

Kızıl Ötesi Görüntülerle Fotogrametrik Pafta Üretimi Ve Üç Boyutlu Modelleme

Eminnur AYHAN¹, Özlem ERDEN²

Özet

Bu çalışmada, kızıl ötesi hava fotoğrafları ile Sayısal fotogrametrik sistemde üç boyutlu modelleme ve çizgisel pafta üretimi gerçekleştirilmiş, üretilen paftanın doğruluğunu etkileyen faktörler ele alınmış, fotogrametrik değerlendirme sonuçlarının cad ve bilgi sistemi ortamlarında sunumu amaçlanmıştır.

Fotogrametrik yöntemle üretilen paftanın doğruluk araştırılması için, Netcad ortamında jeodezik pafta ile karşılaştırması yapılmıştır. Sayısal fotogrametrik yöntemle elde edilen çizgisel haritanın Arc/Info ortamında topolojisi oluşturulup, Arcview 3.2 programında bilgi sistemi hazırlanmıştır. Yine Arcview ortamında, sayısal arazi yüzeyi üzerine bölgenin üç boyutlu modellemesi yapılmıştır. Pafta üzerindeki objeler ile objeye ait resimlerin ilişkilendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

İlave olarak, çizgisel harita üzerinde bir pilot bölge seçilip, Nikon E2 kamerası ile detayların (bina, yol, kaldırım, doğal nesnelere vb.) resimleri çekilmiştir. Autocad programı ile, pilot bölgenin 3 boyutlu modeli oluşturulmuş, binaların dört cephesinden çekilen yersel fotoğrafların, üç boyutlu objelere giydirilme işlemleri yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler

Sayısal Fotogrametrik sistem, üç boyutlu modelleme, yakın mesafe fotogrametrisi

Abstract

Digital Photogrammetric Mapping with IR Images and 3 Dimensional Modeling

In this study, 3 dimensional models from infrared (IR) aerial images are constructed and a line map produced using a digital photogrammetric software (Z/I imaging). The factors that affect the accuracy of the map produced are taken into consideration and the results from photogrammetric evaluation are aimed to be presented in CAD or in Information Systems.

For accuracy investigation, the map produced in this fashion is compared with the one digitized using NetCad. A database is constructed in ArcviewTM 3.2 after building the topology of this map in Arc/InfoTM. Moreover, a 3D model is constructed on the TIN in ArcviewTM.

Additionally, a pilot region is selected on the line map and the detail points in this pilot region such as buildings, roads, pavements and so on are photographed using a Nikon E2 close-range camera and set as "hot-link" in ArcviewTM. The 3D model of the pilot area including the photographed details is constructed in Autocad and further draped the close-range photographs.

Key Words

Digital Photogrammetric System, 3D modeling, Close-Range Photogrammetry

1. Giriş

Günümüzde bilginin elektronik ortamda paylaşımı ile, farklı yazılımların bütünleşik (entegre) kullanımı oldukça yaygınlaşmış durumdadır. Fotogrametri alanında da klasik yöntemlerden Sayısal yöntemlere geçiş bu talebi doğrular niteliktedir. Klasik fotogrametri çalışmaları zaman alıcı, masraflı olmasının yanı sıra, güncelliğin sağlanması ve diğer birimlerle entegrasyonu açısından da yetersizdir. Klasik yöntemlerde karşılaşılan bu sorunlar, Sayısal fotogrametrik yöntemlerle büyük ölçüde çözüme kavuşmuştur. Sayısal yöntemlerde, gereksinimler doğrultusunda zaman ve emekten kazanç sağlamak için, uçak ya da uydulardan alınan görüntüler veri olarak kullanılmakta ve bu veriler harita yapımını daha kolay ve ekonomik hale getirmektedir.

Bu çalışmada ormancılık uygulamaları için çekilmiş farklı tarama çözünürlüklerine sahip kızılötesi hava fotoğrafları, fotogrametrik pafta üretiminde kullanılmıştır. İlk aşamada KTÜ kampus alanını içeren kızıl ötesi görüntülerden sayısal fotogrametrik yönteme göre pafta üretilmiştir. Daha sonra fotogrametrik olarak üretilen sayısal bilgiler baz alınarak üç boyutlu modellemenin yapılabileceği cad ortamlarında uygulamalar yapılmıştır.

2. Sayısal Fotogrametrik Pafta Üretimi

Sayısal fotogrametrik pafta üretiminde veri olarak, Karadeniz Teknik Üniversitesi Kanuni Kampus alanına ait 600 ve 1200 dpi çözünürlükle taranmış, 1/16000 ölçekli kızıl ötesi hava fotoğrafları kullanılmıştır. Değerlendirme ise Zeiss firmasının geliştirdiği Z/I Sayısal fotogrametrik yazılım sisteminde yapılmıştır.

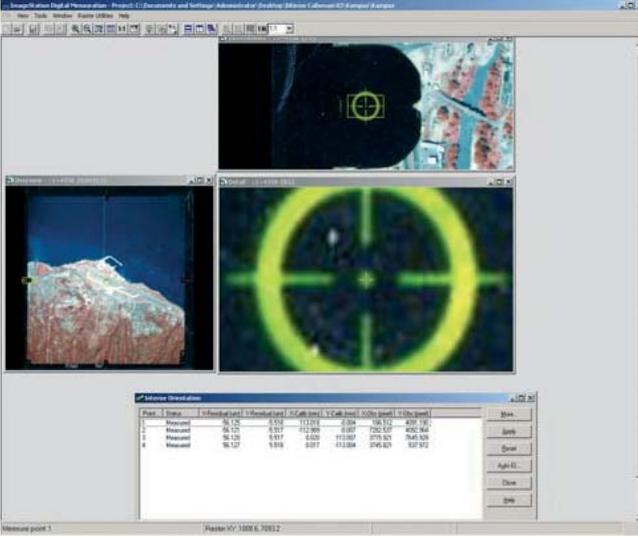
Z/I programının ISDM (Image Station Digital Mensuration – Dijital Ölçüm) modülü kullanılarak, kampus alanının bindirmeli olarak çekilmiş iki hava fotoğrafının görüntü koordinat sistemlerinin belirlendiği iç yöneltme işlemi, daha sonra görüntülerden stereo görüşün sağlandığı karşılıklı yöneltme işlemi ve son olarak model koordinat sisteminden arazi koordinat sistemine geçişi sağlayan mutlak yöneltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler sonucunda, arazi koordinatlarıyla bağlantılı üç boyutlu model oluşturulmuştur.

Farklı amaçlar için alınmış kızılötesi görüntüler ile pafta üretimi aşamasında, model sisteminden arazi sistemine geçişte gerekli yer kontrol noktaları bilgisine ulaşamadığı için, görüntüler üzerindeki incelemelere dayalı nokta tespiti yapıl-

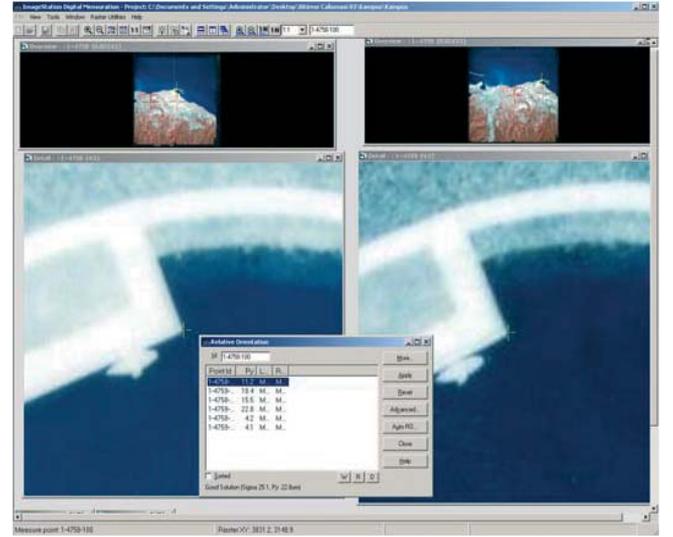
¹ Yrd. Doç. Dr., ² Müh., K.T.Ü. Jeodezi ve Fotogrametri Bölümü, Trabzon

mıştır. Daha sonra arazide bu noktaların nirengi sistemine dayalı olarak jeodezik koordinatları elektronik uzaklık ölçer ile belirlenmiştir. Kontrol noktalarının koordinatları, Z/I

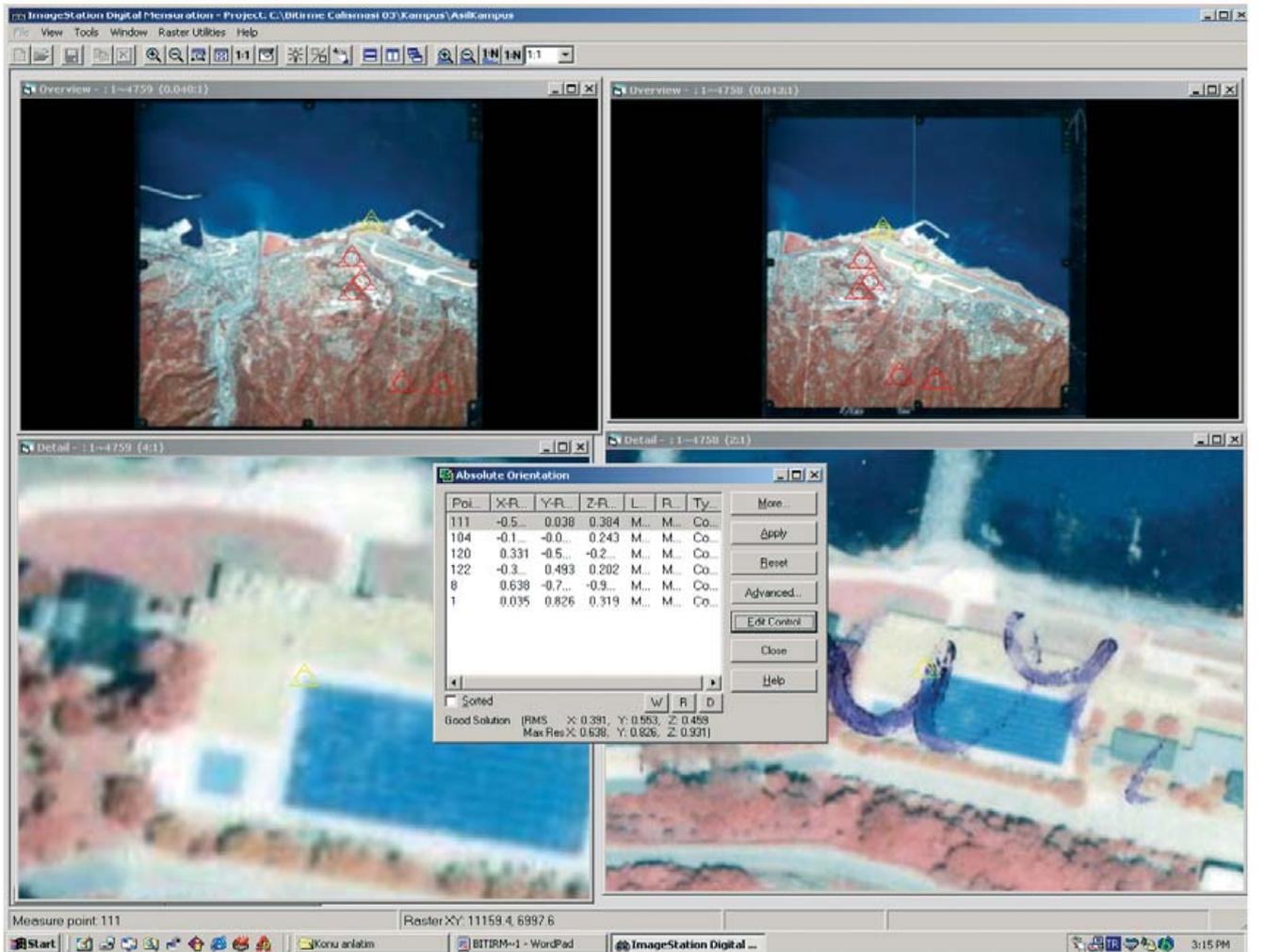
programının ISDM modülündeki Edit kontrol menüsünden girilerek, kontrol nokta dosyası oluşturulmuş ve bu bilgiler mutlak yöneltme işlemi sırasında kullanılmıştır.



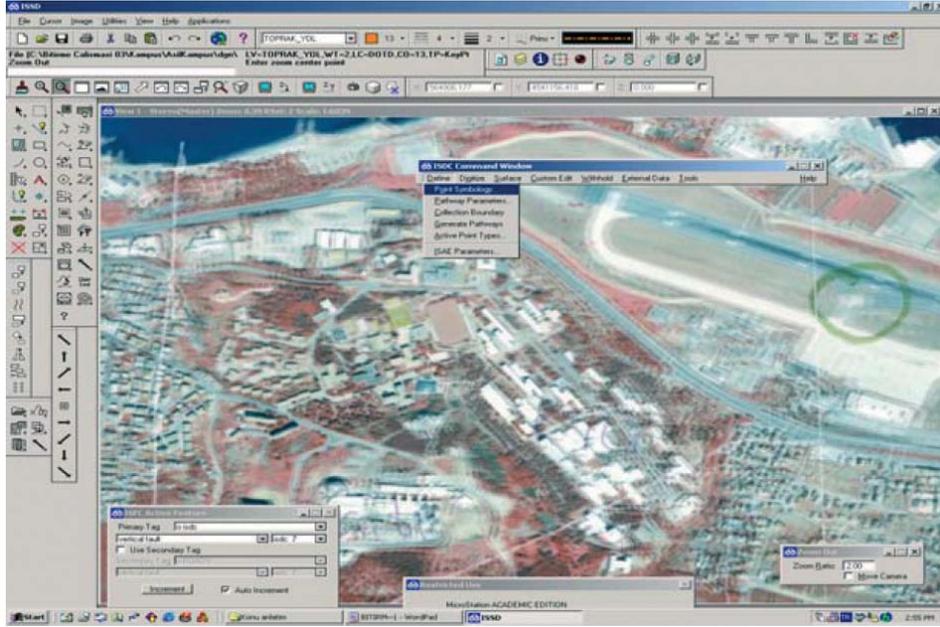
Şekil 1: İç yöneltme işlemi



Şekil 2: Karşılıklı yöneltme işlemi



Şekil 3: Mutlak yöneltme işlemi

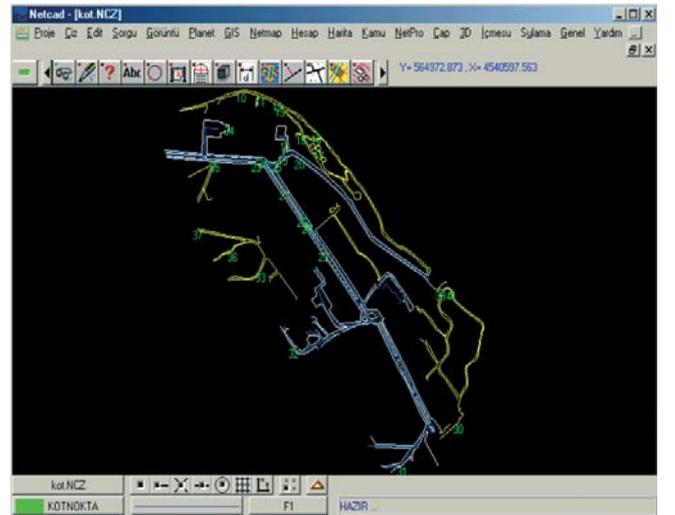


Şekil 4: Dijital fotogrametrik sistemde stereo görüş ekranı

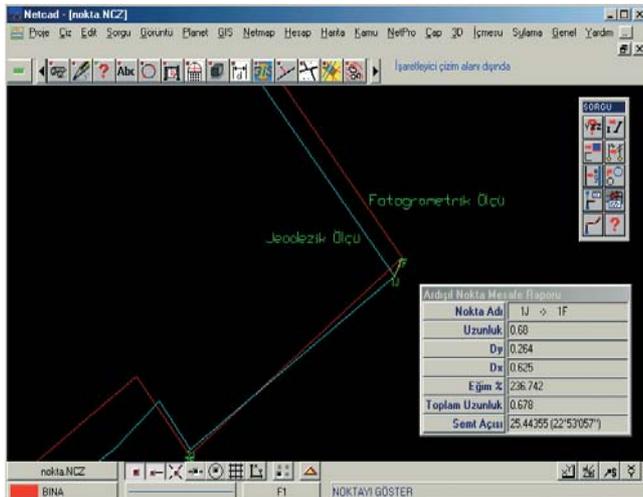
Daha sonra, oluşturulan model mikro istasyon (microstation) altında çalışan ISDC (Image Station DTM Collection)- DTM Toplama) çizim modülüne aktarılarak üç boyutlu model alanı üzerinden çizgisel harita ve eş yükseklik eğrileri elde edilmiştir.

2.1. Jeodezik Yöntemle Fotogrametrik Yöntemin Karşılaştırılması

Fotogrametrik harita cad (Çizim işlem) ortamına aktarılarak, yersel yöntemle yapılmış olan halihazır harita ile karşılaştırılmış ve sonuçlar irdelenmiştir. Netcad ortamında, çalışma alanına homojen olarak dağılmış 33 noktada X,Y, 32 noktada Z koordinatı irdelenmiştir. 600 dpi çözünürlükle taranmış görüntülerin yersel yöntemle karşılaştırılmasında X değerinde ortalama 45cm, Y değerinde 40 cm, Z değerinde 70 cm'lik farklılıklar belirlenirken, 1200 dpi'lık görüntülerde X değerinde ortalama 35cm, Y değerinde 30 cm, Z değerinde da 40 cm'lik farklılıklar belirlenmiştir.



Şekil 6: Netcad ortamında Z koordinatı karşılaştırma noktalarının dağılımı.



Şekil 5: Netcad ortamında Jeodezik ve fotogrametrik paftaların X,Y koordinat karşılaştırmaları.

2.2. Kızıl ötesi görüntülerle Pafta Üretiminde Doğruluğu Etkileyen Faktörler

Fotogrametrik pafta üretiminde doğruluğu etkileyen faktörler; Resim Ölçeği, yer kontrol noktalarının dağılımı, tarama çözünürlüğü (dpi), operatörün tatbik hassasiyeti, deneyim ve becerisi, doğal ve yapay etkenler, ekranın piksel çözünürlüğü, kamera objektif (filtre) türü ve ayırma gücü olarak sıralanabilir. Resim ölçeği, yapılan çalışmanın doğruluğunu etkileyen en önemli etkenlerden biridir. Çalışma ölçeğinin büyük olması, görüntü üzerindeki detay bilgilerine daha duyarlı bir şekilde ulaşılması anlamındadır. Bu da operatöre, nesnelere birbirinden ayırt edebilme ve tatbik kolaylığı sağlar.

Görüntülerin çözünürlüğünde etkili olan faktörlerden biri, alımda kullanılan kameranın ayırma gücü, bir diğeri de görüntülerin sayısal ortama aktarımındaki tarama çözünürlüğü-

dür. Kameranın ayırma gücü ve alınan görüntünün tarama çözünürlüğü de, en az resim ölçeği kadar önemlidir. Tarama çözünürlüğü arttıkça nesnelere ayırtma gücü de artar. Bu da doğruluğun artması anlamındadır.

Operatörün tatbik hassasiyeti, deneyim ve becerisi doğruluk üzerinde etkili bir diğer faktördür. Sayısal fotogrametrik pafta üretiminde, iç yöneltme, karşılıklı yöneltme, mutlak yöneltme ve çizim işlemleri operatör tarafından yapıldığından, tatbik ve okuma hassasiyeti her operatör için farklılık gösterebilir. Bunun sonucu olarak, bilgi ve deneyim ile tatbik hassasiyeti artar. Siyah beyaz veya renkli hava fotoğrafına göre Kızıl ötesi görüntülere tatbik çok daha zaman alıcı ve zordur.

Görüntüler üzerindeki nesnelere konumlandırma doğruluğu etkileyen diğer etmenler, doğal (yüksek ve geniş yapraklı ağaçlar) ve yapay (bina saçakları, sundurmalar, balkonlar vb.) nesnelere çok yakın olan yapraklı ağaçlar, bu detayların alınmasını güçleştirir. Binalara ait çatı saçakları, sundurmalar ve balkonlar da zeminden alım yapılmasını engeller (Resim 1).

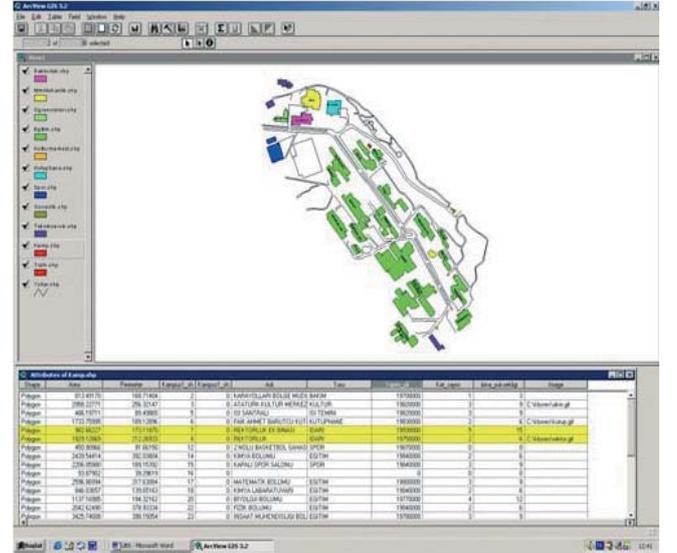


Resim 1: Sayısal fotogrametride konumlandırmayı etkileyen faktörler

3. Bilgi Sistemi Uygulaması

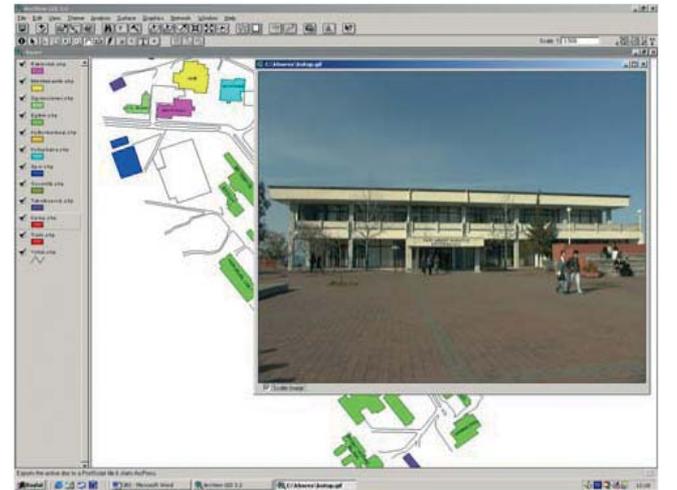
Bilgi sistemi uygulamasında, Sayısal fotogrametrik yöntemle oluşturulan çizgisel haritanın Arc/Info ortamında topolojisi oluşturulup, Arcview programında bilgi sistemi hazırlanmıştır. Bunun için Z/I programı ile birlikte çalışan mikroistasyon ortamında dxf formatı ile kaydedilen kampus haritası, Arcview ortamına aktarılıp, shp uzantılı olarak kaydedilmiştir. Arc Toolbox programında bina ve yol katmanları için topoloji oluşturulmuştur.

Arcview ortamında topolojisi kurulan projenin bina ve yol bilgilerinin girilmesi için alanlar oluşturulmuş ve tabloları hazırlanmıştır. Bu bölümlere binaların ve yolların öznelik bilgileri girilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7: Grafik ve grafik olmayan veri

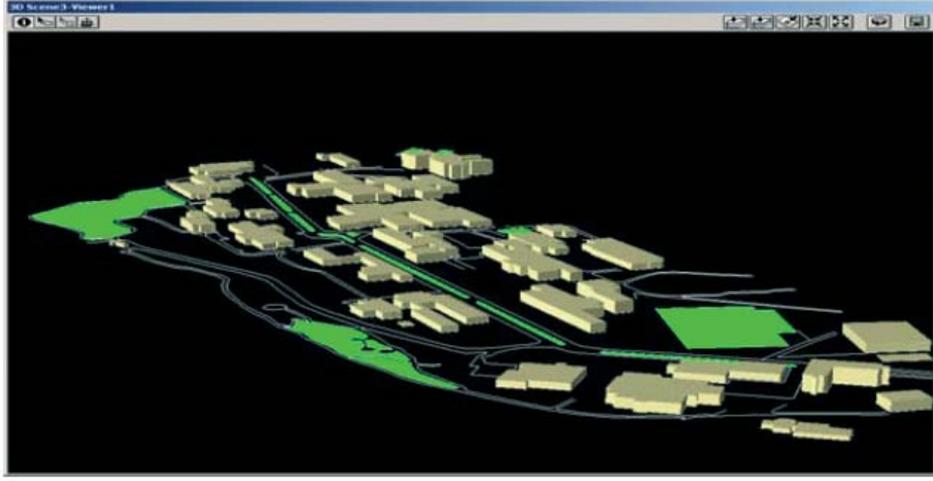
Arcview programının "Hot-link" menuyu ile projede belirlenen pilot bölge için çekilen resimler, binalarla ilişkilendirilmiştir. Arcview ortamındaki bir obje ile objeye ait resmin ilişkilendirilmesi sonucunda, grafik ekranda (poligon veya çizgi) istenen objenin resmine ulaşılmıştır.



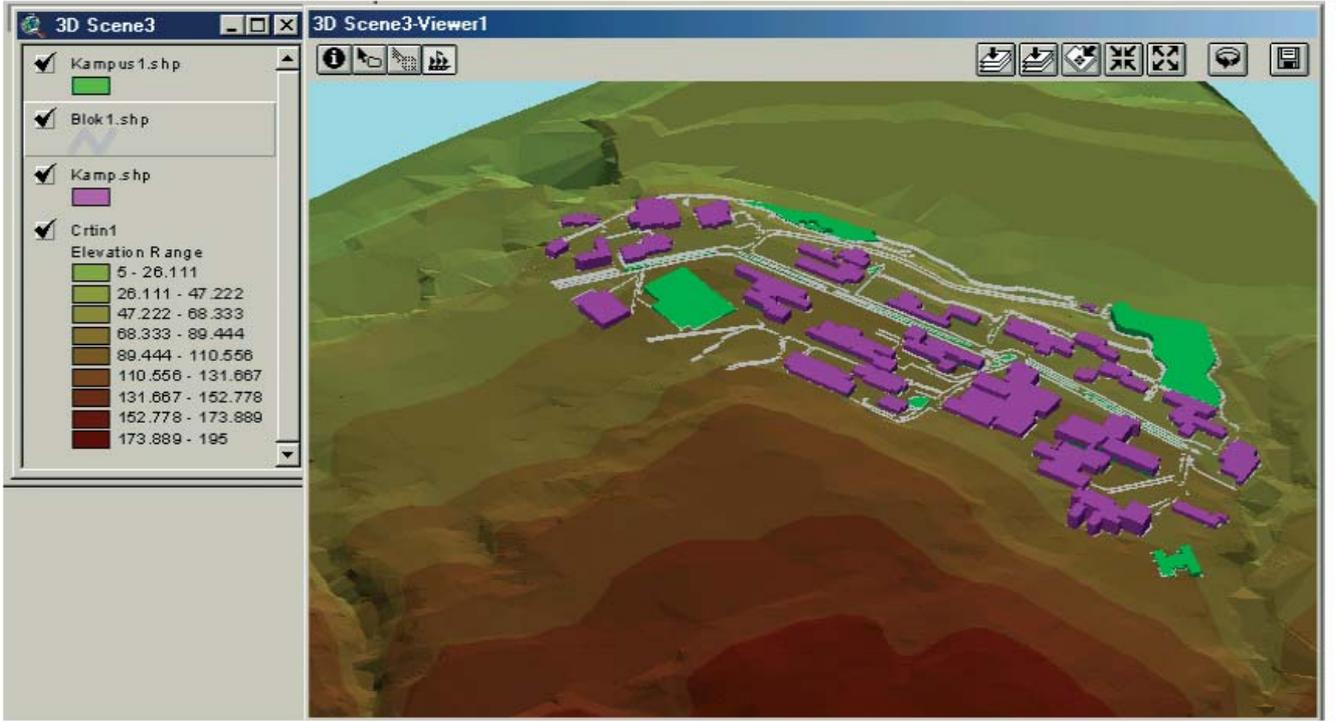
Şekil 8: Sayısal haritadan fotoğrafa ulaşma

3.1. Üç Boyutlu Modelleme

Projenin Arcview programında üç boyutlu görüntüsünün oluşturulması için, 3D Analiz ek modülü kullanılmıştır. Bu işlemin gerçekleştirilmesi için, projenin eş yükseklik bilgisi, detay katmanları ve bina yükseklik bilgilerinin olması gerekir. (Şekil 9)'da bina ve yol katmanları 3 boyutlu özellikler menüsünden çağrılarak, sabit bir zemin üzerinde binalara kat yükseklikleri verilmiştir. Çalışmada kat yüksekleri 3m kabul edilerek bina yükseklikleri belirlenmiştir. (Şekil 10)'da ise başlangıçta eş yükseklik eğrilerine ait katman açılarak TIN yüzeyi oluşturulmuştur. Daha sonra kampus ile ilgili diğer katmanlar projeye eklenerek, yüzeydeki objelerin üç boyutlu modelleri oluşturulmuştur.



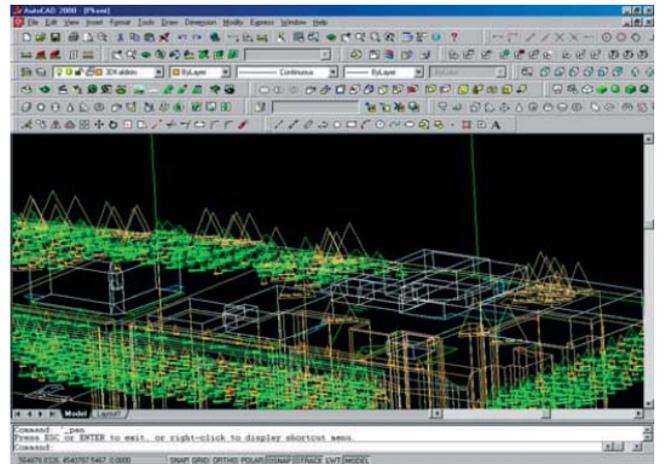
Şekil 9: Sabit zeminde objelerin 3 boyutlu modeli



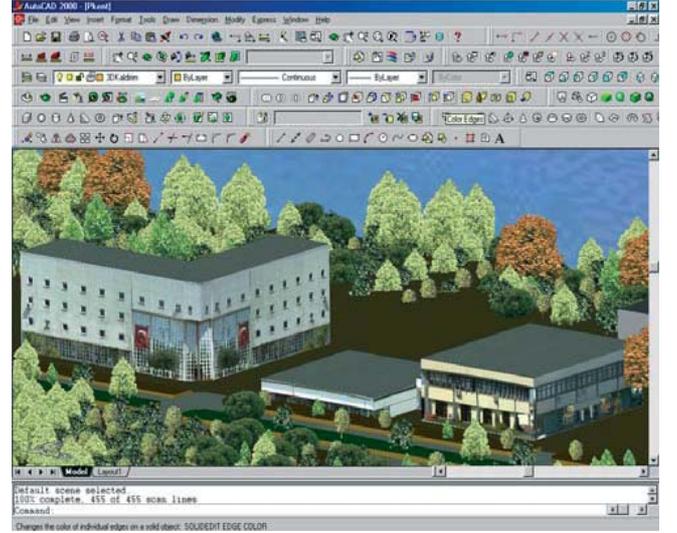
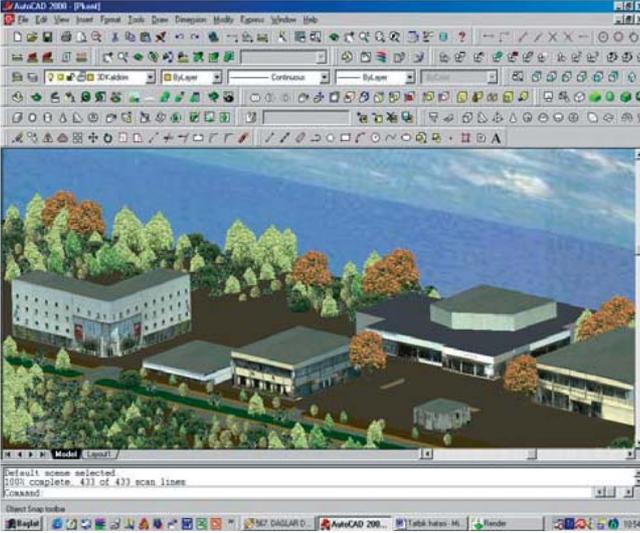
Şekil 10: Arcview ortamında SAM üzerinde kampüs alanının üç boyutlu modeli

4. Üç Boyutlu Objelere Resim Giydirme İşlemi

Üç boyutlu objelere görüntü giydirme işlemi için çizgisel harita üzerinde bir pilot bölge seçilmiştir. Seçilen bu bölgedeki detayların (bina yol, kaldırım, doğal nesnelere ...vb.) Nikon E2 yakın resim kamerası ile resimleri çekilip, Autocad programı ile bölgenin 3 boyutlu görüntüsü oluşturulmuştur (Şekil 11). Daha sonra binaların dört cephesinden, yersel yöntemle çekilen fotoğrafların üç boyutlu objelere giydirilme işlemleri yapılmıştır. Yakın resim çalışmalarında nesnelere gerçek dokuların yapıştırılması konusu detaylı bir konudur. Daha sonraki çalışmalarda incelenmesi düşünülmektedir.



Şekil 11: Autocad ortamında yapıların 3. boyutun verilmesi



Şekil 12: Binalara resimlerin giydirildiği kampus alanı

5. Sonuç

Bu çalışmada, kızıl ötesi görüntüler ile Sayısal fotogrametrik sistemde pafta üretimi, üretilen bilgilerin diğer harita yapım ve değerlendirme yazılımlarındaki kullanım olanağı, bu programlarda fotogrametrik pafta bilgilerine dayalı olarak üç boyutlu modelleme amaçlanmıştır. Bu işlemler sırasında genel bir bütünlük ve sonuçların sunumu konusu ele alınmıştır. Uygulamalar sonucunda, Sayısal fotogrametrik sistemle üretilen verilerin, haritacılık alanında kullanılan diğer programlarla bütünleşik (entegre) bir şekilde çalışma imkanının olduğu belirlenmiştir. Örneğin; çizim işlem (Cad) ortamlarında, farklı yöntemlerle üretilen paftaların karşılaştırmaları yapılmış, üç boyutlu modelleme ve bu modellere görüntü giydirme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Yine fotogrametrik sistem ile üretilen sonuçlar, Kent Bilgi Sisteminin oluşturulmasında altlık olarak kullanılmıştır. Kent bilgi sistemi ile, daha önceden elde edilmiş bilgilerle bütünleştirme yapılmış, üzerinden çeşitli sorgulama ve analizler yapılarak, istenilen her türlü sayısal ve öznelitik bilgileri elde edilmiştir. Fotogrametrik yöntemle, jeodezik yöntemle göre daha kısa sürede ve daha ekonomik olarak pafta oluşturulup bilgi sistemi kurulabilir. Bu da zaman ve maliyet bakımından büyük avantajlar sağlar.

Çalışmada, kızıl ötesi görüntülerin kullanılması ve ölçeğin küçük olması, üretilen fotogrametrik paftanın sonuç doğruluğu üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmuştur. Farklı tarama

çözünürlüğüne sahip görüntülerin değerlendirme sonuçları yersel değerlerle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda 1200 dpi tarama çözünürlüklü görüntü sonuçlarının, 600 dpi lık sonuçlara göre X ve Y değerlerinde 1.3, Z değerlerinde de 1.7 oranında bir iyileşme sağladığı gözlenmiştir.

Fotogrametrik pafta üretiminde, çalışmadan beklenen doğruluğa göre uygun ölçekli uygun görüntü türleri seçilmeli, ayrıca kullanılan resimler de bu hassasiyeti sağlayacak çözünürlükte taranmalıdır.

Autocad ortamındaki üç boyutlu modellemede, binalara kat yükseklikleri verilebilir. Oluşturulan üç boyutlu modellere yersel yöntemlerle elde edilen resimler giydirilebilir. Arcview ortamında ise, fotogrametrik yöntemle oluşturulan eş yükseklik bilgilerine dayalı olarak arazi yüzeyi geçirilip, detaylar üç boyutlu modellenebilir.

Kaynaklar

- ESRI: **Image Integration, Environmental Systems**, Research Institute, Redlands, USA, 1992.
- DOWMAN I. J.: **Close Range Photogrammetry and Machine Vision**, Fundamental of Digital Photogrammetry, ed. K.B. Atkinson, ISBN 1-870325-46-X,, London,1996.
- SCHENK T.: **Digital Photogrammetry**, ISBN 0-9677653-1-5, USA, 1999.
- YOMRALIOĞLU T.: **Coğrafi Bilgi Sistemleri**, ISBN 975-97369-O-X, İstanbul, 2000.
- Z/I **Imaging Document Library**, Germany, 2001.