



T.C.
NECMETTİN ERBAKANÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



İNSANSIZ HAVA ARACI YARDIMIYLA
KADASTRAL HARİTA ÜRETİMİNİN
İNCELENMESİ

Bilal ATAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2018
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Bilal ATAK tarafından hazırlanan “İNSANSIZ HAVA ARACI YARDIMIYLA KADASTRAL HARİTA ÜRETİMİNİN İNCELENMESİ ” adlı tez çalışması 01/08/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANSTEZİ olarak kabul edilmiştir

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç. Dr. Murat UYSAL

Danışman

Dr. Öğretim Üyesi Abdullah VARLIK

Üye

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ahmet AVCI
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Bilal ATAK

15/08/2018

ÖZET

YÜKSEK LİSANSTEZİ

İNSANSIZ HAVA ARACI YARDIMIYLA KADASTRAL HARİTA ÜRETİMİNİN İNCELENMESİ

Bilal ATAĞ

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Abdullah VARLIK

2018, viii + 65 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI

Doç. Dr. Murat UYSAL

Dr. Öğretim Üyesi Abdullah VARLIK

İçinde yaşadığımız çağı Bilgi Çağı diye adlandıran bilim insanları olmuştur fakat bilgiyi farklılaşmış disiplinlere ait bilgiler olarak kabul edersek Bilgi Çağı tanımı eksik olacaktır. Çağımız farklılaşmış disiplinlere ait bilginin tanımlanmış amaçlar için birleştirilmesi yani Bilgi Sistemleri Çağıdır, üzerinde yaşadığımız yeryüzünün alternatifinin olmayışı Bilgi Sistemleri Çağı için Coğrafi Bilgi Sistemini (CBS) vazgeçilmez kılmaktadır. CBS'nin temel bileşeni şüphe yok ki yeryüzü şekilleri ve mülkiyet sınırlarıdır, yani kadastro haritasıdır. Mülkiyet Sınır Haritası (Kadastral Harita) üretimi için ise kullanılan ölçü tekniğinden ve ölçü aletinden belli ölçü doğruluğunda ve hassasiyetinde olması beklenmektedir.

Çalışmamda, İHA ile Fotogrametrik Teknikler kullanılarak, Konya İli Selçuklu İlçesi Sarayköy Mahallesi Kadastro Harita ve Ortofoto Harita gibi mühendislik projeleri üretilmiştir.

Çalışma kapsamında İHA ile otonom olarak yapılan uçuş neticesinde elde edilen veriler, mühendislik projelerinin temel bileşeni olan mülkiyet sınırı yani kadastro tekniğinde günümüzde kullanılan yersel ölçü yerine uygulanıp uygulanmayacağı mevcut yönetmeliklerce belirlenen ölçütlere göre incelenmiştir. İHA Fotogrametrisi yöntemi ile elde edilen verinin 3402 sayılı Kadastro Kanununun 22-a uygulaması kapsamında elde edilen veri ile karşılaştırılması yapıldığında İHA Fotogrametrisi Yöntemi ile BÖHHBÜY'e göre istenen doğruluğun bina köşesi, duvar gibi sabit sınırlarda sağlandığı sabit sınırların göreceli olduğu, yıkılmış duvar ve yıkık yapılar gibi sınırlarda ise farklar olduğu saptanmıştır. Bu farkların yersel ölçü yapan operatör ile fotogrametrik değerlendirme yapan operatörün farklı bireyler oluşundan kaynaklandığı tespit edilmiştir. İnsansız hava aracı yardımıyla kadastral harita üretiminin, konumda ve alan bazında istenen doğrulukta üretilebileceği sonucuna varılmış ve bazı öneriler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Fotogrametri, Fotogrametrik Nirengi, İHA Fotogrametrisi, Kadastro, Ölçü Doğruluğu

ABSTRACT

MSTHESIS

ANALYSIS OF THE PRODUCTION OF CADASTRAL MAP BY UNMANNED AERIAL VEHICLE

BİLAL ATAK

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN SURVEYING ENGINEERING**

Advisor: Asst.Prof.Dr. Abdullah VARLIK

2018, viii + 65 Pages

Jury

**Prof. İbrahim KALAYCI
Assoc. Prof. Murat UYSAL
Asst.Prof.Dr. Abdullah VARLIK**

It is quite often that the age we live in is referred as Information Age by the scientist. However, if we consider the fact that that information/knowledge is composed of many different disciplines, perhaps, The Information Age term seems incomplete. In an attempt to redefine, we can instead refer this age as The Age of Information Systems(AIS), meaning; gathering the information from different disciplines for a defined purpose to create a coherent information flow. As the earth is our only known hospitable habitat for the humankind, creating Geographic Information Systems(GIS) for the fulfillment of the AIS becomes indispensable. Clearly, the main components of the GIS are landforms and ownership borders that is in other words, cadastral maps. It is a prerequisite for the techniques used in cadastral map generation to provide acceptable accuracy and sensitivity.

In this study, we used Unmanned Aerial Vehicles (UAV) with photogrammetric techniques in order to create Cadastral and Ortophoto maps of the village of Sarayköy in Selçuklu/Konya.

In this study, we investigated the possibility of applying the data, autonomously acquired by UAV, in replacing the current standard, land based cadastral techniques. We crossmatched the obtained data according to the currently active regulations, determining ownership borders. When compared to current 22-a application, the data obtained with UAV photogrammetry provided accurate results in determination of the fixed borders such as building corners and walls according to the BÖHHBÜY, whereas UAV obtained data could not provide acceptable measurements when determining unfixed borders such as borders of ruined walls and structures. However this is thought to be due to the human factor as the operator who is carrying out the land based measurements was different than the operator who was responsible for the photogrammetric analysis. We therefore concluded that cadastral map production via UAV can provide sufficiently accurate data in determining location and area measurements. The study was finalized with further suggestions and outlook.

Keywords: Cadastre, Photogrammetry, Photogrammetric Triangulation, Measure Precision, UAV Photogrammetry

ÖNSÖZ

“İnsansız Hava Aracı Yardımıyla Kadastral Harita Üretiminin İncelenmesi” adlı tez çalışmam boyunca bana her türlü yardımda bulunan, beni yönlendiren ve tez konusunun belirlenmesi sırasında tez konusunu öneren ve tezimin her aşamasında tez izleme raporlarına yaptığı eşsiz katkılarla bana yön veren değerli tez danışmanım ve değerli hocam sayın Dr. Öğretim Üyesi Abdullah VARLIK’a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Eğitim öğretim hayatımda dahil üzerimdeki en büyük paya sahibi olan, bilgiye, erdemli olana götüren her yolda destek olan annem, Beraat ve babam, Necati ATAK’a, birçok fedakarlık ederek, çalışmalarımı destekleyen tez çalışmamda sürekli yanımda olan eşim Aslı’ya ve kızım Saliha Zeynep’e sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca yüksek lisans eğitimim sürecinde yardımlarını esirgemeyen ve her türlü teknik desteği sağlayan Konya Kadastro Müdürlüğü çalışma arkadaşlarıma ve Müdürümüz Bahattin KOZLU’ya şükranlarımı belirtmeyi borç bilirim.

Bilal ATAK
KONYA-2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı.....	2
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	4
3. KADASTRO TEKNİĞİ	7
3.1. Ülkemizde Yapılan Kadastro Çalışmaları	7
3.1.1. Fotogrametrik yöntem.....	7
3.1.2. Prizmatik yöntem.....	9
3.1.3. Klasik Takeometrik yöntem.....	10
3.1.4. Kutupsal yöntem	13
3.1.5. Uydu destekli ölçüm yöntemi	15
3.2. BÖHHBÜY Ölçü Yöntemi ve Ölçü Doğruluğu Sınırları.....	15
3.3. Sayısal Kadastral (mülkiyet sınırı) Harita Yapımı (22-a Uygulaması)	17
4. FOTOGRAMETRİ.....	23
4.1. Sayısal Fotogrametri	24
4.2. İHA ile Fotogrametrik Veri Toplama ve Üretim Yöntemleri.....	28
5. UYGULAMA	32
5.1 Çalışma Alanı ve Kullanılan Araç Gereç	32
5.2. Yazılım.....	36
5.3. Uygulama sonucu çıkan veriler	42
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	60
6.1 Sonuçlar	60
6.2 Öneriler	62
KAYNAKLAR	63
ÖZGEÇMİŞ	65

KISALTMALAR

3B: 3 Boyut

3D: 3 Dimension

4D: 4 Dimension

AKS: Arazi Koordinat Sistemi

AVDK: Arazi Verilerine Dayalı Konumlandırma

BÖHHBÜY: Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği

CAD: Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)

CORS: Continuously Operating Reference Station

DEM: Digital Elevation Model (Sayısal Yükseklik Modeli)

DSM: Digital Surface Model (Sayısal Yüzey Modeli)

DTM: Digital Terrain Model (Sayısal Arazi Modeli)

FKS: Fotoğraf Koordinat Sistemi

FN: Fotogrametrik Nirengi

GIS: Geo Information System (Coğrafi Bilgi Sistemi)

GNSS: Global Navigation Satellite System

GPS: Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)

GPU: Graphics Processing Unit (Grafik İşleme Ünitesi)

GZK: Gerçek Zamanlı Kinematik

İHA: İnsansız Hava Aracı

KOH: Karese Ortalama Hata

KS: Koordinat Sistemi

NDVI: Normalized Difference Vegetation Index (Normalize Edilmiş Farklı Bitki Örtüsü İndeksi)

RTK: Real Time Kinematic

ST: Standart Topoğrafik

YKN: Yer Kontrol Noktası

1. GİRİŞ

Mülkiyet kavramı, insanoğlunun doğaya hükmetme, sahip çıkma ve diğer insanlarla rekabet etme arzu ve gayretleri neticesinde ortaya çıkmış, göçebe toplumdan günümüz modern toplumuna kadar sürekli çerçeve ve kalıp değiştirmiş ve tartışma konusu olmuştur.

Mülkiyetin sınırlandırılması olarak da tanımlayabileceğimiz haritalama süreci ilk olarak milattan önce 5000 yıllarında Mısırlıların kerpiç tabletler üzerine çizdikleri planlar ile başlayıpİsviçre'nin1800 yılında tamamladığı hukuki haritalama, Napolyon Fransa'sında 1850 de biten vergi amaçlı haritalama ve günümüz modern teknikleri kullanılarak yapılan sayısal haritalama çalışmaları olarak devam etmektedir.

Ülkemizde ilk kadastro çalışmalarına Osmanlı Devleti döneminde 1912 yılında Emval-i Gayrimenkulenin Tahdit ve Tahriri Hakkında Kanun-u Muvakkat" ile başlanmış süreç içerisinde değişen birçok kanun, yönetmelik ve yöntem ile devam etmiş günümüzde ise kadastro çalışmaları 3402 sayılı "Kadastro Kanunu" ve 5304 sayılı "Kadastro Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkındaki Kanun", hükümlerine göre yürütülmektedir.

1912 yılı ile başlayan kadastro çalışmaları değişen teknoloji ve ölçüm tekniğine kısmen uyum sağlamış olup eski verinin güncellenmesi noktasında eksik kalmıştır. 1912'li yıllarda yapımına prizmatik yöntemle başlanan kadastro çalışmaları yaşanan gelişmeler ve gereksinimler neticesinde takeometrik, kutupsal, fotogrametrik ve GPS destekli yersel ölçümler olarak dönüşmüştür. Prizmatik, takeometrik ve fotogrametrik olarak elde edilen verilerdeki hataları gidermek ve kadastro verisini güncellemek için Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü 2010 yılında Tapu Kadastro Modernizasyon Projesi olarak da anılan 3402 sayılı Kadastro Kanununun 22-a maddesine göre yenileme çalışmalarına başlamış olup bu kapsamda yapılan çalışmalarmeskun mahalde kutupsal yöntemi esas alan elektronik uzunluk ölçerler ile meskun olmayan mahalde ise GPS destekli konum belirleme sistemleri yersel ölçü ile devam etmektedir.

Kadastro çalışmalarında günümüz doğruluğunu yakalamaktan çok uzakta olan fakat dönemin gereksinimlerini nitel ve hızlı karşılayan hava fotogrametrisi olmuştur. Meskun olmayan mahallerde yersel ölçü yapmaksızın yapılan uçuşlarla elde edilen 1/5000 ölçekli kadastro paftaları üzerinden yapılan sınırlandırmalar ile kadastro çalışmaları hız kazanmış böylece fotogrametri tekniği dönemin tekniği olmuştur. Fotogrametrinin ise tarihsel gelişimi mülkiyet kavramı ve sınırlandırma çalışmaları

kadar eski olmasa da insanın yeryüzünü merakı kadar eskidir. Fotoğraf makinesinin icadı ve gelişen teknoloji ile uçurtma ve kuşlara bağlanan fotoğraf makineleri önceleri balona sonrasında da uçaklara takılarak günümüz Fotogrametri tekniğinin temelleri atılmıştır.

Fotoğraf makinelerinden sayısal görüntü elde edilmesi ve uydu verisi ile konum belirleme sistemlerindeki gelişmeler Sayısal Yükseklik Modeli, Sayısal Arazi Modeli ve Ortofoto gibi ürünlerin elde edilmesine ve mühendislik projelerinde kullanılmasına olanak sağlamıştır. Uçaklara ve uydulara entegre olan bu sistemler günümüz çağının sorunu maliyet, zaman ve konum doğruluğu olarak üç temel sorunla karşı karşıya kalmaktadır. Önceleri model uçaklara takılan kameralar ile yapılan denemeler neticesinde günümüzde İnsansız Hava Aracı (İHA) Fotogrametrisi olarak bu üç soruna daha etkili çözüm üretebilmektedir.

1.1.Tezin Amacı

Sayısal kadastro verisi toprak üzerinde yapılan tüm mühendislik projelerinin en önemli paydaşdır. Proje sınırları içinde kalan parsellerde parsel sınırlarının tespit edilemediği, parsel yüzölçümlerinin zeminde doğru sonuçlar vermediği durumlarda, kadastro verisi parseller üzerinden uygulanacak proje için hukuki ve ekonomik birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Sayısal kadastro verisinin üretimi ise yersel yöntemlerle yapılmakta olup maliyetli ve uzun zaman alan bir çalışmadır.

İHA Fotogrametrisi maliyet ve zaman olarak yersel ölçüden daha avantajlı olduğu aşikar olup konum doğruluğu olarak farklı mühendislik projelerinde test edilmiştir. Tarihi eserlerin restorasyonu, yol güzergahı kontrolü ve orman alanlarında amenajman çalışması gibi farklı mühendislik projelerinde test edilip beklenen doğruluk ölçütlerine göre olumlu neticeler elde edilmiştir.

Sayısal kadastro verisi elde etmek için yönetmeliklerce yöntem tanımlanmış ve doğruluğu sınırlandırılmıştır böylece kadastroncelikli veri yapısına kavuşmuştur. Konya İli Selçuklu İlçesi Sarayköy Mahallesi 3402 sayılı Kadastro Kanununun 22-a maddesine göre kadastral hatalar tespit edilerek uygulama kapsamına alınmış, mahallenin imar uygulaması ve köy yerleşim uygulaması sonucu oluşan imar parselleri haricindeki tüm kadastro parsellerinde yersel ölçü yapılarak sınır koordinatlarının ve yüzölçümünün yeniden hesaplanması ile kadastral sorunların çözümü amaçlanmaktadır.

Çalışmamızda uygulama alanı içindeki meskun mahalde İHA Fotogrametrisi yöntemiyle veri elde ederek uygulama sonucu oluşan tescilli koordinatlar ve alanlar ile karşılaştırma yapılarak ve İHA Fotogrametrisi yöntemiyle elde edilen veri sayısal kadastro verisi elde edilip edilemeyeceği araştırılacaktır. Böylecemaliyetli ve uzun zaman alan yersel ölçü yöntemi yerine sayısal kadastral veri elde etmek için İHA Fotogrametrisinin kullanılabilirliği analiz edilecektir.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Kadastro tekniğinin hukuki altlığı ise Anayasaya, Medeni Kanununa ve 3402 sayılı Kadastro Kanununa dayanmaktadır. Anayasa “ Herkes mülkiyet ve miras haklarına sahiptir. Bu haklar ancak kamu yararı amacıyla, kanunla sınırlanabilir. Mülkiyet hakkının kullanılması toplum yararına aykırı olamaz.” diyerek mülkiyeti korumuş ve Medeni Kanun ise 719. Madde ile mülkiyetin belirlenmesinde şöyle usul belirlemiştir: Taşınmazın sınırları, tapu plânları ve arz üzerindeki sınır işaretleriyle belirlenir. Tapu plânları ile arz üzerindeki işaretler birbirini tutmazsa, asıl olan plândaki sınırdır. Bu kural, yetkili makamlarca heyelân bölgesi olduğu belirlenen yörelerde uygulanmaz. 3402 sayılı Kadastro Kanununun amacı ise şöyledir; ülke koordinat sistemine göre memleketin kadastral veya topoğrafik kadastral haritasına dayalı olarak taşınmaz malların sınırlarını arazi ve harita üzerinde belirterek hukukî durumlarını tespit etmek suretiyle 4721 sayılı Türk Medeni Kanununun öngördüğü tapu sicilini kurmak, mekânsal bilgi sisteminin alt yapısını oluşturmaktır.

BÖHHBÜY ise yapılacak ölçü yöntemine göre çalışma prensibini ve yapılacak ölçüler için yanılma sınırlarını belirlemiştir.

Eisenbeiss (2009), çalışmasında yeni bir terminoloji olan İHA fotogrametrisinden bahsetmiş ve İHA'ların yeni bir fotogrametrik ölçüm aracı olduğunu söylemiştir. Ayrıca İHA'ların tanımı, tarihsel gelişimi ve fotogrametride kullanımı ile ilgili çalışmış ve İHA'ların türleri hakkında detaylı bilgi vermiş bunun yanı sıra İHA'ların hava ve yersel fotogrametrik teknikleri birleştiren bir araç olduğunu söylemiştir.

Eroğlu (2013), çalışmasında, İHA'lar için, saldırıya açık uydu sistemleri veya birikimli hataya sahip ataletsel sistemlerden bağımsız olarak çalışabilen ve bu sistemlere destek mekanizması olarak kullanılabilceği düşünülen AVDK (Arazi Verilerine Dayalı Konumlandırma) konusu ele alınmıştır. Geçmişten günümüze, geliştirilmiş ve başarı ile kullanılmış olan AVDK sistemleri incelenmiş, olumlu ve olumsuz yönleriyle irdelenmiştir. Ayrıca, İHA'nın uçuşu modelleme ve benzetim ilkelerine göre gerçekleştirilerek, İHA'ların konumlandırılması için, hızlı ve kesin bir AVDK sistemi geliştirilmiştir.

Esmat (2007), çalışmasında modern navigasyon sistemleri hakkında bilgi vermiş, matematiksel temellerini açıklamış ve hava araçlarında kullanılan navigasyon sistemlerini ve bu sistemlerin rollerini anlatmıştır.

Suveg ve Vosselman (2000), çalışmalarında dijital tekniklerin gelişimiyle birlikte fotogrametrinin mimari eserlerin dökümantasyonu ve korunmasında daha verimli ve ekonomik bir yöntem haline geldiğini belirtmiştir. Son yıllarda dijital fotogrametri ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sonucu binaların 3 boyutlu olarak tekrar oluşturulmasının güncel araştırma konuları içinde yer aldığını, 3 boyutlu bina modelleme, Şehir planlama ve turizm için gittikçe zorunlu hale geldiğini anlatmışlardır.

Uysal ve ark. (2013), çalışmalarında tarihi ve kültürel mirasın korunması ve gelecek nesillere aktarılması insanlık adına yapılması gereken önemli çalışmalardan ve bu eserlerin korunması ve tanıtılması amacıyla üç boyutlu modellerinin üretilmesi için farklı yöntemler kullanılmakta olduğundan bahsetmektedir. İHA'ların fotogrametrik rölöve çalışmalarında verimli bir şekilde kullanılabileceğini göstermişlerdir.

Gençerk (2016), çalışmasında Afrika kıtasının en hızlı gelişen ekonomilerinden biri olan Etiyopya'da, yapımı devam eden 392 km uzunluğundaki Awash – Kombolcha - Hara Gebaya (AKH) demiryolu hattının Faz 1 (KM 0+000 – KM 270+500) kısmının inşaatı olan projede kazı-dolgu miktarının hesaplanması özelinde toprak hareketlerinin belirlenmesi, sahada yapılan üretimlerin izlenmesi ve arazi çalışmalarıyla elde edilen verilerin doğruluğunun araştırılması için İHA fotogrametri uygulaması yapılmış ve uygulama sonucu toplanan ham verilerin üzerinde fotogrametrik değerlendirme çalışması gerçekleştirilmiştir.

Atasoy (2004), çalışmasında Doğu Karadeniz Bölgesinde yaşanan mülkiyet sorunlarının başında gelen orman sınırının tarım arazileri ile olan sınırlarında yaşanan sorunların çözümünde kadastrosu henüz yapılmamış olan bölgeler için farklı tarihlerde çekilmiş olan hava fotoğraflarının digital fotogrametrik yöntem ile değerlendirilerek çözüm aranmıştır.

Özdemir (2017), çalışmasında, günümüz modern teknolojisi İHA ile fotogrametrik veri üretimi amaçlanmıştır. Bu amaçla, İstanbul ili, Şile ilçesi, Soğullu köyünde 60 hektar ve Gaziantep ili, Şehitkamil ilçesi, Başpınar mahallesi Organize Sanayi Bölgesi'nde 78.3 hektar olmak üzere iki farklı çalışma alanı test edilmiştir. Bu iki çalışma alanında İHA ile elde edilen hava fotoğrafları işlenerek üç boyutlu model, ortofoto ve Sayısal Yüzey Modelleri üretilmiştir. Fotogrametrik verilerin üretim aşamasında farklı yöntemler analiz edilmiştir. Ayrıca İHA teknolojisi ve geleneksel yöntemlerin donanım, yazılım ve iş maliyeti gibi farklı kalemler karşılaştırılarak maliyet analizi yapılmıştır.

Yılmaz ve ark. (2013), çalışmalarında İHA'ya monte edilen kameralar yardımıyla yeryüzünün görüntülenmesinin, yersel ölçüm tekniklerine göre bazı

avantajlarından bahsetmiş ve beraberinde ortofoto haritalardaki geometrik doğruluk kavramını ele almıştır.

Yakar(1995), fotogrametrik yöntemlerde yaşanan gelişmeler ışığında ülkemizde fotogrametrik harita yapan kurumları, elde edilen ürünleri ve kullandıkları yazılım ve donanımı incelemiş ve kıyaslama yapmıştır.

Yakar ve ark. (2013), çalışmalarında gelişen teknolojiye paralel olarak sayısal yersel fotogrametrinin tarihi ve kültürel mirasın korunmasına yönelik belgeleme çalışmalarında büyük kolaylıklar sağladığını belirtmiştir. Kısa süren bir arazi çalışmasından sonra diğer bütün çalışmaların büroda yapıldığı bu yöntemle belgeleme çalışmalarının, fazla zaman almadan ve fazla maliyet gerektirmeyen donanım ve yazılımlarla rahatlıkla yapılabileceği ve tarihi ve kültürel mirasların sayısal ortamda ölçekli olarak arşivlerinin ve üç boyutlu modellerinin elde edilebileceği belirtmiştir.

Yaşayan ve ark. (2011), yazdıkları fotogrametri kitabında fotogrametrinin tarihsel gelişim sürecini açıklamış, fotogrametrinin dayandığı temel ilkeler üzerine bilgi vermiştir. Fotogrametrik yöntemlerden bahsederek farklı mühendislik projelerindeki alanları üzerine değinilmiştir.

3. KADASTRO TEKNİĞİ

Kadastro tekniği koordinatı lokal, ulusal ya da uluslar arası bir koordinat sistemine dayalı iki veya daha fazla koordinatı bilinen poligon noktası ya da arazi üzerinde sabit nesnelere baz alınarak, bu sabit nesnelere ya da poligon noktalarına göre mülkiyet sınırlarının belirlenmesidir. Kadastro tekniği fotogrametri alanında yaşanan gelişmelerden sonra uçaklara takılan fotoğraf makineleri ile hava fotoğrafları kullanılarak elde edilen 1\5000 ölçekli kadastro paftaları üzerinden sınırlandırılarak zeminde maliklerin belirlenmesi ve sınırların kontrolü yapılarak uygulanmıştır. Günümüzde ise kadastro tekniği, yerleşim olmayan alanlarda uydu bağlantılı GPS verisi kullanılarak GNSS-RTK (CORS-TR) yöntemiyle anlık hassas koordinat belirlenerek ve yerleşim olan alanlarda ise elektronik uzaklıkölçerlerle yapılmaktadır.

Kadastro tekniğinin hukuki altlığı ise Anayasaya, Medeni Kanununa ve 3402 sayılı Kadastro Kanununa dayanmaktadır. Anayasa “ Herkes mülkiyet ve miras haklarına sahiptir. Bu haklar ancak kamuyararı amacıyla, kanunla sınırlanabilir. Mülkiyet hakkının kullanılması toplum yararına aykırı olamaz.” diyerek mülkiyeti korumuş ve Medeni Kanun ise 719. Madde ile mülkiyetin belirlenmesinde şöyle usul belirlemiştir: Taşınmazın sınırları, tapu plânları ve arz üzerindeki sınır işaretleriyle belirlenir. Tapu plânları ile arz üzerindeki işaretler birbirini tutmazsa, asıl olan plândaki sınırdır. Bu kural, yetkili makamlarca heyelân bölgesi olduğu belirlenen yörelerde uygulanmaz. 3402 sayılı Kadastro Kanununun amacı ise şöyledir; ülke koordinat sistemine göre memleketin kadastral veya topoğrafik kadastral haritasına dayalı olarak taşınmaz malların sınırlarını arazi ve harita üzerinde belirterek hukukî durumlarını tespit etmek suretiyle 4721 sayılı Türk Medeni Kanununun öngördüğü tapu sicilini kurmak, mekânsal bilgi sisteminin alt yapısını oluşturmaktır.

3.1.Ülkemizde Yapılan Kadastro Çalışmaları

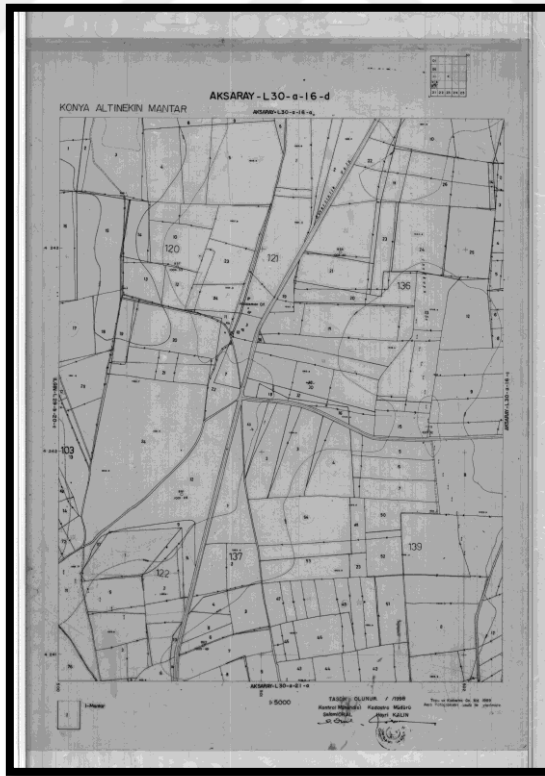
3.1.1.Fotogrametrik yöntem

Fotogrametrik yöntem hiç şüphe yok ki kadastro çalışmalarını hızlandırmış ve daha kolay bir hale getirmiştir. Uçaklara takılan özelleşmiş fotoğraf makineleri ile çekilen fotoğraflar operatörler yardımıyla ED-50 koordinat sisteminde 1/5000 ölçekli paftalar şeklinde hazırlanıp kadastrosu yapılacak alanlara göre ayrılır ve zeminde bu

paftalara göre mülkiyetler belirlenir ve parsellerin alanları planimetre adı verilen bir alet ile hesaplanarak çalışma tamamlanmaktadır.

Ülkemizde temel topoğrafik harita kabul edilen Şekil 3.1'de görülen 1\5000 ölçekli Standart Topoğrafik (ST) haritaların yapımına 1945 de Harita Genel Komutanlığında başlanmıştır. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğünde ise 1955 yılında 1\5000 ölçekli ST harita üretimine başlanmıştır. 1\25000 ölçekli haritaların kenarları beşe bölünerek bir paftadan 25 tane 1\5000 ölçekli harita üretilmektedir. Boyutları yaklaşık 2200 * 2750 m ye karşılık gelmektedir. (Gürbüz 1981) Resimler 11.5 cm 18x18cm² veya 15.2 cm 23 * 23cm²lik geniş açılı kameralarla arazinin eğimine göre Doğu-Batı veya Kuzey-Güney yönünde %60 boyuna, %30 enine örtülü olarak çekilmektedir. Resim ölçekleri 1\14000 ile 1\21000 arasında değişmektedir.(Yakar 1995)

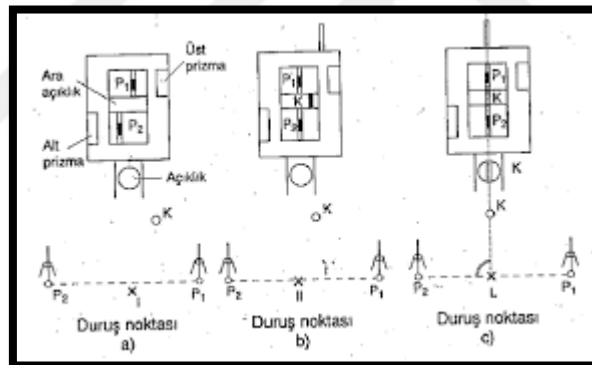
Fotogrametrik Yöntem 1/5000'lik pafta ölçeğinde olduğundan bir sınır çizgisinin doğruluğu gözün ayırt etme sınırı olan 0.2çç\mm dikkate alındığında beklenen doğruluk zeminde 1 metre olmakta olup bu reel olarak gerçeği yansıtmamakta ve günümüz doğruluk sınırınıgeçmektedir.



Şekil 3.1.1989 yılında Hava Fotogrametrisi yöntemi ile elde edilmiş pafta

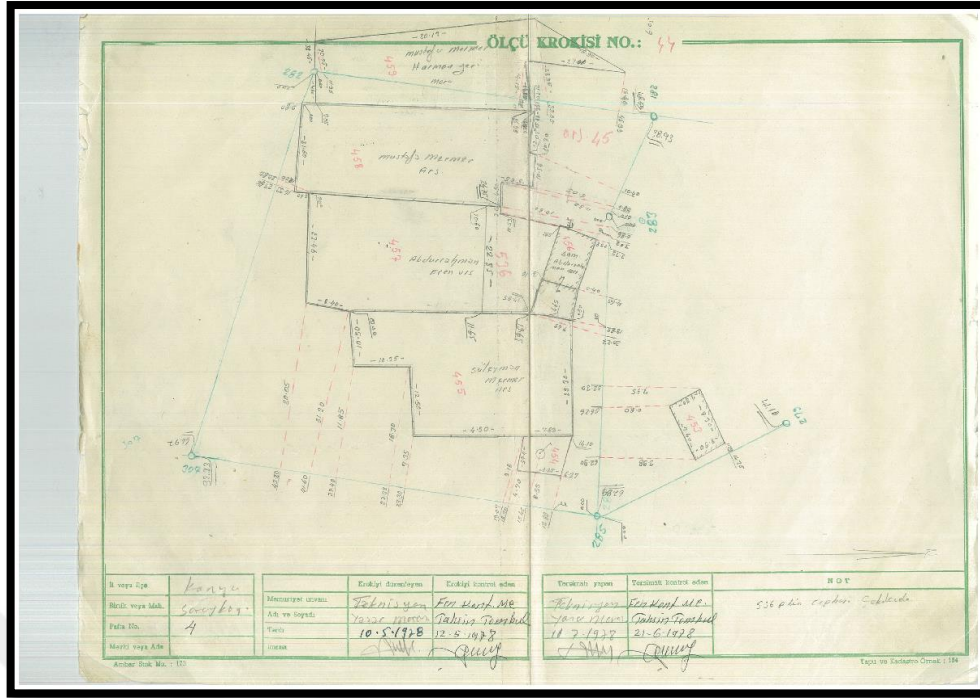
3.1.2. Prizmatik yöntem

Prizmatik yöntem sınır belirleme çalışmalarında bilinen en eski yöntemlerdendir. Yöntem temel olarak fiziki bozulmalardan etkilenmeyen ya da kadim zemin işaretlerinde: kadim kaya, bina köşesi, cami minaresi vb gibi ya da koordinatı lokal, ulusal ya da uluslar arası koordinat sistemlerinden birinde tanımlı poligon, nirengi gibi sabit zemin işaretlerine dayalı olarak yapılan ölçülerdir. Bu ölçüler, sabitler arası ölçü hattındaki sınırların (an, duvar, bina köşesi, vb) prizma aleti ile Şekil 3.2’de gösterildiği gibi dik düşülerek okunan dik ayak ve dik boy ile Şekil 3.3’de görülen ölçü krokisi hazırlanarak ve tespit edilen malik bilgisi ile mülkiyet sınırlandırması yani kadastrosu yapılmış olur. Ölçü krokisi üzerinden elde edilen verilerin kadastro paftasına tersimatı yapıp, matematiksel formüller kullanılarak ya da planimetre ile alan hesabı da yapılarak parsellerin sınırlandırılması tamamlanmış tesciline müteakip ise Medeni Kanunda geçen plan hazırlanmış olur.



Şekil 3.2. Prizmatik yöntemle ölçü

Prizmatik yöntem sonucu oluşan parsellerin koordinatları ED-50, Meşedağ, mevzi koordinat sistemlerinde ya da grafik olarak elde edilmiştir. Yöntem analog bir yöntem olup cephe kontrolü ve kenar uzunluklarının ölçüsü kontrollü olarak ve belirlenmiş olan hata sınırları ile yapıldığından Prizmatik Yöntem kontrollü bir ölçü yöntemidir. BÖHHBÜY’e göre yapılabilecek yersel ölçü yöntemleri arasında olsada elektronik uzaklıkölçerlerin kadastro yapımında kullanılmaya başlamasıyla yerini elektronik uzaklıkölçerlere bırakmıştır.



Şekil 3.3. Prizmatik ölçü ile elde edilmiş ölçü krokisi

3.1.3. Klasik Takeometrik yöntem

Prensip olarak prizmatik yöntemle benzeyen Takeometrik Yöntem sabit olarak kabul edilen, Şekil 3.4’de dayandığı matematiksel formüller ile ölçü yönteminin gösterildiği, iki poligon arasında kurulacak hat ile detay noktalarının T1 ya da T2 diye anılan açı ve mesafe ölçerlerle mira okumaları yapılarak takeometri karnesi tutulur (Şekil 3.6.). Ölçü krokisi ise Şekil 3.5’de gösterilmiş olup okunan nokta numaralarına göre çizilir ve malik bilgisinin tespiti ile sınırlandırma işlemi tamamlanmış olur. Okunan değerlerin paftasına tersimatı yapılarak pafta üzerinden planimetre aletiyle ya da matematiksel formüller kullanılarak alan hesabı yapılır ve işlem tamamlanır (Şekil 3.7.).

Durulan Nokta No. ve Alet yinokluđu		Faaliyet Nokta No.	Mira okunmaları	Mira okunmalarının farkları	Eğik uzunluk m. cm.	Çıkartılacak miktarlar m. cm.	Düđey Ađı	Yatay açı okunmaları		Yatay uzunluk	Düğünceler
								I	II		
322		324						209	80		
323								242	65		
17		100 196 292	66 96	192	-	2 32	92	20	153	89	189,68 ✓
18		100 124 224	24 24	168	-	47	96	60	142	24	147,58 ✓
19		100 161,5 261,5	61,5 61,5	123	-	21	97	10	161	91	172,80 ✓
20		34 68	34 34	68	-	-	100	60	140	65	68,00 ✓
21		160 320	160 160	320	-	2 80	105	24	262	48	317,20 ✓
22		103 206	103 103	206	-	4 24	107	80	248	50	201,16 ✓
23		125,5 251	125,5 125,5	251	-	4 42	108	50	251	19	241,58 ✓
24		100 136 232	36 36	72	-	4 32	115	80	264	89	17,68 ✓
324											(20930)

Şekil 3.6. Takeometri ölçü çizelgesi

Takeometrik yöntem yerleşim olmayan arazi şartlarında hava fotogrametrisi kullanılarak elde edilen 1/5000 ölçekli kadastr paftalarında hava olayları nedeniyle fotoğrafta çıkmayan alanlarda ya da pafta üzerinden sınırlandırıldığında hatalı olacak küçük olan parsellerin sınırlandırılması yapılırken kullanılmış bir yöntemdir. Koordinat sistemi olarak genellikle ED-50 koordinat sisteminde üretilmiş olup mevzi ve grafik değerlere de rastlamak mümkündür. Yöntem içinde okuyucu, yazıcı, miracı ve alet

kalibrasyonu gibi hata kaynaklarını barındırdığından ölçü doğruluğundan bahsetmek günümüz doğruluğuna göre dikkate değer değildir. Takeometrik Yöntem günümüzde yerini uydu destekli ölçü yöntemlerine bırakmıştır.

Sayfa No. 40												
Parsel No.	Çarpılar veya Planimetre Kırsalları		Çarpım veya farklar ortalaması	Katsayı	İkili yüzölçümleri		Düzeltilmiş alanlar	Kesin Yüzölçümleri			Düşünceler	
	Çarpılan veya Kırsalları	Çarpılan veya farklar			ha.	m ² .		dm ² .	ha.	m ² .		dm ² .
274	534 564 274	70	10	25	-	0290	-	0290	-	-	-	
270	400(6.00+9.00) 2					0124	-	0124	-	-	-	✓
271	31.00x7.00+(9.00x4.00) 2					0296	-	0296	-	-	-	✓
272	292 222 252	70	70	25	-	0250	-	0250	-	-	-	✓
273	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
274	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
275	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
276	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
277	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
278	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
279	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
280	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
281	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
282	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
283	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
284	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
285	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
286	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
287	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
288	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
289	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
290	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
291	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
292	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
293	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
294	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
295	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
296	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
297	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
298	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
299	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓
300	2200(4.00+7.00) 2					0199	-	0199	-	-	-	✓

Şekil 3.7. Planimetre aletiile hesaplanan parsel alanlarına ait hesap çizelgesi

3.1.4. Kutupsal yöntem

Kutupsal yöntem diye anılan bu yöntem prensip olarak prizmatik ve takeometrik yönteme benzemekle beraber uygulayıcı hatasını minimize eden elektronik uzunluk ölçerler kullanılarak yapılmaktadır. Koordinatı bilinen nokta üzerine kurulan elektronik aletin diğer poligon noktalarına bağlantı yapmasıyla başlayan ölçüm zeminde bulunan detay noktalarına reflektör denilen aletin getirilerek elektronik aletten gönderilen lazer ışınının gidiş dönüş süreleri hesaplanarak koordinat değeri atanması ile elde edilen verilerin CAD ortamına aktarılarak Şekil 3.8'de görülen sayısal paftaların üretildiği, alanhesabının güçlü matematiksel temellere dayanan algoritmalarla belirlendiği bir ölçü yöntemidir. Günümüzde halen kullanılmakta olan yöntem reflektöre de gereksinim duymayan, hatta ölçü yaparken otomatik kroki oluşturan elektronik uzaklıkölçerlerle de yapılmaktadır.



Şekil 3.8. Kutupsal yöntemle elde edilmiş pafta

3.1.5.Uydu destekli ölçüm yöntemi

Teknolojide yaşanan gelişmelerin sektörde görülen en somut örneği olarak karşımıza çıkan bu yöntem günümüzün doğruluğu en hassas ve hızlı yöntemi olarak bilinmektedir. Temel olarak GPS uydularından gelen konum verisini kullanarak statik ya da kinematik olarak nokta koordinatının belirlendiği yöntem günümüzde GLONASS ve GALİLEO uydularından gelen veriyi de kullanmaktadır. ITRF-96 koordinat sisteminde koordinat verenbu yöntem gelişerek GNSS RTK yöntemi adıyla ya da diğer adıyla CORS-TR yöntemiyle çok daha hızlı ve doğru koordinat belirlemektedir.

3.2.BÖHHBÜY Ölçü Yöntemi ve Ölçü Doğruluğu Sınırları

Mülkiyetin sınırlandırılmasında ya da yersel ölçümlerdeki doğruluk 2005 yılından önce ölçüm yaptıracak kurumlarca yayınlanan yönetmeliklerce belirlenirken 2005 yılında yayınlanan Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği (BÖHHÜY) ile uygulama birliği sağlanmış oldu. Böylece yönetmelik, yapılacak ölçümün yöntemine göre ayrı ayrı sınırlar çizip, kurallar getirmiş oldu. BÖHHBÜY güncellenerek 26 Haziran 2018 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

Örneğin Madde 45- (1) Detay ölçmeleri ve numaralandırma aşağıdaki esaslara göre yapılır. a) Detay noktaları; elektronik takeometre, GNSS, LİDAR veya diğer teknik ve yöntemler kullanılarak ölçülebilir.

Detay ölçme doğruluğu ise Madde 46'da şöyle açıklanmaktadır: Detay noktalarının izdüşüm koordinatları ve yükseklikleri, elektronik takeometre, GNSS, LİDAR veya diğer teknik ve yöntemler kullanılarak; yatay konum doğruluğu $(x\sigma^2+y\sigma^2)^{1/2} \pm 7$ cm (dahil)'den daha iyi ve Helmert ortometrik yükseklik doğruluğu $(\sigma H) \pm 7$ (dahil)'den daha iyi olacak şekilde ölçülmelidir. Elektronik takeometrede ölçü uzaklığı 500 m'yi geçemez. Yerleşim yerlerinde, bir binada yükseklik farkı en fazla olan en az iki nokta olacak biçimde nokta yoğunluğu azaltılabilir. Zeminden ölçülemeyen detay noktalarının ortometrik yükseklikleri değerlendirme dışı bırakılır. Detay alımının başlangıç ve bitiminde en az bir adet yer kontrol noktasına ölçü yapılır. Koordinat farkları (dx, dy, dH) ± 15 cm (dahil)'den küçük olmalıdır. Jalon yüksekliği, yerleşim yerleri içindeki ölçülerde 4 m'yi, yerleşim yerleri dışındaki ölçülerde 6 m'yi geçemez. Ölçülen uzunluklar GRS80 elipsoidine ve izdüşüm düzlemine indirgenir.

GPS ile yapılacak detay ölçme yöntemini ise ilgili yönetmeliğin 46. maddesi ile belirlemiştir. GNSS ile kinematik konum belirleme teknikleri kullanıldığında, gerçek zamanlı veya sonradan değerlendirmek üzere detay noktaları ölçülebilir. Kinematik GNSS yöntemlerinde bu Yönetmeliğin 46 ncı maddesinde belirtilen konum doğruluğunu sağlayacak uzaklıkta bulunan sabit GNSS istasyonlarından veya bölgeye en yakın C derece ağ veya poligon noktaları üzerine ölçme süresince (eş zamanlı) kullanılmak üzere kurulmuş GNSS referans istasyonlarından yararlanılabilir. Detay alımında, gezici alıcı ile konumu belirlenen noktalarda çoklu yansıma etkisi en az olmalıdır. Bina köşesi, ağaç gövdesi, telefon ve elektrik direkleri ile benzeri noktalarda GNSS ile doğrudan detay alımı yapılmamalıdır. GNSS ile klasik Gerçek Zamanlı Kinematik (GZK) kullanılarak ölçme yapıldığında aşağıdaki kurallara uyulmalıdır.

a) Uydu sayısı: En az 5 adet (Her bir uydu konumlama sistemi için ayrı ayrı değerlendirilir.),

b) Veri toplama aralığı: 5 saniye veya daha az,

c) Uydu yükseklik açısı: 10° ,

ç) Referans noktasına uzaklık: En fazla 5 km,

d) Ölçüm süresi: En az 3 epok, olmalıdır.

TUSAGA-Aktif sistemi ile Ağ GZK düzeltme verisi kullanılarak ölçme yapıldığında aşağıdaki kurallara uyulmalıdır.

a) Düzeltme verileri alınırken kullanılacak teknik: VRS, FKP veya MAC,

b) Belirsizlik çözümü: Sabitlenmiş (Fixed),

c) Uydu sayısı: En az 5 adet,

ç) Veri toplama aralığı: 1 saniye, d) Uydu yükseklik açısı: 10° ,

e) Ölçüm süresi: En az 3 epok, olmalıdır.

TUSAGA-Aktif sistemi ile yapılan ölçümler sonrasında, cihazın ölçümlere ilişkin oluşturduğu orijinal veri kayıt dosyası ve ek-12'de yer alan çizelge doldurularak sayısal ortamda teslim edilir.

Takeometrik alımın klasik GZK yöntemiyle yapılması durumunda; detay noktalarının elipsoit yükseklikleri ölçülür. Bu noktalara ait ortometrik yüksekliklerin hesaplanmasında proje alanında oluşturulan yüzey kullanılır. Detay noktaları en fazla 5 km mesafeden ölçülür ve belirsizlik çözümü için alıcıya standart sapma değeri en fazla ± 10 cm girilir.

Güncellenen BÖHHBÜY de çalışma konumuzla yakından ilgili olan yenilik detay ölçmelerinde LİDAR veya diğer teknik ve yöntemler ölçülerek ölçülebilir ibaresinin geçiyor oluşu İHA Fotogrametrisi Yönteminin geleceğine ışık tutmaktadır.

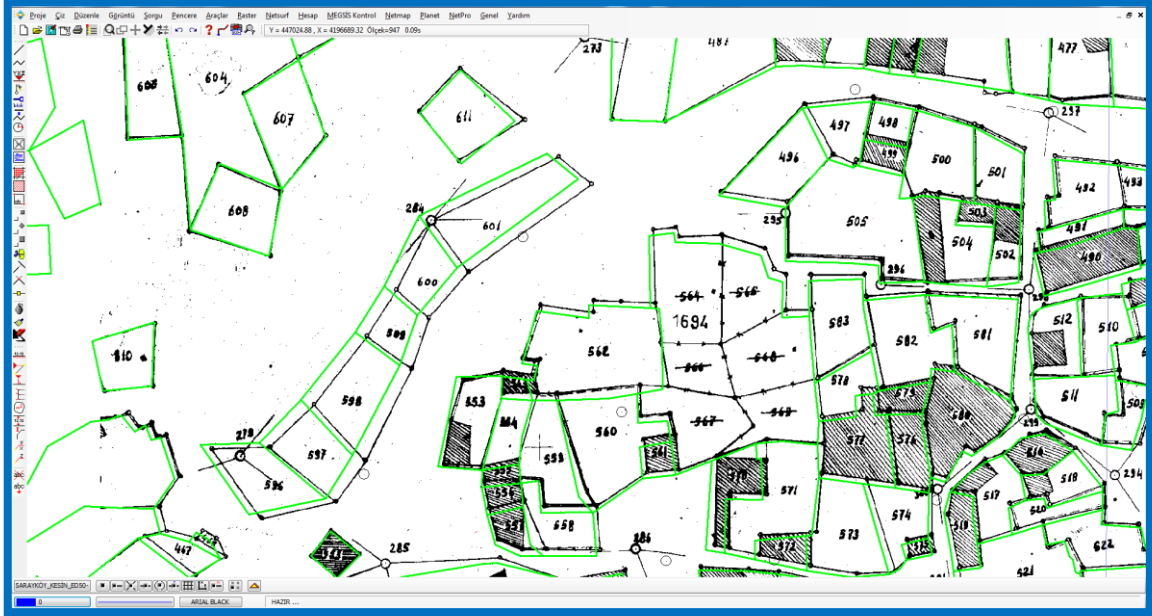
3.3. Sayısal Kadastral (mülkiyet sınırı) Harita Yapımı (22-a Uygulaması)

BÖHHBÜY ölçü yöntemi ve beklenen ölçü doğruluğu için belirlenen kısıtlamalar, formüller ve hata sınırları dikkate alındığında primatik, takeometrik ve fotogrametrik ölçü yöntemleri ile yapılan kadastro çalışmalarının tamamına yakını günümüz ölçü doğruluğunun şartlarını sağlamadığı ortaya çıkmaktadır.

Ölçü doğruluğuna göre hatalı ve teknik olarak yeterli olmayan bu kadastro çalışmaları içinde daha birçok hata barındırmaktadır. Bu kadastral sorunların çözümü ikinci kadastrodur. Fakat 3402 sayılı Kadastro Kanununun 22.Maddesi;Evvelce tespit, tescil veya sınırlandırma suretiyle kadastro veya tapulaması yapılmış olan yerlerin yeniden kadastronu yapılamaz. Bu gibi yerler ikinci defa kadastrya tâbi tutulmuşsa, ikinci kadastro bütün sonuçlarıyla hükümsüz sayılır ve Türk Medenî Kanununun 1026 ncı maddesine göre işlem yapılır. Süresinde dava açılmadığı takdirde, ikinci defa yapılan kadastro, tapu sicil müdürlüğünce re'sen iptal edilir, kuralını koyarak ikinci kadastronun önüne geçmiştir. Ancak devamında; a) Tapulama, kadastro veya değişiklik işlemlerine ilişkin; sınırlandırma, ölçü, çizim ve hesaplamalardan kaynaklanan hataları gidermek üzere uygulama niteliğini kaybeden, teknik nedenlerle yetersiz kalan, eksikliği görülen veya zemindeki sınırları gerçeğe uygun göstermediği tespit edilen kadastro haritalarının tekrar düzenlenmesi ve tapu sicilinde gerekli düzeltmelerin sağlanması amacıyla tapulama ve kadastro görmüş yerlerde, b) Daha önce sadece tapu tahriri yapılan veya 2859 sayılı Tapulama ve Kadastro Paftalarının Yenilenmesi Hakkında Kanuna göre yenileme yapılacak yerler ile 2981 sayılı İmar ve Gecekondu Mevzuatına Aykırı Yapılara Uygulanacak Bazı İşlemler ve 6785 Sayılı İmar Kanununun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkında Kanun hükümlerine tâbi yerlerde, Birinci fıkra hükmü uygulanmaz, diyerek kadastral hataların çözümüne olanak sağlamıştır. Yayınladığı birçok yönetmelik, genelge ve talimat ile 3402 sayılı Kadastro Kanununun 22 nci maddesinin ikinci fıkrasının (a) bendinin uygulanmasına ilişkin usul ve esasları belirlemiştir.

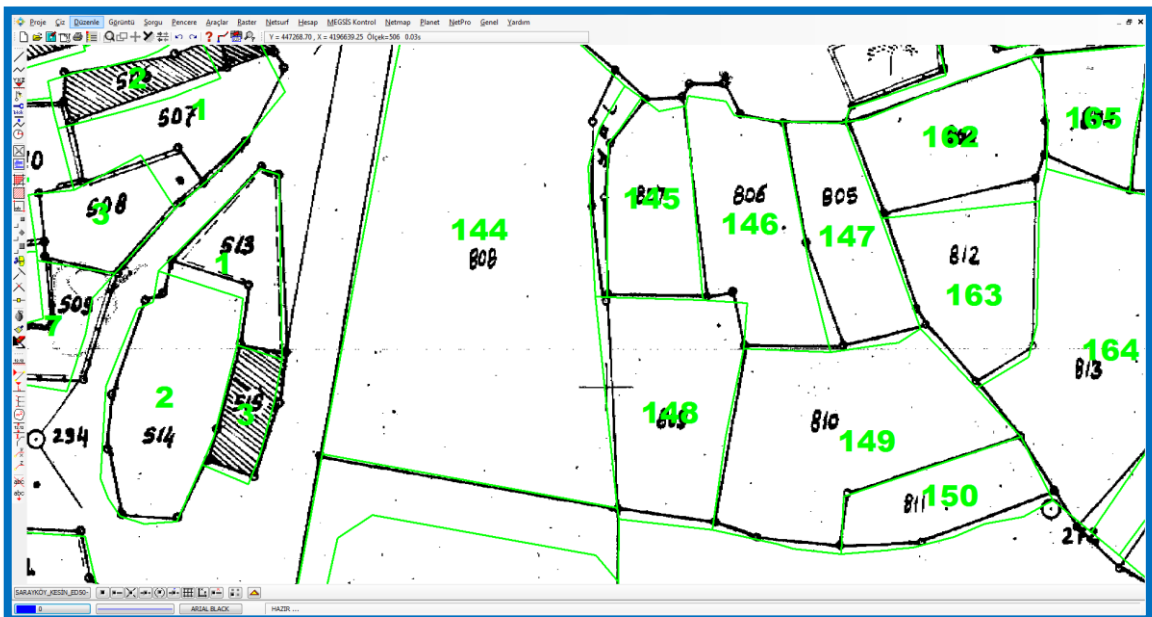
Kadastral hata kaynaklarını kısaca belirtecek olursak;

- Şekil 3.9'da prizmatik, takeometrik ve elektronik uzaklıkölçerle yapılan yersel ölçülerde poligon hesabında yapılan hata sonucu oluşan lokal kayıklıklar ve parseller üzerinde binmeler gösterilmiştir.



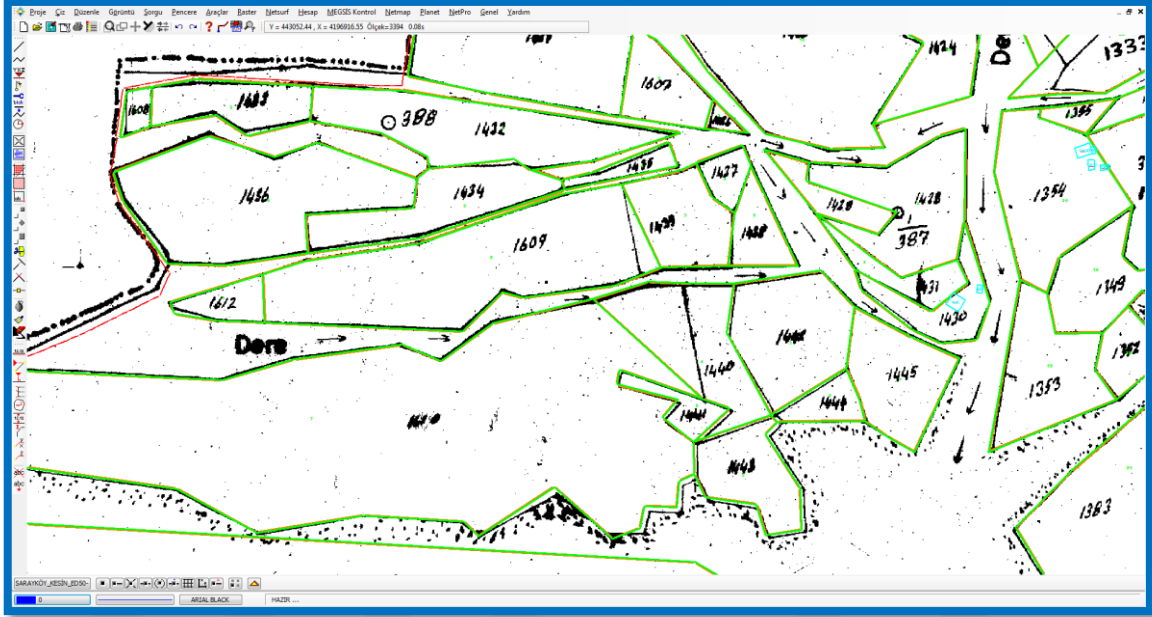
Şekil 3.9. Prizmatik yöntemle kadastrusu yapılan bölgede tespit edilen kayıklık

- prizmatik, takeometrik ve elektronik uzaklıkölçerle yapılan yersel ölçülerde hatalı sınır okunması sonucu oluşan ölçü ve sınırlandırma hataları Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Prizmatik ve takeometrik yöntemlerle yapılan ölçü ve sınırlandırma hatası

- Şekil 3.11’de prizmatik ya da takeometrik yöntemle yapılan yersel ölçülerin paftaya tersimatı yapılırken yapılan açı mesafe hataları sonucu ortaya çıkan tersimat hataları gösterilmiştir.



Şekil 3.11. Takeometrik yöntemle kadastrosu yapılan bölgede tespit edilen tesimat hataları

-prizmatik ya da takeometrik yöntemle yapılan yersel ölçülerin paftasından ya da ölçü değerlerinden alan hesaplanırken yapılan alan hataları Şekil 3.12’de gösterilmiştir.

Sayfa No. :

Parsel No.	Çarpınlar veya Planimetre Kıratları		Çarpın veya farklar ortalaması	Katsayı	İlk yüzölçümleri			Düzeltilme Miktarları + m²	Kesin yüzölçümleri			Düşünceler
	Çarpın veya kıratlar	Çarpın veya farklar			ha.	m²	dm²		ha.	m²	dm²	
1	515											
	3321	2856										
	6227	2856	2856	280	71	4000	-	00	71	4000	00	
	8083	2856										
1	2640											
	3684	1024										
	4688	1025	1025	100	10	2500	✓	+112	10	2612	00	
	5315	1026										
2	3613											
	4238	1626										
	4865	1627	1626	100	16	2600	✓	+178	16	2778	00	
	5491	1626										
3	645											
	1419	770										
	2180	771	771	100	7	7100	✓	+84	07	7184	00	
	2962	772										
4	547											
	2047	1498										
	3545	1499	1499	100	14	3300	✓	+164	15	0064	00	
	5044	1498										
5	1363											
	1927	564										
	2490	563	564	100	5	6400	✓	+62	05	6462	00	
	3053	565										
6	294	(153+201)										
	2											
	5											
	5											
7	1348											
	1714	366										
	2080	365	366	100	3	6600	✓	+40	03	6640	00	
	2446	365										

Ambar Blok No : 24 - K : 28

Şekil 3.12. 2 numaralı parselde yapılan çarpınlar kıratleri kısmında yapılan yazım hatası

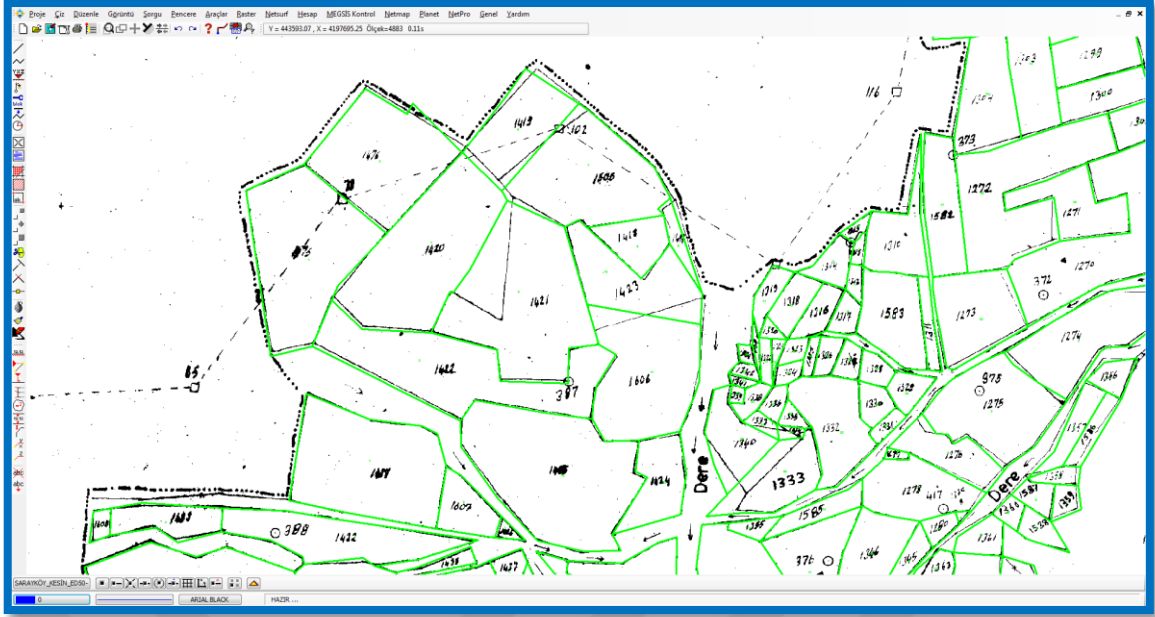
- klasik takeometrik yöntem kullanılarak yapılan yersel ölçülerde okuma hataları ya da Şekil 3.13'de 886 numaralı noktada takeometri karnesine yazma hataları gösterilmiş olup Şekil 3.14'de yapılan hatanın paftadaki görünüşü gösterilmiştir.

Sayfa No. : 655

Durulan Nokta No. ve Alet yüksekliği		Bakılan Nokta No.	Mira okumaları	Mira okumalarının farkları	Eğik uzunluk m cm	Çıkarılacak miktar m cm	Düzye Açı	Yatay açı okumaları		Yatay uzunluk	Düğünceler
								I	II		
II KONYA		TAKEOMETRİK ÖLÇÜ ÇİZELGESİ									
İlçe MEHKEZ											
Mahalle Samsunlu											
Büyük 11											
		881	$\frac{160}{189}$ 179	29.1	29 -	-	92.78	169.92		39.00	
		882	$\frac{160}{160}$ 160	4.0	80 -	-	60.41	169.66		80.00	
		883	$\frac{160}{192}$ 192	4.6	92 -	-	79.43	26.10		92.00	
		884	$\frac{160}{181}$ 181	8.1	171.0	-	98.65	71.70		171.00	
		885	$\frac{160}{183}$ 183	8.7	174 -	-	98.01	90.25		174.00	
		886	$\frac{160}{184}$ 184	8.4	168 -	-	92.60	95.60		108.00	
		887	$\frac{160}{195}$ 195	12.5	250 -	-	97.51	65.01		250.00	
		888	$\frac{160}{197}$ 197	14.2	284 -	-	97.85	70.60		284.00	
		889	$\frac{160}{151}$ 151	15.1	303 -	-	94.81	58.10			75.00 ?
		890	$\frac{160}{110}$ 110	17.1	350 -	-	94.76	54.73		350.00	
		891	$\frac{160}{110}$ 110	22.0	440 -	-	95.81	92.60		440.00	

Ambar Stok No : 19

Şekil 3.13. 886 numaralı noktanın mira farkları hesaplanırken yapılan hesap hatası



Şekil 3.14. 886 numaralı noktanın hatalı hesaplanması sonucu 1420 ile 1421 numaralı parsellerin ortak sınırında yapılan hatalı sınırlandırma.

- fotogrametrik yöntemle yapılan kadastro çalışmalarında uçuşta gözükmeyen sınırlarda yapılan sınırlandırma hataları, hava fotoğrafında görülen sınır ile vatandaşın tasarrufunda kullandığı parsel sınırlarındaki farklılığın tespit edilememesinden kaynaklı sınırlandırma hatası ve hatta kayıklıklar, hava fotoğrafının hatalı üretilmiş olması ve hava fotoğrafı ile sınırlandırılması hatalı olacak kadar küçük parsellerin hava fotoğrafı sonucu oluşan paftalarla sınırlandırılmış olması.

4. FOTOGRAMETRİ

Fotogrametri, kelime kökeni olarak Yunanca'dan dilimize geçmiş olup, ışık anlamına gelen Photos, bir şeyin çizilmesi anlamına gelen Gramma ve ölçme anlamına gelen metron kelimelerinden oluşmaktadır (Yaşayan ve ark., 2011).

Fotogrametriyi en basit tanımıyla tanımlamak gerekirse fotoğraflardan ölçü alabilmek olarak tanımlarız. Fotoğraf deyimi, genellikle fotogrametrik teknikler kullanılarak film üzerine yapılan kaydı ifade ederken görüntü ise bir algılama sistemi kullanılarak kayıt işleminin sensörler yardımıyla sayısal olarak yapıldığını, ya da analog fotoğrafın hassas tarayıcılar ile taranarak sayısal ortama aktarılmış halini ifade eder.

Fotogrametrinin optik temelleri Alhazen'in (İbn-i Heysem) karanlık odada küçük bir delikten geçen ışığın ters görüntü oluşturduğunun ve buna ek olarak, keskin görüntünün deliğin küçülmesiyle ilişkili olduğuna dayanmaktadır.

Fotoğrafın keşfi ile önce yersel ölçülere entegre edilmeye çalışılan fotogrametrik yöntemler daha sonraları kuşlara, uçurtmalara (Şekil 4.2), balonlara (Şekil 4.1) ve küçük çaplı roketlere entegre edilerek hava fotogrametrisi olarak dönüşmüştür.



Şekil 4.1. Nadar tarafından bir balondan 1858 yılında çekilen ilk hava fotoğrafı

Yakın geçmişte ise zeplinlere, sabit kanatlı uçaklara, uçurtmalara, model helikoptere ve uydulara entegre edilmiş özelleşmiş fotoğraf makineleri ile analog çekilen fotoğrafların ya da sayısal olarak kaydedilen görüntüler matematiksel formüller kullanılarak modellenmesi ve projelendirmesiyle fotogrametri mühendislik projelerinde daha işlevsel bir yöntem olmuştur.



Şekil 4.2. 1906 yılında deprem sonrası uçurtmalara takılan fotoğraf makinesiyle çekilen görüntü

20.yüzyıla gelindiğinde insan gözünün iki boyutlu olan fotoğrafı üç boyut görmesi için uzay modelini formülize etmesi ve bunun sonucu olarak Carl Pulfrich'in 1901'de icat ettiği stereokomparatör, aynı tarihlerde Henry Fourcade bu aleti üzerine çalışması üç boyuta geçişteki önemli gelişmelerdendir. 1908'de E.V. Orel'in mekanik değerlendirme aleti olan stereo-autograf'ı geliştirmesi, eşyükselti eğrili harita yapımının otomatikleştirilmesi anlamındaki ilk adım olarak kabul edilir (Yaşayan ve ark., 2011).

4.1. Sayısal Fotogrametri

Fotoğraflardan objelerin bir koordinat sistemindeki koordinatlarını bulunabilmesi için en az üç adet noktanın fotoğraflardaki yerinin ve ilgili sistemdeki koordinatlarının bilinmesi gerekir. Klasik fotogrametride stereo çalışılıyorsa mümkün olduğunca model köşelerine gelecek şekilde, tek fotoğraf ile çalışılıyorsa fotoğraf köşelerinde en az üç noktaya ihtiyaç vardır. Nokta koordinatları arazide ölçülerle belirlenip ve işaretleniyorsa Yer Kontrol Noktası (YKN) olarak, noktaların ölçüm ve dengelemesi ile koordinatlar bulunuyorsa Fotogrametrik Nirengi (FN) olarak adlandırılır. Fotoğraf, kamera ve arazi/obje arasındaki bağlantıyı kurabilmek için iki sistemde de ortak noktaların olması gerekir. Tüm noktaları arazi/obje üzerinde ölçmek işaretlemek yerine, çoğunu fotoğraflardan oluşturmak FN üretmek işlemidir ve tüm veriler dengelendiği için sonuçlar çok güçlü olmaktadır. Fotogrametrik Nirengi yöntemleri Kolon, Bağımsız Modeller ve Işın Desteleri ile dengeleme yöntemleri olup Işın Desteleri ile Dengeleme Yöntemi veri işleme ve analiz yazılımlarında daha çok tercih edilen bir yöntemdir.

Arazi üzerinden çekilmiş bir fotoğraftan sonuç ürün elde etmek için fotoğrafın tanımlanmış bir koordinat sistemi üzerine indirgenmesi gerekmektedir. Fotoğraf makinesi içindeki piksel yapısı bir koordinat sistemi, uçağın uçuş anında çekilen fotoğraflar ayrı bir koordinat sistemi oluştururken fotoğrafı çekilen arazinin ulusal ya da uluslararası tanımlı bir koordinat sisteminde oluşu fotoğraflardan elde edilmek istenen sonuç ürün için bu koordinat sistemleri arasında bir dönüşümü gerekli kılmaktadır. Bu dönüşüm işlemi fotogrametride iç yöneltme ve dış yöneltme olarak iki ana dönüşüme ayrılmıştır.

4.1.1. İç yöneltme

Kılıç (2012) iç yöneltmeyi şöyle açıklamıştır; kamerada bulunan film ya da görüntünün çekim anına geri döndürülmesi için görüntülerin piksel koordinat sistemi ile fotoğraf koordinat sistemi arasındaki ilişki kurulur. Bu ilişki klasik fotogrametride film kameraları ile çekilmiş fotoğraflar ve sonradan taranmış görüntülerde 8 civarı çerçeve işareti ölçülmesiyle kurulur ve afin dönüşümüyle fotoğraf asal noktasının tespit edilerek piksel koordinatlarından fotoğraf koordinat sistemi koordinatlarına geçilerek iç yöneltme tamamlanmış olur.

Sayısal hava fotogrametrisinde ise iç yöneltme işlemi projeksiyon merkezi ile fotoğraf arasındaki ışının yeniden oluşturulması işlemi olup sisteme tanımlanan fotoğraf asal noktasının koordinatları (x_p, y_p), odak uzaklığı ve mercek distorsiyon değerleri ile belirlenecek öncül standart sapma ve yapılabilecek en büyük hata sınırı sistem tarafından fotoğrafın çekim anındaki durumunu bilgisayar ortamında yeniden oluşturulmasıdır.

4.1.2. Dış yöneltme

Dış yöneltme Arazi Koordinat Sistemi (AKS) ile Fotoğraf Koordinat Sistemi (FKS) arasındaki dönüşüm olarak tanımlanır. Projeksiyon merkezinin AKS koordinatları ve kamera eksenlerinin konumları (fotoğrafların dönüklükleri) bilinirse, bir arazi noktasının konumu tespit edilebilir (Kılıç, 2012).

Dönüklük açıları Arazi Koordinat Sistemine uygulanmak istenir, öyle ki bu sistem ile Fotoğraf Koordinat Sistemi paralel hale gelsin.

Bir fotoğraf çiftinin iki ışın destesini uzayda konumlandırmak ve yönlendirmek için 12 bilinmeyen vardır ve bu bilinmeyenler karşılıklı ve mutlak yöneltme ile çözümlenir.

$$-X_{O_1}, Y_{O_1}, Z_{O_1}, \varphi_1, \omega_1, \kappa_1 \quad (4.1)$$

$$-X_{O_r}, Y_{O_r}, Z_{O_r}, \varphi_r, \omega_r, \kappa_r \quad (4.2)$$

Karşılıklı yöneltme; fotoğraf çiftlerinin ışın destelerinin konumlarının ve yönlenmelerinin, ışınların ilgili noktalarda çakışacak şekilde düzenlenmesi sürecidir. Keyfi bir koordinat sisteminde stereo model oluşturulmuş olur. 5 parametre, 5 noktada ışınların çakıştırılması ile çözülür. Mutlak yöneltme ile bu sistem Arazi Koordinat Sistemine taşınır ve 7 parametre ile Uzay Benzerlik Dönüşümü kullanarak çözülür.

Bir stereo modelde yer alan bir nokta için 2 fotoğraftan 2 ışın söz konusudur. Yöneltme yapılmadıysa bu ışınlar herhangi bir izdüşüm düzleminde ayrılırlar.

Bu durum iki bileşeni içerir bunlardan birincisi projeksiyon merkezini birleştiren baza paralel yönde olan aynı zamanda derinlik algısını oluşturan x-paralaksı, diğeri ise baza dik yönde olan y-paralaksıdır. Karşılıklı yöneltme sırasında y-paralaksı ortadan kaldırılır.

Karşılıklı Yöneltmenin amacı, bir stereo modeli oluşturan iki fotoğrafın ışın destelerinin birbirilerine göre rölatif konumlandırılması ve duruşlarının ayarlanması ile eşlenik noktalardan gelen ışınların bir düzlemde kesişmesinin sağlanması, y-paralaksının ortadan kaldırılmasıdır. Sonuç ise keyfi bir koordinat sisteminde, arazinin ya da objenin 3B olarak gözlemlenebildiği bir stereo modeldir. 5 tane eşlenik ışın bu şekilde kesiştirilirse, diğerleri de kesişecek olduğundan karşılıklı yöneltme ile beş bilinmeyen tespit edilir ve bu bilinmeyenler Kolinearite eşitliği ve Koplanairete koşulunun kullanıldığı iki klasik yöntem olan Bağımlı Karşılıklı Yöneltme ve Bağımsız Karşılıklı Yöneltme yöntemiyle çözülür.

Sayısal hava fotogrametrisinde ise fotoğraflar üzerinde Kolon, Bağımsız Modeller ve Işın Desteleriyle Dengeleme Yöntemiyle Fotogrametrik Nirengi (FN) üretilir ve üretilen bu noktalar çözülerek dış yöneltme tamamlanmış olur.

Işın Desteleri ile Dengeleme Yönteminde iş akışı, iç yöneltmenin yapılması ile başlayıp görüntülerden nokta ölçümü yapılması sonrasında yer kontrol noktalarının Arazi Koordinat Sistemi (AKS) koordinatları gibi diğer bilgilerin girişi yapılarak dengeleme ve sonuçta dış yöneltme elemanları, FN noktalarının AKS koordinatları hesaplanır. Işın Desteleriyle Dengeleme Yönteminde kamera kalibrasyon bilgileri, İç yöneltme, yer kontrol noktalarının Fotoğraf ve AKS Koordinatları, Fotogrametrik

Nirengilerin Görüntü Koordinat Sistemi Koordinatları yöntemin temelini oluşturur. Yöntemin dayandığı algoritma, Kolinearite eşitlikleri olup tüm veriler dengelendiği için sonuçlar çok güçlü olmaktadır. Ayrıca ölçü yöntemi olarak kinematik Global Positioning System (GPS) kullanılıyorsa blok köşelerinde, çapraz kolonların başında ve sonunda tesis edilecek yer kontrol noktası yeterli olup ± 15 cm doğrulukla projeksiyon merkezlerinin koordinatları hesaplanarak sisteme girilebilir. Kinematik GPS yönteminin uygulanmaması durumunda, ek olarak blok çevresinde ve blok içinde yeni kontrol noktalar oluşturulur.

Kolinearite eşitliği, aynı YKN için pek çok ışın, pek çok görüntü/projeksiyon merkezi için mevcut olup aynı FN için pek çok ışın, pek çok görüntü/projeksiyon merkezi için mevcuttur ve dengelenmesi gerekir böylece FN noktalarının da AKS koordinatları bu eşitlikle hesaplanır.

Kolinearite Eşitliği

$$x - x_0 = -c \frac{a_{11}(X-X_0) + a_{21}(Y-Y_0) + a_{31}(Z-Z_0)}{a_{13}(X-X_0) + a_{23}(Y-Y_0) + a_{33}(Z-Z_0)} \quad (4.3)$$

$$y - y_0 = -c \frac{a_{12}(X-X_0) + a_{22}(Y-Y_0) + a_{32}(Z-Z_0)}{a_{13}(X-X_0) + a_{23}(Y-Y_0) + a_{33}(Z-Z_0)} \quad (4.4)$$

x, y : P noktasının Fotoğraf Koordinat Sistemi(FKS) koordinatları

x_0, y_0 : Asal noktanın FKS koordinatları x_p, y_p

X, Y, Z : P noktası AKS koordinatları

X_0, Y_0, Z_0 : İzdüşüm (Projeksiyon merkezi AKS koordinatları)

c : asal uzaklık

a katsayıları: FKS ile AKS arasındaki dönüklük matrisinin elemanları

Kinematik GPS Destekli Fotogrametrik Nirengi uygulamasında YKN sayısı çok aza indirilerek nokta sayısında yaklaşık % 90-95'lik bir tasarruf sağlanır. GPS verileri FN dengelemesinde ek parametreler olarak kullanılır ve kullanıldığında geometrik olarak daha kararlı bir blok oluşur. Uçuş sırasında fotoğraf çekim noktalarının AKS koordinatları (X_0, Y_0, Z_0) 15 cm civarında doğrulukla belirlenir ve FN dengelemesine katılır. Az sayıda YKN'sı ise kalibrasyon yapmak, GPS hatalarını tespit edip düzeltmek ve jeoit problemlerinin çözümünde kullanılır. Projeksiyon merkezi AKS koordinatları, kinematik GPS yöntemiyle çözülmekte olup yerde kurulan sabit bir GPS ile uçakta bulunan GPS'in kinematik diferansiyel çözümü ile gerçekleştirilmektedir. Aynı anda iki

GPS ölçümü, uydu yörünge ve saat hatalarının giderilmesini sağlamaktadır. Ayrıca yerde ölçü yapan GPS ile uyduların yayınladığı efemeris dosyası otomatik olarak indirilmekte ve diferansiyel yaklaşım ile, sabit GPS ve uçakta bulunan GPS verileri ile efemeris dosyası kullanılarak baz çözümü yapılmaktadır (Kılıç, 2012).

4.2. İHA ile Fotogrametrik Veri Toplama ve Üretim Yöntemleri

Fotoğrafın bulunmasından önceye dayanan fotogrametrik çalışmalar hiç şüphe yok ki fotoğraf makinelerinden sayısal görüntü elde edilmesiyle ivme kazanmıştır. Uçaklara, zeplinlere ve uydulara entegre edilen bu yeni nesil fotoğraf makinelerinin lens yapısında, görüntünün kaydedildiği sensörlerde ve fotoğraf makinelerinin boyutlarında yaşanan gelişmelerle önceleri uçurtmalara, model uçaklara ve helikopterlere entegre edilmeye çalışılmıştır. Bu yöntem günümüzde, sabit kanatlı uçaklar, sabit kanatlı ya da döner kanatlı dronelar olarak insansız hava araçları ile operatör yönlendirmesiyle ya da operatör tarafından belirlenen uçuş planına göre otonom ölçü alabilen bir yöntem haline almıştır. İHA diye anılan hareketli platformların havalanmak için rampa ihtiyacına, buldukları pervane sayısına, yük taşıma kabiliyetine, havada kalma süresine ve menziline göre çeşitli kategorilerle sınıflandırmak mümkündür.

Günümüzde farklı mühendislik projelerinde fotogrametri tekniğinin kullanıldığı görülmektedir. Son zamanlarda büyük gelişim gösteren ve kendinden söz ettiren taşıyıcı platformlardan birisi de kuşkusuz İHA'dır (Karakış, 2011). İHA'ların kullanımı ile hem hava hem de yersel fotogrametrinin sağlamış olduğu avantajları bir araya toplanmıştır. İHA askeri amaçlardan 3B modelleme, haritacılık, gözetleme ve izleme gibi farklı birçok amaç için kullanılmaktadır (Uysal ve ark., 2013).

Bunun yanında İHA'lar yardımı ile istenilen zamanda görüntü elde edilebilir ve bu durum uydu görüntülerinde pek mümkün olamamaktadır. İHA'lar sayesinde zamansal çözünürlükleri yüksek görüntüler elde edilebilmekte ve uydu görüntülerine göre daha ucuz maliyet ile görüntü elde edilebilmektedir (Yılmaz ve ark., 2013).

İHA Fotogrametrisinde kullanılan fotoğraf makineleri, hava fotogrametrisinde kullanılan fotoğraf makineleri gibi özelleşmiş olmayan, amatör veya yarı profesyonel, maliyeti düşük ve herkesin sahip olabileceği fotoğraf makineleri olduğu gibi kullanım alanına göre özelleşmiş, profesyonel fotoğraf makineleri de olmaktadır.

Fotogrametrik olarak aynı temellere dayanmasına karşın hava fotogrametrisinde kullanılan fotoğraf makinelerinde birçok etken tanımlı olup İHA fotogrametrisinde

kullanılan fotoğraf makinelerinde ise bu etkenlerin birçoğuna müdahale edilebileceği gibi yapılacak ölçünün özelliğine göre de kamera tercihi yapılabilir.

İHA'lar, üzerinde insan bulunmadan uçabilen, sabit veya döner kanatlı hava araçlarıdır (Eroğlu, 2013). Bu araçlar uzaktan kontrol edilerek, yarı-otonom, otonom ya da bu kabiliyetlerin hepsine sahiptir (Eisenbeiss, 2009).

Gelişen teknoloji ile birlikte İHA'larda da diğer hava araçlarında bulunan seyrüsefer sistemi kullanılmaya başlanmıştır. Seyrüsefer sistemlerinin amacı, uçuş süresince hiçbir zaman kaybedilmemesi ve uçuşun başından sonuna kadar hava aracının uzaydaki konumunun belirlenmesi, diğer bir ifade ile x, y ve z eksenlerinde sürekli izlenmesi ve hiçbir zaman geri dönüşü olmayan yanlış konum hesaplamalarına maruz bırakılmamasıdır (Esmat, 2007).

İHA'lar, insanlı hava araçlarına göre boyut, maliyet, hayati tehlike, pilotaj kabiliyeti, kullanım kolaylığı bakımından üstün hale gelmiştir. Bu sebeple İHA'lar insanlı hava araçlarının görev yapamayacağı birçok görevde kullanılabilir ve son yıllarda gerek sivil gerekse askeri birçok alanda üzerinde çalışılır hale gelmişlerdir (Eroğlu, 2013).

İHA ile çok farklı fotogrametrik kullanım alanları ortaya çıkmıştır. Örneğin; kültürel mirasların dokümantasyonu; restorasyon, tarihi eser bilgi sistemi gibi birçok mühendislik projesinde temel çalışma niteliğindedir. Tarihi eserlerin doğal dokuya zarar verilmeden dokümantasyonu ve korunması, gelecek nesillere aktarılması için vazgeçilmez unsurlardandır (Yakar ve ark., 2013). Kültürel mirasların dokümantasyonu için farklı teknikler kullanılmaktadır. Dijital fotogrametri ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sonucu binaların 3 boyutlu olarak tekrar oluşturulması güncel araştırma konuları içinde yer almıştır. 3 boyutlu bina modelleme, şehir planlama ve turizm için gittikçe zorunlu hale gelmektedir (Suveg ve Vosselman, 2000).

İHA tehlikeli ya da geçici olarak ulaşılmaz yerlerde çalışabilir. İHA bir durumda hem hızlı bir bakış, hem de ayrıntılı alan belgeleme sağlayabilir. Ancak, önce başarılı bir İHA operasyonu için geniş bir görev planlaması gereklidir (Eisenbeiss, 2009).

İHA görüntüleri yardımı ile dokulu 3D model çıkarma, tehlikeler ya da çevre felaketleri, bina çökmesi, uçak kazaları, arama ve kurtarma operasyonları, yangın ile mücadele, bitki zarar, heyelan ve volkan patlaması ve acil müdahale yöntemleri gibi durumlarda olayları koordine etmek amacıyla kullanılabilir (Eisenbeiss, 2009).

Diğer uygulama alanları ise sayısal arazi modeli üretimi ve üç boyutlu şehir modellemesi gibi projeler yanından ortofoto harita ve hâlihazır harita üretimi, kentsel

dönüşüm alanlarının, baraj havzalarının, yapılardaki deformasyonların, tarihi yapıların, arkeolojik çalışma alanlarının, orman yangın alanlarının, büyük sanayi bölge ve tesislerinin, maden sahalarının, bataklık alanları, çöp atık alanları, meraların ölçümü ve modellenmesi, hacim hesaplamalarında, erozyonların izlenmesinde kullanıldığı gibi tarımsal faaliyetlerde rekolte hesabının yapılmasında ve ürün gelişimini izlenmesi, sinema ve eğlence sektöründe de faaliyet alanı bulunmuş hatta vazgeçilmez olmuştur. Ayrıca hiç şüphe yok ki İHA'ların kullanıldığı en belirgin faaliyet alanı da askeri ve güvenlik amaçlı faaliyetler olup bunlar; gözetleme, bilgi toplama ve saldırıdır.

İHA yardımıyla yüksek çözünürlüklü sayısal görüntüler elde edilmektedir. Bu yoğun görüntülerin değerlendirmesi klasik fotogrametrik yaklaşımlı yazılımlar kullanılarak gerçekleştirilmesi oldukça zor ve zaman alıcı bir süreçtir. Bu amaçla, yoğun veri kümelerinin işleme çalışmalarının gerçekleştirilmesi için bilgisayarlı görme (computervision) teknikleri İHA görüntülerinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bilgisayarlı görme yaklaşımı ile İHA görüntülerinin değerlendirilmesinin temeli dijital fotogrametridir. Ancak, bu yöntemlerin fotogrametrik temelinin aynı olmasına rağmen bilgisayar destekli görüntü işleme tekniklerinde farklı algoritmalar kullanılması, verilerin değerlendirilmesinde yeni bir bakış açısı ortaya çıkarmıştır. Bilgisayarlı görme teknolojilerinin avantajları sağladıkları yüksek hız ve doğruluk ile birlikte emek gücünü oldukça azaltmasıdır. Görüntü işleme yöntemleri yardımıyla, ortak alanların belirlenip stereo modelin oluşturulması için gereken ve operatörün görsel aktivitelerine dayanan elle yapılan işlemler yarı otomatik veya otomatik hale getirilmektedir (Yaşayan ve ark., 2011).

İHA fotogrametrisi (Structurefrom Motion-SfM, Görüntüden Yapısal Model Oluşturma) ve geleneksel fotogrametri matematiksel ve istatistiksel modelleri arasındaki farklılıklar mevcuttur. İHA fotogrametrisi 3B nesne geri çatımını oluşturmayı ve bu sebepten de doğruluktan ziyade verimlilik ve var olan tüm veriyi kullanarak lokalçözüm ve lokal optimizasyon ile geleneksel fotogrametrinin ışın demeti dengelemesi gibi modellerinden yararlanmaktadır. Oysa geleneksel fotogrametri, global tutarlılık, model geçerliliği, ölçülerin doğruluğu, uyumluluğu ve temel olarak bütüncül/global matematiksel modelle çözüm aramaktadır. Bu önemli farklılık, İHA fotogrametrisinin havadan ölçme, 3B sayısal yüzey modeli oluşturma ve ortofoto yaratma aracı olarak kullanılmasında, uygulama alan ve disiplinlerini sınırlandırmaktadır. İHA fotogrametrisinin geleneksel fotogrametri yerine geçmesi iki alanda gelişme ile olabilecektir. Bunlardan ilki, İHA fotogrametrisinde kullanılan matematik/istatistik

model ve bunların uygulama noktasının geleneksel fotogrametri ile uyumlandırılmasıdır. Diğeri ise, geleneksel fotogrametrinin global çözüm oluşturmasında temel oluşturan sensör kamera merceği niteliği ve mercek distorsiyonu hakkında sahip olunan bilgi sayesinde fiziksel koşulların bütüncül-global matematik model tasarlamaya sağladığı olanakların, İHA sensörleri için de geçerlilik kazanmasıdır (Crydermanve ark., 2015,).



5. UYGULAMA

5.1 Çalışma Alanı ve Kullanılan Araç Gereç

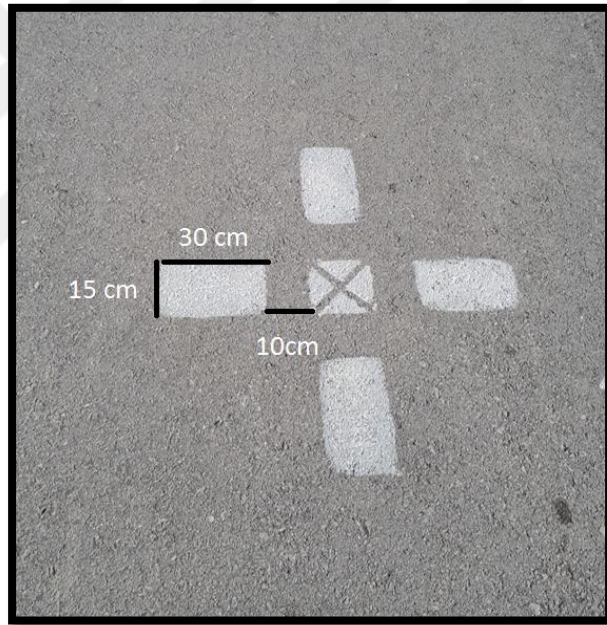
Çalışma alanı olarak 3402 sayılı Kadastro Kanununun 22/a maddesi kapsamında uygulamaya alınmış Konya İli Selçuklu İlçesi Sarayköy Mahallesi içinde bulunan yerleşim alanıdır. Sarayköy Mahallesi 2300 adet kadastro parseli ve 2.555 hektar yüzölçüme sahip Konya merkeze 15 kilometre mesafede 6360 sayılı Büyükşehir yasasından önce köy statüsünde olan bir mahalledir. Sarayköy Mahallesinin kadastro 1976 yılında meskun alanda bulunan parsellerin ölçüsü prizmatik yöntemle, gayrimeskun alanda bulunan parseller ise takeometrik yöntemle ölçülerek sınırlandırılmıştır. 22-a uygulaması kapsamında ihale usulü hizmet alımı ile yapılan yersel ölçülerle parsellerde tespit edilen kadastral hataların giderilmesi amaçlanmıştır.

Tez çalışması kapsamında 22-a uygulamasında yersel ölçü yapmak için tesis edilen, GNSS-RTK yöntemi ile iki farklı oturum sonucu ortaya çıkan koordinat farkları BÖHHBÜY'e göre hata sınırı içerisinde kalan poligonların koordinatları (Şekil 5.6) gösterilen GNSS alıcısı ile ölçülerek kesinleştirilmiştir. Kesin koordinatlı bu poligonlardan uygun dağılımlı 9 adet Yer Kontrol Noktası (YKN) seçilerek zemine işaretlenmiştir (Şekil 5.1).



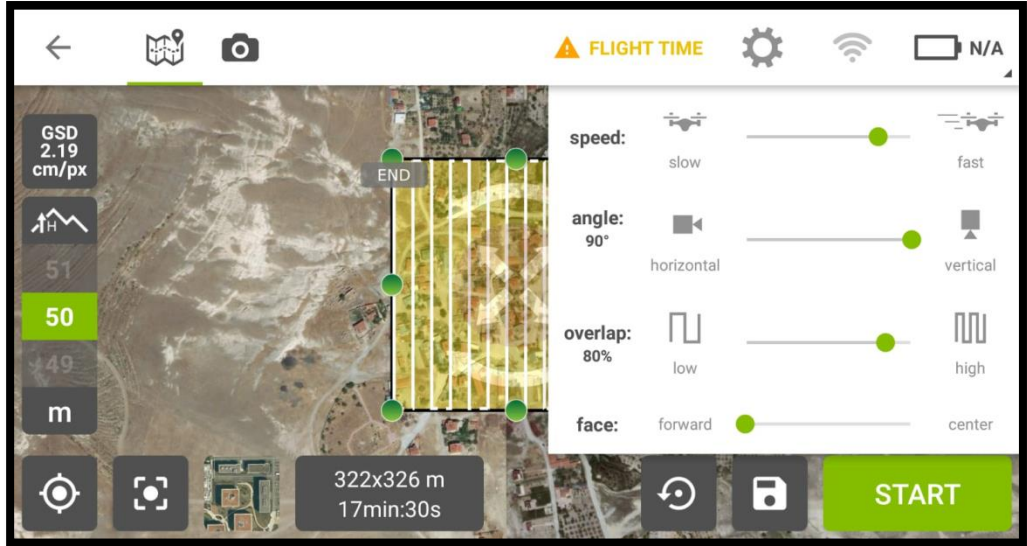
Şekil 5.1. Yer Kontrol Noktasının zemin işareti

İHA olarak, uygulamamızda kullandığımız DJI Phantom 3 İHA0 grubu bir İHA olup otonom uçuş için en fazla yerden 120 metre yükseklikte uçuş yapabilmektedir. Kullandığımız İHA'nın bu özelliği ve fotogrametrik olarak bir objenin görüntü üzerinde tanımlanabilmesi için en az üç pikselin gerekmesi oluşu YKN'lerin zemine işaretlemek için kullandığımız şablonun boyutlarını belirlemiştir. Şablon 1.5x1.5m'lik karton levha olup uzun kenarları 30 cm, kısa kenarları 15 cm ve aradaki boşluklar 10 cm olacak şekilde levhanın içi boşaltılmıştır ve boşaltılan kısım zeminde spreyci boya ile beyaza boyanarak Şekil 5.2.' teki gibi işaretleme yapılmıştır. Böylece 120 metre yükseklikte yapılabilecek uçuşlar için 5 cm olan GSD değeri ile bir objenin görülebilirlik şartı 15 cm olup hazırlanmış olduğumuz şablon bu kural dikkate alınarak tasarlanmıştır.

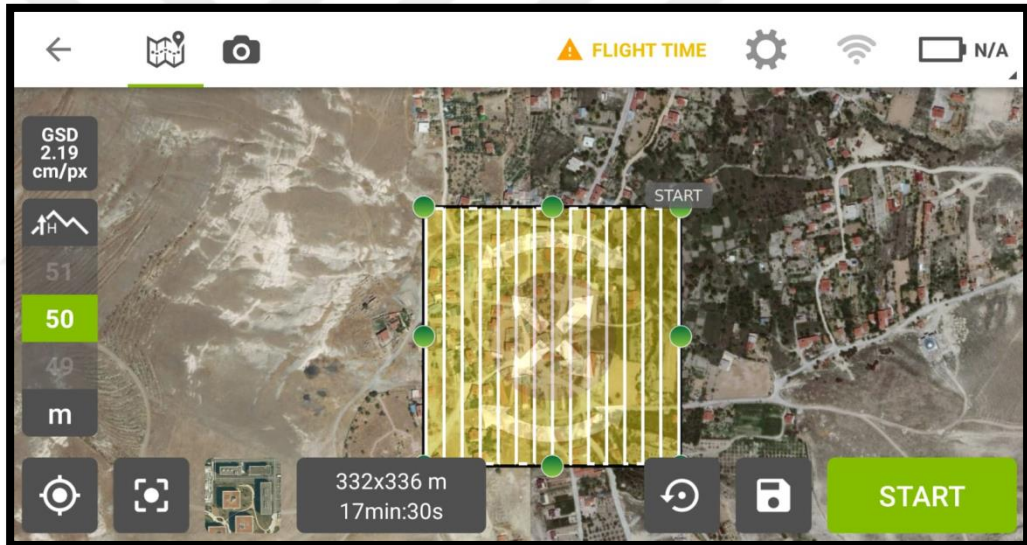


Şekil 5.2. Arazi üzerine işaretleme yapılan şablon

Uçuş planlaması DJI Phantomun android uygulaması Pix4d Capture ile Şekil 5.3.'te gösterilmiş olup uçuş yüksekliği 50 metre, bindirme oranları %80 enine, %80 boyuna olacak şekilde belirlenerek Şekil 5.4.'te gösterildiği gibi sahada birbiri ile binneli iki farklı uçuş gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.3. DJI Phantom 3'ün android uygulaması ile uçuş planı tasarımı



Şekil 5.4. DJI Phantom 3'ün android uygulaması ile uçuş planı

Görüntüler İHA üzerinde bulunan dijital kamera Şekil 5.5.'te gösterilmiş olup dik açılı olarak iki saniyede bir görüntü alacak şekilde ayarlanarak 635 adet görüntü elde edilmiştir. Dijital kameranın iki saniyede bir görüntü alması, görüntü sayısını artırmış ve dolayısı ile bozuk ya da bulanık fotoğrafla karşılaşma ihtimalini azaltmıştır.

Bu çalışma kapsamında tam otomatik uçuş yeteneğine sahip DJI firmasının ürettiği DJI Phantom Professional 3 isimli insansız hava aracı kullanılmıştır. Zeminde hazırlanan uçuş planlarına göre uçuş otomatik olarak gerçekleştirilmiş ve belirlenen kriterlere göre çalışma alanına ait fotoğraflar çekilmiştir. Fotoğraf çekim işlemi ise DJI

Phantom üzerine sabitlenmiş 12 MP çözünürlüklü FC 300 X isimli dijital kamera ile gerçekleştirilmiştir. İnsansız hava aracına ve fotoğraf makinesine ait teknik bilgiler aşağıda gösterilmiştir.

Kamera FC 300x

- ✓ Çözünürlük: 12.1 MP
- ✓ 4000x3000 Fotoğraf boyutu
- ✓ Odak uzaklığı: 3.61mm
- ✓ Deklanşör hızı: 1/2000 saniye



Şekil 5.5. DJI Phantom 3 Pro üzerine entegre kamera ve özellikleri

GNSS Alıcısı

- ✓ Frekans aldığı uydu sayısı: 24 GPS +11 GlonassUyduları
- ✓ Kapsama alanı: 6.4 km
- ✓ Entegre bluetooth iletişimi
- ✓ Çift frekanslı



Şekil 5.6. GNSS uydu alıcısı ve özellikleri

Görüntüler Agisoft firmasına ait PhotoScanPro adlı yazılımla değerlendirilmiştir. Tesis edilen 9 adet yer kontrol noktasından 7 adedi dengeleme işlemlerinde, geri kalan noktalar ise dengelemenin kontrolünü sağlamak için kullanılmıştır. Uygulama yapılan bölgede alınan 635 görüntü ile oluşturulan model 20 hektarlık alanı kapsamakta olup GSD değeri 2.28 cm/pix olarak ortaya çıkmıştır. Program üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda nokta bulutu, Sayısal Arazi Model (SAM) ve Ortofoto oluşturulmuştur. Nokta bulutu, ortofoto ve SAM ile elde edilen

verilerin sayısal kadastro haritası üretimi için yeterli doğrulukta olup olmadığı analiz edilmiştir.

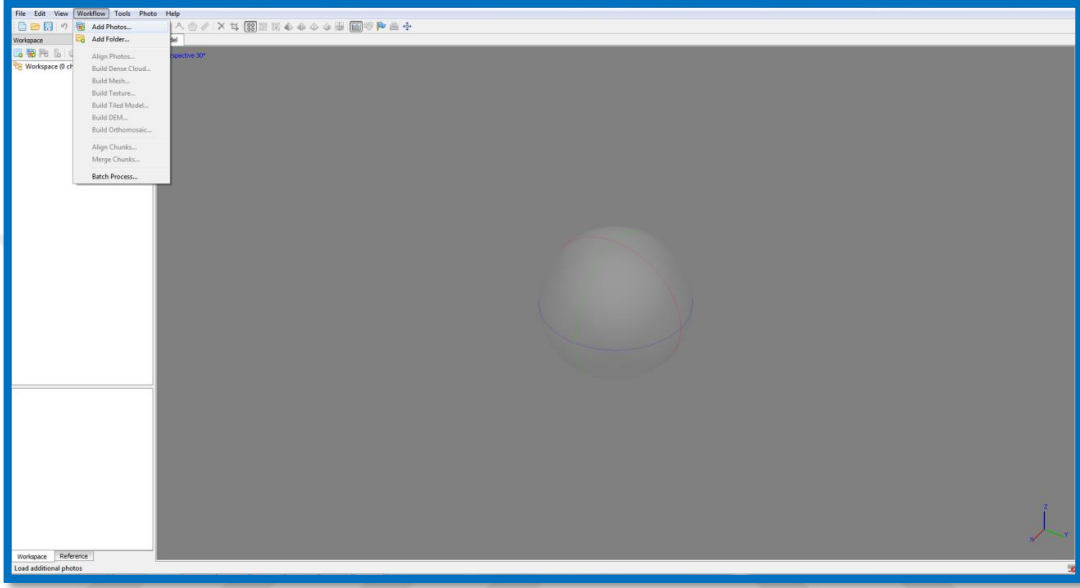
5.2. Yazılım

AgisoftPhotoScan Pro, görüntü işleme algoritmalarında, dijital fotogrametrik teknikler ile uygulamalı araçların geliştirilmesine yönelik yönlendirme konusunda uzmanlık kazanmış, üst düzey teknolojilerin, kullanıcıların 3D yeniden yapılandırma, görselleştirme, ölçme ve haritalama görevlerini başarılı bir şekilde çözmesi için bir araca sahip olmalarını sağlamak, zamana değer veren, teknik verimi hedefleyen ve dijital teknolojileri sınırsız fırsat dünyasına ulaştırmaya hazır olanlar için özel olarak tasarlanmıştır. Know-how algoritmaları, paralel hesaplama, GPU hızlandırma, akıllı görüntü işleme sistemi için doğru, hızlı ve kararlı bir temel oluşturur. Yazılım kullanıcılarına fotogrametrik üçgenleme, yoğun nokta bulutu üretme ve sınıflandırma, 3D model üretimi, küresel panoramik birleştirme, balıkgözü kamera desteği, doku giydirme, küresel ve silindirik kamera desteği, DEM: coğrafi referanslı DSM / DTM ürün, georeferanslı ortomografik ürün, ortomozaik oluşturma ve düzenleme, işaretleyiciler ve ölçek çubukları desteği, yer kontrol noktaları desteği, kodlanmış ve kodlanmamış hedefleri otomatik algılama, multispektral görüntü işleme, NDVI ve diğer bitki örtüsü değerleri hesaplama, katmanlı olarak model üretimi, dinamik sahneler için 4D modelleme, python komut dosyası, ağ işleme, işletim sistemi olarak Windows, Mac OS X, Debian ve Ubuntu desteği gibi özelliklerinin yanında ayrıca değişebilen lisanslarla yapılacak işin özelliğine göre farklı paket seçenekleri sunar.

AgisoftPhotoScan Pro yukarıdaki özellikleri dikkate alındığında yüksek çözünürlükte ortofoto ve sayısal yükseklik modeli oluşturma bu veriye doku giydirme olanağı sağlar. Tam otomatik iş akışı profesyonel fotogrametrik veri üretmek için bir masaüstü bilgisayar ile yersel ya da hava fotogrametrisi yöntemiyle alınan çokça görüntü işlemeyi sağlar. Masaüstü bilgisayarlara entegre edilebilen İş istasyonu adı verilen sistemlerle bu süreç daha hızlı gerçekleşmektedir. Koordinatlandırma görevini yerine getirmek için; programın kamera ile ilişkilendirilmiş GPS koordinatlarına, daha yüksek doğrulukta elde etmek için YKN koordinatları ile ilişkilendirmeye ihtiyacı vardır. Kamera kalibrasyon verileri program tarafından hesaplanır veya daha önceden hesaplanmış kalibrasyon verileri sisteme yüklenebilir. AgisoftPhotoScan Pro JPEG, TIFF, PNG gibi bir dizi giriş formatlarını destekler ve çıkış biçimleri (GeoTiff, xyz,

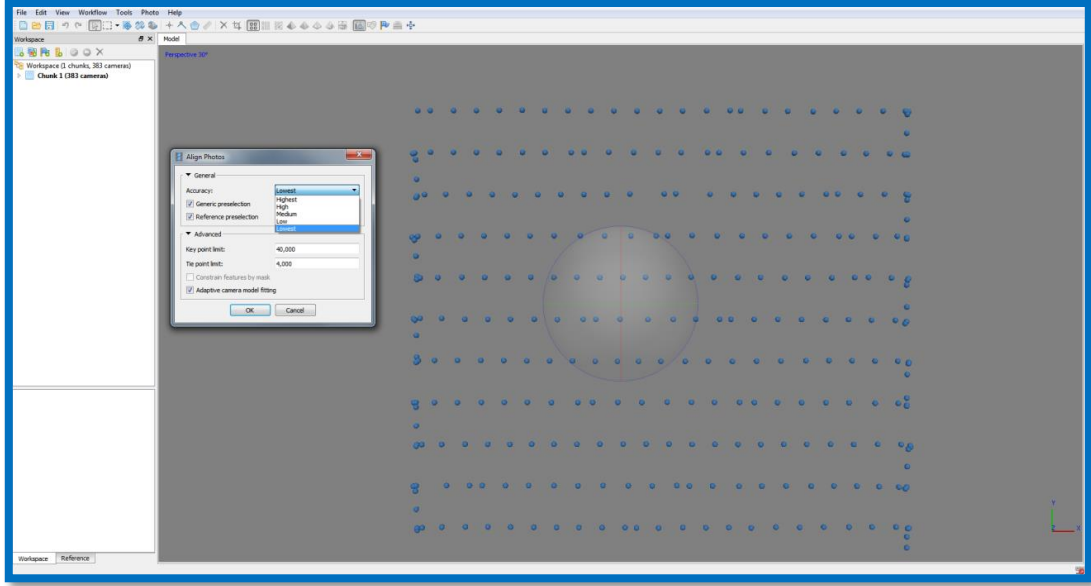
Google KML, Wavefront OBJ, VRML, COLLADA, PDF) formatlarında geniş bir yelpazede ürün üretebilir.

AgisoftPhotoScan Pro yazılımında proje oluşturmak için aşağıdaki işlemler yapılır. AgisoftPhotoScan programını çalıştırdıktan sonra Workflow sekmesi altında AddPhotos yazan sekmeye tıklanır ve dosya konumu gösterilerek kullanacağımız resimler seçilir (Şekil 5.7).



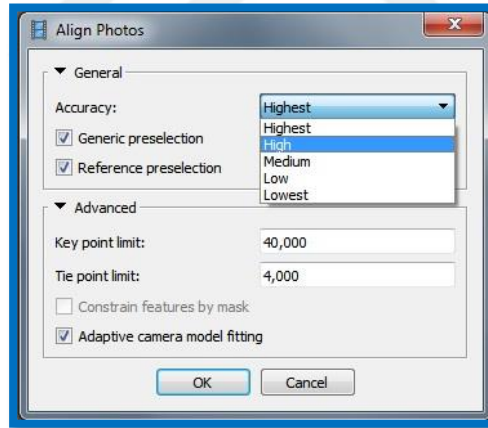
Şekil 5.7. Agisoft resim ekleme menüsü

Workflow menüsü altında alignphotos seçilir. Yüklenen resimler sıralanır ve ilknokta bulutu dosyası oluşur (Şekil 5.8).

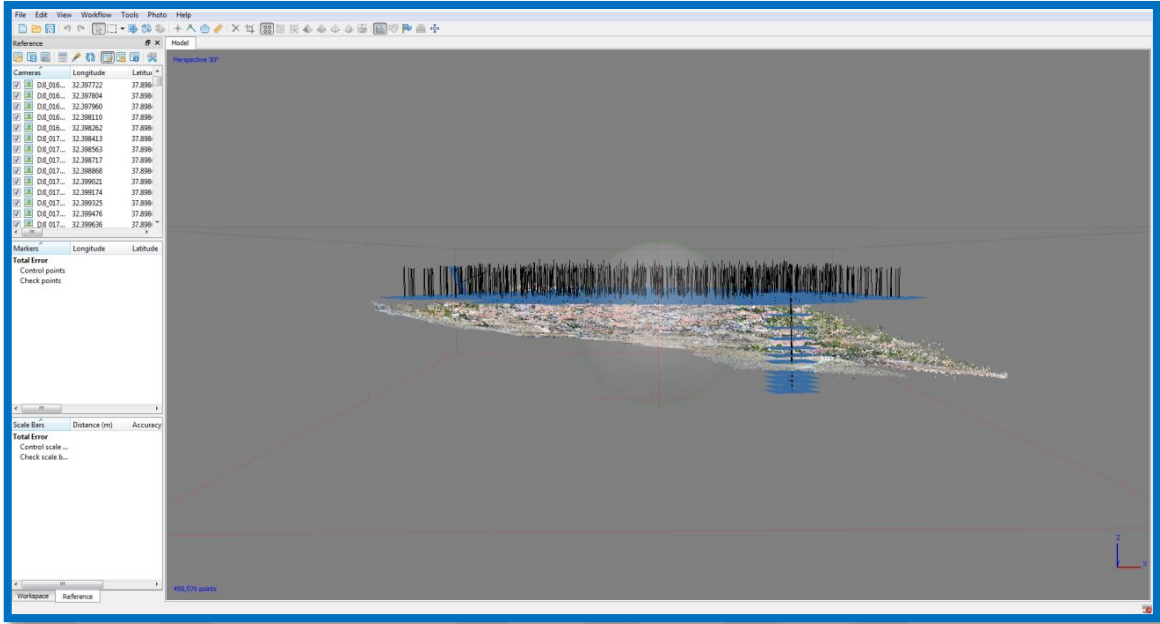


Şekil 5.8. Agisoft resim sıralama

Açılan pencerede proje özelliklerine uygun seçimler yapılır. Nokta bulutunun ne sıklıkla oluşturulacağı varsa resim çekim koordinatlarına göre mi yoksa sıralı veya karışık olarak mı resimlerle çalışılacağı seçilir (Şekil 5.9).



Şekil 5.9. Agisoft görüntü sıralama dengeleme ayarları



Şekil 5.10. Görüntülerin sıralanmış görüntüsü

Bu işlemden sonra YKN noktaları yüklenerek işaretlemeler yapılır. İşaretleme yapılırken seçilen YKN noktası filtrelenerek yaklaşık olarak hangi görüntülerde aranacağı yazılım tarafından seçilir ve bu işlem her işaretleme sonunda yenilenerek daha kararlı sonuçlar elde edilir. YKN noktalarının işaretleme işlemi görüntü üzerinde kabaca yaklaşık yerine getirilen YKN noktasının zemin işaretinin orta noktasına getirilmesi ile gerçekleşir. Şekil 5.1.'de YKN noktalarının işaretleme öncesi ve sonrası durumları gösterilmiştir.



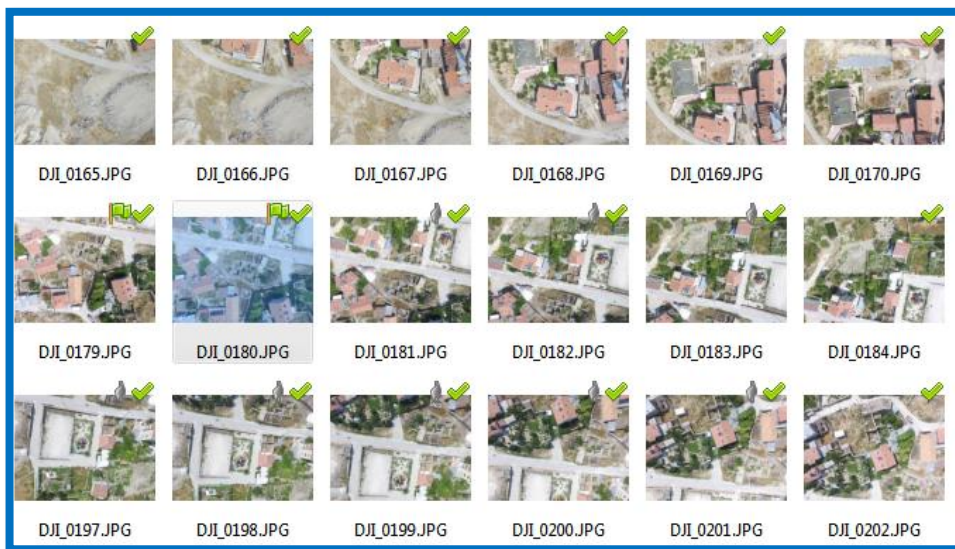
Şekil 5.11. YKN'larının işaretleme öncesi ve sonrası

Görüntüler üzerinde yeri işaretlenen YKN'ları birkaç fotoğrafta işaretlendikten sonra yazılım tarafından otomatik olarak yaklaşık yerine gelmekte olup Şekil 5.12.'de gösterimi yapılmıştır.



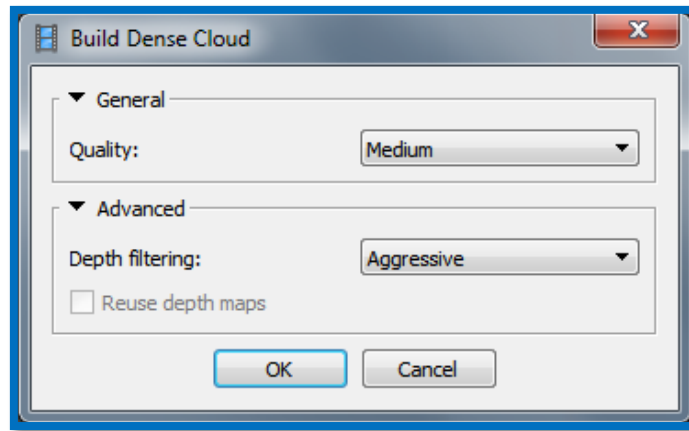
Şekil 5.12. Yazılım tarafından otomatik olarak görüntü üzerinde yaklaşık yerine gelen YKN noktası

Görüntüler üzerinde işaretlenerek düzeltilen görüntüler, düzeltilecek görüntüler ve YKN noktalarının bulunduğu görüntüler yazılım tarafından filtrelenmiş görüntülerin bulunduğu panelde gösterilir (Şekil 5.13).



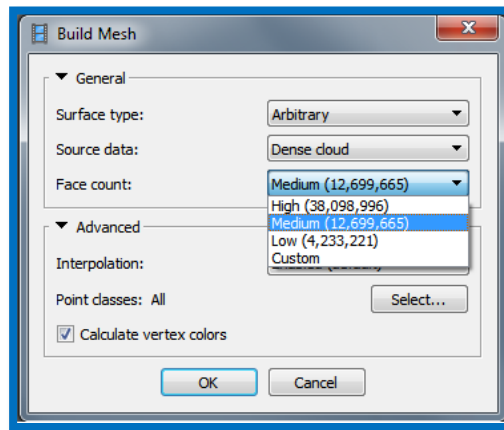
Şekil 5.13. Filtrelenmiş görüntülerin işlem adımına göre paneldeki görünümü

Build dense cloud sekmesinde yoğun nokta bulutu oluşturulur. Açılan penceredeçalışılacak projeye uygun nokta bulutu özellikleri seçilir (Şekil 5.14).



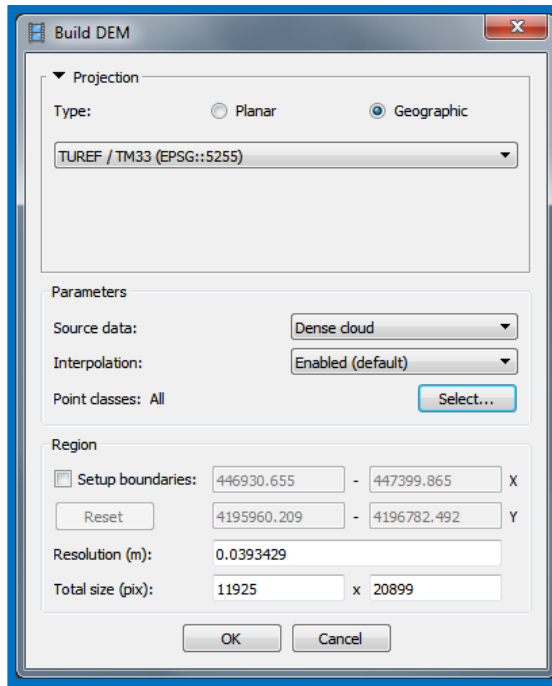
Şekil 5.14. Agisoft yoğun nokta bulutu işlemi menüsü

Nokta bulutu da üretildikten sonra elde edilen noktalar arasında üçgen modeloluşturularak alanın katı modeli elde edilir bu resim giydirme işlemin kullanacağımız üçgenlerdir (Şekil 5.15).



Şekil 5.15. Agisoft mesh oluşturma menüsü

Elde edilen katı modele resim giydirme işlemi yapılır. Üçgen model ne sıklıkla elde edilmişse resim giydirme işlemi de o kadar hassas ve doğru yapılır. Sayısal yükseklik modeli (Digital Elevation Model (DEM)) oluşturma (Şekil 5.16).



Şekil 5.16. Agisoft DEM oluşturma menüsü

Arazi modeline uygun ortofoto elde edilir. Veri Çıkarma İşleminde oluşturduğumuz ortofoto, DEM ve nokta bulutunu farklı bir programda çalıştırmak üzere dışarı çıkarır.

Veriler menü listesinden export seçeneği altından yapılmaktadır. DEM, Othomosaic, Point Cloud, için ayrı ayrı yapılmaktadır. Uygulama sonucunda 2.28 cm yer örnekleme aralığı ile sonuçlar elde edilmiştir.

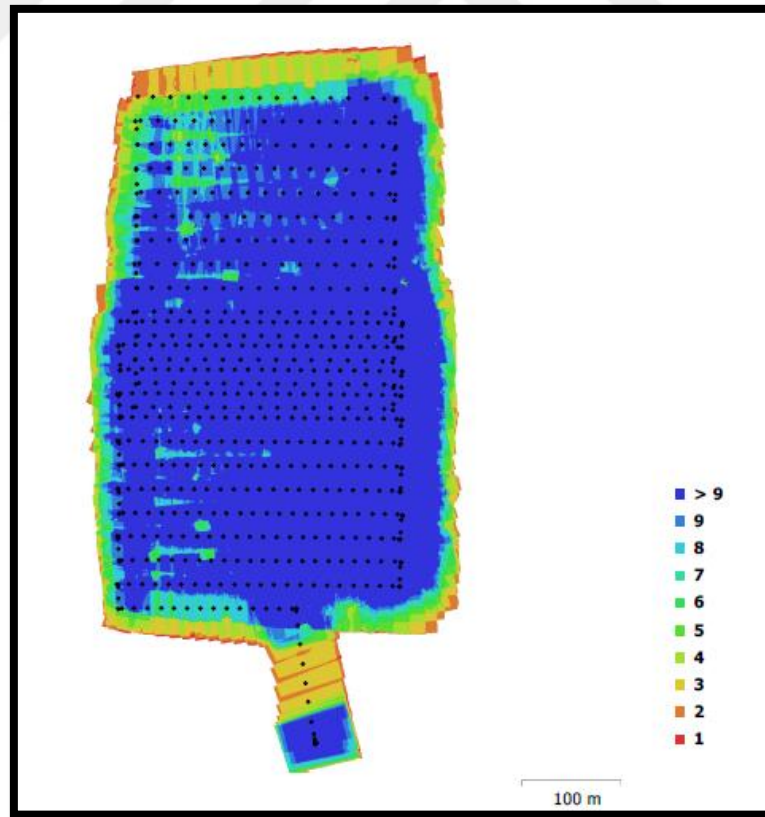
5.3.Uygulama sonucu çıkan veriler

Çalışmamızda İHA ile iki kez uçuş yapılmış ve elde edilen 635 adet görüntüden hava aracının yükselirken ve alçalırken aldığı görüntülerin çıkarılması sonucu 631 adet görüntü kullanılarak, 7 adet YKN'sı ile dönüşüm ve dengeleme yapıp 2 adet YKN'sı ile dengelemenin kontrolü sağlanmıştır. Kamera kalibrasyon bilgilerini de içeren iç yöneltme elemanları Çizelge 5.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. İç yöneltme elemanları

	Value	Error	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	K4	P1	P2	P3	P4
F	2221.11	0.44	1.00	-0.63	0.90	-0.37	0.26	-0.07	-0.09	0.29	-0.37	0.23	0.09	-0.04	0.04
Cx	4492.55	0.02		1.00	-0.58	0.23	-0.21	0.02	0.08	-0.21	0.26	0.08	-0.05	-0.07	0.06
Cy	-15.4525	0.03			1.00	-0.32	0.24	-0.05	-0.09	0.27	-0.34	0.21	0.24	-0.04	0.05
B1	-2.85852	0.0048				1.00	-0.08	0.04	0.02	-0.10	0.13	-0.07	-0.04	0.01	-0.00
B2	-1.19343	0.0045					1.00	-0.01	-0.03	0.08	-0.10	0.05	0.07	-0.02	0.01
K1	-0.00430824	3.4e-05						1.00	-0.96	0.86	-0.78	-0.07	-0.02	0.09	-0.10
K2	-0.0133063	0.00011							1.00	-0.97	0.92	0.07	0.01	-0.12	0.14
K3	0.0346437	0.00014								1.00	-0.99	-0.05	-0.00	0.14	-0.17
K4	-0.0140446	5.9e-05									1.00	0.05	0.00	-0.17	0.21
P1	0.00386066	3.6e-06										1.00	-0.22	-0.85	0.77
P2	0.000393127	1.3e-06											1.00	-0.23	0.20
P3	-0.184187	0.0016												1.00	-0.98
P4	0.0524433	0.0011													1.00

İki uçuş yoğun yerleşimin olduğu bölgede bindirmeli olarak gerçekleştirilmiş olup Şekil 5.17’de görülmektedir.



Şekil 5.17. Görüntülerin dağılımı

Çizelge 5.2.'de fotogrametrik nirengi yöntemi kullanılarak Işın Demetleriyle Dengelemenin yapıldığı çalışmamızda dönüşümde kullanılan YKN'larına ait hata miktarlarını ve standart sapmaları gösterilmiştir.

Çizelge 5.2. Yer kontrol noktalarının hata miktarları

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
P.57347	-0.00397142	0.0718556	-0.14488	0.161769	0.161 (10)
P.57352	-0.156097	-0.054581	0.707315	0.726388	0.201 (14)
P.57368	-0.233033	0.0927916	-0.293059	0.385743	0.273 (30)
P.57371	0.670982	0.0248182	-1.50952	1.65212	0.322 (22)
P.57388	0.00145912	0.259043	0.53052	0.590387	0.303 (16)
P.57394	-0.218019	-0.258008	0.910742	0.971366	0.290 (23)
P.57397	-0.0282595	-0.224607	-0.318247	0.390548	0.178 (5)
Total	0.287163	0.169659	0.765134	0.834671	0.272

YKN'larına dayalı gerçekleşen dönüşüm ve dengelemenin YKN'ları ile hata miktarını gösteren bilgiler Çizelge 5.3.'deki gibidir.

Çizelge 5.3. Kontrol noktalarının hata miktarları

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
P.57351	-1.71238	0.511122	0.967155	2.03197	0.191 (17)
P.57396	-1.79156	6.51151	5.55016	8.74149	0.218 (20)
Total	1.75242	4.61849	3.98369	6.34597	0.206

Uygulama sahası meskun ve meskun olmayan sahadan oluşmakta olup yapılaşmanın daha az olduğu meskun sahadan da elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. İHA ile elde edilen verileri karşılaştıracağımız kadaströ verileri sınır tiplerine göre farklılık arz etmektedir. 22-a uygulaması yapılan parsellerde zeminde var olan sınırlara göre sınırlandırma yapıp yapılmayacağı ilk yapılan kadaströden günümüze kadar bozulmadan gelen sabit sınır niteliğinde olmasına ya da parsel maliklerinin ve bilirkişi beyanına göre belirlenir. Sınır tipi olarak geçerli seçilerek sınırlandırılmış parsellerin ilk kadaströden günümüze gelene kadar sınırlarında değişiklikler olduğu zeminde var olan sınırın uygulama öncesi kadaströ sınırından çok farklı olması ya da zeminde sınır niteliğinde bir detayın kalmadığında eski kadaströ sınırının uygulaması sonucunda taraflarca ihtilafın bulunmadığı sınır tipidir. Sabit sınır ise ilk yapılan kadaströ esnasında sınır olarak okunmuş bina, duvar, vb. sınırlar ile zeminde bozulmadan kalmış

olduğu tespit edilen doğal sınırlar için kullanılan sınır tipidir. Uygulama sahasında çizgi tiplerine göre sınırlandırılmış parsellerin ortofoto harita üzerindeki gösterimi Şekil 5.18’de gösterilmiştir.



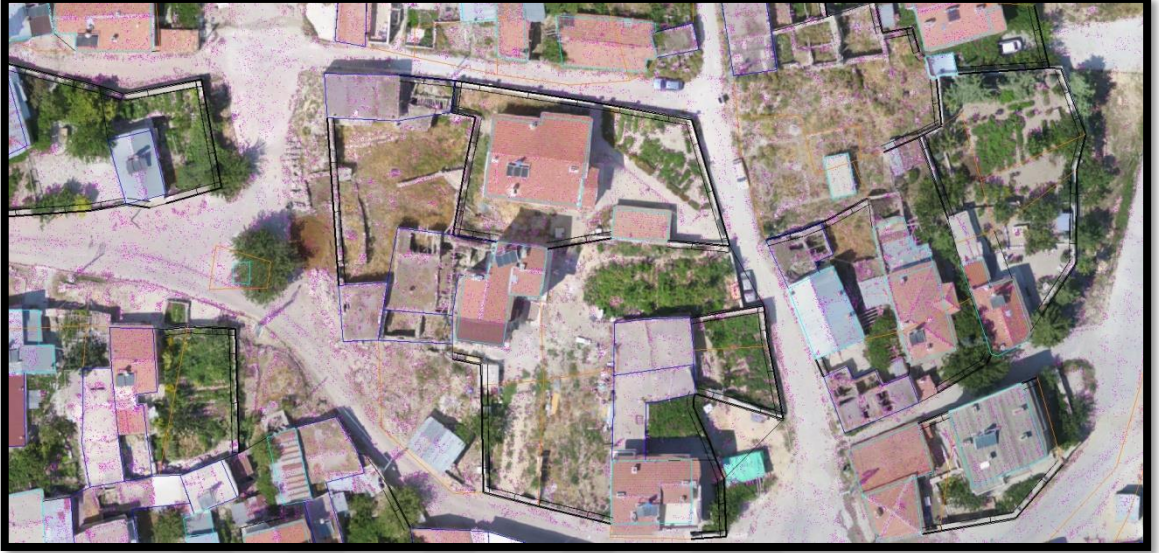
Şekil 5.18. Çizgi tiplerine göre sınırlandırılmış parsellerin ortofoto harita üzerindeki gösterimi

İHA ile edilen görüntülerin fotogrametrik olarak işlenmesi neticesinde elde edilen nokta bulutunun Şekil 5.19’da ortofoto üzerinde gösterimi yapılmıştır.



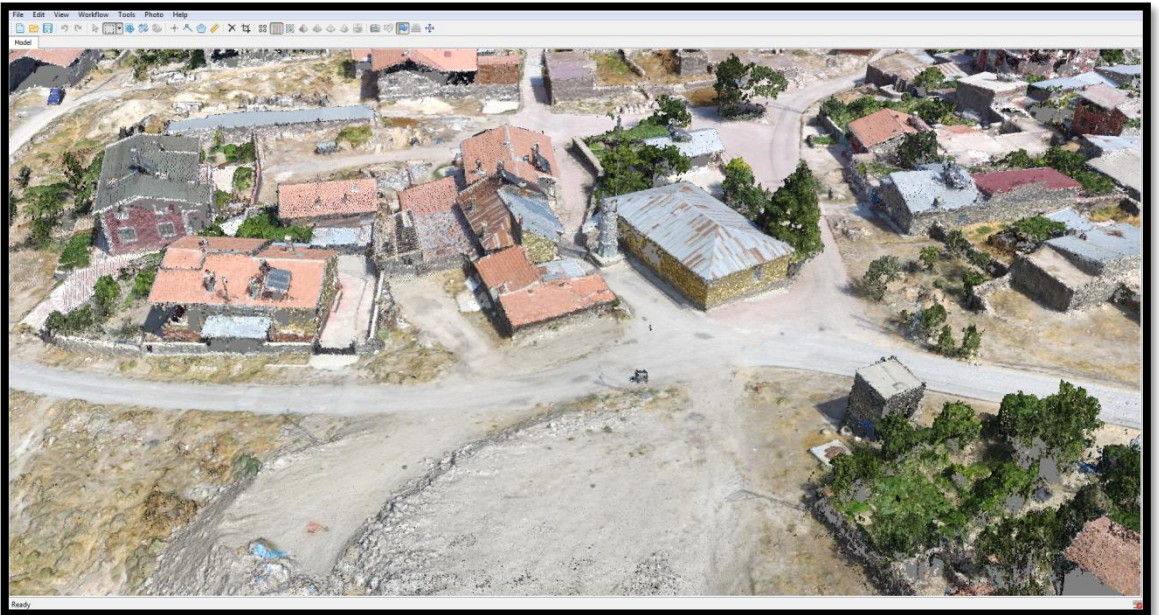
Şekil 5.19. Nokta bulutunun ortofoto üzerinde gösterimi

Nokta bulutu koordinatları korunarak 22-a uygulaması sonucu oluşan parseller ile aynı cad dosyasında açıldığında ortofoto üzerinde Şekil 5.20'deki sonuç ortaya çıkmıştır.



Şekil 5.20. Nokta bulutu ile 22-a uygulaması sonucu oluşan parsellerin ortofoto üzerindeki görünümü

Uygulama sahasında yapılaşmanın olduğu meskun sahada yapılan çalışmada bina köşelerine ait koordinatlar çatı paylarından dolayı ortofoto haritadan değil de stereo model üzerinden alınarak elde edilmiş olup Şekil 5.21'de model üzerindeki görünümü gösterilmiştir.



Şekil 5.21. Bina köşelerinin model üzerinde görünümü

Yapılaşmanın olmadığı bölgelerde ise model üzerinden kontrollü olarak ortofoto harita üzerinden koordinat belirlenmiştir. Model üzerinden yapılan kontrol zeminde var olan sınırın tipine göre sınırlandırma yapmak içindir. Örneğin bağ ya da bahçe tipinde olan parsellerin arasında bulunan duvar parsellerden eğime göre yukarıda olana ait olup bu bilgiye ortofoto üzerinden ulaşamayız (Şekil 5.22).



Şekil 5.22. Model üzerinden elde edilen yükseklik bilgisi

Meskun mahalde ortofoto ve model üzerinden elde edilen fotogrametrik veriler ile yersel ölçü ile elde edilmiş kesin koordinatlı veriler arasındaki farkın nokta bazlı analizi Çizelge 5.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.4. Tescilli koordinatlar ile fotogrametrik yöntemlerle elde edilen verilerin analizi

Nokta				FARK (T-O)						FARK (T-M)			FARK (O-M)					
	Y	X		Y	X	MUTLAK		Y	X	MUTLAK	Y	X	Y	X				
3	447232.76	4196420.90	O	447232.68	4196420.81	0.08	0.09	0.12	M	447232.69	4196420.79	0.07	0.11	0.13	-	0.01	0.02	
4	447231.83	4196415.79	O	447231.57	4196415.40	0.26	0.39	0.47	MODEL ÜZERİNDE BU NOKTA İŞARETLENEMEMİŞTİR.									
5	447230.08	4196409.40	O	447230.04	4196409.43	0.04	0.03	0.05	M	447230.07	4196409.27	0.01	0.13	0.13	-	0.03	0.16	
6	447228.67	4196405.79	O	447228.61	4196406.02	0.06	0.23	0.24	M	447228.64	4196405.85	0.03	-	0.06	0.07	-	0.03	0.17
7	447223.04	4196408.11	O	447223.08	4196408.17	0.04	0.06	0.07	M	447223.14	4196408.29	0.10	-	0.18	0.21	-	0.06	0.12
8	447219.93	4196401.24	O	447219.58	4196400.96	0.35	0.28	0.45	M	447219.77	4196400.74	0.16	0.50	0.52	-	0.19	0.22	
10	447213.05	4196401.92	O	447212.91	4196401.70	0.14	0.22	0.26	M	447213.27	4196401.58	0.22	0.34	0.40	-	0.36	0.12	
12	447210.74	4196406.41	O	447210.94	4196406.57	0.20	0.16	0.26	M	447211.02	4196406.34	0.28	0.07	0.29	-	0.08	0.23	
13	447211.36	4196417.60	O	447211.54	4196417.76	0.18	0.16	0.24	MODEL ÜZERİNDE BU NOKTA İŞARETLENEMEMİŞTİR.									
14	447215.15	4196427.00	O	447215.34	4196426.79	0.19	0.21	0.28	M	447215.29	4196426.78	0.14	0.22	0.26	0.05	0.01		
15	447217.09	4196427.88	O	447217.11	4196427.74	0.02	0.14	0.14	M	447217.01	4196427.93	0.08	-	0.05	0.09	0.10	0.19	
16	447217.76	4196431.62	O	447217.75	4196431.42	0.01	0.20	0.20	M	447218.01	4196431.59	0.25	0.03	0.25	-	0.26	0.17	
17	447228.02	4196428.32	O	447227.89	4196428.39	0.13	0.07	0.15	M	447227.98	4196428.37	0.04	-	0.05	0.06	-	0.09	0.02
18	447227.26	4196422.66	O	447227.09	4196422.21	0.17	0.45	0.48	M	447226.87	4196421.94	0.39	0.72	0.82	0.22	0.27		

T: Tescilli Noktanın Koordinatı

O: Ortofto Üzerinden İşaretlenen Noktanın Koordinatı

M: Model Üzerinden İşaretlenen Noktanın Koordinatı

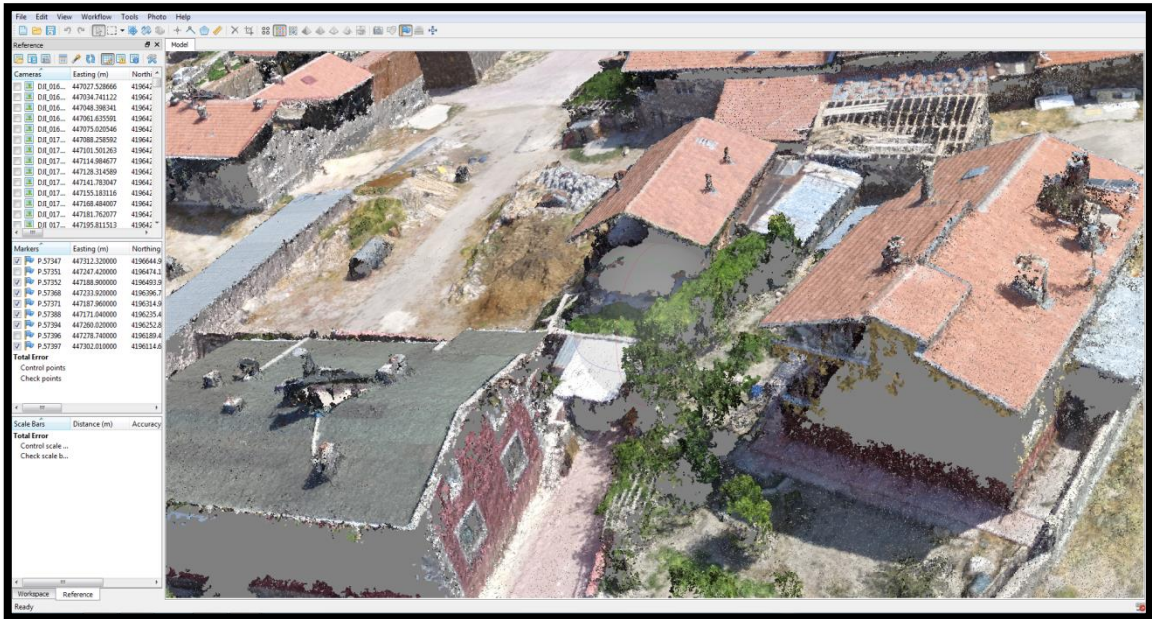
Hatalı Ölçülmüş Tescilli Nokta

Fotogrametrik yapılan ölçülerle yersel olarak yapılan ölçünün kontrolü de yapılmaktadır. Arazi şartları sebebiyle okunamayan ya da doğru okunmayan detay noktaları ya da operatör kaynaklı hatalara örnekler Şekil 5.23'te görülmektedir.



Şekil 5.23. Arazi şartları sebebiyle ya da operatör kaynaklı doğru okunmayan sınır noktaları

Model üzerinden yapılan değerlendirme stereo görüş için özelleşmiş ekipman kullanılmadan AgisoftPhotoScan Pro yazılımının sağladığı olanaklarla yapılmıştır. Sarayköy Mahallesi yerleşim alanı genel olarak çok katlı yapıların olmadığı ve çok yoğun yapılaşma olmayan bir bölgedir. Buna rağmen bazı sınırların yapı sınırı olması ve yapıların birbirine olan mesafelerinin az olmasından kaynaklı sınır tespiti yapılamayan parseller ortaya çıkmaktadır. Şekil 5.24'te parcel sınırları model üzerinde tespit edilemeyen parsele örnek gösterilmektedir.



Şekil 5.24. Bina köşelerinin model üzerinden tespitinin yapılamaması

Yapılan çalışma modelden de yararlanılarak genel olarak ortofoto üzerinden yapılmıştır. Ortofoto tanım olarak eğiklik, dönüklük ve yükseklik hatası giderilmiş, yeryüzünü ölçekli bir şekilde gösteren görüntüler olarak tanımlanmaktadır. Sayısal Yüzey Modelleri (SYM) kullanılarak oluşturulan ortogörüntülerde de yükseklik hataları ile karşılaşmaktadır. Şekil 5.25 çalışma alanı içinde tespit edilen yükseklik hatalarına örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.25. Ortofotoda tespit edilen hata

Yapılaşmanın olmadığı bölgelerde konum doğruluğuna zemindeki bitki örtüsünün etkisi bulunmaktadır. Özellikle uçuşun yapıldığı mevsimde ağaçların yaprak açması sebebiyle hem model üzerinde hem de ortofoto harita üzerinde ağaç altı sınır noktaları ölçülememiştir.



Şekil 5.26. Ağaçların sınır noktalarının ölçümüne etkisi

İHA ile elde edilen veriler ile kadastro yapımının incelenmesi, sabit sınır tipi seçilerek sınırlandırılmış parseller ile modelden yararlanılarak ortofotodan okunan değerlerin karşılaştırılması şeklinde yapılmıştır. Aşağıda yerleşim alanı içinde bulunan iki farklı adadaki birbirine komşu parseller ile yerleşim alanı dışında kalan yine farklı iki ada içindeki birbirine komşu parsellerde yapılan inceleme aktarılacaktır.

Yerleşim alanı içinde bulunan 43597 ada 1 ve 2 numaralı parsellerde yapılan inceleme

43597 ada, ada bazında kısmi kayıklığın tespit edildiği bir ada olup sınırlandırma çalışması bozulan sınırlarda geçerli sınırların belirlenmesi tespit edilen sabit sınırlara kadastral sınırların ötelenmesi sonucu belirlenmiş olup tespit edilen sabit sınırlar ile adanın sınırlandırması yapılmıştır. İnceleme parsellerdeki kayıklığın giderildiği sabit sınırlar ile sınırlandırması yapılan vasfı kargir ev ve avlusu olan 1 numaralı parsel ile vasfı kargir ahır olan 2 numaralı parsellerde yapılarak daha kararlı sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır.

Şekil 5.27.'de 22-a uygulamasından çıkan mavi renkli noktalar ve açık yeşil renkli hat ile ortofoto üzerinden işaretlenerek belirlenen noktaları ve hattı mor renk ile görmekteyiz.



Şekil 5.27. Tescilli noktalar ve hat ile ortofotodan elde edilen noktalar ve hat

Şekilde iki parselin sınırını oluşturan hattın arazi koşulları sebebiyle ya da operatör hatası sonucu okunmadığı için hatalı sınırlandırıldığını görmekteyiz. Arazide okunan değerler ile ortofotodan okunan değerlerin karşılaştırıldığı çizelge aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.5. Arazide okunan değerler ile ortofotodan okunan değerlerin karşılaştırılması

TESCİLLİ KOORDİNAT (T)			ORTOFOTODAN OKUNAN DEĞER (O)			HATALAR (T-O)		$v=\sqrt{\sigma_x^2+\sigma_y^2}$	
NoktaNo	Y	X	NoktaNo	Y	X	σ_y (m)	σ_x (m)	v(m)	vv (m)
435970001	447108,28	4196389,79	O12	447108,37	4196389,64	-0,09	0,15	0,17	0,03
435970002	447119,03	4196389,58	O5	447119,02	4196389,45	0,01	0,13	0,13	0,02
435970003	447126,91	4196388,81							
435970020	447115,94	4196352,09	O9	447115,96	4196352,05	-0,02	0,04	0,04	0,00
435970021	447110,98	4196351,88	O12	447111,17	4196351,87	-0,19	0,01	0,19	0,04
435970022	447110,41	4196359,78	O10	447110,52	4196359,82	-0,11	-0,04	0,12	0,01
435970023	447108,76	4196383,52	O11	447108,73	4196383,47	0,03	0,05	0,06	0,00
435970024	447126,33	4196384,36	O3	447126,25	4196384,22	0,08	0,14	0,16	0,03
435970025	447129,74	4196383,62	O1	447130,12	4196383,68	-0,38	-0,06	0,38	0,15
435970026	447128,26	4196376,72							
435970027	447118,76	4196368,02	O6	447118,75	4196367,91	0,01	0,11	0,11	0,01
435970037	447117,29	4196360,25	O8	447117,34	4196360,15	-0,05	0,10	0,11	0,01
435970039	447116,66	4196356,40							[vv]=0.30
			O4	447124,89	4196367,36				n=10
			O7	447118,17	4196360,14				KOH=0.17

$$KOH = \sqrt{\frac{vv}{n}} \quad (5.1)$$

Çizelgeden de görüleceği üzere arazide okunan nokta ile ortofoto üzerinde işaretlenen noktanın birbirine yakın olarak seçildiğinde farkın 1cm'e kadar düştüğü görülürken sınırlandırmada farklı seçilen iki noktanın arasındaki farkın 38cm'e kadar çıktığını ve buna bağlı olarak Karesel Ortalama Hata (KOH)'nın 17 cm olduğunu görmekteyiz. Zeminde düz olarak kabul edilerek arasında nokta okunmayan ya da ortofoto üzerinde görülen daha fazla detay noktası ile zeminde ölçümü yapan operatörün tespit ettiği noktalar aynı noktalar olmadığından birbiri ile karşılaştırmaya yapılamayan noktalar da çizelgede görülmektedir.

22-a uygulaması öncesi 1/1000'lik pafta üzerine tersimatı yapılmış, 460 m² olan 1 parsel numaralı taşınmaz ile 42 m² olan 2 parsel numaralı taşınmaza ilişkin uygulama sonrası yeniden hesaplanan alanlar ile ortofoto üzerinden çizilen sınırlarla elde edilen alanlara ait veriler ve tecvizlerini (yanılma sınırı) Çizelge 5.6.'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.6. 43597 ada 1 ve 2 parsele ilişkin alan karşılaştırma çizelgesi

UYGULAMA ÖNCESİ			UYGULAMA SONRASI			ORTOFOTO ÜZERİNDEN			FARK	TECVİZ
Ada	Parsel	Alan	Ada	Parsel	Alan	Ada	Parsel	Alan	(m)	(m)
-	546	460	43597	1	468,77	U43597	1	476,72	7,95	9,03
-	548	42		2	47,43		2	46,47	0,96	2,83

Yerleşim alanı içinde bulunan 43613 ada 2 ve 3 numaralı parsellerde yapılan inceleme

43613 ada, ada bazında kısmi ölçü ve sınırlandırma hatası tespit edildiği bir ada olup sınırlandırma çalışması bozulan sınırlarda geçerli sınırların belirlenmesi tespit edilen sabit sınırlara kadastral sınırların ötelenmesi sonucu belirlenmiş olup tespit edilen sabit sınırlar ile adanın sınırlandırması yapılmıştır. İnceleme parsellerdeki hataların giderildiği sabit sınırlar ile sınırlandırması yapılan, vasfı kargir ev ve avlusu olan 2 numaralı parsel ve kargir ahır vasıflı 3 numaralı parsellerde yapılarak daha kararlı sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır.

Şekil 5.28.'te 22-a uygulamasından çıkan mavi renkli noktalar ve açık yeşil renkli hat ile ortofoto üzerinden işaretlenerek belirlenen noktaları ve hattı mor renk ile görmekteyiz.



Şekil 5.28. Tescilli noktalar ve hat ile ortofotodan elde edilen noktalar ve hat

Şekilde iki parselin sınırını oluşturan hattın arazi koşulları sebebiyle ya da operatör hatası sonucu okunmadığı için hatalı sınırlandırıldığını görmekteyiz. Arazide okunan değerler ile ortofotodan okunan değerlerin karşılaştırıldığı çizelge aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.7. Arazide okunan değerler ile ortofotodan okunan değerlerin karşılaştırılması

TESCİLLİ KOORDİNATLAR (T)			ORTOFOTODAN OKUNAN DEĞERLER (O)			HATALAR (T-O)		$v = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$	
NoktaNo	Y	X	NoktaNo	Y	X	σ_y (m)	σ_x (m)	v (m)	vv (m)
436130003	447232,76	4196420,90	O1	447232,75	4196420,83	0,01	0,07	0,07	0,01
436130004	447231,83	4196415,79							
436130005	447230,08	4196409,40	O4	447230,16	4196409,41	-0,08	-0,01	0,08	0,01
436130006	447228,67	4196405,79	O5	447228,64	4196405,85	0,03	-0,06	0,07	0,00
436130007	447223,04	4196408,11	O11	447222,90	4196408,18	0,14	-0,07	0,16	0,02
436130009	447216,05	4196400,95							
436130010	447213,05	4196401,92	O22	447213,27	4196401,58	-0,22	0,34	0,40	0,16
436130011	447211,67	4196404,04							
436130012	447210,74	4196406,41	O25	447211,02	4196406,34	-0,28	0,07	0,29	0,08
436130013	447211,36	4196417,60							
436130014	447215,15	4196427,00	O18	447215,29	4196426,78	-0,14	0,22	0,26	0,07
436130015	447217,09	4196427,88	O16	447217,04	4196427,74	0,05	0,14	0,15	0,02
436130016	447217,76	4196431,62	O15	447217,76	4196431,76	0,00	-0,14	0,14	0,02
436130017	447228,02	4196428,32	O6	447228,10	4196428,50	-0,08	-0,18	0,20	0,04

436130018	447227,26	4196422,66	O7	447227,18	4196422,43	0,08	0,23	0,24	0,06
436130019	447224,49	4196411,61	O8	447224,82	4196411,73	-0,33	-0,12	0,35	0,12
			O2	447231,67	4196415,25				[vv]=0.62
			O3	447230,81	4196412,23				n=12
			O9	447223,50	4196407,90				KOH=0.23
			O10	447223,20	4196407,11				

Çizelgeden de görüleceği üzere arazide okunan nokta ile ortofoto üzerinde işaretlenen noktanın birbirine yakın olarak seçildiğinde farkın tek yönde 1 cm'e, mutlakta ise 7 cm'e kadara düştüğü görülürken sınırlandırmada farklı seçilen iki noktanın arasındaki farkın 40 cm'e kadar çıktığını dolayısıyla KOH'nın 23 cm olduğunu görmekteyiz. Zeminde düz olarak kabul edilerek arasında nokta okunmayan ya da ortofoto üzerinde görülen daha fazla detay noktası ile zeminde ölçümü yapan operatörün tespit ettiği noktalar aynı noktalar olmadığından birbiri ile karşılaştırmaya yapılamayan noktalar da çizelgede görülmektedir.

22-a uygulaması öncesi 1/1000'lik pafta üzerine tersimatı yapılmış, 360 m² olan 2 parsel numaralı taşınmaz ile 100 m² olan 3 parsel numaralı taşınmaza ilişkin uygulama sonrası yeniden hesaplanan alanlar ile ortofoto üzerinden çizilen sınırlarla elde edilen alanlara ait veriler ve tecvizlerini (yanılma sınırı) Çizelge 5.8.'de gösterilmiştir.

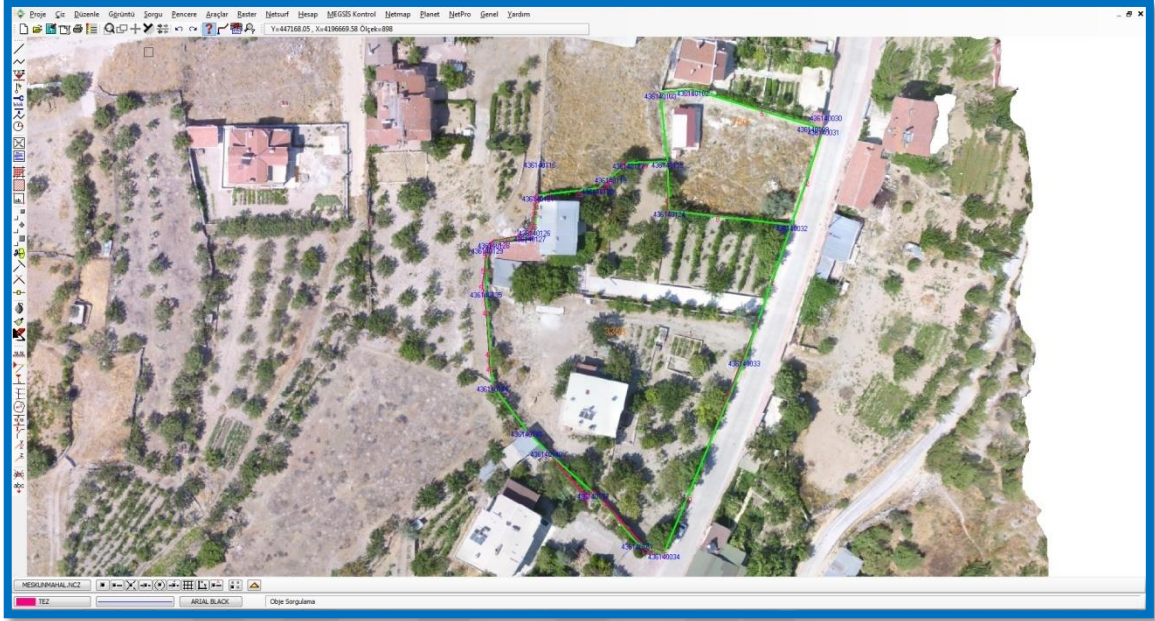
Çizelge 5.8. 43597 ada 1 ve 2 parseline ilişkin alan karşılaştırma çizelgesi

UYGULAMA ÖNCESİ			UYGULAMA SONRASI			ORTOFOTO ÜZERİNDEN			FARK	TECVİZ
Ada	Parsel	Alan	Ada	Parsel	Alan	Ada	Parsel	Alan	(m)	(m)
-	514	360	43613	2	359,42	U43613	2	354,91	4,51	7,90
-	515	100		3	92,61		3	89,8	2,81	3,97

Yerleşim alanı dışında bulunan 43614 ada 5 ve 6 numaralı parsellerde yapılan inceleme

43614 ada, ada bazında kısmi ölçü ve sınırlandırma hatası tespit edildiği bir ada olup sınırlandırma çalışması bozulan sınırlarda geçerli sınırların belirlenmesi tespit edilen sabit sınırlara kadastral sınırların ötelenmesi sonucu belirlenmiş olup tespit edilen sabit sınırlar ile adanın sınırlandırması yapılmıştır. İnceleme parsellerdeki hataların giderildiği sabit sınırlar ile sınırlandırması yapılan vasıfları tarla olan 5 ve 6 numaralı parsellerde yapılarak daha kararlı sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır.

Şekil 5.29'da 22-a uygulamasından çıkan mavi renkli noktalar ve açık yeşil renkli hat ile ortofoto üzerinden işaretlenerek belirlenen noktaları ve hattı mor renk ile görmekteyiz.



Şekil 5.29. Tescilli noktalar ve hat ile ortofotodan elde edilen noktalar ve hat

Şekilde iki parselin sınırını oluşturan hattın arazi koşulları sebebiyle ya da operatör hatası sonucu okunmadığı için hatalı sınırlandırıldığını görmekteyiz. Araziye okunan değerler ile ortofotodan okunan değerlerin karşılaştırıldığı çizelge aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.9. Araziye okunan değerler ile ortofotodan okunan değerlerin karşılaştırılması

TESCİLLİ KOORDİNATLAR (T)			ORTOFOTODAN OKUNAN DEĞERLER (O)			HATALAR (T-O)		$v=\sqrt{\sigma_x^2+\sigma_y^2}$	
NoktaNo	Y	X	NoktaNo	Y	X	σ_y (m)	σ_x (m)	v (m)	vv (m)
436140032	447306,44	4196632,53	O3	447306,31	4196632,50	0,13	0,03	0,13	0,02
436140033	447296,31	4196603,54							
436140034	447278,99	4196561,99	O16	447278,96	4196562,34	0,03	-0,35	0,35	0,12
436140102	447285,20	4196661,50	O9	447285,13	4196661,62	0,07	-0,12	0,14	0,02
436140103	447278,15	4196660,91	O17	447278,12	4196660,92	0,03	-0,01	0,03	0,00
436140109	447310,99	4196653,83							
436140115	447279,66	4196646,21	O15	447279,70	4196646,17	-0,04	0,04	0,06	0,00
436140119	447267,54	4196642,79	O23	447267,44	4196642,67	0,10	0,12	0,16	0,02
436140120	447264,68	4196640,47	O26	447265,12	4196640,51	-0,44	-0,04	0,44	0,20
436140121	447251,79	4196638,90	O32	447251,46	4196638,98	0,33	-0,08	0,34	0,12
436140124	447280,09	4196635,62	O13	447280,02	4196635,86	0,07	-0,24	0,25	0,06

436140128	447242,28	4196628,79	O43	447242,24	4196629,16	0,04	-0,37	0,37	0,14
436140129	447240,84	4196627,67	O48	447240,94	4196627,74	-0,10	-0,07	0,12	0,01
436140144	447242,06	4196597,99	O44	447242,07	4196598,46	-0,01	-0,47	0,47	0,22
436140146	447249,40	4196588,38	O39	447249,62	4196588,25	-0,22	0,13	0,26	0,07
436140148	447253,57	4196583,97	O31	447253,92	4196583,93	-0,35	0,04	0,35	0,12
436140157	447263,66	4196575,01	O27	447263,59	4196575,44	0,07	-0,43	0,44	0,19
			O2	447309,92	4196642,25				[wv]=1.32
			O4	447302,25	4196620,74				n=15
			O5	447300,06	4196657,23				KOH=0.30
			O6	447299,32	4196612,25				

Çizelgeden de görüleceği üzere arazide okunan nokta ile ortofoto üzerinde işaretlenen noktanın birbirine yakın olarak seçildiğinde farkın tek yönde 1 cm'e, mutlakta ise 3cm'e kadara düştüğü görülürken sınırlandırmada farklı seçilen iki noktanın arasındaki farkın 40 cm üzerine çıktığını, bunda KOH'yı 30 cm'e çıkarttığını görmekteyiz. Zeminde düz olarak kabul edilerek arasında nokta okunmayan ya da ortofoto üzerinde görülen daha fazla detay noktası ile zeminde ölçümü yapan operatörün tespit ettiği noktalar aynı noktalar olmadığından birbiri ile karşılaştırma yapılamayan noktalar da çizelgede görülmektedir.

22-a uygulaması öncesi 1/1000'lik pafta üzerine tersimatı yapılmış, 750 m² olan 5 parsel numaralı taşınmaz ile 3352 m² olan 6 parsel numaralı taşınmaza ilişkin uygulama sonrası yeniden hesaplanan alanlar ile ortofoto üzerinden çizilen sınırlarla elde edilen alanlara ait veriler ve tecvizlerini (yanılma sınırı) Çizelge 5.10.'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.10. 43614 ada 5 ve 6 parsele ilişkin alan karşılaştırma çizelgesi

UYGULAMA ÖNCESİ			UYGULAMA SONRASI			ORTOFOTO ÜZERİNDEN			FARK	TECVİZ
Ada	Parsel	Alan	Ada	Parsel	Alan	Ada	Parsel	Alan	(m)	(m)
-	978	750	43614	5	752,75	U43614	6	752,48	0,27	11,19
-	977	3358		6	3352,00		5	3357,90	5,93	24,16

Yerleşim alanı dışında bulunan 43586 ada 146 ve 147 numaralı parsellerde yapılan inceleme

43586 ada, ada bazında kısmi ölçü ve sınırlandırma hatası tespit edildiği bir ada olup sınırlandırma çalışması bozulan sınırlarda geçerli sınırların belirlenmesi tespit edilen sabit sınırlara kadastral sınırların ötelenmesi sonucu belirlenmiş olup tespit edilen

sabit sınırlar ile adanın sınırlandırılması yapılmıştır. İnceleme parsellerdeki hataların giderildiği sabit sınırlar ile sınırlandırılması yapılan vasıfları bağ olan 146 ve 147 numaralı parsellerde yapılarak daha kararlı sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır.

Şekil 5.30'da 22-a uygulamasından çıkan mavi renkli noktalar ve açık yeşil renkli hat ile ortofoto üzerinden işaretlenerek belirlenen noktaları ve hattı mor renk ile görmekteyiz.



Şekil 5.30. Tescilli noktalar ve hat ile ortofotodan elde edilen noktalar ve hat

Şekilde iki parselin sınırını oluşturan hattın arazi koşulları sebebiyle ya da operatör hatası sonucu okunmadığı için hatalı sınırlandırıldığını görmekteyiz. Arazide okunan değerler ile ortofotodan okunan değerlerin karşılaştırıldığı çizelge aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.11. Arazide okunan değerler ile ortofotodan okunan değerlerin karşılaştırılması

TESCİLLİ KOORDİNATLAR (T)			ORTOFOTODAN OKUNAN DEĞERLER (O)			HATALAR (T-O)		$v=\sqrt{\sigma_x^2+\sigma_y^2}$ (m)	
NoktaNo	Y	X	NoktaNo	Y	X	σ_y (m)	σ_x (m)	v	vv
435860209	447301,09	4196449,71	O16	447301,06	4196449,77	0,03	-0,06	0,07	0,00
435860929	447282,05	4196452,82	O5	447281,91	4196452,85	0,14	-0,03	0,14	0,02
435860933	447286,63	4196452,19	O9	447286,54	4196452,23	0,09	-0,04	0,10	0,01
435860935	447281,74	4196451,59	O4	447281,76	4196451,44	-0,02	0,15	0,15	0,02
435860940	447287,64	4196450,46	O12	447287,56	4196450,52	0,08	-0,06	0,10	0,01
435860942	447293,40	4196449,77	O13	447293,59	4196449,75	-0,19	0,02	0,19	0,04
435861018	447296,80	4196431,89	O40	447296,56	4196431,91	0,24	-0,02	0,24	0,06
435861027	447283,79	4196428,07	O20	447283,81	4196427,93	-0,02	0,14	0,14	0,02
435861028	447289,21	4196427,75	O22	447289,10	4196427,73	0,11	0,02	0,11	0,01
435861055	447288,78	4196422,19	O23	447288,74	4196422,36	0,04	-0,17	0,17	0,03
435861052	447307,57	4196422,95							[vv]=0.23
435860943	447300,06	4196449,56							n=10
435860986	447305,49	4196438,01							KOH=0.15

Çizelgeden de görüleceği üzere arazide okunan nokta ile ortofoto üzerinde işaretlenen noktanın birbirine yakın olarak seçildiğinde farkın tek yönde 2cm'e, mutlakta ise 7 cm'e kadara düştüğü ve KOH'nın 15 cm olduğunu görmekteyiz. Zeminde düz olarak kabul edilerek arasında nokta okunmayan ya da ortofoto üzerinde görülen daha fazla detay noktası ile zeminde ölçümü yapan operatörün tespit ettiği noktalar aynı noktalar olmadığından birbiri ile karşılaştırma yapılamayan noktalar da çizelgede görülmektedir.

22-a uygulaması öncesi 1/1000'lik pafta üzerine tersimatı yapılmış, 368 m² olan 146 parsel numaralı taşınmaz ile 266 m² olan 147 parsel numaralı taşınmaza ilişkin uygulama sonrası yeniden hesaplanan alanlar ile ortofoto üzerinden çizilen sınırlarla elde edilen alanlara ait veriler ve tecvizlerini (yanılma sınırı) Çizelge 5.12.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.12. 43586 ada 146 ve 147 parsele ilişkin alan karşılaştırma çizelgesi

UYGULAMA ÖNCESİ			UYGULAMA SONRASI			ORTOFOTO ÜZERİNDEN			FARK	TECVİZ
Ada	Parsel	Alan	Ada	Parsel	Alan	Ada	Parsel	Alan	(m)	(m)
-	806	368	43586	146	349,67	U43586	146	345,9	3,77	7,59
-	805	266		147	269,46		147	259,87	9,59	6,64

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1 Sonuçlar

Algılayıcı sistemlerde yaşanan gelişme mühendislik uygulamalarında fotogrametri adının daha çok anılmasına sebep olmuştur. Bu gelişme de hiç şüphe yok ki en büyük etken, analog makinelerden elde edilen fotoğraflar yerine dijital kameralardan elde edilen sayısal görüntülerin kullanılması olmuştur. Sayısal görüntülerin kolay elde edilmesi, ekonomik oluşu ve tekrarlanabilir olması fotogrametri tekniğinin birçok alanda kullanılmasına olanak sağlamıştır. Mühendislik uygulamaları da günümüz gereksinimlerine göre fotogrametri yönteminin getirdiği avantajlardan faydalanmaktadır. Mühendislik uygulamaları denilince makro ve mikro ölçeklerde uygulama yapmayı gerektirdiğinden fotogrametrik yöntemler uydulara entegreedilen kameralardan, insan vücudundaki hastalıkları tespit etmek için özelleşmiş algılayıcılara kadar birçok farklı platformla ve farklı algılayıcılarla çalışmakta ve denenmektedir. İHA Fotogrametrisi yöntemi de bu çalışma ve denemeler neticesinde ortaya çıkmış bir fotogrametrik yöntemdir.

Çalışma kapsamında İHA ile otonom olarak yapılan uçuş neticesinde elde edilen veriler, mühendislik projelerinin temel bileşeni olan mülkiyet sınırı yani kadastro tekniğinde günümüzde kullanılan yersel ölçü yerine uygulanıp uygulanmayacağı mevcut yönetmeliklerce belirlenen ölçütlere göre incelenmiştir.

İHA yardımıyla elde edilen verinin 22-a uygulaması kapsamında elde edilen veri ile karşılaştırılması yapıldığında İHA Fotogrametrisi yöntemi ile BÖHHBÜY'e göre istenen doğruluğun bina köşesi, duvar gibi sabit sınırlarda sağlandığı sabit sınırların göreceli olduğu an, yıkılmış duvar ve yıkık yapılar gibi sınırlarda ise istenen doğrulukta büyük sapmalar olduğu saptanmıştır. Bu hataların sistematik aynı doğrulukta olmaması yersel ölçü yapan operatör ile fotogrametrik değerlendirme yapan operatörün farklı bireyler oluşundan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Parsellerin sınırlandırması yapılırken zeminde yersel ölçü yapan operatörde, model üzerinde ya da ortofoto üzerinde değerlendirme yapan operatörde yorumunu katarak parsel sınırı belirlemektedir. Örneğin; parseller imar sonucu oluşmuş dört köşeden müteşekkil düzgün geometrili parseller olmadığından çok kırıklı yapıya sahip olup bu sınırlarda zeminde hangi sıklıkla nokta okunacağı tamamen operatörün yorumuna bağlıdır ya da

parsel sınırı yıkık bir duvar ile sınırlandırılmış ise parselin sınırlandırılması tümüyle operatörün zemini yorumlamasına bağlıdır.

İstenen doğruluğun parsel bazlı nokta konumlarında elde edilememiş olması, alanlarda ise beklenen doğruluğun elde edilmiş olması arazide yersel ölçü yapan operatörle fotogrametrik değerlendirme yapan operatörün farklı kişiler olmasına bağlı tespit edilen önemli bir sonuçtur. Şöyle ki uygulama genelinde parsel bazlı nokta konum doğruluğu 15 cm'nin altında elde edilmesine rağmen operatör kaynaklı noktaların farklı koordinatlandırılması KOH'yı 15 cm ile 40 cm arasında farklı değerler olarak karşımıza çıkartmaktadır.

Model üzerinden yapılan değerlendirme özelleşmiş bir donanım kullanılmadan AgisoftProScan yazılımının kullanıcılarına sunduğu kısıtlı 3 boyutlu görüş ile nokta işaretleyerek yapılmıştır. Bu kısıtlı üç boyutlu görüş ile nokta işaretleme çalışması çok zaman alan ve operatörün sınır hattını belirlerken ki özellikle bina sınırlarını belirlerken çok yorulmasına sebep olduğu ortaya çıkmıştır. Bu harcanan zaman fotogrametrik çalışmalar için istenen bir durum olmayarak çalışmamızda karşımıza çıkmaktadır. Yapılaşmanın az olmasına rağmen yapılar arası mesafenin dar olması ve yapıların çatıları bazı yapı köşelerinin model ve ortofoto üzerinden okunmasını imkansızlaştırmıştır.

Çalışma alanında uçuş yaptığımız zaman ağaçların yaprak açmış ve doğanın uyanmış olması sebebi ile ağaçların ve diğer bitki örtüsünün bir kısım parsel sınırlarının okunamamasına yol açtığı görülmüştür. Ayrıca üretilen ortofotoda yükseklik etkisi ile oluşan hatalara rastlanılmış olup bu hata, ortofoto üzerinden işaretlenen noktanın konum doğruluğunu etkilemektedir.

Yersel ölçü ile oluşturulan haritalarda her zaman ölçü yapan operatörün hata yapma ihtimali yüksek olup kaba hata olmadığında vektörel olarak yapılan bu hatayı tespit etmek zordur. Ölçü yapılırken atlanan bir kırık noktası, unutulmuş bir detay ve arazide karşılaşılan doğal ya da yapay engeller nedeniyle yersel ölçüsü imkansızlaşan sınırlar ortofotonun yersel ölçüye göre güçlü yönü olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çalışmamıza altlık olan Sarayköy Mahallesi yerleşim alanı ve çevresinin yersel olarak ölçüsü, 2 ölçü ekibi ile ki bu 6 kişi demektir, 20 günde tamamlanmıştır. Aynı bölgede YKN noktalarının araziye işaretlenmesi, uçuş planının yapılması ve uçuşun gerçekleşmesi gibi aynı günde tamamlanan arazi çalışmalarına alınan görüntülerin işlenmesi ve değerlendirilmesi toplam olarak 7 günde tamamlanmıştır. Yersel ölçü ile 6 kişinin 20 gün çalışarak elde ettiği ürünü İnsansız Hava Aracı yardımıyla bir kişinin

toplamda 7 gün çalışarak elde ettiği, konumda ve alan bazında istenen doğrulukta veri üretilebileceği sonucuna varılmıştır.

6.2 Öneriler

İHA Fotogrametrisinin gelişimini hiç şüphe yok ki mühendislik projelerindeki gereksinimler belirleyecektir. İnsansız Hava Aracı Yardımıyla Kadastral Harita Üretiminin İncelenmesi adlı çalışmamız ile bu gelişmeye yukarıdaki bulgular ile katkı sağlamış olduğumuz kanısındayız.

Çalışmamızda tespit ettiğimiz sonuçlar neticesinde fotogrametrik değerlendirme eğer ortofoto üzerinden yapılacak ise bu ortofoto, yükseklik etkisi giderilmiş gerçek (true) ortofoto olması gerekmekte olup ayrıca filtreler kullanılarak ağaç ve bitki örtüsü etkisi ortadan kaldırılarak daha kararlı fotogrametrik ürünler elde edilmelidir.

Uygulama alanında uygun dağılımlı olarak YKN'lerin sayısı artırılarak doğruluğun artırılacağı düşünülmektedir. Ayrıca İHA'larda kullanılan fotoğraf makinalarının metrik kameralar olarak tercih edildiği takdirde istenen doğruluk için metrik kameranın sağlamış olduğu yüksek çözünürlük ile aynı GSD değerinin daha yüksek uçuşla sağlanacağı aşıkardır. İstenen doğruluk, uçuş süresi ve uçuş yüksekliği parametrelerimetric kameralar kullanıldığında daha az görüntü ile daha büyük alanlar için daha hızlı fotogrametrik ürün elde edilebileceği anlamına gelmektedir. İHA'larda kullanılacak metrik kameraların maliyeti artıracığı fakat istenen doğruluğun sağlanacağı hatta daha hızlı ve daha büyük alanların kapatılacağı düşünülmektedir.

3 boyutlu model üzerinden yapılacak değerlendirmelerde ise özelleşmiş stereo görüş donanımlarıyla daha hızlı ve konum doğruluğu daha yüksek veri elde edilebilir ancak bu maliyeti artıran bir durum olup dikkate alınması gerekmektedir.

Bu sonuçlar ve sonuçlara etki eden değişkenler göz önünde bulundurularak, 1/5000'lik ST paftalar, prizmatik ve takeometrik yöntemler kullanılarak yapılan kadastrolardan çok daha doğru veri üreten, maliyet ve zaman olarak yersel ölçüye göre daha hızlı ve ekonomik olan İHA Fotogrametrisi ile yeni bir kadastro yöntemi geliştirilebilir. Bu yöntem, içinde 3. Boyut ve ortofoto ile canlı olan, yersel ölçünün getirdiği zaman ve maliyet kaybının en aza indiği, gerekli görüldüğünde yersel ölçülerle fotogrametrisinin zayıf yönlerini kapatan, zeminde yapılan etüt ve incelemeler ile istenen doğruluğun elde edildiği, sürdürülebilir bir yöntem olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Atasoy, M., 2004, Kadastro Çalışmalarında Karşılaşılan Orman-Mülkiyet Sorunlarının Çözümünde Dijital Fotogrametrinin Uygulanması (Doğu-Karadeniz Bölgesi Örneği), Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Avdan, U., Şenkal, E., Çömert, R., Tuncer, S., 2014, İnsansız Hava Aracı ile Oluşturulan Verilerin Doğruluk Analizi, *V. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2014)*, İstanbul.
- Cryderman C., Mah S., Shufletoski A., (2014). Evaluation of UAV Photogrammetric Accuracy for Mapping and Earth Works Computations, *Geomatica*, Vol. 68, No.4, pp. 309-317.
- Eisenbeiß, H., (2009). UAV Photogrammetry, ETH Zurich for the degree of Doctor of Science, *ISSN 0252-9335. ISBN: 978-3-906467-86-3*, Zurich, Switzerland.
- Erdoğan A., 2016, Şeritvari Haritaların İnsansız Hava Araçları ile Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Eroğlu O., 2013, “İnsansız Hava Araçlarında Arazi Verilerine Dayalı Uçuş Yönü Sınırlamasız Konumlandırma Sistemi Benzetim Çalışması” Yüksek Lisans Tezi, *Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü*, İstanbul.
- Esmat, B., 2007, “Introduction To Modern Navigation Systems,” *World Scientific Publishing*.
- Gençerk, E. Y., 2016, İnsansız Hava Aracı Fotogrametrisi Uygulaması ile İnşaat Projesi İmalat Durumunun Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Gürbüz, H., 1981, Fotogrametri, *Selçuk Üniversitesi Matbaası*, Konya.
- Karakış S., 2011, “Küçük Alanlarda Model Uçaklarla Haritalama Amaçlı Veri Üretim Olanaklarının Araştırılması”, Doktora Tezi, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Zonguldak.
- Kılıç, F., (2012). Fotogrametrinin Temelleri Ders Notları, *Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü Fotogrametri Anabilim Dalı*, İstanbul, Türkiye.
- Marangoz, A. M., 2014-2015 Öğretim Yılı, Fotogrametri II Ders Notları, *Bülent Ecevit Üniversitesi*, Zonguldak.
- Özdemir, I., 2017, İnsansız Hava Aracı ile Veri Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

- Suveg, I., Vosselman, G., 2000, "3D Reconstruction of Buildings Models", *IAPRS, Vol. XXXIII*, Amsterdam.
- Büyük Ölçekli Harita Ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği, (2018).
<https://www.hgk.msb.gov.tr/images/kurumsal/e7f3ed7629e134e.pdf>
- Toprak A. S., 2014, Fotogrametrik Tekniklerin İnsansız Hava Araçları ile Mühendislik Projelerinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Uysal M., Toprak A. S., Polat N., 2013, "Afyon Gedik Ahmet Paşa (İmaret) Camisinin Fotogrametrik Yöntemle Üç Boyutlu Modellenmesi", *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği Sempozyumu*, Trabzon.
- Varlık, A., 1999, Dijital Fotogrametride Alana Dayalı Görüntü Eşleme Metodları, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyon.
- Yakar M., Uysal M., Toprak A. S., Polat N., 2013, "3d Modeling Of Historical Doger Caravansaries By Digital Photogrammetry", *XXIV International CIPA Symposium*, Strasbourg-France.
- Yastıklı, N., (2009). Ortofoto Ders Notları, *Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü Fotogrametri Anabilim Dalı*, İstanbul, Türkiye.
- Yaşayan A., Uysal M., Varlık A., Avdan U., 2011, "Fotogrametri", *T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2295*, Eskişehir.
- Yıldız F.,(2010). Dijital(Sayısal) Fotogrametri Teknolojisi[Powerpoint sunum], *Cebit Bilişim Zirvesi*, 08 Ekim 2010, İstanbul.
- Yılmaz, V., Akar, A., Akar, Ö., Güngör, O., Karılı, F. ve Gökalp, E.,(2013). "İnsansız Hava Aracı İle Üretilen Ortofoto Haritalarda Doğruluk Analizi", *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu*, 23-25 Mayıs 2013, KTÜ, Trabzon, Türkiye.

İnternet Kaynakları

3402 sayılı Kadastro Kanunu

<http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.3402.pdf>

4721 Sayılı Türk Medeni Kanunu

<http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.4721.pdf>

26361 Sayılı Kadastro Haritalarının Yeniden Düzenlenmesi ve Tapu Sicilinde Gerekli Düzeltmelerin Yapılmasında Uyulacak Usul ve Esaslara İlişkin Yönetmelik

<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/11/20061129-8.htm>

2012/15 sayılı **Kadastro Haritalarının Sayısallaştırılması Genelgesi**

<https://www.tkgm.gov.tr/tr/node/1288>

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

AdıSoyadı : Bilal ATAK
Uyruğu : T.C.
DoğumYeriveTarihi : Sarıyer 16/02/1986
Telefon : 0532-527-71-41
Faks : -
e-mail : bilalatak37@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	BitirmeYılı
Lise	: Kağıthane Anadolu Lisesi/Kağıthane	2004
Üniversite	: Yıldız Teknik Üniversitesi/İstanbul	2011
YüksekLisans	:	
Doktora	:	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2011-2012	Aktaşlar Müh. Ltd. Şti.	Kadastro Şantiye Şefi
2012-	Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü	Kontrol Mühendisi

UZMANLIK ALANI

Kadastro Tekniği, Ölçüm Bilgisi, Gayrimenkul Değerleme, Fotogrametri

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

Atak, B., Durduran, S.S., Ülkemizdeki Geçmiş Kadastro Ölçme Yöntemlerinden Günümüze Yansıyan Sorunlar ve Oluşan Kayıplar, Dünya Kadastro Zirvesi, 20-24 Nisan 2015.