

Bir 3B Şehir Modeli Uygulaması: AŞTİ (A 3D City Model Implementation: AŞTİ)

Gökhan ARASAN, Levent İŞCAN, Oktay EKER

Harita Genel Komutanlığı, ANKARA
gokhan.arasan@hgk.msb.gov.tr

ÖZET

3B şehir modelleri son yıllarda trafik sisteminin yönetimi, turizm, afet yönetimi ve şehir planlama gibi birçok farklı alanda kullanılmaktadır.

3B şehir modelleri iki ana önemli hususu içermektedir. Birincisi 3B şehir modellerini oluşturan verilerin hazırlanması diğeri ise 3B şehir modellerinin sunumu konusudur. Bir diğer önemli husus ise standartların belirlenmesi konusudur. Bu konu özellikle birçok farklı kaynaktan gelen, farklı özelliklerdeki ve ayrıntı seviyelerindeki verilerin bir arada kullanımı ve sunumunda önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, Ankara Şehirlerarası Otobüs Terminali (AŞTİ) için oluşturulmuş bir 3B modelleme çalışmasının işlem adımları anlatılmıştır. Gerçekleştirilen çalışmanın uygulanabilirliği ele alındığında Harita Genel Komutanlığınca üretilen DTED2 verilerinden SAM'ların elde edilebileceği, fotogrametrik olarak kıymetlendirilen verilerin içerisinden modellenmesi istenen verilerin seçilerek kullanılmasıyla basit 3B modellerin kısa sürelerde hazırlanabileceği değerlendirilmektedir. Hazırlanan verilerin de Coğrafi Analiz Sistemi (CAS) benzeri web tabanlı küre uygulamalarıyla sunulabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: 3B Şehir Modeli, Görselleştirme, LOD, Fotogrametri, SYM, SAM, Ortofoto.

ABSTRACT

3D city models have been widely used in various applications such as traffic management tourism, disaster management and urban planning etc.

There are two main important issues concerning in 3D city models. The first one is the preparation of the data used for 3D modelling and the other one is rendering and the presentation of the models. There is also one other issue which is the determination of the standards. This is especially important when the data have different features and levels of detail and come from different sources.

In this study, the workflow of a 3D city model implementation of Ankara Intercity Bus Station (AŞTİ) is presented. According to this study it can be said the needed data for a 3D city modelling can be produced by General Command of Mapping without any extra effort. DTED2 data can be used for DTM and chosen 1:25.000 scaled 3D photogrammetric vector data can be used for the simple 3D model creation. The

prepared models can be served by the help of General Command of Mapping's web based Geographic Analysis System.

Keywords: 3D City Model, Visualization, LOD, Photogrammetry, DEM, DTM, Orthophoto.

1. GİRİŞ

Üzerinde yaşadığımız dünyanın modellenmesi insanlığın her zaman ilgisini çekmiştir. Bu merak sonucunda bilgi ve teknolojiye gelişmelere paralel olarak dünyanın modellenmesine ilişkin farklı seviyelerde çözümler ortaya konmuştur. Haritalar ile başlayan bu süreç Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile devam etmiş ve günümüzde de 3 boyutlu (3B) Şehir (Kent) Modellerinin oluşturulması ve sunulması aşamasına gelmiştir.

Son yıllarda insan nüfusunun büyük çoğunluğu şehir ve metropollerde yaşamaktadırlar. Bu da çözülmesi gereken birçok sorunu beraberinde getirmektedir. 3B şehir modelleri bu sorunların çözümünde kullanım alanları bulmaktadır. Turizm, trafik yönetim sistemleri, afet yönetimi ve şehir planlaması bu uygulama alanlarına örnek olarak verilebilir.

3B şehir modelleri iki önemli hususu içermektedir. Birincisi 3B şehir modellerini oluşturan verilerin hazırlanması hususudur. Bu aşamada verilerin toplanması, analiz edilmesi ve karmaşıklık derecesine göre genelleştirilmesi konuları çalışılır. İkinci önemli husus ise 3B şehir modellerinin sunumu konusudur. Bu aşamada ise 3B verilerin bilgisayar yazılımları yardımıyla görselleştirilmesi ve gerek web üzerinden gerekse tek başına bir sistem üzerinden kullanıcının sorgulama, analiz vb. işlemleri yapmasına olanak sağlayacak şekilde sunumu işlemleri konu alınmaktadır.

Bu iki aşama içerisinde düşünülmesi gereken bir diğer önemli husus ise standartların belirlenmesi konusudur. Bu konu özellikle birçok farklı kaynaktan gelen, farklı özelliklerdeki ve ayrıntı seviyelerindeki verilerin bir arada kullanımı ve sunumunda önem kazanmaktadır.

Harita Genel Komutanlığı 1:25.000 ölçekli harita üretiminde vektör verilerini 3B olarak

fotogrametrik yöntemle toplamaktadır. Bu veriler 3B vektör veri tabanında saklanmaktadır.

Bu çalışmada öncelikle 3B şehir modellemede kullanılan görselleştirme yöntemleri hakkında kısa bir bilgi verilmiş, daha sonra özellikle binalar olmak üzere 3B şehir modellerinin sunumunda bir standart haline gelmiş olan ayrıntı seviyeleri (levels of detail) anlatılmıştır.

Son olarak Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen söz konusu verilerin 3B şehir modellemede kullanılma kabiliyetini görebilmek amacıyla Ankara Şehirlerarası Otobüs Terminali (AŞTİ) ve çevresini içeren bir alanda deneysel bir 3B şehir modeli oluşturma ve sunma uygulaması gerçekleştirilmiş, elde edilen sonuçlar tartışılmış ve öneriler ortaya konmuştur.

2. 3B ŞEHİR MODELLERİNDE KULLANILAN GÖRSELLEŞTİRME YÖNTEMLERİ

Kullanılan tekniklere ve verilere göre görselleştirme yöntemlerini 3 ana başlık altında toplayabiliriz. Gerçek dünyaya en yakın olan ve bir fotoğraf gerçekliğinde verilerin görselleştirildiği fotorealistik görselleştirme, verilerin tematik olarak sunulduğu tematik görselleştirme ve verilerden sentetik modellerin oluşturulduğu sentetik (tasvirsel) görselleştirme.

a. Fotorealistik Görselleştirme

Gerçekçi gösterimlerin önemli olduğu uygulamalarda yüksek derecede fotorealizm gerekmektedir (Yücel ve Selçuk, 2008). Fotorealistik bir 3B şehir modeli oluşturulurken, sunulacak veriler gerçeğe en yakın görünümünde modellenmeli ve fotoğraflarla desteklenmelidir. Fotorealistik görselleştirmede detaylı gösterimlerin kullanılması önemlidir (Beck, 2003; Willmott vd., 2001).

b. Tematik Görselleştirme

Tematik bilgilerin 3B gösterimi 3B coğrafi (konumsal) görselleştirmeye geniş ve kapsamlı bir araç ve ortam sağlamıştır (Yücel ve Selçuk, 2008). Tematik verilerin gösterimi ile ilgili uygulamalarda verilerin ayrıntılı olarak gösterimi gerekli değildir. Harita yapımında olduğu gibi, 3B modellemede de amaç önemlidir (Yücel ve Selçuk, 2008). Modelin ayrıntı düzeyi modelin yapılış amacına uygun olmalıdır çünkü ayrıntılı gösterimler bilgisayar ortamındaki işlemlerin yavaşlamasına neden olmaktadır (Müller ve Schumann, 2002). Bu nedenle tematik verilerin 3B modellenmesinde coğrafi veriler 3B basit

geometrik şekiller ile gösterilir (Yücel ve Selçuk, 2008). Doğal gaz, elektrik, su kullanımı, bina kat adetlerinin şehir modeli üzerinde gösterimi gibi uygulamalar tematik görselleştirme işlemine örnek olarak verilebilir.

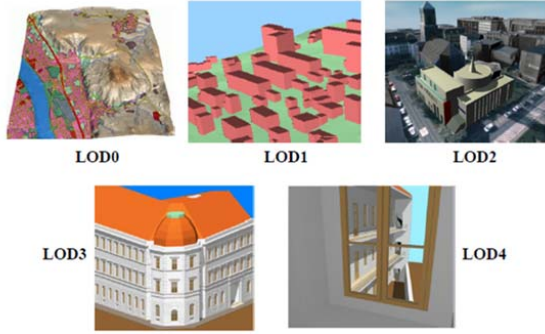
c. Sentetik (Tasvirsel) Görselleştirme

Sentetik görselleştirmede gerçek verinin yerine o veri için sentetik (yapay) olarak üretilmiş modelleri kullanılır. Örneğin bir ağaç için ağacın gerçek modeli yerine model kütüphanesinde bulunan ağaç modellerinden biri kullanılır. Bu yöntem fotoğraflardaki ayırt edilemeyen veya gereksiz olan detayların ayıklanmasına olanak sağlamaktadır (Strothotte ve Schlechtweg, 2002). Kentsel analitik karar verme, şehir bilgi sistemleri, şehir ve peyzaj planlama, bilgisayar oyunları gibi uygulamalarda bu yöntem kullanılmaktadır (Yücel ve Selçuk, 2008).

3. AYRINTI DÜZEYLERİ (LEVEL OF DETAIL-LOD)

3B modelleme kapsamında çeşitli amaçlar için gerekli olan farklı içerik ve detay seviyesindeki gösterimlere olan gereksinim ve bu ihtiyaçların farklı kaynaklardan farklı veri türleri ve araçlar kullanılarak karşılanması zaman içerisinde 3B modelleme konusunda da belirli standartların geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur (Doğru vd., 2009). Bu ihtiyaç günümüzde CityGML (GML – Geographic Markup Language) olarak adlandırılan 3B kent objelerini gösterimlerinde kullanılan ortak bilgi modeli ile sağlanmaktadır (Kolbe ve Bacharach, 2006). XML (Extensible Markup Language) tabanlı açık bir veri modeli olan CityGML, Open Geospatial Consortium (OGC) ve ISO TC211 (ISO – International Organization for Standardization) standartları kapsamında geliştirilen GML3 Şeması ile uygulanmıştır. Bu gelişme ile uluslararası bir standart haline gelen CityGML 3B şehir modellerini içeriklerine göre 5 farklı ayrıntı seviyesinde (LOD – Levels Of Detail) incelemiştir. Şekil 1’de de gösterildiği gibi sıfırıncı seviyeden (LOD0) başlayarak adlandırılan söz konusu seviyelerden ilki topoğrafyayı temsilen 2.5 boyutlu arazi modelini, birinci seviye (LOD1) ise binaların geometrik olarak 3’üncü boyuta yükseltilmiş bloklar şeklindeki bina modellerini içermektedir. Blok modelde binaların çatı yapıları ya da cephe kaplamalarına ilişkin bilgi ve gösterimler yer almamaktadır. Çatı yapılarının ve cephe kaplamalarının modellendiği ikinci seviyede (LOD2) aynı zamanda şehir bitki örtüsü de modellemeye katılmaktadır. CityGML’de üçüncü seviyede (LOD3) ise ayrıntılı mimari

modeller oluşturulmaktadır. Balkonlar ve cephe işlemleri gibi ayrıntılar bu seviyede modele eklenebilir. Son seviye olan dördüncü seviyede (LOD4) ise iç mekân yapıları da modellemeye katılarak 3B modeli tamamlayan bir yapı oluşturulmaktadır (Kolbe vd, 2005). Her bir detay seviyesinin geometrik doğruluğunun da farklı olduğu bu kapsamda belirtilmesi gereken bir bilgidir (Doğru vd., 2009).



Şekil 1. CityGML ayrıntı seviyeleri (IGG Uni Bonn'dan alınmıştır)

4. UYGULAMA

Bu çalışma kapsamında Ankara Şehirlerarası Otobüs Terminali (AŞTİ)'ni ve çevresini içeren bölgenin 3B modelinin oluşturulması amaçlanmıştır. Çalışmada, Harita Genel Komutanlığı 1:25.000 ölçekli veri toplama kurallarına uygun olacak şekilde fotogrametrik olarak 3B olarak toplanan binaların modellemesine çalışılmıştır. Bu amaçla çalışma bölgesinin 2009 tarihli 30 cm yer örnekleme aralığındaki renkli dijital hava fotoğrafları temel veri olarak kullanılmıştır. Çalışma sırasında, fotogrametrik kıymetlendirme işlemleri SoftPlotter 4.1 yazılımında, modelleme için gerekli veri düzenlenme işlemleri ArcGIS 9,3 yazılımında, 3B şehir modeli ERDAS Imagine yazılımının 'VirtualGIS' modülünde oluşturulmuş ve sunumlar yine aynı modülde gerçekleştirilmiştir.

Söz konusu çalışma bölgesinin 3B şehir modelini oluşturmak amacıyla izlenen metodoloji sırasıyla şu işlem adımlarını içermektedir:

- Çalışma bölgesini içeren hava fotoğraflarının belirlenmesi ve bu hava fotoğraflarının yöneltme parametreleri ile kullanılan kamera kalibrasyon raporunun temin edilmesi,
- Stereo modellerin oluşturulması, binaların ve diğer detayların 3B kıymetlendirilmesi,

- Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ve Sayısal Arazi Modeli (SAM)'nin oluşturulması,
- Sayısal ortofotonun oluşturulması,
- Elde edilen vektör verilerden 3B modellemede kullanılacak olan binaların düzenlenmesi,
- 3B modelleme ve sunumu,
- 3B model ile gerçekleştirilen uygulamalar.

a. Hava Fotoğraflarının Hazırlanması

Çalışma bölgesi olarak seçilen AŞTİ ve çevresini gösteren hava fotoğrafı Şekil 2'de görülmektedir. Çalışma bölgesinin bir stereo model ile kapatıldığı tespit edilmiş ve 3B modelleme için gerekli olan vektör verilerin stereo model üzerinden kıymetlendirilebilmesi amacıyla daha önceden hesaplanmış yöneltme parametreleri ile kamera kalibrasyon raporu temin edilmiştir.



Şekil 2. AŞTİ ve çevresini içeren çalışma bölgesi.

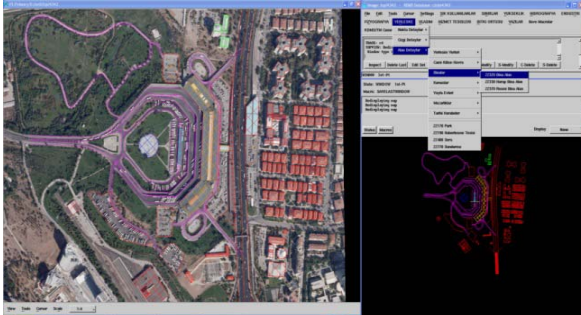
b. 3B Vektör Verilerin Kıymetlendirilmesi

Resimler ve resimlere ait yöneltme parametreleri temin edildikten sonra çalışma bölgesinin stereo modeli oluşturulmuştur.

Elde edilen stereo model üzerinden, oluşturulacak 3B model için gerekli olan 3B vektör veriler ve ortofoto oluşturma aşamasında kullanılacak SYM verileri toplanmıştır (Şekil 3).

Bina detayları 1:25.000 ölçekli harita üretiminde benzer şekilde blok modelin oluşturulabilmesi için çatılarının taban noktalarından poligon şeklinde 3B olarak kıymetlendirilmiştir. Böylelikle bina detayları birer blok şeklinde deniz seviyesinden (Above Sea Level) yükseltilebilecek veya SAM üzerine düşürülebilecektir (drape). Deneysel bir çalışma olmasından dolayı 1:25.000 ölçekli harita üretiminden farklı olarak bina çatılarının da 3B modelinin oluşturulabilmesi için çatı kırıklık noktaları çatıların taban noktaları ile birer poligon oluşturacak şekilde yüksekliklerine uygun olarak stereo model üzerinden 3B olarak kıymetlendirilmiştir. Binaların yanı sıra ortofoto oluşturulmasında kullanılacak olan SYM'nin oluşturulabilmesi amacıyla yüzeye ilişkin 5m aralıklı yükseklik noktaları ve yol gibi diğer detaylar da 3B olarak kıymetlendirilmiştir. Elde edilen vektör verilerden bina detayları seçilmiş ve bina çatılarını gerçeğe uygun olarak görselleştirilebilmek amacıyla shape (shp) formatına dönüştürülmüştür.

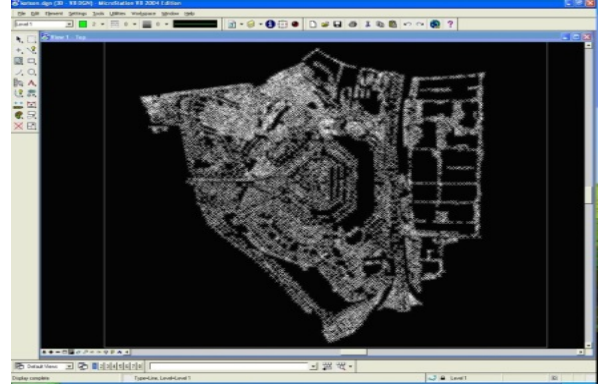
Binaların yanı sıra yerleşim yerine ilişkin yol, kaldırım ve otopark gibi diğer detaylar 3B modeller şeklinde değil daha sade olarak SAM içerisinde kırıklık hatları olarak değerlendirilmiştir. Bu detaylara ilişkin yükseklikler 3B şehir modeli oluşturma aşamasında kırıklık hatları eklenmiş SAM'dan alınmış ve bu detayların ortofotodaki (2.5B) görüntüleri ile sunulmasının daha anlaşılır ve kullanışlı olacağı düşünülmüştür.



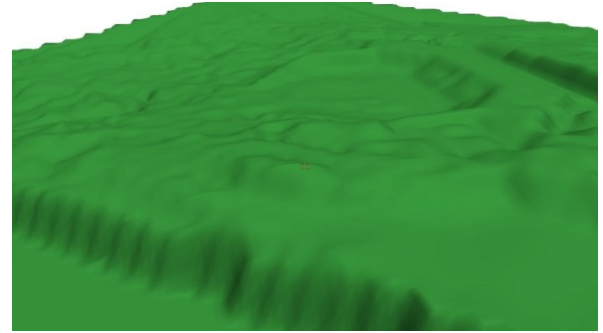
Şekil 3. Kıymetlendirilen vektör veriler.

c. SYM'nin Oluşturulması

Çalışma kapsamında, stereo model kullanılarak arazi yüzeyinde yaklaşık 5m aralıklarla toplanan yükseklik noktalarından (Şekil 4) SAM oluşturulmuştur (Şekil 5). Bu veriler yerine DTED (Digital Terrain Elevation Data) veya YÜKPAF25 (1:25.000 ölçekli yükseklik paftası) verisinden elde edilecek SAM'ın da kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

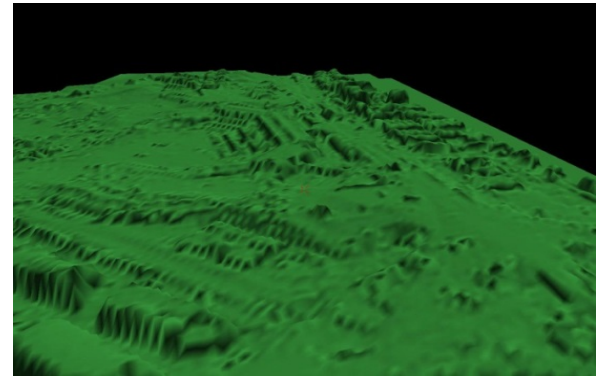


Şekil 4. Kıymetlendirilen yükseklik noktaları.



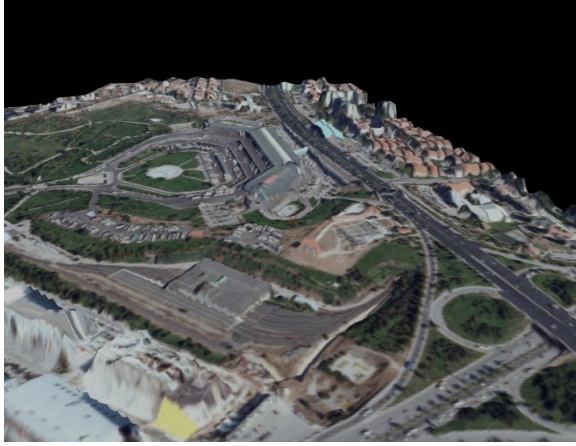
Şekil 5. Çalışma bölgesinin SAM.

Çalışmada kullanılan SYM ise stereo hava fotoğraflarından otomatik görüntü eşleme ile 1m aralıklı olarak elde edilmiştir (Şekil 6). SYM kırıklık hatlarının daha iyi ifade edilmesi amacıyla stereo model üzerinden kıymetlendirilen yol, bina gibi diğer detaylar da eklenmiştir. Bu SYM kullanılarak 3B modellemede kullanılacak olan sayısal ortofoto oluşturulmuştur. Ortofoto üretiminde SYM'nin kullanılmasının amacı bina gibi modellenecek detayların ayak izlerinin (footprint) ortofotodaki görüntüleriyle çakışmasını sağlamaktır. SAM kullanılması durumunda bina yüksekliklerinden dolayı ortofotoda kayıklık oluşacak ve binaların ayak izleri çakışmayacaktır.



Şekil 6. Görüntü eşleme yöntemiyle elde edilen 1 m aralıklı SYM.

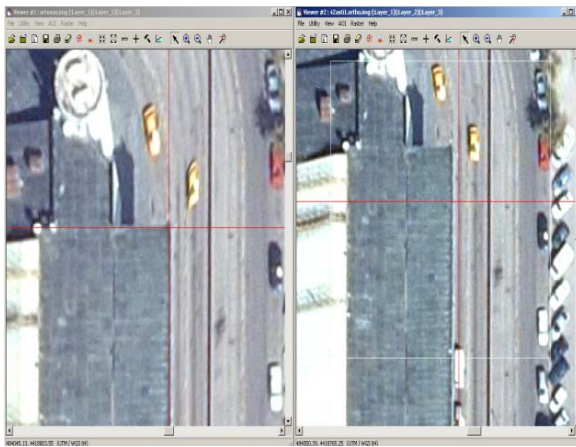
3B modellemede kaba fakat hızlı bir çözüm için, elde edilen SYM üzerine ortofoto serilerek de 3B sanal bir model elde edilebilir (Şekil 7). Fakat bu model sadece görüntüleme amaçlı uygulamalarda kullanılabilir. Bu şekilde üretilen 3B şehir modeli vektör veri içermediğinden sorgulama imkânı sağlamaz.



Şekil 7. SYM üzerine ortofoto serilerek elde edilen 3B model.

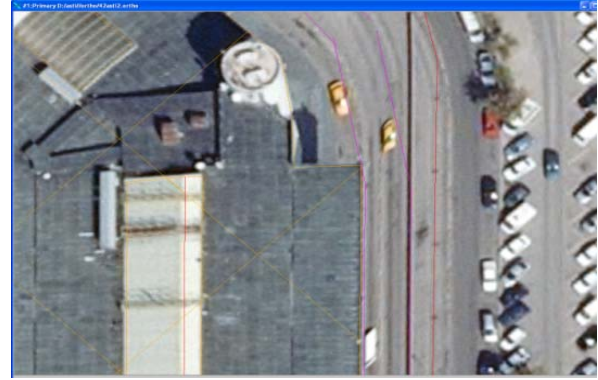
ç. Ortofotonun Oluşturulması

Çalışma için gerekli olan sayısal ortofoto 30 cm çözünürlüğünde elde edilmiştir. Sayısal ortofoto hem SAM hem de SYM kullanılarak elde edilmiş ve sonuçlar karşılaştırıldığında SAM ve SYM kullanılarak elde edilen ortofotolar arasında konum farklılıkları olduğu tespit edilmiştir. Şekil 8'de de görüldüğü gibi soldaki ortofoto SYM kullanılarak elde edilmiş olup, SAM kullanılarak elde edilen sağdaki ortofoto üzerinde aynı koordinat noktaları farklı detay noktalarına denk gelmektedir.



Şekil 8. SYM ve SAM kullanılarak elde edilen ortofotoların karşılaştırılması.

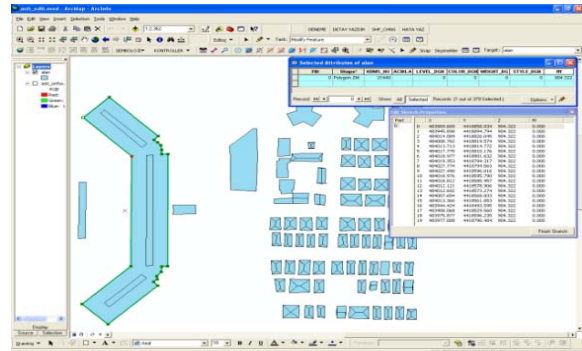
Şekil 9'da ise stereo model üzerinden çizilen detaylar ile SYM'den elde edilen ortofoto karşılaştırıldığında ise konumda kayıklığın mevcut olmadığı görülmektedir. Bu nedenle çalışmada konum doğruluğu önemsendiği için SYM'den elde edilen ortofoto kullanılmıştır.



Şekil 9. SYM ile elde edilen ortofoto ile vektör verilerin karşılaştırılması.

d. Veri Düzenleme İşlemi

Fotogrametrik yöntemle toplanan alan detaylara ilişkin vektör verilerden üretilecek olan blok modelleme işlem adımından önce verilerin kontrol ve düzenlenmesi işlemleri yapılmıştır. Bu işleme başlamadan önce elde edilen vektör verilerden sadece bina detayları alınarak shp formatına dönüştürülmüştür. Veri düzenleme işlem adımında binaların bir blok olarak zeminden yükseltilmesi (Above Sea Level-ASL) için aynı yükseklik değerine sahip olup olmadıkları, çatıların modellenebilmesi için birleşme yerlerindeki yüksekliklerinin aynı olup olmadığı ve alanların çevrilirken birleşmemesinden kaynaklanabilecek alan kapanma hataları kontrol edilmiş ve hatalar düzeltilmiştir (Şekil 10). Ayrıca vektör verinin öznetelik tablosuna bir sütun daha eklenerek blokların deniz seviyesinden olan yükseklikleri öznetelik değeri olarak girilmiştir.

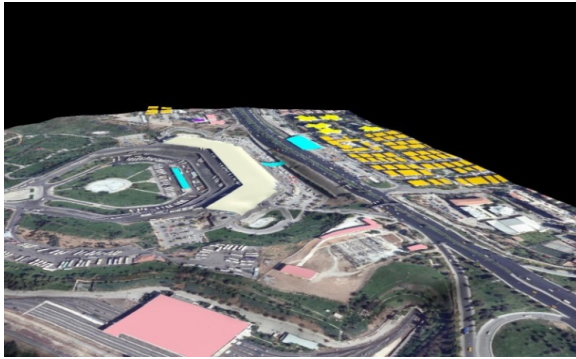


Şekil 10 ArcGIS'de veri düzenleme işlemi.

e. 3B Modelleme

Veri düzenleme işlemlerinden sonra 3B modelleme işlemlerine başlanmıştır.

Raster verilerin (ortofoto ve SAM) projeye dahil edilmesinden sonra düzenlenmiş olan binalara ait shp formatındaki vektör veri projeye eklenmiştir. Vektör verilerin projeye dahil edilmesi sırasında 3 adet seçenek mevcuttur. Birincisi verilerin raster verilerin üzerine serilmesidir (drape). Bu seçenek seçildiğinde vektör veri SAM ve ortofotonun üzerine yapışık şekilde serilmektedir (Şekil 11). Bu şekilde LOD0 ayrıntı düzeyinde çalışma bölgesinin 3B modeli elde edilmiştir.



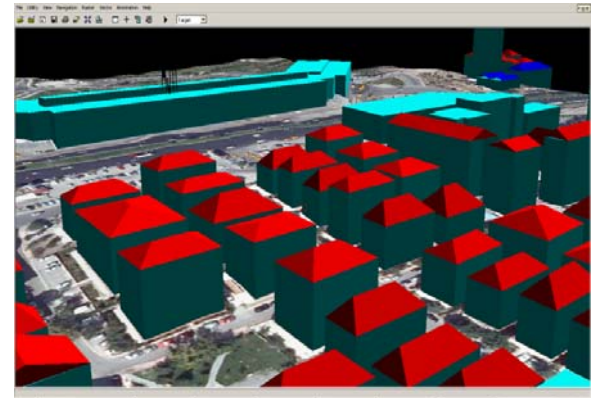
Şekil 11. LOD0 ayrıntı düzeyindeki 3B model.

Vektör verilerin yüklenmesi sırasında uygulanabilecek diğer seçenek ise verilerin dikey olarak uzatılmasıdır (Extend Vertically). Bu durumda vektör veriler blok şeklinde gerçek yüksekliklerinde gösterilebilirler. Bunun sağlanabilmesi için detayların yüksekliklerini alabileceği öznitelik sütununun ve yükseklik değerlerinin referansının (Above Ground Level - Yer Seviyesinden, Above Sea Level – Deniz Seviyesinden) belirlenmesi gerekmektedir. Oluşturulan modelde düzenlenen vektör veriler sisteme yüklenirken yükseklik özneliği olarak düzenleme sırasında oluşturulan ve yüksekliklerin girildiği öznitelik sütunu seçilmiştir. Ayrıca yükseklik sistemi olarak da ASL seçilmiştir. Çünkü fotogrametrik kıymetlendirme sırasında sayısallaştırılan detayların yükseklikleri ortometrik yükseklikler olup, deniz seviyesinden olan yüksekliklerdir. Veriler bu şekilde projeye dahil edilerek 3B model için binaların blok şeklinde gösterilmesi sağlanmıştır (Şekil 12). Böylece çalışma bölgesinin LOD1 ayrıntı düzeyinde 3B modeli oluşturulmuştur.

Vektör veriler ile kullanılabilecek son seçenek ise 3B koordinatların kullanılmasıdır (Use 3D Coordinates). Bir önceki aşamada oluşturulan 3B modele shp formatındaki vektör veri tekrar yüklenip, 3B koordinatları kullan seçeneği ile tanımlanan Datum/Projeksiyon sisteminde verilerin tüm kırıklık hatlarının 3B koordinatlarıyla gösterimi sağlanmıştır. Fotogrametrik kıymetlendirme sırasında binaların çatılarının tüm kırıklık hatları çizildiğinden bu verilerin, blok bina verilerinin üzerinde, gerçek yerlerinde ve şekillerinde 3B olarak gösterilmesi sağlanmıştır. Sonuç olarak çalışma bölgesinin LOD2 ayrıntı düzeyinde 3B modeli elde edilmiştir (Şekil 13).

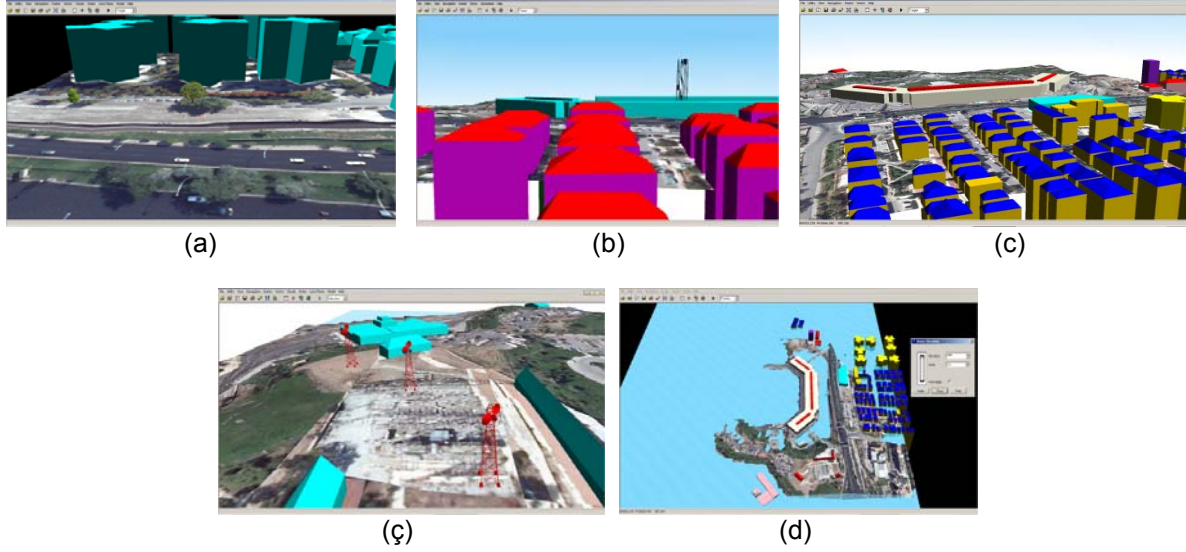


Şekil 12. LOD1 ayrıntı düzeyindeki 3B model.



Şekil 13. LOD2 ayrıntı düzeyindeki 3B model.

Elde edilen 3B model kullanılan yazılımın imkân ve kabiliyetlerinin kullanılmasıyla daha da zenginleştirilebilmektedir. Örneğin ağaç, elektrik direği, anten gibi detaylar için oluşturulan modeller 3B görselleştirmeye dâhil edilebilmektedir (Şekil 14 (a),(ç)).



Şekil 14. 3B modelin zenginleştirilmesi (a) Ağaç modellerinin eklenmesi (b) Bina isimlerinin yazdırılması (c) Binaların kullanım alanlarına göre görselleştirilmesi (ç) Elektrik direği, anten vb. modellerin eklenmesi (d) Su basma katmanının eklenmesi.

Binalar için isim gibi herhangi bir öznitelik, "Annotation" katmanı olarak eklenerek görselleştirme kullanımı kolaylaştırılabilmektedir (Şekil 5.14 (b)). Görselleştirmede sınıflandırmalar yapılarak her sınıf için ayrı bir işaret de kullanılabilir. Fotogrametrik kıymetlendirme sırasında binalar kullanım sınıflarına göre her biri ayrı bir detay ile kıymetlendirilmiş ve bu sınıflar shp formatına dönüşüm sırasında bir öznitelik sütununa kaydedilmiştir. Bu öznitelik sütunu kullanılarak binaların kullanım sınıflarına göre farklı sembollerle gösterilmesi sağlanmıştır (Şekil 14 (c)). Yazılımın bize sağladığı imkânlardan birisi de 3B modele Su Basma Katmanının eklenmesidir. Bu katman kullanılarak 3B model üzerinde değişik su seviyelerine göre nerelerin su altında kalacağı gösterilebilmektedir (Şekil 14 (d)).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu uygulama çalışması ile AŞTİ ve çevresini içeren bölgenin 3B şehir modelinin oluşturulması ve sunulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda bölgenin fotogrametrik kıymetlendirmesi yapılmış ve elde edilen veriler düzenlenmiş, bölgenin SAM ve SYM oluşturulmuş ve SYM kullanılarak sayısal ortofotosu elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler kullanılarak ERDAS Imagine yazılımının VirtualGIS modülünde 3B modelleme ve görselleştirmeler gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında elde edilen 3B model fiziksel gerçekliği bilgisayar ortamında daha iyi

anlamaya yönelik özetlenmiş basit ve temel 3B blok gösterimlerini ve çatı modellerini içermektedir. Şüphesiz ki bu tür modellerin görsel anlamda daha zengin bir içerik gerektiren turistik amaçlı modellerin yerine kullanılması anlamlı değildir. Bu tür modeller daha çok fiziksel gerçekliğin hızlı bir şekilde anlaşılmasına ihtiyaç duyulan afet bilgi ya da acil yardım sistemleri gibi uygulamalarda kullanılabileceği için bu tür modellerin çok kısa sürelerde hazırlanarak görselden daha ziyade tematik verilerin kolayca anlaşılması sağlanmaktadır.

Bunun gibi sunum olanaklarının bir deprem anında öncelikli müdahale edilmesi gereken bölgelerin belirlenmesinde ya da şehir alanlarında görüş veya gürültü analizlerinde etkin olarak kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

Gerçekleştirilen çalışmanın uygulanabilirliği ele alındığında Harita Genel Komutanlığınca üretilen DTED2 verilerinden SAM'ların elde edilebileceği, fotogrametrik olarak kıymetlendirilen verilerin sadeleştirilerek içerisinden modellenmesi istenen verilerin seçilerek kullanılmasıyla 3B modellerin kısa sürelerde hazırlanabileceği değerlendirilmektedir. Buradaki sorunun hazırlanan verinin kullanıcıya nasıl ulaştırılacağıdır. Bu konuda da Coğrafi Analiz Sistemi (CAS) benzeri web tabanlı küre uygulamalarının ürünün sunumu için yeterli olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmadaki gibi çatı modellerinin kullanıldığı 3B modellemeler için mevcut üretim sisteminin dışında ek olarak farklı kıymetlendirmeler yapılması gerektiği açıktır.

Modeli daha da ileri düzeye taşımak için tüm detayların ayrı ayrı modellenmesi gerekmektedir. Bu çalışmaların modeli daha çok gerçekliğe yaklaştıracığı kesindir fakat aynı zamanda çok daha fazla emek, zaman ve maliyet gerektireceği de kaçınılmazdır.

KAYNAKLAR

- Beck M., 2003. **Real-time Visualization Of Big 3D City Models**, International Archives of The Photogrammetry Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXIV-5/W10.
- Doğru A.Ö., Şeker.D.Z., Toprak H., 2009. **Coğrafi Bilgi Sistemlerin 3B Kent Modelleme Olanaklarının İrdelenmesi**, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, İzmir.
- Kolbe T. H., Bacharach S., 2006. **CityGML: An Open Standard for 3D City Models**.
- Kolbe T. H., Gröger G., Plümer L. 2005. **CityGML – Interoperable Access to 3D City Models**, Oosterom, Zlatanova, Fendel (Eds.): Proceedings of the Int. Symposium on Geo-information for Disaster Management on 21.-23. March 2005'in Delft, Springer Verlag.
- Müller W., Schumann H., 2002. **Visual Data Mining**, NORSIGD Info 2/2002, November 2002, pp. 4-7, 2002.
- Yücel M.A., Selçuk M., 2008. **3D City Modeling Through CityGML International Symposium on Modern Technologies, Education and Professional Practice in Geodesy and Related Fields**, Sofia, Bulgaria, 6 – 7 November 2008.
- Strothotte T. and Schlechtweg S., **Non – Photorealistic Computer Graphics Modelling, Rendering and Animation**. Morgan Kaufmann, San Francisco, 2002.