

[1071]

İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI İLE ORTOFOTO VE SYM ÜRETİMİ

Yavuz GÜLTEKİN¹, Iğın ÖZEMİR², Melis UZAR³, Meki ŞİMŞEK⁴

¹ Harita Mühendisliği Öğrencisi, yavuzgultekin@gmail.com

² Harita Mühendisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 34349, İstanbul, com ilginozemir@gmail.com

³ Yrd. Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 34220, Esenler, İstanbul, auzar@yildiz.edu.tr

⁴ Harita Mühendisi, meki.simsek@gmail.com

ÖZET

Günümüzde birçok alanda, uzaktan algılama ve fotogrametri teknikleri ile üretilen haritalar kullanılmaktadır. Gelişen teknolojilerle birlikte uzaktan algılama, fotogrametrik algılayıcılar ve taşıma platformları hızlı bir şekilde değişmekte ve gelişmektedir. Son yıllarda ihtiyaç duyulan konumsal verilerin elde edilmesi amacıyla benimsenen yöntemlerden biri de insansız hava araçlarının (İHA) kullanımudur. İHA sistemleri pilotlu haritalama sistemlerinin yüksek uçuş yüksekliğinden kaynaklanan düşük çözünürlük ve yüksek maliyet kısıtlamalarına alternatif olarak kullanılabilir. İHA temelli veri toplama ve haritalama başta tarım, ormancılık, kent planlama, afet yönetimi olmak üzere birçok alandaki çalışmalarda ihtiyaç duyulan yeterli doğruluğu sağlayabilmektedir. İHA platformu taşıma kapasitesine ve özelliklerine bağlı olarak video kamera, termal ya da kızılötesi kamera sistemleri, multispektral kameralar, LiDAR algılayıcıları veya bu teknolojilerin bir arada sunacak şekilde donatılmış olabilir. Ayrıca İHA GNSS/INS, barometrik altimetre ve pusula sistemlerini içerebilir. Böyle entegre bir sistem genellikle İnsansız Hava Aracı Sistemi (İHS) olarak adlandırılmaktadır. Bu tür hava araçlarına takılan yüksek çözünürlüklü ve termal görüntüleme özelliklerine sahip kameralar ile orman ve kent yangınları gibi felaketleri anlık zamanlarda izlenilmekte; ayrıca, deprem, sel, arazi kullanımı vb. birçok afet ve afet dışı olaylarda kullanılmaktadır.

Çalışmada biri sabit kanatlı biri de oktokopter insansız hava araçları ile farklı yükseklikte ve farklı bindirme oranlarında iki adet uçuş gerçekleştirilerek, farklı çalışma alanına ait görüntüler elde edilmiştir. Çalışmada, Tekirdağ ili Değirmenaltı mahallesinde sokak modellemesi için İHA olarak Multikopter tercih edilip SLR fotoğraf makinesi (Canon Eos 650D) kullanılarak yaklaşık 70 metre irtifa üzerinden çekilen 82 adet fotoğraf Agisoft yazılımıyla nokta bulutu haline getirilip, sokak modeli oluşturuldu. İkinci çalışma ise, İstanbul'un Şile ilçesi Soğullu köyüne ait alanın Ortofoto ve Sayısal Yüzey Modeli oluşturulması için sabit kanatlı İHA kullanılmıştır. Elde edilen görüntüler bilgisayar ortamında işlenerek ortofoto görüntüler ve sayısal yüzey modeli üretilmiştir. Sayısal Yüzey Modeli 11.4 cm, ortofoto ise 5.7 cm Yer Örnekleme Mesafesi' ne sahiptir.

Anahtar Sözcükler: İHA, Ortofoto, SYM

ABSTRACT

ORTHOPHOTO AND DSM PRODUCTION BY USING UAV

Today, in many areas, the maps produced by remote sensing and photogrammetry techniques are used. With advances in technology, remote sensing and photogrammetric sensors transport platforms are changing and developing rapidly. One adopted in order to achieve the required spatial data methods in recent years is the use of the unmanned aerial vehicles. UAV systems due to the high altitude of pilot low-resolution mapping systems and can be used as an alternative to the high cost constraints. UAV-based data collection and mapping, particularly agriculture, forestry, urban planning can provide sufficient accuracy needed in studies in many areas, including disaster management. UAV platform, depending on the capacity and abilities; camcorders, thermal or infrared camera systems, multispectral cameras, LiDAR sensors or a combination of these technologies can be fitted together to offer. Also UAV GNSS / INS may include a barometric altimeter and compass systems. Such an integrated system usually Unmanned Aerial Vehicle System is called. Such aircraft-mounted high-definition and disasters such as forest fires and urban properties are monitored with thermal imaging cameras with the current time; In addition, earthquakes, floods, land use and so on. It is used in many disaster and non-disaster events.

In our study, images belong to different areas obtained by carrying out two flights at different height and trapping rate with two unmanned air vehicles, a fixed-wing plane and octocopter. Tekirdağ Değirmenaltı street was chosen as a first study area for street modeling. Street model was created by using multicopter integrated with SLR camera (Canon Eos 650D). The 82 photos were taken from approximately 70 m altitude for street modeling. Agisoft software was used for processing point clouds before modeling. In the second study, orthophoto and Digital surface model were produced by using UAV including the area of the Soğullu village in Şile/İstanbul. The obtained images processed in a computerized environment and as result of this process, orthophoto images and digital surface model has been created. Digital Surface Model has 11.4 cm and orthophoto has 5.7 cm Ground Resolution Distance.

Keywords: DSM, Orthophoto, UAV

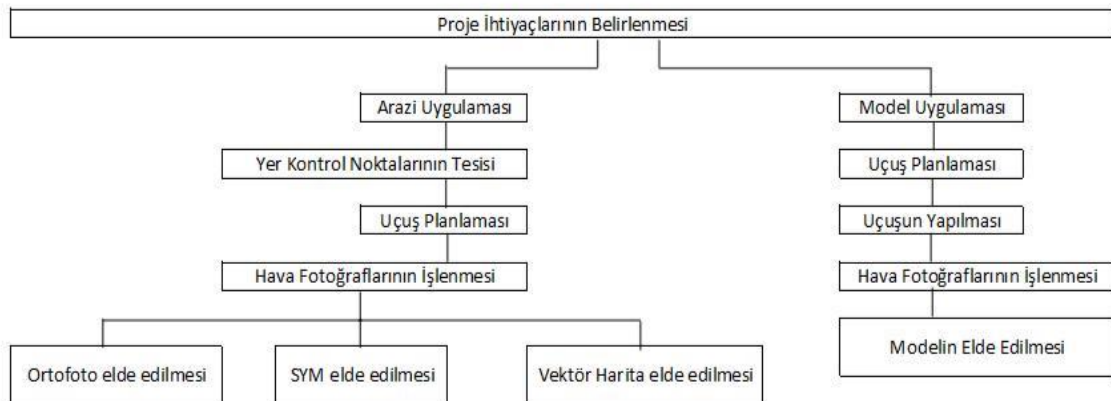
1.GİRİŞ

Fotogrametri ve uzaktan algılama, gelişen teknoloji ile birlikte araştırma ve geliştirme çalışmalarında önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Günümüzde kullanım sıklığı ve alanı hızla gelişen İnsansız Hava Araçları (İHA), uzaktan algılama ve fotogrametri çalışmaları için de yerini almaya başlamıştır. İHA kullanıcı olarak insan taşımayan aracın havada tutunmasında aerodinamik kuvvetlerden yararlanan, önceden programlanarak veya yerden komuta ile harici bir pilot tarafından uçurulan, uçuş sonrası tahrip olan veya yeniden kullanılabilen, motor gücüne sahip hava aracıdır (Akgün, Y., 2000). Son yıllarda ihtiyaç duyulan konumsal verilerin elde edilmesi amacıyla benimsenen yöntemlerden biri de insansız hava araçlarının kullanımınıdır. İHA sistemleri, pilotlu haritalama sistemlerinin yüksek uçuş yüksekliğinden kaynaklanan düşük çözünürlük ve yüksek maliyet kısıtlamalarına alternatif olarak kullanılabilir ve İHA temelli veri toplama ve haritalama başta tarım, ormancılık, kent planlama, afet yönetimi olmak üzere birçok alandaki çalışmalarda ihtiyaç duyulan yeterli doğruluğu sağlayabilmektedir. Platformu taşıma kapasitesine ve özelliklerine bağlı olarak video kamera, termal ya da kızılötesi kamera sistemleri, multispektral kameralar, LiDAR algılayıcıları veya bu teknolojilerin birkaçını bir arada sunacak şekilde donatılmış olabilir. Ayrıca İHA GNSS/INS, barometre altimetre ve pusula sistemlerini içerebilir. Böyle bütünleşmiş bir sistem genellikle İnsansız Hava Aracı Sistemi (İHS) olarak adlandırılmaktadır. Obje, bina, sanayi tesisleri, arkeolojik alan ve birçok farklı alanda fotogrametrik yöntemlerle İHA'lar hızla tercih edilmeye başlanmıştır. Düşük maliyet, hız, yüksek çözünürlük ve tekrarlı uçuş kabiliyeti sayesinde insansız hava araçları özellikle küçük alanlar için tercih edilmektedir (Eisenbeiss, H., 2009; Changchun, L., 2010). Ayrıca insansız hava araçları, insanların ulaşımında tehlikeli olan ve hassas ölçüm gerektiren arkeolojik alanlarda, kolaylıkla ölçüm yapılmasını sağladığı için tercih edilmektedir (Avdan U., 2014). Ortofoto, Sayısal Yüzey Modeli, 3B Model gibi birçok sonuç ürün ile çalışmalar yapılabilmektedir. Fotogrametrik değerlendirme ile işlenen veriler coğrafi bilgi sistemi ile analiz, sorgulama ve değerlendirme aşamaları ile sivil ve askeri amaçlı birçok konuda da başarı ile kullanılmaktadır.

2.İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI İLE UYGULAMALAR

Bu çalışma ile uzaktan algılama ve fotogrametri çalışma alanında yaygınlaşmaya başlayan İHA sistemlerini kullanarak, kent ve arazi yönetimi amaçlı; veri üretimi, işlenmesi, harita üretimi ve elde edilen bilgilerin değerlendirme ve analiz işlemlerinin gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. İnsansız hava aracı ile ölçüm yaparken proje gereksinimleri dikkate alınarak uçuş için gerekli donanım ve yöntem belirlenmiştir. Modelleme uygulaması için ise yüksek manevra kabiliyeti ve kontrol edilebilir kamera yuvası yeteneklerinden dolayı multikopter/döner kanatlı İHA tercih edilmiştir. Fotogrametrik veri üretimi ile arazi uygulaması çalışmasında için ise yüksek irtifa mesafesi ve daha fazla havada kalış süresi yeteneklerine sahip olması sebebiyle sabit kanatlı İHA kullanılmıştır.

Bu çalışmada, Çalışma alanı 1 için döner kanatlı İHA kullanılarak sokak modeli üretimi yapılmıştır. Bu uygulamanın amacı ise, Çalışma alanı 1 için üretilen sokak modelinin üretiminde İHA platformunun kullanılabilirliğinin test edilmesidir. Bu sebeple Çalışma alanı 1 için fotogrametrik veri üretimi yapılmamıştır. İkinci çalışma alanı kullanılarak yapılan uygulamanın amacı ise, fotogrametrik veri olarak Sayısal Yüzey Modeli ve ortofoto üretimi yapmaktır. Bu amaçlar doğrultusunda İHA kullanılarak model ve fotogrametrik veri üretimi aşamalarının iş akışı Şekil 1' de gösterilmiştir. İş akışı proje ihtiyaçlarına göre parametrelerinin belirlenmesi ile başlamaktadır. Daha sonra uçuş aşaması yapılmaktadır. Uçuş aşamasını takiben verilerin işlenmesi adımları uygulanmaktadır. Son olarakta sonuç ürünlerin üretimi sağlanmaktadır.



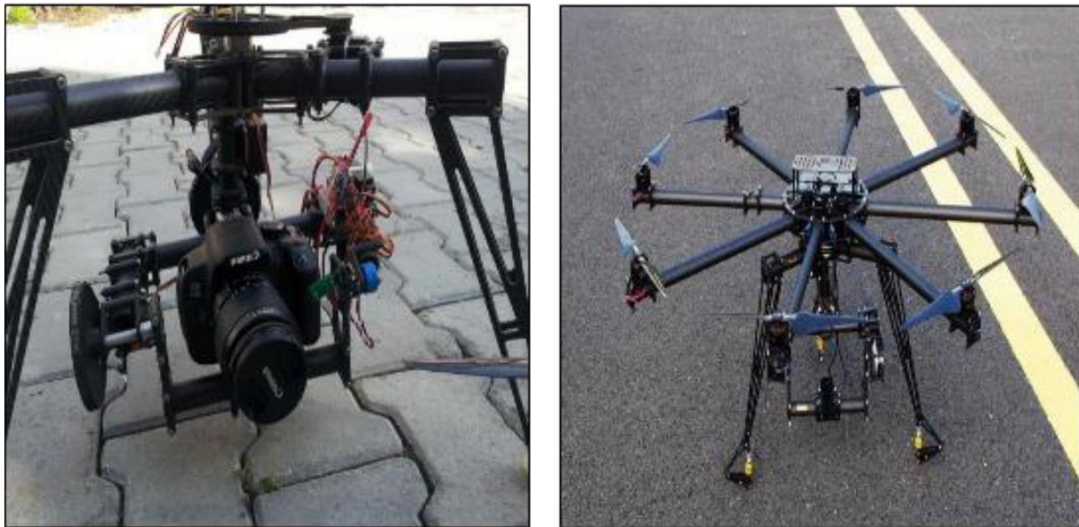
Şekil 1. İHA ile fotogrametrik veri üretimi için iş akışı.

2.1.Çalışma Alanları ve Kullanılan Veriler

Birinci çalışma alanı Tekirdağ ili Değirmenaltı mahallesine ait Hüseyin Soyuer sokağı olarak seçilmiştir (Şekil 2). Bu sokağa ait modelleme çalışması testi yapılmıştır. Bu test çalışmasında İHA platformu olarak 18 Megapiksels mekansal çözünürlüklü Canon Eos 650 D SLR sayısal fotoğraf makinesi monte edilmiş Multikopter kullanılmıştır (Şekil 3). Yaklaşık olarak 70 metre irtifa üzerinden çekilen 82 adet hava fotoğrafı Agisoft PhotoScan Professional yazılımında işlenmiştir. Programda 3 boyutlu nokta bulutu verisi üretilip, katı modelin oluşturulması ve giydirilmesi yapılmıştır. Sonuç olarak Hüseyin Soyuer Sokağına ait sokak modeli oluşturulmuştur. Çalışma Alanı 1 için kullanılmış olan döner kanatlı İHA' nın teknik özellikleri ve İHA üzerine monte edilmiş sayısal kameranın teknik özellikleri sırası ile Çizelge 1 ve Çizelge 2' de gösterilmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanı 1 için tanımlanan test alanının Google Earth programında gösterimi.



Şekil 3. Döner kanatlı İHA üzerine monte edilmiş olan Canon Eos 650D sayısal fotoğraf makinesi ve çalışma alanı 1' de kullanılmış olan döner kanatlı İHA platformu/multikopter.

Çizelge 1. Döner kanatlı İHA' nın teknik özellikleri.

Gövde ağırlığı	4 kg
Maksimum ağırlık	5 kg
Ortalama uçuş süresi	18 dk
GPS IMU sistemi	Var
Menzil	2.4 km

Çizelge 2. Döner kanatlı İHA üzerine monte edilmiş sayısal kameranın teknik özellikleri.

Mekansal Çözünürlük	18 Megapiksel
Tam kare görüntü penceresi	Var
Odak uzaklığı (kalibrasyon yapılmadı)	52 mm
Diyafram Açıklığı	F / 9
Poz Süresi	1 / 800 sn
İso	400

Bir diğer çalışma alanı olan Çalışma alanı 2' nin ormanlık bir bölgede olmasından dolayı proje için gereken yolların topografik yöntemlerle ölçümü zaman alacaktır ve maliyeti artırmaktadır. Bu sebeple çalışma alanı 2' nin ölçümü için sabit kanatlı İHA tercih edilmiştir. Çalışma alanı 2 İstanbul'un Şile ilçesi Soğullu köyünde yer almaktadır Şekil.6' da çalışma alanı 2 için tanımlanan çalışma sınırı gösterilmiştir. Bu çalışma alanında, yapılması ön görülen baraj inşaatı için gereken sondaj kuyu araçlarının yol haritası yapımı hedeflenmiştir. Çalışma alanı 2' nin ormanlık bir bölgede engebeli ve kısmen düz bir arazi üzerinde yer almaktadır. Bu çalışma alanında kullanılmış olan sabit kanatlı İHA platformu ve İHA platformu üzerine monte edilmiş sayısal kamera Şekil 5' te gösterilmiştir. Bu platform üzerine 24 MP tam kare Exmor® CMOS sensörlü NFC SEL2870 F3 20.408 mm odak uzaklıklı (kalibre edilmemiş hali), OSS lensli Sony Alpha sayısal kamera monte edilmiştir. Kullanılmış olan sabit kanatlı İHA ve üzerine monte edilmiş sayısal kameranın teknik özellikleri sırasıyla Çizelge 3 ve Çizelge 4' te gösterilmiştir. Çalışma Alanı 2 için iç yöneltme elemanları olan; 0.003889 mm piksel büyüklüğü, 20.4451 mm odak uzaklığı ve distorsiyon hatalarını gösteren kamera kalibrasyon dosyası Çizelge 5' te verilmiştir.

**Şekil 5.** Çalışma alanı 2' de kullanılmış olan sabit kanatlı İHA platformu ve İHA üzerine monte edilmiş Sony Alpha sayısal kamera.**Çizelge 3.** Sabit kanatlı İHA' nın teknik özellikleri.

Gövde ağırlığı	2 kg
Maksimum ağırlık	6 kg
Ortalama uçuş süresi	3 saat
GPS IMU sistemi	Var
Motor	200 W elektrik motor
Öngörülen rüzgar hızında omega phi kappa	+5 cm
Paraşüt desteği	Var
Otopilot	Var
Menzil	20 km

Çizelge 4. Sabit kanatlı İHA üzerine monte edilmiş sayısal kameranın teknik özellikleri.

Mekansal Çözünürlük	24 mpix
Tam kare görüntü penceresi	Var
Odak uzaklığı kalibre edilmiş hali	20.4451
Piksel büyüklüğü	3.889x3.889 um
cx	< 0.001
cy	< 0.001
k1	< 0.001
k2	< 0.01
k3	< 0.01

Çizelge 5. Çalışma alanı 2' de kullanılmış olan Sony Alpha sayısal kameranın kamera kalibrasyon parametreleri ve standart sapmaları.

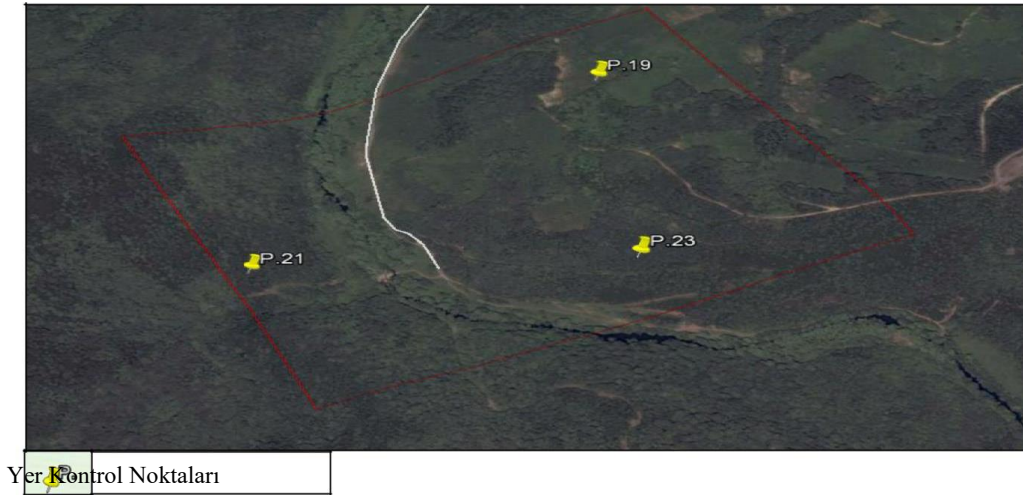
Sony Alpha					
Nokta Sayısı	1000				
Görüntü Sayısı	10				
Gör.koor.karesel Ort.Hatası	1.00 (um)				
Sensör Boyutları	Pixel Size (mm)				
H 6000	0.003889				
V 4000	0.003889				
Kamera Değişkenleri	İlk Değer	Top. Dengeleme	Sonuç Değer	İlk Standart Sapma	Son Standart Sapma (mm)
C	20.4451	0.00000	20.4451	1.0e+003	1.000e-003
XP	0.0000	0.0000	0.0000	1.0e+003	1.000e-003
YP	0.0000	0.0000	0.0000	1.0e+003	1.000e-003
K1	-2.36865e-005	0.000e-000	-2.36865e-005	1.0e+003	1.000e-003
K2	-5.99740e-008	0.000e-000	-5.99740e-008	1.0e+003	1.000e-003
K3	-9.65531e-011	0.000e-000	-9.65531e-011	1.0e+003	1.000e-003
P1	-4.82007e-020	0.000e-000	-4.82007e-020	1.0e+003	1.000e-003
P2	5.34143e-019	0.000e-000	5.34143e-019	1.0e+003	1.000e-003
B1	6.50188e-008	0.000e-000	6.50188e-008	1.0e+003	1.000e-003
B2	4.71936e-019	0.000e-000	4.71936e-019	1.0e+003	1.000e-003
Maksimum gözlenen radyal mesafe karşılaştırıldı.					1.000 mm

2.2. Ölçüm İşlemi

Çalışma alanı içerisinde uçuş planı organizasyonundan önce Yer Kontrol Noktası tesis edilmiştir. Çalışma alanı 1'de sokak modeli test alanı uygulaması yapılmıştır. Bu alanda YKN tesis edilmemiştir. Çalışma alanı 2' de ise YKN bu alanının ormanlık olması nedeniyle yapılabilecek en uygun şekilde tesis edilmiştir. Ormanlık alan içerisinde tesis edilen noktanın her fotoğrafta düzgün bir şekilde görülebilmesi ve ölçülebilmesi esasına dayanarak çalışma alanı içerisinde görülebilir yerlere mümkün oldukça çalışma alanını kapsayacak bir biçimde tesis edilmiştir. YKN' ler TUSAGA- Aktif ağına bağlanılarak GRS 1980 elipsoid datumunda 3 derecelik (TUREF) Türkiye Ulusal Referans Sistemi' nde 30. dilimde 2005 epoğunda ölçülmüştür. Ölçülmüş olan noktaların koordinatları ve standart sapmaları Çizelge 6'da gösterilmektedir. Şekil 6' da çalışma alanı sınırı ve YKN' ler Google Earth üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 6. Çalışma Alanı 2' de YKN UTM projeksiyon sisteminde ITRF-96 datumunda koordinatları ve standart sapmaları gösterimi.

Nokta Numarası	Y (m) ± σ (m) (Sağa)	X m ± σ (m) (Yukarı)	H (m) ± σ (m) (Ortometrik)
P.19	487822.92500 ± 0.0022	4548107.31717 ± 0.0015	78.1010 ± 0.0020
P.21	487400.97493 ± 0.0041	4547684.77193 ± 0.0088	40.0025 ± 0.0032
P.23	487949.52817 ± 0.0068	4547758.67433 ± 0.0091	83.3575 ± 0.0068



Şekil 6. Çalışma Alanı 2 için kullanılan YKN ve otonom İHA uçuş için tanımlanan proje sınırının Google Earth üzerinde gösterimi.

2.3.İHA Uçuş Planı

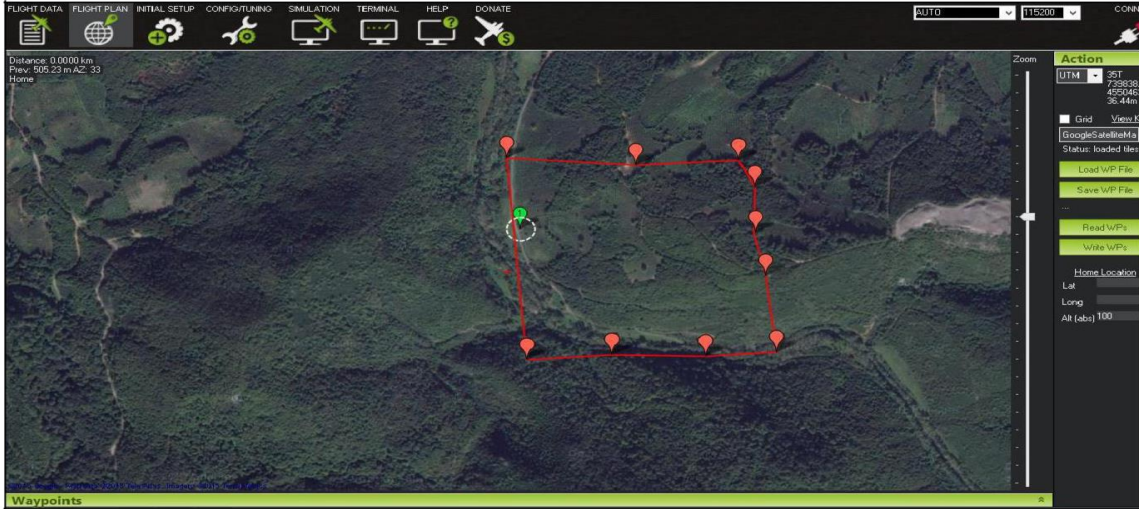
YKN' lerin tesis edilmesinden sonra otonom olarak gerçekleşen İHA uçuş planı tanımlanan proje alanına bağlı olarak hazırlanmıştır.



Şekil 7. Çalışma Alanı 2 için sabit kanatlı İHA kullanılarak tanımlanmış proje alanı ve İHA uçuş planının gösterimi.

Proje parametresi olarak enine %60 ve boyuna %30 bindirme oranları kullanılmıştır. Şekil 7' de tanımlanan proje alanı, İHA uçuş planı bindirmeleri, bloklar ve İHA uçuş planı sınırları gösterilmiştir. Çalışma alanı 2' de 38 adet hava fotoğrafı 20 dakika gibi bir sürede elde edilmiştir. Çalışma alanının kapladığı alan yaklaşık olarak 60 hektar ve uçuş yüksekliği 327 metredir.

İHA uçuş planı tanımlandıktan sonra İHA uçuş kontrol programı olan "MissionPlanner" programından uçuşun takibi yapılmıştır. Uygulamada kullanılan kontrol arayüz programı, GPS/IMU sisteme bağlanabilen aynı zamanda İHA aracına ait uçuş bilgileri ve görev bilgilerini hava fotoğrafı çekim koordinat ve dönüklükleri kayıt edebilecek niteliktedir. Şekil 8' de açık kaynak kodlu olan "Mission Planner" uçuş kontrol programına ait Çalışma alanı 2 görüntüsü verilmiştir.



Şekil 8. İHA uçuş planı kontrol arayüzü (MissionPlanner) çalışma alanı 2 gösterimi.

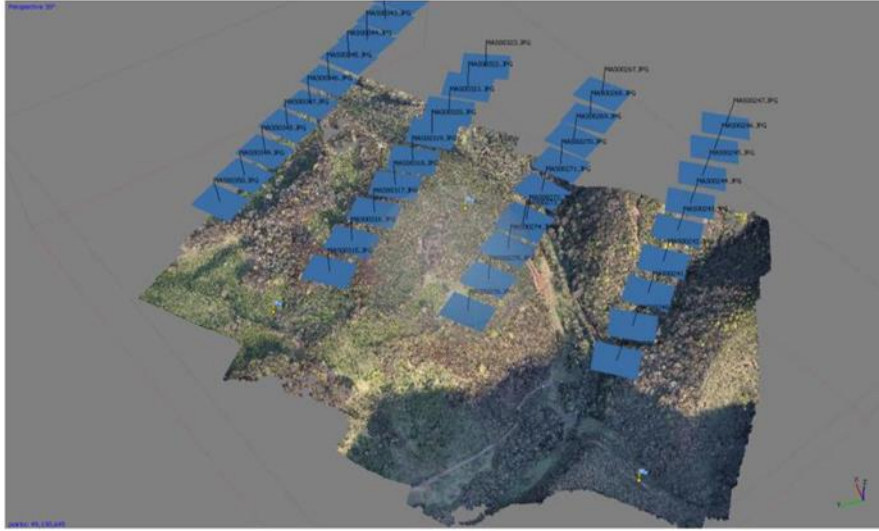
2.4.İHA ile Ortofoto ve Sayısal Yüzey Modeli Üretimi

Çalışma alanı 1 için veriler elde edildikten sonra Agisoft PhotoScan Professional programında hava fotoğrafları işlenerek 3 boyutlu nokta bulutu verisi üretilmiştir. 3 boyutlu nokta bulutu verisinden ise Sayısal Yüzey Modeli ve 3 boyutlu sokak modeli üretilmiştir. Üretilmiş olan 3 boyutlu sokak modeli Şekil 9' da gösterilmiştir.

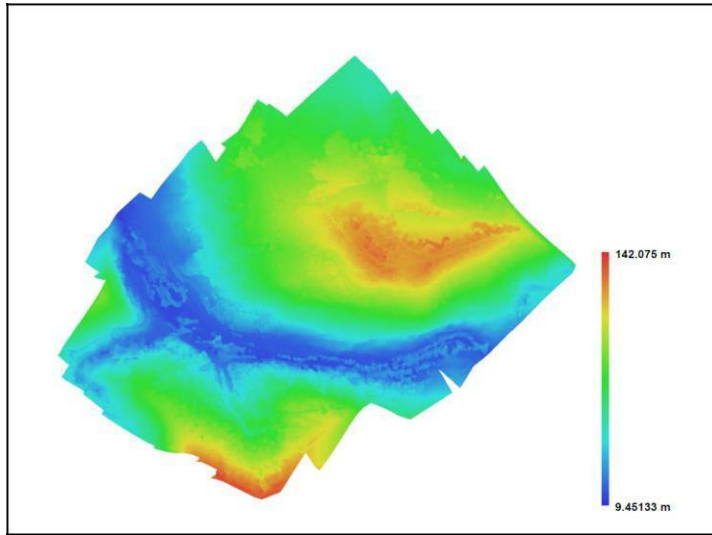


Şekil 9. Döner kanatlı İHA/multikopter kullanılarak üretilmiş olan sokak modelinin gösterimi.

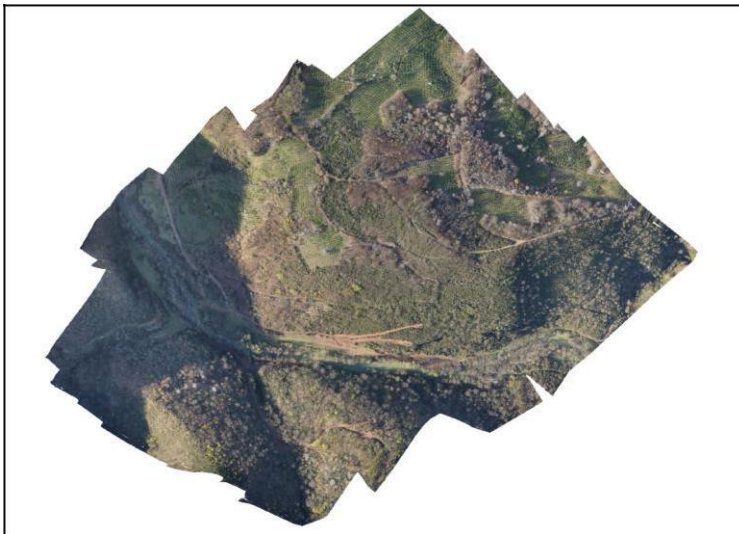
Çalışma alanı 2' de ise elde edilen hava fotoğrafları, hava fotoğraflarına ait koordinat ve dönüklük bilgileri programa yüklenmiştir. Bunu takiben TUSAGA-Aktif ağına bağlanılarak GRS 1980 elipsoid datumunda 3 derecelik (TUREF) Türkiye Ulusal Referans Sistemi' nde 30. dilimde 2005 epogunda koordinat sistemi tanımlanmıştır. Çizelge 5' te gösterilen kamera kalibrasyon dosyası sisteme yüklenmiştir. Bir sonraki adımda ise 3 boyutlu nokta bulutu verisi üretilmiştir (Şekil 10). Bu aşamada ölçülmüş olan YKN' ler programa girilmiştir. 3 boyutlu nokta verisinden Kafes/TIN model üretimi gerçekleştirilmiştir. TIN modelin katı modele dönüştürülmesinin ardından Sayısal Yüzey Modeli üretimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 11). Üretilmiş olan Sayısal Yüzey Modeli' nin Yer Örnekleme Mesafesi (YÖM) 11.4 cm'dir. Sayısal Yüzey Modeli üretiminden sonra ortofoto üretimi gerçekleştirilmiştir. Şekil 12' de 5.7 cm YÖM sahip olan ortofoto verilmiştir. Çalışma alanı 2 için referans bir veri mevcut değildir fakat çalışma kendi içerisinde değerlendirilmesi halinde YKN' lerin ölçümü ile oluşan hata miktarları ve piksel hatası Çizelge 7' de gösterilmektedir.



Şekil 10. Çalışma alanı 2' de 3B nokta bulutu ve hava fotoğraflarının 3B koordinat sisteminde görünümü.



Şekil 11. Çalışma alanı 2 için üretilmiş olan Sayısal Yüzey Modelinin gösterimi.



Şekil 12. Çalışma alanı 2 için üretilmiş olan ortofotonun gösterimi.

Çizelge 7. YKN' lerin ölçüm hatasının koordinat ve piksel olarak gösterimi.

NN	X hatası (m)	Y hatası (m)	Z hatası (m)	Hata (m)	Projeksiyon	Hata (piksel)
P.19	0.010340	-0.005274	0.001753	0.011739	6	0.499637
P.21	-0.014022	-0.011800	-0.043548	0.047246	3	0.149798
P.23	-0.006261	0.013148	0.005144	0.015445	3	0.393735
Toplam	0.010689	0.010645	0.025337	0.029488		0.411321

3.SONUÇLAR

Bu çalışmada döner kanatlı İHA ve sabit kanatlı İHA kullanılarak sırasıyla sokak modeli ve fotogrametrik veri üretimi uygulamaları yapılmıştır. Döner kanatlı İHA ile üretilmiş olan sokak modeli için İHA test amaçlı yapılan bu çalışma kapsamında tanımlanmış bir koordinat sistemi olmadığından fotogrametrik veri ya da vektör veriye dönüştürülmemiştir. İkinci çalışma alanında ise, 24 MP tam kare Exmor® CMOS sensörlü NFC SEL2870 F3 20.4451 mm odak uzaklıklı (kalibre edilmiş), OSS lensli Sony Alpha sayısal kamera monte edilmiş olan sabit kanatlı İHA kullanılarak Yer Örnekleme Mesafesi 11. 4 cm' ye sahip Sayısal Yüzey Modeli ve 5.7 cm YÖM' e sahip olan ortofoto üretimi yapılmıştır. İkinci çalışma alanını ormanlık bir arazi üzerinde bulunması sebebi ile YKN projenin mümkün mertebe dış köşelerine yerleştirilmesine rağmen ağaçların gölgesinden dolayı yazılımda kullanılamamıştır. Bu sebeple kısmen dış köşelerde bulunan 3 adet YKN ölçümü yapılmıştır. Çalışma alanı 2' de 38 adet hava fotoğrafı işlendiği için iş istasyonuna ihtiyaç duyulmamış; diz üstü bilgisayarda çalışma tamamlanmıştır. Bu çalışmada iki farklı İHA platformu kullanılması İHA platformlarının avantajların karşılaştırılma imkanı sağlanmıştır. Döner kanatlı İHA platformu kalkış ve iniş için piste ihtiyaç duymamaktadır. Buna karşın rüzgarlı havalarda stabilite sorunu yaşadığı için verilerin kullanılabilirlik yüzdesi düşmektedir. Sabit kanatlı İHA' lar ise sistem olarak daha kararlı ve dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Kalkış ve inişte piste ihtiyaç duymaktadır.

KAYNAKLAR

Eisenbeiss, H., 2009, UAV Photogrammetry, *ETH Zurich for the degree of Doctor of Science*, ISSN 0252-9335 . ISBN: 978-3-906467-86-3, Zurich, Germany.

Yastıklı, N., 2009, Ortofoto Ders Notları, *Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü Fotogrametri Anabilim Dalı*, İstanbul.

Changchun, L., Li S., Hai-bo W., Tianjie L., 2010, The research on unmanned aerial vehicle remote sensing and its applications, *Advanced Computer Control (ICACC), 2nd International Conference, 27-29 March, Beijing Normal Univ. Coll. of Resource Sci. & Technol.*, Beijing, China.

Avdan U., 2014, İnsansız Hava Aracı ile Oluşturulan Verilerin Doğruluk Analizi, *V. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, İstanbul, Türkiye.

Sefercik U. G., 2007, Radar İnterferometri Tekniği ile SYM Üretimi ve Doğruluk Değerlendirmeler, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 2-6 Nisan 2007*, Ankara.

Akgün Y., 2000, İnsansız Hava Araçlarının Kullanımı Hangi Aşamada, *2020 ve Ötesi 4*, 24-31.