

Airborne Lidar Ve Dted2 Verilerinde Yükseklik (H) Karşılaştırması

Muzaffer NAVRUZ^{1*}

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeofizik Etütleri Daire Başkanlığı, Ankara
(muzaffer.navruz@mta.gov.tr) ORCID ID 0000-0002-6345-9260

Öz

Uzaktan algılamada Airborne (havadan) lidar yöntemi ile nokta bulutu üretimi yeni bir ivme kazanmıştır. Airborne (Havadan) Lidar ile üretilen sınıflandırılmış nokta bulutu verilerinden üretilen sayısal Arazi Modeli (SAM) çok disiplinli mühendislik uygulamalarında kullanılmaktadır. Zaman verisi ile 4D (X,Y,H,T) veri toplama yöntemi olan LiDAR (Light Detection and Ranging) klasik yöntemlere göre hızlı bir yöntemdir. Erişilemeyen noktalarda veri elde edilmesi bir üstünlük olarak görülmektedir. Harita Genel Komutanlığı'nın Bergama test bölgesinde iki ayrı yükseklikten (1200m ve 2600m) Optech firmasının Pegasus HA-500 ve Riegl firmasının LMS-Q1560 LİDAR sistemlerinin özel yazılımları ile sınıflandırılmış nokta bulutları elde edilmiştir. Bu veri seti ve DTED2 veri setlerinden Global Mapper 17 yazılımı kullanılarak 5m grid aralıklı yükseklik(H) verileri elde edilmiş ve iki veri setinin karşılaştırılması yapılmıştır. Veri seti yersel ölçüler ile arazi uygulamasında karşılaştırılmıştır. Bu veri setinin ülkemize kazandırılması ile Mühendislik projelerinde kullanım talebi artacak ve uzun süreli uygulama projelerinde zaman ve maliyet azaltıcı bir yöntem olarak önemli katkıları olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Lidar, Optech, Riegl, Nokta Bulutu

Airborne Lidar And Dted2 Data Height (H) comparison

Abstract

In remote sensing, point cloud production has gained a new impetus with the Airborne lidar method. Airborne is used in Digital Terrain Model (SAM) multidisciplinary engineering applications produced from classified point cloud data generated by Lidar. LiDAR (Light Detection and Ranging), which is a 4D (X, Y, H, T) data collection method with time data, is a faster method than classical methods. It is seen as an advantage to obtain data at unreachable points. Point clouds classified by Optech's Pegasus HA-500 and Riegl's LMS-Q1560 LIDAR systems were obtained at two different altitudes (1200m and 2600m) in the Bergama test area of the Map General Command. Using the Global Mapper 17 software from this data set and DTED2 data sets, height (H) data with 5 m grid spacings were obtained and two data sets were compared. The dataset was compared with terrestrial measurements with terrestrial measurements. By bringing this dataset to my country, the usage demands in engineering projects will increase and it will be an important contribution as a time and cost reduction method in long time application projects.

Keywords: Lidar, Optech, Riegl, Point Cloud,

1. GİRİŞ

Sayısal Arazi Modeli (SAM), yeryüzünün belirli aralıklarla gridlenerek tanımlı bir datuma indirgenmesini içeren ve bünyesinde

yükseklikleri barındıran sayısal bir gösterim şeklidir. Sayısal arazi modeli oluşturmak için arazi üzerinde uygun aralıklarla dağıtılmış 3 boyutlu kontrol noktaları gerekmektedir. Kontrol noktalarından faydalanılarak enterpolasyon yöntemlerinden

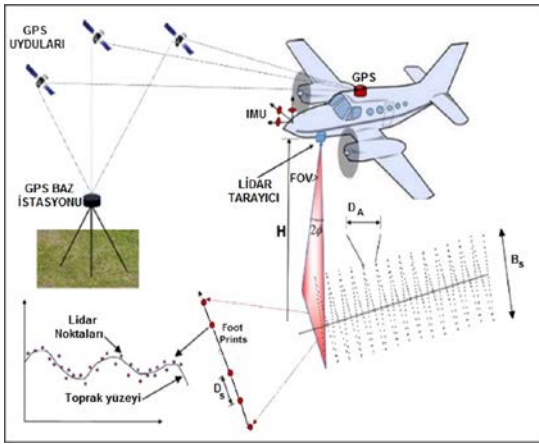
* Sorumlu Yazar

Bu çalışma yayınlanmamıştır. IX. Tufab Teknik Sempozyumunda sözlü bildiri olarak sunulmuştur

uygun olan bir yöntem tercihi ile yeni noktalar elde edilir.Elde edilen yeni noktalar ve kontrol noktaları ile birlikte topografya sayısal olarak görüntülenir.Çalışma alanına ait verilerin fazla olması,uygun enterpolasyon yönteminin tercihi ve belirlenen grid aralığı Sayısal arazi modeline etki eder.Yöntemin ekonomik olması,kısa sürede geniş alanlarda istenilen hassasiyette 4 boyutlu çok veri elde etmeye uygun olması Lidar yöntemi tercih nedenidir.

2. HAVADAN LIDAR SİSTEMİ

Lidar yönteminin (Şekil 1) sayısal arazi modeli üretiminde uygulanabileceğine yönelik çalışmalar 1990 lı yıllarda başlamıştır.(Petzold vd.1999). Lidar,Havadan (airborne),Yerden (terrestrial) ve Gezici (mobile) olarak 3 grupta sınıflandırılmaktadır.Havadan lidar da Şekil 1sistemle bütünleşik yapıda lazer tarayıcı,global konum belirleme sistemi (GNSS),cihazın veya aracın hızını dönme açısını ve dönüklük miktarlarını belirleyen ve ana işlemciye gönderen IMU (Inertial Measurement Unit) birimlerinden oluşmaktadır.



Şekil 1: Airborne Lidar

Bir hava taşıtına monte edilen sistem ile tarayıcının gönderdiği ışın demetinin zemine,bitki veya binalara çarptıktan sonra gidiş ve geliş sürelerini hesap eden algılayıcılar yardımı ile mesafe hesaplanır.(Meng vd.,2010).Hesap edilen mesafe ile anlık konum tespit edilir ve kayıt altına alınır.

IMU ile de hava taşıtının konumu belirlenir.Hesaplanan mesafe ve hava taşıtının konum bilgisi yardımı ile zemindeki objelerin koordinat bilgileri elde edilir.Arazi yüzeyine saniyede oldukça fazla ışın demeti göndererek GPS ve IMU sayesinde zaman verisi ile birlikte 4 boyutlu veri üretilir.Lidar sistemi ile ,koordinat ve yükseklik ve zaman bilgilerini içeren çok fazla nokta üretilmektedir. Uygulamada topografik haritalama,madencilik faaliyetleri,yer bilim araştırmaları,ormancılık,tarımsal uygulamalar,yol projeleri,kent modelleme,kıyı çizgisi değişiminin izlenmesi,demir yolu projelerinin uygulanması çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Araştırmanın Amacı

Havadan Lidar verileri güncel teknoloji ile üretilen zaman boyutunu da içeren geometrik özellikli büyük boyutlu verilerdir.DTED2 verileri ise üretildiği zamanki teknoloji ile NATO STANAG MIL-PDF-89020B de belirtilen standartlarda mevcut 1/25.000 ölçekli topografik haritalarda yer alan eş yüksek eğrileri, kot noktaları, göl ve deniz alanları kullanılarak üretilmiştir. Jeofizik yöntemlerin içerisinde Gravite yöntemi vardır. Bu yöntemin uygulamadaki en önemli sorunlarından biri Topografyadan gelen yükseklik hataları doğrudan ham gravite verileri ile Topografik düzeltme (Terrain Correction) hesabında ilişkilendirildiğinden jeofizik ölçü sonucu elde edilen verilere olumsuz etki yapmaktadır. Ülkemizde yapılan Jeofizik araştırmaların sonucunda (Kamu-Özel sektör) Topografik düzeltmeler için kullanılan veri seti Harita Genel Komutanlığı (HGK) nın üretmiş olduğu Digital Terrain Elevation Data (DTED 2) vektör veri setidir.1 saniye (yaklaşık 30 m) aralıklı üretilen bu verilerin 900 m² lik (30m*30m) alanında 4 adet nokta değeri varken aynı alanda 7200 Lidar nokta (m² de 8 nokta) verisi mevcuttur. Uygulamada test alanına ait DTED2 veri seti ile Lidar veri setleri karşılaştırılıp gereken yükseklik indirgemesi (Lidar veri kümesinin yükseklikleri elipsoidaldir.) yapıldıktan sonra ortaya çalışmaları etkileyecek düzeyde kot farklarının çıkacağı beklenmektedir.Yükseklik verilerinin karşılaştırılmasından yorumu etkileyecek düzeyde hata gelmesi öngörülmektedir.

3. YÖNTEM

Karar verilen test alanı orman , yerleşim, su, tarımsal alan gibi detayların bulunduğu özellikleri dikkate alınarak puanlamaya tabi tutulmuştur. (Harita Dergisi Ocak 2015 Sayı 153) (Tablo 1)Detay puanlama kriterleri.,(Tablo 2) Detaylara göre puanlanması.

Tablo 1: Detay Puanlama Kriterleri

Not Değeri	Açıklama
3	"..." Test alanı ilgili ölçütü tam olarak içermektedir.
2	"..." Test alanı ilgili ölçütü büyük oranda içermektedir.
1	"..." Test alanı ilgili ölçütü az miktarda içermektedir.
0	"..." Test alanı ilgili ölçütü içermemektedir.

Tablo 2: Detaylara Göre Puanlanma.

Test Alanı	Ener.Nakil Hat.	Orman	Yerleşim	Su	Tarım	Fay Hattı	Eğim ve yükseklik değişimi
Bolu	2	3	3	3	0	3	3
Aydın	2	3	3	3	3	3	3
Bergama	2	3	2	3	0	3	3

Her bölge kurumlar tarafından orman, yerleşim, su gibi içerdiği detaylara göre puanlanmıştır.(Harita Dergisi Ocak 2015 Sayı 153)

Puanlama sonucu test alanının belirlenmesine karar verilmiş ve (Şekil 2) de belirtilen Bergama test alanı Airborne Lidar için uygun bulunmuştur.

Veri Toplama Araçları

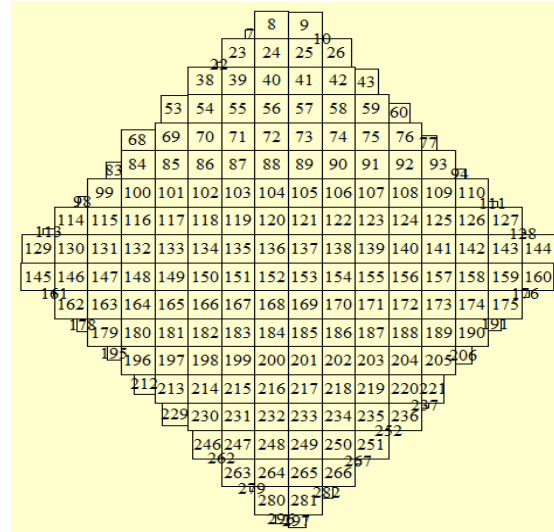
Araştırmada kullanılan veriler HARİTA GENEL KOMUTANLIĞI (HGK) tarafından Bergama test alanında toplanan Havadan Lidar verileri ile HGK tarafından üretilen aynı bölgeye ait DTED2 veri setleri kullanılmıştır.



Şekil 2: Bergama Lidar Test Alanı

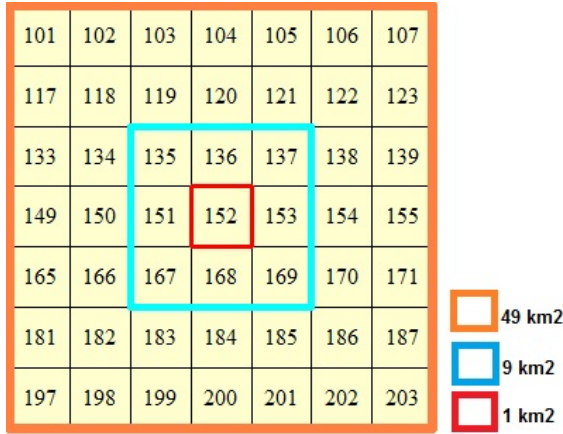
Verilerin Analizi

Bergama test alanında toplanan LİDAR verilerinden 1,9,49km² olmak üzere 3 farklı alan belirlenmiş ve 5 m gridli 3 vektör veri seti elde edilmiştir.Sınıflandırma parametreleri kullanılarak OPTECH Pegasus HA-500 ile 1200 m'den toplanan Lidar veri seti kullanılmıştır. Veri boyutunun büyüklüğü nedeniyle sadece 9km² lik alan verileri karşılaştırılmıştır.İşlem kolaylığı açısından saha test alanı verileri 1*1 km² lik piksellere bölünmüştür. (Şekil 3) Parçalanmış Pikseller ,(Şekil 4) Çalışma alanı veri sınırları



Şekil 3: Parçalanmış Pikseller

olmak üzere 3 alan seçilmiş ve bu alanlar için 5*5 m gridli veri setleri oluşturulmuştur.



Şekil 4: Lidar - DTED2 veri sınırları.

Uygulamada Test alanına ait DTED2 veri seti kullanılarak belirlenen alanlar için 5m grid aralıklı vektör veri setleri üretilmiştir. Lidar veri kümesinin yükseklikleri elipsoidaldır. Çalışma alanına ait HGK tarafından üretilen 1/25000 ölçekli pafta için Geoid 38.37m dir. (Tablo-3) Yükseklik düzeltmesi.

Yükseklik verilerinin karşılaştırılmasından yorumu etkileyecek düzeyde yükseklik farkı olması beklenmektedir.

Tablo 3: Yükseklik Düzeltmesi

BALIKESİR J18-d3 Paftasına Ait Düzeltme Değerleri					
Pafta Adı					
BALIKESİR					
J18-d3	3.69	1.73	186.3	41.6	38.37

Airborne (Havadan) Lidar veri setinden elde edilen sınıflandırılmış nokta bulutu ile sadece zeminden gelen geri dönüş noktalarından hatalı noktalar ayıklanarak üretilen 5m grid aralıklı Lidar vektör veri seti ile DTED2 verilerinin karşılaştırmaları ile elde edilen farklar (Tablo 4) de gösterilmiştir.

Tablo 4: LİDAR-DTED2 Vektör Veri Seti Farklar

Lidar (Y)	Lidar (X)	DTED2 Kot	DTED2 (Y)	DTED2 (X)	DTED2 Kot	Kot Farkı
517970	4325325	162.18	517970	4325325	156.164	6.015
517970	4325330	160.36	517970	4325330	154.233	6.126
517970	4325335	159.03	517970	4325335	152.303	6.729
517970	4325340	157.33	517970	4325340	151.576	5.755
517970	4325345	155.87	517970	4325345	151.074	4.794
517970	4325350	154.55	517970	4325350	150.572	3.974
517970	4325355	153.08	517970	4325355	150.07	3.007
517970	4325360	151.88	517970	4325360	149.568	2.316
517970	4325365	150.66	517970	4325365	149.067	1.591
517970	4325370	149.04	517970	4325370	147.837	1.207
517970	4325375	147.49	517970	4325375	146.261	1.224
517970	4325380	146.15	517970	4325380	144.685	1.461
517970	4325385	144.73	517970	4325385	143.108	1.621
517970	4325390	143.38	517970	4325390	141.53	1.845
517970	4325395	142.1	517970	4325395	139.953	2.148

Arazide Topcon GR5 GNSS alıcısı kullanılarak TUSAGA-AKTİF ağ RTK yöntemiyle test alanında düz ve eğimli alanlarda olmak üzere iki farklı arazi tipinde ölçüler alınmıştır. Çalışma alanına ait 5*5 m grid aralıklı LİDAR veri seti aynı limit değerler kullanılarak karşılaştırılmıştır. Ölçü noktalarına en yakın komşu Lidar piksel değerleri alınarak Tablo 8 deki kot farkları elde edilmiştir. Elde edilen ölçü sonuçları ile LİDAR veri setleri arasındaki kot farklarının karşılaştırması sonucu Lidar verilerinin GNSS verileri ile ~10 cm nin altında bir uyum sağladığı görülmektedir. (Tablo: 6,7,8,9,10,11)

Tablo 6 :Düz arazide yersel ölçüler

NN	GNSS (Y)	GNSS (X)	GNSS (H)cm
BL1	518057.01	4328242.00	35.30
BL2	518394.15	4328212.51	34.14
BL3	518887.77	4328165.73	32.45
BL4	519014.45	4327969.29	31.60
BL5	519264.25	4328051.89	30.84
BL6	519306.99	4327778.13	31.05
BL7	519275.93	4327439.37	29.25

BL8	519093.21	4327092.42	30.62
BL9	518896.40	4327416.29	31.10
BL10	518588.01	4327485.64	31.57
BL11	518346.58	4327542.11	32.08
BL12	518050.25	4327701.78	32.37

Tablo 7:Düz arazi 5*5 Gridli Lidar verileri

NN	LİDAR (Y)	LİDAR (X)	LİDAR (H)cm
BL1	518055.00	4328240.00	35.35
BL2	518395.00	4328210.00	34.15
BL3	518885.00	4328165.00	32.47
BL4	519015.00	4327970.00	31.69
BL5	519260.00	4328050.00	30.88
BL6	519305.00	4327780.00	30.90
BL7	519275.00	4327440.00	29.54
BL8	519090.00	4327090.00	30.63
BL9	518895.00	4327415.00	31.15
BL10	518590.00	4327490.00	31.64
BL11	518345.00	4327545.00	32.13
BL12	518050.00	4327700.00	32.36

Tablo 8: Düz arazide GNSS-Lidar kot farkları

NN	GNSS(H)	LİDAR(H)	Kot Farkı(cm)
BL1	35.30	35.35	-0.05
BL2	34.14	34.15	-0.02
BL3	32.45	32.47	-0.02
BL4	31.60	31.69	-0.09
BL5	30.84	30.88	-0.04
BL6	31.05	30.90	0.15
BL7	29.25	29.54	-0.29
BL8	30.62	30.63	-0.01
BL9	31.10	31.15	-0.06
BL10	31.57	31.64	-0.07
BL11	32.08	32.13	-0.05
BL12	32.37	32.36	0.01

Tablo 9: Eğimli arazi yersel ölçüler

NN	GNSS (Y)	GNSS (X)	GNSS (H)cm
BL21	517966.47	4326194.79	27.968
BL22	518306.70	4326198.51	28.421
BL23	518653.30	4326235.30	28.859
BL24	518836.80	4326234.91	29.067
BL25	518755.98	4325956.99	61.283

BL26	518548.85	4325616.91	112.18
BL27	518391.78	4325335.87	159.84
BL28	518677.00	4325326.67	166.04
BL29	518077.11	4325350.55	129.55
BL30	518019.99	4325608.96	97.322
BL31	518201.12	4325741.73	45.425
BL32	518441.95	4325985.44	29.804
BL33	518058.68	4325951.78	27.937

Tablo 10: Eğimli arazide Lidar verileri

NN	Lidar (Y)	Lidar (X)	Lidar (H)cm
BL21	517970.00	4326195.00	27.843
BL22	518305.00	4326200.00	28.481
BL23	518655.00	4326235.00	28.848
BL24	518835.00	4326235.00	29.181
BL25	518755.00	4325955.00	61.474
BL26	518550.00	4325615.00	112.442
BL27	518390.00	4325335.00	159.687
BL28	518675.00	4325325.00	165.962
BL29	518080.00	4325350.00	129.606
BL30	518015.00	4325610.00	97.364
BL31	518200.00	4325740.00	45.3
BL32	518445.00	4325985.00	29.89
BL33	518060.00	4325950.00	27.919

Tablo 11:Eğimli arazi GNSS-Lidar kot farkı

NN	GNSS (H)	Lidar (H)	Kot Farkı(cm)
BL21	27.968	27.843	0.13
BL22	28.421	28.481	-0.06
BL23	28.859	28.848	0.01
BL24	29.067	29.181	-0.11
BL25	61.283	61.474	-0.19
BL26	112.182	112.442	-0.26
BL27	159.838	159.687	0.15
BL28	166.044	165.962	0.08
BL29	129.554	129.606	-0.05
BL30	97.322	97.364	-0.04
BL31	45.425	45.3	0.13
BL32	29.804	29.89	-0.09
BL33	27.937	27.919	0.02

4. BULGULAR

Elde edilen veri setlerinin yüksekliklerinin karşılaştırılması sonucu Havadan lidar verileri ile DTED2 verilerinin aynı limit değerleri ve aynı grid aralıklarında çalışma alanında 6m ye kadar varan yükseklik farklarının olduğu görülmektedir.

5. SONUÇLAR

Yersel ölçülerin Lidar verileri ile karşılaştırılması sonucu Lidar verilerinin GNSS verileri ile ~10cm nin altında bir uyum sağladığı görülmektedir. Topografyanın bozuk yükseltinin fazla olduğu bölgelerde DTED2-LİDAR veri test alanının tamamı dikkate alındığında ± 12 m ye kadar varan kot farkları olurken seçilen 3 alanda kot farkları 6 m'yi bulmaktadır (Tablo 4). Bu farklar Jeofizik Mikrogravite yöntem ile yapılacak çalışmalara önemli katkılar sağlayacaktır. Mikrogravite yöntemi ile yapılan topografik tashih (Terrain Correction) hesaplamalarında ham jeofizik verileri ile ilişkilendirilen bu yükseklik farkının oluşturacağı 1-2 mgal büyüklüğündeki değer detay maden arama, zemin etütleri, obruk araştırmaları, arkeojeofizik etütlerde çok önem kazanmaktadır. Erişilmesi zor alanlarda yapılacak çalışmalar için önemli bir kolaylık sağlayan yöntemin kullanımı ile özellikle büyük ve geniş alanlarda, şeritvari harita üretimi, koridor, elektrik hatları iletimi ve her türlü haritacılık faaliyetlerinde kısa zamanda çok iş üretimine erişildiği için tercih edileceği düşünülmektedir. Test alanı yaklaşık 150 km² dir. Bu alanın klasik yöntemlerle harita üretim amaçlı ölçümü uzun zaman alacaktır.

TEŞEKKÜR

Havadan Lidar verilerini Üniversitelerimiz , kamu kurum ve kuruluşlarımız için Ülkemize kazandırılmasının test edilmesi amacıyla üretimini sağlayan HARİTA GENEL KOMUTANLIĞIMIZA, NİK İnşaat Ticaret Ltd.Şti (Optech Pegasus HA-500 LİDAR sistemi) ve SEZA Teknik Cihazlar Ltd.Şti (Riegl LMS-Q1560 Lidar Sistemi) ne, Arazi çalışmasına destek veren M.T.A. GENEL MÜDÜRLÜĞÜNE, Karşılaştırmalı yükseklik verilerinin Jeofizik Gravite yönteminde kullanılabilirliğini yorumlayan Maden Tetkik

ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeofizik Etütleri Dairesi Başkanlığı elemanlarından Dr. Muzaffer Özgü Arısoy, Jeofizik Yük. Müh. Atakan ALACA'ya, Gravita-Manyetik Birim Yöneticisi Jeofizik Müh. Aytekin AYVA 'ya, Arazi çalışmalarında katkı koyan Harita Mühendisi Aydın Ayrancı, İzzettin Alan ve Hasan İlden'e teşekkür ederim.

NOT: Bu çalışma Afyon Kocatepe Üniversitesinde 27- 29 Nisan 2017 tarihleri arasında gerçekleştirilen TUFUAB IX. Teknik Sempozyumunda sunula ve yeniden hakemlik sürecinden geçirilerek Kabul edilmiş halidir.

KAYNAKÇA

Abdullah KAYI , Mustafa ERDOĞAN, Oktay EKER Harita Genel Komutanlığı 06240 Dikimevi, Ankara,
abdullah.kayi@hgk.msb.gov.tr
Harita Dergisi Ocak 2015 Sayı 153

A.Yılmaz, O.Alp, A.OKUL, O.Eker, M.Erdoğan
Harita Genel Komutanlığı, Tıp Fakültesi
Caddesi 06590 Cebeci/ANKARA
altan.yilmaz, osman.alp, abduallah.okul,
oktay.eker,
mustafa.erdogan@hgk.msb.gov.tr
TÜRKİYE İÇİN HASSAS YÜKSEKLİK
MODELİ ÜRETİMİ

BHİKPK, (2014), Bakanlıklararası Harita İşlerini Koordinasyon ve Planlama Kurulunun Bilimsel Araştırma ve koordinasyon Komisyonu 2013-2014 Faaliyet Raporu

Meng X., Currit N., Zhao, K., (2010), Ground filtering algorithms for airborne LiDAR data: A review of critical issues, Remote Sensing, 2 (3), 833-860

Petzold B., Reiss P., Stossel W., (1999), Laser scanning-surveying and mapping agencies are using a new technique for the derivation of digital terrain models, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 54, 95-104.

Url(1)

http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/kutuphane/ekonomi-bultenleri/2011_11/bulten11.pdf

Url(2)

<https://ai2-s2-public.s3.amazonaws.com/figures/2016-1-08/52a5bc4aace403cd220fa86cb0334cbf408fb455/3-Figure1-1.png>