

MOBİL HARİTALAMA YÖNTEMİ İLE PANORAMA İSTANBUL PROJESİ

S.KOÇ^a, İ.TAŞDEMİR^b, O.DİNÇ^a

^a GEOMOBİS, Tünel Cad. Yalıyolu Sok. İsmail Ergin İş Merkezi No:52 A Blok Kat:3 D:12 Bostancı / İSTANBUL (sametk, okand)@geomobis.com

^b İTÜ, İnşaat Fakültesi, 34469 Maslak İstanbul, Türkiye - ibrahimtasdemir@gmail.com

ANAHTAR KELİMELER: Mobil Haritalama ,LIDAR, Lazer Nokta Bulutu , Veri İşleme , Panorama, Sayısallaştırma

ÖZET:

Lazer teknolojisi 45 yılı aşkın süredir araştırmaları devam eden ve son 25 yıldır da yoğun olarak kullanılmaya başlayan mekansal veri elde etme teknolojisidir. Lazer tarayıcılar farklı platformlara monte edilebilirler (hava –yersel – mobil) ve kullanım amacına göre obje yüzeyleri taranarak 3 boyutlu yüzey modelleri oluşturulabilir. Bu makale de mobil platforma monte edilen lazer tarama türü olan ve mobil haritalama olarak bilinen , ülkemizde de son yıllarda kullanımı artan mobil lazer tarama teknolojisinin ürünlerinden olan lazer nokta verisinin proses edilmesi ve bu nokta bulutu üzerinden envanter çıkarımı, sayısallaştırma yapılmasına yönelik İstanbul Büyükşehir Belediyesi için tamamlanmış İSTKA destekli Panorama İstanbul projemiz konu alınmıştır. Panorama İstanbul projesi kapsamında İBB ye ait 4000 km² lik ana arterlerin 360 derece lazerli panoramaların çekilmiş ve bu çekim sonucunda elde edilen veri üzerinden yol , refüj , kaldırım ve sokak mobilyalarının envanterleri çıkarılmıştır. Aynı zamanda bu makale de mobil araçtan elde edilen bu verilerin proses ve envanter çıkarım işlemleri sonrasında ortaya çıkan ürünlerin belediyeceliğe katkıları ve kullanım alanları bahsedilmiştir. Yapılan çalışmaya ait örnek veriler ile mobil haritalama verilerinin elde edilmesi, doğruluk analizleri , işleme ve sayısallaştırma aşamaları detaylı şekilde incelenmiştir.

KEYWORDS : Mobile Mapping ,LIDAR, Laser Point Cloud, Processing, Panorama , Digitizing

ABSTRACT

Laser technology for more than 45 years of ongoing research and the last 25 years is the spatial data acquisition technology began to be used extensively. Laser scanners can be mounted on different platforms and scanning the object surface according to the intended use of 3D surface models can be created. This article of the laser point cloud data processing and digitization projects made the job of explaining the İstanbul Metropolitan Municipality and this project was supported by İSTKA. Panorama of İstanbul project , 4000 km² from the main road of the İBB and was taken 360 degree panorama with laser point. Then the way through the data obtained as a result of the shooting , sidewalks and inventories of street furniture. This article also occur after the mobile processes the data obtained from the vehicle and inventory mining operations.

1. GİRİŞ

Gelişen teknolojiyle birlikte Haritacılık sektöründe de yenilikler olmaya başlanmış ve bu yenilikler sayesinde saha da yapılan işlemler masa başında yapılmaya başlanmıştır. Ayrıca teknolojiyi faydalı şekilde kullanmanın avantajlarından en iyi şekilde yararlanılmaktadır.

Haritacılık sektöründe mobil haritalama (mobile mapping) olarak bilinen mobil lazer tarama sayesinde geniş alanlara dair ölçümler kolaylıkla yapılmaktadır. Yapılan ölçümler alanın büyüklüğü göz önünde bulundurulduğunda zaman , maliyet ve işçilik anlamında şirketlere ciddi katkılar yapmakla birlikte gözle görülemeyecek yada saha da atlanabilecek detayların bilgisayar ortamında eksiksiz sunulmasını sağlamaktadır. Taraması yapılan bölgeye ait milyonlarca hatta alanın büyüklüğüne bağlı olarak milyarlarca noktadan oluşan bir nokta bulutu verisi oluşmaktadır ve bu verinin içinde her bir noktaya ait X, Y ,Z cinsinden nerdeyse tüm koordinat sistemlerine entegre bir koordinat verisi yer almaktadır. Dolayısıyla koordinatı bilinen noktalar sayesinde istenilen yerin mesafe , alan ve hacim ölçümlerinin yapılması mümkündür. Nokta bulutu verisi yükseklik , mesafe ve RGB formatlarında renklendirilmiş şekilde görüntülenmesi bize bu veri üzerinde ki

objeleri kolaylıkla tanımamıza ve ayırt etmemize olanak sağlamaktadır bu da veri üzerinde ki objeleri(ağaç, direk , yol , refüj , kaldırım) cinsine göre ayrı ayrı katmanlar halinde saklanmasına ve o objelere dair sözel veriler oluşturulmasına olanak sağlamaktadır.

Mobil haritalama ile oluşturulan lazer nokta bulutu verisiyle geniş bölgelerin envanterleri oluşturulabildiği gibi 2012 ve 2013 yıllarında Antalya Büyükşehir Belediyesi için yapılan uygulamada olduğu gibi gelir artırıcı amaçla da kullanılabilir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi için yapılan bu çalışma alanı ve büyüklüğü göz önünü alındığında sadece Türkiye de değil Dünyada da en uzun ve büyük alanda yapılan ilk ve tek mobil haritalama çalışmasıdır.

bu çalışmada mobil platforma monte edilmiş lazer tarayıcılar ile İstanbul Büyükşehir Belediyesi sorumluluğunda olan 4000 km² ana arter taranmış olup bölgeye dair oluşturulan lazer nokta bulutu verisinin proses edilmesi (işlenmesi) ve bu işlenen veri üzerinden objelerin sayısallaştırılması, envanterlerinin çıkarılması yapılmıştır. Aynı zamanda belediyeceliğe en iyi şekilde hizmet ederek iş kolaylığı , zaman tasarrufu , ve gelir artırıcı veriler oluşturulmuştur.

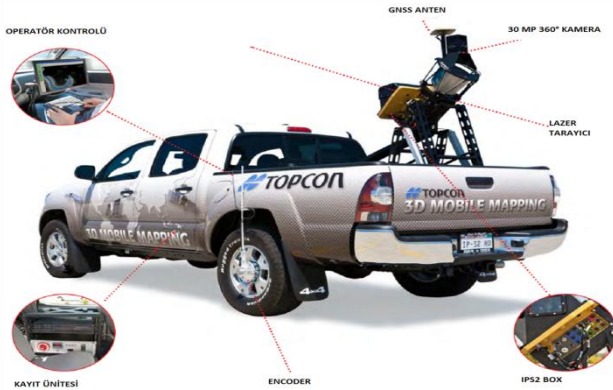
2. VERİLER VE YÖNTEM

2.1 Verilerin Elde Edilme Yöntemleri

Proje de veriler mobil haritalama yöntemi ile toplanmış olup mobil haritalama kısaca mobil bir platforma monte edilmiş yüksek algılama gücüne sahip sensörler ve çeşitli yazılımlar yardımıyla güzergah çevresinde bulunan mekansal verinin , sensörlere bağlı türlerde toplanması ve konumlandırılması anlamına gelmektedir. Sistemde bulunan sensörler Lazer Tarayıcı , Radar , Panoramik Kamera , IMU , GNSS ve Encoder 'dir.Günümüz teknolojisinde senkronize çalışan navigasyon sistemleri sayesinde , mobil platformun konum bilgisi anlık olarak gelmektedir ve bu sayede sistemin üreteceği veri anlık olarak konumlandırılabilir ve daha sonra ofis ortamında yapılacak post-process çalışmalarıyla birlikte hassasiyeti artırılabilir.

Bu sistemler sayesinde üretilen veriler genel anlamda Coğrafi Bilgi Sistemleri için altlık oluşturacak şekilde kullanılmakla birlikte sayısal harita üretimi , kent modelleme çalışmaları , navigasyon çalışmaları , yol ve üzeri objelerin analiz çalışmaları vb. çalışmalar için altlık oluşturacak şekilde kullanılmaktadır.

Bu projeye başlamadan önce İBB den oluşturulacak olan lazer ve panorama verilerine altlık olması için uydu görüntüleri ve yol orta çizgileri verileri alınmıştır. Kullanılan yazılımın özelliklerinden biriside panorama üzerine yol, parsel ve numarataj gibi vektör verilerin eklenebilmesine imkan sağlamasıdır, böylelikle panorama üzerinden sadece ölçü almak yerine bölgeye dair güncel bilgilerinde görülmesi de sağlanmaktadır.



Şekil 1 : Mobil Lidar Aracı

2.1.1 Mobil Haritalamanın Avantajları

Çok geniş alanlarda yapılacak olan çalışmalarda mobil haritalama teknolojisi ile çok daha kısa süre de ve daha az işçilik ile yapılabilir.

Lazer taraması yapılan alanlara da dair tüm objelerin envanteri oluşturulabilir, çeşitli programlar yardımıyla objeler tanımlanabilir ve kapama – mozaikleme yapılacak yerler otomatik olarak oluşturulabilir.

Yapılan taramalar lokal ve global koordinat sistemlerine uygun olarak yapıldığından ötürü istenilen koordinat sistemin de herhangi bir noktaya ait X, Y ,Z değerlerine ulaşılabilir, alan ve hacim hesaplanabilir.

Mobil haritalaması yapılan alanda ki objeler sayısallaştırılabilir böylelikle vektörel verilere dair sözel veriler oluşturulabilir. Kısaca klasik haritacılık yöntemlerine göre daha hızlı ve kolay veri üretimini sağlayan mobil haritalama sayesinde

- Doğru analiz ve planlama
- Düşük maliyet
- Hassas ve daha kontrollü veri üretimi
- Farklı ortamlarla entegrasyon (GIS, MIS , CAD) sağlanabilmektedir (Koç , 2015)

2.2 Sistem Kalibrasyonu ve Ölçüm Tekniği

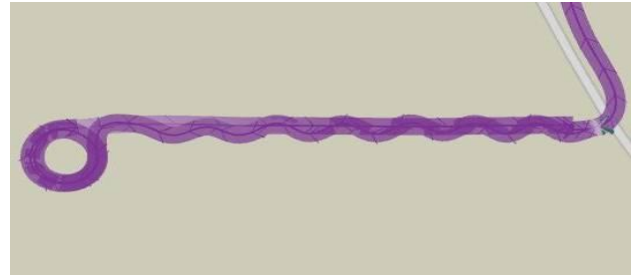
Mobil Araçlar ile Harita Üretimi sistemlerinde sistemden doğru veriler elde edebilmek için kalibrasyon kritik bir noktadır.Sistemin bileşenleri kendi içlerinde ayrı ayrı kalibre olması gerekmektedir , entegre bir biçimde kalibrasyon yapılması gerekmektedir. Sürekli hareket halindeki sistemler olduğu için sistemin hareket eden bileşenlerinin kalibrasyonu kontrol edilmesi gerekmektedir.

Sistemlerin kalibrasyonları 3 aşamada tanımlanabilir.

- Üretici tarafından fabrika kalibrasyonları.
- Kurulum esnasında ki sistem kalibrasyonu.
- Ölçme esnasında ki IMU kalibrasyonu. (Initial ve Kinematic Alignment)

(Pandey,McBride , Savarese, Eustice 2013)

Ölçüme araçla başlanmadan önce en önemli dikkat edilmesi gereken konu ölçümün GPS sinyallerinin iyi alındığı yerde başlamalı ve yine ölçümün sonlandırılması da GPS sinyallerinin iyi alındığı yerlerde yapılmalıdır ve 8 (Sekiz) , S veya yılan modeli oluşturulmadan ölçüye başlanılmamalıdır



Şekil 2 : Kinematic Alignment

Birbirine yakın olmayan yolların gidiş ve gelişlerinde Trajectory lerin çakışması ölçüm dengelemesindeki hassasiyeti arttırdığından gidiş-gelişlerde kavşaklarda birer dönüşün yapılarak trajectory lerin çakıştırılması sağlanmalıdır.

Şerit genişliği fazla olan yollarda ve yol boyunca kesişim yapmak için kavşakların olmaması durumunda refüj ölçümünü kolaylaştırmak için yolların sağından giden araç Trajectorylerin çakıştırılması için birkaç noktada yolun soluna geçerek 5 m den daha küçük mesafede trajectorylerin çakıştırılması sağlanmalıdır.

2.3 Kullanılan Yazılımlar

- Orbit GIS :Topcan IPS2 sistemiyle sahadan elde edilen lazer ve panorama verilerinin birlikte açıldığı , envanter ve sayısallaştırma işlemleri yapılarak verinin üretildiği, öznetelik katıldığı ve ölçü alınan yazılımdır. Masaüstü yazılımı olup elde edilen verilerin sunulması da bu yazılımla olmaktadır.
- Geoclean Workstation : Araçtan gelen hamverinin process edildiği , dönüklüklerinin

yapıldığı ve doğruluklarının artırıldığı yazılımdır.

- **Spatial Factory** : Geoclean yazılımıyla .las formatına çevrilen lazer dosyasının kontrollerinin yapıldığı ,gürültülerinin temizlendiği ve panorama verisi parçalanmak istenildiğinde kullanılan yazılımdır.
- **LastoLas** : Lazer verisine ondülasyon değerlerinin eklenerek ortometrik yüksekliğe geçirilmesi sağlanan yazılımdır.

2.4 Elde Edilen Veriler ve Belediyeye Katkıları

Yapılan çalışma sonucunda sahadan yol , refüj ve kaldırım alanları sayısallaştırılarak, bu vektör verilerin üzerine Yol ID , Ulaşım ID , İdare ID , Parça ID , Cadde ID , CBS ID ve Kaplama türü gibi sözel öznitelik verileri eklenmiştir.

Kaldırım veya refüjlerin üzerinde bulunan rogar , ızgara, ağaç , elektrik direği , elektrik kutuları , doğalgaz kutuları, mobesa direkleri gibi 15 farklı objenin de envanter katmanı oluşturularak bilgi girişleri yapılmıştır.

Kısaca oluşturulan bu veriler sayesinde belediye faaliyetlerinin (kentsel faaliyetler, imar, emlak vergisi toplama, reklam ve ilan vergisi toplama, imar düzenlemeleri, çevre, park bahçeler, fen işleri, halihazır haritalar, belediye yolları ve tesisleri, işyeri ruhsat bilgileri vs) 360 derece resimler üzerinde izlenebilmesi ve işlem yapılması sağlanmıştır.

3. BULGULAR

Yapılan bu çalışmayla İstanbul Büyükşehir Belediyesi gibi büyük sorumluluk alanı olan yaklaşık **4000 km²** anaarter yol ağına sahip bu şehrin bütün yollarının, kaldırımlarının ve refüjlerinin durumları, alanları ve kaplama cinslerinin vektörel bir veri olarak kendi bünyelerinde bulunan bir CBS ortamına aktarılması ve kazı veya yol çalışması durumunda gerekli analizlerin yapılması için hazır hale getirilmesi, Yol yüzeyinin, Kaldırımların ,Orta refüjün 3 boyutlu alansal olarak çizilerek bu objelere ait öznitelik bilgilerinin sisteme girilmesi, Kaldırım ve yol üzerinde bulunan objelerin (rogar, ağaç, elektrik-aydınlatma direkleri, doğalgaz-telekom kutuları vb) noktasal konumlarını belirleyip sisteme girilmesi ve kurumun CBS ortamında kullanılacak hale getirilmesi sağlanmıştır.

Yapılan çalışmada Türkiye de ve Dünya da ilk ve tek olması nedeniyle bir çok problem ile karşılaşmış ve bu problemlere çözümlerin getirilmesi sağlanarak Dünya da mobil haritalama çalışmasına katkı sağlanmıştır.

Yaşanılan problemler ve bunlarla ilgili yapılan çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

3.1 Overlapping Hatası

Araçtan elde edilen görüntülerle lidar verilerinin birbirleriyle uyumu olmaması durumudur. Panorama İstanbul Projesinde de aynı hata ile çokça karşılaşmıştır.

Yapılan test çalışmaları ile problemin kalibrasyondan kaynaklı olduğu kesin olarak tespit edilmiştir. Meydana gelen overlapping hatalarının doğru kalibrasyon işlemi, uygun process işlemi ve uygun ölçüm yöntemleri ile ortadan kalkacağı üzerinde durulmuştur.

3.1.1 Kalibrasyon işlemlerinden kaynaklı hatalarla ilgili çalışmalar

Kalibrasyon işlemi Yüklenici firmanın donanım müdahale sorumluluğunda olmayıp donanımı üreten firma tarafından yapıldığı için Kullanılan Mobil lazer tarama sisteminin üreticisi olan TOPCON ile temasa geçilerek kalibrasyon işlemi ile birlikte gerekli yazılım dosyasının yenilenmesi sağlanmıştır.

3.1.2 Proses(Geoclean) yazılımından kaynaklı hatalarla ilgili çalışmalar

Geoclean yazılımındaki eksiklikler yazılımın yeni versiyonu ile sorunun azaltılmasına katkı sağlamıştır.

3.2 Sistematik Olmayan Hatalar

Ölçüm teknikleri doğru uygulanmasına rağmen bazı özel şartlarda overlapping hataların devam etmesi mümkündür. Bu özel şartlar şöyledir ;

3.2.1 Trajectorydeki GPS doğruluklarının farklı değerde olması

Proje çalışmalarında bazı noktalarda nokta bulutu ile resim arasında kayıklıklar tespit edilmiştir. Spatial factory programında yapılan incelemede GPS değerlerinin iyi olduğu noktalarda bu tür bir hata söz konusu olmaz iken GPS değerlerinin ideal olmadığı yerlerde bu kayıklıkların olduğu tespit edilmiştir. Yani kayıklıkların olduğu yerlerin hepsi incelendiğinde hepsinin ortak özelliği GPS değerlerinin düşük olduğu yerler olarak görülmektedir.

Mobil Haritalama Sistemlerinin çalışma prensibi; Gps in iyi olduğu yerlerde fotoğraf merkezinin koordinatları GPS den alınırken, GPS in iyi olmadığı yerlerde IMU'dan elde edilen 6 yönlü açı eksenleri kullanılarak bir koordinat değeri elde edilmektedir. Bu değerlerdeki mesafe ve açı değerlerinde enterpolasyon kullanılmakta olup, 3-5-10 cm gibi sınırları içerisinde kalan koordinatlar bu sonucu meydana getirmektedir. Bu farklılıklardan dolayı fotoğraf ve lazer nokta bulutunda uzak mesafelere baktıkça bir kayıklık gibi görünmektedir.

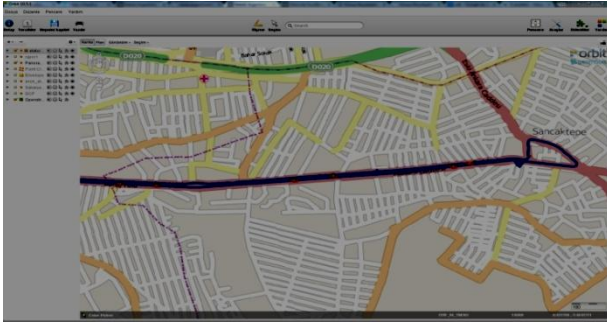
Yaptığımız kontrollerde lazer nokta bulutu koordinatları doğru iken fotoğraf merkezinde yaklaşık 0.5° gibi kayıklık olduğu tespit edilmiştir.

Bu tür yerlerde ölçü yapılacak ise aracın yakından taradığı ve resmini çektiği yerlerden nesne ölçünün alınması hatanın en aza inmesini sağlayacaktır. Ayrıca şartname gereği çok sık bir şekilde yani 3 m de bir panoramik resim çekilmektedir. 3 metre aralıklarla resimlerin çekildiği bir veri kümesinde şartnamede belirtilen 100 metre den ölçü yapılmalı ibaresi anlamsız kalmaktadır. Çünkü 100 metre uzaktan ölçümü yapmayı gerektirecek bir engel olmadığı gibi aksine çok sık bir şekilde panoramik görüntü alındığından ölçüm işlemleri en yakın panoramik görüntüden yapılması daha sağlıklı sonuç verecektir. Ölçüm için en yakın panoramik görüntü seçilip sağa sola 10-15 metrelik mesafelerde yapılması bu noktadan daha uzakta ölçüm yapılacaksa ölçülecek objeye en yakın panoramik görüntünün açılması ölçüm hassasiyetini arttıracaktır.

3.3 Hassasiyet Kontrolü

3.3.1 Nokta Bulutu üzerinden Koordinat Ölçümü ve Karşılaştırılması

Söz konusu kontrol çalışması Sancaktepe ilçesi Atatürk caddesinde yapılmış olup ,çalışmanın yapıldığı cadde üzerinde “şekil 3” de görüldüğü gibi 6 adet poligon noktası tesis edilmiştir. Bu poligon noktalarının koordinatları “Topcon GR-3” marka GNSS alıcısıyla “TUSAGA-AKTİF” sabit istasyonları kullanılarak CORS yöntemiyle en az birer saat aralıklarla farklı uyuşma konfigürasyonları kullanılarak iki farklı oturum yapılmıştır. Her poligon noktasında yapılan bu iki ölçüm oturumlarından elde edilen koordinat farklarından gelen “ ΔX ”, “ ΔY ” ve “ ΔZ ” değerinin en fazla ± 7 cm olan ölçümler kullanılmıştır. “PDOP” değerleri 1.479-1.752 arasında değişmektedir ve ölçüme uygun uydu geometrileri olduğu anlaşılmıştır. Koordinatları hesaplanmış bu poligonlardan çıkış alınarak ve arka arkaya en fazla iki kör poligon atılarak cadde boyunca “Şekil 4 ” ‘de olduğu gibi lazer nokta bulutu ile iyi şekilde modellenmiş detay noktalarının ölçümleri yapılmıştır



Şekil 3



Şekil 4

3.3.2 Panoramik Resimlerde uzama, yayvanlaşma problemi

Panoramik resimler birden fazla kameradan çekilen görüntülerin birleştirilmesi ile elde edilir. Özellikle kamera birleşim yerlerinde dikişleme dediğimiz bir algoritma çalışır. Ve bu imalatçı firma tarafından odak uzaklıkları, odak konumları gibi birçok parametre bir araya getirilerek kalibrasyon değerleri elde edilir ve dikişleme bu kalibrasyon parametrelerinden meydana gelmektedir.

Panorama İstanbul Projesinde Çok az sayıda da olsa dahi panoramik resimlerde uzama eğilme gibi hatalarla karşılaşılabilir. Bazı resimlerde de tam olarak birleşmeme hataları vardır. Bu hataları iki gruba ayırmak gerekmektedir

3.3.2.1 Dikişleme Hatası

Aşağıdaki resimde de görüldüğü gibi panoramik görüntü geniş açı ile çekilen resimlerden meydana gelmektedir. Balıkgözü denilen Fisheye lensler kullanılmakta olup, Fotogrametrik açıdan özellikle resim çerçevesi civarında yada diğer bir deyişle resim merkezinden uzaklaşmaya başlanıldıkça distorsiyon hataları meydana gelmektedir. Diğer kameradan gelen görüntülerle birleştirme işlemi merkezden resim çerçevesine doğru yapılmakta olduğundan merkezde kayıklık

olmazken resim dışına taşıldığında bazı noktalarda örtüşmeme veya birleşmeme gibi hatalar görülmesi normaldir. Bu hatalar, Halka açık olan Google street view, Yandex street view gibi uygulamalarda görülmektedir



Şekil 5

3.3.2.2 Uzama Eğilme Hataları

Çok az sayıda görülen bu hata görüntülerin dikişlenmesi sırasında meydana gelmekte olup, Bilgisayarların ekran kartları ile alakalı olduğunu düşünmekteyiz. Bu hatalarla karşılaşıldığında tekrar bu kısmın dikişlenmesinin yapılması uygun olacaktır.



Şekil 6

3.4 Lazer Noktalarının Reflektif Cisimlerden Yansması

Arazide yapılan ölçümlerde özellikle reflektif özelliği olan trafik tabelaları gibi yansıtıcı özelliği olan tabelalarda nokta bulutlarının biraz farklı bir noktada olduğu görülmüştür. Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi aynı yerde yan yana olan tabelalardan soldaki yansıtıcı özelliği olmayan sağdaki ise

yansıtıcı özelliği olan bir tabela olup ; yansıtıcı özelliği olan tabelada fiziki boyutlar olarak doğru olan nokta bulutları olması gereken yerden farklı bir noktada bulunmaktadır. Yani burada bir kayıklık söz konusu olmakla beraber her yerde aynı miktarda homojen olarak meydana gelmemektedir.

Sebebi: Aşağıdaki şekilde görüldüğü üzere fiziki yansıma kurallarına göre yansıtıcı yüzey olmaması durumunda 1. Yüzeyden yansıması gereken ışın yansıtıcı özelliği olan bir tabela gibi bir yüzeyden dönmesi durumunda kırılma indisine göre belli bir oranda kırılan ışın dönüşte farklı bir açı ile dönmektedir. Yani ışın A noktasından dönmesi gerekirken 1. Yüzeyden nüfuz ederek belli bir açıda kırılmaya uğrayarak yansımasını B gibi bir noktadan yapmaktadır. Yansıtıcı tabelanın her noktası homojen olmadığından bu yansımadan bu tabela üzerine gelen tüm lazer ışınlarının bir kısmı tabelanın doğru yerinden yansırken lazer ışınlarının bir çoğu kırılmaya uğrayarak farklı noktadan yani B noktasından yansımaktadır. Dolayısı ile aslında boyut olarak doğru değerde olan nokta bulutları konum olarak farklı bir noktada oluşmaktadır.

4. SONUÇ

Mobil Haritalama Yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen İSTKA detekli Panorama İstanbul Projesi ile İBB ye ait 4000 km 'lik ana arterlerin 360 derece lazerli panoramaları çekilmiş ve bu çekim sonucunda elde edilen veriler üzerinden sayısallaştırma ve envanter oluşturma çalışmaları yapılmıştır. Aynı zamanda bu makele de mobil haritalama ile verilerin nasıl elde edildiği , post-processing aşamaları ve yaşanan problemlere değinilmiştir. Yapılan çalışmaya ait yöntem ve veriler detaylı şekilde incelenmiş , çözümler belirtilmiştir.

Ülkemiz de ve Dünya da yapılan en kapsamlı ve en büyük mobil haritalama projesi olan Panorama İstanbul Projesi , bu alanda çalışma yapacak olan kurum ve kuruluşlara iyi bir örnek olarak temsil etmektedir. Bu proje aynı zamanda gelişen dünya da klasik yöntemlerin yerine teknolojiyi en iyi şekilde kullanarak zaman ve nakit tasarrufu sağlayarak projelerin gerçekleştirilebileceğine kanıttır.

KAYNAKLAR

PANDEY, ,McBride , Savarese, Eustice 2013

KOÇ S., 2015. İstiklal Caddesi Lazer Nokta Bulutu Verisinin Proses Edilmesi ve Sayısallaştırılması.