

**Makale
(Article)**

AİRBORNE LİDAR TEKNOLOJİSİ İLE SAYISAL HARİTA ÜRETİMİ VE ŞIRNAK ÖRNEĞİ

Sinan ALTINIŞIK*

*Birlik Harita İmar Ltd. Şti. Ankara /TÜRKİYE

sinan@birlikharita.com.tr

Özet

Airborne Lidar ölçme teknolojisi, ölçme alanında Dünya’da çok yaygın olarak kullanılıyor olmasına rağmen ülkemizde hak ettiği yeri henüz bulamamıştır. Ülkemizde yakın zamana kadar sınırlı örnekleri gerçekleşmiştir. Bu bildiride Airborne Lidar teknolojisini kullanılarak gerçekleştirilmiş proje anlatılmaktadır. Projenin çalışma alanı Şırnak - Siirt Pervari Doğanköy arası askeri güvenlik yolu olup, yol projesi yapımına esas 1/1000 ölçekli sayısal haritalar, Airborne Lidar teknolojisi kullanılarak hazırlanmıştır. Proje güzergâhı Şırnak ili Bestler - Dereler mevki olarak bilinen terör olaylarının sıkça yaşandığı, arazi topoğrafyasının çok bozuk olduğu bölgelerden geçmekte ve yaklaşık 85 km uzunluktan oluşmaktadır. Hem proje süresinin kısa olması hem de yersel çalışma imkânlarının kısıtlı olması sebebi ile Yol Projesi yapımına esas sayısal haritaların Airborne Lidar teknolojisi kullanılarak yapılması tercih edilmiştir. Çalışma sonucunda yersel çözünürlüğü (GSD) 10 cm olan ortofotolar elde edilmiştir. Projede sayısal haritalar DGN formatında büyük ölçekli harita ve harita bilgileri üretim yönetmeliği standartlarına uygun olarak hazırlanmıştır. Airborne Lidar yardımı ile hazırlanan haritaların hızlı elde edildiği ve yeterli doğruluğa sahip olduğu, Meteorolojik şartlardan daha az etkilendiği, özellikle yersel ve fotogrametrik ölçme yöntemlerine imkân vermeyen alanlarda hassas çözüm sağladığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Lidar, Ortofoto, Sayısal Arazi Modeli, Sınıflandırma, Fotogrametri.

PRODUCTION OF DIGITAL MAPS BY AIRBORNE LIDAR TECHNOLOGY AND ŞIRNAK SAMPLE

Abstract

Airborne Lidar surveying technology couldn't find its rightful place in our country yet in spite of widely usage in the field of surveying around the world. Until recently, limited projects have been done in our country. This proclamation tells project which completed with using the Airborne Lidar technology. Field of project is between Şırnak and Siirt Pervari Doğanköy military security road and 1/1000 scale vectoral maps prepared with Airborne Lidar technology based on the construction of this road project. Route of the project is composed about 85 kilometers that passes Şırnak province Bestler - Dereler location which has high level-sloping topography and where the terrorist incidents happens all the time. Due to project's limited time and limited tellural working possibilities, vectoral maps based on the construction of this road project chosen to be made by Airborne Lidar technology. At the end of the project orthophotos that has 10 cm ground resolution (GSD) was obtained. Vectoral maps were prepared in the DGN format and large scale maps made properly with the map data production regulation standards. In the project we observed that the maps which prepared with the help of Airborne Lidar technology were achieved fastly and sufficiently accurate, less affected by meteorological conditions and especially the technology provides precise solution in the areas that do not allow terrestrial and photogrammetric measuring methods.

Keywords : Lidar, Ortophoto, Digital Terrain Model, Classification, Photogrammetry.

1. GİRİŐ

Sayısal yükseklik modeli konuma bağlı arazi detaylarının tanımlanmasında temel bir bilgi kaynağıdır. Günümüzde sayısal yükseklik modelleri IFSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar), LIDAR (Light Detection And Ranging), Fotogrametri ve Jeodezik ölçme gibi birçok metotlarla üretilmektedir. Bu metotlar teknolojik perspektif açısından farklı olmalarına rağmen üç boyutlu konumsal veri üretiminde benzer bir amaca ulaşmak için kullanılan farklı metotlardır [8].

Airborne Lidar aynı zamanda ALS-Airborne Laser Scanning ya da ALSM-Airborne Laser Swath Mapping olarak da bilinir. Geleneksel fotogrametrik metotlardan daha doğru daha detaylı topografik modeller elde edilir. Fotoğraf çiftinden stereoskopik görüőe bağlı zayıf canlandırma nedeniyle yer yüzeyinin anlaşılması güç, yoğun ormanların bulunduğu alanlarda nadiren görülebilen yüzey şekilleri, Lidar verilerin üç boyutlu haritalandırma potansiyeli ile yüksek doğrulukla belirlenebilmektedir [4].

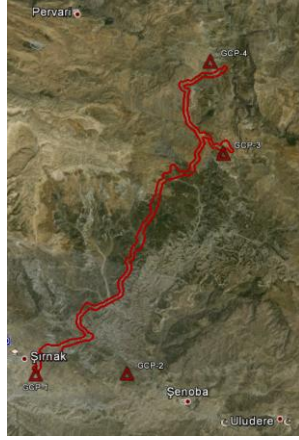
Hava lazer tarama teknolojisi, çok kısa bir zaman içinde veri toplamadaki üstün kabiliyeti ile değişik yapıdaki objelere (arazi ve arazi üstü) ilişkin bilgileri ortaya çıkaran önemli bir yöntemdir [3]. Yaklaşık son on beş yıldan bu yana giderek yaygınlaşan bir oranda kullanılmaya başlanan Lidar, çalışma prensibi açısından radara benzeyen ancak radyo dalgaları yerine lazer ışını kullanan aktif bir algılayıcıdır. Bir Lidar sistemi; lazer tarayıcı ve soğutucu, GPS ve INS (Inertial Navigation System) cihazlarından oluşmaktadır. Uçağa takılan lazer tarayıcı tarafından yayılan yüksek frekanslı kızılötesi lazer ışınlarının uçağla yer arasındaki gidiő ve dönüşlerinde geçen süre ölçülmekte ve lazer dalgasının gönderildiği andaki uçağın konum bilgileri ile birlikte kaydedilmektedir. Daha sonra, yer noktalarının üç boyutlu koordinatları (x-y-z) ölçüm anındaki uçağ konumu ve uçağ-yer vektörleri yardımıyla hesaplanmaktadır [7].

Lidar, arazi yüzeyi haritalandırılmasında uzaktan algılama ve diğer hava sistemlerinin çok ötesinde harita verileri sunmaktadır. Üç boyutlu (x-y-z) mesafe ölçmede ve yer yüzeyinin tanımlanmasında en güçlü tarama sistemidir. Bu teknoloji, yakın kızılötesi (1064 nanometre) lazer dalga genişliği ile gönderilen ışınların yer yüzeyindeki yansıma zamanını hassas oranda ölçerek, verileri dijital ortamda depolamaktadır. İleri düzey yüzey modellemede ve yersel yüksekliklerin (SYM) doğru olarak ortaya konmasında, SAR görüntülerine oranla daha detay tanımlama gücüne sahiptir. Lidar ile elde edilen sayısal yükseklik modelleri (DEM), yeryüzünün herhangi bir mekânsal ünitesinin ortaya çıkarılması ve bu alanla ilgili görsel objeler hakkında hızlı karar verme kolaylığı sağlamaktadır [2]. Özellikle yer kontrol noktalarının görülmesinin çok zor olduğu sahil ve ormanlık alanlarda lidar daha hassas veri toplama imkânına sahiptir [1, 5]. LIDAR teknolojisinin uydu platformlu (spaceborne) ve hava platformlu (airborne) olmak üzere iki türü vardır [8].

Dünya 'da 10 yıl öncesinde bile koridor haritalamada Airborne lidar yöntemi ile gerçekleştirilmiş önemli projeler vardır [6].

2. YÖNTEM

Bildiriye esas olan projenin çalışma alanı Şırnak - Siirt Pervari Doğanköy arası askeri güvenlik yoludur. Yaklaşık 85 km uzunluktan oluşmakta olan proje çalışma alanı Şekil 1 gösterilmektedir.



Şekil 1. Proje Çalışma Alanı

Proje güzergâhı Şırnak ili Bestler - Dereler mevkii olarak bilinen terör olaylarının sıkça yaşandığı, arazi topoğrafyasının çok bozuk olduğu bölgelerden geçmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Proje Çalışma Alanından Görünüm

Hem proje süresinin kısa olması hem de yersel çalışma imkânlarının kısıtlı olması sebebi ile haritaların Airborne Lidar yöntemi kullanılarak yapılması tercih edilmiştir.

Proje kapsamında Optech Gemini lazer tarayıcı ve Rollei P65 digital camera sistemleri ile GPS istasyonlarında kayıt yapan 4 adet Topcon GR3 marka /model GPS sistemleri kullanılmıştır. Şekil 3'de görülen Çift motorlu Cessna 4022B uçuş platformu olarak tercih edilmiştir.



Şekil 3. Uçuş Platformu Cessna 4022B

3. PROJE AŐAMALARI

3.1 Uçuş ve Yer Kontrol Noktalarının Planlaması

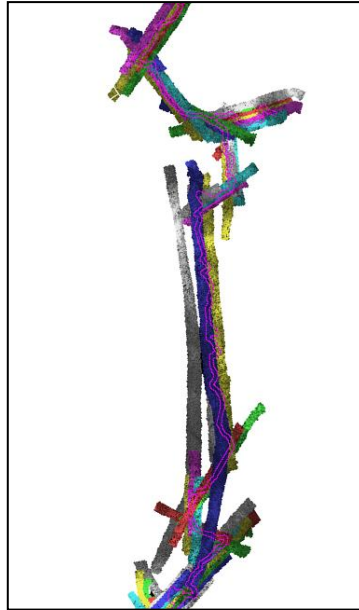
Uçuş planlaması için nokta yoğunluğu 2 nokta / m² ve ortofoto için GSD (Ground Sample Distance) 10 cm olarak alınmıőtır. Topoğrafyanın çok bozuk olması ve terör riski nedeni ile uçuş yüksekliği 900 m olarak planlanmıőtır. Diğer uçuş planlaması bilgileri aőađıdaki gibidir.

- Uçuş Hızı 110 knot
- Uçuş yüksekliği 900 m
- Lazer tarama iz geniőliđi (Swath width) : 700 m
- Toplam uçuş süresi 6 saat
- Lazer yanal bindirme oranı %30
- Fotoğraflar için ileri bindirme oranı % 60 yan bindirme oranı %30

Uçuş esnasında statik GPS oturumları yapılmak üzere toplam 4 adet yer kontrol noktası planlanmıőtır. Bu noktaların yer seçimi yapılırken uçağın bu noktaların en az iki tanesine olan uzaklığının hiğ bir durumda 20 km'yi geçmeyecek şekilde olması sađlanmıőtır. Bu noktaların konumları şekil 1 de gürünmektedir.

3.2 Uçuş

14.04.2012 tarihinde 6 saatlik uçuş gerđekleőtirilmiőtir. Uçuş sonunda toplam 58 adet strip elde edilmiştir. şekil 4'de uçuş baőlangıcı ve sonunda lazer tarayıcı ve kameranın birbirleri ile kalibrasyonunun yapılabilmesi için şırnak merkezde bulunan spor tesislerinin üzerinden geğilerek yapılan alım verilmiştir. Zemindeki oyun çizgilerinin kesiőim noktalarına kinematik GPS ile verilen koordinat değerleri yardımı ile kalibrasyon gerđekleőtirilmiőtir.



şekil 4. Stripler

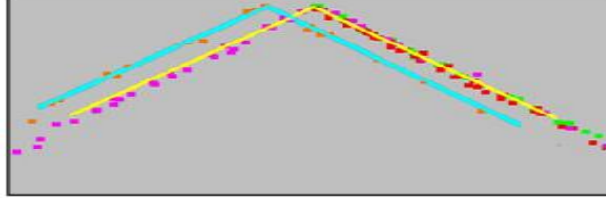
3.4. Verilerin değerlendirilmesi

Tüm dengeleme ve veri iőleme çalıőmalarında Microstation ve Terrasolid yazılım paketleri kullanılmıőtir. Applanix POSpac yazılımı ile GPS, INS ve lidar sensürleri ile toplanan ham veriler iőlenmiőtir. Koordinatlı nokta bulutu strip dosyaları elde edilmiştir.

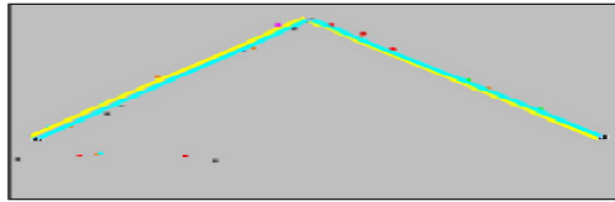
Stripler arasında dengeleme işleminin yapılabilmesi için nokta bulutu içinden zemin noktalarının ayrıőtırılması gerekmektedir. Bu amaçla dengeleme ön aőaması olarak Terrasolid yazılımı ile her bir

stripe' in sınıflandırma işlemi sonucunda zemin noktaları (Ground points) elde edilmiştir

TerraMatch yazılımı ile Ground noktaları kullanılarak stripler arasındaki Ω , π , κ (Omega , Phi, Kappa) dönüklükleri ve ölçek farkları hesaplanmış, dengelenmiş nokta bulutu verileri elde edilmiştir. Dengelemeden önceki ve sonraki nokta bulutu verileri Şekil 5 ve 6 da verilmiştir. Daha sonra striplerin binmeli alanlarında fazla kısımlar kesilerek temizlenmiştir.



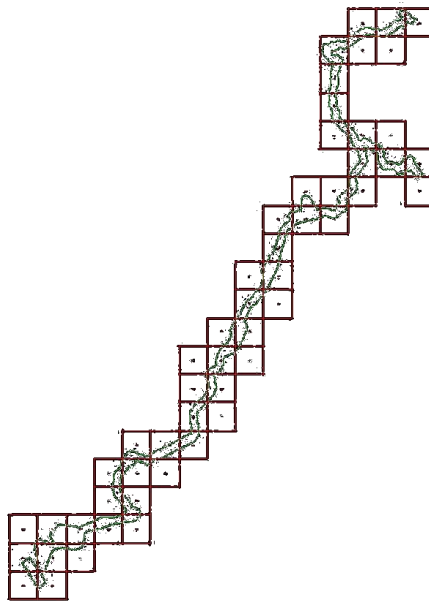
Şekil 5. Dengeleme Öncesi Nokta Bulutu Verileri



Şekil 6. Dengeleme Sonrası Nokta Bulutu Verileri

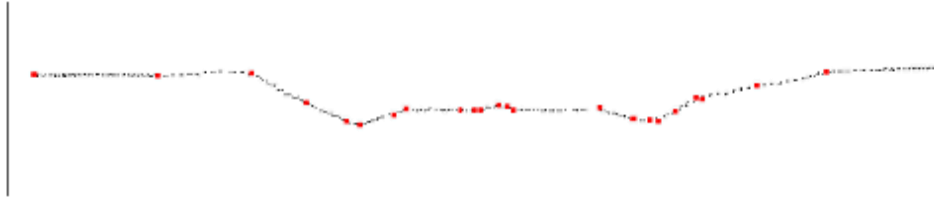
Nokta bulutu verileri işlenirken bilgisayar performansının en iyi şekilde kullanılabilmesi için proje alanı 2 km x 2 km büyüklüğündeki Şekil 7'de görüldüğü gibi 53 adet bloklara ayrılmıştır. Proje bloklara bölünürken 4 GB RAM kullanan bir bilgisayar için her bir bloktaki nokta adedinin 10-15 milyon adedi geçmemesine dikkat edilmiştir.

Terrasolid yazılımı her bir blok üzerinde detaylı sınıflandırma çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışma sonunda 1-Low points, 2-Ground, 3-Low Vegetation, 4-Medium Vegetation, 5-High Vegetation, 6-Buildings, 7-Keypoints Sınıfları elde edilmiştir.



Şekil 7. Blok Şeması

Nokta bulutu verilerinin farklı yazılımlarla daha az sayıdaki noktalar kullanılarak kolay işlenebilmesi için arazinin karakteristik noktalarını ifade eden ve “Model Keypoints” olarak anılan noktalar üretilerek nokta adedi azaltılmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Model Keypoints

Elde edilen nihai nokta bulutu verilerinin Ortometrik kot değerlerinin elde edilebilmesi için TG03 Türkiye Geoidinin iyileştirilmesi yöntemi kullanılmıştır.

TerraPhoto yazılımı ile yer kontrol noktaları ve Tie point noktaları kullanılarak yapılan dengeleme sonucunda uçuş esnasında elde edilen resimlerin dış yönelme elemanları hesaplanmıştır. Lazer noktalarının Ground sınıfından elde edilen sayısal arazi modeli ile ortorektifiye edilerek ortofoto resimler elde edilmiştir.

Daha sonra yapılan mozaikleme ve paftalama işlemleri sonucunda ülke pafta bölümüne uygun ortofotolar elde edilmiştir.

Microstation yazılımı yardımıyla Sayısal Arazi Modeli, Sayısal Yüzey Modeli ve ortofotoların birlikte yorumlanması sureti ile vektör sayısal haritalar DGN formatında Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğine uygun olarak Üretilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu proje ile lidar alımı esnasındaki meteorolojik şartların üretilen haritalardaki veri kalitesi üzerinde sınırlı etkilerinin olduğu değerlendirilmiştir. Bu durumun Fotogrametri ile kıyaslandığında yılın büyük bir kısmında alım yapılabilmesi avantajını ön plana çıkarmaktadır.

Airborne Lidar yöntemi ile proje alanında bulunan sık ormanlık alanlarda bile çok iyi sonuçlar elde edilmiştir. Ülkemizin yoğun bitki örtüsünün bulunduğu bölgelerinde Airborne Lidar ile yapılacak projeler sayesinde doğruluğu yüksek hızlı sonuçlar elde edilebilecektir.

Sahada yapılan kontrol ölçülerinden de anlaşılmıştır ki, elde edilen veriler Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği standartlarına uygundur. Ancak Lidar yöntemi kullanılacak projelerde bazı hususlara dikkat edilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

- Bitki Örtüsü: Bitki örtüsünün yoğun olduğu yerlerde nokta yoğunluğu seçimi Bitki örtüsünden dolayı yaşanacak nokta kayıpları dikkate alınarak, hedef nokta yoğunluğuna göre mutlaka daha yüksek seçilmelidir.
- Meskûn alanlarda bina çıkarımları eğer nokta bulutu verilerinden elde edilecekse çok yüksek yoğunluklu alım yapılması gerekmektedir. Aksi takdirde binaların stereo model üzerinden fotogrametrik olarak elde edilmesi daha sağlıklı olacaktır.
- Meskûn alanlarda sınıflandırma işleminin önemi daha da artmakta olup bu tür yerlerde sınıflandırma işlemine daha fazla özen gösterilmesi gerekmektedir.

Son yıllarda hızlı bir büyüme süreci yaşayan ülkemizde Lidar yöntemi kullanılarak yapılacak çalışma

örneklerinin çok hızlı bir şekilde artacağı tahmin edilmektedir. Zira öne çıkan avantajları dikkate alındığında özellikle makro projelerde hız, doğruluk ve maliyet avantajları sağlayacağı aşıkârdır. Ancak Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim yönetmeliği üzerinde Airborne Lidar uygulamalarının önünü açacak gerekli düzenlemeler bir an önce yapılarak teknolojinin önu hızla açılmalıdır.

6. KAYNAKLAR

1. Bortolot, Z.J., Wynne, R.H., 2005, “Estimating Forest Biomass Using Small Footprint Lidar Data: An Individual Tree-Based Approach That Incorporates Training Data”, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 59, pp. 342– 360.
2. Duran, C., Daban, F., 2007, “Hava Lidar Verilerinin Jeomorfolojik ve Ekolojik Ortam Analizlerinde Kullanım Olanakları “, TMMOB-HKMO Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Kasım 2007, KTÜ, Trabzon.
3. Karşlı, F., 2007, “Lazer Tarama Verilerinden Bina Detaylarının Çıkarılması ve CBS ile Entegrasyonu”, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, KTÜ, Trabzon.
4. Haugerud, R. A., Harding, D. J., 2001, “Some Algorithms for Virtual Deforestation (VDF) of Lidar Topographic Survey Data”, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume XXXIV-3/W4 Annapolis, MD, 22-24.
5. Suarez, J.C., Ontiveros, C., Smith, S., Snape, S., 2005, “Use of Airborne LIDAR and Aerial Photography in the Estimation of Individual Tree Heights in Forestry”, Computers & Geosciences 31, 253–262.
6. Uddin, W., 2002, “Evaluation of Airborne LIDAR Digital Terrain Mapping for Highway Corridor Planning and Design”, Land Satellite Information IV/ISPRS Commission I/FIEOS, Conference Proceedings.
7. Yıldırım, A., Şeker, D. Z., 2006, “Fotogrametrik Harita Üretiminde Kullanılan Görüntülerin Maliyet Analizi”, İTÜ Dergisi D Mühendislik, Cilt: 5, Sayı: 1, Kısım: 1, 83-90, İstanbul.
8. Yılmaz, H. M., Yakar, M., 2006, “LIDAR (Light Detection And Ranging) Tarama Sistemi”, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, (2) 23 – 33.