

KARAYOLU PROJELERİ İÇİN İHA İLE ŞERİTVARİ HARİTA ÜRETİMİ

H.E. ZIBA ^{a, *}, H.M. YILMAZ ^a

^{a, *} Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Öğrencisi, 68100 Aksaray/Türkiye
halilziba@gmail.com

^a Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölüm Başkanı, 68100 Aksaray/Türkiye

ANAHTAR KELİMELELER: İnsansız Hava Aracı (İHA), Şeritvari Harita, Fotogrametri

ÖZET:

Çağımıza uygun olarak gelişen teknoloji etkinlikleri birçok alanı etkilediği gibi mühendislik alanını da etkilemektedir. Hiç kuşkusuz teknoloji ile iç içe olan harita mühendisliğinin, harita üretim yöntemlerinden olan fotogrametrik yöntemlerin yeni gözde aracı insansız hava araçları teknolojinin bir meyvesidir. İnsansız hava araçları kısa bir süre içinde kendisine hava fotogrametrisi alanında yer bulmuştur. Bu çalışmada insansız hava aracı kullanarak Çankırı Belediyesi yol çalışması kapsamın da 1/1000 ölçekli bir şeritvari harita üretilmiştir. Bu üretim esnasında yer kontrol ve baz noktaları için GPS olarak TOPCON GR3, hava fotoğrafı verisi elde etmek için İHA olarak Dji Phontom 4pro, dengeleme işlemi için Agi Soft, çizimde ise Leica Photogrammetry Suite ve Microstation V8i kullanılmıştır. Kullanılan materyal (İHA) açısından klasik yöntemlerden ayrılan uygulama sonuçları, ekonomikliği ve zaman kavramları incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda arazide harcanan süreler (saat) bakımından insansız hava aracı kullanılarak yapılan yöntemin klasik yöntemle göre %60 oranında daha kısa sürdüğü görülmüştür. Uygulama maliyetleri bakımından insansız hava aracı kullanılarak yapılan yöntemin klasik yöntemle göre %68,5 oranında maliyetinin daha az olduğu görülmüştür. Klasik yöntemle yapılan uygulama doğruluğu İHA ile yapılan yöntemle göre %80 oranında daha hassas olduğu görülmüştür.

KEY WORDS: Unmanned Air Vehicle(UAV), Stripped Map, Photogrammetry.

ABSTRACT:

Developing technology events in accordance with requirements are affecting engineering as well as several sectors. Unmanned air vehicle which is favorite vehicle for geomatic engineering and photogrammetry procedure is the most affective product of technology. Unmanned air vehicle has taken part in aerial photogrammetry in a very short. In this work, 1/1000 scale strip map as part of Çankırı municipality roadwork has been produced by using unmanned air vehicle. In the process of producing map, TOPCON GR3 as GPS has been used for ground control and base stations and Dji Phantom 4pro to get aerial photo data, Agi Soft for compensation and Leica Photogrammetry Suite and Microstation V8i has been used for drawing. Application results used material (UAV) with the difference of standard procedure, economy and time-concept have been analyzed. According to researchs, taking time of method used unmanned air vehicle is 60 percent shorter than classical method, Project costs of method used unmanned air vehicle are 68,5 percent less than classical method and Project accuracy of method used unmanned air vehicle is 80 percent more accurate than classical method.

1. GİRİŞ

Karayolları, insanların veya yüklerin belirli araçlarla bir konumdan başka bir konuma gitmesini sağlayan ulaşım çeşididir. Karayolları ülkelerin refah seviyelerinin artmasında önemli bir role sahiptir. Karayollarının bu rolü üstlenmesinin en önemli sebebi birçok iş ve hizmet sektörü ile ilişkili olmasıdır. Bir ülkenin ekonomisi ve kalkınması ile doğrudan ilgili olan karayolları bütün dünyada bir medeniyet olarak kabul görmektedir. Türkiye de özellikle 1950' li yıllardan sonra önem verilen karayolları günümüzde çok geniş ve gelişmiş bir ağa sahiptir. Türkiye de hem yük taşımacılığında hem yolcu taşımacılığında diğer ulaşım çeşitlerine göre önde olan karayollarının önemi buradan da anlaşılmaktadır. Hem şehirlerarası hem şehir içi karayolları insanların iş hayatları ve sosyal hayatları için vazgeçilmez bir ihtiyaçtır.

Haritanın tarihi M.Ö 8200 yıllara dayanmaktadır. Tarihte en eski haritalardan birisi olarak kabul edilen Çatalhöyük şehir planı bunu desteklemektedir.

Türklerde ilk harita ise Osmanlı zamanında Piri Reis'in hazırlanmış olduğu dünya haritası ve Denizcilik adlı eserde yayınlanan Akdeniz kıyı haritasıdır.

Tarihi çok eski yıllara dayanan ve insanlar için önem arz eden harita sözcüğü birçok kaynak da çeşitli alanlarda uzmanlaşmış bilim adamları tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır ve sınıflandırılmıştır. İsviçreli Prof. E. IMHOF'a göre 'Yeryüzünün veya belli bir parçasının küçültülmüş, genelleştirilmiş ve bütünlenmiş olarak düz zemin üzerine iki boyutta gösterilme tekniğidir.' Yine E. IMHOF'a göre harita sınıflandırması ölçek esasına göre yapılmıştır ve haritaları 3 kısma ayırmıştır. İlk olarak planları 1/10.000 dâhil büyük ölçekli haritalardır olarak tanımlamıştır. İkinci olarak Topografik ve detay haritalarını 1/10.000 küçük olan 1/100.000 dâhil ölçekli haritalar olarak tanımlamıştır. Son olarak ise coğrafya ve genel görünüm haritaları, 1/100.000' den daha küçük ölçekli haritalar olarak tanımlamıştır. Türk Kara Kuvvetlerine göre ise haritalar ölçeklerine göre, tiplerine göre ve kullanım maksatlarına göre ana başlıklara ayrılmıştır.

*Sorumlu yazar.

Harita kelimesini yorumlarsak; insanların amaçlarına ve ilgilendikleri alanlara hizmet eden, ilgili bölgenin istenilen ölçeklerde ve gerekli yönetmeliklere uygun küçültülerek kullanıcıya sunulan materyallerdir. Her haritadan istenilen bazı temel özelliklere şöyledir;

- Doğruluk
- Tamamlık
- Amaca Uygunluk
- Anlaşılabilirlik
- Okunabilirlik
- Estetiklik

Haritalar insan yaşamında çok önemli bir yere sahiptir. Teknolojinin gelişmesiyle özellikle ulaşım, sağlık sektöründen ticarete, ticaretten turizm sektörüne kadar birçok sektöre konum bulmada kolaylık sağlayarak hizmet etmiştir. Mühendislik alanında ise şehirleşmelerde kullanılan haritalardan alt yapı haritalarına kadar amaçlarına göre düzenlenerek birçok projeye altlık oluşturmuşlardır. Ayrıca uzaktan algılama alanında da afet yönetiminde ve proje kapsamında bölgesel incelemelerde kullanılmaktadırlar. Haritaların bilimden kamu hizmetine kadar kullanım alanlarını incelediğimizde görülüyor ki eskiden günümüze kadar önemi giderek artmaya devam etmiştir.

Bir yerin gözle görülebilen dere, tepe, nehir, orman gibi doğal; karayolu, demiryolu, enerji nakil hattı, her türlü yapı ve tesis, kanal vb. yapay özelliklerini gösteren ve belirli ölçeklerdeki haritalara halihazır harita (durum haritası) denir (Yıldız, 2016). Öncelikle halihazır haritanın tanımının yapılmasının sebebi aslında Şeritvari haritalar bir çeşit halihazır harita olmasıdır. Şeritvari haritalar basit bir şekilde tanımlarsak 1/1000, 1/2000, 1/5000 gibi ölçeklerde üretilen güzergâh haritalarıdır. Detaylı tanımı ise şeritvari haritalar; mühendislik projelerinde kullanılan, proje kapsamındaki gerekli güzergâh eksenin sağ tarafından veya sol tarafından 50m ile 200m arasındaki uzaklıkta bir bölgeyi kapsayacak şekilde çizilen haritalardır. Şeritvari haritanın kullanım alanları bakacak olursak; Ulaşım ağı projeleri (Karayolu, demiryolu, tünel), enerji nakil hattı projeleri (Elektrik, petrol, doğalgaz boru hattı), kanal projeleri, isale hattı projeleri, dere ıslahları gibi projelerde kullanılır.

Şeritvari harita üretiminde birden fazla yöntem bulunmaktadır. Eski zamanlardan günümüze kadar gelen klasik yöntemler olarak adlandırılan yöntemler, GPS veya Total Station gibi klasik aletler kullanılarak yapılır. Şeritvari haritanın tanımına ve yönetmeliğine uygun olarak güzergâh eksenini ve eksenin sağ ve solundan 50m ile 200m arası bölgenin tüm detayları GPS veya Total Station yardımıyla nokta alınarak oluşturulur. Bir başka şeritvari üretim yöntemi ise uygulamada da kullanılacak olan fotoğraf verisi kullanılarak oluşturulur. Fotoğraf verileri fotogrametrik yöntemlerle elde edilir. Bu yöntemlerde eskiden günümüze kadar birçok araç kullanılmıştır. Son zamanlarda ise uygulamada da kullanılan insansız hava araçları yaygınlaşmaya başlamıştır.

Yapılan çalışmada temel amaç; insansız hava araçlarının özelliklerinin, gelişiminin, kullanım alanlarının irdelenmesi ve uygulama olarak ise Çankırı Belediyesi yol çalışması kapsamında yapılan 1/1000 ölçekli şeritvari haritanın insansız hava aracı kullanılarak üretilmesi ve sonuçlarının klasik yöntemle üretilen örnek bir şeritvari harita sonuçları ile karşılaştırılmasıdır.

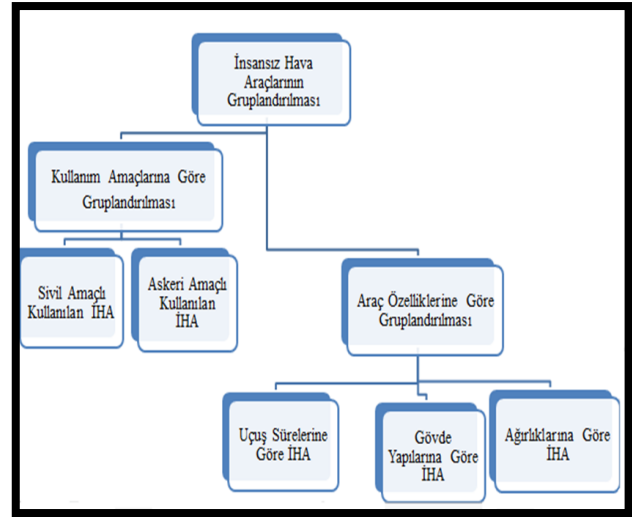
2. İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI

Çağımızda harita yapımı için kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Fotogrametri bilimi de kuşkusuz harita yapımının en kullanışlı yöntemlerinden birisidir. Fotogrametrik metotların dönemimizdeki teknolojiyi temsil eden önemli aracı ise insansız hava araçlarıdır.

İçerisin de canlı bir sürücü bulunmayan, önceden belirlenmiş amaçlar doğrultusunda kullanılan, belli bir plan çerçevesinde çalışan, otomatik veya yarı otomatik uçuşa yeteneğine sahip araçlara insansız hava araçları denir.

2.1 İHA'ların Gruplandırılması

İnsansız hava araçları çeşitli özelliklerine göre ve kullanım amaçlarına göre gruplara ayrılmaktadır. Bu gruplamanın en önemli sebebi insansız hava araçlarının kullanıldıkları projelere amaç ve özellik olarak uygun olup olmadığını görmektir. İHA'ların gruplandırılması Şekil 1' de özetlenmiştir.



Şekil 1. İHA'ların gruplandırılması

2.2 İHA'ların Kullanım Alanları

İnsansız hava araçları mühendisliğin çağa ayak uydurmasıyla birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Her kullanıldığı alana kolaylık sağlayan insansız hava araçları ilk olarak askeri amaçlarda kullanılsa da hobi amaçlı kullanımından proje ve analiz amaçlı kullanımına kadar geniş bir yelpazeye sahiptir. Kullanım alanlarından bazıları şöyledir; Harita mühendisliğinde kullanım alanları şöyledir;

- Sayısal arazi modelleri
- Sayısal yükseklik modelleri
- Sayısal yüzey modelleri
- Kent haritaları
- Coğrafi bilgi sistemi
- Arazi bilgi sistemi
- Turizm bilgi sistemi
- 3 Boyutlu model oluşturma

Genel kullanım alanlarına bakarsak;

- İnşaat mühendisliği
- Arkeoloji
- Mimarlık
- Askeriye
- Afet yönetimi
- Ormancılık
- Tarım
- Trafik de hız kontrolü
- Gemi endüstrisi
- Sanayi endüstrisi

3. UYGULAMA

BMD Mühendislik desteği ile Çankırı Belediyesi yol çalışması kapsamında yapılan 1/1000 ölçekli şeritvari haritanın insansız hava aracı kullanılarak üretilmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesidir.

3.1 Uygulamada Kullanılan Materyaller

Uygulamada arazi çalışmasında Topcon Gr3 ve DJI Phantom 4pro kullanılmıştır. Kullanılan İHA görüntüsü Şekil 3’de, özellikleri ise Çizelge 1’de gösterilmiştir.

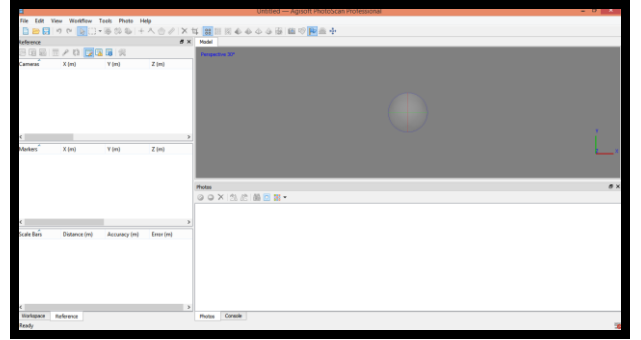
Çizelge 1. Dji Phantom 4pro teknik özellikleri (URL-1).

Phantom	
Ağırlık (Batarya ve Kanatlar Dahil)	1388 gr
Çapraz Boyut (Pervaneler Hariç)	350 mm
Maks. Yükselme Hızı	Sport modu: 6 m/sn; GPS modu: 5 m/sn
Maks. Alçalma Hızı	Sport modu: 4 m/sn; GPS modu: 3 m/sn
Maks. Hızı	72 km/s (S-modu); 58 km/s (A-modu); 50 km/s (P-modu)
Maks. Yatırma Açısı	42° (Sport modu); 35° (İrtifa modu); 25° (GPS modu)
Maks. Açışal Hız	250°/sn (Sport modu); 150°/sn (İrtifa modu)
Maks. Deniz Seviyesi Üzeri Servis Tavanı	6000 m
Maks. Rüzgar Hızı Direnci	10 m/sn
Maks. Uçuş Süresi	Yakl. 30 dakika
Çalışma Sıcaklığı Aralığı	0° - 40°C
Uydu Konumlandırma Sistemleri	GPS/GLONASS
Süzülme Hassasiyet Aralığı	Dikey: ±0,1 m (Görüş Konumlandırması ile); ±0,5 m (GPS Konumlandırması ile)
	Yatay: ±0,3 m (Görüş Konumlandırması ile); ±1,5 m (GPS Konumlandırması ile)

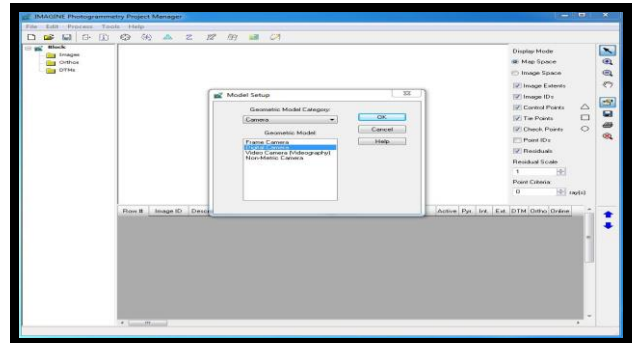


Şekil 3. DJI Phantom 4pro

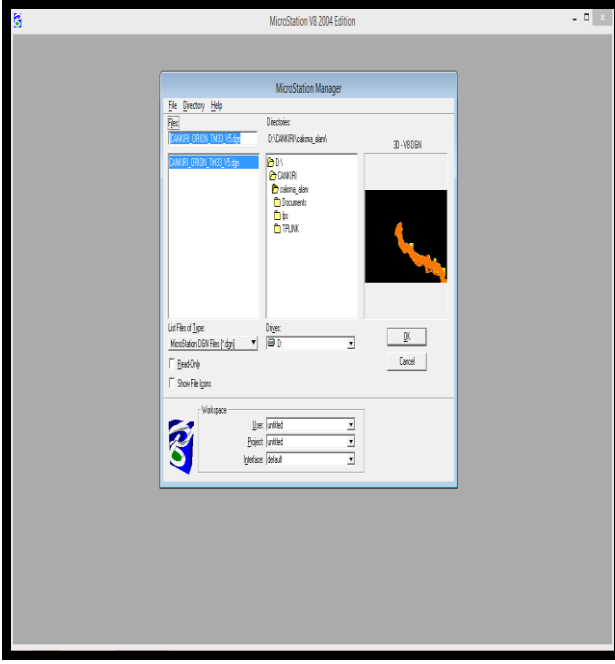
Uygulamada büro çalışmalarında; Şekil 4’de gösterilen Agisoft PhotoScan Professional programı ile dengeleme işlemi, Şekil 5 ve Şekil 6’da gösterilen Leica Photogrammetry Suite ve Microstation V8i programlarında ise çizim işlemleri yapılmıştır.



Şekil 4. Agisoft PhotoScan Professional programı ara yüzü



Şekil 5. Leica Photogrammetry Suite programı ara yüzü



Şekil 6. Microstation V8i programı ara yüzü

3.2 Uygulama Alanı

Çalışma alanı Çankırı bölgesinde yaklaşık 2km uzunluğunda bir bölgedir. Bölge ve çalışma alanları görüntüleri aşağıda yer alan Şekil 7,8 ve 9 da gösterilmiştir.



Şekil 7. Çalışma alanının Agisoft PhotoScan Professional ile gösterimi.



Şekil 8. Çankırı il haritası



Şekil 9. Çalışma alanının Google Earth ile gösterimi

3.3 Uygulama İşlemleri

Öncelikle arazi ortamında yer kontrol noktaları tesis edilmiştir. Noktalar GPS Topcon GR3 ile RTK yöntemi kullanılarak tesis edilmiştir. Nokta tesisi işlemi 4 saat sürmüştür. Arazi ortamında çekilen fotoğraflarda rahat gözükecek şekilde noktalar üç daire şeklinde araziye boya yardımıyla işaretlenmiştir. Ortasındaki daire yer kontrol noktasını temsil etmiştir. Bu noktaların yerleri belirlenirken uçuş planı kolonlarının köşe noktaları ve projeye uygun bölgeler dikkate alınmıştır.

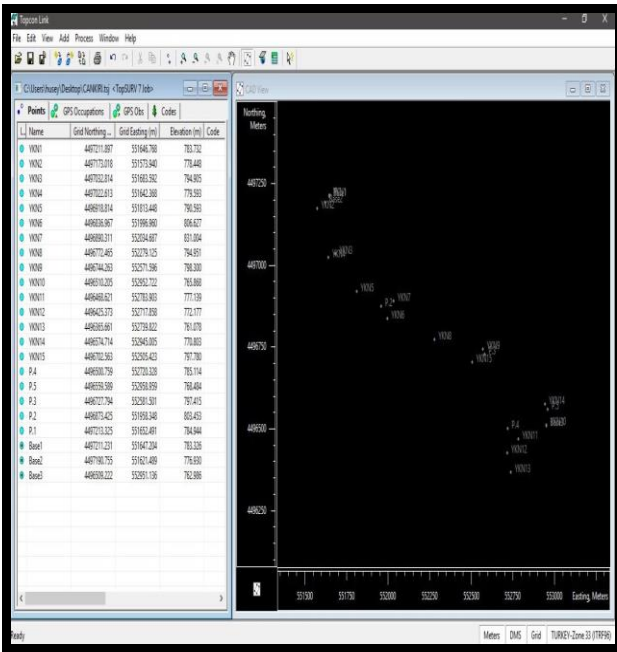
YKN noktaları işaretlendikten sonra insansız hava aracıyla fotoğraf çekim işlemine geçilmiştir. Bu aşamada proje kapsamında Dji Phantom 4pro kullanılmıştır. Öncelikle bir uçuş planı hazırlanmış, 'kml' uzantılı çalışma alanı Map Pilot For Dji içine atılmış, işaretleme yapıp uçuş alanı oluşturulmuştur. Uçuş hatları otomatik olarak oluşmuştur. Uygulamada uçuş yüksekliği 130m bindirme oranları %80 enine, %60 boyuna olacak şekilde hazırlanmıştır. Uçuş planı hazırlandıktan sonra cihazın ev diye nitelendirdiği bir başlangıç noktasından, cihaz önce zemine dik bir şekilde 130m havalanmış daha sonra uçuş planına uygun şekilde uçuş alanına giderek belirlenen güzergâhta istenilen verileri toplam 2 saat fotoğraf çekerek elde etmiştir.

Arazi işlemleri sonucunda çalışma bölgesine 15 tane yer kontrol noktası işaretlenmiştir. Ayrıca insansız hava aracı kullanılarak 274 fotoğraf elde edilmiştir. Bu veriler işlenmek ve sonuç verisi elde etmek amacıyla büro çalışmasına geçilmiştir. İHA ile elde edilen örnek bir fotoğraf Şekil 9’da yer almaktadır.



Şekil 9. Uygulama kapsamında insansız hava aracıyla çekilmiş bir fotoğraf

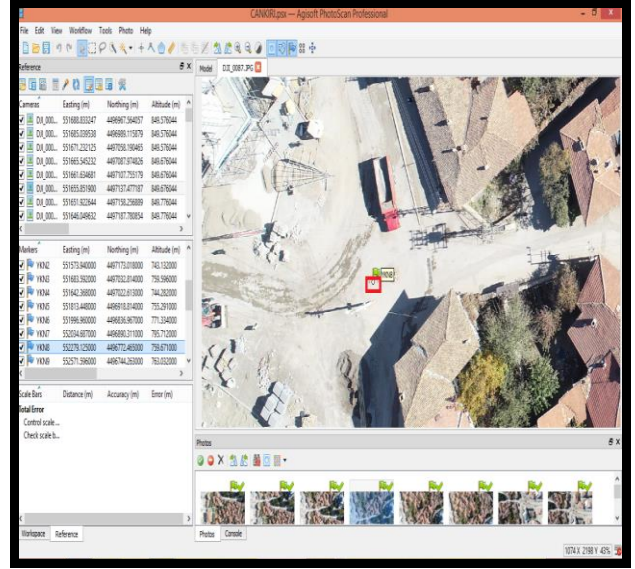
Büro işlemlerinde ise RTK verilerinin istenilen koordinat dönüşümü yapılabilmesi ve istenilen formatta kayıt edilebilmesi için Topcon Link programı kullanılır. Şekil 10 ‘da gösterildiği gibi 15 adet yer kontrol noktası 5 adet poligon noktası ve 3 adet baz noktası Topcon Link programında görüntülenmiştir.



Şekil 10. Noktaların Topcon Link programında gösterimi

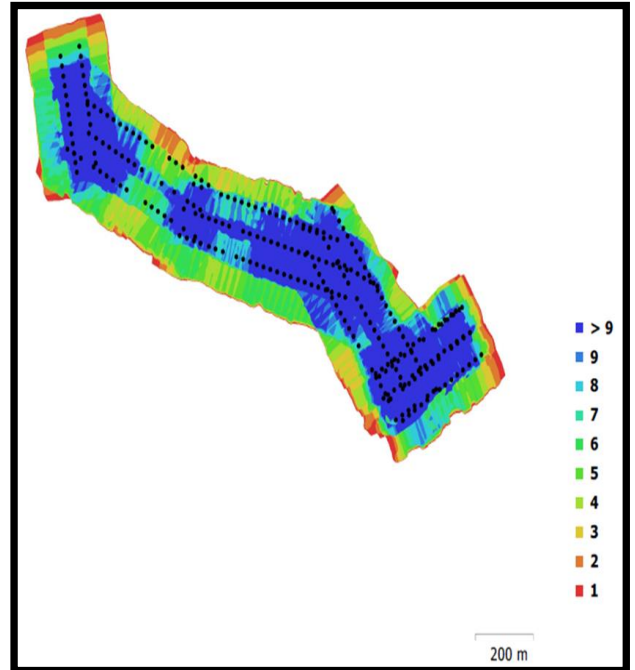
Arazide insansız hava aracı ile elde edilen 274 fotoğraf verileri, poligon noktaları ve yer kontrol noktaları koordinat verileri Agisoft Photo Scan Professional programında açılmıştır. Veriler kullanılarak nokta bağlama işlemi yapılmış ve 3 boyutlu bir model oluşturulmuştur ancak bu model ölçeksiz ve araziye paralel konumda değildir.

Poligon ve yer kontrol noktaları programda Şekil 11’de gösterildiği ‘Filter Photos by Markers’ seçeneği kullanılarak noktalar arazide işaretlemesi yapılan yerlere tek tek yerleştirilmiştir. Bu işlemler tamamlandıktan sonra ‘Optimize Camera’ seçeneği kullanarak dengeleme işlemi yapılır. Dengeleme işleminin yapılmasıyla birlikte ölçeksiz ve zemine paralel olmayan 3 boyutlu model ölçekli ve zemine paralel konuma gelmiştir.

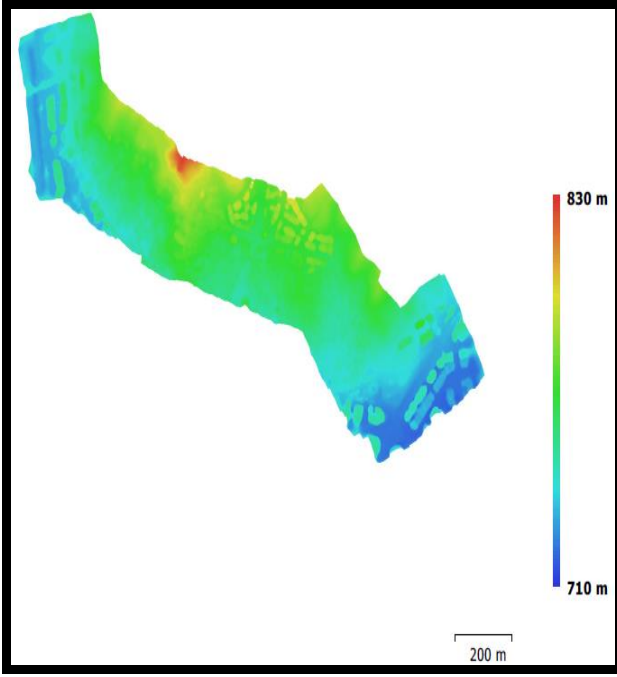


Şekil 11. Filter Photos by Markers ile noktaların arazi ortamında belirlenen yerlere konulması

Son olarak programdan ‘Generate Repot’ seçeneği kullanılarak rapor alınır. Bu raporda elde edilen verilerin bazıları Şekil 12, 13 ‘de gösterilmiştir.

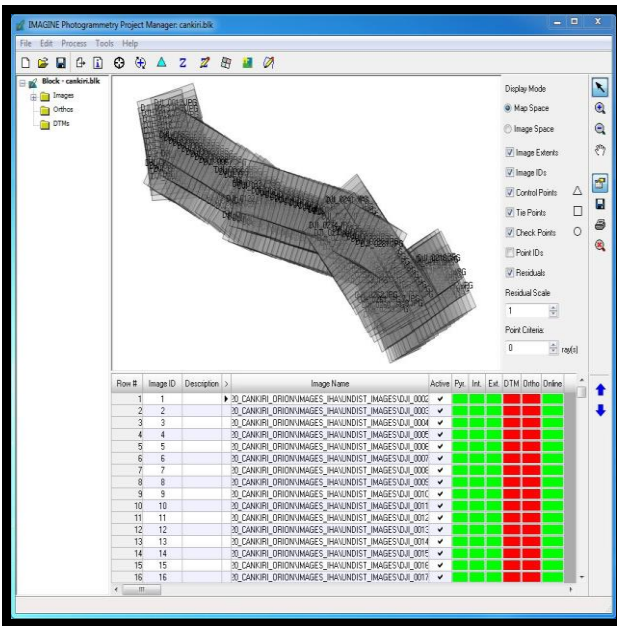


Şekil 12. Kamera lokasyonları ve görüntü bindirmeleri



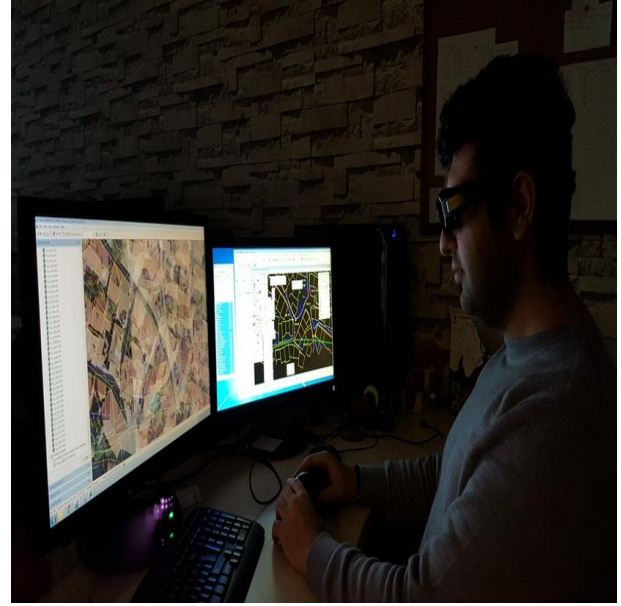
Şekil 13. Sayısal yükseklik modeli

Dengelemesi Agisoft PhotoScan Professional ile yapılmış görüntülerin çizime hazır hale gelmesi için Leica Photogrammetry Suite 9.1 kullanılmıştır. Programda çizim blokları oluşturulması gerekir bunun için dengelenmiş görüntüler, interior orientation seçeneğinden iç yönleltmeler ve exterior information seçeneğinden dış yönleltmeler programa girilir ve her Şekil için şekil x. görüldüğü gibi girilen verilerin karşısı yeşil renk olur. Görüntü piramidi, iç yönleltme elemanları ve dış yönleltme elemanları kullanılarak Leica Photogrammetry Suite 9.1 programında çizim blokları oluşturulmuştur.



Şekil 14. Blok oluşturma

Çizim için gerekli bloklar oluşturulduktan sonra Leica Photogrammetry Suite 9.1 ile Microstation V8i programlarının eş zamanlı çalışması için Microstation V8i modülü PR600 kullanılmış ve stealth 3d mouse, 3d çizim gözlüğü yardımı ile bloklarda görülen alanlar tek tek çizilmiştir. Çizim çalışması hangi bölge çiziliyorsa o alanı temsil eden yan yana bulunan 2 fotoğraf seçilir ve çizim yapılır. Çizim sırasında her yapı veya bölge cinsine göre farklı renklerde çizilmiştir. Örnek verecek olursak binalar sarı renkte, yollar beyaz renkte, sundurmalar mavi renkte çizilmiştir.

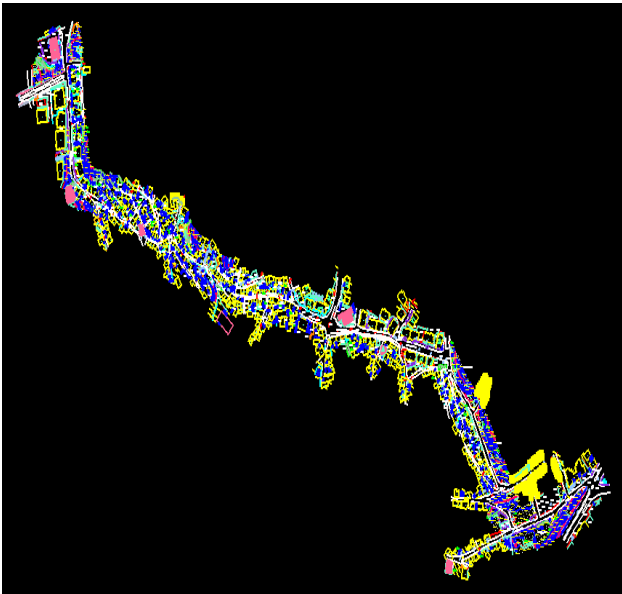
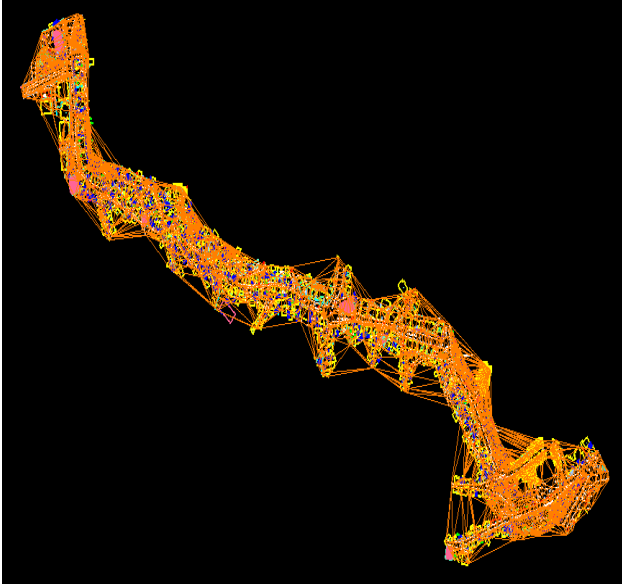


Şekil 15. Çizim çalışması

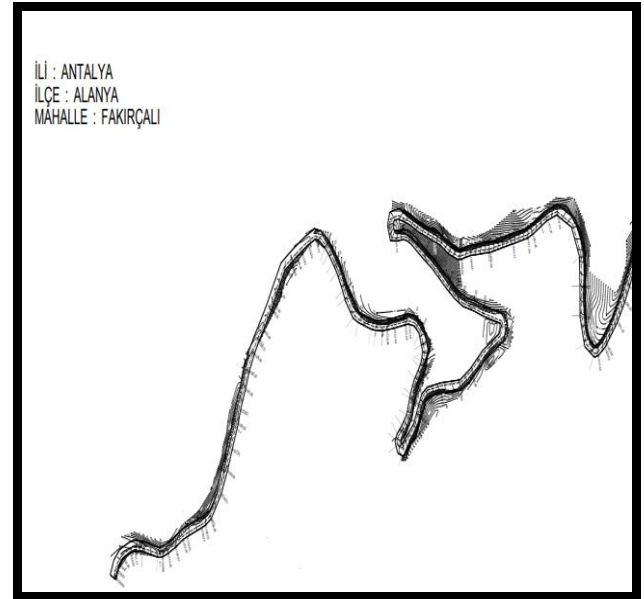
Çizim işlemlerinin bitmesiyle birlikte harita hazır hale gelmesi için düzenleme işlemlerine geçilir ve gerekli düzenlemeler ile istenilen harita üretilmiş olur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yönetmeliğe uygun şekilde insansız hava aracı yardımıyla yapılan 1/1000 ölçekli 2km uzunluklu şeritvari harita arazi çalışmalarına bakıldığında yer kontrol noktalarının atılması 4 saat ve iha aracılığıyla 274 adet fotoğraf verisi elde etme ise 2 saat sürmüştür. Arazi çalışması toplam 6 saat sürmüştür. Bu projede dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise merkez bir bölge olduğundan dolayı yol çevresinde yapı fazladır. İha ile ölçüm bu fazla detaylı yapıların haritalanmasında fotoğraf verileri sayesinde kolaylık sağlamıştır. Maliyet bakımından incelendiğinde toplam gider 11.600 TL'dir. (Bu maliyet hesabında Topcan GR3 kiralık olarak alınmıştır.) Doğruluk bakımından incelendiğinde ise yer kontrol noktalarının Agisoft programında dengelemesinden sonra ortalama toplam 1,5 cm hatası olduğu görülmüştür. Şekil 16, 17, 18'de üretilen haritanın genel görünümü ve bazı bölgelerin detaylı görünümü yer almaktadır.



Uygulamayı klasik yöntemlerle karşılaştırmak için Antalya'nın Alanya ilçesinde yapılan bir şeritvari harita baz alınmıştır. Çalışmanın toplamı 5500m olsa da karşılaştırma iha ile yapılan uygulamaya uygunluğu açısından 2000m'lik kısmı incelenmiştir. Arazi süresi toplam 15 saat sürmüştür. Maliyete bakıldığında ise toplam gider 36850 TL'dir. Doğruluk açısından baktığımızda ise 0,3 cm hassasiyet söz konusudur. Şeritvari harita Şekil 19'da gösterilmektedir.

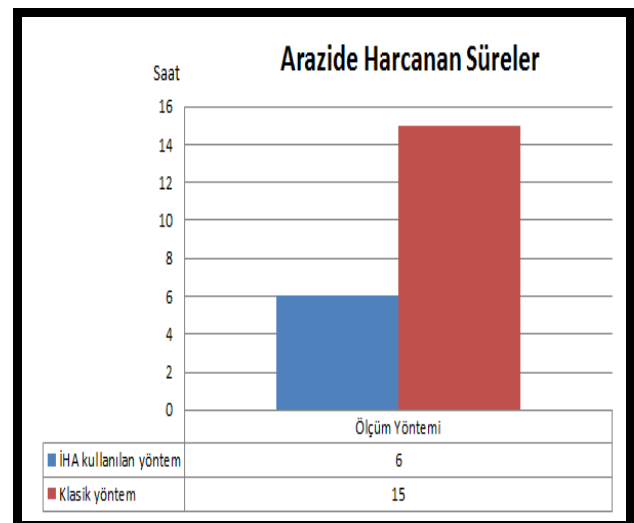


Şekil 19. Kıyaslama yapılan şeritvari harita

Şeritvari harita üretimi esnasında kullanılan farklı yöntemler incelendiğinde elde edilen bulgulara göre;

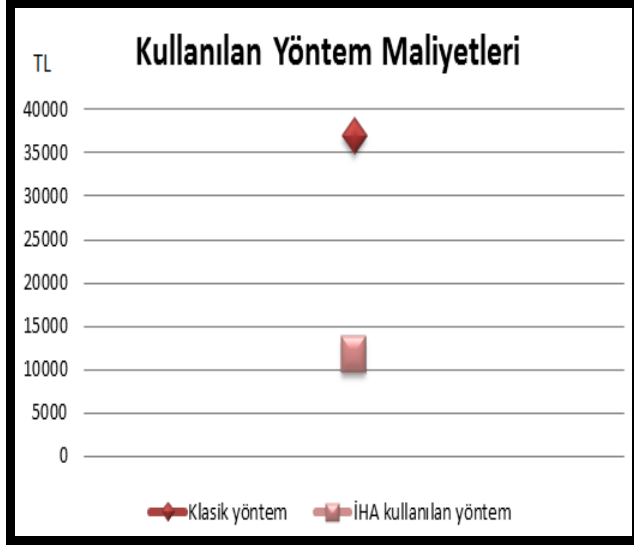
Arazide harcanan süreler (saat) incelendiğinde; insansız hava aracı kullanılarak yapılan yöntemin klasik yöntemle göre %60 oranında daha kısa sürdüğü görülmüştür. Arazide harcanan süre özeti Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Yöntemlere göre arazide harcanan süre kıyaslaması



Uygulama maliyetleri incelendiğinde; insansız hava aracı kullanılarak yapılan yöntemin klasik yöntemle göre %68,5 oranında maliyetinin daha az olduğu görülmüştür. Maliyet özeti Çizelge 3’de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Yöntemlere göre maliyet kıyaslaması



Uygulama doğrulukları incelendiğinde; ölçümün temel konusu doğruluktur ve hatasız ölçüm yoktur. Haritacılıkta amaç hatayı minimuma indirmektir. Klasik yöntemlerde hatayı etkileyen faktörlere baktığımız da genellikle dikkat eksikliğinden dolayı ortaya çıkan ölçen kişiden kaynaklı hatalar ve ölçü aracından kaynaklı hatalar görülmektedir. İnsansız hava araçlarında ise ürün elde etmek için veriler üzerinde klasik aletlere göre çok daha fazla işlem yapılması, hava şartlarından daha çok etkilenmesi gibi sebeplerden dolayı hata miktarı daha fazladır. Klasik yöntemle yapılan uygulama doğru İHA ile yapılan yöntemle göre %80 oranında daha hassastır. Burada dikkat edilmesi gereken konu ise iki hata miktarlarının da kendi ölçüm yöntemlerinde kabul edilebilir olmasıdır.

5. SONUÇ

Mühendislik alanında haritalar konuma dayalı birçok mühendislik projesinin temel altlığıdır. Bu nedenle harita temelli mühendislik projelerinde harita üretimi çok önemli bir yere sahiptir. Bu üretimin mühendisliğin temel amacı olan minimum sürede, minimum maliyette ve maksimum doğrulukta olması gerekmektedir. Haritacılar bu ilkeler doğrultusunda ürün elde etmek için teknoloji ile entegre çalışmalar yapmışlardır ve yeni harita üretim araçlarına yönelmişlerdir. Nitekim harita üretiminin son dönemde en gözde aracı İHA’lardır.

Çalışmalar sonucunda elde edilen veriler gösteriyor ki; çok büyük olmayan alanlarda insansız hava araçları harita üretiminde zamandan kazanç sağlamıştır ve böylelikle uzun sürecek projeleri kısa zamanda çözüme ulaştıran bir yol haline

gelmiştir. Arazi iş yükünü de kısa sürede elde ettiği fotoğraf verileriyle azaltmıştır. Klasik aletlerle iş yükünü artıran detay alım işlemlerini basite indirmiştir.

Çok büyük olmayan alanlarda kullanılacak ortalama özelliklere sahip insansız hava araçları fiyatları da klasik alet fiyatlarından çok daha ucuzdur. Ayrıca arazi işlemlerinde iş yükünü azalttığı ve zamanı azalttığı içinde proje maliyetini de azaltmıştır.

İnsansız hava araçları klasik yöntemlere göre doğruluğu düşüktür ancak yönetmeliklere uygun şekilde kabul edilebilir hata sonuçları verdiği için doğrulukları kabul edilebilir seviyededir.

Tüm bu araştırma ve çalışmalar sonucunda insansız hava araçlarının uygulanabilir projelerde klasik yöntemlerden kabul edilebilir doğrulukları ile çok daha önde olduğu düşünülmektedir. İş yükünü azaltan bu yeni sistemin maliyet ve zaman açısından avantajları fazladır.

Ancak insansız hava araçlarının da her sistemde olduğu gibi olumsuz yanları da mevcuttur. En önemli dezavantajlarının başında hava şartlarından çok etkilenmesi gelmektedir. Bunun yanında her fotogrametrik ölçümde olduğu gibi işlem adımı fazladır ve her işlemde biriken hatalar sonucu doğruluğu düşülmektedir. Ayrıca kullanımlarının ve izin yönetmeliklerinin detaylı olması da kullanıcıyı İHA yönteminden uzaklaştırdığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak insansız hava araçlarının olumlu ve olumsuz yanlarıyla harita üretim yöntemlerine yeni bir pencere açtığı ve gittikçe yaygınlaşacağı görülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Akgül, M., Yurtseven, H., Demir, M., Akay, A. E., Gülcü, S. ve Öztürk, T., 2016. İnsansız hava araçları ile yüksek hassasiyette sayısal yükseklik modeli üretimi ve ormancılıkta kullanım olanakları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 66(1), 104-118.
- Atak, H., 2018. İnsansız hava araçları kullanarak ortofoto harita üretimi ve doğruluk analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Avdan, U., Şenkal, E. ve Çömert, R. (2012, Ekim 16-19). İnsansız hava araçlarının kullanım alanları ve gelecekteki beklentiler. IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu. Zonguldak.
- Ayyıldız, E., Özmüş, L., Açar, F., Tuna, H., Özer, E. ve Erkek, B., et al. (2015, Mayıs 21-23). İnsansız hava aracı ve uçak platformlarından elde edilen görüntülerin ortofoto üretiminde karşılaştırılması. TUFUAB VIII. Teknik Sempozyumu. Konya.
- Chipman, J. W., Kiefer, R. W. ve Lillesand, T. M., Uzaktan Algılama Ve Görüntü Yorumlama, Kaan Şevki Kavak(Editör), 7. Basımdan çeviri, Palme Yayınevi, Ankara.
- Çetin, B., Barış S., Saroğlu S., 2011. Türkiye de Karayolları Gelişimine Tarihsel Bir Bakış. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 1(1), 123-150.
- Dikmen, M., 2015. İnsansız Hava Aracı (İHA) Sistemlerinin Hava Hukuku Bakımından İncelenmesi. Savunma Bilimleri Dergisi, 14(1), 145-176.
- Erdoğan, A., 2016. Şeritvari haritaların insansız hava araçları ile üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Gençerk, E. Y., 2016. İnsansız hava aracı fotogrametri uygulaması ile inşaat projesi imalat durumunun araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gürçay, E., 2017. Sürekli gözlem yapan referans istasyonları tekniği ile insansız hava araçlarının konumlandırılması, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kahveci, M. ve Can, N., 2017. Selçuk Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(4), 511-535.
- Karkinli, A. E., Kesikoğlu, M. H., Atasever, Ü. H. ve Erkan, B. (2015, Temmuz 2). İnsansız Hava Araçları İle Sayısal Arazi Modeli Üretimi.
- Kılınçoğlu, D. B., 2016. Farklı insansız hava araçları ile elde edilen görüntülerin otomatik fotogrametrik yöntemlerle değerlendirilmesi ve doğruluk analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kule A., 2015. İnsansız Hava Araçları Sistemleri, Beta Basımevi, İstanbul.
- Öztürk, O., Bilgilioğlu, B., Çelik, M. F., Bilgilioğlu, S. ve Uluğ, R. İnsansız Hava Aracı Görüntüleri ile Ortofoto Üretiminde Yükseklik ve Kamera Açısının Doğruluğa Etkisinin Araştırılması.
- Savaş, T., Karaderili, M. ve Usanmaz, Ö., 2018. İnsansız Hava Aracı Sistemlerinin Ayrılmamış Hava Sahasına Entegrasyonu ile İlgili Mevzuatların Değerlendirilmesi. Mühendis ve Makina Dergisi, 59(691), 1-14.
- Sesören A., 2012. Fotojeoloji, 2. Basım, İstanbul.
- Toprak, A. S., 2014. Fotogrametrik tekniklerin insansız hava araçları ile mühendislik projelerinde kullanılabilirliğinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Torun, A., 2017. İnsansız Hava Aracı (İHA) Sektöründe Trend: İHA Fotogrametrisi Bakışıyla. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi(Özel Sayı), 35-52.
- Yaşar, M. İ., 2018. Türkiye ölçeğinde insansız hava araçları için mekansal bilgi sisteminin tasarlanması, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Yaşayan, A., Uysal M., Varlık A. ve Avdan, U., 2011. Fotogrametri, T.C Anadolu Üniversitesi Yayını, 1. Basım, Eskişehir.
- Yıldız, F., 2016. İmar Bilgisi, 10. basım, Nobel Basımevi, Ankara.
- Yılmaz, H. M., Mutluoğlu, Ö., Ulvi, A., Yaman, A. ve Bilgilioğlu, S. S., 2018. İnsansız Hava Aracı ile Ortofoto Üretimi ve Aksaray Üniversitesi Kampüsü Örneği. Geomatik Dergisi, 3(2), 129-136.
- URL-1< <https://www.dji.com/phantom-4-pro> > Erişim Tarihi: 27.03.2019