

# OBJE YÜZEY RENKLERİNİN YERSEL LAZER TARAYICILARINA ETKİSİ

A. Yaman<sup>a\*</sup>, H.M. Yılmaz<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 68100 Aksaray, Türkiye - (aydan.ketenci@hotmail.com/hmuraty@gmail.com)

**ANAHTAR KELİMELER:** Hacim, Konum Doğruluğu, Lazer Tarama Teknolojisi, Obje Rengi

## ÖZET:

Lazer tarama, henüz yeni bir teknoloji olmasına rağmen günümüzde teknolojiye ilerlemelerle birlikte bu teknoloji de gelişmekte olup bununla beraber kullanım alanı da giderek artmaktadır.

Lazer tarama teknolojisi ile istenilen objelerin üç boyutlu görüntüleri diğer klasik ölçme yöntemlerine göre çok daha hızlı, pratik, kolay ve yüksek doğrulukla elde edilebilmekte ve ölçümler her türlü hava koşullarında yapılabilmektedir. Ayrıca bu yöntem ile objeler, temas zorunluluğu olmadan uzaktan ölçülebilmektedir.

Yapılan çalışmada dikey konumda duran 2.10 m x 2.80 m boyutlarına sahip test alanı 35 metre mesafeden öncelikle beyaz olarak ve daha sonra kırmızı, mavi ve yeşil renklerde Topcon yersel lazer tarayıcı ile tarandı. Böylece farklı renklere sahip obje yüzeylerinin yersel lazer tarayıcının konum doğruluğuna etkisi araştırıldı. Taramalardan elde edilen Y ve Z koordinatları yer değiştirilerek test alanı yatay hale getirildi. Bu durumda oluşan yarım dikdörtgen prizmanın olması gereken hacmi ile taramalardan elde edilen hacimleri hesaplandı. Hacim farklarına göre yapılan değerlendirilmeler sonunda bu tarayıcının 35 m'lik tarama mesafesinde konum doğruluğunun 5.7 mm ile 12.2 mm arasında olduğu görüldü. Ayrıca en uygun taramanın objenin 1:1 en fazla yansıtan beyaz renge sahip iken yapılan tarama olduğu gözlemlendi.

## THE EFFECT OF OBJECT SURFACE COLORS ON THE TERRESTRIAL LASER SCANNERS

**KEYWORDS:** Volume, Position Accuracy, Laser Scanning Technology, Object Color

## ABSTRACT:

The terrestrial laser scanning systems are a relatively new measurement technology. Along with technological advances, these systems are gaining popularity and have been increasingly used in many different fields.

With terrestrial laser scanning technology, three-dimensional (3D) information and images of objects can be obtained more practical, easy and with high accuracy compared to conventional methods. Additionally, measurement of an object is performed without being in physical contact.

In this study, our test area 2.10m x 2.80m in vertical position was scanned at 35 m distance in different object colors (white, red, blue and green) with Topcon laser scanner and laser scanner's position accuracy according to these colors were investigated. By switching Y and Z coordinates obtained from laser scanning, test area was changed to horizontal position. In this case, expected a half rectangular prism volume and volumes obtained from laser scanning were calculated. Based on our volume differences evaluation results, it was found that within scanning distance of 35 meters position accuracy of this laser scanner is between 5.7 mm and 12.2 mm. In addition, the optimal laser scanning was the object has white color.

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda gelişen teknoloji jeodezik ölçme tekniklerinde de etkisini göstermiştir. Klasik ölçme teknikleri yerini lazer tarama teknolojisine bırakmıştır. Bu teknoloji kullanıcıya doğrudan üç boyutlu konum bilgisi sağlayan, doğruluğu yüksek ve klasik sistemlere göre daha hızlı ölçme yapabilmesiyle önem kazanmaktadır. Klasik ölçme tekniklerinde uzun zaman alan, ulaşılması güç veya tehlikeli bölgelerin ölçülmesinde yüksek maliyet gerektiren çalışmalar, lazer tarama tekniği ile kolayca yapılabilmektedir. Yersel lazer tarayıcılar taranan nesneye gönderilen lazer ışını yoluyla üç boyutlu nokta koordinatları elde edebilmektedir (Safkan vd., 2014).

Tarama süresinin kısalması, elde edilen nokta sayısının fazlalığı, taranan objenin gerçek modeline uygun nokta kümelerinin elde

edilmesi ile son zamanlarda yersel tarama teknolojisini ön plana çıkarmıştır (Safkan vd., 2014).

Yersel lazer tarama teknolojisinin bazı dezavantajları olmasına rağmen önemli avantajları da vardır. Bu avantajlar 3D noktaların doğrudan elde edilmesi, düzensiz yapıdaki objelerin tanımlanmasında oldukça etkili olması ve sonuçların kısa sürede elde edilmesi olarak sıralanabilir. Mesafe sınırlaması, görüntü maliyetinin yüksek olması ve objeye ait öz nitelik verilerinin elde edilememesi bazı dezavantajlardır (Demir vd., 2004) ve (Yılmaz ve Yakar, 2006).

Yapılan birçok çalışmada, objelerin ve binaların mevcut durumunu belirlemek için çok sayıda 3D konum verisine ihtiyaç vardır. Lazer tarayıcılarla elde edilen ve nokta bulutu olarak adlandırılan 3D nokta verilerinin işlenmesiyle 3D modeller elde edilebilmektedir. Elde edilen bu 3D modeller ile gerekli

geometrik ve görsel birçok veriye ulaşmak mümkün hale gelmektedir (Karıda, 2011).

Yersel lazer tarama, geleneksel ölçme teknikleri ile kıyaslandığında üç boyutlu nokta bilgilerinin çok yüksek hızla elde edilebildiği bir ölçme tekniğidir. Ölçme alanının üç boyutlu nokta bilgileri, nokta dizileri şeklinde yüksek doğrulukla ölçülebilmektedir (Altunta ve Yıldız, 2008).

Örneğin geleneksel jeodezik ölçüm metodları, tüm yer ölçümü veya gerçek zamanlı (RTK) GPS ölçümleri, objenin hızlı bir şekilde geometrik ve görsel bilgilerine ulaşmak için çok uygundur. Bunlar sadece tek tek nokta ölçümüne izin verir. Bu nedenle bu metodlar genellikle yavaştır. Modern reflektörsüz total stationlar ve diğer gelişen teknolojilerde de nokta bazlı tarama fonksiyonları vardır. Fakat tarama süresinin fazlalığı, elde edilen nokta sayısının azlığı, taranan objenin gerçek modeline uygun nokta kümelerinin elde edilememesi, yersel lazer tarama teknolojisini ön plana çıkarmıştır (Gümü ve Erkaya, 2007).

Yersel lazer tarama ölçümlerinde hata kaynakları ara tırmaları, hataya neden olan çok sayıda faktörün olmasından dolayı karıştırılmaktadır. Bu karışıklık, lazer tarayıcılarının farklı tasarımlarında olmaları, farklı dalga boyları ve farklı ışın saptırma üniteleri kullanılmaları yüzünden fazlalaktadır. Lazer tarayıcılarının tasarımları, birçok elektriksel ve mekanik parça kullanılması ve her bir parçanın toplam hataya olan etkileri nedeniyle oldukça karışıktır. Ek olarak, farklı ölçüm metodlarının kullanılması, çevreden kaynaklanan sebepler, taranan obje veya nesnenin yansıma yüzeylerinin etkileri, operatörden kaynaklanan hatalar, tarama parametrelerinin yanlış belirlenmesi, doğrudan ve dolaylı konumlanmadan kaynaklanan durumlar vb. gibi etkiler hata kaynaklarına yol açmaktadır (Gümü vd., 2009).

Hata kaynaklarının belirlenebilmesi, verinin kalitesini korumak için son derece önemli ve gereklidir. Tüm ölçme alet ve donanımlarında olduğu gibi bu donanımlarla da hangi doğruluklarda ölçmelerin yapıldığının bilinmesi son derece önemlidir (Karıda ve Alkan, 2012).

Yapılan çalışmada da obje yüzey renklerinin yersel lazer tarayıcılara olan etkisi araştırılmış ve bu amaçla test alanı yüzeyine beyaz, kırmızı, mavi ve yeşil renklerde parlak folyo cinsi kapıtlar yapılarak Topcon GLS-1000 yersel lazer tarayıcı ile tarama ve yersel lazer tarayıcının obje yüzey rengine bağlı olarak konum doğruluğu araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1 Test Alanı

Yapılan çalışmada kullanılmak amacıyla öncelikle sanayide 2.10 metre ve 2.80 metre boyutlarında bir test alanı yaptırılmıştır. Bu test alanının içi çelik duvar yüzeyi ise sunta kaplama olup ekil 1’de görüldüğü gibi özel demir ayaklar üzerine oturtulmuş sabit, sallanmayan bir özelliktedir.



ekil 1. Test alanı

Test alanının tamamının düz olması sağlamak amacıyla ayakları ve arka kısmında düzleştirme vidaları ve üzerinde düzleştirme bulunmuştur. Bunlar yardımıyla test alanı düz hale getirilmiştir. Üzerindeki sunta kaplama yüzey, mümkün en fazla yansıtan renk olarak beyaz olarak seçilmiştir.

### 2.2 Topcon GLS-1000 Yersel Lazer Tarayıcı

Yapılan çalışmada ekil 2’de görülen “Topcon GLS-1000” marka yersel lazer tarayıcı kullanılmıştır. Topcon yersel lazer tarayıcı hızlı bir şekilde veri toplama ve saklama özelliğine sahiptir. Hassas tarama teknolojisi, 2 megapiksel dijital kamera, saniyede 3000 nokta tarama hızı, 330 metre menzile kadar %90 yansıtma, 1 metreden 150 metreye kadar 4 mm doğrulukla, yatay ve dikeyde 6° açı doğruluğu, yatay ve dikeyde hareket edebilme özelliklerine sahiptir.

Topcon yersel lazer tarayıcı ile yapılan taramalarda nokta bulutlarında daha az gürültü meydana gelmektedir ve 100 metrenin üzerindeki mesafelerde bile yeterli doğruluğa sahiptir.

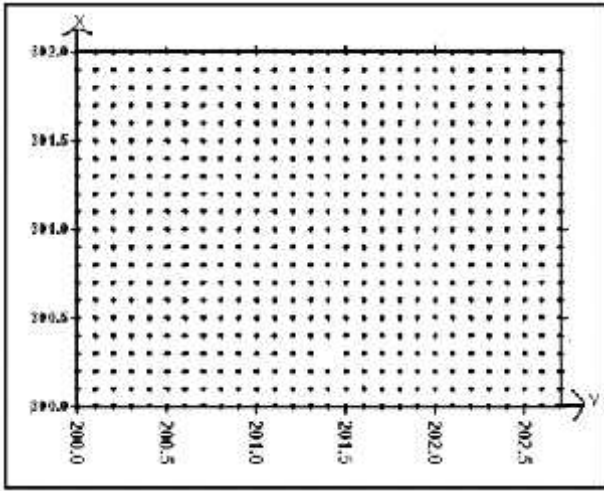


ekil 2. Topcon GLS-1000 yersel lazer tarayıcı

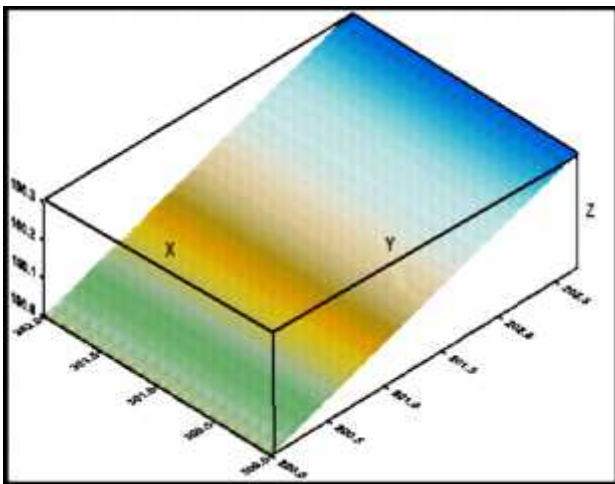
### 2.3 Metot

Yapılan çalı mada test alanı 35 m mesafeden beyaz, kırmızı, mavi ve ye il olmak üzere farklı renklerle taratılarak, objenin hangi renge sahipken topcon yersel lazer tarayıcı ile taratılması sonucunda daha do ru sonuç elde edilece i ara tırılmış tır.

Bu amaç için olu turulan test alanının farklı yüzey renklerine sahipken yapılan taramalarından elde edilen nokta bulutları yardımıyla test alanının yatay konuma getirildikten sonra olu acak hacimlerini hesaplayarak bilinen hacimleri ile kar ıla tırmalarının yapılarak en uygun tarama renginin belirlenmesi istenmi tir. Bunun için ayakları ve arka kısmında bulunan düzeçler yardımıyla dü eyli i sa lanan test alanının dü eyli inin tekrar kontrol edilmesi için jeodezik ölçme aleti total station ile test alanı üzerinde lokal sistemde 2.70×2.00 metre boyutundaki alanda boyutu 10 cm olan kare grid a ı olu turularak ekil 3' de görüldü ü gibi elde edilen 588 noktanın koordinatları okunmu tur. Y ve Z koordinatları yer de i tirilerek test alanının üç boyutlu görüntüsü elde edilmi tir ve ekil 4' de sunulmu tur.



ekil 3. Test alanı üzerinde olu turulan grid a ı

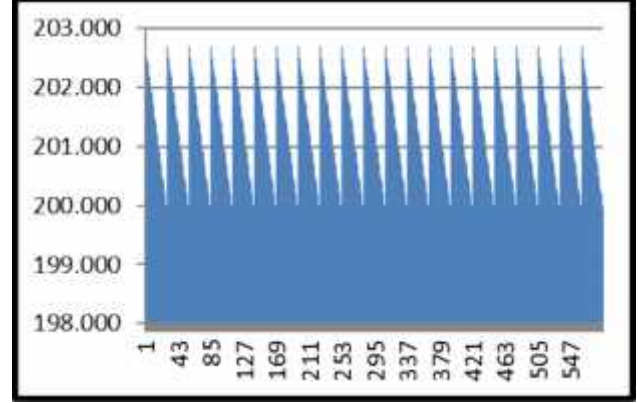


ekil 4. Test alanındaki grid a ının üç boyutlu görüntüsü

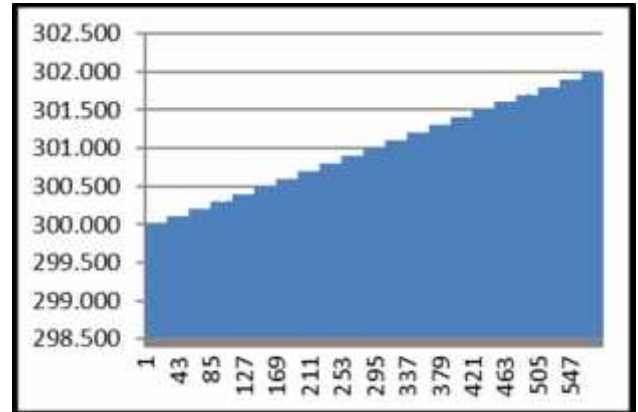
Grid a ının koordinatlandırılmasında tanımlanan koordinat sistemi test alanına dik olmadı ndan bir dikdörtgen prizmanın yarısı kadar bir yüzey elde edilmektedir. Bu yüzeyin olması gereken hacmi  $0.8154 \text{ m}^3$ , elde edilen koordinatlarla hesaplanan

hacmi ise  $0.8165 \text{ m}^3$  olarak dikdörtgen prizmanın hacim hesabı yöntemine göre hesaplanmıştır.

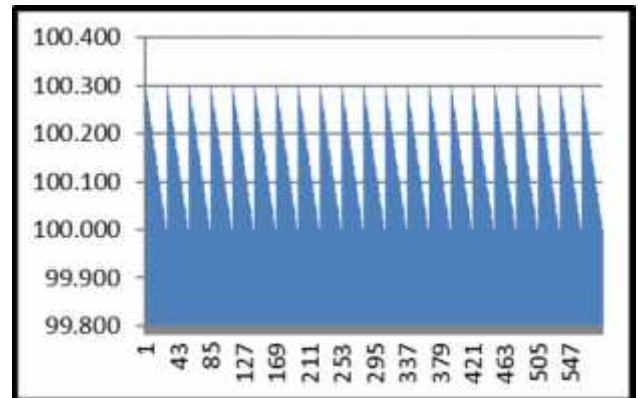
Sonuçların çok yakın olması test alanının dü eyli inin sayısal olarak da sa landı ını göstermektedir. Ayrıca test alanı üzerinde okunan koordinatlarda bir sistemati in olması da gerekmektedir. Bu durumda üç eksen boyunca görsel olarak da kontrol edildi. Eksenlere ait X, Y ve Z koordinatlarının kendi aralarındaki sistemati klik ekil 5, ekil 6 ve ekil 7' de görülmektedir.



ekil 5. X koordinatları arasındaki sistemati klik



ekil 6. Y koordinatları arasındaki sistemati klik



ekil 7. Z koordinatları arasındaki sistemati klik

Her tarama test alanından 35 metre uzaklıktan sabit noktadan yapılmı tur. Bunun için test alanı öncelikle ekil 8' de görüldü ü gibi beyaz olarak taranmı tur.



ekil 8. Test alanının beyaz renkte taratılması

Daha sonra ekil 9, 10 ve 11' de görüldü ü gibi kırmızı, mavi ve ye il renklerde taranmı tır.



ekil 9. Test alanının kırmızı renkte taranması



ekil 10. Test alanının mavi renkte taranması



ekil 11. Test alanının ye il renkte taranması

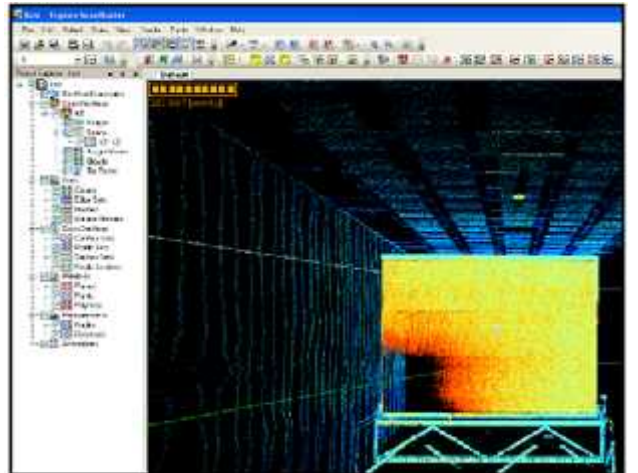
Taramalarda kullanılan renkli parlak folyo cinsi ka ıtıların renk de erleri ölçülmü ve tablo 1 de görüldü ü gibi kaydedilmi tir.

Renk Parametreleri	Renkler			
	Beyaz	Kırmızı	Ye il	Mavi
CIE L*	91.05	37.81	42.49	33.15
CIE a*	-2.36	58.84	-59.45	21.52
CIE b*	-3.42	38.85	21.36	-60.57
CIE Y	78.60	9.98	12.82	7.61
CIE x	0.3040	0.6066	0.2172	0.1652
CIE y	0.3260	0.3250	0.5134	0.1302

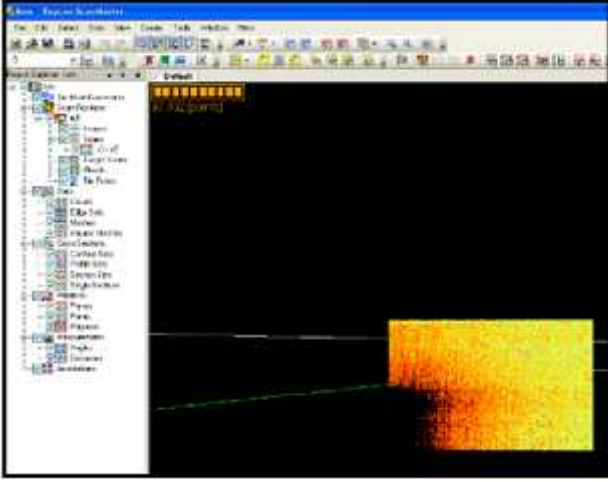
Tablo 1. Renk ölçüm sonuçları (CIE renk parametreleri)

Taramalar dı ortamın etkilerini azaltmak için kapalı mekanda yapılmı tır. Tarama i lemi bittikten sonra veriler scanmaster programına yüklenmi tir. Burada fazla nokta bulutları temizlenerek kalan nokta bulutlarının koordinatları Excel programında yazdırılmı ve buradan her taramaya ait olması gereken hacim de erleri hesaplanmı tır.

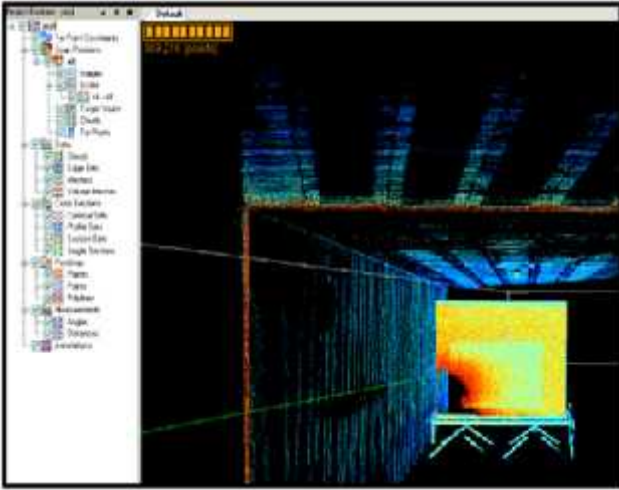
Scanmaster programına veriler yüklendikten sonra kırmızı ve ye il renkteki taramalara ait örnekler ekil 12, ekil 13, ekil 14 ve ekil 15' te gösterilmi tir.



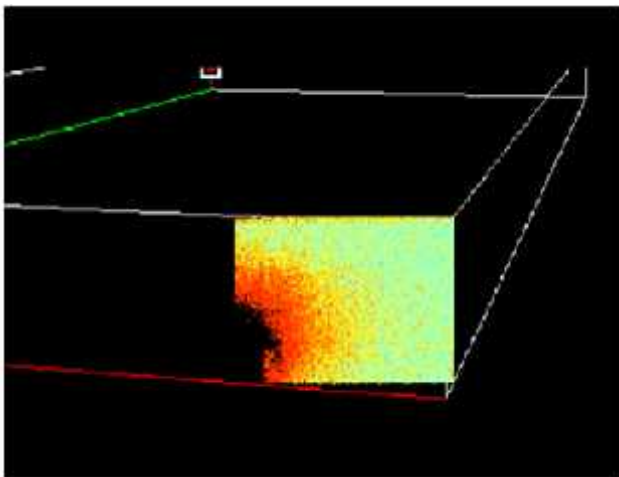
ekil 12. Kırmızı renkli taramaya ait test alanının fazla nokta bulutlarıyla olan görüntüsü



ekil 13. Kırmızı renkli taramaya ait test alanının fazla nokta bulutlarından temizlenmiş görüntüsü



ekil 14. Yeşil renkli taramaya ait test alanının fazla nokta bulutlarıyla olan görüntüsü



ekil 15. Yeşil renkli taramaya ait test alanının fazla nokta bulutlarından temizlenmiş görüntüsü

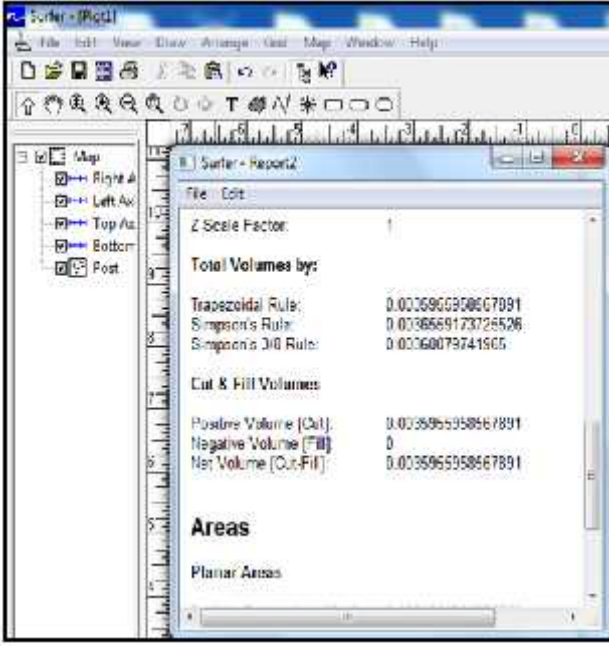
Gereksiz nokta bulutları silindikten sonra test alanı üzerinde kalan noktaların koordinatları Excel programına atılarak

koordinatların minimum ve maksimum değerleri bulunmuştur. Muhtemelen bir dönüşüm hatasından kaçınmak için tarayıcıdan elde edilen lokal koordinatlar doğrudan kullanılmıştır. Elde edilen koordinatlardan "Y" ve "Z" değerleri yer değiştirilerek test alanı yatay hale getirilmiştir. Eğer taramalar test alanına tam dik şekilde yapılmış olsaydı test alanının yatay hale gelmesi ile oluşacak dikdörtgen prizmanın hacminin sıfır olması gerekirdi. Ancak genel olarak yapılan taramalarda tarayıcı objeye tam dik olmadığından ve tarayıcı düzeleşmediğinden bu mümkün olmamaktadır. Bu durumda tabanı taranan bölgenin kenarları yani minimum ve maksimum "X" koordinatları arasındaki fark, minimum ve maksimum "Y" koordinatları arasındaki fark ve yüksekliği minimum ve maksimum "Z" koordinatları arasındaki fark olan bir yarım dikdörtgen prizma olacaktır. Burada bulunan fark değerleri çarpılarak (Taban alanı×yükseklik) ve bulunan sonuç ikiye bölünerek (yarım dikdörtgen prizma olduğu için) olması gereken hacim değerleri her renk için hesaplandı. Test alanının beyaz renkte taranması ile elde edilen olması gereken hacim değerlerinin hesaplanması ekil 16'da gösterilmiştir.

	A	B	C	D	E	F
12237	11.4940	-33.2840	0.7790			
12238	11.4940	-33.2820	0.7850			
12239	11.4900	-33.2850	0.7860			
12240	11.4900	-33.2850	0.7930			
12241	11.4950	-33.2850	0.7900			
12242	11.4900	-33.2820	0.7910			
12243	11.4990	-33.2830	0.7850			
12244	11.4900	-33.2820	0.7900			
12245	11.4900	-33.2870	0.7960			
12246	11.4950	-33.2860	0.7990			
12247	11.4950	-33.2850	0.7950			
12248	11.4990	-33.2830	0.7950			
12249	11.4990	-33.2830	0.7990			
12250						
12251						
12252	11.0000	-33.4280	0.2060			
12253	11.4990	-33.2740	0.7990			
12254						
12255	0.4900	0.1540	0.5090			0.046031
12256						0.023015 Hacim
12257						
12258						

ekil 16. Test alanının beyaz renkte taranması ile elde edilen olması gereken hacim değeri

4 adet tarama istasyonuna ait koordinat değerlerinin minimum ve maksimum değerleri arasındaki fark hesaplandıktan sonra koordinat değerleri "Surfer" programına aktarıldı ve her istasyon için hacim değeri hesaplandı. ekil 17'de test alanının beyaz renkte taranması ile elde edilen nokta bulutlarından hesaplanan hacim değeri gösterilmiştir.



ekil 17. Test alanının beyaz renkte taranması ile elde edilen nokta bulutlarından hesaplanan hacmi

Hacim hesaplamalarında obje yüzeyi düz oldu u için düz yüzeylerde en iyi sonucu veren lineer enterpolasyon yöntemi kullanıldı (Yılmaz, 2007). Ayrıca her istasyon noktası için koordinatlardan elde edilen hacim de erleri de hesaplandı. Böylece hacimler arasındaki farklar elde edildi.

### 3. BULGULAR

Yapılan hesaplamalardan sonra her tarama için nokta bulutlarından hesaplanan hacimler ile olması gereken hacimler ve aradaki farklar toplu halde Tablo 2' de gösterilmi tir.

OBJE YÜZEY RENGİ	NOKTA BULUTLARINDAN HESAPLANAN HACİMLER	OLMASI GEREKEN HACİMLER	FARKLAR(m <sup>3</sup> )
BEYAZ	0.0036	0.0230	0.0194
KIRMIZI	0.0033	0.0440	0.0407
MAVİ	0.0027	0.0312	0.0285
YEŞİL	0.0033	0.0451	0.0418

Tablo 2. Hesaplanan hacim de erlerinin toplu olarak gösterilmesi ve aradaki farklar

Çalı mada kullanılan test alanının 1.0 m x 2.0 m' lik kısmı de erlendirmeye tabi tutulmu tur. Lazer tarayıcı test alanına tam dik olmayıp Y ekseninde 30 cm' lik bir kayıklık bulunmaktadır. Daha öncede belirtildi i gibi bu durumda her tarama için boyutları 2.7x2.0x0.3 m' den olu an bir yarım dikdörtgen prizma elde edilmektedir. Bu yarım dikdörtgen prizmanın hacmi 0,810 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmı tur. Bu yarım dikdörtgen prizmanın her bir kenarı 1 mm den 15 mm' ye kadar artırılarak hacimler tekrar hesaplandı nda Tablo 3'de verilen de erler elde edilmektedir.

Y	X	Z	Hata (mm)	Hesaplanan hacim (m <sup>3</sup> )	Olması gereken hacim (m <sup>3</sup> )	Farklar (m <sup>3</sup> )
0.301	2.701	2.001	1	0.81341	0.81000	0.00341
0.302	2.702	2.002	2	0.81682		0.00682
0.303	2.703	2.003	3	0.82024		0.01024
0.304	2.704	2.004	4	0.82366		0.01366
0.305	2.705	2.005	5	0.82709		0.01709
0.306	2.706	2.006	6	0.83052		0.02052
0.307	2.707	2.007	7	0.83396		0.02396
0.308	2.708	2.008	8	0.83740		0.02740
0.309	2.709	2.009	9	0.84085		0.03085
0.310	2.710	2.010	10	0.84430		0.03430
0.311	2.711	2.011	11	0.84776		0.03776
0.312	2.712	2.012	12	0.85122		0.04122
0.313	2.713	2.013	13	0.85469		0.04469
0.314	2.714	2.014	14	0.85816		0.04816
0.315	2.715	2.015	15	0.86164		0.05164

Tablo 3. Kenar uzunlukları 1 mm arttırılan prizmanın hacim ve fark de erleri

Bu çalı mada elde edilen hacim farkları ile Tablo 2' de elde edilen farklar kar ıla tırıldı. Tablo 3' ye göre e er hacim farkı 0.02740 m<sup>3</sup> çıktıysa sekiz nolu satıra kar ılık gelen hata miktarı ile taramanın yapıldı ı varsayılmaktadır. Bu de er de Tablo 3' ye göre 8 mm' dir. Buna göre yapılan 5 adet taramaya ait tarama hassasiyetleri Tablo 4' de verilmi tir.

Obje Yüzey Rengi	Tarama Hassasiyeti (mm)
BEYAZ	5.7
KIRMIZI	11.8
MAVİ	8.3
YEŞİL	12.2

Tablo 4. Objeye yüzey renkleri ve tarama hassasiyetleri

#### 4. TARTI MA VE SONUÇ

Son yıllarda yersel lazer tarayıcıların tarama hassasiyetleri ve kullanım alanları gittikçe artmaktadır. Birçok mühendislik uygulamalarında oldukça başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Bir objeye ait üç boyutlu konum verilerinin elde edilmesinde en önemli faktör bu verilerin hassasiyetidir. Aynı zamanda bu verilerin en kısa zaman diliminde elde edilmesi de diğer önemli bir faktördür. Yersel lazer tarama teknolojisinin en yaygın kullanım alanlarından biri olan üç boyutlu modellemenin yanında deformasyon ölçmeleri gibi veri hassasiyetlerinin oldukça önemli olduğu uygulamalarda bulunmaktadır.

Yersel lazer tarayıcılarda tarama aralığı tanımında aslında bir örnek çözünürlük tanımlanmaktadır. Bu çalışmada test alanı üzerinde farklı renkler kullanılarak Topcon yersel lazer tarayıcının bu renkler üzerindeki konum doğruluğu araştırıldı. Yapılan çalışmada 35 metre mesafeden sabit noktadan test alanı beyaz ve 3 farklı renk ile tarandı ve 5.7 mm ile 12.2 mm aralığında bir tarama hassasiyetinin olduğu görülmüştür. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde en uygun taramanın obje yüzey renginin en fazla yansıtan renk olan beyaz renge sahipken yapılan tarama olduğu görülmüştür. Bilindiği gibi her tarama için düzenlenen 5 mm tarama aralığı her taramada bir miktar değişmektedir. Buna bağlı olarak da her tarama için elde edilen nokta sayıları da farklı olmaktadır. Nokta sayılarının farklılığı da sonuçları etkilemektedir. Diğer taraftan obje üzerinde belli bir bölgeye diğer bölgelerden daha fazla nokta düşmesi bu bölgede veri eksikliğine sebep olmaktadır. Sonuç olarak bu çalışmada kullanılan Topcon lazer tarayıcının 35 metrelik mesafede yapılan taramalarda konumlama hassasiyetinin 5.7 mm ile 12.2 mm arasında olduğu, obje yüzeyi beyaz renge sahipken en az hata ile taramanın yapıldığı görülmüştür.

#### KAYNAKLAR

Altunta, C. ve Yıldız, F., 2008. Yersel lazer tarayıcı ölçme prensipleri ve nokta bulutlarının birleştirilmesi, Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 98, 20-27.

Demir, N., Bayram, B., Alkılıç, Z., Helvacı, C., Çetin, I., Vöğtlü, T., Ringle, K., Steinle, E., 2004. "Laser Scanning for Terrestrial Photogrammetry, Alternative System or Combined with Traditional System", ISPRS xx. Symposium, Com. V., WG V/2, 12-23 July 2004, İstanbul.

Gümü, K. ve Erkaya, H., 2007. Mühendislik uygulamalarında kullanılan yersel lazer tarayıcı sistemler, 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

Gümü, K., Erkaya, H., Tunaliolu, N., 2009. Yersel lazer tarama verilerinde çevresel ve objesel nedenlerden kaynaklanan hatalar, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.

Karadağ, G., 2011. Yersel lazer tarama ölçmelerinde doğruluk analizi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, İstanbul.

Karadağ, G. ve Alkan, R.M., 2012. Yersel lazer tarama ölçmelerinde doğruluk analizi, Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4, 2, 1-10.

Safkan, S., Hamarat, H., Duran, Z., Aydar, U. ve Çelik, M.F., 2014. Yersel lazer tarama yönteminin mimari belgelemede kullanılması, V. Uzaktan Algılama ve Coğrafya Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 14-17 Ekim 2014, İstanbul.

Yılmaz, H.M. ve Yakar, M., 2006. Yersel lazer tarama teknolojisi, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2, 43-48.

Yılmaz, H.M., 2007. The effect of interpolation methods in surface definition: an experimental study, Earth Surface Processes and Landforms, 32, 1346-1361.