

YERSEL LAZER TARAMA UYGULAMALARINDA KONTROL HEDEFLERİNİN KONUMLANDIRMA DOĞRULUĞUNA ETKİSİ

K. GÜMÜŞ¹, H.ERKAYA²

¹ Niğde Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü,
Ölçme Tekniği Anabilim Dalı, Niğde, kgumus@nigde.edu.tr

² Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü,
Ölçme Tekniği Anabilim Dalı, İstanbul, erkaya@yildiz.edu.tr

Özet

Günümüzdeki teknolojideki gelişmeler, yersel lazer tarama teknolojisinin doğruluğuna ve güvenilirliğine önemli katkılar sağlamaktadır. Bu yüzden yersel lazer tarayıcılar, birçok uygulama alanında kullanılmaktadır. Tarayıcılar ile elde edilen sonuç ürünün doğruluğu ve güvenilirliği, çoğunlukla elde edilen verinin çözünürlüğüne ve doğruluğuna bağlıdır. Bilimsel amaçlı araştırmalar için yapılan çalışmalar, doğruluk ve duyarlılık üzerine yoğunlaşarak yürütülmektedir. Bu bildiri, konumlandırmada kullanılan hedef sayısının ve yönünün, nokta konum doğruluğuna etkilerini belirlemek için gerçekleştirilmiştir.

Kullanılan kontrol hedeflerinin, konumlandırma doğruluğuna etkisini belirleyebilmek için YTÜ İnşaat Fakültesi Kalibrasyon Laboratuvarında bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, lazer tarayıcılardan elde edilen koordinatların istenilen koordinat sistemine dönüşümü için 3 ve 3 den fazla hedefin kullanımı ve yönünün, ölçme doğruluğuna etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Yersel lazer tarama uygulamalarında konumlandırma için kullanılan hedeflerin aynı doğrultu ve yönde olmaları konum doğruluğunu etkilemektedir. Kontrol amaçlı 3 hedef noktasının kullanılması durumunda, hedeflerin aynı yön ve doğrultuda bulunması ile sonuçların kötüleştiği, farklı doğrultu ve yönlerde ise sonuçların iyileştiği kanısına varılmıştır. Kontrol nokta sayısı artıkça konumlandırmadan elde edilen doğruluğun arttığı, belli bir değerden sonra ise konumlandırma sonucunda minimum değişiklikler olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Yersel lazer tarayıcı, konumlandırma, hedef sayısı ve yönü, doğruluk

THE EFFECT TO GEOREFERENCING ACCURACY OF CONTROL TARGETS IN TERRESTRIAL LASER SCANNING APPLICATIONS

Abstract

Nowadays the developments in technologies are contributed to accuracy and reliability of Terrestrial Laser Scanning (TLS) Technology. Therefore Terrestrial Laser Scanners are preferred in many applications. The accuracy and reliability of final products of TLS depend on accuracy and resolution of data obtained from laser scanner. The scientific research studies are carried out focusing on accuracy and sensitivity. This paper were performed to determine the effects on the accuracy and sensitivity of the measurement due to the factors affecting TLS measurement. For this purpose, it was studied to determine the effects on accuracy of point positioning when directions and number of target were used in

georeferencing.

This study was performed in order to determine the effect of georeferencing accuracy used for control targets in the calibration laboratory of Civil Engineering at Yildiz Technical University (YTU). In this study, the effects of the measuring accuracy on direction and usage of three or more than three targets were investigated by transforming the coordinates obtained from Laser scanner system to a desired coordinate system. In applications of terrestrial laser scanning, the state of the targets being in the same direction and alignment used for positioning effects the positioning accuracy. In the case of usage of three targets for the purpose of control, the accuracy was decreased when the targets were in the same direction and alignment, and increased when the targets were in different directions and alignment. As the number of control points increased, higher positioning accuracy were obtained, while the number of points beyond some satisfied limit, negligible difference in accuracy were observed.

Keywords: Terrestrial Laser Scanner, georeferencing, direction and number of target, accuracy

1. Giriş

Tarihi binalar gibi büyük ve karmaşık boyutlara sahip objeler, lazer tarayıcı ile ölçülebilmektedir. Taranacak obje veya nesne yüzeyinin tamamını kapsayacak ölçümlerin yapılabilmesi, tarayıcının farklı noktalara kurularak tarama yapılması ile sağlanmaktadır. Her tarama yapılan noktadan elde edilen nokta bulutları (x,y,z), tarayıcının kendi koordinat sisteminde yani aletin değişmez merkezine bağlı olarak elde edilmektedir. Bu verilerin, çalışma bölgesindeki mevcut bir jeodezik ağla ilişkilendirilmesi gerekir. Yani tarayıcı koordinat sisteminde elde edilen nokta bulutlarının jeodezik (dış) bir koordinat sistemine dönüştürülmesi gerekir. Dönüşüm için nokta bulutu içerisindeki kontrol noktalarının her iki sistemdeki koordinatlarından yararlanılarak 3B benzerlik dönüşümü yapılır. Dönüşüm sırasındaki her iki sistem için 3 öteleme ve 3 dönüklük parametreleri hesaplanır. Bu parametrelere göre, tarama sonucunda da elde edilen nokta bulutlarının konumları, istenilen koordinat sistemine dönüştürülür (Balis v.d., 2004; , Reshetyuk, 2006; Reshetyuk, 2009; Gümüş, 2008; Gümüş, 2014)).

Uygulamalarda kullanılan tarayıcının tasarımına ve kullanılan hedeflerin türüne göre konumlandırma dolaylı ve dolaysız olarak gerçekleşmektedir. Bu çalışmada kullandığımız Optech ILRIS 3D lazer tarayıcısının tasarımında dolaylı, konumlandırma dolaylı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu tarayıcı ile yapılan konumlandırma işleminin doğruluk ve duyarlılığını belirlemek için, konumlandırma işlemi sırasında kullanılan kontrol noktalarının taranma alanı içerisindeki konumu ve dönüşüm parametrelerinin doğruluk ve duyarlılık açısından sayısı oldukça önemlidir.

Kullanılan kontrol hedeflerinin, konumlandırma doğruluğuna etkisini belirleyebilmek için YTÜ İnşaat Fakültesi Kalibrasyon laboratuvarında bir çalışma yapılmıştır. Kontrol noktası olarak yansıma gücü çok yüksek özel malzemeden yapılmış dairesel hedef ve kare şeklinde yüzeyi düz kâğıt hedefler test amaçlı

kullanılmıştır. Yersel lazer tarama uygulamalarında konumlandırmada için kullanılan hedeflerin aynı doğrultu ve yönde olmaları konum doğruluğunu etkilemektedir. Bu çalışmada, Lazer tarayıcılardan elde edilen koordinatların istenilen koordinat sistemine dönüşümü için, 3 ve 3 den fazla hedef sayısının kullanımının ölçme doğruluğuna etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

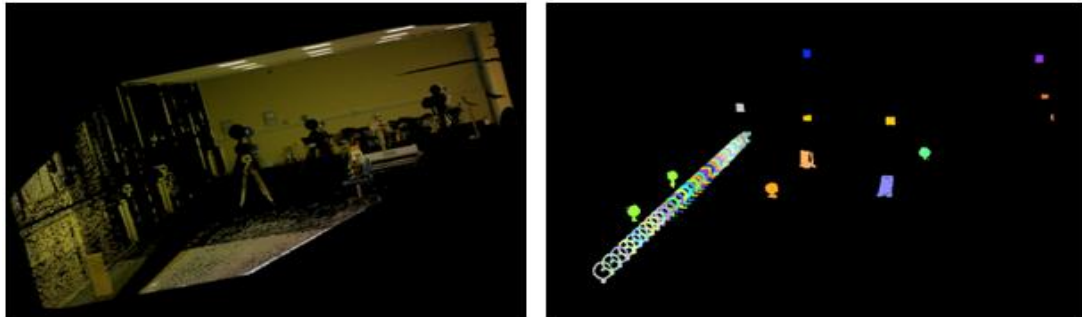
2. Yöntem

YTÜ İnşaat Fakültesi Kalibrasyon laboratuvarı gerçekleştirilen test alanında, konumlandırma amaçlı kullanılan hedef sayısı, kısa mesafelerde farklı yönlerde olacak şekilde tasarlanmıştır. Uygulama için kullanılan test alanı ve kontrol noktalarının yerleri Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. YTÜ İnşaat Fakültesi Kalibrasyon Laboratuvarı

Kalibrasyon laboratuvarı, kapalı bir alan olması nedeniyle değişmeyen sıcaklık, basınç ve nem değerlerine sahiptir. Burada tarayıcı ile taramaların konumlandırılmasında kullanılan kontrol noktaları tarayıcıya göre değişen kısa mesafelerde farklı yatay ve düşey yönlerde yerleştirilmiştir. Taramalar, nokta bulutu arasındaki aralık 1.2 mm ve açısal çözünürlük 0.02^0 olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Kalibrasyon Laboratuvarı ve kontrol noktalarının görünümü (Gümüş, 2014)

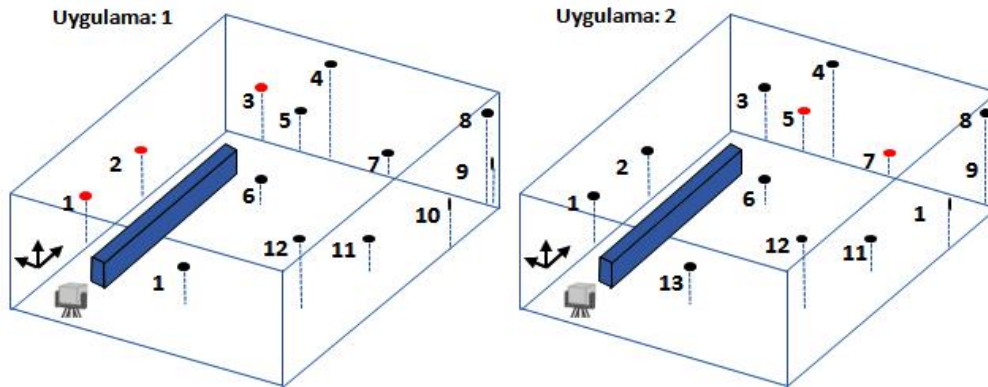
Bu uygulamada, farklı yatay ve düşey yönlerde 3 ve 3 den fazla hedef sayısının kullanımının konumlandırma doğruluğuna etkisi belirlenmek için, toplam 12 adet kontrol noktası yerleştirilmiştir. Bu

kontrol noktalarının konumları, kalibrasyon laboratuvarında oluşturulan yerel bir koordinat sisteminde reflektörsüz Total Station Leica TPS 1201 ile ölçülmüştür. Kalibrasyon laboratuvarını kapsayan nokta bulutlarının konumlandırılması, bu koordinatlar ile gerçekleştirmiştir. Bu uygulamada her konumlandırmada hedeflerin konumları ve sayıları dikkate alınarak farklı konumlandırma konfigürasyonları Tablo 1’de gerçekleştirilmiştir (Tablo1).

Tablo 1. Farklı konum ve sayıda konumlandırma konfigürasyonları (Gümüş, 2014)

Uygulama Numarası	Hedef Sayısı	Kullanılan Kontrol Noktaları	Açıklama
1	3	1. 2. 3	Y eksenini doğrultusunda
2	3	5. 7. 9	X eksenini doğrultusunda
3	3	4. 5. 6	Z eksenini doğrultusunda
4	3	4. 2. 12	Farklı yatay ve düşey doğrultuda
5	4	1. 2. 3. 4	Y eksenini doğrultusunda
6	4	5. 7. 9. 3	X eksenini doğrultusunda
7	4	4. 5. 6. 13	Z eksenini doğrultusunda
8	4	4. 2. 10. 12	Farklı yatay ve düşey doğrultuda
9	5	4. 2. 10. 12. 6.	Farklı yatay ve düşey doğrultuda
10	6	4. 2. 10. 12. 6. 13	Farklı yatay ve düşey doğrultuda
11	7	4. 2. 10. 12. 6. 13. 1	Farklı yatay ve düşey doğrultuda
12	8	4. 2. 10. 12. 6. 13. 1. 7	Farklı yatay ve düşey doğrultuda
13	9	4. 2. 10. 12. 6. 13. 1. 7. 9	Farklı yatay ve düşey doğrultuda
14	10	4. 2. 10. 12. 6. 13. 1. 7. 9. 3	Farklı yatay ve düşey doğrultuda
15	11	4. 2. 10. 12. 6. 13. 1. 7. 9. 3. 5	Farklı yatay ve düşey doğrultuda
16	12	4. 2. 10. 12. 6. 13. 1. 7. 9. 3. 5. 8	Farklı yatay ve düşey doğrultuda
17	13	4. 2. 10. 12. 6. 13. 1. 7. 9. 3. 5. 8. 11	Farklı yatay ve düşey doğrultuda

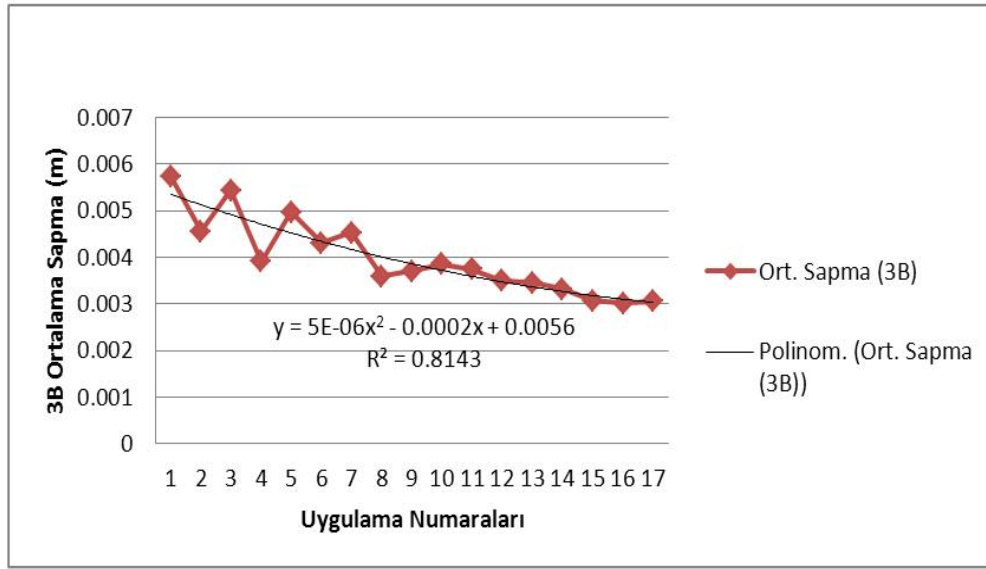
Yukarıdaki Tablo 1’de ifade edilen kontrol noktaların sayısı ve birbirlerine göre yatay ve düşey yöndeki konumlarını göstermesi açısından uygulama 1 ve uygulamaya 2’de kullanılan konumlandırma konfigürasyonları görsel açıdan 3 boyutlu olarak Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3. Uygulama 1 ve 2 için kullanılan konumlandırma konfigürasyonları (Gümüş, 2014)

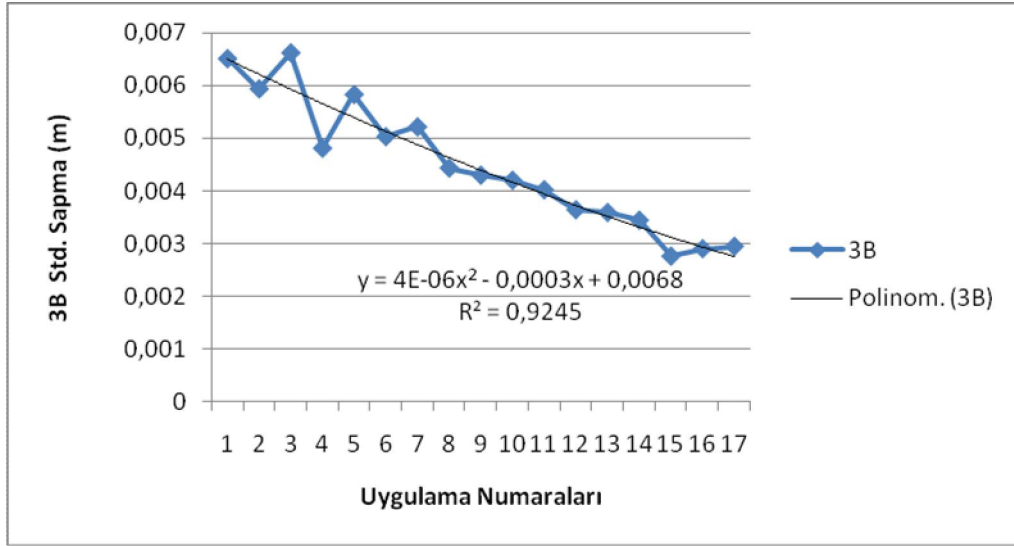
2. Sonuç ve Öneriler

Farklı yön ve sayıda hedeflerin kullanılması ile Tablo 1’de belirtilen her bir konumlandırma uygulaması için konumlandırma sonrası elde edilen x, y, z koordinat yönündeki sapmalar ve 3B ortalama sapmalar elde edilmiştir. Kısa mesafelerde farklı doğrultu ve yönlerde farklı hedef sayısına bağlı olarak elde edilen konumlandırma sonrası kullanılan hedeflerin koordinatları ile konumlandırma sonrası koordinatları arasındaki 3B ortalama sapmalar Şekil 4’de gösterilmiştir.



Şekil 4. Konumlandırma sonrası 3B ortalama sapmalar (m) (Gümüş, 2014)

Farklı yönlerde ve farklı sayıda kontrol noktaları kullanılarak her konumlandırma sonrası, nokta bulutu içerisindeki bu 12 kontrol noktasının koordinatları elde edilmiştir. Total Station ile elde edilen kontrol noktalarının konumları, farklı hedef sayısına göre konumlandırma ile elde edilen yersel lazer tarayıcı (TLS) koordinatları ile ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Bu uygulamada kullanılan Total Station tek nokta konum doğruluğu, TLS’den daha iyi olduğu için kesin değer olarak bu koordinatlar alınmıştır. TLS’den elde edilen kontrol ve karşılaştırma noktalarının koordinatları, kesin değerden çıkarılarak farklar alınmıştır. Farkların istatistiksel analizleri yapılarak konumlandırma amaçlı kullanılan 3 ve 3 ‘den fazla farklı mesafe ve farklı yönlerdeki hedeflerin konumlandırma doğruluğuna etkileri belirlenmiştir. Uygulamaların konumlandırma doğruluğuna etkilerini belirlemek için her uygulama için 3B standart sapmalar hesaplanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Her uygulama için bulunan 3B standart sapmalar (m) (Gümüş 2014)

Kısa mesafelerde farklı yatay ve düşey yönlerdeki hedef (kontrol noktası) sayısı ve yerleşiminin konumlandırma doğruluğuna etkisinin belirlenmesi çalışmasında, 3 hedef noktasının kullanılması durumunda, hedeflerin aynı yön ve doğrultuda bulunması ile sonuçların kötüleştiği, farklı doğrultu ve yönlerde ise sonuçların iyileştiği görülmüştür. Kontrol nokta sayısı artıca konumlandırmadan elde edilen doğruluğun arttığı, belli bir değerden sonra ise konumlandırma sonucunda minimum değişiklikler olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

Balis, V., Karamistos, S., Kotsis, I., Liapakis, C. And Simpas, N., (2004). 3D-Laser Scanning Integration of Point Cloud and CCD Camera Video Data for The Production of High Resolution and Precision RGB Textured Models: Archaeological Monuments Surveying Application In Ancient Ilida”, In Proceedings Of FIG Working Week, Athens, Greece.

Reshetyuk, Y., (2009). Self-Calibration and Direct Georeferencing in Terrestrial Laser Scanning, Doctoral Thesis in Infrastructure, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden.

Reshetyuk, Y., (2006). Investigation and calibration of pulsed time-of-flight terrestrial laser scanners, Licentiate thesis in Geodesy Royal Institute of Technology (KTH) Department of Transport and Economics Division of Geodesy.

Gümüş, K., (2008). Yersel Lazer Tarayıcılar ve Konum Doğruluklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ- FBE Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı.

Gümüş, K., (2014). Yersel Lazer Tarayıcıların Doğruluk Araştırması ve Mühendislik Yapılarında Kullanılabilirliği: Oymapınar Barajı Örneği Doktora Tezi, YTÜ- FBE Harita Mühendisliği Anabilim Dalı.

*Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu
7. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu
15-17 Ekim 2014, Hitit Üniversitesi - Çorum*

