

# İNSANSIZ HAVA ARACI SİSTEMLERİNİN VERİ TOPLAMA VE HARİTALAMA ÇALIŞMALARINDA KULLANIMI

*Fatih DÖNER<sup>1</sup>, Samed ÖZDEMİR<sup>2</sup>, Mustafa CEYLAN<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Yrd. Doç. Dr., Gümüşhane Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 29000, Merkez, Gümüşhane, [fatihdoner@gumushane.edu.tr](mailto:fatihdoner@gumushane.edu.tr)

<sup>2</sup>Arş. Gör., Gümüşhane Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 29000, Merkez, Gümüşhane, [samedozdemir@gmail.com](mailto:samedozdemir@gmail.com) [mustafaceylan5865@hotmail.com](mailto:mustafaceylan5865@hotmail.com)

## ÖZET

*Son yıllarda ihtiyaç duyulan konumsal verilerin elde edilmesi amacıyla benimsenen yöntemlerden biri de insansız hava araçlarının kullanımınıdır. İnsansız Hava Aracı (İHA), bir uçuş planına bağlı olarak otomatik ya da yarı otomatik olarak hareket edebilen veya yerdeki ya da başka bir araç içerisindeki bir pilot tarafından uzaktan kumanda edilerek uçurulan bir araçtır. İHA sistemleri pilotlu haritalama sistemlerinin yüksek uçuş yüksekliğinden kaynaklanan düşük çözünürlük ve yüksek maliyet kısıtlamalarına alternatif olarak kullanılabilir. İHA temelli veri toplama ve haritalama başta tarım, ormancılık, kent planlama, afet yönetimi olmak üzere birçok alandaki çalışmalarda ihtiyaç duyulan yeterli doğruluğu sağlayabilmektedir. Bu çalışmada, Gümüşhane Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi envanterinde bulunan bir İHS ile gerçekleştirilen uygulamayla, İHS'lerin veri elde etme ve haritalama için sunduğu olanakların ve kısıtlamaların değerlendirilmesi, elde edilen verilerin kullanılabilirliğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Test edilen sistem bir kızılotesi olmak üzere iki farklı kamera ile çalışabilmekte, 100 dakikaya kadar havada kalabilmektedir. Sistemle önceden hazırlanan bir uçuş planına bağlı olarak ayrıca uçuş sırasında yer kontrol istasyonundan gönderilen talimatlarla olmak üzere farklı uçuşlar gerçekleştirilmiştir. Bu uçuşlar sonucunda elde edilen verilerin doğruluk, maliyet ve veri toplama süresi kriterleri dikkate alınarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.*

**Anahtar Sözcükler:** İnsansız Hava Aracı Sistemleri, Veri Toplama, Coğrafi Bilgi Sistemleri

## ABSTRACT

### USE OF UNMANNED AIRCRAFT VEHICLE SYSTEMS IN DATA ACQUISITION AND MAPPING STUDIES

*In recent years, using unmanned aircraft vehicles is one of the adopted methods in order to obtain needed spatial data. Unmanned aircraft vehicle (UAV) is a tool which can be move automatically or semi automatically depending on a flight plan or can be flown by a pilot who stands on the ground or in another vehicle by remote control. UAV systems can be used an alternative to low resolution and high cost limitations resulting from high flight altitudes related piloted mapping systems. UAV based data acquisition and mapping can supply needed sufficient accuracy in numerous fields particularly agriculture, forestry, urban planning, disaster management. In this study, with a case study by using UAS which is found in Gumushane University Central Research Laboratory Practice and Research Center inventory; evaluating possibilities and limitations presented by UAS for data acquisition and mapping, determining usability achieved data was targeted. Tested system can be worked with two different cameras (one of them is infrared) and can be stayed on the air until 100 minutes. Depending on pre-prepared flight plan and giving instructions from ground control station during the flights, different flights was practiced. As a result of these flights, usability was evaluated by considering accuracy, cost and data collecting time criteria of acquired data.*

**Keywords:** Unmanned Aircraft Vehicle Systems, Data Acquisition, Geographic Information Systems

## 1. GİRİŞ

Nüfusun artması, arazilerin değerlendirilmesi, doğal kaynakların azalması ve insan faaliyetlerinin toprak, su ve hava üzerinde oluşturduğu baskı günümüzde çevrenin ölçülüp izlenmesini önemli bir hale getirmiştir. Doğal kaynakların kullanımı, yönetimi ve izlenmesi çalışmalarındaki artışa paralel olarak konumsal referanslı bilgi ihtiyacı da sürekli artmaktadır. Modern yersel, hava ve uydu bazlı teknolojileri kullanarak coğrafi bilgi sistemleriyle birlikte ihtiyaç duyulan veriler daha önce hiç olmadığı kadar hızlı ve doğru bir şekilde toplanmakta, analiz edilmekte ve sonuçlar çeşitli şekillerde sunulabilmektedir.

Son yıllarda ihtiyaç duyulan konumsal verilerin elde edilmesi amacıyla benimsenen yöntemlerden biri de insansız hava araçlarının kullanımınıdır. İnsansız Hava Aracı (İHA), bir uçuş planına bağlı olarak otomatik ya da yarı otomatik olarak hareket edebilen veya yerdeki ya da başka bir araç içerisindeki bir pilot tarafından uzaktan kumanda edilerek uçurulan bir araçtır. İHA sistemleri pilotlu haritalama sistemlerinin yüksek uçuş yüksekliğinden kaynaklanan düşük çözünürlük ve yüksek maliyet kısıtlamalarına alternatif olarak kullanılabilir. İHA temelli veri toplama ve haritalama başta tarım, ormancılık, kent planlama, afet yönetimi olmak üzere birçok alandaki çalışmalarda ihtiyaç duyulan yeterli doğruluğu sağlayabilmektedir.

İHA platformu taşıma kapasitesine ve özelliklerine bağlı olarak video kamera, termal ya da kızılötesi kamera sistemleri, multispektral kameralar, LiDAR algılayıcıları veya bu teknolojilerin birkaçını bir arada sunacak şekilde donatılmış olabilir. Ayrıca İHA GNSS/INS (Global Navigation Satellite System/Inertial Navigation System) sistemi, barometrik altimetre ve pusula sistemlerini içerebilir. Böyle entegre bir sistem genellikle İnsansız Hava Aracı Sistemi (İHS) olarak adlandırılmaktadır.

Bu çalışmada, Gümüşhane Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi envanterinde bulunan bir İHS ile gerçekleştirilen uygulamayla, İHS'lerin veri elde etme ve haritalama için sunduğu olanakların ve kısıtlamaların değerlendirilmesi, elde edilen verilerin kullanılabilirliğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. İHS'lerin sınıflandırılması ve kullanım alanları ikinci bölümde ele alınmıştır. Üçüncü bölümde, sahip olunan sistemi test etmek amacıyla gerçekleştirilen uygulamalar sistemin temel özellikleriyle birlikte verilmiştir. Çalışma, uygulamaların değerlendirildiği sonuç bölümüyle sona ermektedir.

## 2. İHS'LERİN SINIFLANDIRILMASI VE KULLANIM ALANLARI

Literatüre bakıldığında İHS'lerin kullanım amaçlarına göre sivil ve askeri olmak üzere iki ana grupta sınıflandırıldığı görülmektedir (Yüksel, 1995, Van Blyenburgh, 2007, Everaerts, 2008). Sivil amaçlarla kullanılan uygulamaları şu şekilde özetlemek mümkündür:

- Sivil taşımacılık ve nakliye
- Bilimsel/arazi izleme, jeolojik araştırmalar, toprak kayması tahmini,
- Hava durumu tahmini, atmosferik araştırma, okyanus gözetlemeleri, kasırga oluşumu incelenmesi, volkanik çalışmalar
- Keşif ve gözetleme, sel izleme, kasırga izleme, volkanik izleme, orman yangını tespiti, yağ kaçağı gözlemlene, deprem izleme, sahil gözetleme, uluslararası sınır devriyesi, uyuşturucu trafiği kontrolü, çevresel gözetleme, nükleer ve zehirli gaz radyasyonu izleme, ekin ve harman izleme, yüksek doğruluklu arazi haritalama.
- Uydu görevleri bütünleme, haberleşme desteği, seyrüsefer desteği, uzaktan algılama desteği
- Acil durumlar, arama – kurtarma, yangınla mücadele, afet operasyon yönetimi
- Yüksek gerilim hatlarının denetlenmesi
- Sahil koruma
- Hava fotogrametrisi
- Boru hatlarının, su kaynaklarının izlenmesi, su seviyesi değişimlerinin tespiti, su kirliliği tespiti

Askeri İHS'nin en önemli görevleri istihbarat, gözetleme ve keşiftir. Bu görevler için genellikle yük olarak görsel/ısı algılayıcılar kullanılır. Algılama veya taklit etme amacıyla geliştirilen yükler birbirlerinden farklı özelliklere sahip olsalar da, görevin belirlenmesi, görev ihtiyaçları için teknoloji geliştirilmesi, bu teknolojileri taşıyan hava platformu ve uçuş profilinin tasarlanması, işletim senaryolarının oluşturulması, kontrol algoritmaları gibi tasarımdan üretime giden süreçteki benzerlikleri bulunmaktadır. Keşif/gözetleme desteği görevi için sistemin 10km-200 km menzilde 1 saat ile 8 saat arasında görev yapması beklenmektedir. Bu uygulamalarda temel hedef yüksek irtifalardan daha yüksek çözünürlüklü görüntü bilgisinin elde edilmesidir. Yine askeri alanda taarruz, hedef benzetimi, elektronik harp gibi uygulamalarda da İHS kullanılabilir (Reg, 2010).

Menzil ve irtifaya göre ise İHS'ler için altı grup oluşturmak mümkündür. İlk grupta 15000m irtifaya ve 24 saat (ve üzeri) seyir süresine sahip İHS'leri bulunmaktadır. Bunlar son derece uzun menzillerde keşif ve gözetleme yaparlar. Genellikle hava kuvvetleri tarafından sabit üslerden kontrol edilmektedirler. İkinci grupta 2400m ile 3000m arasında irtifaya ve 12 saat seyir süresine sahip İHS'leri bulunur. Bunlar birinci gruptakilere göre daha basit sistemleri içinde çalışırlar. Kara ve deniz kuvvetleri tarafından işletilmektedirler. Üçüncü grupta kısa menzilli İHS'leri bulunur. Bunlar çeşitli sivil ve askeri amaçlar için kullanılırlar. Genellikle 100km'ye kadar menzillerde keşif, hedef belirleme, gözetleme gibi görevler için kullanılırlar. Dördüncü grupta mini İHS'leri yer alır. Bunlar 30km'ye kadar menzile, elle fırlatılabilme kabiliyetine ve birkaç saatlik seyir süresine sahiptirler. Beşinci grupta 10km'ye kadar menzile ve yaklaşık 1 saatlik uçuş süresine sahip İHS'leri bulunur. Bu sistemlerin kanat açıklığı 150mm'den fazla değildir. Kentsel ortamlarda, özellikle binaların arasında kullanıldığı için yavaş uçuş, süzülme gibi özelliklere gereksinim duyarlar. Son grupta ise uzunluğu 5cm'den küçük olan çok kısa menziller için gözetleme yapan sistemler yer almaktadır (Reg, 2010).

### 3. ÖRNEK UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde sahip olunan İHS ile gerçekleştirilen uygulama hakkında bilgi verilmektedir. Uygulama sahası olarak Gümüşhane il merkezine yaklaşık 25km mesafede bulunan Kale köyü seçilmiştir. Uygulama alanı içerisinde bina, yol ve ağaç gibi detaylar ve yükseklik farkları bulunmaktadır. Bu sayede İHS'den elde edilen verinin değerlendirilmesi ve otomatik pilotunun yeteneklerinin de sınanması da mümkün olmuştur. Öncelikli olarak uçuşun güvenli bir şekilde icra edilmesi için yeterli gereksinimleri karşılayan bir kalkış – iniş yeri tespit edilmiştir. Kalkış için 20mx50m, iniş için ise 100mx100m ebatlarında tercihen yumuşak zemine sahip boş bir alan gerekmektedir. Bunun yanında, kalkış yönü rüzgârı karşıdan alan ve önünde yol, bina, ağaç gibi engellerin bulunmadığı bir şekilde tespit edilerek uygulama gerçekleştirilmiştir.

Uygulama için kullanılan İHS kanatlar ile bütünleşik modüler bir gövde yapısına sahiptir. Gövde üzerinde Elektro optik/ kızıl ötesi pusula, fotogrametrik amaçlı DSLR kamera, öne ve ya yana bakan elektro optik ve ya kızılötesi algılayıcı ve gelişmiş çevresel izleme sistemleri bulunmaktadır. Sistem belirlenmiş algılayıcıyı üzerinde bulunduran hava aracı, katlanabilir rampa ve yer kontrol istasyonundan oluşmaktadır. Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3'te sırasıyla sistemin temel özellikleri, uçuş parametreleri ve algılama sistemi özellikleri verilmektedir.

**Çizelge 1.** Uygulamada kullanılan İHS'nin temel özellikleri

Kanat Açıklığı	230 cm
Uzunluk	96 cm
Merkez Modül Uzunluğu	67 cm
Kanat Alanı	67 dm <sup>2</sup>
Motor	Fırçasız
Dahili Güç Kaynağı	4S LiPo 5 Ah / 10 Ah
Boş Ağırlık	1.5 kg
Kalkış Ağırlığı	3.7 kg
Azami Kalkış Ağırlığı	4 kg

**Çizelge 2.** Uygulamada kullanılan İHS'nin uçuş parametreleri

En Uygun Uçuş Hızı	16 m/s (58 km/h, 32 kts)
Azami dikey hız	22 m/s (79 km/h, 43 kts)
Seyir Hızı	16 m/s (58 km/h, 32 kts)
Stall hızı	13 m/s (43 km/h, 23 kts)
Azami Tırmanma Hızı	5 m/s (960 fpm)
Uçuş Süresi	100 dakikaya kadar
Komuta ve Kontrol RF	868 MHz or 900 MHz + seçenekleri
Komuta ve Kontrol mesafesi	60 km'ye kadar
Kalkış	Otonom (rampadan fırlatılarak)
Seyir	Otonom (yol noktaları ile)
İniş	Otonom (paraşüt ile)

**Çizelge 3.** Uygulamada kullanılan İHS'nin algılama sistemi özellikleri

DSLR kamera çözünürlüğü	24.3 MegaPixel
Dahili Depolama	32 GB
Dahili Hassasiyet Aralığı	Boşluk ile ayrılmış değerler
Lens Türü	30 mm f 2.8
Toplam Uçuş Mesafesi	100 km
Görüntü Bindirme Oranı	Asgari %35 X ve %35 Y
Fotoğraf Çekimi Tetikleme	Otomatik GPS mesafesi ya da zamanlamalı
Kaplanan Alan	10 km <sup>2</sup> 'ye kadar
Azami çalışma Rüzgar Hızı	12 m/s
Yer Seviyesinden Özgün Uçuş Yüksekliği	80 m – 300 m

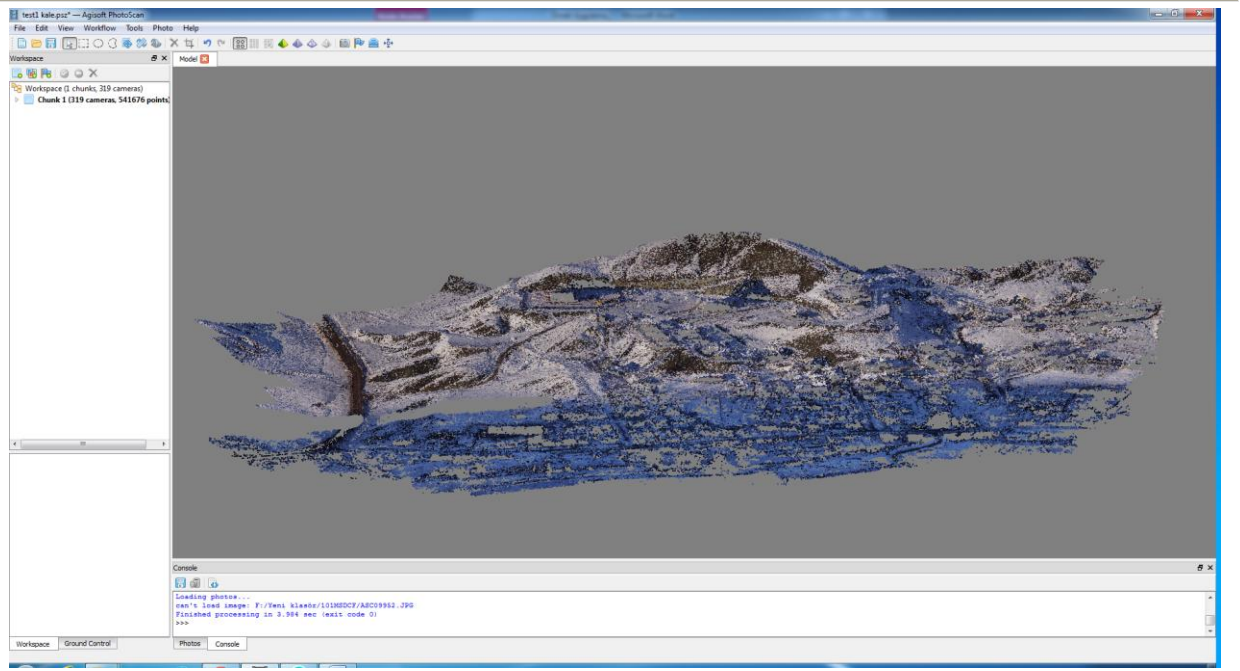
Uçuş öncesi çalışmalara, İHS gövdesinin birleştirilmesiyle başlanmıştır. Bir ekip tarafından gövde içine bataryalar yerleştirilmiş ve kamera açılarak kameranın uzaktan kumanda modunda olduğu kontrol edilmiştir. Başka bir ekip tarafından kurulan rampaya İHS yerleştirilmiştir. Yer istasyonu açılarak Virtual Cockpit yazılımı üzerinden İHS ile bağlantı kurularak İHS'nin yükseklik ve konum verilerini alması sağlanmıştır. Geopilot yazılımında uygulama alanı için oluşturulmuş uçuş planı yer istasyonuna aktarılmıştır. Kontrol işlemleri tamamlandıktan sonra kalkış yapılarak fotogrametrik alıma başlanmıştır. Şekil 1'de uygulama öncesinde gerçekleştirilen uçuş planına ait uygulama yazılımı arayüzü gösterilmektedir.



Şekil 1. Uygulamaya ait uçuş planının hazırlandığı uygulama yazılımı arayüzü

İHS yerden havalandıktan sonra yer istasyonundan aldığı uçuş planına göre arazi üzerinde uçuşunu gerçekleştirmektedir. Benzer şekilde, yer istasyonundan İHS üzerindeki kamera uzaktan kumanda edilerek fotoğraf çekimi başlatılmaktadır. Gerçekleştirilen uygulamada fotoğraf çekimi yerden 200 metre yükseklikte, X ve Y yönünde %70 bindirme olacak şekilde ve 47 metre aralıklarla olmuştur. Bu uygulama için uçuştaki yer örnekleme aralığı 2.6 cm olarak belirlenmiştir. Gerekli durumlarda çekim aralıkları geçen süreye göre de yapılabilmektedir. Uçuş boyunca İHS mümkün olduğu kadar hem yer istasyonundan hem de göz teması ile takip edilerek konumu kontrol edilmiştir. Alım tamamlandıktan sonra İHS kalkış yapılan yerin yakınında uygun bir araziye kontrollü bir şekilde indirilmiştir.

Uçuş tamamlandıktan sonra, kamera üzerindeki fotoğraflar hafıza kartından aktarılmıştır. Ayrıca İHS'nin GPS verisi de fotoğrafların değerlendirilmesinde kullanılmak üzere iş istasyonuna aktarılmıştır. İnişten hemen sonra, İHS paraşütü düzgün bir biçimde toplanarak sistem üzerindeki bataryalar çıkartılmıştır. Son olarak sistem üzerinde herhangi bir hasar olup olmadığı kontrol edilmiştir. Elde edilen fotoğraflar ve GPS bilgileri sistemle birlikte gelen uygulama yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen uygulamada yer kontrol noktası kullanılmadığı için fotoğrafların değerlendirilmesi İHS'nin GPS bilgileri ve kamera kalibrasyon verileri ile yapılmıştır. Fotoğraflar üzerindeki ortak noktalar yazılım tarafından otomatik olarak bulunmuştur. Yöneltilmesi yapılan fotoğraflardan nokta bulutu üretilmiş daha sonra bu noktalar sınıflandırılarak binalar ve ağaçlar arazi yüzeyinden ayrılmıştır. Elde edilen yüzey noktalarından Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) üretilmiştir. Şekil 2'de uygulama sonucunda üretilen modele ait görüntü uygulama yazılımı üzerinde gösterilmektedir.



Şekil 2. Uygulama bölgesine ait modelin uygulama yazılımı arayüzünde görünümü

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Gümüşhane Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi envanterinde bulunan bir İHS ile gerçekleştirilen uygulamayla, İHS'lerin veri elde etme ve haritalama için sunduğu olanakların ve kısıtlamaların değerlendirilmesi, elde edilen verilerin kullanılabilirliğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmaya ilk olarak İHS'nin sınıflandırılması ve kullanım amaçlarının araştırılmasıyla başlanmıştır. Sivil ve askeri alandaki çalışmaların son yıllarda artarak genişlediği görülmektedir. Ayrıca, kullanım amacına göre farklı kapasite ve kabiliyette İHS'lerinin mevcut olduğu anlaşılmaktadır. Her bir sistemin değerine göre eksiklik ve üstünlükleri bulunabilmektedir.

İnsanlı sistemlerle karşılaştırıldığında İHS'lerin en önemli avantajlarından biri maliyetlerinin düşük olmasıdır. Diğer bir avantajı da ulaşılması zor ve tehlikeleri alanlarda (deprem, sel, volkan patlaması gibi doğal afetlerin etkilediği alanlar, dağlık araziler vb.) kullanılabilmesidir. İHS için kısıtlayıcı faktörlerden biri taşıma kapasiteleridir. 5 kg civarındaki uçuş ağırlığına sahip sistemler yüksek kaliteli konumlama alıcıları ve LiDAR gibi haritalama sistemlerinin entegrasyonuna imkân vermemektedir. Ağırlığın az oluşu platformun rüzgar gibi çevresel koşullardan daha fazla etkilenmesine yol açmaktadır. İHS ile elde edilen verilerin fotogrametrik işlemlerde kullanılması da karmaşık bir işdir. Özellikle büyük ölçekli projelerde ve binaların çalışıldığı uygulamalarda uygun geometriye sahip blokların oluşturulması kolay olmamaktadır.

İHS'lerinin araştırılmasının ardından çalışmada, sahip olunan İHS'ni test etmek amacıyla gerçekleştirilen bir uygulamaya yer verilmiştir. Gerçekleştirilen örnek uygulamayla seçilen bir test bölgesinde uçuş öncesinden uçuş sonrasına kadar olan işlemler sıralı olarak açıklanmıştır. Uygulamayla yaklaşık bir saat süren bir uçuş ile uygulama alanına ait konumsal veriler elde edilebilmiştir. Sonuç olarak, bir kez yapılacak harcama ve kısa süreli bir eğitimle coğrafi bilgi gerektiren pek çok uygulamada ihtiyaç duyulan veriler İHS kullanılarak süratli bir şekilde elde edilebilir. Bu sayede özellikle coğrafi bilgi sistemleri için gerekli olan konumsal altlıkları üretmek mümkündür. Bununla birlikte, sistemlerin kısıtlamaları, maliyetleri ve ihtiyaç duyulan konumsal verinin kullanım amacı dikkate alınarak çalışmalar planlanmalıdır.

#### KAYNAKLAR

**Everaerts, J.**, 2008, The Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) For Remote Sensing and Mapping, in *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 37 (2008): 1187-1192.

**Reg, Austin**, 2010, Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment, *John Wiley & Sons Ltd.*

**Van Blyenburgh,, P.**, 2007, UAS Unmanned Aircraft Systems The Global Perspective 2007/2008, <http://www.uvs-info.com>, (15.08.2014).

**Yüksel, İ.**, 1995, *Otomatik Kontrol Sistem Dinamiği ve Denetim Sistemleri*. Uludağ Üniversitesi Basımevi