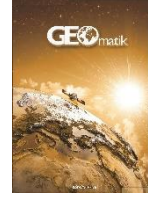




GEOMATİK

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



Mobil LiDAR Verisi ile Kent Ölçeğinde Cadde Bazlı Envanter Çalışması ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu: Ankara Örneği

Merve Damla KELEŞ*1, Cevdet Coşkun AYDIN¹

¹Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Mobil LiDAR
Envanter Verisi
Veri Toplama
CBS
Kentsel Tasarım

ÖZ

Mobil LiDAR (ML) yöntemi 1990'lı yıllardan bu yana birçok mühendislik alanında etkin olarak kullanılmaktadır. Özellikle kentsel tasarım, afet yönetimi gibi alanlarda yaygın uygulama alanı olan ML, bu alanların 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 Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) kapsamında ML verilerini kullanarak binalar, yollar, şehir mobilyaları, fiziki ortamlar ve şehre ilişkin envanter gibi her türlü veriyi seçili bir alanda toplayarak değerlendirmektir. 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 öznelik bilgileri doğrudan CBS veri tabanına aktarılmıştır. Çalışmanın sonucunda mevcut nesnelerin 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.

Street-Based Inventory Study and Integration of Geographic Systems with Mobile Lidar Data in Urban Scale -Ankara Example

Keywords

Mobile LiDAR
Inventory Data
Data Collection
GIS
Urban Design

ABSTRACT

The Mobile LiDAR (ML) method has been used effectively in many engineering fields since the 1990s. 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 kind of data such as buildings, roads, city furnitures, physical environments, inventory related to city in a selected area by using ML data within the scope of Geographic Information Systems (GIS). In this context, a city mapping study was conducted with ML 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 gathered under a single roof and made ready for use, inquiry and analysis with GIS. Moreover, it is considered that the ML method is a very effective, fast and sensitive method for collecting inventory data. The findings, experiences and deficiencies obtained by the study are added to the required parts.

*Sorumlu Yazar

Kaynak Göster (APA)

(mkeles@hacettepe.edu.tr) ORCID ID 0000 – 0001 – 5702 – 9398
(ceaydin@hacettepe.edu.tr) ORCID ID 0000 – 0003 – 2064 – 6936

Keleş, M, Aydın, C. (2020) Mobil LiDAR Verisi ile Kent Ölçeğinde Cadde Bazlı Envanter Çalışması ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu: Ankara Örneği. Geomatik 5(3), 193-200, DOI: 10.29128/geomatik.643569

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 kaygıların giderilmesi hususunda birçok disiplin birlikte çalışarak kentleri daha yaşanabilir hale getirmek ve sorunlara karşı hızlı çözümler üretilebilecek altyapıyı oluşturabilirler. 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 değerlendirilmektedir (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 ve 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 (Aydınoglu, 2010). ML yöntemini kullanılarak tüm şehir objelerine ait envanter çıkartılabilir. Görüntü içindeki tüm ağaçlar, elektrik direkleri, banklar, 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 ve sayımı, koordinat belirlenmesi gibi bilgiler elde edilebilir (Tepeköylü, 2016).

Kente ait envanterin 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) ve EMERCOM (EMERCOM, 2019) gibi kurumlar mevcuttur. Ülkemizde ise AFAD (AFAD, 2019) tarafından bu kriz yönetimi sağlanmaktadır. AFAD'a ait deprem ve yangın gibi afetler 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)

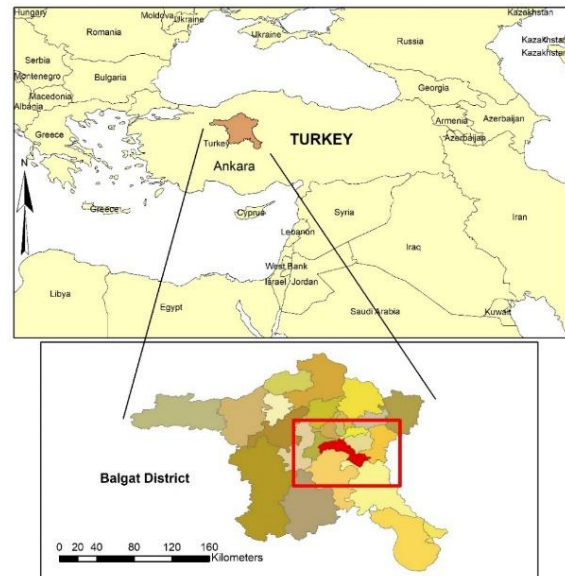
birleştirilmesiyle oluşturulmuştur (TAMP, 2015) ve temel altyapı olarak kent bilgisi kullanılmaktadır. Ancak belediyelerin hali hazırda bulunan envanter sistemleri yetersiz veya tam olarak ihtiyacı karşılayamamaktadır. Bunun sonucunda veriler tek bir kurum tarafından temin edilememekte, gerekli altyapı 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 ilçesi 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. YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı ve Veri Kaynakları

Ankara şehri, Türkiye'nin başkenti olmakla birlikte en büyük üç şehirden biridir. Nüfusu yaklaşık 5 milyon ve yüzölçümü 25.632 km²' dir. 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 bütünlendirici 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.

Tablo 1. Uygulama İşlem Aşamaları

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	Nesnelerin tespit edilmesi, bilgilerin toplanması, sayısallaştırma, kimliklerin oluşturulması, gerekli sorgulamaların yapılması

2.2. Mobil 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 (2B) elde etmek için, bir araca bir 2B 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 nesnelere modellenmesidir. Cepheler, 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'de 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. IMU ve sensörler çok yüksek doğrulukla veri topladıkları için araç hızının doğruluğa önemli bir etkisi bulunmamakla beraber, sadece ölçülen noktaların aralığını/yoğunluğunu doğrudan etkilemektedir. Bir başka ifade ile aracın hızı arttıkça obje üzerine düşecek nokta sayısı azalacaktır. Daha yüksek düzeyde detay elde edilmek isteniyorsa hız buna göre ayarlanmalıdır. Yüksek çözünürlüklü sayısal kamera görüntüleri her 5 m'de elde edilmiştir. IP-S2 sistemi ile toplanan ham verilerin işlenmesi aşaması yine aynı firma tarafından geliştirilen GeoClean yazılımı ile gerçekleştirilmektedir. IP-S2 sisteminin tüm sensörlerine ait ham veriler tek bir iş istasyonu üzerinde değerlendirilerek toplanan ham veriler post-process işlemi ile referanslandırılmaktadır. Bu işlemler aşamasından sonra georeferanslanmış nokta bulutu ve panoramik görüntüler Spatial Factory yazılımına, 3B nokta ve çizgi verisi ve konumsal veritabanı oluşturabilmek için aktarılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan ML ölçüsü, sabit istasyon kullanılarak kinematic yöntemle çözülmüş ve işlem sonucunda bütün güzergah boyunca Karesel Ortalama Hata (RMS) değeri 0.05m olarak bulunmuştur.

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.

IP-S2 ML sisteminin koordinat bileşenlerine ait doğruluk ölçütleri, farklı hız verilerinin bu bileşenlere etkileri, metrik ölçüm ve doğruluk analizleri ile ilgili literatürde bir çok çalışma yapılmıştır (Yousif vd., 2010; Karasaka ve Yıldız, 2015; Navarro ve Lerma, 2016). Kurtca ve Aydın (2019) yaptıkları çalışmada 38 ticari reklam panosunun metrik ölçülerini hem IP-S2 ML sistemi ile hem de yakın resim fotogrametrisi ölçmüş, bu verileri karşılaştırarak sonuçları istatistiki olarak değerlendirilmiş ve cm doğruluklu sonuçlara ulaşılmıştır.

2.3. Kent Envanteri

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 bütünlük 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 çalışmaları 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 teknolojisine 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 nesnelere envanterinin çıkarılmasıdır. Gelişen teknolojiye ayak uydurabilmek ve şehirlerde rahat ve konforlu yaşayabilmek için envanter temel bir gereksinim olmaktadır. Akıllı şehirlerin yanı sıra bu envanterin 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.

2.3.1. Cadde bazlı alan verileri

Alan veri toplama yönergeleri, doğrudan gözlemler ve cadde/sokak incelemeleri yoluyla bina bazında verilerin toplanması ile oluşturulmaktadır. Bu yönergeler geçmişten günümüze farklı şekillerde uygulanarak gelmişlerdir. Bunlardan bir tanesi binaların özelliklerinin cadde/sokak bazında kaydedilerek kâğıt 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, vb. dâhil 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.

2.4. 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.

2.4.1. Değerlendirme kriterlerinin tanımlanması

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

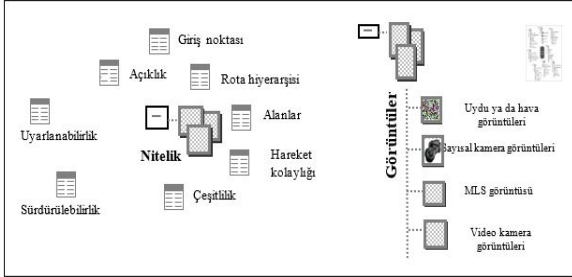
Tablo 2. CBS ve Kentsel Tasarım ile İlgili Kriterlerden Bazıları

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.

2.5. Veri Tabanı Tasarımı

CBS, her türlü geometrik ve öznitelik verisini toplayan, işleyen ve verileri 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.



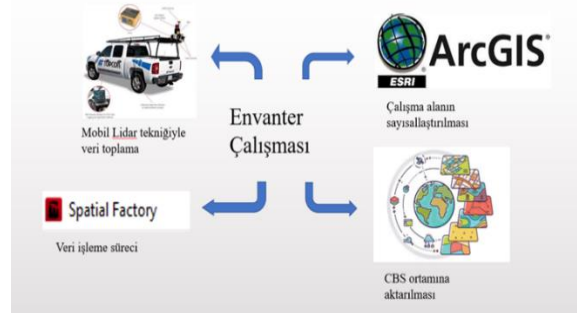
Şekil 3. Veri Tabanı Tasarımının Bir Kısmı

3. 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. nesnelere 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 tespiti ve analizlerinin yapılması,
- Kent Bilgi Sistemleri için altyapı oluşturulması,
- Kente ait bütün bilgilerin tek çatı altında toplamasına katkı sağlanması,

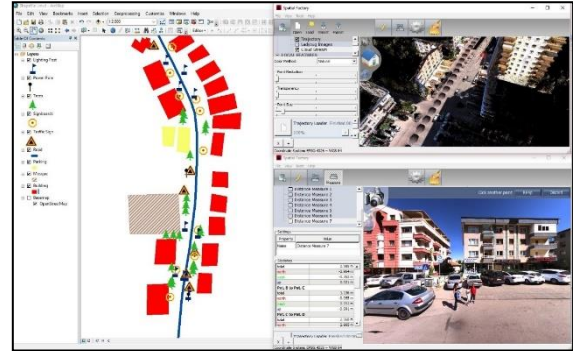
- Kentteki mevcut durumu ayrıntılı olarak tespit etmeye yönelik çalışma yapılması.
- Çalışma alanında, bu hedefler doğrultusunda nesnelere gerekli detayları ile kimlikleri oluşturulmuş ve proje için gerekli aşamalar belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Proje Akış Diyagramı

3.1. 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).

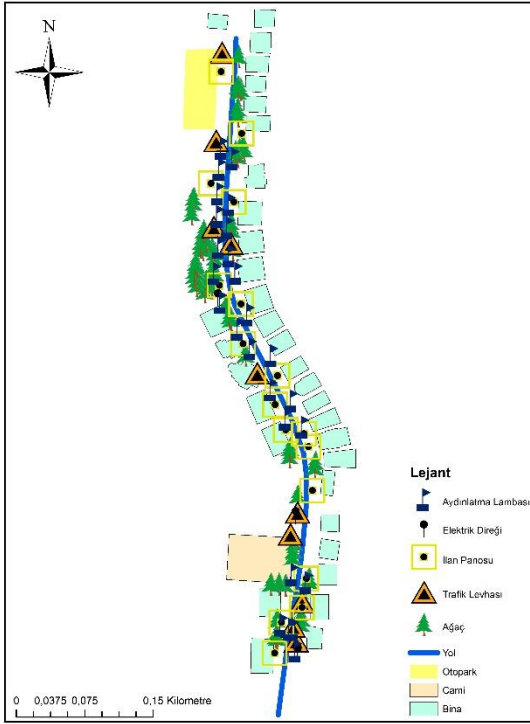


Şekil 5. Nokta Bulutu Verileri ve CBS İle Sayısal Görüntüler Üzerinde Toplanacak Standart ve Verilerin Belirlenmesi

3.2. Sayısalştırma

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 sayısalştırılması ve sayısalştırılan nesnelere özellikler görülmektedir.

ÇALIŞMA ALANI

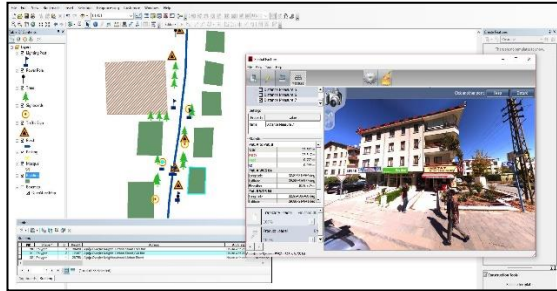


Şekil 6. Pilot Bölgeye Ait Bir Alanın ArcMap İle Sayısallaştırma

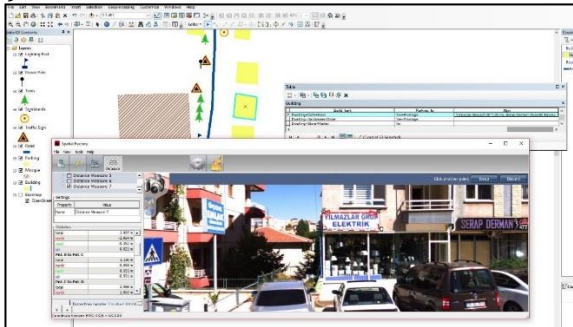
3.3. Metrik Ölçümler

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

a)



b)



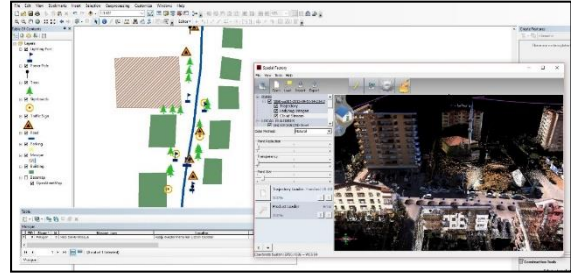
Şekil 7. (a) Panoramik Görüntü Üzerinden Bina Çatısının Metrik Ölçümü (b) Bina Üzerindeki Bir Tabelanın Metrik Ölçümü

3.4. Öznitelik Tablolarının Oluşturulması

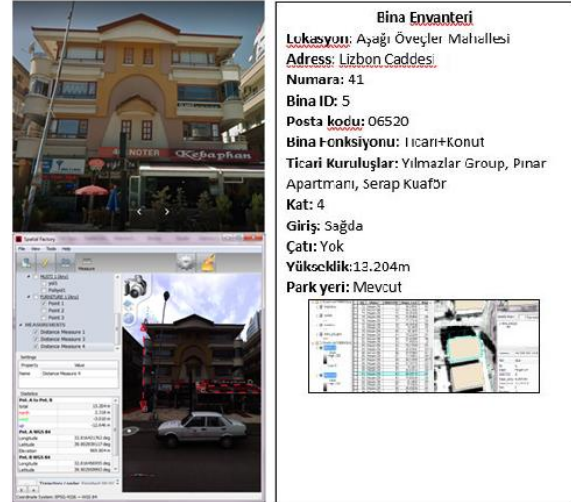
Öznitelik tabloları oluşturulmadan önce nesne yoğunluğu incelendiğinde bölgede en fazla sayıya sahip nesnenin binalar olduğu saptanmıştır. Sonrasında ağaçlar, isim levhaları, trafik tabelaları, otoparklar ve yollar şeklinde sıralanmaktadır.

3.4.1. Binalar

Binaların ve camilerin özniteliklerinin 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 İşlenmesi

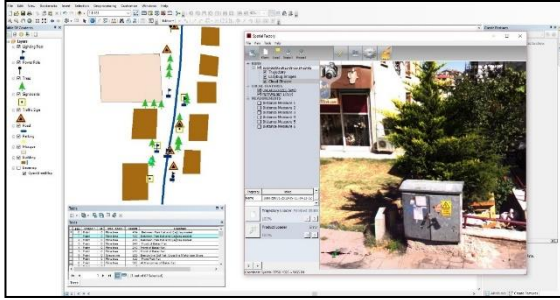


Şekil 9. Bina Envanteri Kimlik Kartı Örneği

3.4.2. 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 ölçüm 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 nesnelerin bütüncül olarak görülebilir analizleri yapılabilecek hale getirilmiştir.



Şekil 10. Ağaçların Tespiti ve Ağaç Özneliklerinin Gösterilmesi

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

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. Çalışma sahasından elde edilen ML veri setinin diğer uygulamalar için de bir altlık oluşturabileceği potansiyelinin olduğu ve katma değerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bu kapsamda, özellikle ML ile şehre ait tüm objelerin envanter verilerinin çok kısa zamanda, yüksek doğrulukla ve koordinatlı olarak elde edilebileceği tespit edilmiştir. Ayrıca panoramik görüntüler 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 hem de maliyet olarak ML yönteminin bu tür çalışmalar için etkili ve güvenilir bir yaklaşım olduğu görülmüştür. Proje sonucunda oluşturulan envanter içeriklerinin toplanılan özellikler bakımından güvenilir olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak çalışma yapılacak alanlardaki obje çeşitliliğine göre envanter içeriklerinin değişebileceği ve farklı kriterlerinin oluşturulması gerekebileceği tespit edilmiştir.

Çalışma sırasında karşılaşılan eksiklikler söz konusu olduğunda; özellikle kente ait ticari alanlarda bina cepheleri yol kenarlarındaki ağaçlar ve görsel engeller nedeniyle rahat görülememektedir. Buna bir de yoğun trafik eklenince ML ile veri almında 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 verebilecek potansiyele sahiptir. Yapılan çalışmalar kente ait farklı disiplinlerin farklı veri

formatları ile desteklendiğinde geniş ölçekte kullanabilecek çalışmalar haline gelecektir. Sonuç olarak 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 ölçme tekniği olması sebebiyle, ülkemizde belli sınırlarda bulunan envanter bilgilerinin elde edilmesinde çok kısa zamanda faydalı sonuçlara ulaşmada kullanılabilecektir.

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).
- Aydin, C.C. (2014), Designing Building Façades for the Urban Rebuilt Environment With Integration of Digital Close-Range Photogrammetry and Geographical Information Systems, *Automation in Construction*, 43, 38-48.
- Aydinoğlu, 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).
- Duran, Z., Aydar, U. (2012), Digital Modeling Of World's First Known Length Reference Unit: The Nippur Cubit Rod, *Journal of Cultural Heritage*, 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).
- Karasaka, L., Yıldız, F. (2015), Yersel Mobil Lazer Tarama Teknolojisi: Topcon IP-S2 Örneği, *TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu*, 21-23 Mayıs 2015/Konya.
- Koziattek, O., Dragičević, S. (2017), City 3D: A Geosimulation Method And Tool for Three-

- Dimensional Modeling of Vertical Urban Development, *Elsevier*, 356-367.
- Kukko, A., Anttila, K., Manninen, T., Kaasalainen S., Kaartinen H. (2013), Snow Surface Roughness From Mobile Laser Scanning Data, *Cold Regions Science And Technology*, 2013b; 96:23–35.
- Kurtca, G., Aydın, C.C. (2019), Evaluation of Metric Measurement Accuracy Comparison on Advertising Billboards Using Mobile LIDAR and Digital Photogrammetry Techniques, *Fresenius Environmental Bulletin (FEB)*, 7151-7162
- Lambers, K., Eisenbeiss, H., Sauerbier, M., Kupferschmidt, D., Gaisecker, T., Sotoodeh, S. and 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, 1702-1712
- Mueller, J., Lub, H., Chirkin, A., Kleina, B., (2018), 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).
- Navarro, S., Lerma, J.L. (2016), Accuracy Analysis of A Mobile Mapping System for Close Range Photogrammetric Projects, *Measurement*, 93: 148-156.
- Puente, I., González-J. H., Arias, P., Armesto, J. (2011), Land-Based Mobile Laser Scanning Systems: A Review, *In Proceedings of ISPRS Workshop Laser Scan 2011 Calgary, Canada*, 29–31.
- Puente, I., González-J. H., Martínez-Sánchez, J., Arias, P. (2013), Review of Mobile Mapping and Surveying Technologies, *Measurement*, 46, 2127-2145.
- Sahin, C., Alkis, A., Ergun, B., Kulur, S., Batuk, F., Kilic, A. (2012), Producing 3D City Model With The Combined Photogrammetric and Laser Scanner Data in the Example of Taksim Cumhuriyet Square, *Optics and Lasers in Engineering*, 50, 1844-1853.
- TAMP. Türkiye Afet Müdahale Planı. <https://www.afad.gov.tr/tr/2419/Turkiye-Afet-Mudahale-Plani> 2015, AFAD, Ankara (05 Nisan 2019).
- Tepeköylü, S., (2016), Mobil Lidar Uygulamaları, Veri İşleme Yazılımları ve Modelleri, *Journal of Geomatic Research*, 1-7.
- TOPCON. Topcon Global Gateway. 2019. <http://www.topcon.co.jp/en/news/20091204-826.html>, (22 Şubat 2019).
- Ussyshkin V. (2009), 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).
- Yousif, H., Li, J., Chapman, M., and Shu, Y. (2010), Accuracy Enhancement Of Terrestrial Mobile Lidar Data Using Theory of Assimilation. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVIII, Part 5 Commission V Symposium, Newcastle upon Tyne, UK. 2010*