

MOBİL LİDAR VERİSİ İLE KENT ÖLÇEĞİNDE CADDE BAZLI ENVANTER ÇALIŞMASI VE COĞRAFİ SİSTEMLERİ ENTEGRASYONU-ANKARA ÖRNEĞİ

M. D. Keleş^a, C. C. Aydın^a

^aHacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe Ankara - (merve.keles, ceaydin@hacettepe.edu.tr)

ANAHTAR KELİMELELER: ML, Envanter verisi, Veri Toplama, CBS, Kentsel Tasarım

Özet

Mobil lidar (ML) yöntemi 1990'lı yıllardan bu yana birçok mühendislik alanında etkin olarak kullanılmaktadır. Özellikle kentsel tasarım, afet yönetimi gibi disiplinlerde yaygın uygulama alanı olan ML, bu disiplinlerin temel ihtiyacı olan envanter verilerinin toplanmasında önemli bir altlık görevi görmektedir. Kent ölçeğinde çok önemli bir yeri olan envanter verileri ile farklı birçok disiplinin de kullanılabileceği veri setleri oluşturulabilmektedir. Bu çalışmanın amacı seçilen bir uygulama alanında kente ait binalar, yollar, ibadethaneler ve benzeri objelerin ML verisi ile toplanarak belirli standartlar çerçevesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile değerlendirilmesidir. Bu kapsamda Ankara ili Balgat ilçesinde ML verisi ile bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Topcon IP_S2 ML sistemi ile toplanan veriler Spatial Factory yazılımı ile değerlendirilmiş, nokta bulutu verileri ve panoramik görüntüler yardımı ile elde edilen metrik ve öznel bilgileri doğrudan CBS veri tabanına aktarılmıştır. Çalışmanın sonucunda mevcut nesnelere kimlik bilgileri tek bir çatı altında toplanmış ve CBS ile kullanıma, sorgulamaya ve analiz işlemlerine hazır hale getirilmiştir. Ayrıca ML yönteminin envanter verilerinin toplanmasında çok etkin, hızlı ve hassas bir yöntem olduğu değerlendirilmiştir.

KEY WORDS: ML, Inventory data, Data Collection, GIS, Urban Design,

Abstract

The Mobile Lidar method has been used effectively in many engineering fields since the 1990s. Mobile lidar (ML), which is widely used in disciplines such as urban design and disaster management, is an important base in collecting inventory data which are the basic needs of these disciplines. With a very important place in the city scale, inventory studies can be used to create a database where many different disciplines can be used. The aim of this study is to collect all kinds of objects belonging to the city in a selected field of application such as buildings, roads, places of worship by using Mobile Lidar data in accordance with certain standards and within the scope of Geographic Information Systems (GIS). In this context, a city mapping study was conducted with mobile lidar data in Balgat district of Ankara province. The data collected with the Topcon IP_S2 ML system were evaluated with the Spatial Factory software, and the data obtained by the point cloud data and the panoramic images were transferred directly to the GIS database. As a result of the study, the identity information of the existing objects was collected under a single roof and made ready for use, inquiry and analysis with GIS. Moreover, it is considered that ML method is a very effective, fast and sensitive method for collecting inventory data. The findings, experiences, deficiencies and deficiencies obtained by the study are added to the required parts.

1. GİRİŞ

Dünyanın dört bir yanında nüfusun giderek artmasından dolayı şehirler zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Bugün bütün dünyada ve ülkemizde kent alanları hızla büyümekte, buna mukabil toplu taşıma, altyapı hizmetleri yetersiz kalmakta ve bu sorunların giderilebilmesi için gerekli planlamalar ve stratejiler gerekmektedir (Muellera vd. 2018). Hızla kentleşen bölgelerde şehir planlamasının yetersiz kaldığı ve sürdürülebilirlik kaygılarının arttırdığı konusunda görüşler mevcuttur (Koziatek

vd. 2017). Bu baskı ve kaygıların giderilmesinde birçok disiplin birbiri ile birlikte çalışarak kentleri daha yaşanabilir hale getirmek ve sorunlara karşı hızlı çözümler üretilebilecek altyapıyı oluşturmayı amaçlamaktadır. Gerekli altyapının oluşturulması ve iyileştirilmesi hususunda kente ait verilerin hızlı ve güvenli bir biçimde toplanması, gerek mevcut durumun değerlendirilmesi ve de gerekse sürdürülebilir planların yapılmasında çok önemli bir yer tutmaktadır. Kent alanlarında zamanla yarışıldığı düşünülürse bu konuda yeterliliğini ispat etmiş olan yüksek çözünürlüklü, hassas ve doğruluğu güvenilir bir yöntem olan ML yöntemi vazgeçilmez yöntemlerden biri

olarak karşımıza çıkmaktadır (Kukko vd. 2013a). ML yöntemi ile kent nesnelere ait nokta bulutları ve yüksek çözünürlüklü panoramik görüntüler elde edilebilmektedir (Lambers vd. 2007). Nokta bulutu verisinin X, Y, Z koordinat bilgileri GPS-IMU sisteminin ML tarayıcısına entegre olmasıyla ölçülmektedir. Farklı uygulama alanları için üretilen bu veriler konumsal/coğrafi veri altyapısının kurulması için gerekli niteliklere sahip olmalıdır (Aydinoğlu, 2010). ML yöntemini kullanarak tüm şehir objelerine ait envanter çıkartılabilir. Görüntü içindeki tüm ağaçlar, elektrik direkleri, bankalar, reklam tabelaları, alt yapı unsurları, bina sayımları, bina durumları, trafik işaretleri, trafik lambaları, yol durumu, bozuk asfalt ve bordür tespiti, kaldırım genişliği, yol genişliği, yol çizgileri, yaya geçidi çizgilerinin durumu tespiti, sayımı, koordinat belirlenmesi gibi bilgiler elde edilebilir (Tepeköylü, 2016).

Kente ait envanterlerin oluşturulması belediyelerin temel ihtiyaçlarından biridir. Özellikle Afet yönetimi gibi doğal afetlerin doğrudan ya da dolaylı olarak sebep olduğu maddi ve manevi kayıplara yönelik durum analizleri, afet öncesi planlama, afet sonrası müdahaleleri güvence altına almak amacıyla dünyada birçok ülkede FEMA (FEMA, 2019), EPC (EPC, 2019), EMERCOM (EMERCOM, 2019) gibi kurumlar mevcuttur. Ülkemizde ise AFAD (AFAD, 2019) tarafından bu kriz yönetimi sağlanmaktadır. AFAD'a ait deprem, yangın gibi afetleri, afet öncesi hazırlık ve zarar azaltma politikaları, afet anında etkin müdahale planlamaları ve afet sonrasında oluşan zararların iyileştirilmesi amacıyla 5902 sayılı kanuna istinaden "Aydes" projesi bulunmaktadır (AYDES, 2019). Bu proje TAMP yönetmeliği kapsamında birçok disiplinden alınan verilerin (TAKBİS, MBS, UAVT, Türksat) birleştirilmesiyle oluşturulmuştur (TAMP, 2015) ve temel altyapı olarak kent bilgisi kullanılmaktadır. Ancak büyükşehir belediyelerinin ve belediyelerin hali hazırda bulunan envanter sistemleri yetersiz veya tam olarak ihtiyacı karşılayamamaktadır. Bunun sonucunda veriler tek bir kurum tarafından temin edilememekte, gerekli altyapı istenilen biçimde oluşturulamamaktadır. Özellikle deprem felaketi için bina envanteri, hastane ve park envanterleri gibi veriler hayati öneme sahip olup bu altyapıyı oluşturmak zaman ve ekonomik açıdan oldukça güç olmaktadır.

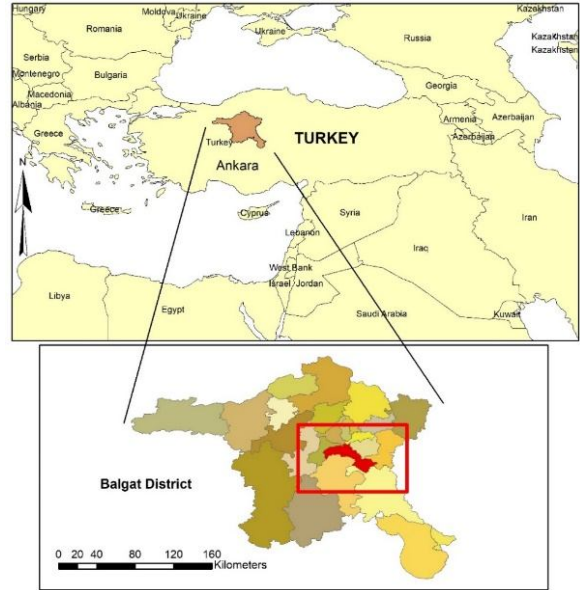
Bu çalışmada, Ankara ili Çankaya ilçesinde Aşağı Öveçler mahallesi Lizbon Caddesi uygulama alanı olarak seçilmiştir. Veri toplama aşamasında, Türksat Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme A.Ş (TÜRKSAT) tarafından kullanılan Topcon IP-S2 ML sistemi ve verisi kullanılmıştır. Çalışma alanına ait ML verisi nokta bulutu ve panoramik görüntüler elde edildikten sonra gerekli değerlendirilmeler yapılarak istenilen alanlarla ilgili metrik ve öznel envanter verileri toplanarak etkileşimli olarak CBS veri tabanına aktarılmıştır. Bu çalışma ile ML yönteminin yerel yönetimler ve belediyelerin cadde bazlı bina envanterlerinin elde edilmesinde çok faydalı ve etkin bir yöntem olduğu kanaatine varılmıştır.

2. METODOLOJİ

2.1. Çalışma alanı ve veri kaynakları

Ankara şehri, Türkiye'nin başkenti olmakla birlikte en büyük üç şehirden biridir. Nüfusu yaklaşık 5.445.026 kişi ve yüzölçümü 25.632 kilometre karedir. Kentin sekiz ilçesi ve 850 metre kotu

vardır (Wikipedia, 2018). Balgat mahallesi olarak adlandırılan çalışma alanı, şehir merkezinde Çankaya ilçesine bağlı sekiz bölgeden biridir (Şekil 1). Cadde bazlı envanter çalışması uygulama alanı aşağı öveçler mahallesindeki "Lizbon Caddesi" seçilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı

Kentsel tasarım ve yönetim sorunları genellikle CBS' nin her aşamasında verilerin disiplinli ve bütünleştirici kullanımını gerektirmektedir. Veri toplama adımını yönetmek için kullanılacak veri, veri teknikleri ile elde edilebilir veya ilgili kuruluşlardan sağlanabilir.

Bu çalışmadaki işlem aşamaları, veri kaynakları ve türleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Aşama	Konu ve Uygulama Alanı
Mevcut Durum Analizi	Çalışma alanı için gerekli bilgilerin elde edilmesi, sorunların saptanması, kent yaşamı için çalışma alanının önemi, çevre özellikleri, nesnelere analizi
Ölçme Materyallerinin Elde Edilmesi	Bölgenin nokta bulutu verisi, panoramik görüntüleri, yer kontrol noktaları ve uydu görüntüleri
Uygulama Aşaması	Nesnelere tespit edilmesi, bilgilerin toplanması, sayısallaştırma, kimliklerin oluşturulması, gerekli sorgulamaların yapılması

Tablo 1. Uygulama işlem aşamaları

2.2. Mobile Lidar teknolojisi

ML teknolojisi, üç boyutlu (3B) veri edinimi için hızlı ve güvenilir bir ölçüm yöntemidir. Sistem, yersel/sokak tabanlı uygulamalar için 3B modelleri toplamak/üretmek için kullanılacak nesnelere üç boyutlu nokta bulutu üretir. Tipik

olarak, iki boyutu elde etmek için, bir araca bir 2D tarayıcı sabitlenir ve üçüncü boyutu elde etmek için araç entegre bir navigasyon çözümü ile hareket ettirilir (Ussyshkin, 2009; Kukko vd. 2013b). Günümüzde 3B coğrafi bilgi için yoğun bir ilgi vardır ve ML, bu konuda kendisini uzun yıllardır kanıtlanmış ve yaygın olarak kullanılmakta olan bir teknolojidir. ML sistemlerinin günümüzde en çok kullanılan alanlarından bazıları madencilik, mühendislik ve inşaat, petrol, boru hattı, trafik işareti tespiti ve tesis tasarımıdır. Ayrıca, ML sistemlerinin en çok kullanıldığı bir uygulama alanı cadde ve sokak nesnelerinin modellenmesidir. Cepheleer, binalar, yollar ve ağaçlar gibi farklı nesnelere nokta bulutlarıyla modellenilebilir ve daha sonra çeşitli sınıflandırma yöntemleri kullanılarak sınıflandırılabilirler (Duran, vd. 2012; Sahin, vd. 2012; Aydın, 2014; Topcon, 2019).

2.2.1. IP_S2 Mobil Lazer Tarama Sistemi

IP-S2 ML sistemi, kentsel alanlarda haritalama ve kentsel veri elde etmek için geliştirilmiştir. IP-S2, 2009'dan beri piyasada bulunan bir Topcon mobil haritalama sistemidir. Sistemde üç adet SICK LMS 291 tarayıcı, çift frekanslı 40 kanallı GNSS alıcı, Honeywell HG1700 taktik sınıf IMU ve LADYBUG3 çoklu kamera ünitesi bulunmaktadır (Puente vd. 2013). IP-S2 farklı uygulama alanları için yüksek yoğunluklu 3B nokta bulutları üreten bir sistemdir (Topcon, 2019). Uygulamada kullanılan sistem Şekil 2' gösterilmektedir.



Şekil 2. Topcon IP-S2'nin ML sistemi araç ve ekipmanlar

ML veri seti, çalışma sahasında bulunan dört cadde için toplanmış ve bir caddede değerlendirilmiştir. Kamera pozisyonlarının yoğun ticari araç trafiğiyle engellenmemesi için ölçüm yapılacak zamanın çok iyi seçilmesi gerekmektedir. Uygun veri alımını sağlamak için araç 20-30 km/s hızda hareket ettirilerek saniyede 150.000 nokta toplanmıştır. Yüksek çözünürlüklü sayısal kamera görüntüleri her 5 metrede elde edilmiştir. Değerlendirmeden önce, fotoğraf ve nokta bulutlarında gösterilen kentsel tasarım, karakteristik değerlendirme, tasarım uyumluluğu, bina yapıları ve kaldırımlar dahil olmak üzere ilgili tüm kriterleri incelenerek bir ön değerlendirme çalışması yapılmıştır.

3. KENT ENVANTERİ

3.1 Envanterin Şehirler için Önemi

Günümüzde gerek klasik yöntemlerle ve de gerekse bilgi sistemleri ile gerçekleştirilecek yönetim sistemleri için güncel

veri çok önemli bir bileşendir. Bu nedenledir ki hangi verilerin toplanacağı ve nasıl elde edileceği konuları günümüz projelerinin en önemli aşamalarını oluşturmaktadır. Veri toplamak ve gerekli envanterleri oluşturmak zaman alıcı ve pahalı bir işlemdir. Gelişen teknoloji ve tekniklerle beraber, veri eksikliğini gidermek için veri toplama aşamaları farklı teknikler kullanılarak gerçekleştirilmekte ve gerektiğinde bütünsel bir kullanım ile sorun çözümüne gidilmektedir. Günümüzde özellikle yoğun kent alanlarına ait cadde/sokak bazlı envanter verisi toplamada farklı metodlar kullanılmaktadır. Bunlar yakın resim fotogrametrisi, eğik fotogrametri, uzaktan algılama, ML gibi tekniklerdir. Veriler bir veya birkaç yöntemle toplanarak farklı metodolojilere göre değerlendirilmektedirler. Bu değerlendirmeler sonucunda farklı amaçlara hizmet edebilecek envanterler geliştirilebilmekte ve bütün bu çalışmalara ek olarak gerekli görüldüğünde de anket çakışmaları ile projeler desteklenebilmektedir.

Envanter kentteki mevcut durumu ayrıntılı olarak gösteren ve depolayan bir veri bankasıdır. Amaca göre toplanacak envanter farklılık göstermektedir. Günümüz teknolojisi ile şehirler akıllı şehirlere dönüşüm teknolojilerine geçmektedir. Akıllı şehirlerin alt dalları olan akıllı ulaşım, akıllı çevre, akıllı yaşam, akıllı ekonomi gibi birçok alan için oluşturulması gereken altyapılar mevcuttur. Bunlar şehirlerin sürdürülebilirliği açısından oldukça önem arz etmektedir. Bu altyapılardan bir tanesi de şehir nesnelerinin envanterinin çıkarılmasıdır. Gelişen teknolojiye ayak uydurabilmek ve şehirlerde rahat ve konforlu yaşayabilmek için envanter temel bir gereksinim olmaktadır. Akıllı şehirlerin yanı sıra bu envanterlerin farklı alanlar içinde kullanımı mevcuttur; örneğin ülkemizdeki tarihi eserlerin ve müzelerin detaylı olarak bilgilerini içeren Müzeler Ulusal Envanter Sistemi (MUES) (MUES, 2019) bulunmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda şehirleri anlamlandırmak, ilerlemesine yardımcı olmak, daha yaşanabilir hale getirmek için bu veri bankasını üretmek ve etkili bir şekilde kullanmak gerekmektedir.

3.2. Sokak bazlı alan verileri

Alan veri toplama prosedürleri, doğrudan gözlemler ve cadde/sokak incelemeleri yoluyla bina bazında verilerin toplanması ile oluşturulmaktadır. Bu prosedürler geçmişten günümüze farklı şekillerde uygulanarak gelmişlerdir. Bunlardan bir tanesi binaların özelliklerinin cadde/sokak bazında kaydedilerek kağıt formlara işlenmesi, bir diğeri de gelişmekte olan teknolojiler kullanılarak çok yoğun kent alanlarının alımının yapılması ve gerekli bilgilerin bilgisayar ortamında değerlendirilmesidir (Aydın, 2014). Bu çalışmada bu konuda yapılan diğer uygulamalarda da olduğu gibi bina, ulaşım, vs. dahil olmak üzere alan hakkındaki tüm bilgiler, CBS ortamında veri tabanında toplanmaktadır. Bina veri tabanında her bina, bir kimlik numarası ve kimlik kartı ile temsil edilmektedir.

3.3 Kriterler

CBS ile yapılan kentsel haritalama, uygulamaların farklı alanlarına bağlı olarak çok geniş bir kriter yelpazesine sahiptir. Artan nüfus ve insan ihtiyacına göre bu kriterler zamanla değişim göstermektedir. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınma çalışmaları bugün çok cazip ve gündemde olan konulardır. Kriterler; kültür, bölge, iklim, tarih, çevre ve benzeri faktörlere göre çeşitlendirilebilir. (Puente, 2011) 'e göre, anahtar bileşenler morfoloji, yerel kimlik, mahallelere bağlantılar, yerel karakter, doğal özellikler, sosyal ve ekonomik profildir. Kriterleri tanımlamak önemli bir süreçtir ve tasarım aşaması karmaşıktır

çünkü birçok kriter aynı anda değerlendirilmelidir. Dahası, karar verme aşamaları, farklı hedefleri ve öncelikleri olan farklı tarafları içerir. Bütün bu bileşenler teknik, ekonomik, çevresel ve sosyolojik kriterler ile ilgilidir.

3.3.1 Değerlendirme kriterlerinin tanımlanması

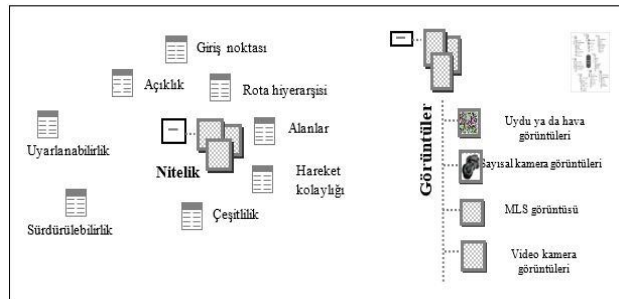
Kentsel tasarım çalışmalarının çoğu kriterleri çevresel, sosyal ve ekonomik olarak tanımlamaktadır. Bunlar ana kriterlerdir ve alt bölümleri tanımlamak mümkündür (Tablo 2). Tablo 2 çok kriterli kentsel tasarım çalışmalarını kullanan bazı kriterleri açıklamaktadır.

Kriter	Alt bölümler
Çevre	Süreklilik ve korunma: özel ve kamusal alanlar, erişilebilirlik, uyarlanabilirlik, renkler, görünüm, dekorasyon, aydınlatma, bina cepheleri, malzemeler, doku, çekicilik, yeşil alanlar, peyzaj, uyum, bina yapıları, yürünebilirlik, parklar, sokaklar.
Sosyal	Karakter: peyzaj, kültür, açık alanlar, çekici, güvenlik, erişilebilirlik, arazi kullanımlarının entegrasyonu, doğal özellikler, görünüm, binaların girişleri, çekicilik, yeşil alanlar, yürüme mesafesi, parklar, sokaklar, ortak alanlar.
Ekonomik	Erişilebilirlik, arazi kullanımları, uyarlanabilirlik, görünüm, aydınlatma, malzeme, bina yapıları, ortak alanların birleştirilmesi.

Tablo 2. CBS ile kentsel tasarım ile ilgili kriterlerden bazıları

3. 4. Veritabanı tasarımı

CBS, her türlü geometrik ve öznitelik verisini toplayan, işleyen ve verileri kullanıcılara analiz etmek, görselleştirmek ve sunmak için birçok operasyonel araca sahip olan yetenekli bir sistemdir. Ayrıca, CBS sorgulamalar ve istatistiksel analizler için karşılıklı veri tabanlarını bir araya getirme konusunda çok yeteneklidir. Bu nedenle, farklı ölçek ve farklı projeksiyonlarla birçok veri türü aynı veri tabanında standartlaştırılabilir. Çalışmanın bu bölümünde, çeşitli veri kaynaklarından elde edilen veriler CBS'ye aktarılarak bir veri tabanı oluşturulmuştur. Oluşturulan veri tabanının bir kısmı Şekil 3'te sunulmuştur.



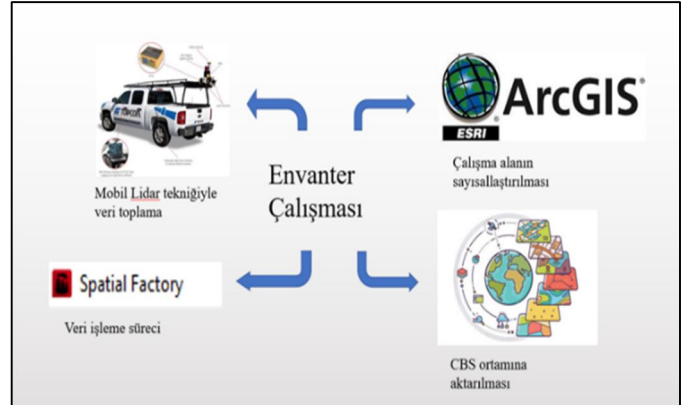
Şekil 3. Veri tabanı tasarımının bir kısmı

4. UYGULAMA

Ankara ili Çankaya ilçesi Lizbon Caddesi üzerinde pilot alan seçilerek alana ait envanter bilgileri bu çalışmada tanımlanan problem çerçevesinde toplanmıştır. Ağaçlar, binalar, cami, elektrik direkleri, trafik tabelaları, trafik ışıkları, isim tabelaları, yollar vb. gibi nesnelerin envanteri aşağıdaki hedefler doğrultusunda elde edilmeye çalışılmıştır.

- Akıllı şehirler için gerekli altyapının oluşturulması,
- AFAD için gerekli altyapıyı sağlamak, özellikle deprem analizlerini ve kayıplarının doğru, kolay ve hızlı bir şekilde belirlenmesine yönelik verilerin toplanması,
- Gerçekçi yaklaşımlarla durum tespitinin ve analizlerinin yapılması,
- Kent Bilgi Sistemleri için altyapı oluşturmak,
- Kente ait bütün bilgilerin tek çatı altında toplamasına katkı sağlamak,
- Kentteki mevcut durumu ayrıntılı olarak tespit etmeye yönelik çalışma yapmak.

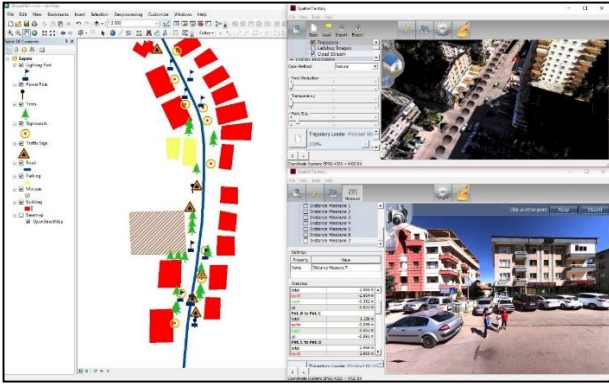
Çalışma alanında, bu hedefler doğrultusunda nesnelerin gerekli detayları ile kimlikleri oluşturulmuş ve proje için gerekli aşamalar belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Proje akış diyagramı

4.1. Ön değerlendirme ve Veri setlerinin belirlenmesi

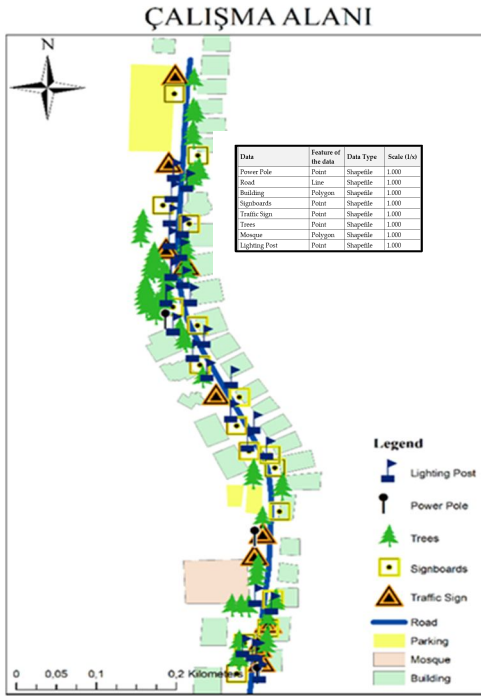
Uygulama alanı olan Lizbon caddesi nokta bulutu verilerinin işlenmesinden sonra, bilgisayar ortamında, panoramik görüntüler üzerinden hangi tür metrik veya öznitelik verilerinin alınabileceğine ve özellikle coğrafi veri tabanı için hangi standartların dikkate alınacağına karar vermek için bilgisayar ortamında çalışma alanı incelenmiş ve ön değerlendirmeler yapılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Nokta bulutu verileri ve CBS ile sayısal görüntüler üzerinde toplanacak standart ve verilerin belirlenmesi

4.2. Sayısallaştırma

Öncelikli olarak proje kapsamında pilot bölgede envanteri çıkarılabilecek nesnelere belirlenmiştir. Bunlar binalar, yollar, camiler, ağaçlar, trafik işaretleri, billboardlar, elektrik direkleri, sokak lambaları, otoparklar ve kaldırımlar şeklinde ArcMap 10.3 programında ayrı ayrı sınıflandırılmıştır. Çalışma bölgesinin Ankara olması sebebiyle koordinat sistemi buna göre belirlenmiştir ve WGS1984 UTM_Zone_36N seçilmiştir. Şekil 6'da pilot bölgenin sayısallaştırılması ve sayısallaştırılan nesnelere özellikleri görülmektedir.



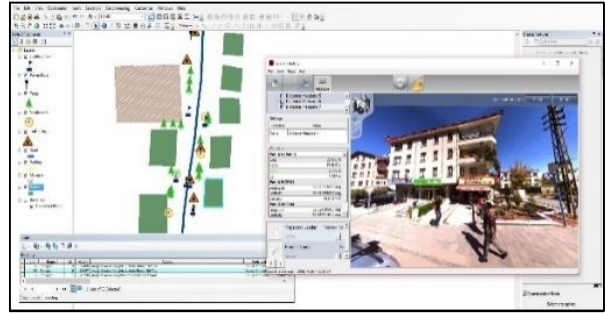
Şekil 6. Pilot bölgeye ait bir alanın ArcMap ile sayısallaştırma

4.3. Metrik ölçümler

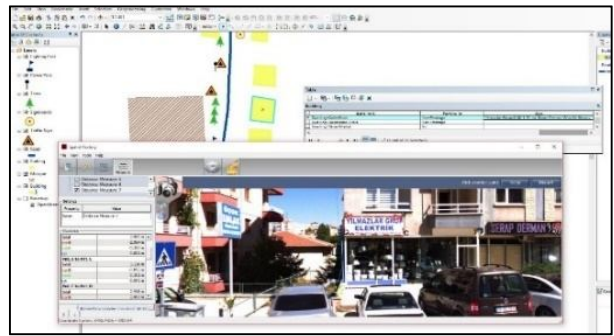
Envanter çalışmalarının önemli bir kısmını da metrik ölçümler oluşturmaktadır. Bu ölçümler binaların yükseklikleri olabileceği gibi ticari tabelalar ve her türlü objenin metrik olarak ölçülerinin alınması da olabilmektedir. Bu amaçla ML verisi üzerinden gerekli metrik değerlendirmeler Spatial Factory yazılımı

yardımlarıyla yapılmış ve elde edilen veriler veri tabanına işlenmiştir (Şekil 7).

(a)



(b)



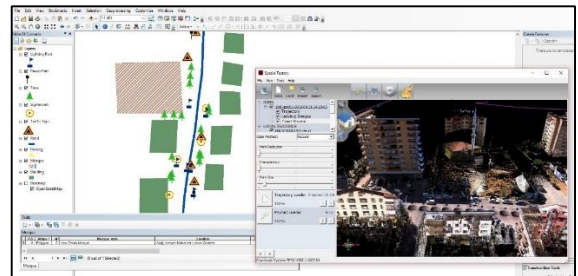
Şekil 7. (a) Panoramik görüntü üzerinden Bina çatısının metrik ölçümü (b) Bina üzerindeki bir tabelanın metrik ölçümü

4.4. Öznitelik Tablolarının Oluşturulması

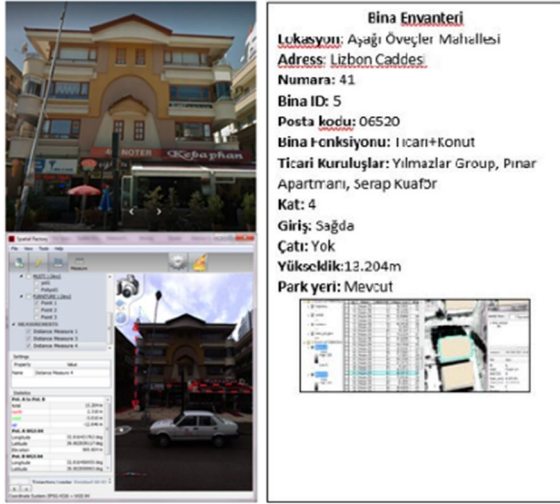
Öznitelik tabloları oluşturulmadan önce nesne yoğunluğuna incelendiğinde bölgede en fazla sayıya sahip nesnenin binalar olduğu saptanmıştır. Sonrasında ağaçlar, isim levhaları trafik tabelaları, otoparklar ve yollar şeklinde sıralanmaktadır.

4.4.1 Binalar

Binaların ve camilerin öznitelikleri oluşturulurken Bina nitelikleri içerisinde bulunan bina fonksiyonu, binanın kullanım amacı, market, depo, ofis ve benzeri kullanım durumları da irdelenip bu çerçevede bilgiler ArcMap 10.3 programı üzerinden oluşturulan bina envanter kimlik kartlarına işlenmiştir. Şekil 8 ve Şekil 9'da bu kartların birer örnekleri gösterilmektedir.



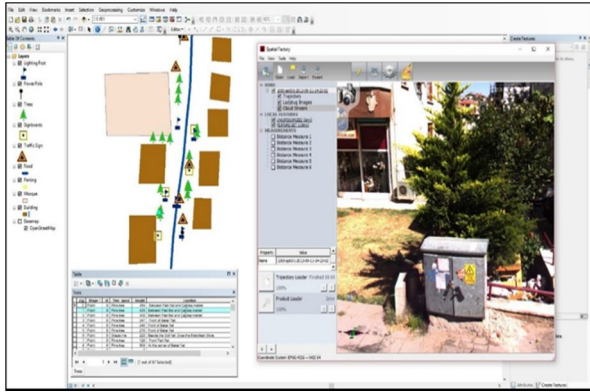
Şekil 8. Nokta bulutu verisi üzerinden Caminin ölçülendirilmesi ve öznitelik tablosuna işlenmesi



Şekil 9. Bina envanteri kimlik kartı örneği

4.4.2 Ağaçlar

Çalışma bölgesinde bulunan ağaçların dağılımının, türlerinin, sayılarının bulunduğu ağaç kimlikleri oluşturulmuş ve sınıflandırılmıştır (Şekil 10). Lizbon Caddesi yoğun işyerine trafiğe sahip olduğundan cadde üzerinde birçok bilgi içeren isim levhaları, trafik tabelaları ve elektrik direkleri gibi küçük ama önemli objeler bulunmaktadır. Bu objelerin her biri için konum ve gerekli niteliklerinin depolanacağı öznelik tabloları oluşturulup veriler tek tek veri tabanına işlenmiştir. Böylelikle yol üzerinde olan nesnelere bütüncül olarak görülebilir analizleri yapılabilecek hale getirilmiştir.



Şekil 10. Ağaçların tespiti ve ağaç özneliklerinin gösterilmesi

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada ML verileri kullanılarak kentsel alanlar için sokak tabanlı sürdürülebilir bir envanter çalışması yapılmıştır. Bu çalışma için Topcon IP-S2 sistemi kullanılmış, basit ve etkili bir yaklaşım geliştirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre bulgular ve kısıtlamalar belirlenmiş ve önerilerde bulunulmuştur.

Bulgular

- Çalışma sahasından elde edilen ML veri setinin diğer uygulamalar için de bir altlık oluşturabileceği potansiyelinin olduğu ve katma değerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.
- Özellikle ML ile şehre ait tüm objelerin envanter verilerinin çok kısa zamanda ve yüksek doğrulukla ve koordinatlı olarak elde edilebileceği tespit edilmiştir.
- Panoramik görüntüleri yardımıyla tüm ağaçlar, elektrik direkleri, banklar, reklam tabelaları, isim tabelaları, bina durumları, trafik işaretleri, trafik lambaları ve saptanabilecek daha birçok nesnenin durum analizi gibi uygulamaların kolaylıkla yapılabileceği görülmüştür.
- Elde edilen bulgular göz önüne alındığında hem zaman olarak hem maliyet olarak ML yöntemini bu tür çalışmalar için etkili ve güvenilir bir yaklaşım olduğu görülmüştür.
- Proje sonucunda oluşturulan envanter içeriklerinin toplanan özellikler bakımından güvenilir olmakla beraber, çalışılan bölgede bulunan obje çeşitliliğine göre diğer kent alanlarında farklı nesnelere farklı kriterlerinin oluşturulması gerekebileceği tespit edilmiştir.

Kısıtlamalar

- Özellikle ticari merkezlerde bina cepheleri reklam tabelaları, ışıklı tabelalar, yol kenarlarındaki ağaçlar gibi görsel engeller nedeniyle rahat görülemezdir. Buna birde yoğun trafik eklenince ML ile alımda zorluklar yaşanabilmektedir. Bu nedenle, ölçüm günü ve saati bu kısıtlamalara göre seçilmelidir.
- Bu envanter çalışması başka verilerle veya veri toplama sistemleri ile desteklendiğinde çok daha iyi sonuçlar verecektir. Örneğin yapılan çalışmalar depreme dayanıklılık, bina yapım yılı, adres bilgisi gibi verilerle bütünleştirildiğinde geniş ölçekte kullanılabilecek çalışmalar haline gelecektir.

Öneriler

- Kent ölçeğinde değerlendirmeye alınacak bir çok kriter düşünüldüğünde bu gibi çalışmaların önemli miktarda zaman alacağı kaçınılmazdır. Bu sebeple zaman ve iş gücü kaybını önlemek için çok iyi bir proje planlaması gerekmektedir.
- Veri toplama ve değerlendirme aşamaları dikkate alındığında cadde bazlı her türlü uygulamalar için ML yöntemi hem doğru sonuçlar veren hem de çok hızlı bir yöntemdir. Ülkemizde belli sınırlarda envanter bilgilerinin elde edilmesinde çok kısa zamanda faydalı sonuçlara ulaşmada kullanılabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan ML veri setinin temin edilmesini sağlayan TÜRKSAT'a teşekkürlerimizi sunarız.

6. KAYNAKÇA

- AFAD. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://www.afad.gov.tr/>, Türkiye (05 Nisan 2019).
- AYDES. Afet Yönetimi Karar Destek Sistemi. <https://www.afad.gov.tr/tr/3639/Afet-Yonetim-ve-Karar-Destek-Sistemi-Projesi-AYDES>, Ankara (05 Nisan 2019).
- Aydınoglu, C.A., 2010. INSPIRE Direktifi Perspektifinde Ulusal Coğrafi Altyapıları, https://webdosya.csb.gov.tr/db/cbs/icerikler/inspire-booklet_v2-20180626135558.pdf, (5 Şubat 2019).
- Aydin, C.C. Designing building façades for the urban rebuilt environment with integration of digital close-range photogrammetry and geographical information systems. *Automation in Construction* 2014, 43, 38–48.
- Duran, Z., Aydar, U. Digital modeling of world's first known length reference unit: The Nippur cubit rod. *Journal of Cultural Heritage* 2012, 13, 352-356.
- EMERCOM. Acil Haller Bakanlığı. <http://en.mchs.ru/> Rusya (01 Nisan 2019).
- EPC. Acil Haller Hazırlık teşkilatı. <https://www.getprepared.gc.ca/index-eng.aspx>, Kanada (01 Nisan 2019).
- FEMA. Federal Acil Durum Yönetimi Kurumu, <https://www.fema.gov> ABD (05 Nisan 2019).
- Hanusch, T., 2006. Combining photogrammetry and laser scanning for the recording and modelling of the Late Intermediate Period site of Pinchango Alto, Palpa, Peru, *Journal of Archaeological Science*, Germany, Switzerland, Austria, Vol. 34, pp. 1702-1712.
- Koziatek, O., Dragičević, S., 2017. City 3D: A geosimulation method and tool for three-dimensional modeling of vertical urban development. Elsevier, pp. 356-367.
- Kukko, A., Anttila K., Manninenb, T., Kaasalainen, S., Kaartinena, H., 2013a. Snow surface roughness from mobile laser scanning data. Elsevier, pp. 23-35
- Kukko A, Anttila K, Manninen T, Kaasalainen S, Kaartinen H. Snow surface roughness from mobile laser scanning data, *Cold Regions Science and Technology*. 2013b; 96:23–35.
- Lambers, K., Eisenbeiss, H., Sauerbier, M., Kupferschmidt, D., Gaisecker, T., Sotoodeh, S., Hanusch, T., 2006. Combining photogrammetry and laser scanning for the recording and modelling of the Late Intermediate Period site of Pinchango Alto, Palpa, Peru, *Journal of Archaeological Science*, Germany, Switzerland, Austria, Vol. 34, pp. 1702-1712
- Mueller, J., Lub, H., Chirkinb, A., Kleina, B., 2018a. Citizen Design Science: A strategy for crowd-creature urban design. Elsevier, Switzerland, Singapur, pp. 181-188
- MUES. Müzeler Ulusal Envanter sistemi <http://www.kulturvarliklari.gov.tr/TR,98489/muzeler-ulusal-envanter-sistemi-mues.html>, (04 Mart 2019).
- Puente, I., González-Jorge, H., Martínez-Sánchez, J., Arias, P. Review of mobile mapping and surveying technologies. *Measurement* 2013, 46, 2127-2145.
- Puente, I., González-Jorge, H., Arias, P., Armesto, J. Land-Based Mobile Laser Scanning Systems: A Review. In *Proceedings of ISPRS Workshop Laser Scan 2011*, Calgary, Canada, 29–31.
- Sahin, C., Alkis, A., Ergun, B., Kulur, S., Batuk, F., Kilic, A. Producing 3D city model with the combined photogrammetric and laser scanner data in the example of Taksim Cumhuriyet square. *Optics and Lasers in Engineering* 2012, 50, 1844-1853.
- TAMP. Türkiye Afet Müdahale Planı. <https://www.afad.gov.tr/tr/2419/Turkiye-Afet-Mudahale-Planı> 2015, AFAD, Ankara (05 Nisan 2019).
- Tepeköylü, S., 2016. Mobil Lidar Uygulamaları, Veri İşleme Yazılımları ve Modelleri. *Journal of Geomatic Research*, pp. 1-7.
- TOPCON. Topcon Global Gateway. 2019. <http://www.topcon.co.jp/en/news/20091204-826.html>, (22 Şubat 2019).
- Ussyshkin V., Mobile Laser Scanning Technology for Surveying Application: From Data Collection to End-Products. FIG Working Week, Surveyors Key Role in Accelerated Development. 3-8 May 2009; Israel.
- Wikipedia. 2018. Available online: <http://en.wikipedia.org/wiki/Ankara> (18 Ocak 2019).