınması, kaynakların daha verimli kullanılması ve gerekli hizmetlerin sunulması kent bilgi sistemleri ile sağlanabilmektedir. Tüm bu faydalar kent bilgi sistemlerinin bir uygulaması olan 3B kampüs modelleri içinde geçerlidir.

  3B kampüs modelleri üniversite yetkililerinin planlama, yönetim ve tanıtım uygulamalarında kullanabileceği, üniversite öğrencilerinin ve öğretim elemanlarının, ülke genelinde yapılan sınavlara girecek adayların, neticelenen merkezi sınavlar sonucu tercih aşamasında olan öğrenci ve velilerinin faydalanabileceği modellerdir.

  Geleceği oluşturmada 3B modellemenin kullanılması, karar destek sistemlerine yardımcı olmakla beraber bilgisayar ve internet teknolojileri ile dijital ifade tekniklerinin bir arada kullanımı uzaktan eğitime de olanak sağlamaktadır. Böylece öğrenci ve akademisyenlere uluslararası paylaşım ve değişim platformu

sağlayan sanal kampüslerdeki ders, toplantı, seminer ve konferanslara katılma imkânı sunulmuş olacaktır.

KAYNAKLAR

[1] Elwannes, R., (2011). "3D GIS: It's a Brave New World", Working Week 2011 Bridging The Gap Between Cultures, 18-22 May 2011, Morocco.

[2] Goldermans, S. ve Hoogenboom, M., (2000). "GIS Visualization the killer aplication", Geoinformatics, 35-49.

[3] Döllner, J., Kolbe, T.H., Liecke, F., Sgouros, T., ve Teichmann, K., (2006). "The Virtual 3D City Model of Berlin - Managing, Integrating and Communicating Complex Urban Informatio", 25th International Symposium on Urban Data Management UDMS 2006, 15-07 May 2006, Denmark.

[4] Maass, S., Trapp, M., Kyprianidis, J.E., Döllner, J., Eichhorn, M., Pokorski, R., Bauerlein, J., ve Hesberg, H., (2008), "Techniques for The Interactive Exploration of High-Detail 3D Building Reconstructions Using The Example of Roman Cologne", VSMM 2008- Conference on Virtual Systems and Multi Media Dedicated to Digital Heritage, Limassol, South Cyprus.

[5] Döllner, J. ve Asche, H., (2007). "Geoinformation Science at The University of Potsdam", 4th International Symposium on LBS and Telecartography, Hong Kong, 8-10 November 2007.

[6] Müller, W. ve Schumann, H., (2002), "Visual Data Mining", NORSIGD Info 2/2002, November 2002, 4-7.

[7] Buchholz, H., Döllner, J., Nienhaus, M., ve Kirsch, F., (2005), "Real-Time Non-Photorealistic Rendering of 3D City Models", Proceedings of The 1st International Workshop on Next Generation 3D City Models, June 21-22, Bonn, Germany.

[8] Döllner, J., Buchholz, H., Nienhaus, M. ve Kirsch, F., (2005), "Illustrative Visualisation of 3D City Models", Proceedings of the Conference on Visualization and Data Analysis, 42-51, IS&TSPUIE.

[9] Kolbe, T.H., Chapter 2, Representing and Exchanging 3D City Models with CityGML, www.springer.com/cda/content/document/cda_downloaddocument/9783540873945-c1.pdf, Şubat 2012.

[10] Goetz M., Zipf A., (2010). "Open Issues In Bringing 3D To Location Based Services (LBS) – A Review Focusing On 3D Data Streaming And 3D Indoor Navigation", 5th International 3D GeoInfo Conference, 3-4 November 2010, Berlin, Germany.

[11] Yeung, A.K.W. ve Hall, G.B., (2007). Spatial Database Systems Design, Implementation and Project Management, 87, Springer, The Netherlands.

[12] Rhyne, T.M., (1999). "A Commentary on GeoVRML: A Tool for 3D Representation of GeoReferenced Data on the Web", The International Journal of Geographic Information Sciences, Vol(13/4):439-443.

[13] Lee, K.J. ve Lee, J., (2012). "Developing a Module to Store 3DF-GML Instance Documents in a Database", Joint Seminar on Geoinformation 2012, 19-21 February 2012, Malaysia.

[14] Kolbe, T.H., Gröger, G. ve Plümer, L., (2005). "CityGML – Interoperable Access to 3D City Models", Symposium on Geo-Information for Disaster Management, 21-23 March 2005, Delft, Springer Verlag.

[15] Isikdag, U. ve Zlatanova, S. (2009b) "Towards defining a framework for automatic generation of buildings in CityGML using Building Information Models". In: Lee, J. and Zlatanova, S. (eds.) "3D Geo-Information Sciences, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography", Springer: Berlin, 79-96.

[16] Dykes, J., MacEachren, A.M. ve Kraak, M.J., (2005). "Introduction Exploring Geovisualisation", Elsevier, 50:1-19.

[17] Gröger, G., Kolbe, T.H. ve Czerwinski, A., Candidate OpenGIS® CityGML Implementation Specification (City Geography Markup Language), Open Geospatial Consortium, Inc., OGC 06-057r1, 2006, http://www.opengeospatial.org/standards/gml, Ocak 2012.

[18] Bakırdere, S., Gültekin, H., Kayak, S., Korumaz, M., Taşpınar, Z. Ve Yılmaz, S.M. Yıldız Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesi Tanıtım Kitapçığı, 2012-2013.

[19] Smith, B., (2008), Autodesk Announces Intent to Acquire 3D Geo, Leader in Geospatial Infrastructure and Urban Modeling Solutions, http://investors.autodesk.com/phoenix.zhtml?c=117861&p=irol-newsArticle&ID=1185953&highlight, Mayıs 2012.

[20] Vries, T ve Zlatanova, S., (2011). "3D Intelligent Cities", Geoinformatics, 14(3), 6-9.

[21] Rinn, A., (2010), A Robust Approach for Generation and Documentation of 3D Data,http://www.eurosdr.net/workshops/3d_2010/documents/eurosdr_3d_2010-11_rinn.pdf, Mart 2012.

[22] Kolbe, T. ve Bacharach, S., (2006), CityGML: An Open Standard for 3D City Models, http://www.directionsmag.com/article/citygml-an-open-standard-for-3d-city models/123103, Mart 2012.

[23] eBelediye, Uygulama, Kayseri Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemleri, http://www.ebelediye.info/?pid=25178, Nisan 2012.

[24] Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2012 Yılı Performans Programı, http://www.bursa.bel.tr/dosyalar/2012_yili_performans_programi.pdf, Mayıs 2012.

[25] Yörüklü, N., (2011), Mekansal Adres Kayıt Sistemi Oluşturulması ve Çevrimiçi Emlak ve İnşaat İzinleri Sistemi Proje Çalıştayı, http://maks.nvi.gov.tr/wp-content/uploads/2012/02/1.Calistay.Katilimci.Sunumu.7.pdf, Aralık 2011.

[26] Ertan, Z., Topal, A., Erenoğlu, M. ve Ünal, L., (2009). "İzmir Büyükşehir Belediyesi İnternet Tabanlı 3 Boyutlu Kent Rehberi", TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Kasım 2011, İzmir.

[27] NETCAD Ulusal CAD ve GIS Çözümleri A.Ş., Basın Bülteni, http://sakla.com/netcadodesis/pub/OdesisMc/_Root/130.doc, Haziran 2012.

[28] Toptaş, T.E., (2008). "Kurumsal GIS Çözümü – NETGIS Server 3D" TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ankara Şubesi I. CBS Günleri Sempozyumu, 19 – 21 Kasım 2008, Ankara.

[29] Vitae (İstanbul Bilgi Üniversitesi Mezunlar Derneği Aylık Dergisi), Google Earth'ü 3 Boyutlu Hale Getirdi, http://www.vitae.gen.tr/?p=2441, Temmuz 2012.

[30] Dielh, W.C. ve Prins, E. (2008). Unintended outcomes ın Second Life: Intercultural literacy and cultural identity in a virtual world. Journal Of Language And Intercultural Communication, 8(2): 101-118.

[31] Bulu, T., İşler, V., (2011). "Second Life ODTÜ Kampüsü", Akademik Bilişim Konferansları, 2 - 4 Şubat 2011, Malatya.

[32] Çukurbaşı, B., Bezir, Ç. ve Karamete, A., (2011). "Üç Boyutlu Sanal Ortamlarda Oryantasyon", International Computer & Instructional Technologies Symposium, 22-24 September 2011, Elazığ.

[33] Bentley, City of Helsinki 3D City Model Supports Master Plan, http://ftp2.bentley.com/dist/collateral/docs/case_studies/cs_city-of-helsinki_local-government-3d-city-gis.pdf, Haziran 2012.

[34] Bentley, City Information Modeling for Sustaining Cities, http://ftp2.bentley.com/dist/collateral/docs/geospatial/3D_City_Case_Studies_Brochure.pdf, Haziran 2012.

[35] OGC, CityGML is the standard for 3D geo-information in the Netherlands, http://www.geonovum.nl/sites/default/files/3d_pilot_artikel_engels_2.pdf, Aralık 2011.

[36] Zlatanova, S., Stoter, J., Reuvers, M., Vosselman, G., Goos, J., Berlo, L.V., Verbree, E., and Klooster, R., A Generic Approach For 3D SDI in The Netherlans, http://www.gdmc.nl/zlatanova/publisations/3D_Pilot_NL_2011.pdf Mart 2012.

[37] Zlatanova, S. Vd, (2010). "Towards a 3D Geo-Informations Standard in The Netherlands" 5th International 3D GeoInfo Conference, 3-4 November 2010, Berlin, Germany.

[38] Förstner, W. (1999): 3D City Models: Automatic and Semiautomatic Acquisition Methods. Proceedings Photogrammetric Week, University of Stuttgart, 291-303.

[39] Döllner, J., Kolbe, T.H., vd., (2006). "The Virtual 3D City Model of Berlin – Managing, Integrating and communicating Complex Urban Information", 25th International Symposium on Urban Data Management UDMS, 15-17 May 2006, Aalborg, Denmark.

[40] Döllner, J., Buchholz, H., Brodersen, F., Glander, T., Jütterschenke, S., Klimetschek, A. (2005): Ad-Hoc Creation of 3D City Models. Proceedings of the First International Workshop on Next Generation 3D City Models, EuroSDR.

[41] Yücel, M. A., (2009). Ayrıntı Düzeyleri İle Üç Boyutlu Kent Modelleme Ve Uygulanabilirliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, YTU Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[42] Bal, M. A., (2007). Kent Bilgi Sistemlerinin Üç Boyutlu Görselleştirilmesi Ümitköy-Çayyolu Örneği,Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[43] Bilgilioğlu, S.S., Erdem, E., Fıçıcı, E.C., Şeker, D.Z., (2011). "İstanbul Teknik Üniversitesi Ayazağa Yerleşkesi 3 Boyutlu Kampüs Bilgi Sistemi Tasarımı", TMMOB CBS Kongresi, 31 Ekim – 4 Kasım 2011, Antalya.

URL ADRESLERİ

[URL-1] Geosys Innovative Thinking, (2012), http://web.geosys.com.tr/?page_id=361&lang=tr, Şubat 2012.

[URL-2] OGC, (1994-2012), http://www.opengeospatial.org/, Ocak 2012.

[URL-3] Web 3D CONSORTIUM, (1999-2012), http://www.web3d.org/realtime-3d/

[URL-4] XML-Training-Guide, (2004-2012), http://www.xml-training-guide.com/, Şubat 2012.

[URL-5] Virtual Reality Modeling Language, (2012), http://www.vrml.org/, Ocak 2012.

[URL-6] Virtual Reality Glasgow Tour, (2012), http://www.vrglasgow.co.uk/, VRGlasgow Website-3D model of Glasgow, Scotland, Mart 2012.

[URL-7] Vikipedi, (2012), http://tr.wikipedia.org/wiki/X3D, Şubat 2012.

[URL-8] Artificial Intelligence Center, 2012, http://www.ai.sri.com/geovrml/, Mart 2012.

[URL-9] ACMSIGGRAPH, 2012, http://www.siggraph.org/~rhyne/carto/3D/3D-geovrml.html, Mart 2012.

[URL-10] 3D Modelling of Indoor Spaces For Nav,gat,on Using CityGML, 2012, http://stem.cs.pusan.ac.kr/isa2009/keynote.files/image004.jpg, Ocak 2012.

[URL-11] Google Developers, 2012, https://developers.google.com/kml/documentation/, Şubat 2012.

[URL-12] Google Developers, 2012, https://developers.google.com/kml/documentation/kml_tut, Şubat 2012.

[URL-13] Mekânsal Bilişim İnisiyatifi, (2008-2011), http://www.geo.itu.edu.tr/mekansalbilisim/fileadmin/templates/multiflex3/documents/3B_Mekansal_Bilgi_Sistemleri_ve_Bina_Modelleri.pdf, Mart 2012.

[URL-14] Neural Energy, (2012), http://www.neuralenergy.info/2009/06/building-information-modeling.html, Mart 2012.

[URL-15] TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 2012, http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/89a1c88df61128a_ek.doc, Mayıs 2012.

[URL-16] Lidar News, (2009), http://blog.lidarnews.com/3d-city-models, Ocak 2012.

[URL-17] Bayerische Vermessungsverwaltung, (2012), http://vermessung.bayern.de/aktuell/archiv/396.html, Nisan 2012.

[URL-18] MGGP Aero, (2012), http://www.mggpaero.com/upload/Image/lod2.jpg, Mayıs 2012.

[URL-19] Yıldız Teknik Üniversitesi, (2012), http://www.yildiz.edu.tr/davutpasakampusu, Ağustos 2012.

[URL-20] Google User Content, (2012), http://static.googleusercontent.com/external_content/untrusted_dlcp/sketchup.google.com/tr//intl/en/3dwh/pdfs/modeling_a_city.pdf, Mart 2012.

[URL-21] Autodesk, (2009), http://www.3dgeo.de/ldxstudio.aspx, Nisan 2012.

[URL-22] Bentley, (2012), http://www.bentley.com/tr-TR/Corporate/, Mayıs 2012.

[URL-23] Esri, (2012), http://www.esri.com/software/cityengine, Şubat 2012.

[URL-24] CitySurf, (2011), http://www.citysurf.com.tr/tr/page.asp?id=3, Mart 2012.

[URL-25] CitySurf, (2011), http://citysurf.com.tr/tr/index.asp, Mart 2012.

[URL-26 SketchUp, (2012), http://support/.google.com/sketchup/bin/answer.py?hl=tr&answer=1267260, Ocak 2012.

[URL-27] Çorum Belediyesi Kent Bilgi Sistemi, (2012), http://kbs.corum.bel.tr/ozellikler.aspx, Mart 2012.

[URL-28 Çorum Belediyesi Kent Bilgi Sistemi, (2012), http://kbs.corum.bel.tr/Help3d.aspx, Mart 2012.

[URL-29] İzmir Büyükşehir Belediyesi 2B Kent Rehberi, (2012), http://cbs.izmir.bel.tr/2DRehber/Default.aspx, Nisan 2012.

EK-1

YAZILIMLAR

1-1 3B Modellerin Ticari Yazılımlar İle İnternetten Sunumu

Autodesk Landxplorer Studio

Hasso-Plattner Enstitüsü tarafından geliştirilen 3D Geo GmbH yazılımının distribütörü Almanya'da bulunan 3D Geo şirketidir. 3D Geo ürünleri daha öncede belirtilen uluslararsı CityGML standartlarını desteklemektedir. Coğrafi görselleştirme ve akıllı 3B kent modeli geliştirme konularında öncü bir yazılım olan 3D Geo; büyük ölçekli coğrafi bilgilerde dahil olmak üzere verinin etkin bir şekilde oluşturulmasını, analiz edilmesini, yönetilmesini ve paylaşılmasını sağlayan hizmetler sunmaktadır. 2008 yılı sonlarına doğru gerçekleşen Autodesk firmasına katılım ile yazılımın adı Autodesk LandXplorer Studio olarak değiştirilmiştir. Autodesk; inşaat, medya ve eğlence sektörleri için 2B ve 3B tasarım yazılımları geliştirilmektedir (Smith, 2008 [19]).

Autodesk LandXplorer ürünleri; 3B yeryüzü modelleri ile 3B kent modellerinin yönetimi ve görselleştirilmesi için hizmet sunan yazılım sistemleridir. Autodesk LandXplorer Studio ve Autodesk LandXplorer Studio Professional olmak üzere farklı iki versiyonu bulunan yazılımın en kapsamlı olanı "Autodesk LandXplorer Studio Professional'dir."

LandXplorer Studio; 3B görselleştirmeyi sağlayan temel uygulamaları gerçekleştirmektedir. Bunlar 3B kent modellerinin oluşturulmasını sağlayan sayısal arazi modelleri, raster ve vektör veriler ile bunların işlenmesini sağlayan araçları kapsamaktadır. 3B kent modelleri CityGML ayrıntı düzeylerinde, 2B veya 3B veri formatları, 3DS veya X3D modelleri kullanılarak oluşturulabilmekte, binalara çatı

formları ve cephe dokuları kaplanarak modele gerçekçi görünüm kazandırılabilmekte, internet ortamında sunulan veya DVD formatında kaydedilen 3B modeller LandXplorer Xpress arayüzü kullanılarak görüntülenebilmektedir [URL-21].

LandXplorer Studio Professional; LandXplorer Studio uygulamalarına ek olarak Oracle spatial veya ArcSDE gibi veritabanlarıda dahil olmak üzere çeşitli mekânsal veri kaynaklarına erişimi sağlayan FDO (Feature Data Objects) teknolojisine sahiptir.

Günümüzde 3B kent modellerini oluşturmak kadar onu interaktif kılmakta önemlidir. Bu bağlamda Autodesk; LandXplorer Xpress, LandXplorer Publisher ve LandXplorer Server yazılımlarını geliştirmiştir.

- LandXplorer Xpress: Modellerin LandXplorer versiyonları ile etkileşimli olarak DVD'ler veya web üzerinden sunulmasını sağlamada kullanılan bir arayüzdür. Coğrafi veriler ve modeller üzerindeki telif haklarının korunması ve bunların kötüye kullanımının engellemesi amacıyla orijinal veri yerine kendi şifrelenmiş veri formatını kullanarak verilerin LandXplorer Xpress Viewer üzerinden görüntülenmesini veya LandXplorer Server aracılığıyla yayınlanması sağlar.
- LandXplorer Publisher: Autodesk LandXplorer Publisher, 3B modeli yayınlamanın diğer bir yoludur. 3B modelin uluslararası standartlardan olan KML veya Collada formatına dönüştürülmesini sağlayarak modellerin Google'ın sanal küreleri ile entegrasyonunu mümkün kılmaktadır. Ancak 3B modelin yayınlanmasında bu formatları destekleyen Google Earth gibi bir web sunucusuna ihtiyaç duyulmaktadır.
- LandXplorer Server: 3B modellerin interaktif olarak normal bir internet sunucudan yayınlanmasını mümkün kılan yazılım kullanıcısına sağladığı görsel sunumun yanısıra modelden ölçü alma, obje seçme ve obje bilgisi sorgulama gibi işlemleri gerçekleştirebilme olanağıda sunmaktadır.

Berlin Sanal 3B Kent Modelinin oluşturulmasında bu yazılım kullanılmıştır. Bu model hakkında ayrıntılı bilgi bir sonraki bölüm olan 3B Modelleme Uygulamaları konulu EK-2'de verilmiştir.

Bentley 3D CityGIS

1984 yılında kurulan ve altyapı yaşam döngüsü kapsamlı yazılım çözümleri sağlayan Bentley şirketinin amacı; mühendislerin, mimarların, hükümetlerin, kuruluşların, işletme sahiplerinin kısacası farklı meslek guruplarına dâhil pek çok kullanıcının daha üretken şekilde tasarım, yapım ve işletme faaliyetlerini gerçekleştirmelerini ve daha küresel işbirliği yapmalarını sağlayan yazılım çözümleri sunmak ve bunu sürdürülebilir kılmaktır [URL-22].

Bentley 3D CityGIS; akıllı 3B kent modellerinin oluşturulması, yönetilmesi ve sunulmasını ile şehrin altyapısını kapsayan verilerin iş akışlarının ve süreçlerin yönetilmesini sağlayan ürünlerin entegrasyonundan oluşmaktadır (Çizelge 3.6) (Zlatanova, 2011 [20]).

Böylece oluşturulan 3B modellerde sadece görsel içerik bulunmamakta, sisteme entegre edilen yer altı ve yer üstü verileriyle model, bir bütün olarak hizmet etmektedir.

3D City GIS kapsamında 3B modeller; 3B modelleme, yönetim-sunum ve sürdürülebilirlik ile tasarım-keşif ve analiz aşamaları neticesinde oluşmaktadır. Sistemin desteklediği veriler; GIS verileri kapsamında DGN, DWG, SHP formatlı haritalar, GeoTIFF, SID, ECW formatlı görüntüler, GeoTIFF, ASCI, DTE, DB formatlı sayısal arazi modellerini içeren GIS verilerini, BIM verileri kapsamında DWG, DGN formatlı detaylı mühendislik ve mimarlık çizimlerinin tasarım, plan ve profillerinin yer aldığı CAD/CAE verileri ve DGN, DWG, PLN formatlı 3B tasarımlar ile yapı yaşam döngüsünü ifade eden IFC formatlı verilerden oluşmaktadır. Oracle spatial veya SQL server veritabanında depolanan tüm bu verilere ek olarak sistem CityGML, IFC, PDF ve KML standartları ile WMS, WFS gibi web servislerinide desteklemektedir.

Çizelge 3.6 Bentley 3D CityGIS entegrasyonu (Rinn, 2010 [21])

MODELLEME	MicroStation	3B modellerin oluşturuşmasında kullanılan lazer tarayıcılar vb fotogrametrik yöntemlerle temin edilen 3b verilerin düzenlenmesi, 3B doku ve materyallerin oluşturulması, Görüntü işleme uygulamaları
	Bentley Map	
	Bentley Descartes	
	InRoads	Ölçme verilerinin entegrasyonu, Yüzey oluşturulması
	Geo PAK	
	MX	
SUNUM	Bentley GeoSpatial Server	Veritabanlarında depolanan hemen hemen her formattaki verinin bir arayüz ile kullanıcıya sunulması
	Bentley GeoWeb Publisher	.shp, .tab, . Dwg vb formattaki her türlü 3B mekansal verinin yayınlanması, 3B kent modellerinin KML veya COLLADA formatında Google Earth gibi web sunucuları üzerinden sunumu
	Oracle Spatial 3D 11G	3B verilerin depolandığı veritabanı
KEŞİF VE ANALİZLER	MicroStation	3B tasarım ve görselleştirme uygulamaları, Harita ve rapor oluşturulması, 3B mekansal analizlerin yapılması, Fotorealistik görselleştirme, Animasyonların hazırlanması
	Bentley Map	
	InRoads	Görüş analizleri, Hacim hesaplarının yapılması
	Geo PAK	
	MX	
	Project Wise Navigator	3B modelin görselleştirilmesi, 3B model üzerinde işbirliği
	KML Client	Kişi veya kurumlar tarafından görselleştirilmiş 3B modellerin görüntülenmesi

Büyük ölçekli Helsinki, Montreal, Finland, Amsterdam, London ve United Kingdom projeleri bu yazılım kullanılarak oluşturulmuştur. Bu projelerdeki ortak amaç; kentsel

alanlarda karmaşık altyapı projelerinin en verimli şekilde yönetilmesi ve en etkin sonuçların alınabilmesi için planlanmasından uygulanmasına kadar her aşamada akıllı 3B modellerin kullanılmasıdır. Helsinki ve Montreal projeleri hakkında ayrıntılı bilgi bir sonraki bölüm olan 3B Modelleme Uygulamaları konulu EK-2'de verilmiştir.

City Engine

Doğru, görsel ve etkileyici 3B kent modellerinin kısa zamanda hızlı ve dinamik bir şekilde tasarlanması, planlanması ve modellenmesini sağlayan City Engine yazılımı; ESRI tarafından satın alınmıştır.

Yazılım; farklı formatdaki veriler ile bina, parsel, yol ağı, bitki örtüsü gibi coğrafi objelerin tasarım, düzenlenme ve analiz uygulamalarının yanı sıra veritabanı oluşturma, yönetme ve paylaşma gibi birçok CBS uygulamasın da kullanılmaktadır. Ayrıca yazılım ile Open Street Map'a veri aktarımıda yapılabilmektedir.

City Engine; Collada®, Autodesk®, FBX®, DXF, 3DS, Wavefront OBJ, e-on® yazılımı Vue'de dâhil olmak üzere birçok 3B formatı desteklemekte, oluşturulmuş 3B modelleri Pixar ve NAVIDIA yazılımlarının Render Man® RIB ve Mental Ray® MI formatlarına dönüştürebilmektedir [URL-23].

Esri City Engine; farklı uygulamalar için City Engine Basic ve City Engine Advanced olmak üzere 2 farklı versiyona sahiptir. Bunlar:

- City Engine Basic: Profesyonellik gerektirmeyen 3B çalışmalar için tasarlanmış bu sürümde sadece .obj, .3ds, .dxf ve .vue gibi temel 3 boyutlu formatlar desteklenmektedir. Bu yazılım CBS uygulamalarında Collada ve Autodesk FBX verileriyle çalışma kısıtlaması getirilmiş olup veri transferi yapılamamaktadır.
- City Engine Advanced: CBS, CAD ve 3B uygulamalarında profesyonel kullanıcılar için uygundur. Bu yazılımla tüm City Engine araçları çalıştırılabilmekte, Pyhton ile programlama ve veri transferi işlemleri yapılabilmektedir.

CitySurf

CitySurf, ODTÜ Teknokent'te faaliyet gösteren Piri Reis Bilişim Teknolojileri tarafından 2006 yılında geliştirilmeye başlanan bir CBS yazılımı, büyüklüğü multi-terabaytlara

varabilen 3B kent modellerinin ve onlara ait semantik bilgilerin internet üzerinden 3B olarak görüntülenebilmesini ve üzerinde analizler yapılabilmesini sağlayan bir OpenGL uygulamasıdır. Google earth yazılımının bir benzeri olan program ile oluşturulan Mamak Belediyesi, Etimesgut Belediyesi ve Çorum Belediyesinin yapmış olduğu öncü sayılabilecek uygulamalar birçok kamu kurumu için örnek teşkil ederek kurumların kendi 3B kent bilgi sistemlerini kurma çalışmalarına zemin hazırlamıştır. Bursa Büyükşehir Belediyesi, Kayseri Büyükşehir Belediyesi ve İzmir Büyükşehir Belediyesinin gerçekleştirdiği 3B Kent Rehberi bunun bir göstergesidir.

Sunucu tabanlı, yerli bir 3B CBS yazılımı olan CitySurf; .tiff (GeoTIFF), .dem (Digital Elevation Model) ve .csh (City Surf Height File) uzantılı dosya formatlarını desteklemekte olup; Mapinfo Tab, Esri Shape, Netcad Ncz, Oracle SDO ve PostgreSQL PostGIS yazılımlarıyla üretilmiş vektör veri türleri ile çalışabilmektedir [URL-24]. Yazılım ile binaların üçüncü boyuta yükseltilmesi ve cephe fotoğraflarıyla görselleştirilmesi işlemleri veritabanında veritabanında tutulan kat yüksekliği ve kolon bilgisi öznitelik bilgilerinin kullanımıyla otomatik olarak gerçekleştirilmektedir.

Yazılım; “CitySurf Lite, City Server, CitySurf Globe, CitySurf Globe Server ve CitySurf Globe ActiveX” uygulamalarından oluşmaktadır [URL-25].

CitySurf Globe Mobile, kurumların "Mobil Cografi Bilgi Sistemi" ihtiyaçlarını karşılamak üzere geliştirilmiştir. Oracle SDO ya da Postgis ortamında depolanan, uydu görüntülerini, SYM ve vektör verileri, düşük bant genişliği kullanarak sunması, kurum içi mekânsal veritabanında depolanan coğrafi verilerin sahada kullanılabilmesine ve gerektiğinde üzerinde düzenleme yapılabilmesine imkân tanımaktadır.

CitySurf Globe Server, CitySurf Globe Mobile’e nazaran daha yönetilebilir, hızlı veri sunabilir ve yetki ayarlamalarını yapılabilir kılan bir arayüze sahiptir. Örnegin Londra’da bulunan bir kullanıcının veritabanında bulunan 3B binalar, yollar, parseller ve altyapı ile ilgili raster ve vektör verilerini sahada uygulama yapan çalışanlarına yetki bazlı açmak istediğinde CitySurf Globe Serverı kullanarak bir kaç saat içinde yetki bazlı açması mümkündür.

Globe Application Server; CitySurf Globe istemci verisini uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları üzerinde sunabilen, server olarak kullanılan bir yazılımdır.

1-2 3B Modellerin Ücretsiz Yazılımlar İle İnternetten Sunumu

Google Firmasının geliştirdiği ve kullanıma açtığı Google Earth yazılımı uydu görüntüleriyle gerek 2B gerekse 3B verileri birleştiren bir yazılımdır. 3B modelleme yazılımı olan SketchUp da yine Google tarafından geliştirilmiş ve kullanıma sunulmasıyla bu alanda yapılan çalışmaları arttırmış ve hızlandırmıştır. SketchUp ortamında 3B oluşturulan modeli Google Earth üzerinden internet ortamında sunmak mümkündür. 3B yeteneklerin yakın zamanda diğer internet üzerinden hizmet veren harita servislerinde de yaygınlaşacağı öngörülmektedir (Kolbe ve Bacharach, 2006 [22]).

Google büyük bir içeriğe sahip 3B model kütüphanesini oluşturmuştur ve bunu ilgilenenlere ücretsiz sunmaktadır. Ancak ticari anlamda düşünüldüğünde çok daha akıllı 3B modellere ihtiyaç duyulmaktadır. 3B görselleştirilmiş CBS çalışmaları ülkemizde yaygın olmamasına rağmen son zamanlarda teknolojik gelişmelere paralel olarak artmıştır.

Google Earth'e eklenmek üzere gönderilen tüm modellerin belli standartlara uyması gerekmektedir. Bu kıstasların büyük çoğunluğu Google Earth'deki fotogerçekçi 3B yapılar katmanının doğru olmasını ve gerçeği temsil etmesini sağlarken diğer bir kısımıda Google Earth'ün performansını olumsuz etkilemesini önlemek amaçlıdır. Google Earth'deki fotogerçekçi 3B yapılara kabul edilebilmesi için modeller [URL-26];

- Kalıcı ve gerçek yapıları temsil etmelidir.
- Diğer tüm alternatiflerinden daha iyi olmalıdır.
- Fotoğraflarla dokulandırılmalıdır.
- GoogleEarth'deki görüntülerle doğru bir şekilde hizalanmalıdır.
- Birden fazla müstakil yapı içermemelidir.
- Zeminden kopuk birşekilde havada durmamalı veya zeminin altına batmamalıdır.
- Yapılandırılmış araziyi aşmamalıdır.
- Gruplanmış çevre içermemelidir.

- Doğru yükseklik ve ölçekte olmalıdır.
- Z çatışması sergilememelidir.
- Reklam veya spam içermemelidir.
- Tamamlanmış olmalıdır.
- Çok karmaşık olmamalıdır.
- Model boyutu 10MB'yi aşmamalıdır.

GoogleEarth'e bu kabul edilme kriterlerini güncellemeyi gerektiren yeni özellikler ve teknolojiler eklenmesi durumunda, kabul edilmiş modeller bu kabul edilme kriterlerindeki güncellemeleri karşılamamamalarına rağmen Google Earth'te yayınlanmaya devam ederler. Ancak aşağıdaki durumlardan herhangi biri oluştuğunda;

- Modeli paylaşan kişi tarafından modelde bir düzenleme yapıldığında,
- GoogleEarth'de arazi ve görüntüler güncellendiğinde,
- GoogleEarth'e modelle aynı konumda başka bir model gönderildiğinde,
- Başka bir kulanıcı tarafından modele ilişkin GoogleEarth pop up balonunda "sorun bildirin" bağlantısı işaretlendiğinde model, güncellenmiş kabul edilme ölçütlerine göre incelenmek ve değerlendirilmek üzere geri gönderilebilir.

Web tabanlı 3B modellerin oluşturulmasındaki en temel amaç modeli izlenebilir ve keşfedilebilir kılarak kullanıcılar arasında veri paylaşımını sağlamaktır. Bu nedenle günümüzde birçok paket program kullanılarak 3B modelleme yapılabilmesine karşın kullanım ve erişimi kolay, ücretsiz bir yazılım olan SketchUp ile bütüncül çalışabilen Google Earth daha fazla tercih edilmektedir. Ancak sunduğu uydu görüntülerinin güncel olmaması, sayısal arazi modelinin istenilen hassasiyeti yansıtmaması gibi sorunlar yazılım için dejavantaj olup 3B modellerin gerçekçiliği konusunda soru işaretleri uyandırmaktadır.

EK-2

ÇEŞİTLİ 3B KENT MODELİ UYGULAMALARI

2-1 Türkiye'deki Uygulamalar

Bilgilerin; bilgisayarlar ortamında olması bilgiye hızlı erişim imkânı, internet ortamından sunulması ise uygulamalarda şeffaflık sağlamaktadır. Çorum Belediyesi ve Mamak Belediyesi'nin yapmış olduğu öncü sayılabilecek çalışmaları İnegöl Belediyesi, Etimesgut Belediyesi, Bilecik Belediyesi, Bursa Büyükşehir Belediyesi, İzmir Büyükşehir Belediyesi, Kayseri Büyükşehir Belediyesi ve Trabzon Belediyesi'nin yapmış olduğu çalışmalar izlemektedir.

Çorum Belediyesi

Yazılı kaynaklarda belirtildiğine göre Türkiye'de ilk kez 3B kent bilgi sistemini uygulamaya başlayan İlçe Belediyedir. Verilerini belediyenin resmi internet sitesi olan http://kbs.corum.bel.tr/KBS3D.aspx adresinden, CitySurf Globe 3D Kent Bilgi Sistemi arayüzü ile yayınlamaktadır.

Bu sistemde coğrafi veriler açık kaynak kodlu Postgre SQL GIS formatında tutulmaktadır. Coğrafi verilerin çoklu ortamlarda düzenlenebilme özelliğinden yararlanılarak ESRI MapInfo gibi diğer CBS yazılımları aracılığıyla ilave analizlerde yapılabilmektedir [URL-27].

Coğrafi veriler; Coğrafi Koordinat Sistemi, WGS84 Datumunda tanımlanmıştır. Sistemde bulunan harita katmanları [URL-28];

- İl ve mahalle sınırları, karayolları, köy merkezleri,

- Cadde-sokak adları ve dış kapı numaraları,
- Kat adedi sayısına göre üçüncü boyuta yükseltilmiş bina katı modelleri ile belediye binası, hükümet konağı gibi kamu binalarının, saat kulesi, stadyum, han ve konaklar gibi önemli ve tarihi yapıların fotorealistik olarak görselleştirilmiş 3B modelleri,
- İmar ve kadastro parselleri,
- Kullanıcılar tarafından sisteme ilave edilen emlak ilanları, işyeri bilgileri vb veriler,
- Kente ait yükseklik modeli üzerine giydirilmiş uydu görüntüsü (09/07/2008 yılı Quick Bird uydu görüntüsü),
- Raster doku şeklindeki eski ve güncel tarihli imar planları,
- Google Maps, Microsoft Virtual Earth gibi uluslararası servislerden gelen haritalar, konumu belli olan sıcaklık, deprem ve haber kayıtlarını içermektedir.

Sistem ile belediye birimleri, mevcut harita ve sözel verilerini web tabanlı ortamda güncel tutarak vatandaşlarının kullanımına sunmaktadır.

Mamak Belediyesi

Verilerin CitySurf Globe 3D Kent Bilgi Sistemi üzerinden sunulduğu, 3B Kent Bilgi Sistemine belediyenin resmi internet sitesi olan http://www.mamak.bel.tr/3b.aspx adresinden ulaşılabilmektedir.

Belediye internet sitesinden 3B Kent Bilgi Sisteminin yanısıra 2B Kent Bilgi Sisteminine de ulaşılabilmektedir. 2B Kent Bilgi Sistemi verileri NetCAD/NetGIS yazılımı üzerinden Silverlight v2.0a arayüzüyle sunulmakta olup sisteme erişim direkt sağlanırken, 3B Kent Bilgi Sistemi verileri CitySurf Globe yazılımı üzerinden sunulmakta olup sisteme erişim .exe uzantılı dosyanın bilgisayara yüklenmesiyle sağlanmaktadır.

Kayseri Büyükşehir Belediyesi

Kayseri Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemleri Birimi belediyenin resmi internet sitesi www.kayseri.bel.tr adresinde yer alan 3B Kent Bilgi Sistemi başlığı altında 2B ve

3B Kent Bilgi Sistemlerini yayınlamaktadır. Ücretsiz CBS yazılımları ile gerçekleştirilen 2B Kent Rehberine http://cbs.kayseri.bel.tr/Rehber.aspx adresinden direkt olarak erişilebilirken 3B Kent Bilgi Sistemine erişim .exe uzantılı dosyanın bilgisayara kurulmasıyla sağlanmaktadır.

Sistemin temeli Adres Bilgi Sistemine dayanmaktadır. Adres Bilgi Sisteminin kurulması çalışmaları kapsamında ilk olarak hâlihazır haritalar ve diğer kurumlardan temin edilen bina verileri sisteme işlenmiştir. Başlangıçta oracle veritabanı üzerinde NetGIS yazılımı ile oluşturulan veriler daha sonra CitySurf ve GeoMedia yazılımları ile Ulusal Adres Veritabanı'na (UAVT) uygun olacak şekilde yeniden düzenlenmiştir (eBelediye, 2011 [23]).

Kayseri 3B Kent Bilgi Sisteminde kullanılan veriler;

- Raster veriler; 1947,1992 ve 2005 yılı hava fotoğrafları, 2002, 2006, 2007, 2008 ve 2010 yılı uydu görüntüleri ile 1/1000 ölçekli uygulama imar planıdır. Eski ve yeni tarihli hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri şehrin yıllara göre gelişiminin tespitinde kullanılmaktadır.
- Sayısal veriler; belediye, ilçe ve mahalle sınırları, toplu taşıma hatları ve durakları, mevcut yol ağları, okul-hastane-cami gibi önemli yerleri gösteren kent rehberi, polis sorumluluk bölgeleri, karakol-itfaiye yerleri, GSM-akaryakıt ve LPG istasyonları, parseller, arazi kullanımı, elektrik direkleri-trafo ve enerji nakil hatları, kavşaklar-trafik ışık ve levhaları, boru hatları, Atmler, taksi durakları, tarihi eserler, koruma ve sit alanlarını içermektedir.
- Sözel veriler; bina bilgileri ve fotoğrafları, yol bilgileri ve fotoğrafları ile tapu sicil bilgilerinden oluşmaktadır.

Coğrafi Koordinat Sistemi, WGS84 Datumunda koordinatlandırılmış Kayseri Büyükşehir Belediyesi yetki alanındaki coğrafi veriler; Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü personelleri tarafından güncellenmekte ve eşzamanlı olarak sunulmaktadır. Uygulama ile belediye sahip olduğu güncel ve zengin bir içeriğe sahip veritabanını vatandaşlarının kullanımına sunmaktadır.

Bursa Büyükşehir Belediyesi

Bursa Büyükşehir Belediyesi resmi internet sitesi www.bursa.bel.tr adresinden CitySurf Globe yazılımı kullanılarak sunulan 3B Kent Rehberinde veriler Oracle veritabanında depolanmıştır (Bursa Büyükşehir Belediyesi, 2012 [24]).

3B Kent Rehberi, Bursa Büyükşehir Belediyesi sınırları dahilinde olan yedi merkez ilçeyi (Osmaniye, Yıldırımi Nilüfer, Kestel, Gürsu ve Mudanya) kapsamaktadır. Veriler; Coğrafi Koordinat Sistemi, WGS84 Datumunda koordinatlandırılmış.

Rehberde kullanılan veriler (Yörüklü, 2011 [25]);

- Raster veriler; 1997 ve 2009 yılı ortofotoları ile 2000, 2002, 2004, 2007 ve 2011 yılı uydu görüntülerini içermektedir.
- Sayısal veriler; hâlihazır haritalar, 1/1000-1/5000 ve 1/25000 ölçekli imar planları, kadastro paftaları ile altyapı haritalarında oluşmaktadır.
- Sözel veriler; adres, nüfus, parsel, abonelik ve tapu sicil bilgilerini kapsamaktadır.

Uygulama Bursa Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemlerinde mevcut ortofoto ve uydu görüntülerine, numarataj ve adres verilerine, hastane-okul-turistik tesis vb önemli yer bilgilerine erişimi kolaylaştırmakta, büyükşehir belediyesi tarafından yapılan veya yapılması düşünülen projelerin rehber üzerinden 3B görüntülenmesini ve en kısa yol analizi gibi çeşitli coğrafi analizlerin yapılmasını sağlamaktadır.

Rehberde binalar 3B katı modelleriyle temsil edilmekte olup sadece belediye binaları, bazı camiler ve saraylar gibi önemli yerlerin ve tarihi mekanların modelleri fotogerçekçi görünümleri ile sunulmaktadır.

İzmir Büyükşehir Belediyesi

İzmir Büyükşehir Belediyesi kullanıcılarına belediyenin resmi internet sitesi www.izmir.bel.tr adresinden İzmir Kent Rehberi başlığı altında halen aktif olan 2B ve 3B olmak üzere farklı iki kent rehberi sunmaktadır. 2B Kent Rehberine erişim adres üzerinden direkt sağlanırken, 3B Kent Rehberi bu adresten indirilerek .exe uzantılı dosyanın bilgisayara yüklenmesiyle kullanılmaktadır.

2B Kent Rehberi kapsamında toplanan tüm veriler Transver Mercator (TM) Projeksiyon Sistemi, Hayford Elipsoidi, ED50 Datumunda tanımlanmış olup, ArcSDE yazılımı ile versiyonlanarak Oracle 10g ortamında SDO (Spatial Data Option) kayıt biçiminde tutulmaktadır. Buda verilerin gerçek zamanlı olarak rehber yazılımı ile yüksek performansta görüntülenmesini sağlamaktadır [URL-29]. 3B Kent Rehberi sunumu ise CitySurf Globe yazılımı üzerinden Coğrafi Koordinat Sistemi, WGS84 Datumunda yapılmaktadır.

Rehber; Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü tarafından belediye sınırları dâhilindeki 21 ilçe için hazırlanmış olup sürekli güncellenmektedir (Ertan vd, 2009 [26]). Amaç; vatandaşların günlük iş ve projeleri için önbilgi edinmelerini sağlamaktır. Bunun dışında adres, mülkiyet, pafta, koordinat, önemli yer bilgisi gibi farklı sorgulamalar ile veriye hızlı erişim, belli şablonlarla ekran ve yazıcı raporlarının oluşturulması, temel verilerin bir arada görüntülenmesi gibi hizmetlerde sunmaktadır.

Rehberde yer alan adres verileri, belediye yetki alanında kalan ilçe-mahalle ve köy sınırları, tip ve yön gibi yol bilgileri ile fotoğrafları, kapı numarası-bağımsız bölüm sayısı-kat adedi ve kullanım türü gibi bina bilgileri ve fotoğrafları gibi verilerden oluşmaktadır. Bu bilgiler belediye yetki alanındaki ilçe belediyelerde bulunan Adres ve Numaralama Şube Müdürlükleri personellerince güncellenmekte ve eşzamanlı olarak sunulmaktadır. Ayrıca Kasım 2005 yılına ait 1m çözünürlüklü İkonos Uydu görüntüsü, 2010 yılına ait yaklaşık 50cm konum hassasiyetine sahip renkli ortofoto ile 2010 yılına ait 1/25000 ölçekli Nazım İmar Planı da rehberde yeralmaktadır. Rehberde bulunan mülkiyet ve 1/1000 Ölçekli Uygulama İmar Planı verileri ise Müdürlük personeli tarafından gerekli topolojik kontroller ve düzeltmeler yapıldıktan sonra veri tabanına aktarılmıştır (Ertan vd, 2009 [26]).

Rehberde yayınlanan 3B bina modelleri, gerçek kat yükseklikleri temel alınarak yükseltilmiştir. 3B bina modellerinin bir kısmı http://sketchup.google.com/3dwarehouse/ web sitesinden alınmıştır. Diğer bir kısmı ise diğer bir kısmı ise belediye personeli tarafından üretilerek rehberde yerini almıştır. Ancak 3B modelleme çalışmaları halen devam etmektedir.

Kent rehberinde yayınlana tüm bu verilere ek olarak sağlık, eğitim, sosyal hizmetler, konaklama yerleri, turizm tesisleri, tarihi eserler, spor aktivite yerleri, dini tesisler, kültür ve sanat merkezleri, vezneler ve ulaşım noktaları gibi önemli yer verileri, nöbetçi eczane bilgileri, GEORSS özelliği kullanılarak mekânsal bildirimler ile bilgi servislerinden sağlanan hava durumu, bulutluluk durumu, son depremler sırasıyla ICAO (International Civil Aviation Organisation), EUMETSAT (European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites) ve USGS (United States Geological Survey) adreslerinden alınarak coğrafi olarak yayınlanmaktadır. Ayrıca Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı tarafından hazırlanan Kasım 2008 yılına ait Körfez Kirlilik Haritası, İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi resmi web sayfasından yayınlanmakta olup sisteme entegre edilen baraj doluluk oranları ve arsenik değerleri, İzmir'de bulunan tarihi yapılar, antik kentler, müzeler ile kente kimlik kazandıran önemli yerlerin çeşitli kaynaklardan derlenmiş bilgi, açıklama ve fotoğraflarıda rehber üzerinden sunulmaktadır.

Trabzon Belediyesi

Trabzon Belediyesi tarafından hazırlanan "3 Boyutlu Kent Rehberi"ne erişim kurum içerisinde intranet, kurum dışında ise Belediyenin resmi web sitesi www.trabzon.bel.tr adresindeki online işlemler başlığı altından sağlanmaktadır.

Uygulama kapsamında belediye; mücavir alan sınırları içerisinde bulunan imar planları, kadastro paftaları ve hâlihazır haritalar sayısallaştırılarak sayısal haritaları oluşturulmu, bu konumsal verilere entegre edilen bilgiler ilede mevcut tüm veriler ortak bir veritabanında toplanarak çeşitli analiz ve sorgulamalara olanak tanıyan kent bilgi sistemi kurulmuştur (NetCAD, 2011 [27]).

Kent rehberi, NetCAD/NetGIS arayüzü kullanılarak hayata geçirilmiştir. Rehberde yer alan veriler, Harita ve Planlama Servislerince NetCAD masaüstü yazılımları kullanılarak oluşturulmuştur. NetGIS Server Silverlight v2.0a coğrafi web sunucusuna bağlı merkezi bir veritabanında depolanan veriler, yine bu servislere tanınan online veri güncelleme imkanı ile sürekli güncellenmektedir.

NETGIS/Server tamamen bütünleşik yapıda konumsal ve sözel veritabanı desteği, harita sunumu, vektör, raster veri sunumu, konumsal analiz, eş zamanlı veri düzenleme

ve coğrafi uygulama geliştirmek üzere tasarlanmış iki ve üç boyutlu kurumsal GIS çözümüdür. Verilerin güncel tutulabilmesi için AutoCAD, NetCAD 5.0 GIS, MicroStation, ArcGIS, MapInfo vb masaüstü CAD ve GIS yazılımları ile birlikte çalışmak üzere tasarlanmıştır (Toptaş, 2008 [28]).

Rehberde yer alan adres verileri oluşturulan harita bilgi sistemi entegrasyonu ile sağlanmaktadır. Bu sistem sahadan toplanan mevcut numarataj bilgilerinin mahalle bazında UAVT standartlarında düzenlenmesiyle oluşturulmuştur. İmar verileri ise belediyenin Doküman Yönetim Sistemi (DYS) ve Doküman Arşiv Sistemi (DAS) ile bilgisayar ortamına taşınan imar arşivlerinden sağlanmıştır (NetCAD, 2011 [27]).

Bu uygulama kullanıcıların belediye hizmetlerinde daha hızlı ve etkin yararlanması, bilgiye hızlı ve online olarak ulaşması, fatura ödeme-imar durumu sorgulama gibi işlemleri dünyayın herhangi bir yerinden 7 gün 24 saat yapabilmesi ve ekrandan belli şablonlarda yazıcı çıktılarını alabilmesi sağlanmıştır.

Rehberde yer alan veriler Hayford Elipsoidi, ED-50 Datumu, Transfer Mercator (TM) projeksiyon sisteminde tanımlanmıştır.

İlk etapta 2B görünen kent rehberini araç çubuğunda yer alan 3D başlat ikonu ile 3B görüntülemekte mümkündür. 3B rehber görünümünde binalar, kat adetleri temel alınarak üçüncü boyuta yükseltilmiş bina katı modelleri şeklinde temsil edilmektedir. Bu modellerden bazılarına valilik, belediye hizmet binası, hükümet konağı gibi kamu kurumlarına, Atatürk Köşkü gibi tarihi mekanlara fotogerçekçi görünüm kazandırılmıştır. Araç çubuğunda yer alan bilgi alma, kısa yol başlatma ve çıktı alma araçları ile harita üzerindeki bina, yol, parsel vb herhangi bir objenin fotoğraf ve bilgilerine erişmek, iki nokta arasında en kısa yol sorgulamasını gerçekleştirmek ve herhangi bir alanın çıktısını almak mümkündür. Bunlara ek olarak rehber üzerinde nöbetçi eczane, etkinlik sorgulaması yapılabilmekte, eğitim, sağlık, özel ve kamu kurumları, dini tesisler, kültür/turizm, alışveriş/eğlence ve konaklama mekanları, tesisler gibi önemli yer bilgilerine ulaşılabilmektedir.

3DLocationEarth

3DLocationEarth; bir bilgi sistemi değil, 3B modellerin yayınlandığı Google Earth tabanlı bir internet projesidir. Kurucusu Aybars Gorpe tarafından; 3B firma rehberi, sosyal paylaşım platformu yeni nesil tanıtım-pazarlama ve satış mecrası olarak ifade edilmekte, çok yönlü ve 3B yeni nesil bir iletişim platformu olarak özetlenmektedir (Vitae, 2002 [29]).

3DLocationEarth.com kişi ya da kuruluşlara sunduğu 3 boyutlu modelleme ve konumlandırma hizmeti ile mekanların tüm dünyadan görülebilmesini sağlamaktadır. Uygulamaya www.3dlocationearth.com adresli internet sitesi üzerinden erişilmektedir.

İnternet sayfası altyapısı bir yazılım firmasından alınan hizmet neticesinde oluşturulmuş ve çizim ekibi tarafından hazırlanan önemli bina, cadde ve sokaklara ait 3B modeller sisteme entegre edilmiştir.

3DLocationEarth, Google Earth tabanlı programı ile binlerce tarihi, ticari ve şahsi binayı dünya üzerindeki gerçek yerinde göstererek kullanıcılarına, kategorilere ve sektörlere göre ayrılmış mekânlar arasında harita üzerinde 3 boyutlu arama yapma imkânı sunmaktadır.

Second Life ODTÜ Sanal Kampüsü

Second Life; 2003 yılında Linden Lab. isimli şirket tarafından kurulan üç boyutlu bir sanal ortamdır. İçerisinde katılımcıların kendilerine sanal karakterler (avatar), mekânlar-alanlar oluşturduğu, iş bulup çalıştığı, çeşitli aktivitelere katıldığı, eğitim-öğretim için sanal sınıfların bulunduğu, ortamda kullanmak üzere nesneler oluşturabildiği ve her türlü etkileşime girebildiği bir sanal ortamdır (Dielh & Prins, 2008 [30]).

Ticari ve eğitim amaçlı kullanımları her geçen gün artan üç boyutlu sanal dünyaların en yaygın kullanılanı, San Fransisco merkezli Linden Laboratuvarları'nın kurduğu “Second Life”dır (Bulu ve İşler, 2011 [31]).

Second Life, farklı sektörlerdeki birçok firma tarafından pazarlama, eğlence, turizm gibi alanlarda kullanılmakla beraber eğitim sektöründe de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dünya genelinde birçok üniversite ve eğitim kurumu Second Life'de sanal kampüs ya da eğitim-öğretim alanları oluşturmuş ve bu alanlar üzerinden eğitim-öğretim vermektedirler. Texas State Üniversitesi (TXSTATE II), Newbie Üniversitesi (Bangu), Languagelab, IBM, EDTech Island ve AECT (AECT at CAVE) Second Life'de bulunan eğitim-öğretim alanlarından bazılarıdır (http://search.secondlife.com/). Sanal kampüslerde dersler, toplantılar, seminerler ve konferanslar düzenlenmekte, uzaktan eğitim, yabancı dil eğitimi, üç boyutlu modelleme ve tasarım, kurumsal ve profesyonel eğitim, programlama gibi çok değişik uygulamalar gerçekleştirilmektedir.

Second Life, dünya genelindeki eğitim-öğretim alanlarında çok yaygın olmasına rağmen yapılan araştırmalar sonucunda Türkiye'de çok az sayıda benzer çalışmaya rastlanmıştır (Çukurbaşı vd., 2011 [32]).

ODTÜ-TSK Modelleme ve Simülasyon Araştırma ve Uygulama Merkezi (MODSİMMER) tarafından kurulmuş olan ODTÜ'nün Second Life'daki sanal kampüsü bu çalışmalardan biridir. Kampüse erişim http://vw.metu.edu.tr/virtual-metu/ adresinden sağlanmaktadır.

Ancak bunun öncesinde Second Life platformunun bilgisayara kurulması, secondlife.com sitesinden bir avatar ve kullanıcı hesabı oluşturulması gerekmektedir. Bu sanal kampüste öğrencilerin kullanımı için farklı alanlar tasarlanmıştır. Örneğin öğrencilerin grup çalışmalarını gerçekleştirebilecekleri çalışma binaları kurulmuş, büyük grup toplantılarını yapabilecekleri bir amfi ve öğretim tekniklerini uygulayabilecekleri sanal sınıflar oluşturulmuştur. Ayrıca öğrencilerin arkadaşlarıyla sosyal iletişim kurabilecekleri, müzik dinleyebilecekleri ortamlar da hazırlanmıştır.

2-2 Dünyadaki Uygulamalar

The City Of Helsinki

1987 yılının ilk zamanlarında inşa edilen Helsinki aynı zamanda ilk 3B dijital şehir olma özelliğinede sahiptir. Kentin tamamına ait ayrıntılı 3B modellerin oluşturulmasını hedefleyen projenin 2013 yılında bitirilmesi planlanmaktadır. Bu 3B modeller; kentsel

planlama, mühendislik projeleri, gürültü ve trafik simülasyonları, haritalama, sivil savunma gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

3B Helsinki modeli aynı zamanda mekânsal analizleride desteklemektedir. Oluşturulan kente ait deniz seviyesi koruma haritası ile inşa edilecek metro hattı ve istasyonları, otopark, enerji santralleri gibi yer altı ve yer üstü yapıları için bu kentsel rezerv alanları dışında en uygun yerin belirlenmesinde analizlerden yararlanılmaktadır.

Şehir modelinde yer üstü objelerinin yanısıra yer altı verileride yeralmaktadır. Verilerin toplanmasında lidar teknolojileri kullanılmıştır. Bina, topografya ve benzeri yer üstü nesnelerine ait veriler hava lidarı ile toplanırken, altyapı, tünel, metro, otopark gibi yeraltı nesnelerine ait verilerde yersel lidar kullanılmıştır.

Tüm veriler Oracle Spatial veritabanında tutulmaktadır. 3B modellerin oluşturulmasında ise Bentley 3D CityGIS yazılımları kullanılmıştır (Bentley 2010 [33]).

Montreal

3B Montreal Kent Modeli; şehrin gelişiminin yönetilmesi ve daha sağlıklı bilgilerin sunulabilmesi için akıllı 3B sanal kent modellerine duyulan ihtiyaç neticesinde Bentley 3D CityGIS yazılımları kullanılarak oluşturulmuştur.

Modelde yer alan altyapı bilgileri ise 2B CBS sistemlerinden temin edilmiştir. 3B Montreal kent modelinde veriler Oracle Spatial 11G ortamında tutulmaktadır.

Modelde binalar stereofotogrametrik değerlendirmeler sonucu elde edilen yükseklik bilgileri neticesinde üçüncü boyuta yükseltilmiştir. Önemli yerlerin ve tarihi binaların 3B modelleri yersel ölçme tekniklerinden lazer tarayıcılar kullanılarak üretilmiştir (Bentley 2011 [34]).

3B Hollanda Örneği

Birçok özel, kamu ve akademik kuruluşun bir araya gelerek oluşturduğu Hollanda (Netherlands) referans 3B modeli; coğrafi standartların yönetilmesi ve geliştirilmesi, sadece özel uygulamalarda tercih edilen 3B bilgi kullanımının yaygınlaştırılması, geliştirilmesi ve ilerletilmesini sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Modelde metro, tünel gibi yer altı inşaatlarında, kablo ve boru hatları gibi altyapı çalışmalarında kullanılan yeraltı verileri ile bina, topoğrafya gibi yer üstü verileri bir bütün olarak ele alınmıştır. Bu kapsamda yeraltı ve yerüstüne ait 2B verileri nokta bulutları, hava fotoğrafları ve yersel sensörlerden elde edilen verilerden bina modellerine ait veriler ise CAD, AEC, BIM, IFC gibi farklı veri kaynakları kullanılarak üretilmiştir. Ayrıca modelde Hollanda yükseklik modeli (Actucel Hoogtebestand Nederland-AHNZ), büyük ölçekli 2.5 boyutlu topografik veri seti (Rijkswater Staat), Cyclomedia ortofoto ve panaromik görüntüleri, yersel lazer tarayıcıyla elde edilmiş nokta bulutu ve tarayıcıya entegre edilmiş sistemlerle temin edilen yüksek çözünürlüklü panaromik fotoğraflar (Topcon-Sokia), panaromik video görüntüleri (Horus Surround Vision) ve kayıtlar kullanılmıştır (OGC, 2011 [35]).

Tüm bu veriler Delft Teknoloji Üniversitesi tarafından geliştirilen bir veritabanında tutulmuştur. Zamanla bu veritabanı 3B modellerin oluşturulacağı CityGML formatı ve web tabanlı uygulamaların ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yeni veritabanı, 3DcityDB, açık kaynak kodlu ilişkisel bir veritabanıdır (Zlatanova, 2011 [36]).

Hollanda da yapılan çalışmalar BIM ve CBS'nin birbirinin tamamlayıcısı olarak düşünülebileceğini göstermiştir. Çünkü CBS büyük alanları, örneğin şehrin tamamı, düşük ayrıntı düzeyinde irdelerken BIM yerel ve daha küçük alanlarda yapıların güvenli bir şekilde inşa edilebilmesi için gerekli hesaplamalarıda içeren oldukça ayrıntılı bir yaklaşım sergilemektedir.

Berlin Sanal 3B Kent Modeli

Bu çalışma; 2003 yılında Senato'nun Ekonomi ve Kentsel Gelişim Bölümlerinin işbirliği sonucunda, coğrafi bilglerin Berlin için oluşturulacak 3B kent modeli içinde yönetilmesini, birleştirilmesini ve sunulmasını sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir (Zlatanova vd., 2010 [37]).

Berlin Sanal 3B Kent Modeli'nin temelini oluşturan coğrafi veriler, kadastral altlıklar, sayısal arazi modelleri, hava fotoğrafları, klasik 2B raster haritalar ile ulaşım ağı haritaları gibi vektör veri kaynaklarını içermektedir.

Tüm bu veriler ile kadastral veritabanlarından sağlanan bina ve parsellere ait iyelik ve adres bilgilerini içeren semantik ve tematik özellikler ile şehir mobilyaları, geometrik elemanlar, binalar, yeşil alanlar, cadde-sokaklar, ulaşım ağları, su yapıları, bitkiler ve bitki örtüsü gibi pek çok objenin modellenmesinde kullanılan bu verilerin depolandığı veritabanı CityGML yapısını temel almaktadır.

3B coğrafi veri toplama ve işleme uygulamaları iki farklı yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemlerden ilki; yüksek çözünürlüklü bir stereoskopik kamera (HRSC) ile elde edilen ortofoto üzerinden gerçekleştirilen yüksek çözünürlüklü fotogrametrik analizler, diğeri ise lazar taramaya dayalı LIDAR verisi analizleridir (Förstner, 1999 [38]).

HRSC tekniği; Alman Havacılık ve Uzay Merkezi DLR tarafından geliştirilmiştir. Bu teknik ile yüksek kaliteli renklere sahip gerçek ortografik görüntüler elde edilmektedir. Yaklaşık 15cm çözünürlüğe sahip bu görüntüler kullanıcıların küçük ayrıntıları dahi keşfetmesini olanaklı kılmaktadır. Ayrıca bu görüntüler modellenen her binanın gerçek çatı görünümüyle kaplanmasını sağlamaktadır. 3B bina modelleri görüntü üzerinden kadastral veritabanlarındaki bina izleri baz alınarak otomatik olarak üretilmiştir.

Sayısal arazi modelinin çözünürlüğü model üzerindeki arazi yüzeyinin belirginliğini değiştirdiğinden Berlin sanal 3B kent modelinde farklı kullanım alanları için farklı sayısal arazi modelleri ile çalışılmıştır. Uygulamada öncelikle kentin genel hatlarını belirlemek için yaklaşık 900km2 lik bir alanda grid tabanlı 20m çözünürlüklü bir sayısal arazi modeli kullanılmış, ardından 3B kent modelinin çekirdeğini oluşturmak amacıyla yüksek çözünürlüklü bir sayısal arazi modeli tercih edilmiştir. Oluşturulan sayısal arazi modeline kaplanan hava fotoğrafları ile sanal 3B kent modeline gerçekçi bir görünüm kazandırılmış, modelin görselliği arttırılmıştır. 3B bina modelleri ise farklı detay seviyelerinde modellenmiştir. LOD1 seviyesindeki bina blok modelleri, HRSC tekniği ile elde edilen görüntü üzerinden kadastral veritabanlarındaki bina izleri baz alınarak otomatik olarak oluşturulmuştur. Modelde yüksek öneme sahip olarak seçilen bölgelerdeki binalar LOD2 seviyesindeki geometrik modeller, LOD3 seviyesindeki mimari modeller ve LOD4 seviyesindeki ayrıntılı kapalı modeller ile temsil edilmekte

olup fotogrametri tabanlı lazer tarama teknolojileri kullanılarak elde edilen verilerden üretilmiştir (Döllner, Kolbe vd., 2006 [39]).

Yeni sistemler mevcut mimari modellerin sanal 3B şehir modellerinde kullanılmak üzere LOD3 ve LOD4 seviyesindeki bina modellerine dönüştürülmesini mümkün kılmaktadır. Buda ilk etapta VRML olarak kodlanan orijinal modellerin X3D veya 3DS modellerine dönüştürülmesi ile sağlanmaktadır. VRML'nin X3D'ye dönüştürülmesinde XML tabanlı bir söz dizimi kullanılır. Böylece geliştirme ve sunum sistemi uygulamaları kolaylaştırılmış olur (Döllner, Kolbe vd, 2006 [39]).

Son olarak 3B kent modeli içeriğinin interaktif sunumu, LandXplorer Studio (3D Geo) yazılımı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Model üzerinde gezinme gibi uygulamaları hızlandırmak ve kullanıcıların isteklerine kısa sürede cevap verebilmek için görsel yer işaretleri kullanılmaktadır (Döllner vd., 2005 [40]).

Sunum sistemi ayrıca model üzerinden seçilen alanların görüntü, panaromik görüntü veya uçuş simülasyonu olarak farklı uygulamalarda kullanılmak üzere export edilmesini sağlamaktadır.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Esra YILDIRIM

Doğum Tarihi ve Yeri : 03/02/1982 İstanbul

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : esrayildirim53@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	**Alan**	**Okul/Üniversite**	**Mezuniyet Yılı**
Y. Lisans	Harita Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniersitesi	
Lisans	Harita Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniersitesi	2008
Önlisans	Harita Teknikerliği	Yıldız Teknik Üniersitesi	2003

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	**Firma/Kurum**	**Görevi**
2011	Emlak Pazarlama Ve İnşaat Proje Yönetimi Ve Tic. A.Ş.	Harita Kontrol Mühendisi