

HAVA LİDAR VERİLERİNİN EĞİM TEMELLİ ALGORİTMA İLE FİLTRELENME PERFORMANSININ ARAŞTIRILMASI

Nizar POLAT^{1,*}, Murat UYSAL¹

¹AKÜ, Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü, 03200 Afyonkarahisar, TÜRKİYE - (muysal, npolat)@aku.edu.tr

ÖZET

Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) birçok mühendislik uygulaması ve analiz için temel teşkil eden çok önemli topografik bir üründür. Bu modelin üretimi için gerekli olan verilerin toplanma şekilleri teknolojiye paralel olarak değişmektedir. Klasik yöntemlerle veri toplama işlemleridaha fazla zaman ve maliyete gereksinim duymaktadır. Son yıllarda hava Lazer tarama sistemleri doğruluk ve zaman anlamındaki avantajları sayesinde SYM üretimi için veri toplama konusunda önem kazanmıştır. Hava lazer tarama sistemleri sonucu elde edilen üç boyutlu nokta bulutu SYM üretimi için kullanılabilir. Ancak Lazer taraması esnasında sadece yer noktaları değil doğal ve yapay tüm objelerde veri setine dâhil olmaktadır. Bu yüzden ham nokta bulutunun yükseklik modeli üretiminden önce filtrelenmesi gerekmektedir. Yükseklik modeli üretimindeki en büyük problem filtrelemedir.

Hava Lidar verilerinden SYM üretimi henüz tam otomasyona sahip değildir. Birçok parametreye ve ön bilgiye bağımlı olan filtreleme işlemi için farklı algoritma ve yazılımlar geliştirilmiştir. Bu algoritmalar farklı topografik alanlar için farklı doğruluklarda çalışmaktadırlar. Çünkü algoritmaların temel olarak kurulduğu topografik özellikler her arazi için geçerli değildir.

Bu çalışmada hava LiDAR sistemlerinin genel çalışma prensipleri ve hata kaynaklarına değinilerek eğim temelli (Slope based) algoritma ile iki farklı topografik özellikte ki alana ait hava LiDAR verileri filtrelenmiştir. Birinci alan kısmen ağaçlık, eğimli ve kırsal bir bölgeyken ikinci alan yerleşim yerine ait olup yüksek binalar, münferit ağaçlar, yollar ve araçları içermektedir. Bu alanlara ait filtrelenen veri setleri kullanılarak her iki bölgeye ait SYM üretilmiştir. Üretilen SYM 'leri ile aynı bölgelere ait referans SYM 'leri karşılaştırılarak Eğim temelli filtrelemenin hangi topografik özelliklerde daha iyi sonuç verdiği irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hava Lidar, Filtreleme, EğimTemelli Filtreleme Algoritması, SYM.

ABSTRACT

AIRBORNE LIDAR POINT CLOUD FILTERING WITH SLOPE BASED ALGORITHM

Digital Elevation Model (DEM) is an important topographic product and essential demand for many applications. Traditional methods for creating DEM are very costly and time consuming because of land surveying. In time, Photogrammetry has become one of the major methods to generate DEM. Recently, airborne Light Detection and Ranging (LIDAR) system has become a powerful way to produce a DEM due to advantage of collecting three-dimensional information very effectively over a large area by means of precision and time.

In this study the Slope based filtering algorithm is used to filter Lidar point cloud that are collected from two different sites. While one of these sites is a rural area, the other site is an urban area; therefore these sites have different topographic features. In addition, the reference DEMs are available for these sites. In order to test the performance of morphological filtering algorithm, the Lidar point clouds are filtered and used to generate DEM for the sites. Finally, the generated DEM are compared with the reference DEM for each site. The comparison results show that the morphological filtering algorithm perform more effectively in urban area than rural area in terms of correlations with reference DEMs.

Keywords: Airborne Lidar, Filtering, Slope based, DEM.

1. Giriş

Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) birçok mühendislik projesi için altlık olarak kullanılan topografik bir üründür ve SYM üretiminde farklı veri toplama yöntemleri ile elde edilmiş veriler kullanılabilir.

SYM üretimi önceleri klasik yersel ölçmelere dayanmaktaydı. Daha sonra analitik fotogrametri ile beraber bir kaç manuel işlem ve enterpolasyonlar sonucu üretilmeye başlandı. Son yıllarda ise yüksek çözünürlüklü uzaktan algılama verileri, Interferometrik Syntetic Aparture Radar (InSAR) ve Light Detection and Ranging (LiDAR) verileri SYM üretimi için kullanılmaya başlanmıştır (Briese 2010). Günümüzde yaygın olarak LiDAR sistemleri ile toplanmış verilerden SYM üretilmektedir.

LiDAR sistemlerinin gelişmesiyle, yeryüzüne ait 3B veri toplama işlemleri daha kolay ve doğrudan yapılmaya başlandı. Temel olarak LiDAR sistemleri obje ve sensor arasında gidip gelen ışının süresini ölçerek mesafe hesaplanması işlemine dayanmaktadır. Klasik ölçme ve harita yapım sistemleri ile kıyaslayınca LiDAR teknolojisi daha hızlı ve yüksek doğruluklu veri toplamada çok önemli bir alternatif (Liu, 2008; Kukko ve Hyypä, 2009), geniş alanlarda yapılan çalışmalarda özellikle SYM üretimi için öncelikle tercih edilir konuma gelmiştir (Hill vd., 2000). Ayrıca LiDAR aktif sistem olduğu için hava şartlarından daha az etkilendiği ve gece - gündüz ayrımı olmadığı için 3B veri toplamada kullanım oranı hızla artmaktadır (Shan ve Sampath, 2005).

LiDAR ile toplanan veriler zaten 3B olduğu için hidrolojik modelleme, kıyı izleme, orman gözlemleri (Popescu ve Zhao, 2008; Zhao ve Popescu, 2009a; Zhao ve Popescu, 2009b), 3B şehir modelleme (Krausve Otepka, 2005; Alharthy ve Bethel, 2002), arazi kullanımı ve sınıflandırılması, obje tespiti (Mave Meyer, 2005; Aumannvd., 1991; Chovd., 2004; Sohn ve Dowman, 2007) gibi alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır.

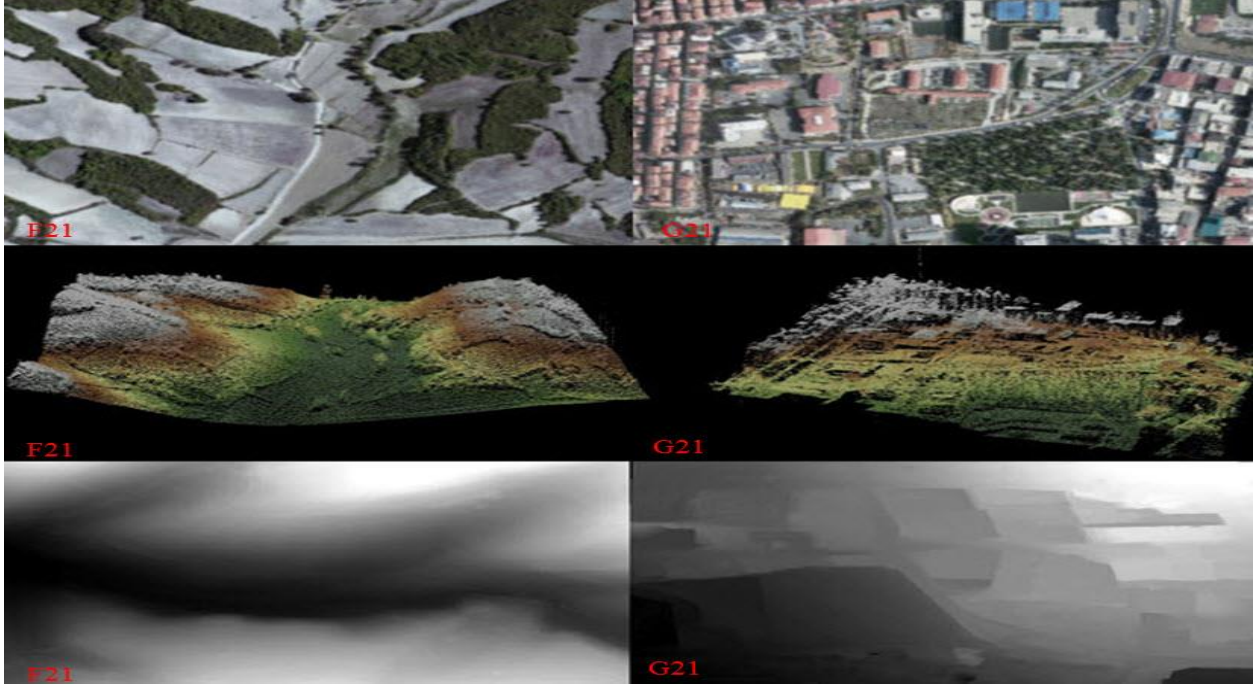
Otomatik SYM üretim algoritmaları zaman içinde gelişerek manuel enterpolasyonların yerini almıştır. Briese (2010) 'e göre verinin elde edilmesinden sonra gelen post-proses adımı iki kısımdan oluşmaktadır: sınıflandırma ve enterpolasyon. Sınıflandırma kısmında çıplak yeryüzüne (bare earth) ait (yükseklik, yoğunluk, çoklu-dönüşler vs) bilgilerin çıkarımı yapılarak verilerin yer yüzeyine ait olup olmadığı (terrain- nonterrain) belirlenir. Bu işlem 'filtreleme' olarak da adlandırılmaktadır. LiDAR sistemleriyle elde edilmiş verilerin filtrelenerek yeryüzü-obje ayrımının yapılması en temel adımdır. İkinci kısımda ise filtrelenerek elde edilen yüzey noktaları kullanılarak SYM üretimine geçilir.

SYM üretimi için birçok farklı filtreleme algoritması geliştirilmiştir. Bu algoritmalarından bir de eğitim temelli filtreleme algoritmasıdır. Eğitim ayırt edici bir özellik olarak kullanılmaktadır. Aynı bölgeye ait çıplak arazi ile arazi modeli arasındaki eğim doğal olarak bir birinden farklıdır. Çünkü o bölgede eğim yüksek bina ve ağaç gibi doğal ve yapay objelerden dolayı ciddi anlamda değişmektedir. İşte bu durumdan faydalanmak isteyen Vosselman (2002), bu eğim farkını LiDAR verilerine uygulayarak yer-obje noktası ayrımını yapmıştır. Filtrenin çalışma adımlarına genel olarak bakılacak olursa:

Tüm veri setini içine alan kare grid ağ oluşturulur. Her bir grid hücresinin boyutu her hücrede en az bir nokta olacak şekilde, veri setinin yoğunluğu dikkate alınarak belirlenir. Bir hücrede birden fazla nokta olması durumunda en düşük yüksekliğe sahip olan nokta seçilir. Yer noktası olarak seçilen her bir noktanın çevresinde eşik değer olarak verilen yarıçap içinde kalan diğer noktalar yine belirlenen maksimum eğime göre yer-obje noktası olarak atanır. Bu şekilde tüm veri seti sınıflandırılıp ayırım tamamlanmış olur.

2. Çalışma Alanı ve Veri seti

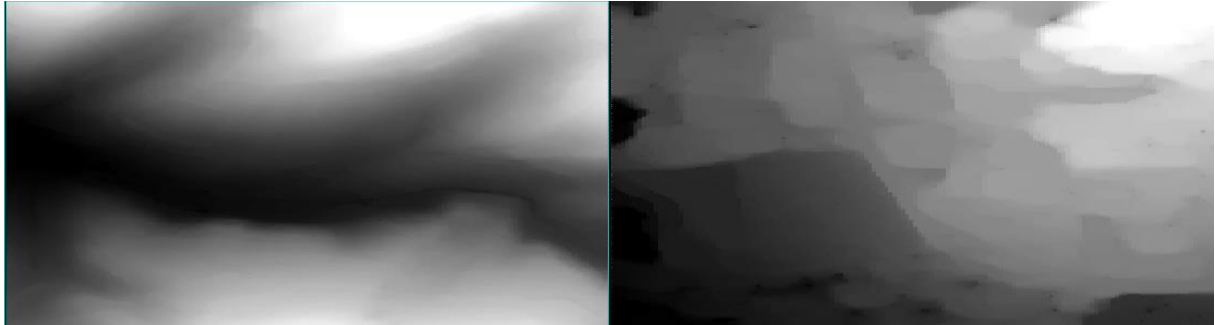
Çalışma için farklı topografik özellikleri olan F21 ve G21 bölgeleri seçilmiştir (Şekil 1). Çalışma alanlarına ait ortofoto, LiDAR nokta bulutu ve referans SYM' ler mevcuttur. İstanbul iline ait LiDAR verileri LAS formatında ve 1.2 versiyonun da olup 0.20 m nokta sıklığına sahiptir. Veri toplamada ortalama uçuş yüksekliği 1000 m dir.



Şekil 1. F21 ve G21 bölgelerine ait ortofoto, LiDAR nokta bulutu ve referans SYM' ler.

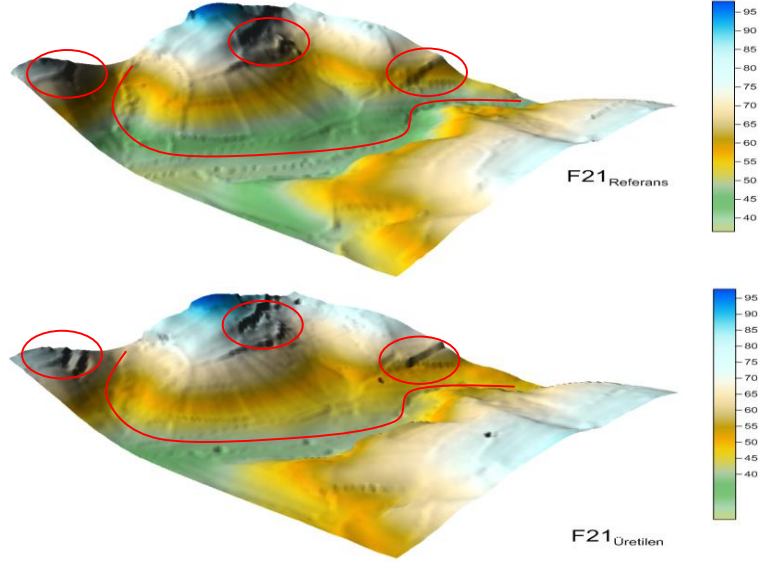
3. UYGULAMA

Filtreleme öncesi eşik değeri ya da arama penceresi gibi parametreler belirlenmiştir. Bu amaçla çalışma alanına ait eğim ve obje boyutları gibi bazı veriler dikkate alınmaya çalışılmıştır. Parametreler belirlendikten sonra ham LiDAR verileri ALDPAT programında morfolojik algoritma ile filtrelenerek yer ve obje noktaları ayrımı yapılmıştır. Envi 5.0 programı kullanılarak yer noktaları olarak sınıflandırılan yeni veri setlerinden SYM üretimi yapılmıştır (Şekil2).



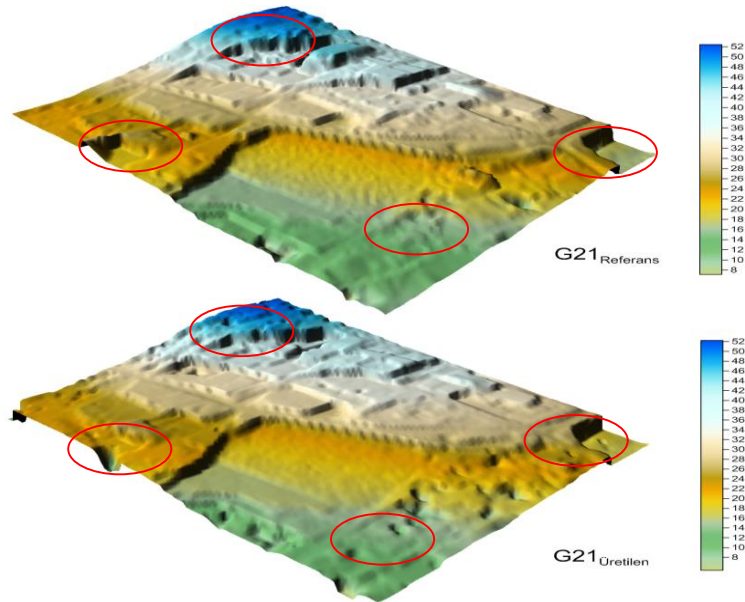
Şekil 2. F21 ve G21 alanlarına ait üretilen SYM' ler.

F21 bölgesi için üretilen SYM ile referans SYM görsel olarak karşılaştırılmıştır (Şekil 3). Görsel karşılaştırmada modeller arası farklar bölgesel olarak görülebilmektedir. Özellikle işaretli alanlardaki farklılıklar çıplak göz ile de tespit edilebilmektedir.



Şekil 3. F21 bölgesine ait referans ve üretilen SYM' lerin 3B görünümü.

Benzer şekilde G21 bölgesi için de üretilen SYM ile referans SYM görsel olarak karşılaştırılmıştır (Şekil 4). Görsel karşılaştırmada modeller arası farklar bölgesel olarak görülebilmektedir. Özellikle işaretli alanlardaki farklılıklar çıplak göz ile de tespit edilebilmektedir.



Şekil 4. G21 bölgesine ait referans ve üretilen SYM' lerin 3B görünümü.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada F21 ve G21 çalışma alanlarına ait ham LiDAR verileri eğim temelli algoritma ile filtrelenerek SYM üretimi yapılmıştır. Üretilen SYM' ler ile referans SYM' ler arasında piksel bazlı korelasyona bakılmıştır. F21 alanı için korelasyon değeri 0.75172 iken G21 alanı için 0.89785 değeri elde edilmiştir.

Ayrıca 3B olarak görsel karşılaştırma da yapılmıştır. Sonuçta görülmüştür ki yükseklik farkının fazla olduğu ve sık değiştiği alanlarda (G21) her ne kadar korelasyon büyük çıksa da farklılıklar daha lokal ve daha belirgin olmaktadır. Eğimin daha düzenli olduğu ve yüksekliğin ani değişmediği alanlarda (F21) korelasyon daha düşük çıkarken değişim daha yumuşak kaldığı için görsel karşılaştırmada daha fazla benzerlik olduğu hissi uyandırmaktadır. Bazı aykırı değerlerin, model doğruluklarını etkilediği bilinmekle beraber bunların eliminasyonu yapılamamıştır. Çünkü bu aykırı değerlerin üretim sırasında tam olarak hangi safhada olduğu belirlenememiştir. Elde edilen sonuçlar belirlenen parametrelere bağlı olduğu için kişilere bağlı olarak değişebilmektedir. Bu bağlamda daha uygun eşik değerleri ve arama pencereleri ile korelasyonu daha yüksek sonuçlar elde edilebilir.

5. TEŞEKKÜRLER

Bu çalışma 13.FEN.BİL.37 numaralı proje ile AKÜ BAP tarafından desteklenmiştir.

6. Kaynaklar

- Alharthy, A., Bethel, J.** 2002, Heuristic filtering and 3d feature extraction from lidar data., Graz, Austria,
- Aumann, G., Ebner, H., Tang, L.** 1991, Automatic derivation of skeleton lines from digitized contours. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 46, 259-268.
- Briese, C.** 2010, Extraction of digital terrain models. In G. Vosselman, and H. Maas (Eds.), *Airborne and Terrestrial Laser Scanning*. Dunbeath: Whittles Publishing. pp.147-150.
- Cho, W., Jwa, Y., Chang, H., Lee, S.** 2004, Pseudo-grid based building extraction using airborne LIDAR data. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens.* 35, 378-381.
- Hill, J.M., Graham, L.A., Henry, R.J., Cotter, D.M., Ping, A., Young, P.** 2000, Wide-area topographic mapping and applications using airborne light detection and ranging (LiDAR) technology. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 66, 908-914.
- Kraus, K., Otepka, J.** 2005, DTM modelling and visualization—the SCOP approach. In *Proceedings of Photogrammetric Week 05*, Heidelberg, Germany, pp. 241-252.
- Kukko, A., Hyypä, J.** 2009, Small-foot print laser scanning simulator for system validation, error assessment, and algorithm development. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 75, 1177-1189.
- Liu, X.** 2008, Airborne LiDAR for DEM generation: some critical issues. *Prog. Phys. Geog.* 32, 31-49.
- Ma, R., Meyer, W.** 2005, DTM generation and building detection from Lidar data. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 71, 847-854.
- Meng, X., Wang, L., Currit, N.** 2009, Morphology-based building detection from airborne LiDAR data. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 75, 427-442.
- Meng, X., Currit, N., and Zhao, K.** 2010, Ground filtering algorithms for airborne LiDAR data: A review of critical issues. *Remote Sensing*, (2), 833-860.
- Popescu, S., Zhao, K.** 2008, A voxel-based lidar method for estimating crown base height for deciduous and pine Trees. *Remote Sens. Environ* 112, 767-781.
- Vosselman, G.** 2000, Slope based filtering of laser altimetry data. *IAPRS XXXIII, B3/2*, Amsterdam, 203-210.
- Shan, J. and Sampath A.** 2005, Urban DEM Generation from Raw Lidar Data: A Labeling Algorithm and its Performance. *International Journal of Remote Sensing* 71, pp. 217-222.
- Zhao, K., Popescu, S.** 2009a, Lidar-based mapping of leaf area index and its comparison with satellite GLOBCARBON LAI Products. *Remote Sens. Environ.* 113, 1628-1645.
- Zhao, K., Popescu, S.; Nelson, R.** 2009b, Lidar remote sensing of forest biomass: a scale-invariant approach using airborne lasers. *Remote Sens. Environ.* 112, 182-196.