

NSANSIZ HAVA ARACI (HA) SEKTÖRÜNDE TREND: HA FOTOGRAMETRİ S BAKİ İYLA

Abdulvahit Torun

Aperigae Bilgi Teknolojileri Danışmanlık, Ankara, Türkiye
(abdulvahit.torun@aperigae.com)

ANAHTAR SÖZCÜKLER: HA, fotogrametri, harita, ölçme, do ruluk, sektör

ÖZET:

HA'nın yenilikçi bir i modelinin öznesi ya da payda ı olmasındaki yaygınla ma, HA (ile hava) fotogrametrisi, HA (ile havadan) ölçme, HA (ile) uzaktan algılama geomatik (harita, kadastro, jeodezi ve fotogrametri) uygulamalarının bir parçası haline geldi i artık kanıksanmı durumdadır. Büyüklü ü 10.1 milyar USD olan global HA (nsansız Hava Aracı/ nsansız Hava Sistemi) pazarının, genel ekonomik büyümenin aksine %8.12 seviyesinde büyüyerek 2020 itibariyle yakla ık 15 milyar USD geni lemeye ula ması beklenmektedir.

HA fotogrametrisi (Structure from Motion-SfM) özellikle tarım, madencilik, havadan foto raflama, emlak sektörlerinde kendine yer açmı tır. Harita, kadastro ve planlama i lerinde ise konunun mülkiyet hakkı ve bunun belirlenmesi olması sebebiyle daha temkinli davranılmakla birlikte, HA'nın uygulama olanakları konusunda, özellikle do ruluk, uygunluk, ölçülebilirlik (izleme, kalibrasyon, kayıt vb.) bakımından çok sayıda kurum, firma ve ara tırmacının derinlemesine çalı ması sürmektedir. Bu arada, uygulamalardan edinilen tecrübelerle birlikte HA kullanılarak ölçme konusunda kalite güvence ve altyapı olu turma ihtiyacı hızla artmaktadır.

Bu çalı mada, iki örnek HA fotogrametrisi uygulamalarından yararlanarak ürün odaklı ve süreç odaklı yakla ımla; geleneksel fotogrametri ile HA fotogrametrisi arasında hesaplama yakla ımları ve süreçleri arasındaki farklılıklar hakkında ilk bulunanlar ortaya konmaktadır.

THE TREND N UNMANNED AER AL SYSTEMS: FROM THE PERSPECT VE OF UAV PHOTOGRAMMETRY

KEYWORDS: UAV, photogrammetry, mapping, surveying, accuracy, sector

ABSTRACT:

Innovative Unmanned Aerial Systems (UAS) has been recognized as either subject or the content of multiple studies and applications in the field of UAS Photogrammetry (Structure from Motion-SfM), surveying from air, close distance remote sensing with UAS. The UAS sector with a market size of USD 10.1 billion, the growth rate of the sector is steadily increasing with a rate of 8.12 % despite the general growth characteristics of global economy.

HA fotogrametrisi (Structure from Motion-SfM) özellikle tarım, madencilik, havadan foto raflama, emlak sektörlerinde kendine yer açmı tır. Harita, kadastro ve planlama i lerinde ise konunun mülkiyet hakkı ve bunun belirlenmesi olması sebebiyle daha temkinli davranılmakla birlikte, HA'nın uygulama olanakları konusunda, özellikle do ruluk, uygunluk, ölçülebilirlik (izleme, kalibrasyon, kayıt vb.) bakımından çok sayıda kurum, firma ve ara tırmacının derinlemesine çalı ması sürmektedir. Bu arada, uygulamalardan edinilen tecrübelerle birlikte HA kullanılarak ölçme konusunda kalite güvence ve altyapı olu turma ihtiyacı hızla artmaktadır.

The UAS Photogrammetry has been open room in the surveying applications fort he fields of agriculture, mining, filming, movie, real estate, urbanization. As the required accuracy and high control on survey procedures, UAS photogrammetry has been used as an ancillary source of data in surveying sector with concious. Many institutions and researchers has been testing and evaluating UAS photogrammetry fort he purpose of surveying. Besides, as the use and avalability increases, the regulations for UAS surveying has been became an essential need.

In this study, two particular UAS photogrammetry application has been conducted for comparing conventional photogrammetry techniques in order to evaluate the computation processes and results in surveying and UAS photogrammetry.

1. NSANSIZ HAVA ARACI (HA) TEKNOLOJ S NDEK GEL MELER

Gün geçmiyor ki nsansız Hava Aracı (HA'nın yenilikçi bir i modelinin öznesi ya da payda ı olmadı nı duymayalım ya da okumayalım... Elbette HA (ile hava) fotogrametrisi, HA (ile havadan) ölçme, HA (ile) uzaktan algılama geomatik (harita, kadastro, jeodezi ve fotogrametri) uygulamalarının bir parçası

haline geldi i artık kanıksanmı durumdadır. Ekim 2016 ortasında Hamburg'da düzenlenen Intergeo fuar/konferansında katılımcı firmaların %25'ini HA teknoloji firmaları olu turması HA'nın sektördeki yerini açıkça ortaya koymaktadır. Intergeo 2016 ardından ölçme, haritalama alandaki geli meler ve gelecek projeksiyonunu ortaya koyan rapora ([https://www.gim-international.com/content/article/integrating-geospatial-](https://www.gim-international.com/content/article/integrating-geospatial)

2. HA NEDİR? KISA TANIM VE KISA TARİHİ

HA; pilotsuz hava aracı sistemi, uzaktan pilotaj kontrol sistemi ve bu ikisi arasında komuta-kontrol iletim ortamı olmak üzere olan üç bileşenden oluşan entegre sistemler bütünüdür. HA'nın temel bileşenleri; (1) ana gövdeyi oluşturan iskelet, kanat, pervane, motor ve batarya, (2) kontrol birimini oluşturan elektronik algılayıcılar, haberleşme elektroniği, GNSS ve (3) kullanım amacına dönük sensör, kamera vd. algılayıcılar ile HA planlama, uçuş ve yönetimi amaçlı haberleşme, yazılım ve donanımdan oluşmaktadır.

2.1 HA Kısa Tarihi

HA'nın 19'uncu yüzyılın ortalarında başlayan tarihsel gelişimi, iki Dünya Savaşı döneminde belirgin ilerleme göstermekle birlikte, soğuk savaş döneminde pilot kayıplarının azaltılması, keşif ve istihbarat amacıyla çok önemli bir gelişim sağlamıştır.

Sivil HA sektörü, II. Dünya Savaşı'ndan sonra gelişmekle birlikte model uçak kulüpleri ve hobi sahiplerinin talepleri ile gelişmiştir. Ancak; HA'nın pratik sivil problemler için kullanımı konusu 2000'li yılların başından itibaren ABD NASA, ABD Pennsylvania Üniversitesi, İsviçre ETHZ ve benzeri birkaç araştırmacının öncülük ettiği çalışmalarla hız kazanmıştır.

2.2 HA Teknolojisinde Gelişim ve Uygulama Alanları

Teknolojik gelişimlere bağlı olarak, kontrol ünitesinin yerine akıllı telefon ve tabletlerin kullanımı, uçuş operasyonunun GPS, wi-fi alıcıları, MEMS INS sensörlerinin yanı sıra görünür bant, multi-spektral, termal, hiper-spektral ve lazer vd. algılayıcıların düşük maliyetlerle erişilebilir olması HA üretim maliyetlerini çok azaltmıştır. GNSS teknolojisinde minimize donanım çözümleri sayesinde PPK (Post Processed Kinematic) GNSS ile gerçekleştirilen navigasyonun konumlandırılması daha doğrulukla yapılabilmektedir (Colomina et.al, 2014)).

HA global ölçekte en yaygın olarak uygulama alanı bulduğu ilk sektör; emlak ve inşaat, fotogrametri (havadan ölçme), film/hava fotoğrafçılığı, tarım ve havadan izleme (takip) faaliyetlerini içermektedir.

3. HA FOTOGRAMETRİSİLE ÖLÇME

3.1 Geleneksel Fotogrametri ve HA Fotogrametrisi

Sonuç ürün odaklı yaklaşımda fotogrametri ile HA fotogrametrisi (Structure from Motion) arasında fark gözlenmesine de hesaplama yaklaşımları ve süreçleri arasında belirli farklılık mevcuttur. Bu farklılık, fotogrametrisinin olgunlaşmış geometrik, istatistiksel ve matematik temellere dayanması; HA fotogrametrisinin ise bilgisayarlı görüş (computer vision) alanında nesne tanıma, çok sık nokta bulutundan katı model oluşturma amaçlı görüntüleme ve geometrik dönüşüm algoritmalarına ve modellerine dayanmasından kaynaklanmaktadır. Bu farklılıktan ötürü, planlama, kurgu ve hesaplama dikkate edilmemesi durumunda iki yaklaşım arasında belirli koşullarda önemli

2013 yılında EuroSDR emsiyesi altında Almanya, İngiltere, Fransa, Hollanda, İsviçre, Finlandiya, İrlanda'nın harita ve kadastro kurumlarının katılımıyla gerçekleştirilen HA'nın harita ve kadastro çalışmalarında kullanılması test çalışmasında elde edilen sonuçlar, ülkelerin mevzuat ve izlenen süreçlerinden kaynaklanan farklılıkları yayımlanmıştır. Özet olarak ülkeler; HA fotogrametrisinin sağladığı olanak ve gelişmelerin izlendiği, HA fotogrametrisinin büyük ölçekli çalışmalarda kullanılan hava fotogrametrisinin yerini henüz alamayacağı, altlık veri olması halinde, HA verisinin kadastral, arazi yönetimi gibi konularda lokal olarak güncellenmede kullanılabileceği eklinde farklı yaklaşımlarını ortaya koymuştur (Cramer et.al., 2013).

3.2 HA Fotogrametrisinin Ölçme Çalışmalarına Katkısı

HA fotogrametrisi özellikle tarım, madencilik, havadan fotoğrafçılık, emlak sektörlerinde kendine yer açmıştır. Harita, kadastro ve planlama işlerinde ise konunun mülkiyet hakkı ve bunun belirlenmesi olması sebebiyle daha temkinli davranılmakla birlikte, HA'nın uygulama olanakları konusunda, özellikle doğruluk, uygunluk, ölçülebilirlik (izleme, kalibrasyon, kayıt vb.) bakımından çok sayıda kurum, firma ve araştırmacının derinlemesine çalışması sürmektedir. Bu arada, uygulamalardan edinilen tecrübelerle birlikte HA kullanılarak ölçme konusunda kalite güvence ve altyapı oluşturulması ihtiyacı hızla artmaktadır.

Bu çalışmada, bir örnek HA fotogrametrisi uygulamasından yararlanarak ürün odaklı ve süreç odaklı yaklaşımla; geleneksel fotogrametri ile HA fotogrametrisi arasında hesaplama yaklaşımları ve süreçleri arasındaki farklılıklar ortaya konmaktadır. Bu farklılıkların gözlemlenmesi halinde ortaya çıkabilecek konumsal, kesit ve yüzey doğruluklarında oluşabilecek sonuçlar tartışılmaktadır.

Bu sayede, yeni teknolojilere uyum ve uygulamanın mevzuattaki gelişmelerin önünde ilerlemesi, arada oluşan boşlukların doldurulması konusunda ülke haritacılık sektöründe belirleyici olan kurum ve birlik ve derneklerin geliştirecekleri düzenlemelere katkı verilmesi hedeflenmiştir. Bunun yanı sıra, HA sektörü, düzenlemeler ve mevzuata dair tam ve açık bilgiye sahip özel sektörün yatırım ve kararlarında; global ve ulusal HA sektörünün yönelimi, uluslararası ve ulusal havacılık alanındaki var olan düzenlemelerin bulaşıcılığı ve ülkenin genel güvenlik ve savunma konularının dikkate alınması yoluyla kaynaklarını yerinde kullanmaları, ticari karar ve faaliyetlerinin beklenen sonucu vermesine altyapı oluşturulmasına yardımcı olunması amaçlanmıştır.

3.3 HA Fotogrametrisinin Ölçme Çalışmalarına Katkısının Belirlenmesi Amaçlı Test Tasarımı

HA Fotogrametrisi ile elde edilen nokta bulutu, sayısal yükseklik modeli ve ortofoto ürünlerinin ölçme çalışmalarına ek olarak kullanılabilirliği konusunda iki ayrı deney tasarlanmıştır. Bunlardan ilkinde nispeten düz, eğimi az, bitki örtüsü kaplaması düşük, yapılaşmış orta yoğunlukta bir alan seçilmiştir. İkinci test bölgesinde ise, alansal su rezervuarı, yüksek boy, geniş taçlı ve yoğun örtülü orman alanı, kısmi yapılaşma ve orta yükseklikte binaların olduğu bir bölge seçilmiştir. Söz konusu ikinci bölgede ayrıca 1:1000 ölçekli halihazır harita verileri de üretilerek, ayrıntılı analiz için altyapı oluşturulmuştur.

Tasarlanan deneylere ait kamera, uçuş bilgileri Tablo 1'de sunulmuştur. Bu deneylerde kullanılacak veriler ve ön analizler tamamlanmıştır.

Tablo 1. HA Fotogrametrisi Analizi Amaçlı Tasarlanan Deney Statistikleri

Bilgi		
Kamera	Sony A6000	Sony IMX377
Sensör (mm)	23 x 16	6.20 x 4.65
Odak Uzaklığı (mm)	20.527	20
Sensör Büyüklüğü	6000 x 4000	4000 x 3000
Kolon	5	~ 100
Blok	1	14
Bindirme %	60	60-80
Ort. Zemin Yüksekliği	1200	1350
Ort. Uçuş Yüksekliği	1470	1440
Ort. Ölçek	13000	4500
Alan (km ²)	1.8 x 3	3.5 x 3
Fotograf	151	~ 1500
YKN	60	~200
Bölge	Ankara	Bolu

Bu deneylerde, HA fotogrametrisinde kullanılan hesaplama süreci, matematiksel-istatistiksel model, dengeleme hesap yaklaşımı ile doğruluk ve ölçü güvenilirliğinin beklendiği geleneksel fotogrametri arasındaki farklılıklar ortaya konmaktadır.

Burada, temel olarak bütüncül ve global bir çözüm sağlayan fotogrametrik dengelemede hedeflenen global modele dair hataların toplamına ilişkin optimizasyon fonksiyonunun minimizasyonu, ölçülerin uyumsuzluğunun belirlenmesi ve ölçülerin güvenilirliklerinin tespiti, ölçülerin dengeleme modeline katkıların, dengeleme modelinde bilinmeyenlerin anlamlılık ölçütleri gibi konuların HA fotogrametrisinde (SfM) hesaplama sürecinde nasıl yer bulduğunu ortaya konmaktadır. Diğer taraftan, lokal gericiyatımın verimli bir şekilde yapılmasını amaçlayan SfM hesaplama yaklaşımının geleneksel fotogrametrisinin aynı doğruluk ve aynı düzlemde var olmayacağına ilişkin matematiksel model ve yaklaşımın demetleri dengelemesinden nasıl yararlandığını ve geleneksel fotogrametriden ne yönde farklılaştığını tartışılmaktadır. İfade edilen bu farklılıkların, hangi koşul ve çerçevede ölçme disiplininde beklenen doğruluk ve koşulları sağlayacağı ifade edilmektedir.

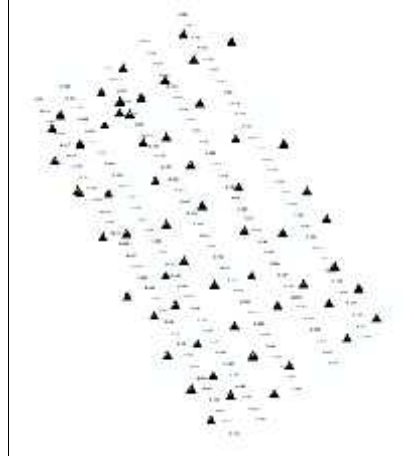
Yapılan çalışmada sonucunda, hesaplama yaklaşımlarındaki farklılıkların yanı sıra;

- Geleneksel spot(noktasal) konumsal doğruluk (yatay ve dikey)
- Yükseklik modelinde noktasal ve kesit doğrulukları,
- Komparatif ve geometrik ilişkilerin korunması

gibi hususlarda metrikler ortaya konacaktır.

3.4 Ankara Deney Bölgesinde Yapılan HA Uçuşları

Ankara bölgesinde HA ile çekilen fotoğraflar ekil 1.a, oluşturulan nokta bulutu ekil 1.b ve ortofoto ekil 1.c'de sunulmuştur.



ekil 1.a Fotograf ve YKN Dağılımı



ekil 1.b Ortofoto ve YKN Dağılımı



ekil 1.c Ortofoto

Bolu bölgesinde HA ile çekilen fotoğraflardan bir bloka ait nokta bulutu ekil 2.a, fotoğrafların dağılımı ekil 2.b'de sunulmuştur.



ekil 2.a Nokta Bulutu

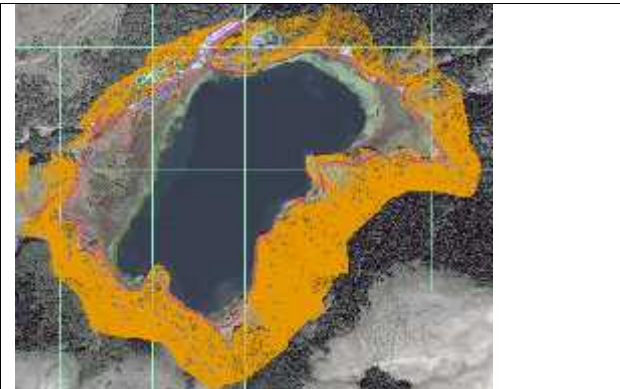


ekil 2.b Blok tasarımı

Bolu bölgesinde HA uçuş planı ekil 3.a, 1:1000 ölçekli halihazır harita kaplama sahası ekil 3.b'de sunulmuştur.



ekil 3.a Uçuş Planı



ekil 3.b Halihazır Harita

4. GLOBAL VE ULUSAL HA PAZARI VE YÖNELİMLER

4.1 Global HA Pazarı: Savunma ve Sivil Sektör

2015 yılı itibarıyla 10.1 Milyar USD olan HA pazarının 2015-2020 döneminde %8.12 büyümeyle 14.9 Milyar USD seviyesine çıkacağı değerlendirilmektedir. Burada, talepteki büyük pay askeri, emniyet ve acil durumu da içine alan savunma ve güvenlik sektörlerince olmaktadır. Her ne kadar pazarın %65'ten fazla bir bölümü ABD tarafından yaratılsa da, Fransa, Çin, İngiltere, Avustralya, Kanada, Fransa ve Türkiye diğer önemli pazar oyuncularındır. Stihdam bakımından önümüzdeki 10 yıl içinde AB'de 150000 yeni iş olanağı yaratacağı yönündeki değerlendirilmenin global ve ülkemizde de kuşkusuz benzer gelişme yaratacağıdır (COM 207, 2014; Juul, 2015, UAV Market, 2015).

Sivil sektör HA pazarının 2015 itibarıyla 0.6 milyar USD olduğu ve 5 yıllık dönemde %17 ortalama yıllık büyüme beklenmektedir. Burada, tarım ve kamu uygulamaları tüm sivil HA sektörünün yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Bu gelişmeler sonucunda, 2020 itibarıyla dünyada 4.7 milyon adet HA aracının olması beklenmektedir.

4.2 Türkiye IHA Pazarı: Savunma ve Sivil Sektör

Türkiye HA sektöründe 1990'ların ilk yıllarında başlayan çabalar 2004 yılından sonra ivmelenerek, Turna, Keklik, Gözcü, Anka, Çaldıran, Bayraktar, Malazgirt gibi izleme, keşif, görüntüleme ve operasyonel olmak üzere 4.5 kg-1600 kg aralığında yük kapasiteli (MTOW-Azami Kalkış Yüklü) farklı amaç ve kullanım alanlarına dönük HA'lar üretilmiştir (Kahvecioğlu et.al., 2014). Türkiye'de HA sektörünün büyüklüğü 2015-2020 döneminde 300 milyon USD'den 400 milyon USD'ye çıkması beklenmektedir (Janes, 2010).

Sivil amaçlı HA üretme çabaları, hem savunma sanayi firmaları hem de devam etmekle birlikte, Pazar büyüklüğü hakkında bilgi mevcut değildir. Sivil amaçlı HA sektörünün gelişimi, savunma alanında yaratılacak yerel bilgi ve teknolojinin uyarlanması ile olabileceği değerlendirilmektedir.

4.3 HA Sektöründe Lider Firmalar ve Yönelimler

Sektörde yenilikçilikleri ile pazar oluşturan ve önde gelen üreticiler genellikle son 10-15 yıl içinde start-up olarak başlayan firmalardır. Örnek vermek gerekirse, DJI (Çin), Parrot (Fransa) ABD'de AeroVironment (ABD), 3D Robotics (ABD), Titan Aerospace (ABD), Aurora Flight Sciences (ABD) sektörde liderlik yapan firmalardır (Canis, 2015).

Üretici firmalarca geliştirilen IHA yazılımlarına ek olarak uçuş planlama, uçuş kontrol, sensör kontrol ve veri transferine dönük açık kaynak HA yazılım platformları Intel ve Linux'un da yer aldığı açık kaynak platformlarınca geliştirilmektedir. Ayrıca, HA sektöründeki hızlı gelişme standartla tırma ihtiyacını da ortaya çıkarmıştır. Bu çerçevede ETHZ tarafından geliştirilen HA yazılımının temel standart olması amacıyla çalışmaları başlatılmıştır.

Google'ın geliştirdiği HA teknolojisi, haritalama, iletişim ve internet erişimi amaçlı çok-çok büyük boyutu (yolcu uçandan büyük), güç kaynağını güne enerjisinden alan, Troposferin ötesinde, Stratosfer (~ 20 km) içinde seyir yeteneğine sahip olmanın yanı sıra yeni kullanım alanı açacaktır.

4.4 HA Pazar Gelişimini Etkileyen Faktörler

Her ne kadar pazar ve uygulamaya düzenleme getiren ulusal ve uluslararası (ICAO, FAA, AB) mevzuat olmaları sebebiyle uzun dönemli projeksiyon yapmada belirsizlik yaratsa da pazardaki büyümenin %10 seviyesinde gerçekleştiği görülmektedir.

HA sektörünün gelişimini belirleyen üç ana faktör; (1) yetkili ulusal/uluslararası organizasyonlar tarafından yapılan HA test ve sertifikasyonu, (2) özel hayatın gizliliğine dair hukuki sınırlamalar, (3) çarpıcı madan kaçınma ve karmaşık hava sahası yönetimi sistemlerindeki gelişmeleri içermektedir.

5. SONUÇLAR

5.1 HA Güvenliği ve Kazalar

2015 yılında Beyaz Saray'a yanlışlıkla inen HA'nın yanı sıra Atatürk Havalimanı gibi çok sayıda havaalanı çevresinde ve üzerinde uçurulan ve terör eylemlerinde kullanılan HA'ların güvenliği ne ölçüde tehdit ettiyi açıklar. Savunma ve askeri amaçlı HA'larda, açık kaynak bilgi ile elde edilen 2007-2014 dönemindeki kaza sayısı 200'ün üzerindedir. 2012 yılında Güney Kore'de GPS sinyali karıştırılması sonucunda gerçekleşen kazada iki kişinin ölmesi, 2014'te Almanya bakanının karıştığı HA saldırısı, 2016'da İngiltere'de trafikteki bir aracın HA ile takip edilmesi sonucunda ölümlü kaza olması HA'nın genel güvenlik, toplum güvenliği ve bireysel güvenlik açılarından dikkatle irdelenmesini zorunlu kılmıştır.

Yalnızca gerçekleşen ya da gerçekleşmesi olası kazalar dolayısıyla HA sektörünün hukuki altyapısının oluşturulması dahi elzem bir ihtiyaç iken; bunun ötesinde, sigorta, ticaret, sertifikasyon, güvenlik vd. alanları içeren daha kapsamlı mevzuata ihtiyaç olduğu göz ardı edilemez.

5.2 HA Sektörünü Düzenleyen Hukuki Altyapı

5.2.1 HA'nın Uluslararası Hukuki Altyapı ve Referanslar
HA mevzuatları temel olarak, ulusal mevzuata ek olarak Chicago Konferansı (UN Chicago Convention-1944) ile ortaya konan Uluslararası Sivil Havacılık Sözleşmesi ile buna dayalı kurulan (1947) Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (International Civil Aviation Organization-ICAO) yayınları ve uluslararası sözleşmelere dayanmaktadır (Cary, et.al., 2011, UAS ICAO, 2011).

HA mevzuat oluşturulma bakımından ICAO'nun 2011 yılında yayımladığı düzenlemenin ardından; ABD, AB, Avustralya, Sırbistan, İngiltere, Kanada vd. bazı ülkelerin mevzuat uygulama ve deneyimleri takip etmiştir.

5.2.2 Türkiye'de HA Hukuki Altyapısı

Öncesinde, Türkiye sivil havacılık alanını düzenleyen 5431 ve 2920 sayılı kanunlar esas alınırken, 2010'lardan itibaren bakanlık yasal zemin oluşturulması ve mevzuat çalışmaları, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) tarafından 5431 ve 2920 sayılı kanunlara istinaden "nsansız Hava Aracı Sistemlerinin Ayrılması Hava Sahalarının Operasyonlarının Usul ve Esaslarına İlişkin Talimat (SHT-IHA)" 30 Ekim 2013 yılında yayımlanarak daha özel bir hukuki altyapı oluşturulmuştur. Bu düzenlemedeki eksiklikler ile zaman içinde oluşan deneyimin

de yansıtıldığı ikinci özel düzenleme 22 Ocak 2016 tarihinde yine SHGM tarafından "nsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı (SHT-IHA)" yayımlanmıştır (Dikmen, 2015; SHT- HA 2013; SHT- HA 2014).

SHT- HA Talimatı ile, havacılık hukukunun temel üç konusu olan; hava sahasına entegrasyon/hava trafik yönetimi, uçuş elverlilik sertifikasyonu, IHA pilot/operatör lisansı ve sertifikasyonu konularına açıklık getirilmiştir. Bunun yanı sıra, kaza durumunda sorumluluk, amaç dışı kullanıma, özel hayatın gizliliğine karşı koruma ve HA'ların meskun ve kalabalık alanlara yakın bölgede kullanımına sınırlama getirilmiştir.

Türkiye'de olduğu gibi, HA konusunda hukuki düzenleme gerçekleştirilmiş çok sayıda ülkede 25-30 kg üzerindeki HA sivil havacılık mevzuatına tabidir. Bunun altındaki ağırlıktaki HA'lar ise kamu kurumları ya da yerel yönetimlerin gözetim ve iznine tabidir. SHGM tarafından Türkiye'de de uygulanabilirliği olan ve ICAO sözleşmelerinde konan limitleri de dikkate alınarak hazırlanan söz konusu talimat çerçevesinde; azami kalkış ağırlığı 500 gr'dan daha az, uçabilen oyuncaklar hariç tüm diğer kategoriler için sırasıyla ithalat, kayıt, uçuş izni, sertifikasyon, pilotaj, sigorta ve sivil havacılık kurallarına uygun operasyona doğrudan izin veren operatör ve izin sınırlamaları konmaktadır. Tablo'2 de ağırlığına göre sınıflandırılan HA'lara uygulanan prosedürlere ilişkin özet verilmiştir.

6. SONUÇLAR

Burada, HA tanımı, kısa tarihçesi, teknolojisi, harita ve kadastro ölçmelerinde kullanılması, sektör büyüklüğü, sektör yönetimi, hukuki altyapı konularında özet bilgi sunulmuştur.

Yeni teknolojilere uyum ve uygulamanın mevzuattaki gelişmelerin önünde ilerlemesi, arada oluşan boşlukun doldurulması konusunda ülke haritacılık sektöründe belirleyici olan kurum, birlik ve birliklerin yeterli ölçüde rol almaması gelecekte telafisi güç sonuçlar doğurması muhtemeldir. Bildiri kapsamında ilk aşaması hakkında bilgi sunulan HA fotogrametrisinin ölçme çalışmalarında nasıl yere alabileceğine ilişkin çalışmanın Türkiye ölçümünde, HA uygulamalarındaki belirsizliğin giderilmesine katkı sağlanması beklenmektedir.

Bu çerçevede, EuroSDR'ın deneyimine benzer şekilde, HA fotogrametrisinin (SfM) ölçme çalışmalarına katkısını belirlemek amaçlı tasarlanan iki deney için HA ile fotoğraf çekimi, ilk analizler hakkında bilgi verilmiştir.

Bu arada, özel sektör yatırım ve kararlarında; global ve ulusal HA sektörünün yönelimi, uluslararası ve ulusal havacılık alanındaki var olan düzenlemelerin bakanlık ve ulkenin genel güvenlik ve savunma konularının dikkate alınmaması kaynakların yerinde kullanılmaması, ticari karar ve faaliyetlerin beklenen sonucu vermemesine sebep olabileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

Canis, B (2015): Unmanned Aircraft Systems (UAS): Commercial Outlook for New Industry, Congressional Research Service, CRS Report, 7-5700 , R44192

Cary, L, J. Coyne (2011): ICAO Unmanned Aircraft Systems (UAS), Circular 328, 2011-2012 UAS Yearbook - UAS: The

Global Perspective – 9th Edition - June 2011 - Blyenburgh & Co © - www.uvs-info.com - Page: 112/216

Colomina, I., P. Molina (2014): Unmanned Aerial System for Photogrammetry and Remote Sensing, ISPRS JOURNAL OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, JUNE 2014

COM (2014) 207 (2014): A new era for aviation Opening the aviation market to the civil use of remotely piloted aircraft systems in a safe and sustainable manner, EUROPEAN COMMISSION, Brussels, 8.4.2014, COM(2014) 207 final

Cramer, M et.al. (2013): On The Use of RPAS in National Mapping – The EuroSDR Point of View, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-1/W2, 2013, UAV-g2013, 4 – 6 September 2013, Rostock, Germany

Cryderman, C, A. Shufletoski (2015): Evaluation of UAV Photogrammetric Accuracy for Mapping and Earthworks Computations, GEOMATICA Vol. 68, No. 4, 2014 pp. 309 to 317

Dikmen, M. (2015): nsansız Hava Aracı (IHA) Sistemlerinin Hava Hukuku Bakimından İncelenmesi, Savunma Bilimleri Dergisi, The Journal of Defense Sciences Mayıs/May 2015, Cilt/Volume 14, Sayı/Issue 1, 145-176.

Draeyer,B., C. Strecha (2014): White paper: How accurate are UAV surveying methods? Pix4D White paper, February 2014

Kahvecioglu, S., H. Oktal (2014): Turkish UAV capabilities as a new competitor in the market, International Journal of Intelligent Unmanned Systems, Vol. 2 Iss 3 pp. 183 - 191

Janes DS Forecast (2010): COTS Journal, The Journal of Military Electronics and Computing, Volume 12 Number 3 March 2010, RTC Group Publication

Juul, M (2015): Civil drones in the European Union, European Parliament, EPRS | European Parliamentary Research Service, October 2015

SHT- HA 2013 (2013): nsansız Hava Aracı Sistemlerinin Ayrılmış Hava Sahalarındaki Operasyonlarının Usul Ve Esaslarına İlişkin Talimat (Sht-Iha), Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü

SHT- HA 2015 (2015): nsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, Ankara

Timothy H. Cox, et.al (2004): Civil UAV Capability Assesment, December 2004, NASA

Torun, A.(2015): nsansız Hava Sistemleri, Haritacılık, Fotogrametri Uygulamaları ve Hesaplama Süreci, HKMO HA Fotogrametri E itimi Notları (Yansılar), Ankara

Torun, A. (2016): Integrating Geospatial Technologies: Reflections on Intergeo 2016, GIM International, November 2016

UAV Market-2015 (2015): The Global UAV Market 2015–2025, Ref Cpde: DF0060SR, Jan 2015

UAS ICAO (2011): Unmanned Aircraft Systems (UAS), Cir 328 AN/190, International Civil Aviation Organization

UAS PIEngineering (2012): Aspects of Accuracy in UAS Photogrammetry, White Paper Version 1.0.4PIEneering Ltd

Tablo 2: SHGM, ‘nsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı (SHT-IHA)’ Özet Tablosu

TÜR	Min- A ırlı k (kg)	Maks- A ırlı k (kg)	thalat	Kayıt	Uçu zin	Uçu a Elverili Sertifikası	Pilot, Lisans	Sigorta	NOTAM
Kategori Dı ı	...	0.5			-	-	-	Sorumlu	
IHA0	0.5	4	Katalog, standart	Kayıt	-, Uçu Operasyon El Kitabı	-	E itim, Kayıt	Sorumlu	Meskun
IHA1	4	25	Katalog, standart	Kayıt, Acil durum ini	+, Uçu Operasyon El Kitabı	+	E itim, Kayıt	Sorumlu	Meskun
IHA2	25	150	Uçu a Elverili k Sertifikası	Tescil, Hava trafik ünitesi ile haberle me	+, Onaylı Uçu Operasyon El Kitabı	+	Pilot E itim, Lisans	Sorumlu, Sigorta	Tüm
IHA3	150	...	Uçu a Elverili k Sertifikası , Test	Tescil, Algıla, sakın	+, Onaylı Uçu Operasyon El Kitabı	3 yılda yenileme, Servis bülteni, bakım	Pilot E itim, Lisans	Sorumlu, Sigorta	Tüm