

[1062]

# ORMAN YOLLARININ DURUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİNDE DÜŞÜK MALİYETLİ YERSEL FOTOGRAMETRİNİN KULLANIMI

Muhittin İNAN<sup>1</sup>, Tolga ÖZTÜRK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yrd. Doç.Dr., İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Ölçme Bilgisi ve Kadastro Anabilim Dalı, 34473, Sarıyer, İstanbul, [inan@istanbul.edu.tr](mailto:inan@istanbul.edu.tr)

<sup>2</sup>Doç.Dr., İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı, 34473, Sarıyer, İstanbul, [tozturk@istanbul.edu.tr](mailto:tozturk@istanbul.edu.tr)

## ÖZET

*Bu çalışma; orman yollarında üretim aşamasında meydana gelen zararların belirlenmesinde, düşük maliyetli yersel fotogrametrik yaklaşım kullanımına dair yöntem ve metotların araştırılmasını kapsamaktadır. Düşük maliyetli fotoğraf makinası kullanılarak elde edilen görüntüler yardımıyla orman sürütme yollarında üretim sonrasına ait nokta bulutları üretilmiştir. Üretim öncesinde yersel ölçme ile alınan kesitlerle, üretim sonrası yüzey modelleri karşılaştırılarak, meydana gelen değişiklikler her bir sürütme yolu için boyut, eğim, kazı-dolgu hacmi yönünden incelenmiştir. Elde edilen veriler yüksek doğruluğa sahip olduğu için birçok ormancılık analizine de imkân sağlamaktadır. Bu yaklaşım, klasik yersel ölçme ve yersel lidara göre hızlı, ucuz, ulaşılabilir ve yenilikçi olması yönünden önem taşımaktadır. Özellikle hızlı bir şekilde yüksek duyarlılığa sahip üç boyutlu yüzey modeli elde etmek birçok avantajı beraberinde getirmektedir. Bu çalışma İstanbul, Şile Orman İşletme Şefliğinde üretim faaliyetlerindeki orman sürütme yollarındaki araştırmaları kapsamaktadır.*

**Anahtar Sözcükler:** Ormancılık, Yersel Fotogrametri, Nokta Bulutu, Sürütme Yolu, CBS.

## ABSTRACT

### INVESTIGATIONS OF USING THE LOW COST CLOSE-RANGE PHOTOGRAMMETRY FOR FOREST ROADS CONDITIONS

*This paper covers investigation of techniques and methodology for using low cost close range photogrammetric approaches on determining the damages and losses occurring in the constructing process of forest roads. In this study, images taken from low cost cameras were used in generating a detailed post-harvest terrain model which covers forest skidding roads. The section taken with terrestrial total-station measurement derived pre-harvest terrain model and post-harvest terrain models were compared and then, the changes were analyzed in terms of dimensions, slope, cut-and-fill volumes associated with forest skidding roads. Because the obtained images from hand held cameras process the highest accuracy as well, it is available for multiple analysis in forestry applications. This approach is important in terms of being faster, cheaper, more accessible and innovator compared to classical topographic measurement and Terrestrial Lidar. Especially obtaining a three-dimensional surface model with high sensitivity and faster brings many advantages. The study covers forest management operations in production activities related forest skidding roads is located in Şile, Istanbul.*

**Keywords:** Forestry, Close-range Photogrammetry, Point Cloud, Skidding roads, GIS.

## 1.GİRİŞ

Odun üretim çalışmaları ülkemiz ormancılık çalışmaları içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmalar ülkemizde insan, hayvan ve makine gücü kullanılarak yapılmaktadır. Ancak ülkemizde bu yolla yapılan üretim çalışmalarında özellikle makine gücüyle bölmeden çıkarma işlemleri çeşitli çevre zararlarını beraberinde getirmektedir (Akay ve Erdaş, 2007; Öztürk, 2014). Orman yolları orman makinalarının kullanımına duyarlı topraklardır, üretim ve sürütme gibi ormancılık çalışmaları toprağın sıkışmasına sebep olmaktadır. Toprağın sıkışması da, toprağın porozitesini azaltarak, toprağın infiltrasyonunda ve havalanma kapasitesinde azalmaya neden olmakta ve orman toprağının hidrolojik, mikrobiyolojik süreçlerinde ve termik rejiminde olumsuz değişimlere sebep olmaktadır (Frey ve diğ., 2009; Jamshidi ve diğ., 2008). Özellikle yoğun kullanılan sürütme yollarında ürün şekline, toprak tipine ve eğime bağlı olarak ciddi deformasyonlar meydana gelebilmektedir. Sürütme çalışmalarının orman toprağına etkisi üç şekildedir. Bunlar: toprak profilinde zararlar oluşması, toprağın sıkışması, toprağın pudra haline gelmesi ve izlerin oluşmasıdır (Majnounian ve Jourgholami, 2013). Sıkışma traktörlerin ilk geçişi esnasında başlamakta ve büyüyerek devam etmektedir (Gayoso ve Iroume, 1991). Orman toprağı karakteristikleri üzerinde oluşan zararın seviyesinin artması traktörün ve sürüttüğü yükün ağırlığına da bağlıdır (Susnjar ve diğ., 2006). Sürütülen ürünün boyutu ve cinsi de orman toprağındaki zarar miktarını etkilemektedir.

Uzaktan algılamanın bir parçası olan fotogrametri, toprak yüzeyinin modellenmesi ve yol kaplamasındaki deformasyonların ölçülmesi gibi çalışmalarda çeşitli şekillerde çözüm olarak kullanılmaktadır (Warner, 1995;

Obiadat ve diğ., 1997). Toprak yüzeyinin modellenmesinde yersel fotogrametrik yaklaşım 1995 yılında Warner tarafından ele alınmasına rağmen teknolojiye bağlı olarak gelişen dijital fotoğraf makineleri ve dijital algoritmaların geliştirilmesi sayesinde bu yöntem yüksek çözünürlüklü yüzey modellerinin üretilmesinde basitleşmiştir (Turner ve diğ., 2012). Böylelikle bu yaklaşımlar ormancılık ve ziraat alanlarında kendine yer bulmaktadır (Pierzchala ve diğ.2014; Mikita ve diğ., 2016). Yersel fotogrametrinin temelleri dikkate alınarak modern kompakt fotoğraf makinelerinden elde edilen fotoğraflar ticari ve ticari olmayan üç boyutlu modelleme ve ölçümleme programlarında değerlendirilerek çok yüksek çözünürlüklü nokta bulutu verisi üretilebilmektedir. Yersel fotogrametrik yaklaşımın bir diğer avantajı da elde edilen sonuç verilerin pahalı ve ağır olan lazer yersel tarayıcılara yakın sonuçlar sağlayabilmesidir (Nouwakpo ve Huang,).

Bu çalışmada İstanbul Şile Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Sahilköy Orman İşletme Şefliği'ndeki sahil çamı (*Pinus pinaster* A.) plantasyon sahalarında yapılan sürütme çalışmaları esnasında sürütme yollarında meydana gelen deformasyonlar belli kesitlerde kompakt fotoğraf makinesiyle yersel fotogrametri esasları dikkate alınarak fotoğraflanmıştır. Elde edilen fotoğraflar Agisoft PhotoScan® yazılımında değerlendirilerek yol kesitlerine ait sayısal yüzey modelleri oluşturulmuştur. Üretim öncesinde yersel ölçme ile alınan kesitlerle, üretim sonrası yüzey modelleri karşılaştırılarak, meydana gelen deformasyon incelenmiş ve sonuçlar çıkarılmıştır.

## 2.YÖNTEM

### 2.1.Çalışma Alanı

Araştırma alanı olarak İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Şile Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde yer alan Sahilköy Orman İşletme Şefliği seçilmiştir. İşletme Şefliği içerisindeki sahil çamı plantasyon sahalarında yapılan kesimler incelenmiş ve bu alandaki sürütme yolu üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yapıldığı alandaki sahil çamı (*Pinus pinaster* A.) plantasyonları 25 yaşında olup, meşçerenin ortalama boyu 16 m ve ortalama göğüs yüksekliği çapı 32 cm'dir. Alanda sürütülen tomruklar tüm gövde halinde bölmeden çıkarılmıştır.

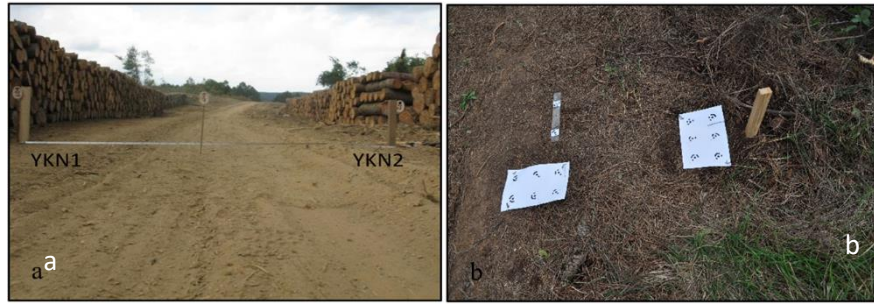


Şekil 1. Tüm gövde halinde sürütülen tomruklar

Alan içerisinde bir adet sürütme yolu ve buna bağlı birçok sürütme şeridi bulunmaktadır ve yapılan sürütme çalışmaları bu yol ve şerit üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sürütme yolunun toplam uzunluğu 280 m ve ortalama genişliği 3 m'dir. Alandaki genel toprak özelliği killi ve kumludur. Sürütme şeritlerindeki ortalama eğimler %3-17 arasında değişmektedir. Bu çalışmadaki örneklemeler 2013 yılının Ağustos ayında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

### 2.2.Arazi Ölçmeleri ve Yersel Fotogrametrik Yaklaşım

Bu çalışmada ilk olarak sürütme yolunun toplam uzunluğu belirlenmiş ve toplam uzunluk belirli mesafelere bölünerek enkesitler alınmıştır. Enkesit aralıkları genellikle 20 m olarak belirlenmiştir. Üretim öncesi belirlenen enkesitlerde başlangıç ve bitiş noktalarına üretim esnasında zarar görmeyecek şekilde araziye kazık çakılarak sabitlenmiş, üstlerine markırlar yerleştirilmiştir (Şekil 2a). Bunlara ek olarak farklı yaklaşımları denemek için örnekleme alanlarında ayrıca markırlama yapılmıştır (Şekil 2b). Bu noktaların koordinatları Topcon GRS2 tipi DGPS ile WGS84-UTM harita projeksiyon sistemine göre kayıt altına alınmıştır. Üretim çalışmasında tarım traktörü kullanıldığı için en kesit genişliği 2 m olarak belirlenmiş ve üretim öncesi Topcon GTP-9000M serisi robotik totalstation kullanılarak 1 cm aralıklarla 20 cm eninde bir alan otomatik olarak taratılarak her kesit için yüzey modeli oluşturulmuştur. Elde edilen yüzey modeli ilerleyen aşamalarda fotogrametrik olarak oluşturulan yüzey modellerinin denetlenmesinde kullanılmıştır.



Şekil 2. a) Sürütme yolunda alınan bir kesit ve yer kontrol noktaları b) Markerlama çalışması

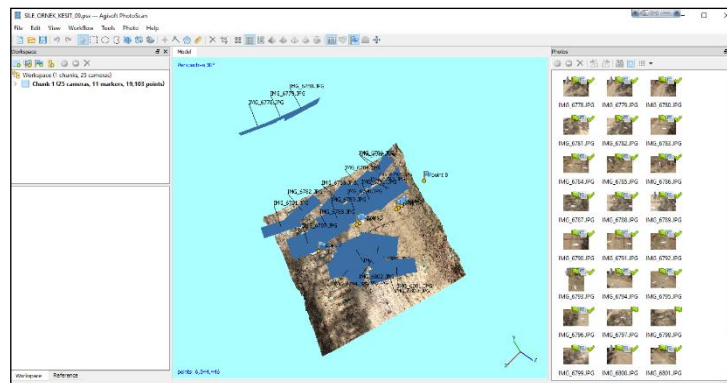
Kamera modeli	Canon EOS 60 D
Görüntü Çözünürlüğü	3456 x 2304
Sensor Boyutu	6.61 x 6.61 $\mu$ m
Odak Uzaklığı	20 mm – sabit –

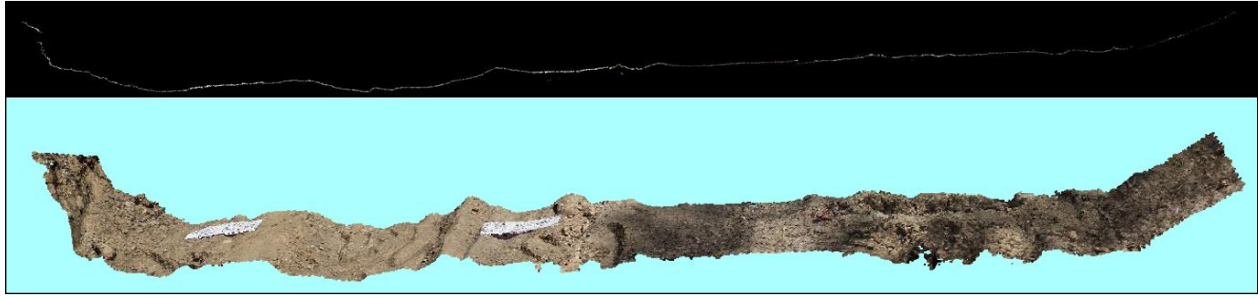
Tablo 1: Kamera Özellikleri

Ayrıca her kesit yersel fotogrametrik yaklaşıma uygun olarak Canon EOS 60D fotoğraf makinası kullanılarak fotoğraflanmıştır (Tablo 1). Bu bildiriye sadece bir kesit ele alınarak yöntem özetlenecektir.

### 2.3. Veri İşleme ve Analizler

Çalışmada ele alınan örnek enkesitte 25 adet fotoğraf, Agisoft PhotoScan® yazılımı kullanılarak modellenmiştir. Bu yazılım ardışık fotoğraflardaki eş pikselleri esas alarak özellik tabanlı görüntü eşleştirme yapmakta ve kamera pozlarını tahmin ederek fotoğraflan alan veya objeye ait tam bir üç boyutlu model oluşturmaktadır (Zheng ve Wu, 2011). Agisoft PhotoScan® detaylı olarak model parametrelerine müdahale edilebilmesine olanak veren ticari bir yazılımdır (Agisoft, 2011). Yazılım bir seri fotoğrafı girdi olarak alır ve kameranın yapısal parametrelerini tahmin ederek dolaylı olarak yer kontrol noktaları aracılığıyla coğrafi referans girilerek veya doğrudan fotoğrafa ait GPS verilerini okuyarak modelin seçilen koordinat sisteminde tanımlanmasına olanak sağlar. Ayrıca yazılım üretilen üç boyutlu modele ait renkli nokta bulutu, sayısal arazi modeli, tin verisi gibi geniş dış aktarma özelliklerine de sahiptir. Örnek en kesite ait fotoğrafların dizilimi Şekil 3’ de verilmiştir. Görülen mavi bölgeler fotoğrafın gördüğü açılar, siyah çizgiler ise fotoğraf normalleridir, altta görülen görüntüde zayıf nokta bulutundan üretilen yüksek çözünürlüklü nokta bulutudur. Üretilen bu yoğun nokta bulutu kesite ait yüzey modelinin elde edileceği temel veriyi oluşturmaktadır. Elde edilen yoğun nokta bulut verisinden üretilen yüzey modeli sonuçlandıktan sonra kartezyen koordinatlarının gerçek mesafelerin ölçümüne olanak sağlamak için dönüştürülmesi gerekmektedir. Yüzey modeli, koordinatları belli noktalar ve markırlaması önceden yapılan noktalar (Şekil 2a ve 2b) arasındaki mesafeleri dikkate alarak uniform ölçekleme kullanılarak WGS84-UTM harita projeksiyon sisteminde tekrar koordinatlandırılmıştır (Şekil 4). Coğrafi koordinatlara dönüşümü yapılan yüzey modeli ve yersel ölçme sonucunda elde edilen nokta bulutundan üretilen her iki yüzey modeli Erdas Imagine yazılımına aktarılarak karşılaştırılmıştır. Böylelikle sürütme yolundaki deformasyonların miktarı ve alansal dağılımı saptanmıştır. Örnek kesite ait iki yüzey modeli arasındaki RMSE 0,008 m olarak bulunmuştur. Ancak vejetasyon bulunan veya diri örtünün kalın olduğu diğer kesitlerde ise RMSE en fazla 0,093 m olarak ölçülmüştür.



**Şekil 3.** Agisoft PhotoScan® yazılımı ekran görüntüsü**Şekil 4.** Koordinatlandırılmış sürütme yolu yüzey modeli ve enkesit profili

### 3.TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu bildiriye, örnek kesit üzerinden yersel fotogrametrik yaklaşımla yapılan ölçümler, yersel ölçmelerle denetlenerek yöntemin kullanılabilirliği test edilmiş ve sürütme yolunun üzerinde meydana gelen deformasyonlar ve deformasyonların kapladığı alanlar ortaya konulmuştur. Çalışmanın yürütüldüğü alanda tüm kesitler birlikte değerlendirildiğinde kullanılan traktörün ve sürüttüğü tomrukların etkilediği alan 2 m'dir ve ortalama lastik izi genişliği 40 cm'dir. Traktörle çekilen tomruğun etkilediği alanın genişliği ise 120 cm olarak saptanmıştır. Ortalama 40 sürütme sonucunda sürütme yolundaki toprak kaybı derinliği 5-8 cm arasında gözlenmiştir.

Yersel fotogrametrik yöntemiyle elde edilen ilk sonuçlar, bu yöntemin üretim sonrasında sürütme yollarındaki deformasyon miktarının saptanmasında, en az alışlagelmiş manuel ölçüm yöntemleri kadar doğru ve daha az emek isteyen bir çalışma olduğunu göstermektedir. Ancak fotoğraf alımının yapıldığı alanda bitki örtüsünün varlığı sonuçların doğruluğunu olumsuz yönde etkilemektedir. Çalışma alanının uygun olduğu veya gerekli alan temizliğinin yapılabildiği durumlarda Yersel Fotogrametrik yöntem kullanılarak elde edilen yüzey modellerinin orman yollarında ki küçük çevresel zararların mekansal dağılımının ve şiddetinin zamansal olarak izlenmesi için uygun olduğu görülmektedir. Bu yaklaşım, klasik yersel ölçme ve yersel lidara göre hızlı, ucuz, ulaşılabilir ve yenilikçi olması yönünden önem taşımaktadır.

### KAYNAKLAR

- Akay, A.E. & Erdaş, O., 2007.** Orman traktörü ile sürütme sırasında oluşan tekerlek izi derinliğinin hesaplanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı: 1, ISSN: 1302-7085: 49-57 s.*
- Agisoft. 2012.,** Agisoft PhotoScan User Manual: Professional Edition, Version 1.2.6. <http://www.agisoft.com/downloads/user-manuals/> (accessed on 05 September, 2016).
- Frey B., Kremer J., RütthA., Sciacca s., Matthies d., Lüscher p., 2009.** Compaction of forest soils with heavy logging machinery affects soil bacterial community structure. *European Journal of Soil Biology.* 45(4): 312-320.
- Gayoso, J. & Iroume, A., 1991.** Compaction and soil disturbances from logging in Southern Chile. *Ann.Sci. For.,* 48: 63-71.
- Jamshidi, R., Jaeger, D., Raafatnia, N. & Tabari, M., 2008.** Influence of two ground-based skidding systems on soil compaction under different slope and gradient conditions. *International Journal of Forest Engineering,* 19(1): 9-16
- Majnounian, B. & Jourgholami, M., 2013.** Effects of rubber-tired cable skidder on soil compaction in Hyrcanian Forest. *Croatian Journal of Forest Engineering,* 34(1): 123-135
- Mikita, T., Janata P., Surový, P., 2016.** Forest Stand Inventory Based on Combined Aerial and Terrestrial Close-Range Photogrammetry. *Forestry,* 2016, 7,165.; doi:10.3390/f7080165.
- Nouwakpo, S.K. and Huang, C.-h. 2012.** A simplified close-range photogrammetric technique for soil erosion assessment. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 76, 70-84
- Obiadat, M., Al-Suleiman, T. and Abdul-Jabbar, G. 1997.** Quantification of pavement rut depth using stereovision technology. *J. Survey. Eng.* 123, 55 – 70

**Öztürk T., 2014.** Odun üretim çalışmalarında sürütme yolu üzerinde meydana gelen deformasyonların belirlenmesi. *II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu 'Akdeniz Ormanlarının Geleceği: Sürdürülebilir Toplum ve Çevre'* 22-24 Ekim 2014, Isparta. Sf, 261-266.

**Pierzchala, M., Talbot, B. and Astrup, R., 2014.** Estimating soil displacement from timber extraction trails in steep terrain: application of an unmanned aircraft for 3D modelling. *Forests*, 5, 1212–1223.

**Susnjar, M., Horvat, D. & Seselj, J., 2006.** Soil compaction in timber skidding in winter conditions. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 27(1): 3-15.

**Turner, D., Lucieer, A. and Watson, C. 2012.** An automated technique for generating georectified mosaics from ultra-high resolution unmanned aerial vehicle (UAV) imagery, based on structure from motion (Sfm) point clouds. *Remote Sens.* 4, 1392–1410.

**Warner, W.S., 1995.** Mapping a three-dimensional soil surface with hand-held 35 Mm photography. *Soil Till. Res.* 34, 187–197.

**Zheng E., Wu, C. 2015.** Structure from Motion Using Structure-less Resection *ICCV 2015 pg:2075-2083.*