



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ORMAN DIŞINA ÇIKARILAN ALANLARDAKİ DEĞİŞİMİN
LİDAR VERİSİ KULLANILARAK ÇOK BOYUTLU
MODELLENMESİ**

Erdoğan CAN

**DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Muhittin İNAN**

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Orman Mühendisliği Programı

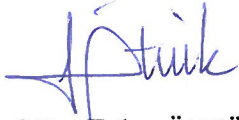
İSTANBUL-2019

Bu çalışma 28.08.2019 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Orman Mühendisliğı Anabilim Dalı, Orman Mühendisliğı Programı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ



Dr.Öğr.Üyesi Muhittin İNAN
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Orman Fakültesi



Prof. Dr. Tolga ÖZTÜRK
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Orman Fakültesi



Dr.Öğr.Üyesi Ebru BİLİCİ
Giresun Üniversitesi
Dereli MYO



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa’nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

ÖNSÖZ

“Orman Dışına Çıkarılan Alanlardaki Değişimin LiDAR Verisi Kullanılarak Çok Boyutlu Modellenmesi” adlı bu çalışma İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Orman Mühendisliği Programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek bana bu konuda çalışma olanağı veren ve çalışmalarında her türlü yardımını esirgemeyen Sayın Hocam Dr. Öğr. Üyesi Muhittin İNAN’a desteği ve anlayışı için teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmalarında engin bilgi birikimini benimle paylaşıp yol gösteren Sayın Hocam Prof. Dr. Ayhan KOÇ’a da teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma alanına ait verilerin elde edilmesinde ve desteklerini esirgemeyen başta BİMTAŞ A.Ş. Genel Müdürü Arif Peyami BAŞKARACA’ya, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü Şehir Planlama Şefi Serkan ŞAHİN’e, BİMTAŞ A.Ş. Üç Boyutlu Harita ve CBS Şefi Serdar BAYBURT’a ve çalışmamda yardımcı olan arkadaşlarıma ayrıca teşekkür ederim.

Uzun eğitim yıllarım boyunca benden destek ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen annem Nuray CAN ve babam İbrahim CAN’a da minnetlerimi sunarım.

Ağustos 2019

Erdoğan CAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ.....	x
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. ARAŞTIRMANIN AMACI.....	1
1.2. ARAŞTIRMADA KARŞILAŞILAN PROBLEMLER.....	1
1.3. HİPOTEZLER	2
1.4. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ	2
2. GENEL KISIMLAR.....	3
2.1. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ	3
2.2. LİDAR	4
2.2.1. Lidar Nokta Bulutlarının Sınıflandırılması.....	8
2.2.1.1. Noktaların İzole Edilmesi.....	9
2.2.1.2. Low Point (noise) (Düşük Noktalar)	9
2.2.1.3. Ground (Zemin).....	10
2.2.1.4. Yer Altı Noktaları	11
2.2.1.5. Zemin Üstü Noktalar	11
2.2.1.6. Bina Noktaları	11
2.2.2. DEM, DTM ve DSM Kavramları.....	12
2.2.2.1. DTM / DEM ve DSM arasındaki farklar.....	13
2.3. ÇOK BOYUTLU KADASTRO: 3B VE 4B	15
2.3.1. 3B Kadastro	15
2.3.1.1. 3B Kadastro Verilerinin Yardımcı Olduğu Diğer Alanlar.....	18
2.3.2. 4B Kadastro	19
2.4. ORMAN VASFİNİ KAYBETMİŞ ALANLAR (2/B)	19

3. MALZEME VE YÖNTEM.....	21
3.1. ÇALIŞMA ALANI	21
3.1.1. Coğrafi Konum	21
3.1.2. Çalışma Alanının Doğal Yapısı	22
3.1.3. İklim, Bitki Örtüsü.....	23
3.1.4. Jeolojik Yapı.....	24
3.1.5. Nüfus	24
3.2. ÇALIŞMA ALANININ YILLARA GÖRE METREKARE FİYATLARI	25
3.3. ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLER	27
3.3.1. Lidar Verileri	27
3.3.2. Haritalar	33
3.3.2.1. Ortofoto	33
3.3.2.2. İmar Planı	35
3.3.2.3. 2/B Alanları.....	36
3.4. YÖNTEM	37
3.4.1. Lidar Veri Analizleri	37
3.4.2. Haritaların CBS Ortamında Değerlendirilmesi	44
4. BULGULAR.....	45
4.1. HALİ HAZIR PAFTALARIN ANALİZİ.....	46
4.1.1. 2006 Yılı Yapı Verileri.....	46
4.1.2. 2012 Yılı Yapı Verileri.....	49
4.1.3. 2017 Yılı Yapı Verileri.....	51
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	53
KAYNAKLAR.....	60
EKLER	63
ÖZGEÇMİŞ	64

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1 İlk Tematik Harita	3
Şekil 2.2 Hava LiDAR Uçuşu	5
Şekil 2.3 LiDAR'dan Gelen Işınlardan Yol Haritası	6
Şekil 2.4 Şişli İlçesi Hava Fotoğrafı	7
Şekil 2.5 Sayısal Ortamda Hava LiDAR'dan Alınan Nokta Bulut Görünümü	8
Şekil 2.6 Sayısal Ortamda Nokta Bulutlarının Sınıflandırılması (Noktaların İzole Edilmesi).....	9
Şekil 2.7 Sayısal Ortamda Nokta Bulutlarının Sınıflandırılması (Low Point)	10
Şekil 2.8 Sayısal Ortamda Nokta Bulutlarının Sınıflandırılması (Ground).....	10
Şekil 2.9 Sayısal Ortamda Nokta Bulutlarının Sınıflandırılması (Yer Altı Noktaları)	11
Şekil 2.10 Sayısal Ortamda Nokta Bulutlarının Sınıflandırılması (Zemin Üstü Noktalar).....	11
Şekil 2.11 Sayısal Ortamda Nokta Bulutlarının Sınıflandırılması (Bina Noktaları)	12
Şekil 2.12 DSM ve DTM Farkı	13
Şekil 2.13 DSM ve DTM Farkı 2	14
Şekil 2.14 2 ve 3 Boyutlu Yapı Gösterimi Örneği	16
Şekil 3.1 Göktürk Mahallesi 2/B Alanları	21
Şekil 3.2 Çalışma Alanı Genel Görünüm ve Göktürk Merkez Mahallesi Detaylı Görünüm.....	22
Şekil 3.3 Göktürk Merkez Mahallesi Ortofoto Altında DEM Haritası	23
Şekil 3.4 Göktürk Merkez Mahallesi DEM Haritası	23
Şekil 3.5 Göktürk Mahallesi Yıllara Göre Nüfus Değerleri Değişim Grafiği.....	24
Şekil 3.6 İstanbul Caddesi Yıllara Göre m ² Rayiç Değeri Değişimi TL.....	25
Şekil 3.7 Harmanlar Caddesi Yıllara Göre m ² Rayiç Değeri Değişimi	26

Şekil 3.8 LiDAR uçuşunda kullanılan Bell JR206 Hava Aracı.....	27
Şekil 3.9 LiDAR Bileşenleri (1- IMU, 2-Lazer Tarayıcı, 3-Hava Kamerası) (BİMTAŞ)	28
Şekil 3.10 Riegl LMS-Q680i LiDAR Algılayıcı (BİMTAŞ)	28
Şekil 3.11 LiDAR Hava Uçuşunda Kullanılan Kamera	29
Şekil 3.12 Trajectory'nin Örnek 3 Boyutlu Matematiksel Gösterimi (Meyer Forsting A. R. & Troldborg N., 2016)	29
Şekil 3.13 Avrupa Yakası Hava LiDAR Uçuş Güzergâhları	30
Şekil 3.14 Göktürk Merkez Mahallesi Üzerine Gelen Paftalar ve Numaraları	31
Şekil 3.15 Göktürk Merkez Mahallesi Paftalar ve 2/B Alanları	32
Şekil 3.16 Göktürk Merkez Mahallesi Paftalar, 2/B Alanları ve LiDAR Nokta Bulutu (Sınıflandırılmış)	32
Şekil 3.17 LiDAR Nokta Bulutundan Oluşturulmuş 3B Görünüm.....	33
Şekil 3.18 Yıllara Göre Ortofotolar	34
Şekil 3.19 İmar Planı Ortofoto Üzerinde (İBB, 2018)	35
Şekil 3.20 Göktürk Mahallesindeki 2/B Parsel Alanları	36
Şekil 3.21 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması (Default).....	37
Şekil 3.22 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması (Low Vegetation)	38
Şekil 3.23 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması -2 (Low Vegetation)	38
Şekil 3.24 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması (Low Point).....	39
Şekil 3.25 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması -2 (Low Point)	39
Şekil 3.26 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması -3 (Low Point)	40
Şekil 3.27 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması (Ground)	40
Şekil 3.28 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması -2 (Ground)	41
Şekil 3.29 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması -3 (LowVegetation).....	41
Şekil 3.30 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması (Medium Vegetation)	42

Şekil 3.31 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması (High Vegetation)	42
Şekil 3.32 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması (Building).....	43
Şekil 3.33 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması (Ground)	43
Şekil 3.34 Gis Ortamında Veri Depolanması (ArcGIS)	44
Şekil 4.1 Göktürk Mahallesi 2006 Yılı Yapı Haritası	48
Şekil 4.2 Göktürk Mahallesi 2012 Yılı Yapı Haritası	50
Şekil 4.3 Göktürk Mahallesi 2017 Yılı Yapı Haritası	52
Şekil 5.1 Yıllara ve Kat Sayılarına Göre Yapı Sayıları Grafiği	53
Şekil 5.2 İstanbul Caddesinin Yıllara Göre Rayiç Değerleri Grafiği	54
Şekil 5.3 2006 Yılı Çamlık Caddesi Mevki 3 Boyutlu Görünüm	55
Şekil 5.4 2006 Yılı Çamlık Caddesi Mevki 2 Boyutlu Görünüm	55
Şekil 5.5 2017 Yılı Çamlık Caddesi Mevki 3 Boyutlu Görünüm	55
Şekil 5.6 2017 Yılı Çamlık Caddesi Mevki 2 Boyutlu Görünüm	55
Şekil 5.7 Göktürk Mahallesi Örnek Alandaki Çok Boyutlu Değişim	56
Şekil 5.8 Çalışma Alanından Seçilen Örnek Alandaki Binanın Güncel Hali.....	57

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1 Göktürk Mahallesi İçerisindeki Cadde ve Sokaklarının Metrekare Rayiç Değerleri (TL)	26
Tablo 4.1 Göktürk Mahallesi 2006 Yılı Yapıların Kat Sayıları ve Kat Adetleri.....	46
Tablo 4.2 2006 Yılı Yapıların Fonksiyon Türleri ve Adetleri.....	47
Tablo 4.3 Göktürk Mahallesi 2012 Yılı Yapıların Kat Sayıları ve Kat Adetleri.....	49
Tablo 4.4 Göktürk Mahallesi 2012 Yılı Yapıların Fonksiyon Türleri ve Yapı Adeti	49
Tablo 4.5 Göktürk Mahallesi 2017 Yılı Yapıların Kat Sayıları ve Kat Adetleri.....	51
Tablo 5.1 2/B Alanlarında Yıllara Göre Bina Sayılarında Artış Oranı	58
Tablo 5.2 2/B Alanlarında Yıllara Göre Metrekare Rayiç Değerleri Artış Oranı	58

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Kisaltmalar	Açıklama
2D	: 2 Dimension (2 Boyutlu)
3D	: 3 Dimension (3 Boyutlu)
4D	: 4 Dimension (4 Boyutlu)
2B	: 2 Boyutlu
3B	: 3 Boyutlu
4B	: 4 Boyutlu
BİMTAŞ	: Boğaziçi Peyzaj İnş. Müşavirlik Tek. Hiz. San. Tic. A.Ş.
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
DEM	: Digital Elevation Model (Sayısal Yükseklik Modeli)
DSM	: Digital Surface Model (Sayısal Yüzey Modeli)
DTM	: Digital Terrain Model (Sayısal Arazi Modeli)
GIS	: Geographic Information System (Coğrafi Bilgi Sistemi)
GPS	: Global Positioning System (Küresel Konumlandırma Sistemi)
IMU	: İnertial Measurement Unit (Eylemsiz Ölçüm Ünitesi)
İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
LiDAR	: Light Detection And Ranging
SAM	: Sayısal Arazi Modeli
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

ÖZET

ORMAN DIŞINA ÇIKARILAN ALANLARDAKİ DEĞİŞİMİN LİDAR VERİSİ KULLANILARAK ÇOK BOYUTLU MODELLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Erdoğan CAN

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Muhittin İNAN

Bu çalışmada; LiDAR verileri, ortofotolar, hâlihazır haritalar ve imar planı haritaları kullanılarak orman vasfını yitirmiş olan alanların çoklu boyuttaki değişimin analizi yapılmıştır.

LiDAR nokta bulutu verisinin sınıflandırılma işlemi yapılarak kent modelleri ortaya çıkarılarak bina iz düşümlerinde yapı verileri elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler önceki yıllardaki sayısal verilerle karşılaştırılarak değişim izlenmiştir.

2006 ve 2012 yıllarına ait hâlihazır haritalar özelliklerine göre sınıflandırılarak yapı verisinin nitelikleri ortaya çıkarılmıştır. Kat sayısı, taban alanı, yükseklik vb. bilgiler elde edilmiştir. Bu veriler LiDAR verileri ile birlikte analiz edilmiş ve yapılardaki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan araştırmalarla elde edilen ekonomik parametrelerle çalışma alanının metrekare rayiç değerleri hesaplanarak geçmişten günümüze olan değişimlerin belirlenmiştir.

Ağustos 2019, 77 sayfa.

Anahtar kelimeler: LiDAR, 2/B, 3 Boyutlu Değişim, Coğrafi Bilgi Sistemleri

SUMMARY

MULTI-DIMENSIONAL MODELING OF THE CHANGE IN THE AREAS TAKEN OUT OF THE FOREST BY USING LiDAR DATA

M.Sc. THESIS

Erdoğan CAN

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Forest Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Muhittin İNAN

In this study; Using the LiDAR data, orthophotos, current maps and zoning plan maps, the change in the multiple dimensions of the areas lost forest characteristics was analyzed. By making the classification of LiDAR point cloud data, city models were obtained and building data were obtained from the building footprints. These data were compared with the previous years' numerical data.

Current maps of 2006 and 2012 were classified according to their characteristics and the qualities of the construction data were revealed. Number of floors, floor area, heightetc. Information was obtained. These data were analyzed together with the LiDAR data and it was aimed to determine the changes in the structures. With the economic parameters obtained from there search, the squaremeter fair values of the study area were calculated and the changes from past to present were determined.

August 2019, 77 pages.

Keywords: LiDAR, 2/B, 3D Temporal Changing, GIS

1. GİRİŞ

1.1. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu çalışmada farklı kaynaklardan elde edilen uzaktan algılama verilerinin değerlendirilmesiyle Eyüpsultan İlçesi Göktürk Merkez Mahallesi sınırları içinde kalan 2/B alanlarındaki yapılaşmadaki değişimin çok boyutlu olarak incelenmesi için bir model önermek ve bunun için gerekli metodu ortaya koymak amaçlanmıştır. Ayrıca çalışma alanı içerisindeki yapılardaki 2 ve 3 boyutlu değişimine ek olarak zamansal ve ekonomik (metrekare rayiç değerleri) değişimlerinin de ortaya konulması; bu konuda yapılacak araştırmalara ışık tutması amaçlanmıştır.

Çalışmanın amaçları aşağıdaki gibi özetlenebilir;

1-) Orman vasfının kaybolması ile 6831 sayılı Kanunun 2 nci maddesinin birinci fıkrasının (B) bendi hükmü ile de orman alanları farklı amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır. Bu alanlarda zamanla oluşan değişimi yatay ve düşey boyutta belirlemek ve izlemek,

2-) Orman dışına çıkarılan alanların ekonomik açıdan değerlerinin 2006 ve 2017 yılları arasında değişimin izlenmesi ve belirlenmesi,

3-) Çalışma alanının LiDAR nokta bulutu verisi kullanılarak mevcut durumdaki bina ve vejestasyon (Low-Medium-High) katmanlarının belirlenmesi,

4-) Orman vasfını kaybetmiş alanlardaki değişimin CBS ortamında 3 boyutlu olarak görsel olarak modellenmesidir.

1.2. ARAŞTIRMADA KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

Yapılan araştırmada karşılaşılan problemlerin başında 3 boyutlu zamansal veri temini gelmektedir. Geçmiş yıllara ait olan hâlihazır haritalarının gerekli olan bilgileri içermemesi, geçmiş yıllarda çekilen hava fotoğraflarının yeterli kaliteli olmaması, LiDAR verilerinin ülkemiz koşullarında veri alımı açısından düzenli aralıklarla olmaması; buna bağlı olarak değişimlerin 3 boyutlu olarak incelenememesi problemlerin kaynağı olmaktadır.

1.3. HİPOTEZLER

- 1-) LiDAR nokta bulutu kullanılarak, çalışmanı alanı içerisindeki bina ile vejetasyon katmanlarının yatay ve düşey dağılımları belirlenebilir.
- 2-) LiDAR nokta bulutu verisi ve yardımcı veriler birlikte değerlendirilerek çalışma alanı içerisindeki zamansal değişimin tahminine yönelik modeller geliştirilebilir.
- 3-) GIS ortamında çok boyutlu modelleme yöntemleri kullanılarak alansal, kat yüksekliği, ekonomik (rayiç değer) gibi değerlerin zamansal olarak değişimi belirlenebilir.

1.4. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ

Bu araştırmada geliştirilen metot ve sonuçlar çok boyutlu kadastral değişimlere yönelik çalışan araştırmacıların karşılaştığı çeşitli problemlere çözüm üretmektedir. Ayrıca ülkemizde kadastral anlamda değişimlerin günümüz teknolojisi LiDAR verilerinin nasıl kullanılacağına dair katkılar sağlayacaktır.

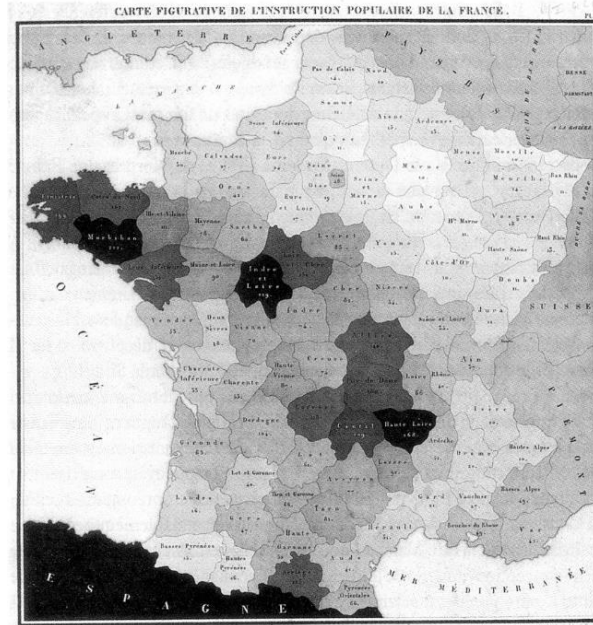
2. GENEL KISIMLAR

2.1. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ

Ormancılığın geliştirilmesi ve sürdürülebilirliğini sağlamak için en önemli etkenlerden biriside Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)'dir.

Coğrafi bilginin toplanması, saklanması, güncellenerek analiz edilmesi ve buna bağlı olarak yeni verilerinde elde edilmesini sağlayan; içerisinde donanım, yazılım ve personel bulunduran konumsal bilgi sistemlerine genel olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri adı verilmektedir. Başka bir deyişle “CBS, coğrafi olarak tanımlanabilen yazınsal ve vektörel verilerin aynı ortamda eşleşmesini ve bu veriler üzerinde belirlenen amaçlar doğrultusunda verilerin sorgulanması ve analiz edilmesini sağlayan bilgi sistemidir” (Uyguçgil, 2011).

Geçmişten günümüze kadar ki periyotta CBS'nin ilk kullanımı 1819 yılında Charles Dupin tarafından oluşturulan bilinen ilk tematik harita ile başlamıştır. Oluşturduğu tematik harita ile Fransa'daki okuma ve yazma durumunu göstermiştir (Şekil 2.1) (Delamarre, 1909).



Şekil 2.1 İlk Tematik Harita

Bu haritadan sonra John Snow tarafından yapılan kolera salgınına gösteren harita da CBS'nin ilklerinden sayılmaktadır. Snow'un yaptığı bu çalışmada noktasal haritalama yöntemi ile ölümleri harita üzerinde göstermiş, ölümlerin yoğun olarak tek bir su kuyusu etrafında toplandığını belirleyerek salgına neden olan kuyuyu kapattırmıştır (Shapter T., 1849). Yapılan bu tematik haritalarla CBS'nin temelini oluştururken önemi günden güne artarak, gelişen teknolojiye ayak uydurmuştur. Gelişen teknolojinin en büyük meyvelerinden biri olan bilgisayar teknolojisi ile CBS'de de büyük adımlar atılmaya başlanmıştır ve CBS'ye olan ihtiyaç artmıştır.

1950 ve devamındaki yıllarda teknoloji şehir planlaması ve haritalamaya da kolaylık getirmiştir. Birleşik Devletlerde ulaşım planlamacıları, trafik akışı ve trafik verisine dayalı haritaları sayısallaştırmaya başlamışlardır. “Ayrıca Washington Üniversitesi Coğrafya bölümünde Mekânsal İstatistik ve Bilgisayar Destekli Haritalama ile ilgili çalışmalar başlamıştır” (Düzgün Ş., 2011).

“1959 yılında Waldo Tobler tarafından MIMO (map in-mapout) modeli geliştirilmiştir. Bu model, koordinatlandırma, veri saklama, veri analizi gerçekleştirme ve görüntüleme işlemlerinin miladi olarak sayılmaktadır” (Çabuk Ş. N., Ersoy M., Çabuk A., & Hocaoglu T., 2012). 1969 yılına gelindiğinde Jack Dangermond'un girişimleri ile Çevresel Sistemleri Araştırma Enstitüsü (Environmental Systems Research Institute-ESRI) kurulmuştur.

1970'li yıllarda bilgisayar destekli haritalamaya önem verilmiştir. Yapılan haritalarda farklı renkler, farklı ölçeklerde ve projeksiyonlar harita görüntüsü olarak sunulabilmektedir. Teknolojinin en büyük avantajlarından biride hızlı bir şekilde işlem yapılabilmesidir. Yapılan çalışmaların bir dezavantajı ise kâğıttan sayısal ortama geçişlerdeki oluşan hatalardır. (GeoWorld, 2006).

2000'li yıllarda ağ (network) analizleri, yakınlık (proximity) analizleri, kent bilgi sistemleri, altyapı sistemleri, afet bilgi sistemleri, lojistik uygulamaları ve kaynak yönetimi gibi geniş bir yelpazede uygulama olanağı sunmaktadır.

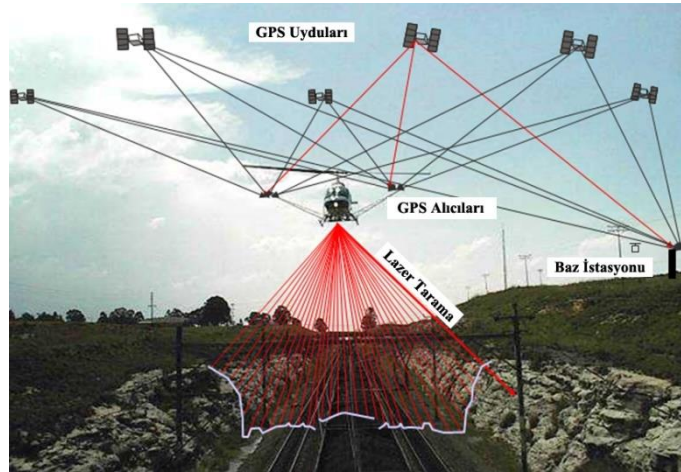
2.2. LİDAR

70'li yılların sonunda kullanılmaya başlanan lazer tarama teknolojisi günümüzde oldukça ilerleme kaydetmiştir. Yapılan çalışmalar sonunda elde edilen verilerde doğruluk oranı

oldukça yüksek oranlara gelmiştir (Weitkamp C., 2005). LiDAR (Light Detection and Ranging), teknik olarak radar ile benzerlikler göstermektedir. Radar sistemlerinde radyo dalgalarının bir kaynaktan yayılması ve bir cisimden yansıdıktan sonra geri dönüş süresi hesaplanarak mesafe tayini yapılırken, LiDAR sistemlerinde ultraviyole, görünür dalga boyları veya kızılötesi frekanslardan ışık yayarak bu işlem yapılmaktadır (Mesina J. E., 2012).

Genellikle uçan araçlara yerleştirilen LiDAR sistemleri, cisimlerden yansıyan ışığın gidiş ve dönüş zamanını ölçerek, cisimlerin algılayıcıya olan uzaklığını hesaplar. Bir yandan da, yansıyan ışığın yoğunluğunu da ölçerek yansıma yapan cismi oluşturan madde hakkında bilgi verebilir. Özetlemek gerekirse sensörden uçuş yönüne kabaca dik olan bir dizi noktanın zemine olan mesafesini belirleyen bir tarama cihazı kullanarak GPS ile belirlenen konum ve tutuma sahip bir platformdan ölçülmesidir (Baltsavias E. P., 1999). Yansıyan ışık yoğunluğu bir kaç farklı noktadan yansıma şeklinde olabilir. Bu sayede, yer şekillerinin, otoyolların, tren yollarının, binaların, kıyı şekillerinin vb. üç boyutlu modellerini yüksek çözünürlüklü ve keskin bir şekilde çıkarılabilmesine olanak sağlamaktadır (Oceanicand A., 2012).

Lidar sistemleri radyo dalgalarından daha yüksek frekanslı yoğun ışık darbelerini atmosfere yayar. Atmosferde çok farklı doğrultularda saçılan ışıklardan bir kısmı radar vericisine ulaşır. Böylelikle geri dönen ışığın ulaşma zamanı ve yansıdığı hedefin uzaklığı belirlenir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Hava LiDAR Uçuşu

Bu bağlamda düşey düzlemde;

- 500 metre yükseklikte 5 cm'den daha iyi
- 1 kilometre yükseklikte 10 cm'den daha iyi
- 2 kilometre yükseklikte 15 cm'den daha iyi doğruluk oranı elde edilmiştir.

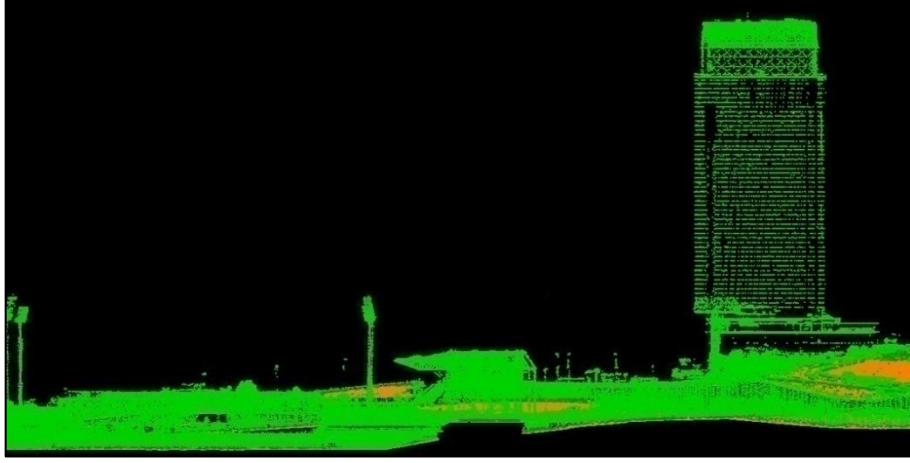
Yatay düzlemde ise;

- 500 metre yükseklikte 5 cm'den daha iyi
- 1 kilometre yükseklikte 10 cm'den daha iyi
- 2 kilometre yükseklikte 15 cm'den daha iyi doğruluk oranı elde edilmiştir.

LiDAR'dan gelen ışınlar karmaşık nesneler, ekli nesneler, yamaçlardaki bitki örtüsü vb. gibi yerlerde normal eşiğin altında kalır. Böyle durumlarda düzeltme filtreleri kullanılabilir. LiDAR ile çoklu iade sistemleri kullanılıyorsa, bu sorunlardan bazıları aşılabılır(Sithole G. & Vosselman G., 2003). Şekil 2.4'de Şişli ilçesinde bulunan The Ritz Carlton Hotel'inin hava fotoğrafı görülmektedir. Yine aşağıda verilen Şekil 2.5'de bahsedilen bu otelin Hava LiDAR ile elde edilmiş verilerin sayısal ortamda işlenerek görüntüsü oluşturulmuştur. Bu görüntüdeki hassas veriler sayesinde ölçümlerde doğruluk payı çok yüksek analizlerin elde edilmesini sağlamaktadır.



Şekil 2.4 Şişli İlçesi Hava Fotoğrafı



Şekil 2.5 Sayısal Ortamda Hava LiDAR'dan Alınan Nokta Bulut Görünümü

Tüm bu avantajlı etkilerin dışında LiDAR'ın dezavantajlı olduğu durumlarda vardır. Örneğin geleneksel havadan LiDAR yüksek doğruluk yükseklik verisi kavramı devrim niteliğindeyken ilk olarak, rutin kullanım olarak maliyetidir. Hava LiDAR önemli bir mali yatırım gerektirmektedir (Hugenholtz C., 2015).

2.2.1. Lidar Nokta Bulutlarının Sınıflandırılması

Yapılan uçuşlar sonucunda elde edilen milyonlarca noktaların sınıflandırılması gerekmektedir. Bu sınıflandırmanın temel nedeni dağınık halde duran noktaların anlamlı bir hale gelmesini sağlamaktır. Elde edilen nokta bulutları temel olarak 9 sınıfta incelenmektedir.

- 1-) Unclassified (Sınıflandırılmamış)
- 2-) Ground Solid (Zemin)
- 3-) LowVegetation (Düşük Vegetasyon)
- 4-) MediumVegetation (Orta Vegetasyon)
- 5-) High Vegetation (Yüksek Vegetasyon)
- 6-) Building (Yapı)
- 7-) Low Point (noise) (Düşük Noktalar)

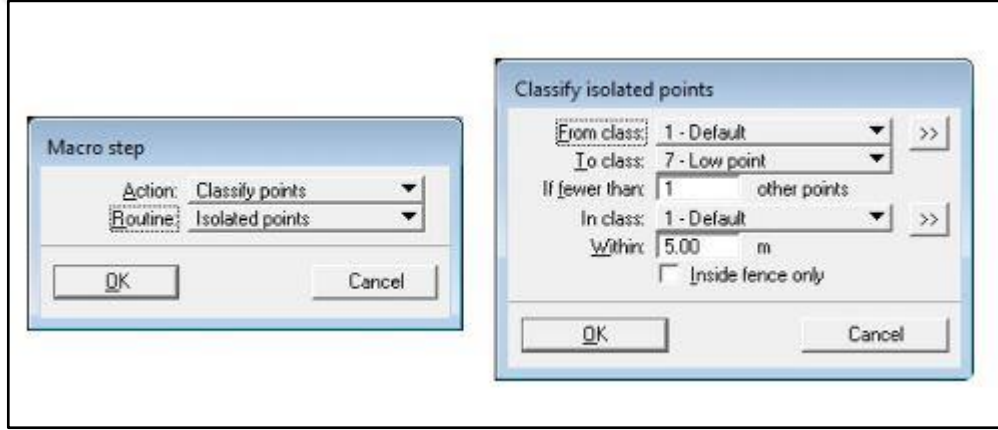
8-) Model Keypoints (masspoint) (Model Kilit Noktaları)

9-) Water (Su Alanları)

Sınıflandırma işlemleri “Bulgular” başlığında detaylı olarak anlatılmıştır. Özetle sınıflandırma işlemi aşağıdaki gibi yapılır;

2.2.1.1. Noktaların İzole Edilmesi

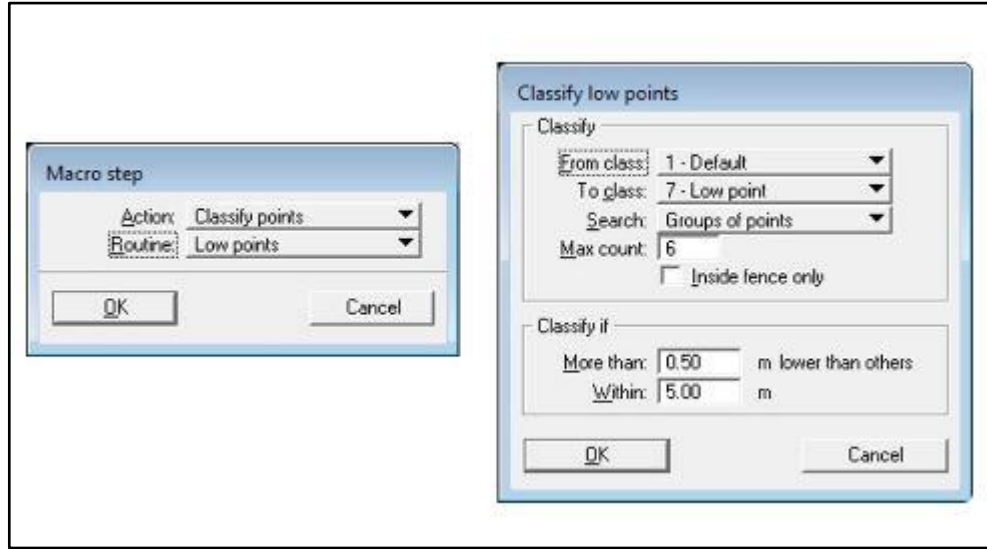
Sınıflandırma yapılırken belirlenen değerlerin dışında kalan noktalar izole edilmiş sayılırlar. Örneğin bir nokta her yönden 3 metre içinde en az 3 diğer noktaya sahip değilse, izole edilmiş olarak sınıflandırılır ve düşük nokta sınıfına konulur (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 Sayısal Ortamda Nokta Bulutlarının Sınıflandırılması (Noktaların İzole Edilmesi)

2.2.1.2. Low Point (noise) (Düşük Noktalar)

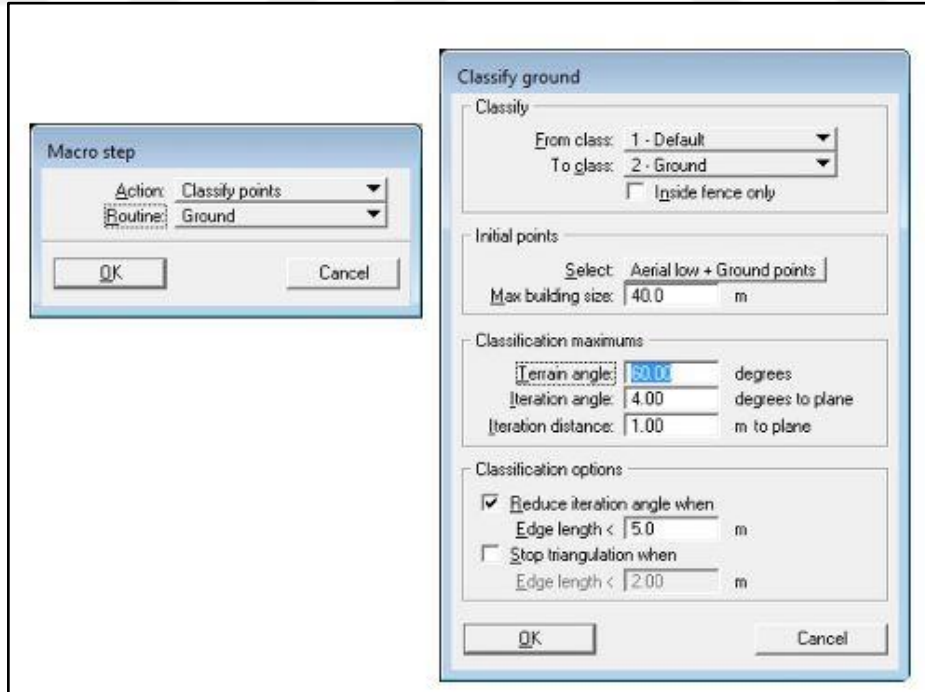
Düşük noktaların giderilmesi, makronun zemin seviyesini belirlemesine yardımcı olmak içindir. Buluttaki en düşük noktaları zemin olarak alır. Bazen çifte yansıma veya hatalardan dolayı yerin altında anormal noktalar ortaya çıkar. Bir yüzeyden yansıma sonrası başka bir yüzeye çarpar ve ardından alıcıya geri döner. Söz konusu nokta, sınıftaki tüm noktaların ortalamasının altındaysa, düşük bir nokta olarak kabul edilir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Sayısal Ortamda Nokta Bulutlarının Sınıflandırılması (Low Point)

2.2.1.3. Ground (Zemin)

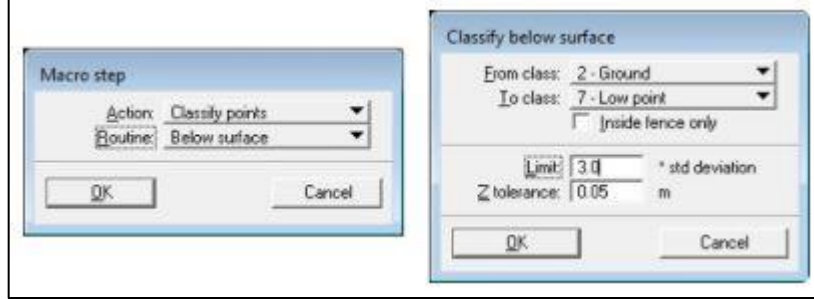
Bu işlemin amacı dem olarak kullanılacak zemin katmanını sınıflandırmaktır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Sayısal Ortamda Nokta Bulutlarının Sınıflandırılması (Ground)

2.2.1.4. Yer Altı Noktaları

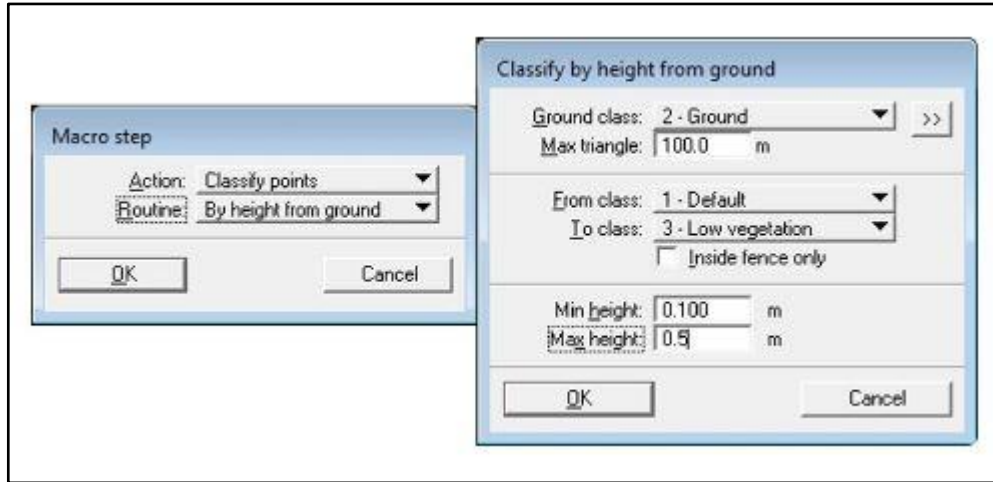
Bu işlem zemin yüzeyinin altındaki kalan noktaları kaldırır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Sayısal Ortamda Nokta Bulutlarının Sınıflandırılması (Yer Altı Noktaları)

2.2.1.5. Zemin Üstü Noktalar

Zemin üstü noktaların tümü zeminden xm-ym den belli bir sınıf olarak tekrardan sınıflandırılır (genellikle düşük, orta ve yüksek bitki örtüsü için kullanılır). Bu bilginin 0-1m, 1-2m, 2-200m olarak kullanılması yaygındır (Şekil 2.10).

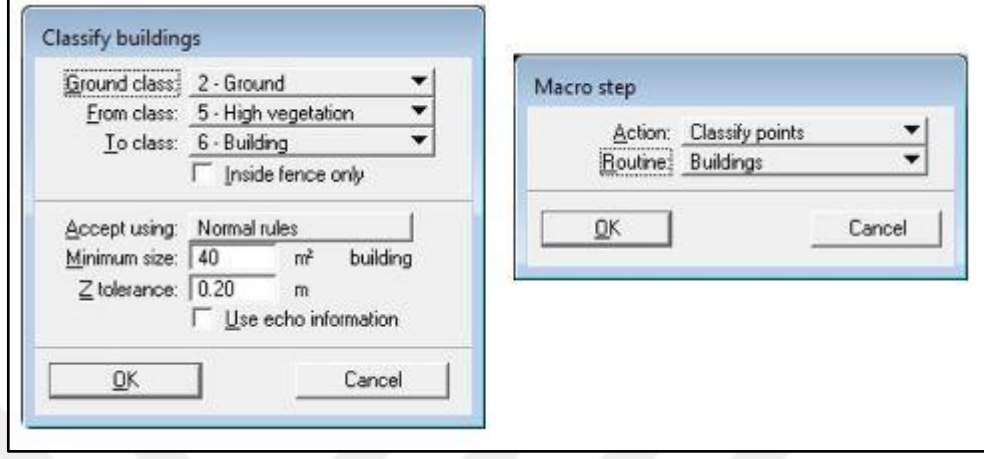


Şekil 2.10 Sayısal Ortamda Nokta Bulutlarının Sınıflandırılması (Zemin Üstü Noktalar)

2.2.1.6. Bina Noktaları

Binalar genellikle 2m'den yüksek olduğundan, bu makroyu yerden 2m yüksekliğe sahip herhangi bir sınıf için kullanılır. Minimum bina büyüklüğüne ve Z toleransına uyulmalıdır. İlk

önce varsayılan ayarlar denenebilir (Şekil 2.11). Gerekli düzeltmeler yapılarak bina katmanı elde edilir.



Şekil 2.11 Sayısal Ortamda Nokta Bulutlarının Sınıflandırılması (Bina Noktaları)

2.2.2. DEM, DTM ve DSM Kavramları

Dijital Yükseklik Modeli (DEM), Dijital Arazi Modeli (DTM) ve Dijital Yüzey Modeli (DSM) terimi birçok anlama gelmektedir bu yüzden karıştırılmaktadır.

Dijital Yükseklik Modelleri (DEM's) bir çeşit raster GIS katmanıdır. Bir DEM'de, her raster GIS tabakası hücresi, yükselmesine karşılık gelen bir değere sahiptir (düzenli aralıklarla z değerleri). DEM veri dosyaları, arazinin belirli bir alana, genellikle “Çıplak Toprak” üzerindeki sabit bir grid aralığında yükselmesini içerir. DEM veri dosyasındaki daha ayrıntılı bilgi için, gerekli grid noktaları birbirine daha yakındır.

Özetle; DEM, özellikle raster veya normal nokta yüksekliği gridine atıfta bulunmak için kullanılır.

Dijital arazi modeli (DTM), dijital biçimde depolanan X, Y, Z koordinatlarından oluşan bir arazi yüzeyinin üç boyutlu bir gösterimi olarak tanımlanabilir. Sadece yükseklikleri ve yükseklikleri değil, aynı zamanda diğer coğrafi unsurları ve nehirler, sırt çizgileri, vb. Gibi doğal özellikleri de içerir. DTM, tarafından üretilen eserler için düzeltmek üzere orijinal verilerden farklı, kırma çizgiler ve gözlemler gibi unsurlarla artırılmış bir DEM'dir. Bilgisayarların mühendislikte artan kullanımı ve hızlı üç boyutlu bilgisayar grafiklerinin

geliştirilmesiyle DTM, dünyadaki ve mühendislik bilimlerindeki birçok uygulama için güçlü bir araç haline geliyor.

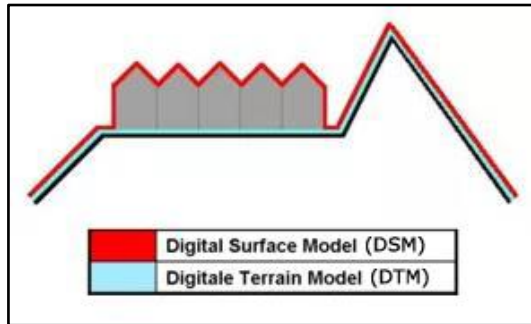
DEM'lerin ortak kullanımları;

- Arazi parametrelerinin çıkarılması,
- Su akışının veya kütle hareketinin modellenmesi (örneğin, toprak kaymaları),
- Rölyef haritalarının oluşturulması,
- 3B görselleştirmelerin renderlenmesi,
- Fiziksel modellerin oluşturulması (kabartma haritalar dahil),
- Hava fotoğrafçılığının veya uydu görüntülerinin düzeltilmesi,
- Yerçekimi ölçümlerinin azaltılması (arazi düzeltmesi) (gravimetri, fiziksel jeodezi),
- Jeomorfoloji ve fiziki coğrafyada arazi analizleri olarak sıralanabilir.

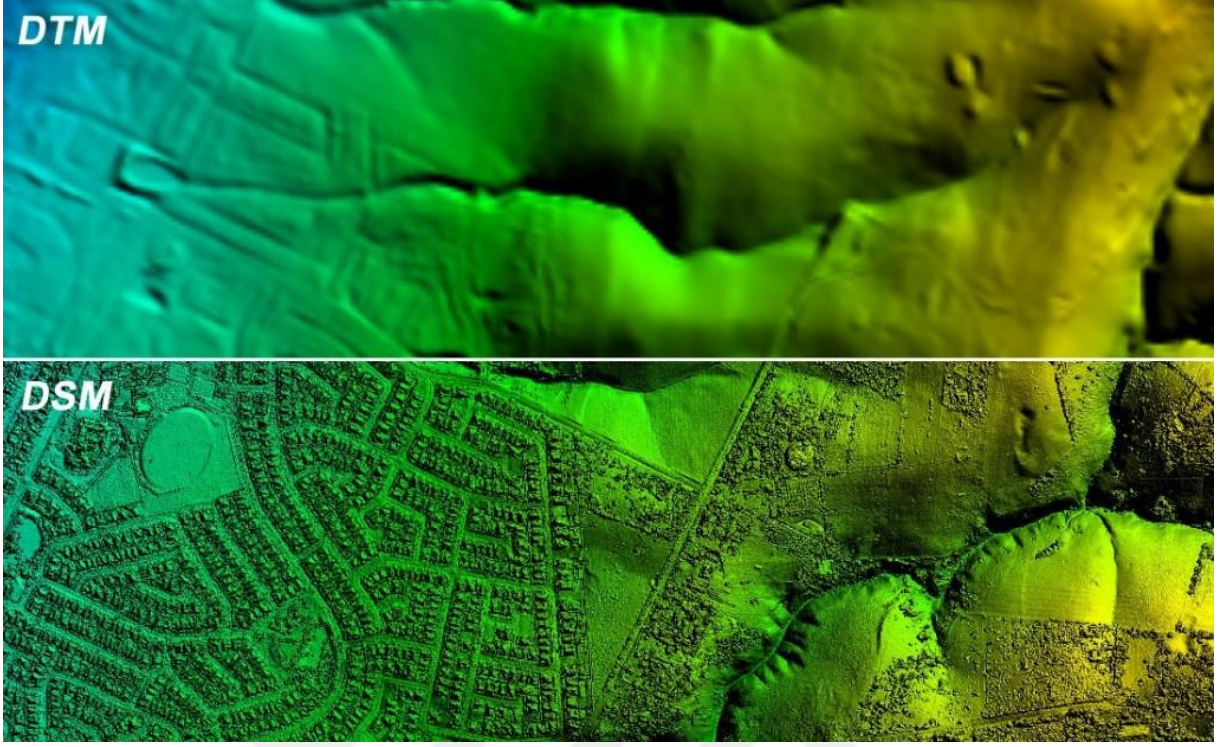
Dijital Yüzey Modeli (DSM), ağaçların, binaların ve zemin üstünde yükselen diğer özelliklerin yansıtıcı yüzeylerinin MSL yüksekliklerini temsil eder.

2.2.2.1. DTM / DEM ve DSM arasındaki farklar

Şekil 2.12 ve Şekil 2.13 'de gösterilmiştir. Buna göre DSM zemin üzerindeki objeleri tanımlarken, DSM ise zeminin yani arazi şeklini temsil etmektedir.



Şekil 2.12 DSM ve DTM Farkı



Şekil 2.13 DSM ve DTM Farkı 2

LiDAR'dan alınan veriler ile birçok alanda analizler yapıp, sonuçlar elde edilmektedir. Günümüzde LiDAR gelişen teknoloji ile birlikte popüleritesinin artmasıyla beraber kullanım alanları da her geçen gün artmaktadır. Kullanılan bazı yerler aşağıda verilmiştir;

- Topografyanın çok hızlı ve hassas bir şekilde elde edilmesi
- 3 boyutlu hassas şehir modellerinin oluşturulması ve değişimlerin tespit edilmesi
- Jeolojik haritaların oluşturulmasında
- Fay hatlarının belirlenmesi
- Enerji potansiyel alanlarının tespiti; Güneş rüzgar, hidroelektrik vb.
- Siluet çalışmaları ve senaryoların mevcut durum ile ilişkilendirilmesi
- Kıyı sınırı ve kumsal hacim değişimleri
- Sel risk analizi
- Su akışı izleme
- Habitat haritalama
- Çökme analizi
- Akarsu analizleri

- Orman hacim çalışmaları
- Orman analizleri
- Acil durum çalışmaları
- Nakliyat haritalamaları
- Telekomünikasyon planlama ve haritalama
- Şehir bölge planlama

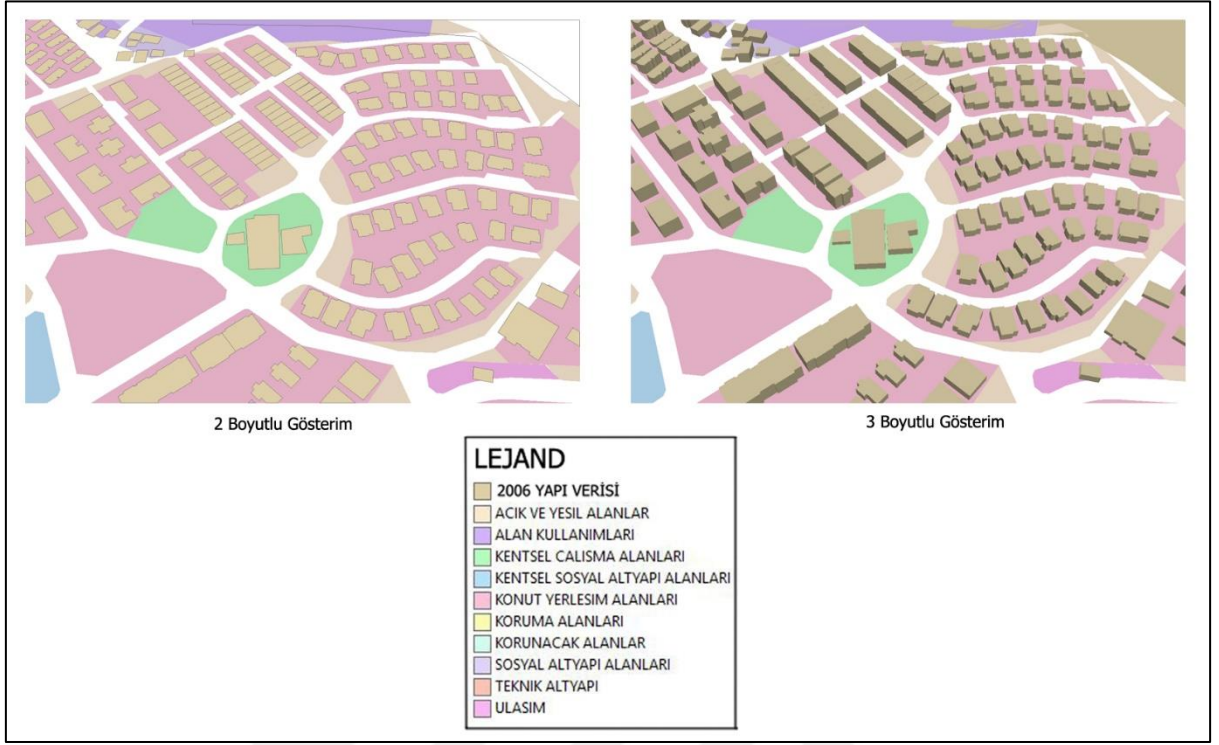
2.3. ÇOK BOYUTLU KADASTRO: 3B VE 4B

Geçmişten günümüze kadastro kavramı, nüfusun artması ve yerleşik hayata olan talebin artması ile önemini sürekli olarak artırmıştır. Değer kazanan her şeye sahip olma arzusu ile mülkiyet kavramı da ortaya çıkmıştır. Mülkiyet tanımlanırken konusu; taşınır ve taşınmaz mallardır. Taşınır mallar, taşınmaz malların kapsamı dışında kalan tüm eşyadır ve mülkiyeti teslim ile kazanılır. 22.11.2001 tarihli 4721 sayılı Türk Medeni Kanunu 704. maddesinde “taşınmaz; arazi, tapu kütüğüne ayrı sayfaya kayıtlı bağımsız ve sürekli haklar, kat mülkiyeti kütüğünde kayıtlı bağımsız bölümler” olarak ifade edilmiştir.

2.3.1. 3B Kadastro

Büyük şehirlerde arazi kullanımı çok yoğun olduğundan dolayı arazinin hem yer altı hem de yer üstü özelliklerinden faydalanmanın önemi artmaktadır. Belli bir alan üzerinde oluşan arzdan dolayı apartmanlar, yer altı geçit veya yeraltı park yeri gibi kavramlar üst üste binmektedir. Örneğin yeraltı parsellerinin üstünden ve altından geçen nesneler (tüneller, metro, yeraltı alışveriş merkezleri, hizmet ağları) arazinin yasal statüsünü de bağlı olarak nasıl değişim sergilediği kayıt altına alınmalıdır (Döner F., 2011). Bu sebeplerden dolayı da 3B kadastro kavramına ihtiyaç duyulmuştur. Şekil 2.14 ‘de ise imar planı üzerindeki yapıların 2 ve 3 boyutlu gösterimi verilmiştir. Akçın ve Yüceer 2005’e göre bu ihtiyaçlar aşağıda verilmiştir.

- Yeraltı Binaları Ve Yapıları (Metro İstasyonları, Yer Altı Park Yerleri Vb.)
- Birbirinin Üzerinde Olan Yapılar Örneğin Bir Yeraltı Park Yeri, Alt Geçitler Vb.
- Apartmanlar
- Tarihi Eserler
- Kaynak İzinleri



Şekil 2.14 2 ve 3 Boyutlu Yapı Gösterimi Örneği

3B kadastronun oluşturulması teknik anlamda dört başlık halinde sıralanabilir.

- Veri Toplanması
- Konumsal veri modelleri
- 3B gösterim
- 3B veri tabanı yönetim sistemi ve CBS yazımlar

3B kadastronun oluşturulmasında ilk sırada veri toplanması yer almaktadır. Çalışmanın yapılacağı alanın konumsal verileri de toplanmalıdır. Bu veri toplanmasında GPS bazlı teknolojik aletler kullanılarak üç boyutlu koordinat verileri elde edilmektedir. Ancak bu işlemler büyük ve kalabalık alanlarda yapmak bir hayli zorlu olduğundan dolayı sayısal arazi modelleri (SAM) ile mevcut iki boyutlu verilerin sayısal ortamda işlenerek üç boyutlu verilerde elde edilebilmektedir. Tüm bu veri elde etme metotlarının yanı sıra günümüzde LiDAR'da üç boyutlu veri toplanmasında büyük kolaylık sağlamaktadır.

Elde edilen bu verilerin gösterimi sayısal ortamda işlenerek elde edilir. Bu çalışmalar yüksek düzeyde teknoloji kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Hem yazılım hem de donanım

ekipmanlarının teknik çalışma için yeterli düzeyde olması gerekmektedir. CBS alanında yapılan çalışmalarla elde edilen verilerin gösterimi yapılmaktadır.

“Dünyadaki kadastral sistemler 2 boyutludur, bu yüzden kentleşmenin düşey yönde olduğu yerlerde mülkiyetin kayıt altına alınmasında karışıklıklar yaşanmasına sebep olmaktadır. Bu karışıklıklardan dolayı ortaya çıkan sorunların çözümü için 3B Kadastro kavramını doğurmuştur” (Ayazlı, 2006).

Şehirleşmenin de etkisiyle artan talep ve yer bulma problemlerinin sonucunda üst üste gelen yapıların kadastrounda bir takım gereksinimlerinde duyulmasına neden olmuştur. 3B Kadastroya duyulan temel gereksinimleri (Storer, 2004) aşağıdaki gibi özetlemektedir:

- “3B hakların tam bir kaydına sahip olmak gerekir.
- 3B konumsal bilgiyi içeren çok katmanlı mülkiyetlerin yasal durumuna kolayca erişilebilirse 3B Kadastro daha etkili olur.
- 3B kayıt, 3B haklar üzerindeki bilgiyi, sınırlı ayni hakları ve yasal bildirimleri kapsar ve 3B bilginin var olan kadastral konumsal veri kümesi ile birleştirilmesine izin verir. 3B kayıt sayesinde 3B mülkiyet birimi 3B olarak sorgulanabilir ve aynı şekilde bir parsel var olan sistemde sorgulanabilir.
- 3B Kadastro, 3B mülkiyet durumlarının üzerindeki sayısal bilgileri birleştirir. Mevcut sistemde, analog çizimler tapulara eklenerek üçüncü boyut hakkında bilgi verirler. Bu çizimler taranarak sayısal ortama eklenebilir. Ancak, kurumlar arasında etkileşimli çalışabilmesi için bu çizimlerin grafik olarak ülke koordinat sistemine bağlanması gerekmektedir.
- Eğer 3B kayıt olanaklı olursa, 3B mülkiyet durumlarına ait parçaların kaydı, konumsal bilgileri de tapularda yer alabilir. Bu sayede bilgilere hızlı bir şekilde erişilebilir.
- 3B kayıtlar diğer kayıtlar ile etkileşimli olarak çalışabilmelidir. Altyapı nesnelere ilişkin konumsal veriler kadastro içinde yer alırsa bu veriler kadastro amaçlı kullanılabilir. Altyapı kurumları/kuruluşları da bu verilerden yapılarının güzergâhları konusunda kesin bilgilere ulaşabilecek ve tesisleri ile kesişmeyen parsellere yasal olarak kamulaştırma bedeli ödemekle yükümlü olmayacaklardır. Ayrıca kadastral veri tabanı ile diğer yeraltı tesisleri için oluşturulan veri tabanları birbirlerine bağlanarak bu hatların tescili yapılmış olacaktır.”

Bu bağlamda yola çıkarak 3B kadastronun işlevselliğini artırmak için aşağıdaki maddeler vermiştir (Storer, 2004);

- “Haklar üzerindeki 3B bilgiye ve 3B bilginin kaydına erişim kolay olmalıdır.
- Kadastroya konu olan nesnelere ait diğer veri tabanları ile bağlantı kurulabilmeli (altyapı nesneleri vb.) ve birleştirilmelidir. Bunun için iyi tasarlanmış bir ulusal konumsal veri altyapısı gerekir.
- Tescile konu olan nesnelere ait bilgiler güncellenebilmelidir. Örneğin hataların bulunup düzeltilmesi veya 3B mülkiyet durumlarının yasal durumları görüntülenebilmelidir.”

Dünya örneklerine bakıldığında ilk olarak 3B Kadastro kavramını bilimsel olarak ele alan ve bu konu üzerinde ciddi çalışmalar yapan Hollanda olduğu görülmektedir. 3B kadastro veri tabanı kurmaya yönelik çalışmalar yapmaktadırlar (Ayazlı, 2006).

Norveç’te üç boyuttaki mülkiyet haklarının korunmasını sağlayacak yasal düzenlemeler yapmıştır. Ayrıca 1955 yılında kurulan komisyonla; yer altı parkları, alışveriş merkezleri ve tüneller gibi yeraltında bulunan alanlar, altından karayolu veya demiryolu geçen yapılar, yüzey üzerinde sütunlar ile su taşıyan yapıların üç boyutlu mülkiyetin tesis edebileceği durumlar olarak sıralamıştır. Komisyonun teklifi doğrultusunda hazırlanan yasa önerisi 2002 yılında meclise gelmiştir (Döner & Bıyık, 2007).

2.3.1.1. 3B Kadastro Verilerinin Yardımcı Olduğu Diğer Alanlar

Yatay olarak nitelendirilen x ve y verilerine, z verisi eklenmesiyle düşey yönde de elde edilen bilgiler şehirler için önemli bir durum haline gelmiştir. Özellikle büyük kentlerde oluşan kalabalığın yarattığı mekânsal yoğunluğun problemlerini optimal düzeyde azaltmak için 3B verilerine başvurulmaktadır.

3B bilginin gerekliliği aşağıda şekilde sıralanabilir (Storer, 2004);

- “Kent planlamada hızlı modelleme yaklaşımları, görselleştirme, etkileşimli uygulamalar ve konumsal çözümlemeler,
- Arazi modellemek için etkileşimli tasarımlar ve simülasyonlar (benzetimler),
- Yol, demiryolu ve kanal yapımı, bakımı ve korunması,
- Gerçek dünya nesneleri üzerindeki 3B bilgilerin korunmasında, örneğin vergi amaçlı olarak bina hacimlerinin hesaplanması gibi,
- 3B konumsal modellemelerde, örneğin bir tünel projesi için yapılan kazı işleri sırasında ortaya çıkan gürültü seviyesi ve bina risk analizleri,
- Çevre koruma alanlarında yapılan çalışmalarda, örneğin gürültü, koku denetimi ve bunlara ait güvenlik düzeyleri,
- Jeolojik uygulamalar,
- İletişim araçlarının (anten, baz istasyonu vb.) konumlandırılacağı yerlerde yapılacak 3B çözümlemeler,
- Afet senaryoları (sel, toprak kayması kestirimi, erozyon vb.),
- Yeraltı tesislerinin konum bilgileri, bakımı ve korunması” olarak sıralanmaktadır.

2.3.2. 4B Kadastro

Kadastro verilerinin 3B temsiline ihtiyaç duyulmaktadır. Bir sonraki boyut zamandır. Zamansal haklar söz konusu olduğunda, tarihi yeniden inşa etmek, bakım süreçlerindeki olayları yönetmek ve gerçeği yansıtmak için zamanın dahil edilmesi gerekmektedir. Farklı mekânsal birimleri doğruluk, boyut ve temsil dahil etmek mümkün olmalıdır (Jeong D., 2012).

2.4. ORMAN VASFINI KAYBETMİŞ ALANLAR (2/B)

Orman alanlarının ve 31/8/1956 tarihli ve 6831 sayılı Orman Kanununun 2’nci maddesinin birinci fıkrasının (B) bendine göre “orman sınırları dışına çıkarılan yerlerin geometrik ve hukukî durumlarının tayin ve tespiti ile bu suretle sınırlandırılan ormanların ve orman sınırları dışına çıkartılan alanların tapu siciline tescillerini sağlamak ve orman kadastro bilgi sisteminin altlığını oluşturmaktır” (OGM, 2012).

6831 sayılı yasanın 2. maddesi de en son olarak 1986 yılında çıkarılan 3302 sayılı yasayla değiştirilerek söz konusu madde, “A” ve “B” olarak iki bende ayrılmıştır.

Bahsi geçen bu kanun bağlamında orman vasfını kaybeden alanlar, orman dışına çıkartılmıştır. Çıkarılan alanlar 2/B statüsünde sayılmıştır. Bu alanların satışı yapılmıştır. Satılan alanların bir kısmı yerleşim yeri ve tarımsal amaçlar için kullanılırken büyük bir oranın nasıl kullanıldığı tam olarak tespit edilememiştir. Orman dışına çıkarılan alanların aşağıdaki madde ile detaylarından bahsedilmiştir.

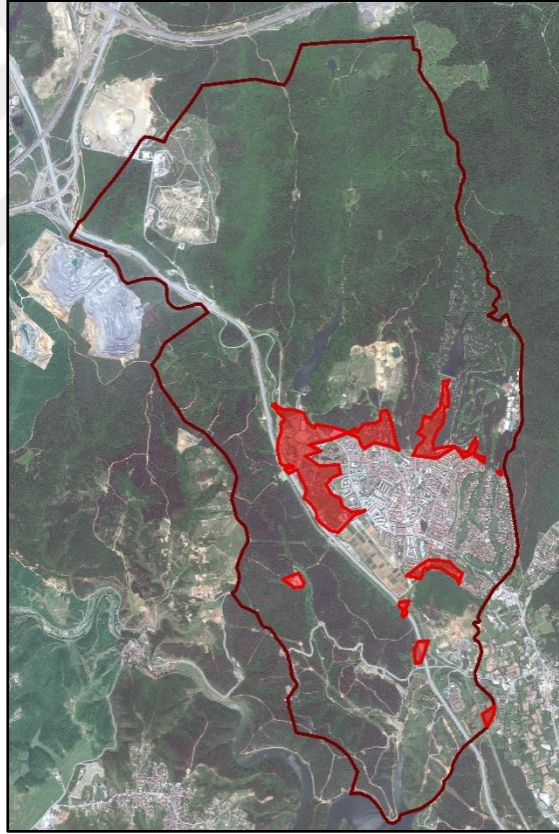
“31/12/1981 tarihinden önce bilim ve fen bakımından orman niteliğini tam olarak kaybetmiş yerlerden; tarla, bağ, bahçe, meyvelik, zeytinlik, fındıklık, fıstıklık (Antep fıstığı, çam fıstığı) gibi çeşitli tarım alanları veya otlak, kışlak, yaylak gibi hayvancılıkta kullanılmasında yarar olduğu tespit edilen araziler ile şehir, kasaba ve köy yapılarının toplu olarak bulunduğu yerleşim alanları; Devlet ormanı ise, Hazine adına, hükmî şahsiyeti haiz amme müesseselerine ait orman ise bu müesseseler adına, hususî orman ise sahipleri adına, orman sınırları dışına çıkarılır. Uygulama kesinleştikten sonra sahiplerinin müracaatı üzerine tapuda düzeltme ve tescil işlemleri yapılır” (OGM, 2012).

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı olarak İstanbul ili Eyüpsultan İlçesinin Göktürk (Beldesi) Merkez Mahallesi seçilmiştir.

Bu alanın seçilmesinin sebebi mahalle alanı içerisinde geçmişten günümüze birçok orman alanının bulunması ve zamanla bu alanların orman vasfını kaybetmesine bağlı olarak 2/B alanına ayrılmasıdır. 2/B olarak ayrılan bu alanların ve mevcutta orman olan alanların içindeki yapı değişimi net bir biçimde görülmektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Göktürk Mahallesi 2/B Alanları

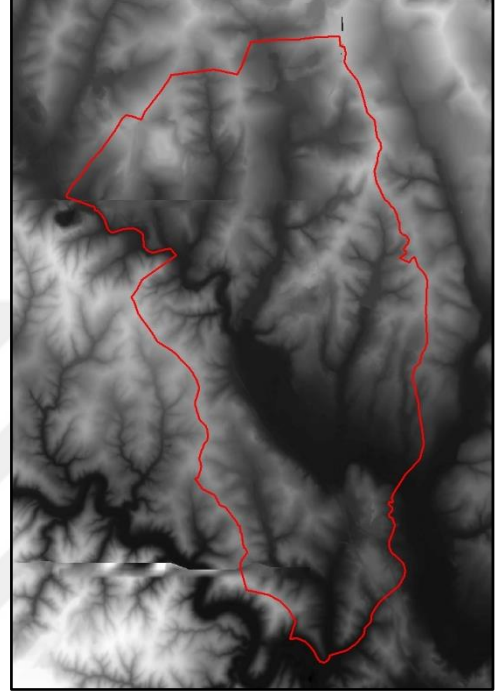
3.1.1. Coğrafi Konum

Eyüpsultan İlçesi Avrupa Yakasında, Çatalca Yarımadası'nda yer almaktadır. Doğusunda Sarıyer, Şişli, güneyinde Fatih ve Zeytinburnu, batısında ve kuzeybatısında Gaziosmanpaşa

%0-5 eğimli alanlar, yerleşme açısından elverişli sayılabilecek %0-5 eğimli alanlar ve %10-20 eğimli alanlar bulunduğu gibi doğal yapının ancak önlem alınarak yapılaşmaya olanak sağladığı %20-30, %30-40 ve %40'ın üzerinde eğim yüzdelere sahip alanlarda bulunmaktadır.



Şekil 3.3 Göktürk Merkez Mahallesi Ortofoto Altında DEM Haritası



Şekil 3.4 Göktürk Merkez Mahallesi DEM Haritası

3.1.3. İklim, Bitki Örtüsü

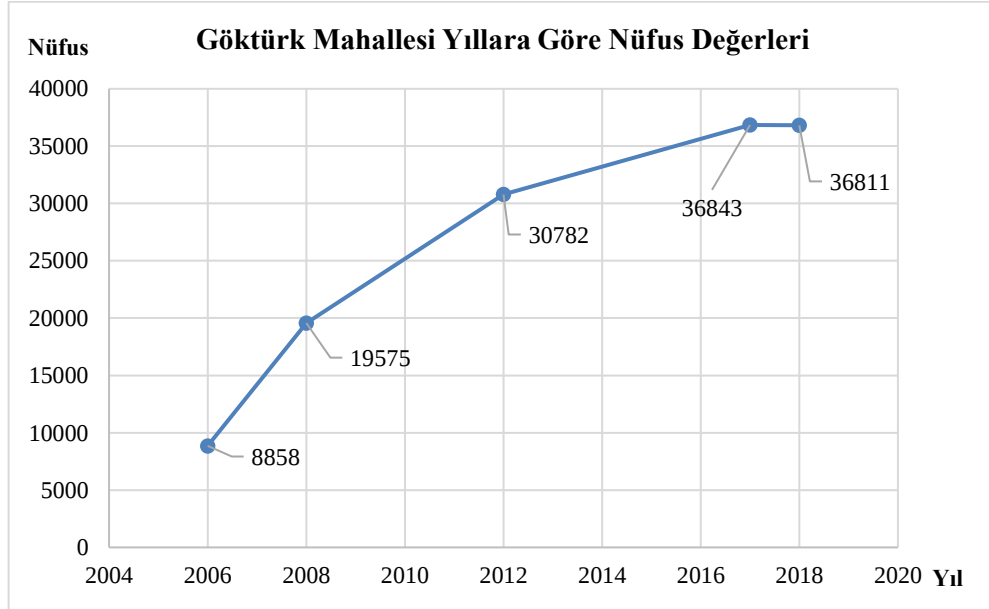
Çalışma alanı Akdeniz ve Karadeniz iklimlerinin kesişme sahasıdır. Etkili olarak karadeniz iklimi hâkim olmaktadır. Hakim rüzgarlar poyraz ve lodos, yıllık sıcaklık ortalaması 13 °C, en soğuk ay ortalaması 5 °C, en sıcak ay ortalaması 22 °C, yıllık yağış ortalaması 789 mm'dir. Eyüpsultan kırsal alanının bitki örtüsü, Karadeniz'e uymuş ağaçcıl maki bitki topluluklarından, çayırlardan ve orman alanlarından oluşmaktadır. Orman alanları büyük baskı altındadır. Kemberburgaz, Göktürk, Çiftalan, Ağaçlık gibi yerleşmeler yakacak ve yapacak gereksinmelerini karşılamak için orman bitki örtüsünü tahrip etmekte, yerleşmeler orman içinde büyümektedirler. Giderek orman yerleşim alanlarının içinde kalmakta, bu da orman bitki örtüsünde önemli azalmaya neden olmaktadır (Eyüpsultan Belediyesi, 2019).

3.1.4. Jeolojik Yapı

Çalışma alanı 1. zamanda oluşmuş bir jeolojik yapıya sahiptir. Haliç çevresindeki arazi, genellikle I. zaman karbonifer sistemine bağlı grovak, killi şist, silisli şist ve kalkerden oluşmaktadır. Yörede, III. zaman miyosenine ait tabakalar yer yer ince bir örtü oluşturur. Kil ve marnların az, buna karşın kum ve çakılların daha yoğun olduğu yapı, erozyona karşı dirençli değildir. Haliç kıyısı boyunca ve Eyüpsultan merkezde batıya ve kuzeye uzanan vadilere doğru, kumtaşı, kil ve marnlı toprak bulunur. Eyüpsultan İlçesi'nin geri kalan toprak yapısını oluşturan ve genelini de kapsayan toprak yapısı killi şist ve grovak yapısıdır.

3.1.5. Nüfus

Eyüpsultan İlçesi'nin 28 adet mahallesi bulunmakta ve Göktürk Merkez Mahallesi de bu ilçede yer almaktadır. 2012 yılında kabul edilen 6360 sayılı kanunla Eyüpsultan sınırları içinde yer alan köyler mahallelere dönüşmüştür. TÜİK'ten alınan veriler doğrultusunda Göktürk Merkez Mahallesinin nüfus değişimi analiz edilmiştir. 2006 yılında 8.858 olan nüfus 2018 yılı itibarıyla 36.811 kişiye artmıştır (Şekil 3.5). Senelere göre değişim yukarı doğru bir ivmeyle artmıştır (TÜİK).



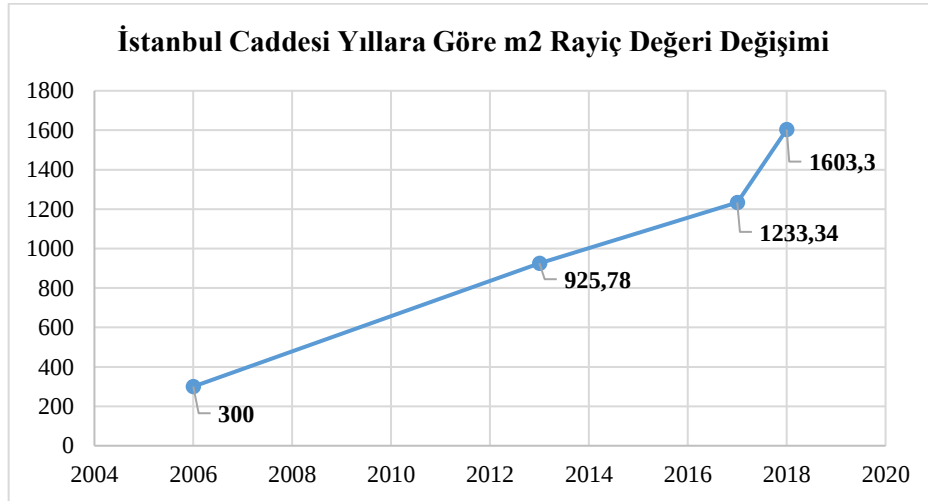
Şekil 3.5 Göktürk Mahallesi Yıllara Göre Nüfus Değerleri Değişim Grafiği

3.2. ÇALIŞMA ALANININ YILLARA GÖRE METREKARE FİYATLARI

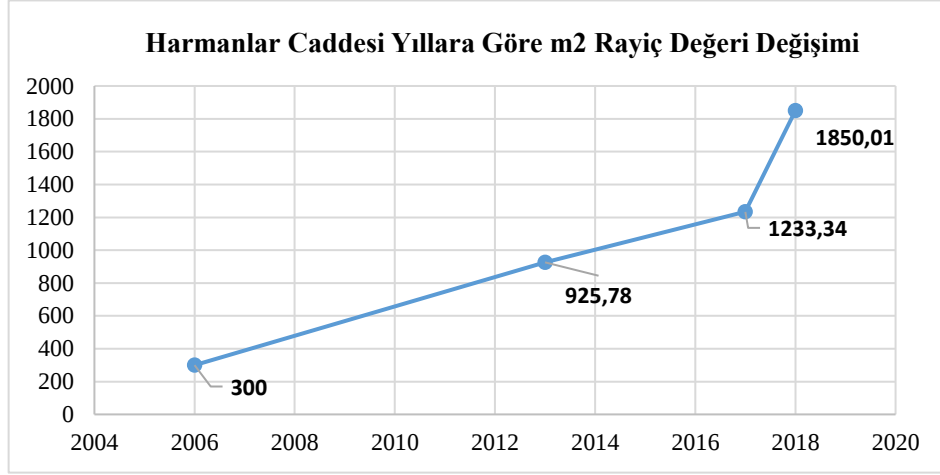
Eyüpsultan İlçesi Göktürk Merkez Mahallesi metrekare fiyatları incelendiğinde 2006 yılında ortalama 300 TL olan rayiç değer günümüzde yaklaşık 5 kat artarak 1500 TL civarına yaklaşmış ve geçmiştir. Bu fiyat artışının temel nedenleri arasında orman vasfını kaybetmiş alanların artması ve bu alanların İstanbul için yapılan mega projelere (3. Havalimanı, Kuzey Marmara Otoyolu, Kanal İstanbul vb.) çok yakın olmasından dolayı bir çekim merkezi haline gelmesidir.

Göktürk Merkez Mahallesinde bulunan İstanbul Caddesi ve Harmanlar Caddesi metrekare rayiç değerleri incelendiğinde fiyat üzerinde yukarıda bahsi geçen pozitif etkilerin olduğu gözükmemektedir. Bu etkilere ek olarak 2012 yılında kabul edilen köylerin mahallelere dönüşmesi gelmektedir (Şekil 3.6 ve Şekil 3.7).

6360 sayılı On Üç İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Altı İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile birlikte köyler mahallelere bağlanmıştır. Bu kanunda mahalleye dönüşen köylerdeki metrekare fiyatlarında büyük artış gözlenmiştir (Tablo 3.1).



Şekil 3.6 İstanbul Caddesi Yıllara Göre m² Rayiç Değeri Değişimi TL



Şekil 3.7 Harmanlar Caddesi Yıllara Göre m² Rayiç Değeri Değişimi

Tablo 3.1 Göktürk Mahallesi İçerisindeki Cadde ve Sokaklarının Metrekare Rayiç Değerleri (TL)

	2006	2013	2017	2018
İstanbul Caddesi	300	926	1.233	1.603
Harmanlar Caddesi	300	926	1.233	1.850
Cumhuriyet Caddesi	200	679	1.009	1.514
Atlspor Caddesi	300	926	1.233	1.850
Belediye Caddesi	250	741	1.009	1.514
Göktürk Caddesi	200	679	1.009	1.514
Orman Yolu Caddesi	300	926	1.233	1.603
Çeşmebaşı Caddesi	150	494	673	1.009
Hacıırza Sokağı	250	555	673	1.009
Cami Sokağı	150	679	1.009	1.514
Çamlık Caddesi	150	679	1.009	1.514

3.3. ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLER

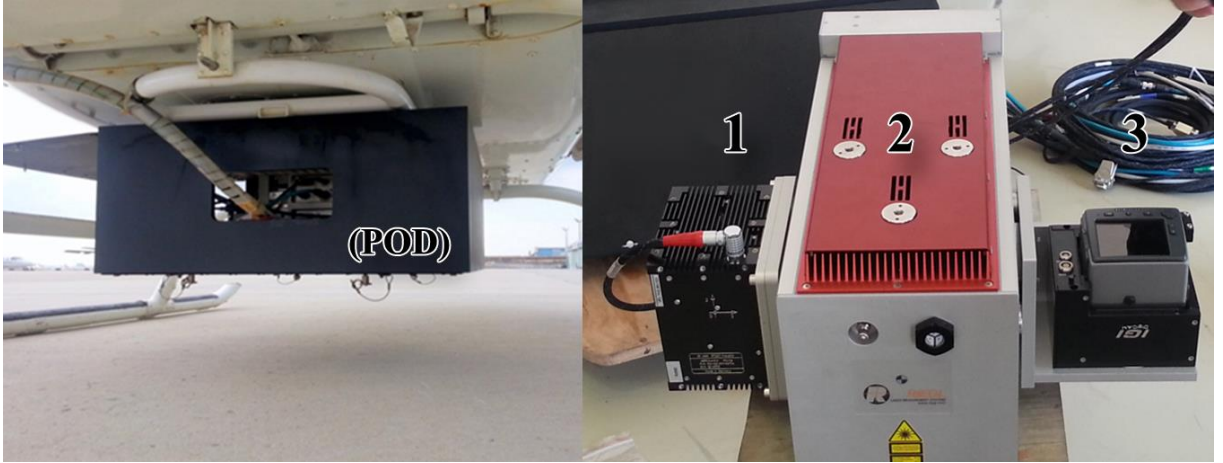
3.3.1. Lidar Verileri

Hava LiDAR uçuşu İstanbul İlının bütün alanını kapsayacak şekilde planlanıp, yapılmıştır. 5400 m²'lik alanda yapılan uçuşlarda veriler toplanmıştır. Uçuş parametreleri olarak 16 pts/m² de 400kHz'lik nokta yoğunluğu elde edilmiştir. Tarama hızı 80 knots olmakta, tarama açısı ise 60 dereceye kadardır. Kamera olarak da IGI DigiCam 60 (f = 50mm) kullanılmıştır. Uçuş için kullanılan hava aracı ise Bell JR206'dır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 LiDAR uçuşunda kullanılan Bell JR206 Hava Aracı

Veri alımının bileşenleri IMU, lazer tarayıcı, hava kamerasının içinde bulunduğu POD ismi verilen kutunun içinde bulunmaktadır (Şekil 3.9). POD, taramaya uygun bir şekilde hava aracına bağlanmıştır.



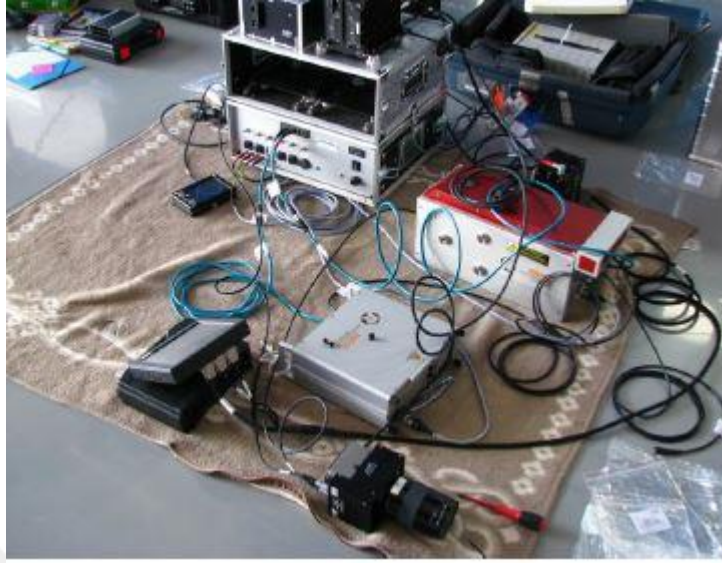
Şekil 3.9 LiDAR Bileşenleri (1- IMU, 2-Lazer Tarayıcı, 3-Hava Kamerası) (BİMTAŞ)

Alınan verilerde kullanılan algılayıcı “RIEGL LMS-Q680i”dir (Şekil 3.10). Göktürk Merkez Mahallesi üzerinden alım yaklaşık olarak Ekim 2012 yıllarında yapılmıştır.



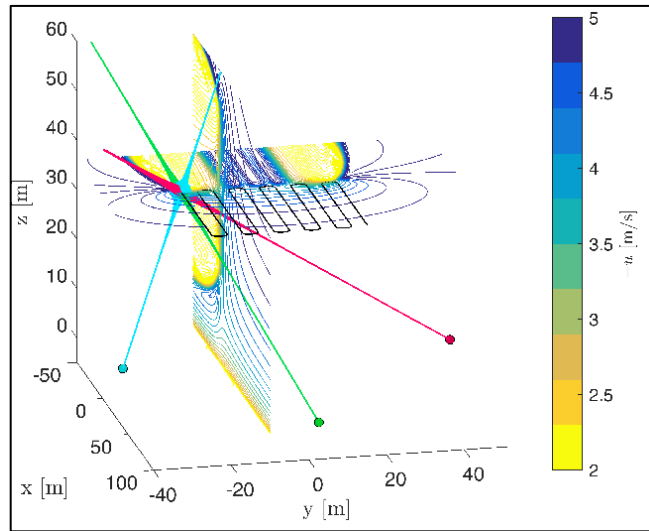
Şekil 3.10 Riegl LMS-Q680i LiDAR Algılayıcı (BİMTAŞ)

Hava fotoğrafı için 60 mega piksele sahip, 40.248x53.736 mm ebatındaki sensör kullanılmıştır. Fotoğraf büyüklüğü 8956x6708 piksel iken maksimum kare hızı 1,6 saniyedir. Hafıza birimi olarak da 500 GB’lık SSD kullanılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 LiDAR Hava Uçunda Kullanılan Kamera

Trajectory (yörünge) denilen kavram veri temininde önemli bir role sahiptir (Şekil 3.12). Trajectory uçuş esnasındaki uçuş aracının izlediği yola bağlı olarak x, y ve z düzlemindeki parametrelerinden oluşur. Trajectory sayesinde verilerin doğruluk oranı artmaktadır. Şekilde de görüldüğü üzere trajectory 3 boyutlu değerlere sahiptir.



Şekil 3.12 Trajectory'nin Örnek 3 Boyutlu Matematiksel Gösterimi (Meyer Forsting A. R. & Trolborg N., 2016)

İstanbul'da yapılan çalışmada ise $m_{xy}=10-15\text{cm}$, $m_z=5-10\text{cm}$ olarak belirlenmiştir. Tez konusunda ele alınan Eyüp İlçesindeki Göktürk Mahallesi'nin yer aldığı Avrupa Yakası yörünge haritası ise Şekil 3.13'de gösterilmiştir.



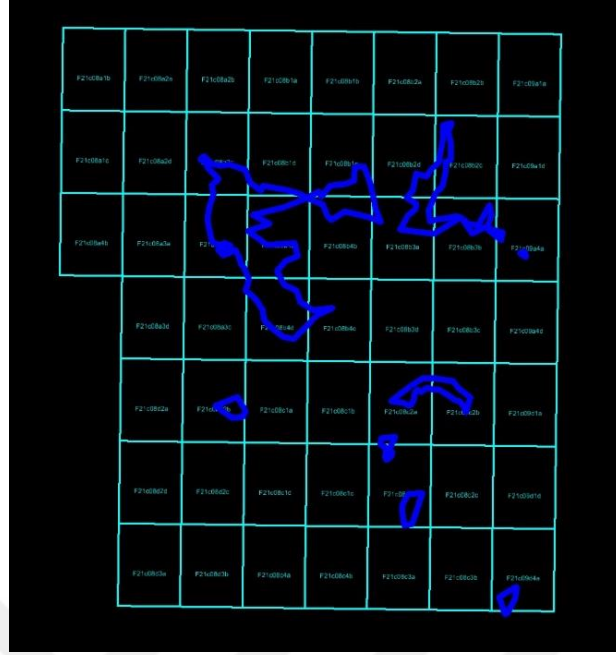
Şekil 3.13 Avrupa Yakası Hava LiDAR Uçuş Güzergâhları

Yapılan uçuşlar ve sayısal ortamdaki işlemler sonucunda pafta indeksi oluşturulmuştur. Her bir pafta 1/1000 ölçeğindedir. Göktürk Merkez Mahallesi'ndeki yapıların yoğunlaştığı yerlere denk gelen paftalarda Şekil 3.14'de gösterilmiştir.

F21c08a1b	F21c08a2a	F21c08a2b	F21c08b1a	F21c08b1b	F21c08b2a	F21c08b2b	F21c09a1a
F21c08a1c	F21c08a2d	F21c08a2c	F21c08b1d	F21c08b1c	F21c08b2d	F21c08b2c	F21c09a1d
F21c08a4b	F21c08a3a	F21c08a3b	F21c08b4a	F21c08b4b	F21c08b3a	F21c08b3b	F21c09a4a
	F21c08a3d	F21c08a3c	F21c08b4d	F21c08b4c	F21c08b3d	F21c08b3c	F21c09a4d
	F21c08d2a	F21c08d2b	F21c08c1a	F21c08c1b	F21c08c2a	F21c08c2b	F21c09d1a
	F21c08d2d	F21c08d2c	F21c08c1d	F21c08c1c	F21c08c2d	F21c08c2c	F21c09d1d
	F21c08d3a	F21c08d3b	F21c08c4a	F21c08c4b	F21c08c3a	F21c08c3b	F21c09d4a

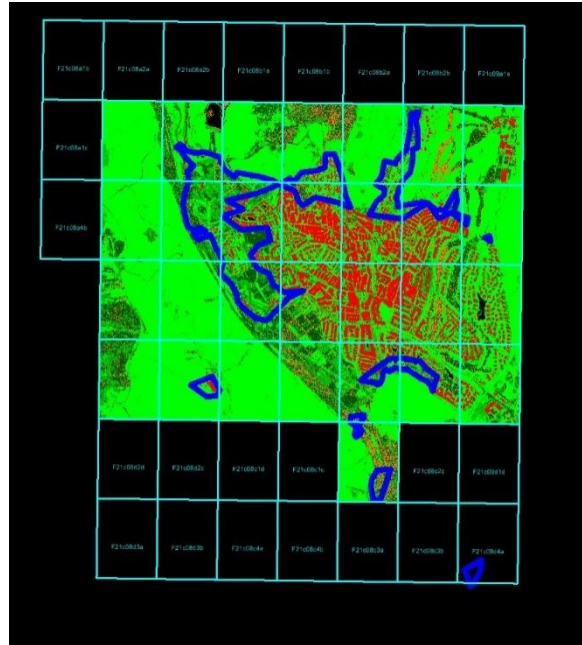
Şekil 3.14 Göktürk Merkez Mahallesi Üzerine Gelen Paftalar ve Numaraları

Oluşturulan bu pafta indeksi üzerinde değişimi izlemeye yardımcı olması amacıyla 2/B Alanları Şekil 3.15 'de gibi eklenmiştir.



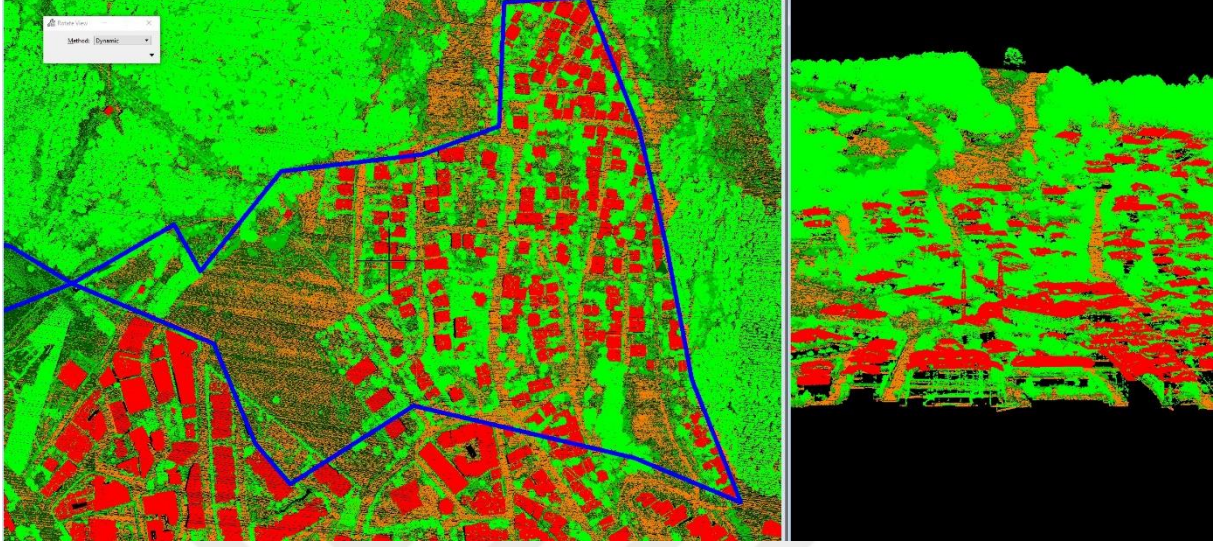
Şekil 3.15 Göktürk Merkez Mahallesi Paftalar ve 2/B Alanları

2/B alanlarının haritada yer almasında sonra LiDAR'dan elde edilen nokta bulutları eklenmiş ve sınıflandırılması yapılmıştır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Göktürk Merkez Mahallesi Paftalar, 2/B Alanları ve LiDAR Nokta Bulutu (Sınıflandırılmış)

LiDAR nokta bulutundan oluşturulan sınıflandırılma sonucunda 3B görüntülerin altyapısı oluşturulmuştur. Daha sonra bu veriler modellendirme için kullanılacaktır (Şekil 3.17).



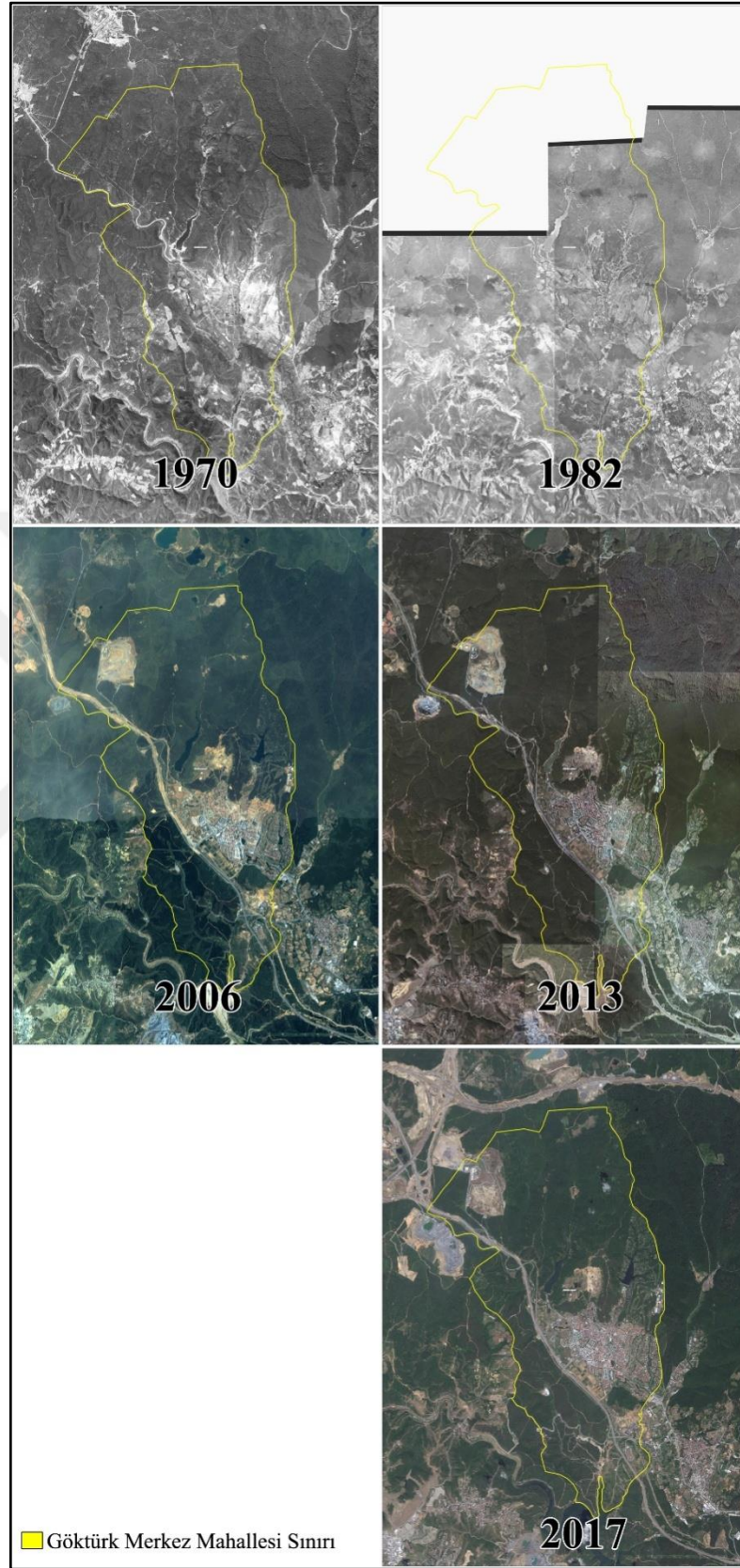
Şekil 3.17 LiDAR Nokta Bulutundan Oluşturulmuş 3B Görünüm

3.3.2. Haritalar

Bu başlık altında çalışma kapsamında oluşturulan ve temin edilen haritalar yer almaktadır.

3.3.2.1. Ortofoto

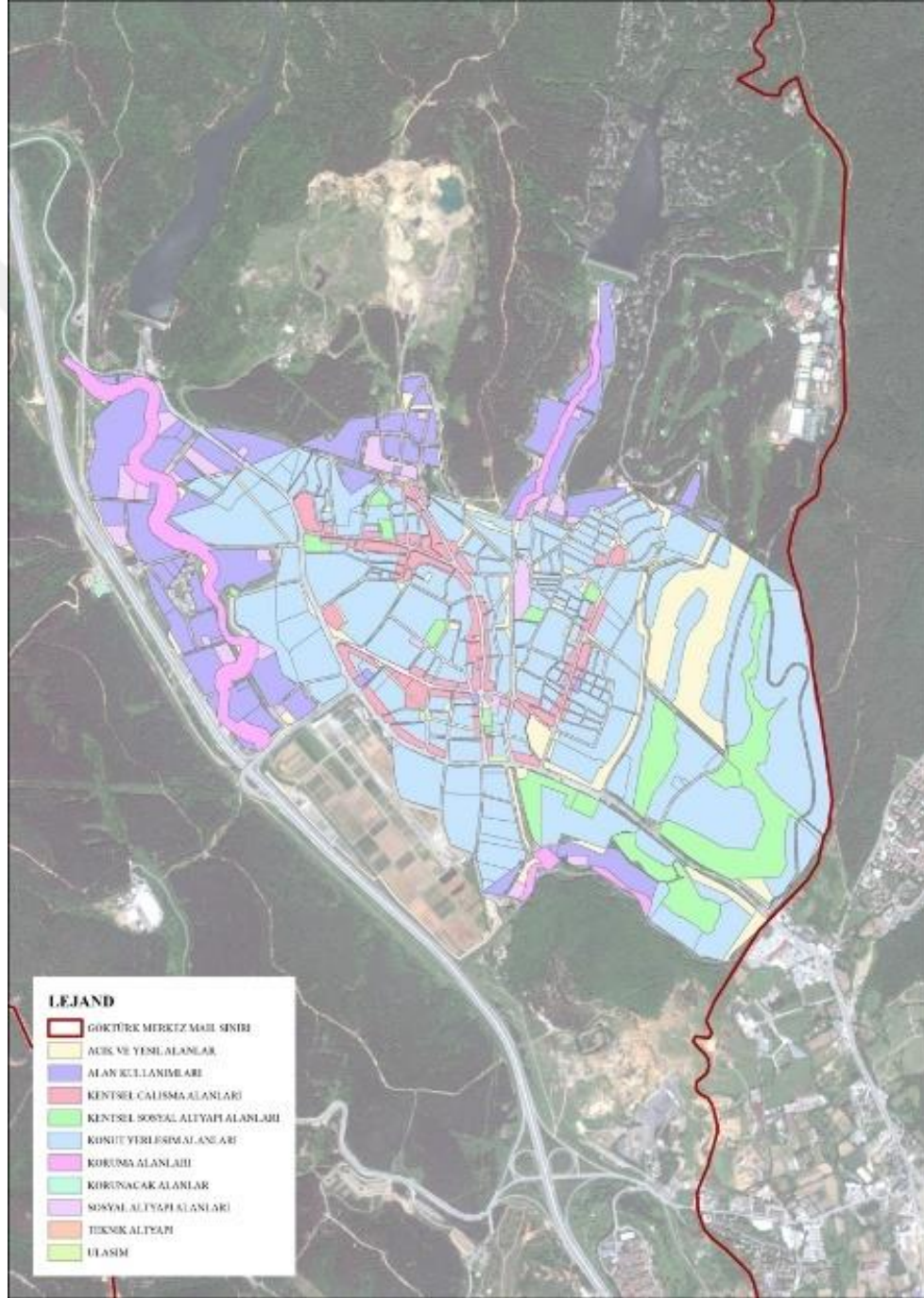
İBB Şehir Planlama Müdürlüğünden alınan ortofotolar sayesinde çalışma alanının 1970, 1982, 2006, 2013 ve 2017 yıllarına ait değişimi gözlemlenmektedir. 2000’li yılların başına kadar Göktürk Merkez Mahallesiinde yapılaşmanın çok az aldığı açıkça görülmektedir. Özellikle 2006 yılından sonra ise yapılaşma ivme kazanmıştır. Artan yapı sayısına karşılık orman alanlarının sayısı düşmüş ve orman vasfını kaybetmiş alanlarda ise yapılaşmanın baskısı altında kaldığı görülmüştür. Bu ortofotolar Şekil 3.18’de gösterilmiştir.



Şekil 3.18 Yıllara Göre Ortofotolar

3.3.2.2. İmar Planı

İBB Şehir Planlama Müdürlüğünden eski ve yeni imar planlar tek bir veride olmak üzere temin edilmiştir. Veri içeriğinde arazi kullanımı, kat bilgisi, ana ve alt fonksiyonların yer aldığı bilgilerde bulunmaktadır (Şekil 3.19).

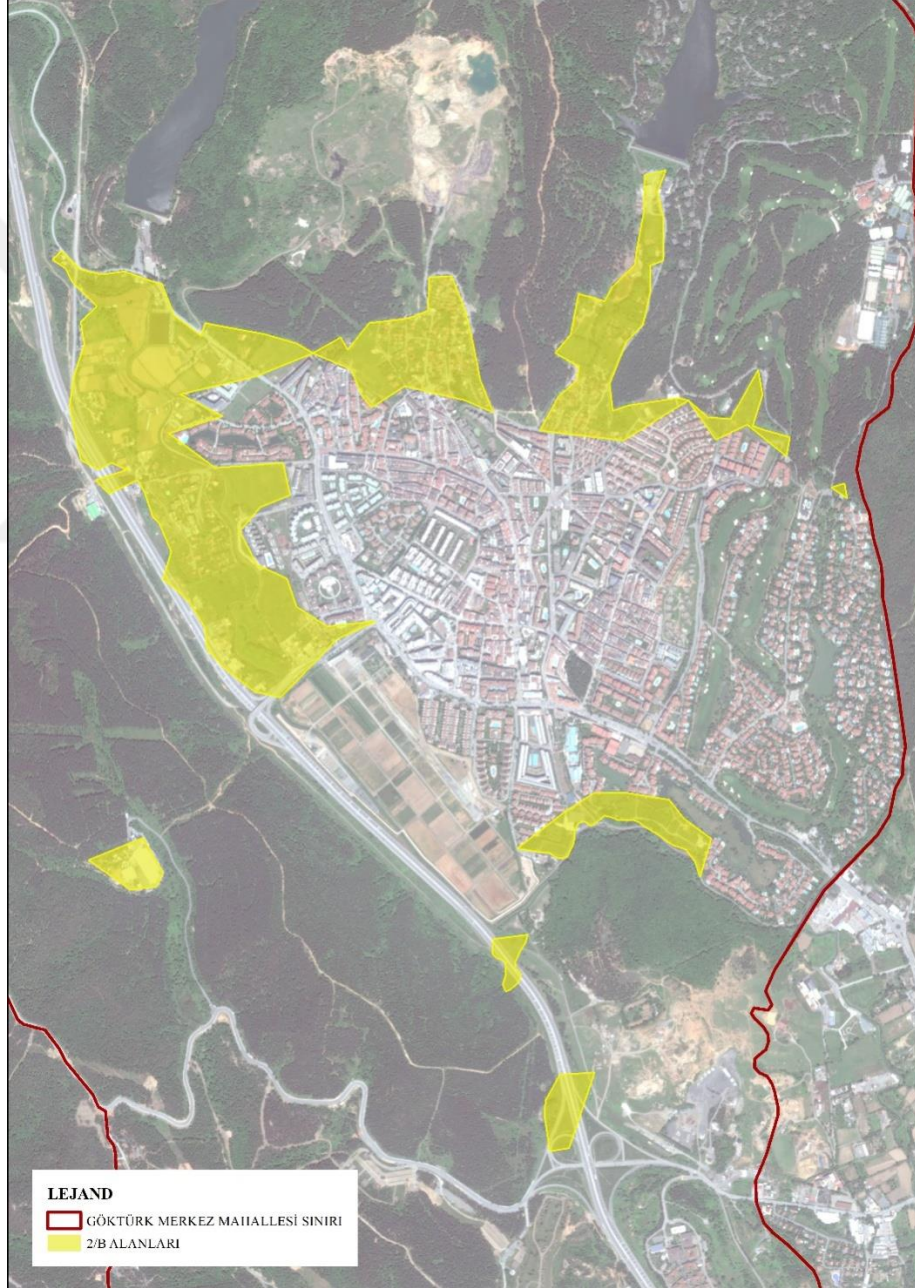


Şekil 3.19 İmar Planı Ortofoto Üzerinde (İBB, 2018)

3.3.2.3. 2/B Alanları

Bu kanunla beraber çalışma alanı olan Göktürk Merkez Mahallesi'nde orman vasfını kaybeden alanlar 2/B alanlarına dönüşmüştür. Bu alanlardaki değişimler analiz edilmiştir (Şekil 3.20).

Şekil 3.20'de Göktürk Mahallesi içerisindeki 2/B alanları yer almaktadır. İncelenen verilerde toplam 1.079.073m² 2/B alanı olduğu tespit edilmiştir.

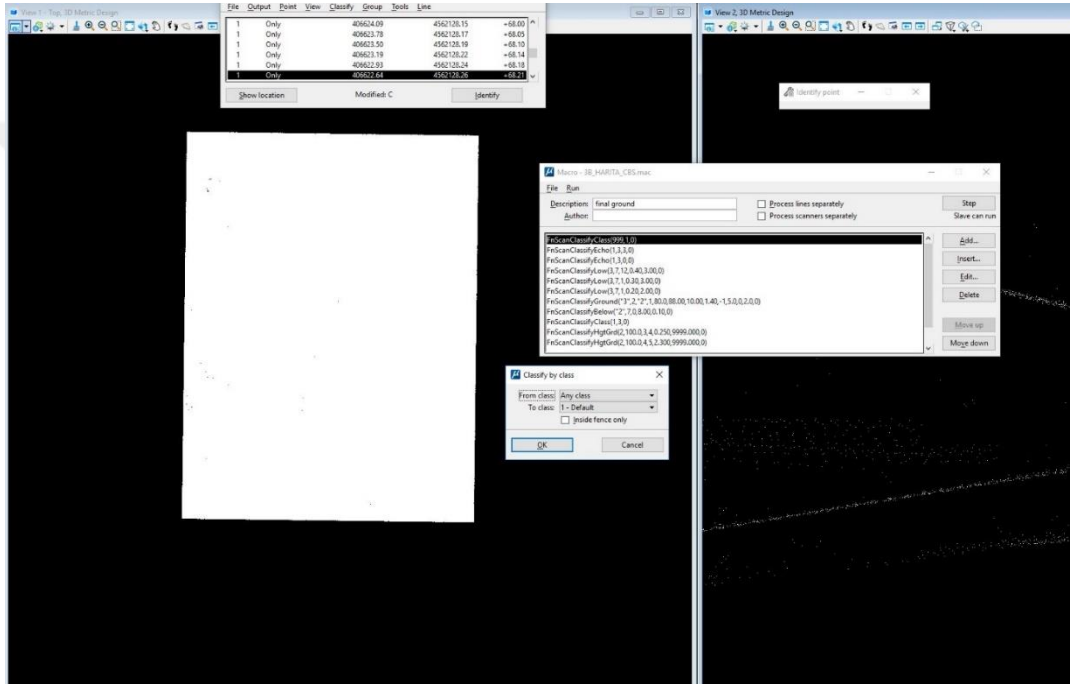


Şekil 3.20 Göktürk Mahallesi'ndeki 2/B Parsel Alanları

3.4. YÖNTEM

3.4.1. Lidar Veri Analizleri

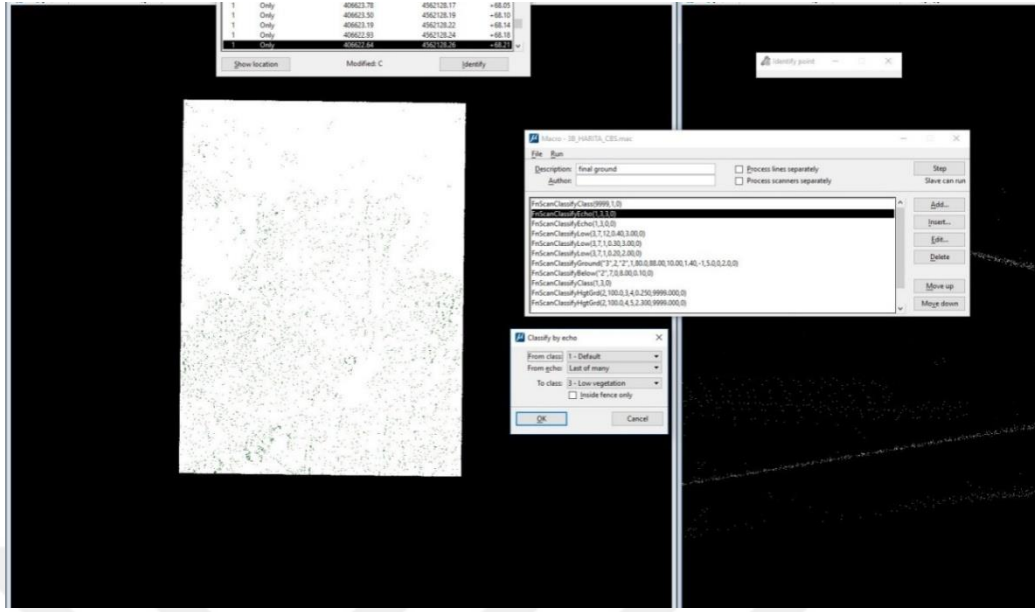
BİMTAŞ şirketi yaptığı uçuşlar sonucunda nokta bulutu verisini elde etmiştir. Elde edilen verilerin teminiyle nokta bulutlarının öncelikle sınıflandırılması yapılmıştır. İlk olarak bütün noktalar default sınıfına atılmıştır. Bunun nedeni nokta bulutunun öznetelik ve sınıflandırma yapılma aşamasında kolaylık sağlamasıdır (Şekil 3.21).



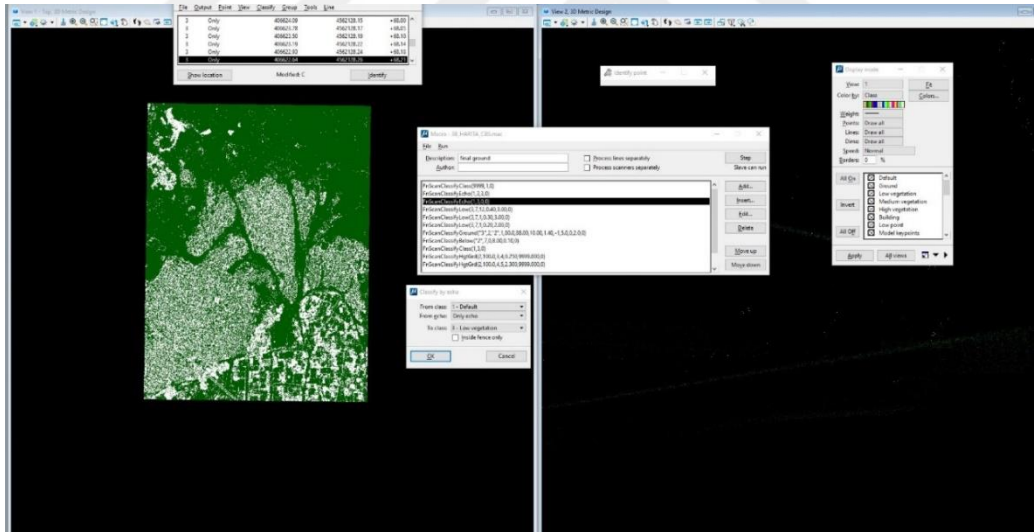
Şekil 3.21 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması (Default)

Şekil 3.21’de görüldüğü üzere bütün noktalar tek bir katmanda default’ta bulunmaktadır. Görüntü sadece beyaz olarak yansımakta noktalar tek katmanda olduğu için gözükmemektedir.

LiDAR ışınları uçuş aracından yeryüzüne ulaştığında ilk çarptığı nokta bina çatısı ve benzeri gibi bir alansa aynı şekilde geri döner. Ancak bir yaprak, çatı kenarı gibi bir yere denk gelirse kırılarak zemine kadar gider ve geri döner. Kırılan bu ışınlar echo denmektedir. Echo ve bahsi geçen ışınları ayırmak adına noktalar “Low Vegetation” katmanına atılmıştır (Şekil 3.22 ve Şekil 3.23).

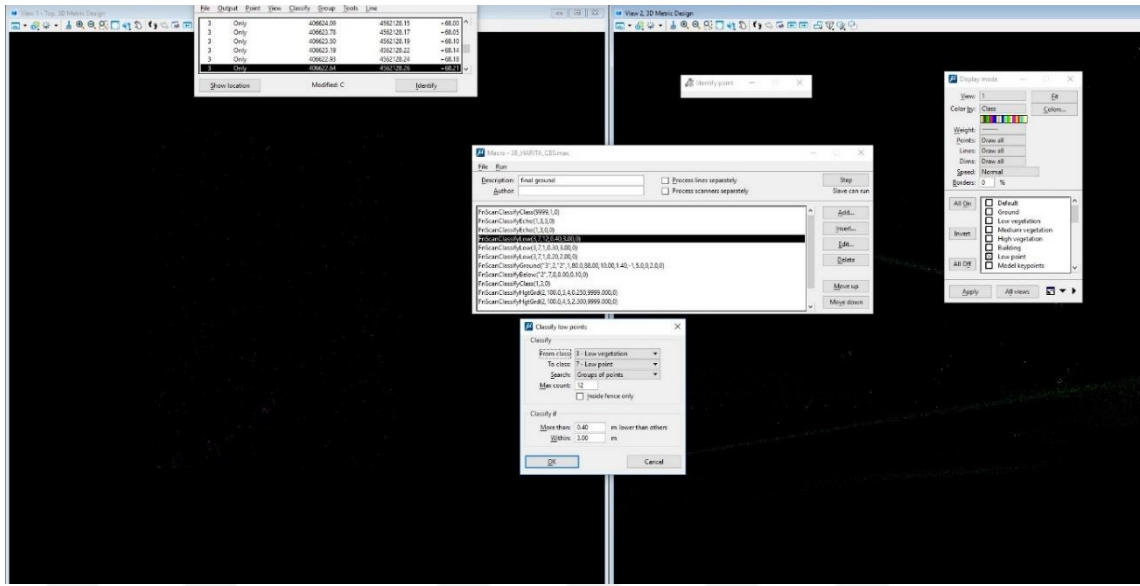


Şekil 3.22 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması (Low Vegetation)



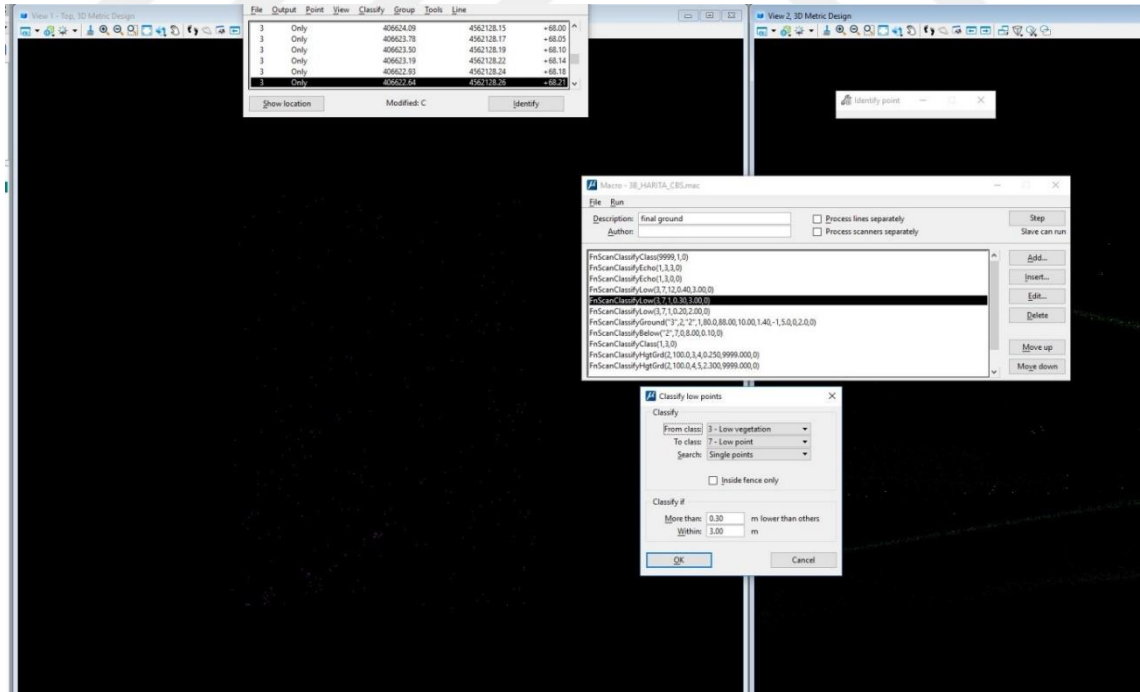
Şekil 3.23 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması -2 (Low Vegetation)

Echo'larda sınıflandırıldıktan sonra low pointlerin sınıflandırılmasına devam edilmiştir. Bunun amacı zeminin altında kalan ve analizlerde problem oluşturacak noktaların sınıflandırılmasıdır. Low Vegetation katmanında olan çapı 40cm'den küçük ve bulut içerisindeki yoğunluktan 3m'den uzak grup noktalar Low Point katmanına atılır (Şekil 3.24).



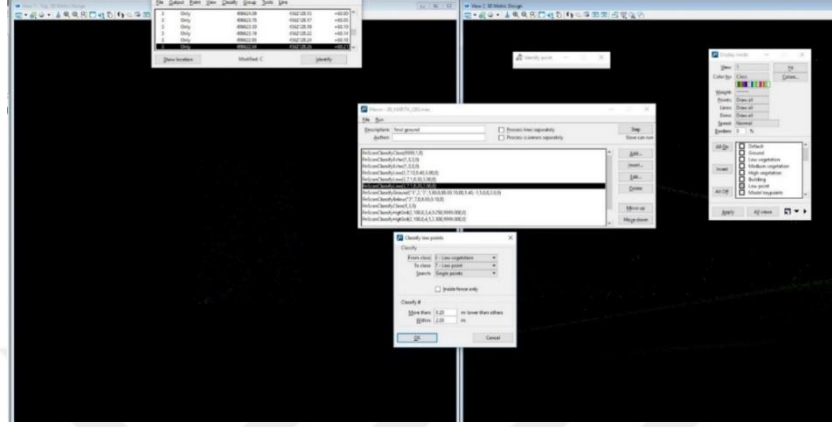
Şekil 3.24 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması (Low Point)

Low Vegetation katmanında olan çapı 30cm den küçük ve bulut içerisindeki yoğunluktan 3m'den uzak single noktalar Low Point katmanına atılır (Şekil 3.25).



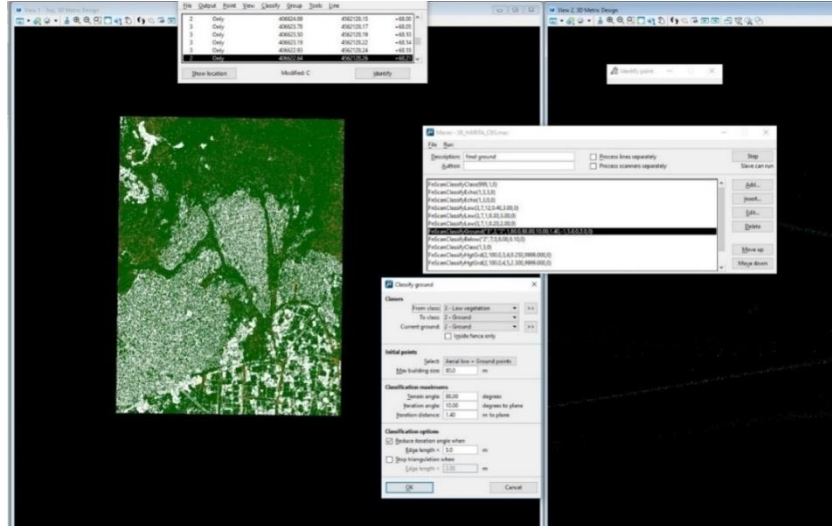
Şekil 3.25 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması -2 (Low Point)

Low Vegetation katmanında olan çapı 20cm den küçük ve bulut içerisindeki yoğunluktan 2m'den uzak single noktalar Low Point katmanına atılır (Şekil 3.26).



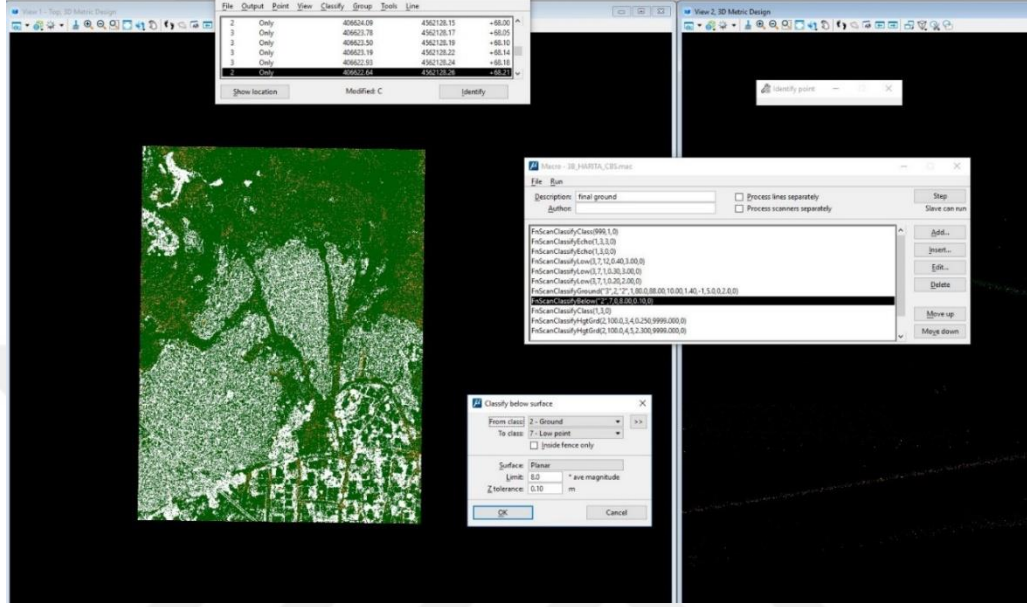
Şekil 3.26 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması -3 (Low Point)

Low vegetation katmanı oluşturulduktan sonra Ground denilen zemin katmanı oluşturulmuştur. Bu oluşturulma yapılırken MicroStation programında, BİMTAŞ bünyesinde geliştirilmiş “Classification Maximums” değerleri default olarak kullanılmıştır. Bu değerler çalışma alanının topoğrafik yapısına göre tekrar düzenlenmiştir (Şekil 3.27).



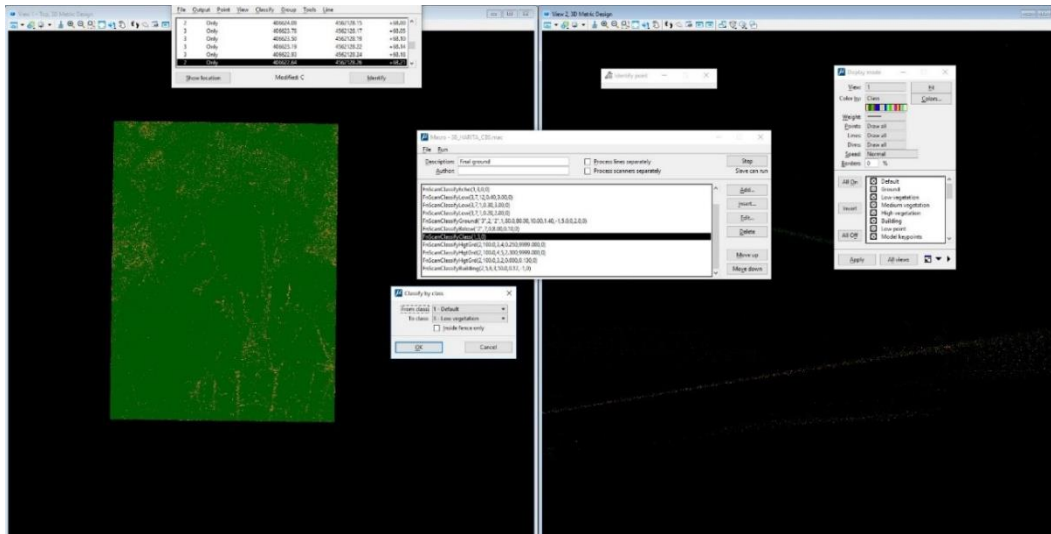
Şekil 3.27 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması (Ground)

8 metre limitine karşılık z tolerance'ı 10 cm olarak belirlenmiştir. Buradaki amaç zemin altında kalan noktaların belirlenmesidir. Bu nitelikleri taşımayan noktalar low point katmanına atılarak ground katmanının doğruluk payı yükseltilmiştir (Şekil 3.28).



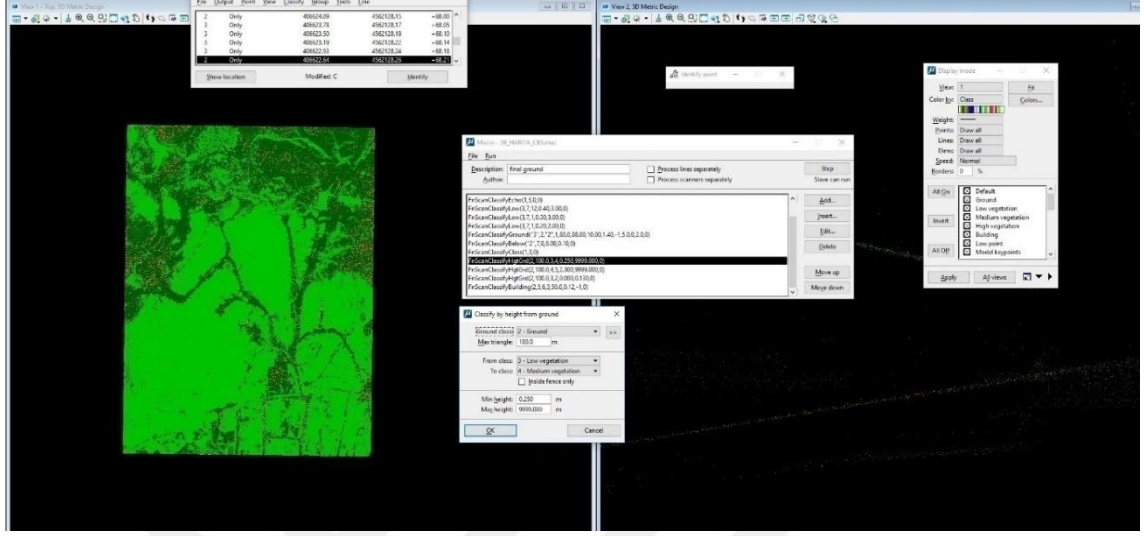
Şekil 3.28 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması -2 (Ground)

Zemin katmanı oluşturulduktan sonra default katmanındaki bütün noktalar low vegetation katmanına atılarak tanımsız bütün noktalar ortadan kaldırılmıştır (Şekil 3.29).



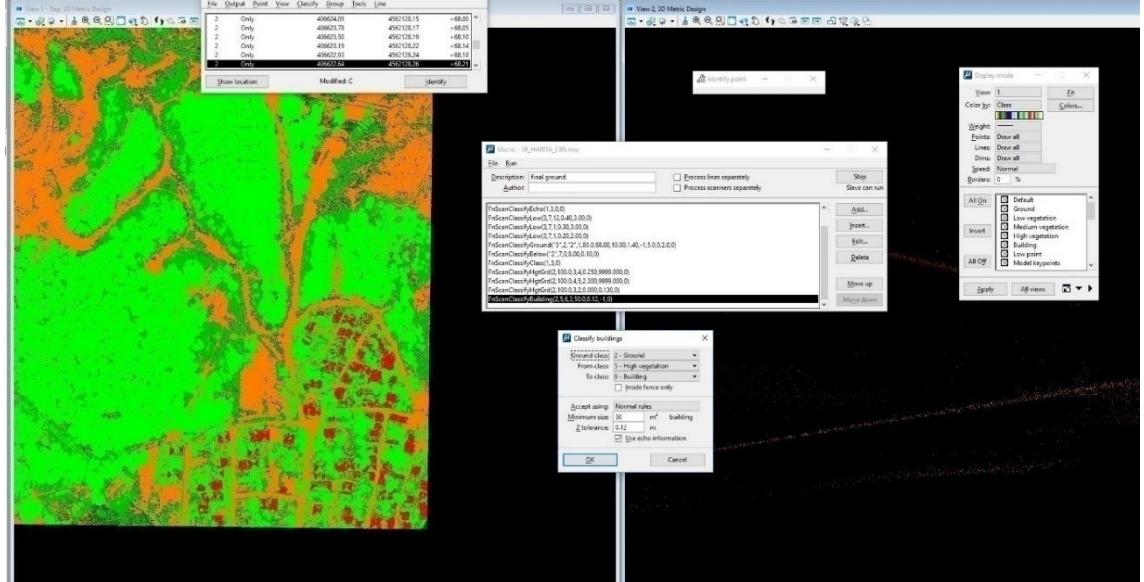
Şekil 3.29 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması -3 (LowVegetation)

Tanımlanan noktalar içinde 25 cm ile sonsuza kadar giden aralıktaki bütün noktalar Medium Vegetation katmanına atılmıştır. Sonsuz değeri olarak 9999 metre seçilmiştir (Şekil 3.30).



Şekil 3.30 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması (Medium Vegetation)

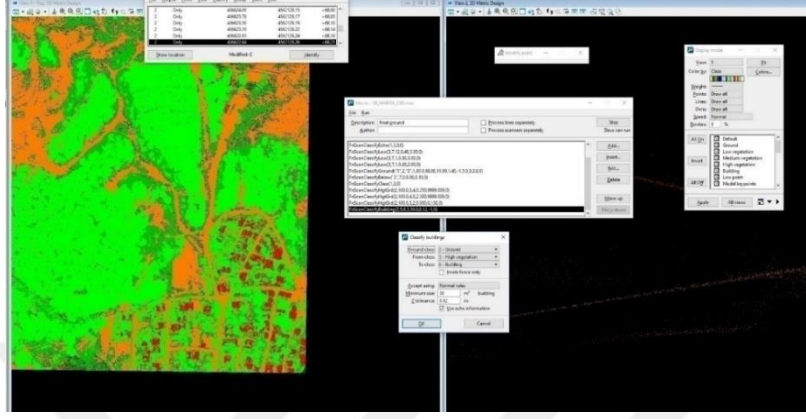
Tanımlanan bu noktalardan Medium Vegetation'daki 2.30 m ve sonsuz arasındaki noktalar ise High Vegetation katmanına atılmıştır (Şekil 3.31).



Şekil 3.31 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması (High Vegetation)

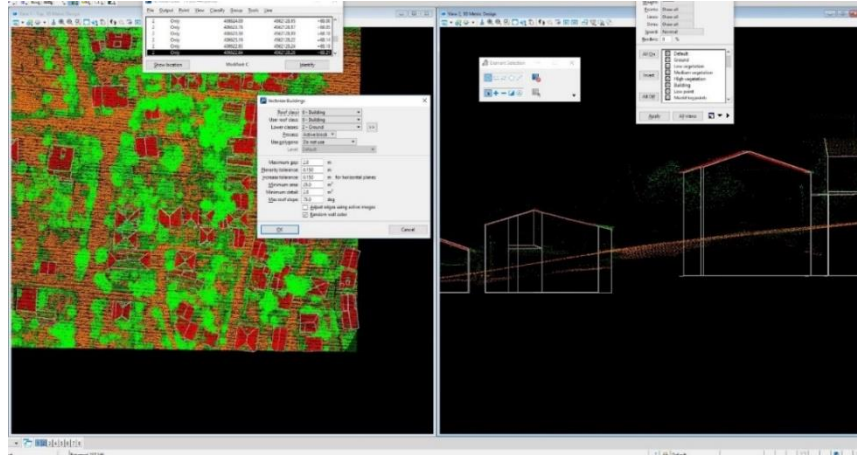
Low Vegetation katmanında bulunan ve 0 m ile 0.130 m arasındaki noktalar ise ground katmanına atılmıştır. Böylelikle Ground, Low Vegetation, Medium Vegetation ve High

Vegetation katmanları oluşturulmuştur. Katmanların oluşturulmasından sonra yapıların sınıflandırılması yapılmıştır. Bu işlemde high vegetationdaki 12 cm yukarısında ve 50 m² yer kaplayan verilerden building katmanı oluşturulmuştur (Şekil 3.32).

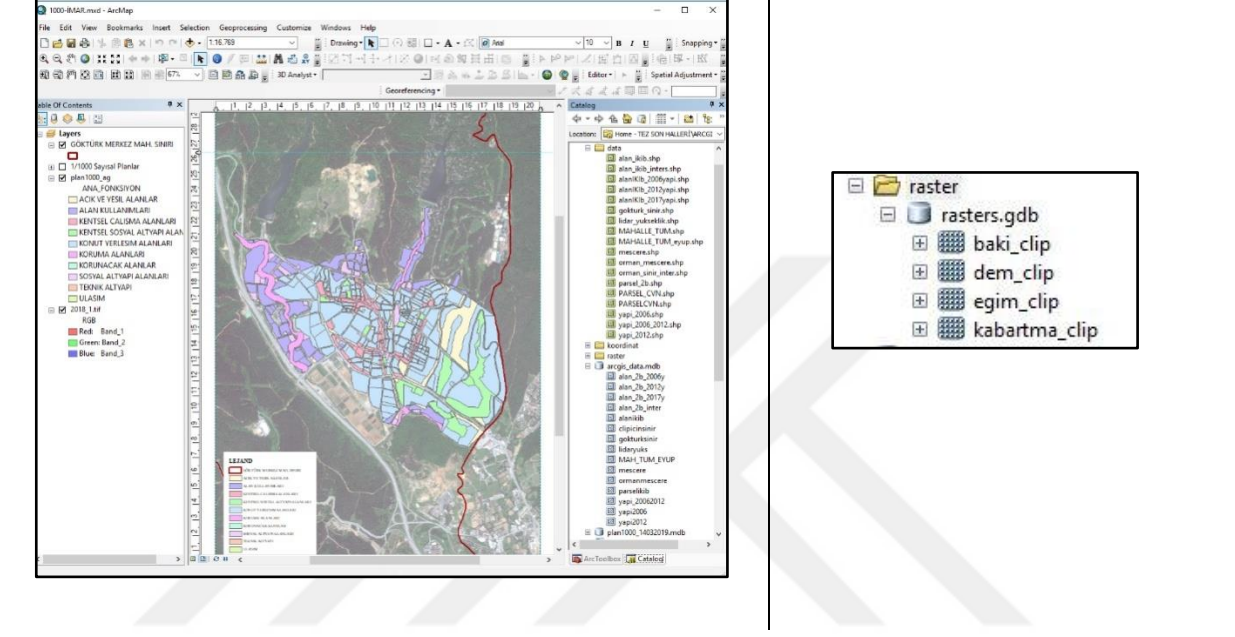


Şekil 3.32 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması (Building)

Building katmanının oluşturulmasıyla beraber TerraScene yardımıyla vectorise building modülü ile kat modeli cad ortamında oluşturulmuştur. Buradaki temel husus building ve ground katmanlarının doğru oluşturulmasıdır. Building sınıfları ground katmanına kadar çekilerek modeller oluşturulmuştur (Şekil 3.33).



Şekil 3.33 Göktürk Mahallesi LiDAR Nokta Bulutu Sınıflandırılması (Ground)



4. BULGULAR

Bu çalışmada öncelikle İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü ve BİMTAŞ'tan alınan veriler doğrultusunda değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, çalışma yapılan alanda geçmiş günümüze kadar ki periyotta orman vasfını kaybeden alanlardaki yapıların değişim analizleri yapılmıştır.

Tez çalışması için kullanılan veriler seçilirken en doğru kaynaklara ulaşılması adına onaylanmış veriler kullanılmıştır. Bu veriler onay mercii olan İBB ve BİMTAŞ'tan sayısal veri olarak temin edilmiştir. Bu süreçte alınan verilerinde gizliliği korunmuş ve paylaşıma açılmamıştır.

Çalışmaya konu olan Göktürk Merkez Mahallesi 6360 sayılı kanunla beraber köyden mahalleye dönüşümü, yakın çevresinde yapılmış ve yapılacak olan mega projeler ile beraber çekim merkezi haline gelmiştir. Artan talep doğrultusunda ormanlar üzerinde baskı artmıştır. 6831 sayılı kanunun 2 nci maddesi kapsamında orman sınırları dışına çıkarılan yerlerdeki değişimde yapılan analizlerle gösterilmiştir.

Çalışmanın malzemesini, İstanbul İli Eyüpsultan İlçesi Göktürk Merkez Mahallesinin 1/1000'lik hâlihazır haritaları, LiDAR verileri ile oluşturulmuş 3B kent modeli, geçmiş yıllara ait ortofotolar, imar planları ve hava fotoğrafları kullanılmıştır.

Çalışma takviminde öncelik olarak sayısal verilerin toplanması için araştırmalar ve çalışmalar yapılmıştır. Toplanan veriler sayısal ortamda bir araya getirildikten sonra ise analizlere başlanmıştır. Analizlerle elde edilen çıktı verileri doğrultusunda ise değerlendirmeler yapılmıştır.

Günümüzde her ülke için milli servet olarak nitelendirilen orman alanlarının sürdürülebilirliğini sağlamak en önemli etkenler arasında yer almaktadır. Ormanların sadece ekolojik fonksiyonları değil, ekonomik ve sosyal fonksiyonları da göz önünde bulundurulduğunda insan yaşamı ve yaşam kalitesi içinde büyük rol almaktadır. Ancak orman alanları insanlar tarafından tahrip edilmekte ve orman vasfını yitirmektedir. Orman vasfını kaybeden alanlarda ise yapılaşma faaliyetleri dikkatleri çekmektedir. Bu çalışma ile de orman

vasfını kaybeden alanların ileri teknoloji kaynaklarından Coğrafi Bilgi Sistemleri ve buna bağlı olan LiDAR’la değişim analizleri, eski yöntemlere göre çok daha basit, kısa zamanda sonuca ulaşabilen ve doğruluk yüzdesi maksimum düzeyde olarak elde edilmiştir.

Orman alanlarındaki değişimler geçmişte saha çalışmaları ile sağlanırken günümüzde modern teknoloji kaynakları kullanılmaktadır. Saha çalışmaları çok maliyetli, fazla zaman isteyen çalışmalardır. Ayrıca modern teknoloji ile elde edilen verilerin doğruluk yüzdesi eski yöntemlerden çok daha iyi derece olduğundan, analizlerde doğru veriler kullanılmasını sağlanmaktadır.

4.1. HALİ HAZIR PAFTALARIN ANALİZİ

Çalışma alanı için İBB Şehir Planlama Müdürlüğü’nden alınan geçmiş yıllara ait 1/1000’lik hâlihazır paftaları sayısal ortamda analiz edilmiştir. 2006, 2012 ve 2017 yıllarına ait veriler kullanılmıştır. ArcGis programında ilk olarak istenen veriler, gerekli olmayan verilerden ayıklanmıştır. Yapılan işlemler sonucunda da alan üzerindeki binalar tespit edilmiştir.

4.1.1. 2006 Yılı Yapı Verileri

2006 yılına ait yapı verileri analiz edilmiştir. Temin edilen veriler doğrultusunda çalışma alanında 7, 8, 9 ve 10 katlı yapılar gözükmemektedir. Ancak bu yapılar 2006 yılında inşaat halinde olarak belirtilmiştir ve 2012 ile 2017 verilerinde 5 veya 6 kat olarak belirtilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1 Göktürk Mahallesi 2006 Yılı Yapıların Kat Sayıları ve Kat Adetleri

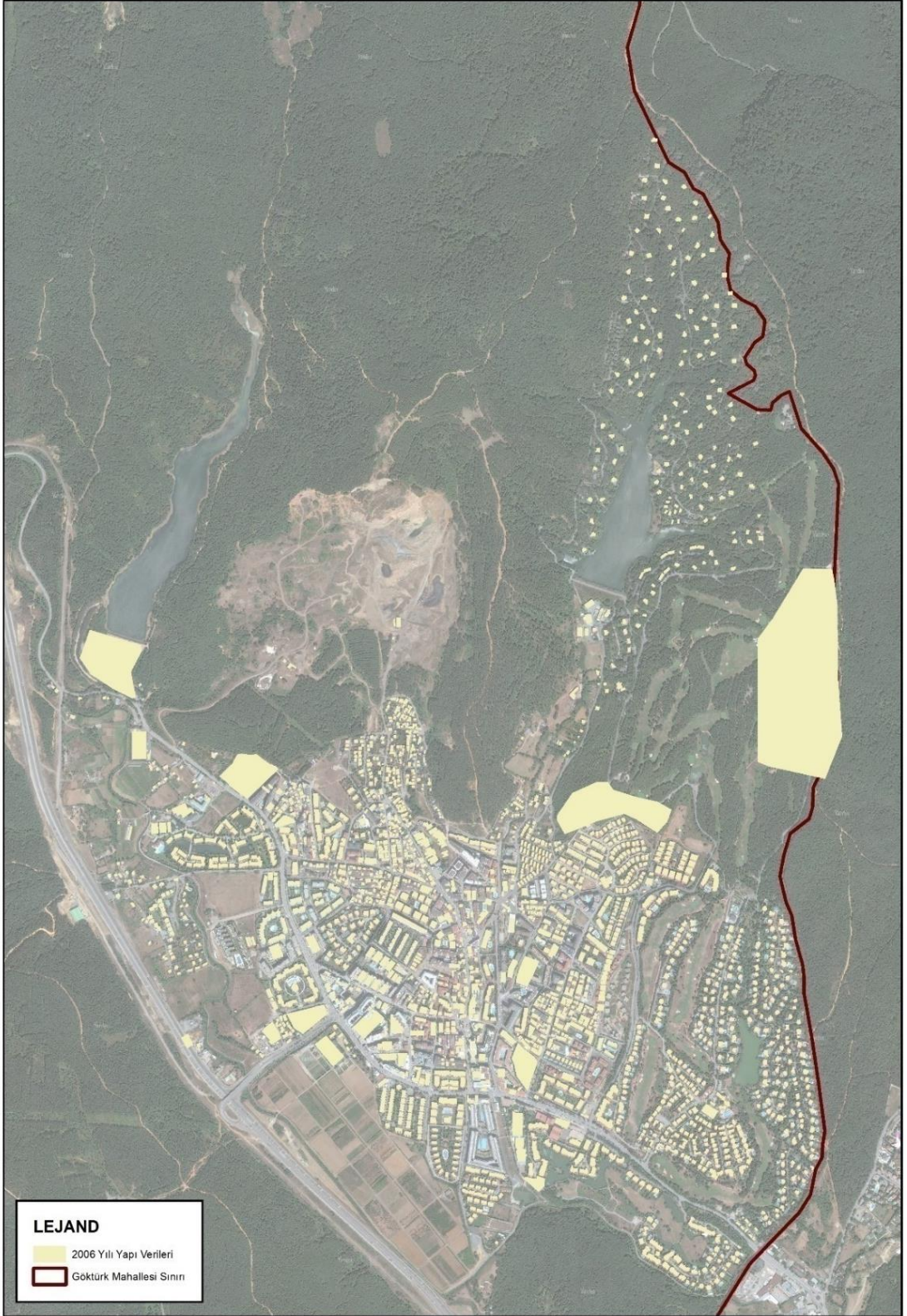
Kat Sayısı	Toplam Kat Adeti
1	726
2	1.023
3	445
4	231
5	182
6	19
7	1
8	1
9	1
10	1

Ortalama olarak 2 ve 1 katlı binaların yoğunluğu göze çarpmaktadır. 6 katlı bina sayısı ise diğer katlara göre çok az sayıdadır.

Binaların fonksiyonuna göre sınıflandırılmasında verilmiştir. Tablo 4.2'ye göre en çok yapı konut fonksiyonunda yer almaktadır. İnşaatı devam eden yapılarda ve boş konutlarda, konut fonksiyonunu takip etmektedir. Şekil 4.1'de de 2006 yılına ait yapı verisi gözükmemektedir.

Tablo 4.2 2006 Yılı Yapıların Fonksiyon Türleri ve Adetleri

Fonksiyon Türü	Yapı Adeti
Altyapı Çöp Toplama Ve İşleme Merkezleri	12
Altyapı Otopark Garaj	73
Altyapı Su Toplama, Arıtma Ve Dağıtma Merkezleri	15
Altyapı Trafo Merkezleri	17
Boş Bina	63
Boş Diğer	2
Boş İşyeri	1
Boş Konut	133
Depolama İnşaat Malzemeleri	3
Depolama Kuru Gıda	1
Depolama Odun Kömür	1
Dini Tesis Cami	3
Eğitim İlköğretim	7
Eğitim Ortaöğretim	12
Hizmet Büro	4
Hizmet Finans	4
Hizmet Uzman Kuruluşlar	1
İdari Resmi Kurum	15
İmalat Ağaç Ürünleri İmalatı	1
İmalat Diğer	9
İmalat Gıda Ürünleri	4
İmalat İçecek Ürünleri	5
İmalat Kozmetik İlaç İmalatı	5
İmalat Makine Ve Teçhizat İmalatı	3
İmalat Metal Olmayan İnş.Malz.	5
İmalat Tekstil Ürünleri	3
İnşaat Halindeki Yapı	234
Kentsel Ögeler	27
Konut 2.Konut Yazlık	33
Konut	1665
Kültür Huzurevi	1
Kültür Konferans Salonu	1
Kültür Sosyal Tesisler	7
Müştemilat	88
Sağlık Ocağı Ana Çocuk Sağlığı	1
Spor Diğer	2
Spor Hali Sahalar	7
Spor Yüzme Havuzu	1
Tarım Bitkisel Ürün Yetiştiriciliği	3
Tarım Hayvancılık	8
Ticaret Ağaç Ürünleri	2
Ticaret Gıda, İçecek, Tütün Ürünleri	3
Ticaret İnşaat Malzemeleri	6
Ticaret Servisler	3
Ticaret Sıvı Gaz Yakıt	3
Ticaret Yeme İçme Faaliyetleri	4
Yeşil Çocuk Parkı	3
Yeşil Diğer	1
Yeşil Mezarlık	1



Şekil 4.1 Göktürk Mahallesi 2006 Yılı Yapı Haritası

4.1.2. 2012 Yılı Yapı Verileri

2012 yılına ait yapı verileri analiz edilmiştir. Temin edilen veriler doğrultusunda çalışma alanında en çok 2, 3 ve 5 katlı binalar olduğu gözükmemektedir. En az 8 katlı binalardır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3 Göktürk Mahallesi 2012 Yılı Yapıların Kat Sayıları ve Kat Adetleri

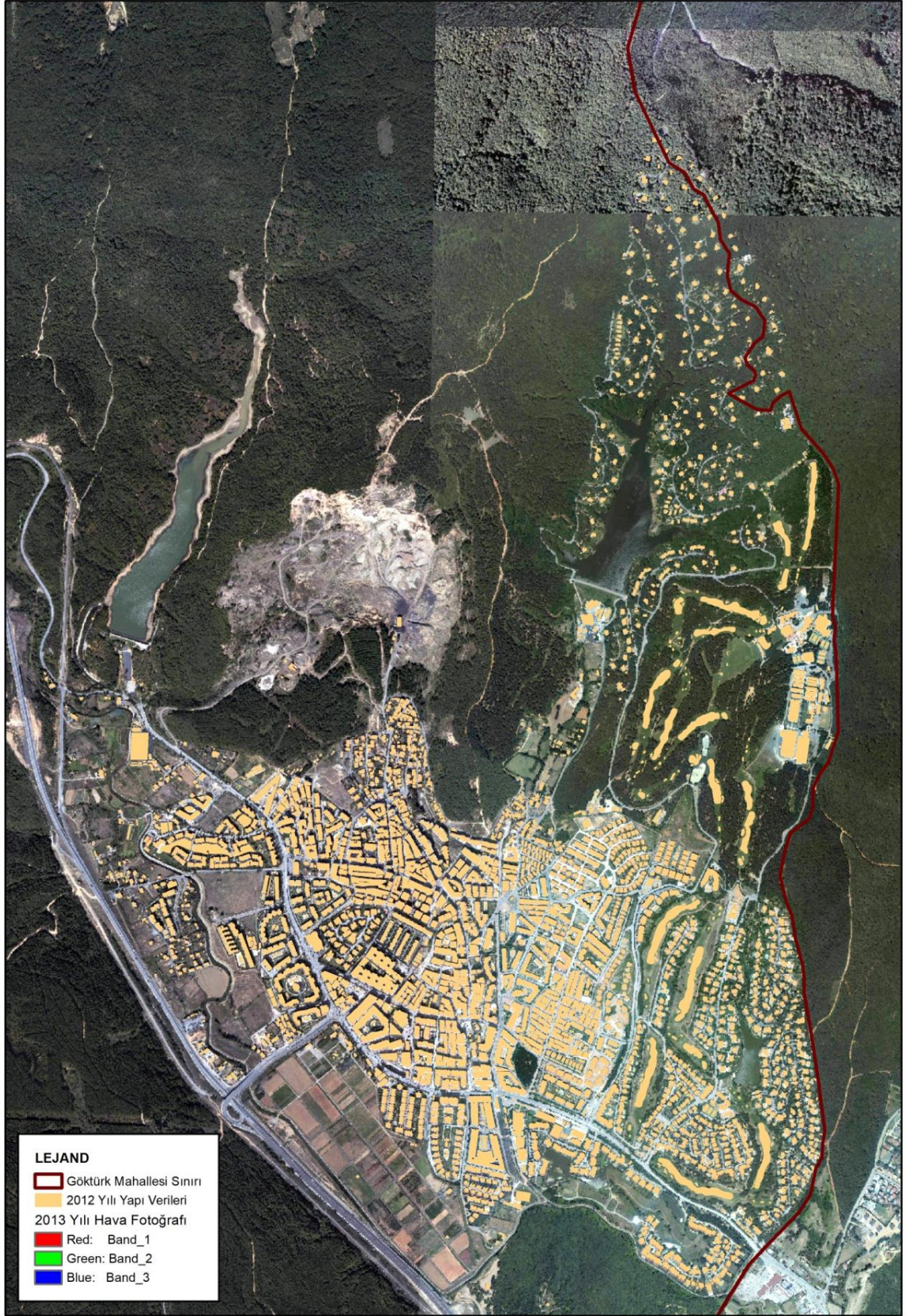
Kat Adeti	Toplam BinaAdeti
1	674
2	1.334
3	875
4	554
5	817
6	315
7	28
8	2

Binaların fonksiyonuna göre sınıflandırılmasında Tablo 4.4’de verilmiştir. Tabloya göre en çok yapı sundurma ve mesken fonksiyonunda yer almaktadır.

Şekil 4.2’de ise elde edilen yapı verilerinin Göktürk Mahallesi üzerinde dağılımını göstermektedir.

Tablo 4.4 Göktürk Mahallesi 2012 Yılı Yapıların Fonksiyon Türleri ve Yapı Adeti

Fonksiyon	Bina Adeti
Ağırlık Kontrol İstasyonu	4
Ahir	23
Akaryakıt İstasyonu	9
Dini Tesis	41
Fabrika	20
Harabe	63
İmalat	27
İnşaat Halinde	66
Merdiven	1.250
Mesken	4.352
Okul	23
Resmi	26
Sera	20
Spor Tesisleri	207
Sundurma	4.395
Tahsil Silosu	3
Teras	1.691
Teras Gayrimeskûn	591
Ticari	186
Trafo	25
Hat Pilon Yeri	9
Akaryakıt Tankı	2
Çeşme	4
Havuz	565
Su Deposu	19



Şekil 4.2 Göktürk Mahallesi 2012 Yılı Yapı Haritası

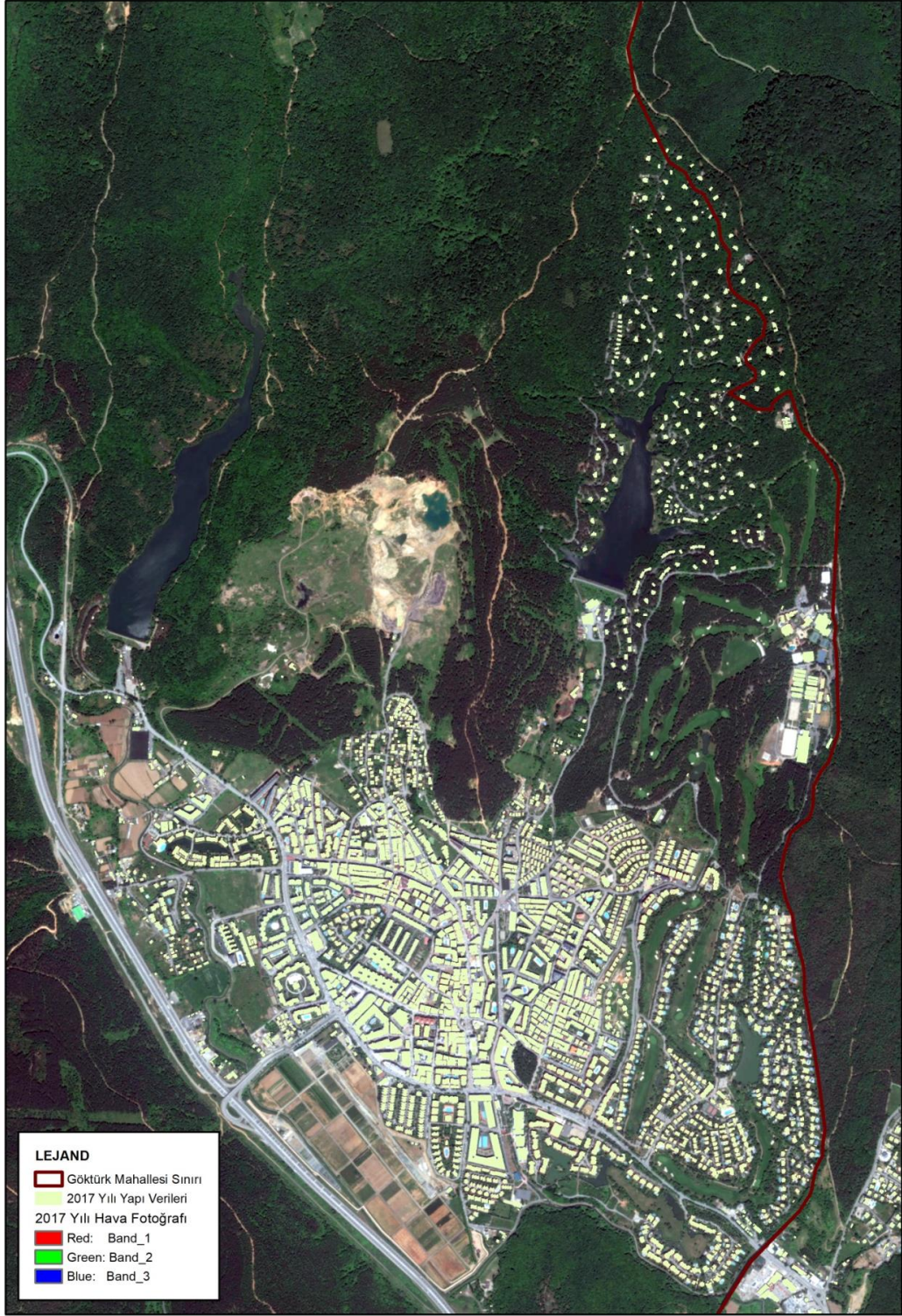
4.1.3. 2017 Yılı Yapı Verileri

2017 yılına ait yapı verileri analiz edilmiştir. Temin edilen veriler doğrultusunda çalışma alanında en çok 2, 1 ve 3 katlı binalar olduğu gözükmemektedir. En az 10 ve 9 katlı binalardır (Tablo 4.5).

Tablo 4.5 Göktürk Mahallesi 2017 Yılı Yapıların Kat Sayıları ve Kat Adetleri

Kat Adeti	Toplam Kat Adeti
1	1.836
2	1.918
3	1.689
4	1.091
5	1.229
6	867
7	301
8	55
9	20
10	1

Şekil 4.3'de Göktürk Mahallesi 2017 yılına ait verilerinden oluşturulan yapı haritası görülmektedir. 2017 yılı için güncel imar planı henüz onay alamadığından dolayı fonksiyonlar çalışmaya eklenememiştir.



Şekil 4.3 Göktürk Mahallesi 2017 Yılı Yapı Haritası

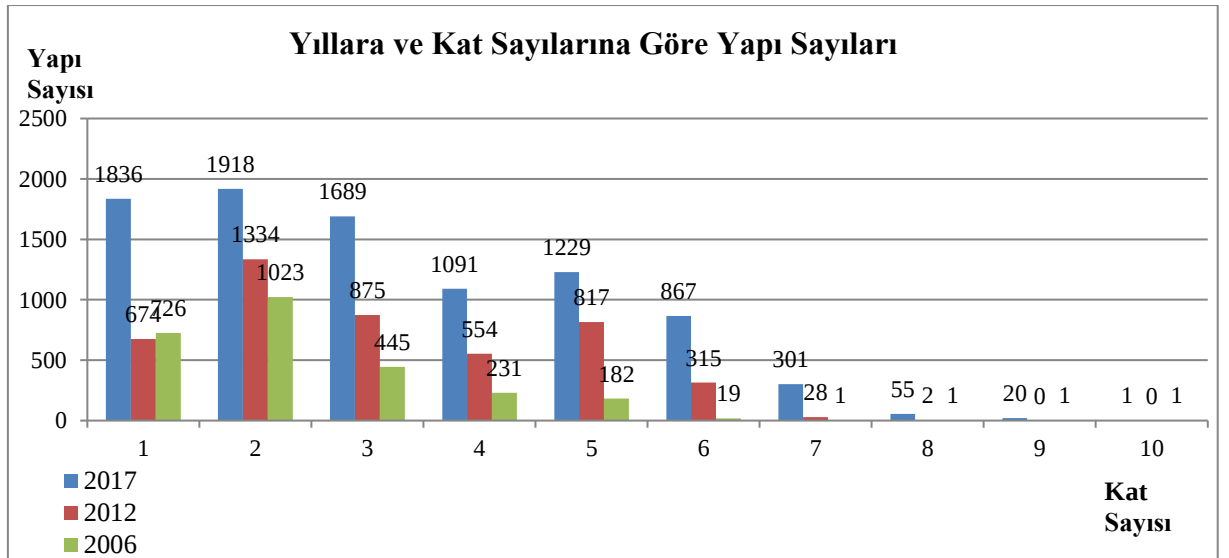
5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan saha çalışmaları ve sayısal ortamda yapılan analizler sonucunda birçok sonuçta elde edilmiştir.

Öncelikle 2006 yılı verileri incelendiğinde 2630 adet mahalle içerisinde yer alan yapının olduğu görülmektedir. Bu yapılar 1 veya daha fazla katlı ayrıca sırasıyla en çok 2 (1023 adet), 1 (726 adet) ve 3 (445 adet) katlı yapılar olduğu; 4 (231 adet), 5 (182 adet) ve 6 (19 adet) katlı binaların o yıllarda çok fazla olmadığı tespit edilmiştir.

2012 yılı verilerinde ise önceki yıllarda yıkılan binalardan sonra yerine ya da başka yerlere yeni yapılan binalarda ele alındığında 2006 yılına göre yaklaşık %174'lük bir bina artışı olduğu görülmektedir.

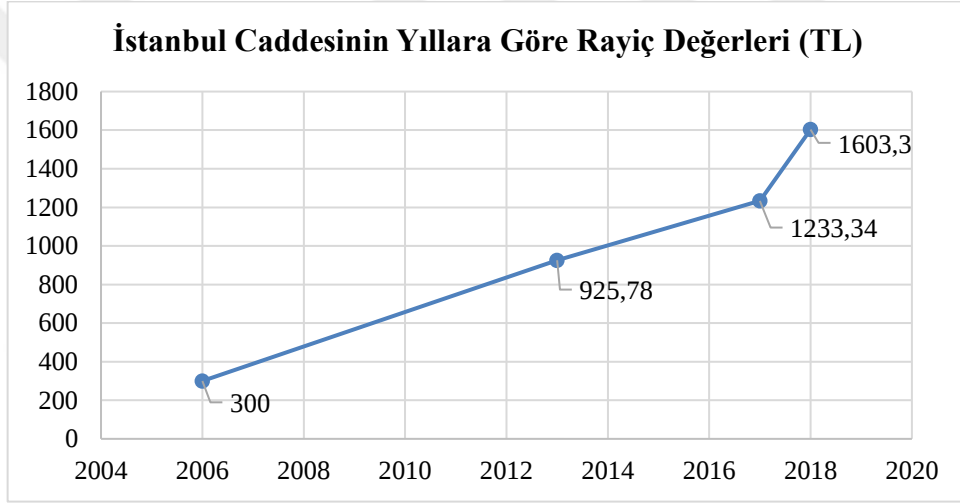
2017 yılında ise binaların kat sayılarında büyük değişiklikler olduğu görülmektedir. 2012 yılına göre yapı sayısı %195'lik artış göstermiştir. 5 kata kadar olan binaların her kat için yapı adeti 1000'in üzerine çıkmıştır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 Yıllara ve Kat Sayılarına Göre Yapı Sayıları Grafiği

2012 den 2017 yılına kadarki süreçte bina katları ve yapıların sayısının artmasıyla beraber Göktürk Mahallesi metrekare rayiç değerleri de ivmelenerek artmıştır. Eyüpsultan Belediyesinden alınan veriler doğrultusunda 2006 yılında ortalama 250 TL olan metrekare rayiç değeri 2012 yılında ortalama 900 TL civarına %360'lık artış göstermiştir. 2012 yılından sonra 2017-2018 yıllarında ise bu değer ortalama 1600 TL'ye çıkmıştır.

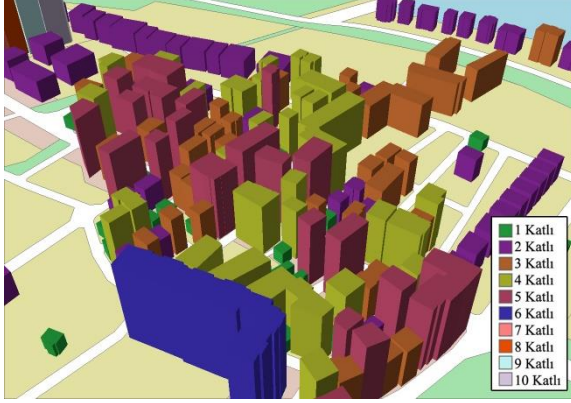
Şekil 5.2'de ise Göktürk Mahallesinde bulunan İstanbul Caddesinin yıllara göre metrekare rayiç değerleri verilmiştir. Ortalamanın biraz üzerinde bulunan değerler 2006'dan 2018 yılına kadar sürekli olarak artış göstermiştir. Bu artışla beraber gelen kat sayılarındaki artışta mahallenin ekonomik değerini yükselmiştir.



Şekil 5.2 İstanbul Caddesinin Yıllara Göre Rayiç Değerleri Grafiği

Eyüpsultan Belediyesinden elde edilen tablosal verilerin değerlendirilmesinden sonra 3 boyutlu analizlerle de karşılaştırılmıştır.

3 boyutlu analizlerin net bir şekilde görülebilmesi için Göktürk Mahallesinde bulunan Çamlık Caddesi mevki seçilmiştir. İlk olarak 2006 yılına ait verilerden görseller oluşturulmuştur. Görselde o yıla ait yapılar 2 ve 3 boyutlu olarak gösterilmiştir (Şekil 5.3 ve Şekil 5.4). Bina modellemelerinde her bir kat yüksekliği 3 metre olarak ele alınmıştır. 2006 ve 2012 yılındaki veriler direk kat bilgisinden alındığından dolayı LiDAR'dan alınan metre cinsinden olan yükseklik verisi 3 metreye bölünerek kat sayısı elde edilmiştir.

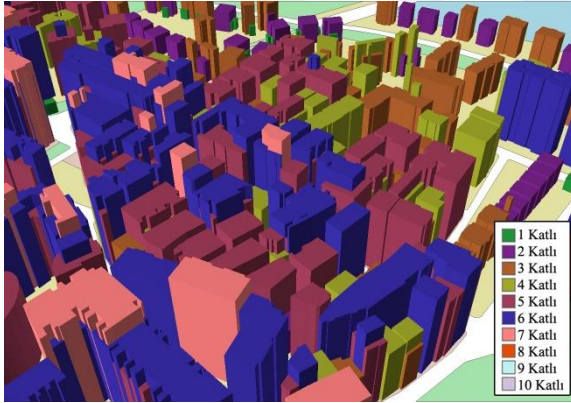


Şekil 5.3 2006 Yılı Çamlık Caddesi Mevki 3 Boyutlu Görünüm



Şekil 5.4 2006 Yılı Çamlık Caddesi Mevki 2 Boyutlu Görünüm

2017 yılında ise 2006 yılına göre bazı binaların yıkıldığını yerlerine daha yüksek katlı binaların yapıldığı görülmektedir.

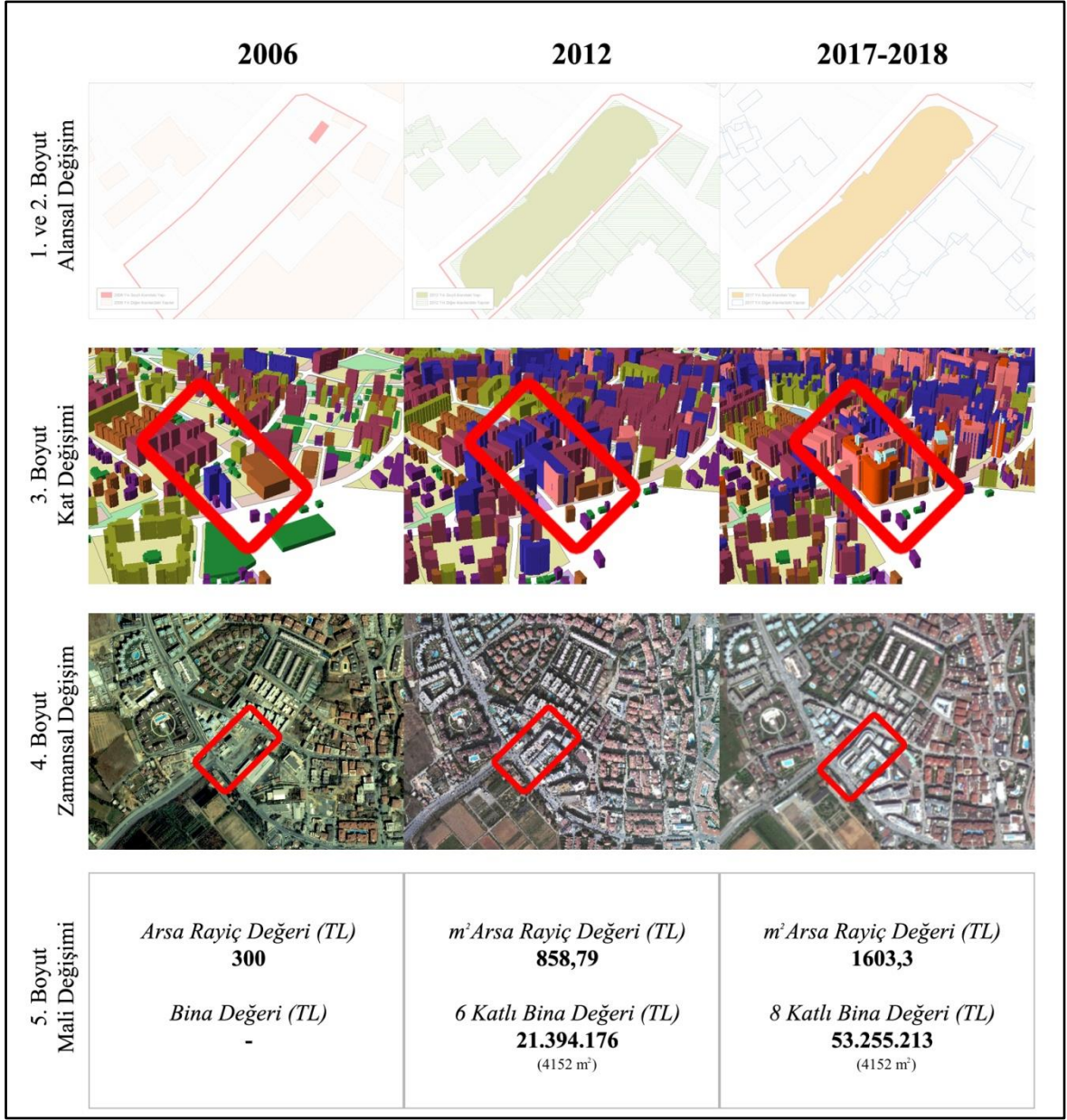


Şekil 5.5 2017 Yılı Çamlık Caddesi Mevki 3 Boyutlu Görünüm



Şekil 5.6 2017 Yılı Çamlık Caddesi Mevki 2 Boyutlu Görünüm

Yapılan değerlendirmeler ve çok boyutlu analizlerin CBS ortamında ilişkilendirilmesiyle elde edilen sonuçlar Şekil 5.7’de detaylı olarak gösterilmiştir. Çalışma alanı çok büyük olduğundan İstanbul Caddesi üzerinde örnek alan seçilmiştir.



Şekil 5.7 Göktürk Mahallesi Örnek Alandaki Çok Boyutlu Değişim

Şekil 5.7’de gösterildiği üzere çalışma alanı çok boyutlu olarak incelenmiştir. Birinci ve ikinci boyutta 2/B alanı içerisindeki yapılara ait konum ve kat bilgileri CBS ortamında kayıt altına alınmış, 2 boyutlu olarak görsellendirilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü Büyükşehir ve Eyüpsultan belediyelerinde de veriler bu şekilde saklanmaktadır. İkinci boyut analizleri incelendiğinde 2006 yılında, seçilen alan üzerinde herhangi bir yapı bulunmamaktadır. Ancak 2012 ve 2017-2018 yıllarında yapılaşmanın arttığı gözlemlenmiştir.

Üçüncü boyut çalışmalarında ise örnek alandaki yapıların senelere göre değişimi CBS ortamında 3B gösterimi yapılmış ve kat bilgisi sorgulamaya alınmıştır. 2006 yılından 2018 yılına kadar yapılan yeni yapıların kat sayılarının arttığı izlenmiştir.

Dördüncü boyut çalışmasında zaman faktörü temel olarak alınmıştır. Çalışma alanının 2006 - 2012 ve 2017 yılları arasındaki konum, yükseklik ve rayiç değerlerdeki değişimin analizi yapılmıştır.

Beşinci boyutta ise örnek alan içindeki yapıların ekonomik açıdan değişimleri tespit edilmiştir. 2006 yılından 300 TL olan rayiç değer, 2012 yılında 858,79 TL'ye, 2018 yılında ise 1603,03 TL'ye yükselmiştir. Seçilen alan üzerindeki yapı yaklaşık olarak 4152 m² olduğu hesaplanmış; rayiç değer ve kat sayısı verileri kullanılarak ortalama rayiç değeri hesaplanmıştır. Yaklaşık olarak 21 milyon TL olan yapı değeri 2018 yılında 53 milyon TL'ye yükselmiştir.

Şekil 5.8'de örnek alan üzerindeki analizlerin yapıldığı binanın güncel hali görülmektedir. Şekilde giriş katı üzerinde 4 kat ve teras katında 1 kat daha olmak üzere toplam 6 kat olduğu belirlenmiştir. Ancak binanın kot farkından dolayı 2 katının daha olduğu tespit edilmiş, binanın 8 katlı olduğu doğrulanmıştır.



Şekil 5.8 Çalışma Alanından Seçilen Örnek Alandaki Binanın Güncel Hali

Çalışma alanında bulunan 2/B alanlarındaki yapıların yıllara göre değişimi de incelenmiştir. Bahsedilen bu alanlarda 2006 ve 2012 yılları arasındaki en yüksek artışın 3 katlı binalarda (%32,35) olduğu gözükmemektedir. 1 ve 2 katlı binalarında sayılarının arttığı ancak 5 ve 6 katlı binalar için büyük değişikliklerin olmadığı söylenebilmektedir. 2012 yılından 2017 yılına kadar olan süreçte ise en oran olarak en yüksek 5 katlı binaların sayısında gözükmemektedir. Ancak sayı olarak incelendiğinde 12 adet binanın yapıldığı görülmektedir. Yüzdesel oran olarak 5 katlı binalardan sonra en çok artış 4 katlı binalardadır (%77,14) (Tablo 5.1).

Tablo 5.1 2/B Alanlarında Yıllara Göre Bina Sayılarında Artış Oranı

Kat Sayısı	Toplam Bina Sayısı			Artış (%)		
	2006	2012	2017	2006-2012	2006-2017	2012-2017
1	239	304	349	27,20	46,03	14,80
2	146	177	186	21,23	27,40	5,08
3	68	90	134	32,35	97,06	48,89
4	31	35	62	12,90	100,00	77,14
5	1	1	13	0,00	1200,00	1200,00
6	0	3	4	0,00	0,00	33,33

Tablo 5.2 incelendiğinde 2006-2012 yılları arasında rayiç değer olarak en büyük artış 2 ve 3 katlı binalarda olmuştur. 4 ve 1 katlı binalarında rayiç değerleri %270'in üzerindedir. Bu artışların üzerine ek olarak 2012-2017 yılları arasında %120 artışla 3 katlı binalar rayiç değerini en üst sıraya çıkarmıştır. 2 ve 1 katlı dairelerde de %85 in üzerinde artış vardır. 5 katlı binalarda ise önceki yıllara göre yaklaşık %49 bir artış olduğu görülmektedir.

Tablo 5.2 2/B Alanlarında Yıllara Göre Metrekare Rayiç Değerleri Artış Oranı

	Metrekare Rayiç Değer (TL)						Artış Oranı (%)	
	2006	2012	2017	2006	2012	2017	2006-2012	2012-2017
1	25.912	26.674	28.207	6.478.076	24.006.858	45.131.069	271	88
2	16.368	21.172	22.738	8.183.877	38.109.727	72.761.517	366	91
3	8.431	10.552	12.991	6.323.492	28.489.476	62.358.434	351	119
4	5.383	5.833	3.787	5.382.507	20.999.290	24.235.943	290	15
5	119	26	2.591	148.753	115.920	20.724.320	-22	17.778
6	0	340	606	0	1.833.707	5.816.557	0	217
				26.516.706	113.554.978	231.027.840		

Not: 2006, 2012, 2017 yılları için sırasıyla 250, 900, 1600 TL metrekare rayiç değeri ortalaması alınmıştır.

Tablo 5.1 ve Tablo 5.2 ele alındığında 2/B alanları için şu sonuçlara ulaşılmaktadır;

- Yapı sayısı sürekli artmış,
- Kat sayıları sürekli olarak artmıştır (2006-2012 arası 5 katlı binalar hariç),
- Metrekare rayiç değerleri sürekli olarak artmıştır.

Tez kapsamında yapılan çalışmalar orman dışına çıkarılmış alanlar üzerindeki değişimin yatay ve düşey bazda çok boyutlu olarak izlenmesinde LiDAR verilerinin önemli bir veri kaynağı olduğunu ortaya koymuştur. LiDAR verisinden elde edilen nokta bulutunun sınıflandırılmasıyla yüksek doğrulukla bina ve vejetasyon katmanlarını birbirinden ayırabilmenin mümkün olduğu görülmüştür. Bu verilerin yanı sıra çalışmaya dahil edilmemiş olan elektrik direği, yol, kaldırım gibi detaylarda elde edilebilmektedir. Ancak büyük alanlar için LiDAR verisi alımının günümüzde halen pahalı bir yaklaşım olmasından dolayı zamansal değişimin izlenmesinde fotografik yöntemlerle üretilen altlıklarda kullanılmıştır.

İstanbul gibi metropol alanlarında değişimin izlenmesinde LiDAR ve fotografik yöntemlerle üretilmiş altlıkların birlikte kullanımı, kent planlama çalışmalarında ve çok boyutlu değişimin izlenmesinde doğru ve güncel bilgi sağlayabilmekte ve yapılacak çalışmalarda daha verimli ve karar alma süreçlerine olanak sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

A. İ. (2006). Üç Boyutlu Kadastro. İstanbul: YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Akçın, H., & Yüceer, K. (2005, 28 Mart - 1 Nisan). Kent Gelişiminde Ve Kent Bilgi Sistemlerinin Oluşumunda 3 Boyutlu Mülkiyet. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*. Ankara.

Baltsavias E. P. (1999). Airborne laser scanning: basic relations and formulas; ISPRS Journal of photogrammetry & Remote sensing 54:199-214.

BİMTAŞ. (2019). Bimtaş şirketinden temin edilmiş veriler.

Çabuk Ş. N., Ersoy M., Çabuk A., & Hocaoglu T. (2012). Gezegeni İyileştirmek: Geotasarım Kuramı ve Coğrafi Bilgi Sistemleri. 6. *Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*. Afyon.

D. F., & B. C. (2007). Kadastro Gelişimi Sürecinde Üç Boyutlu Kadastro.

Delamarre, L. (1909). Pierre-Charles-François Dupin. In *The Catholic Encyclopedia*. Robert Appleton Company. Retrieved January 11, 2015 from New Advent.

Döner F. (2011). Solutions for 4D cadastre - with a case study on utility networks.

Düzgün Ş. (2011). *Coğrafi Bilgi Sistemlerine Giriş, Türkiye Bilimler Akademisi, Ulusal Açık Ders Malzemeleri*. 27.03.2014 tarihinde <http://www.acikders.org.tr/course/view.php?id=30> adresinden alındı

Eyüpsultan Belediyesi. (2019). *Eyüpsultan Belediyesi*.

<http://www.eyupsultan.gov.tr/ilcemizinkonumu>. adresinden alındı

GeoWorld. (2006). *GIS Evolution and Future Trends*. 2018 tarihinde innovativegis: <http://www.innovativegis.com/basis/mapanalysis/Topic27/Topic27.htm> adresinden alındı

Hughenoltz C. (2015). Earthwork Volumetrics with an Unmanned Aerial Vehicle and Softcopy Photogrammetry.” Journal of Surveying Engineering.

İBB. (2018). İBB Şehir Planlama Müdürlüğü'nden alınan veriler.

Jeong D. (2012). 3D Cadastre - Case study from Korea, Proceedings of the third FIG Workshop on 3D Cadastres,.

Mesina J. E. (2012). Urban classification techniques using the fusion of lidar and spectral data,” Master’s thesis, Naval Postgraduate School, Monterey,.

Meyer Forsting A. R., & Troldborg N. (2016). *A finite difference approach to despiking in-stationary velocity data – tested on a triple lidar.*

Oceanicand A. (2012). A. A. N. C. S. Center, Lidar 101: An Introduction to lidar Technology, Data and Applications. NOAA Coastal Services Centers.

OGM. (2012). Orman Kadastro ve 2/B Uygulama Yönetmeliği. adresinden alındı.

<https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yonetmelikler/ORMAN%20KADASTROSU%20VE%202-B%20UYGULAMA%20Y%C3%96NETMEL%C4%B0%C4%9E%C4%B0.pdf>

S. J. (2004). 3D Cadastre, Publication on Geodesy 57.

Shapter T. (1849). The History of the Cholera in Exeter in 1832. John Churchill.

Sithole G., & Vosselman G. (2003). Comparison of Filtering Algorithms. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.

TÜİK. (2019). <http://tuik.gov.tr> adresinden alındı.

Uyguçgil, H. (2011). Coğrafi bilgi sistemlerinin tarihçesi. İçinde Çabuk, A. (Ed.), Coğrafi Bilgi Sistemlerine Giriş. s. 134-136.

Weitkamp C. (2005). Range-Resolved Optical Remote Sensing of the Atmosphere. No. Vols. 1-2 in Springer Series in Optical Sciences, Springer-Verlag.



EKLER

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Erdoğan CAN
Doğum Yeri	Şişli-İstanbul
Doğum Tarihi	09.04.1989
Uyruğu	x T.C. ☐ Diğer:
Telefon	5362600476
E-Posta Adresi	erdogancan89@hotmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Orman Fakültesi
Bölümü	Orman Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	20.02.2013

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Orman Mühendisliği

Makale ve Bildiriler	