

## İnsansız Hava Araçları Lidar Etkileşimi

Hasan Bilgehan MAKİNECİ\* Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Konya, Türkiye,  
bilgehanmakineci@selcuk.edu.tr

### Öz

Günümüzde yaygınlaşan bir tür olan “İnsansız Hava Aracı Lidar Entegrasyonu” (İHA Lidar) önemli bir yenilik olarak araştırmalara konu olmuştur. Lidar kendi başına uzun yıllardır haritacılıkta kullanılan bir teknoloji olsa da İHA’lar ile birlikte kullanılması yakın zamanlarda başlamıştır. İHA ise genel manada yeni bir teknoloji olarak çeşitli araştırmalara açık bir türdür. İHA kullanımı genel anlamda fotoğraftan nokta bulutu çıkarımı şeklindedir. Fakat fotoğrafın yetersiz kaldığı durumlar; karanlık alımlar, meteorolojik olumsuzluklar, sık ormanlar vb. lidar algılayıcıları için tercih edilme sebebi olmuştur.

Bu çalışmada, internet üzerinden erişilen bazı firmaların İHA Lidar çalışmaları ve cihaz özellikleri araştırılmış ve firmalar tarafından beyan edilen değerler derlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İHA , Lidar, İnsansız Hava Araçları, UAV

### GİRİŞ

Son yıllarda yapılan çalışmaların ışığında insansız hava araçları (İHA) konusunda çok fazla gelişmeler olmuştur. İHA; temel uçuş yöntemleriyle benzer şekilde üzerinde herhangi bir pilotaj bulunmayan yer kontrollü veya otomatik olarak uçabilen hava araçlarına denir. (m.akgöl vd. 2016) Yerden kontrol edilebilir olmaları veya otomatik olarak uçuş planlaması yapılabilir olması İHA’ları cazip kılmaktadır. Genellikle üzerlerinde taşıdıkları kameralar ile çalışan İHA’lar haritacılıkta çok çeşitli alanlarda tercih edilmektedirler. Son yıllarda savunma sanayi ve askeri yatırımlar başta olmak üzere tarımdan, arkeolojiye, mimariden, turizme hayatın tüm alanlarında kendine yer bulmuştur. (m.omar ve m.yakar 2016) Fotogrametri ve uzaktan algılamanın temel prensiplerine dayanan İHA ile haritacılıkta, son dönemlerde çok fazla araştırılan ve geliştirilen bir konu haline gelmiştir. Yapılan çalışmalar genellikle fotoğraftan nokta bulutu üretimi üzerine olsa da yeni denemelerle İHA Lidar entegrasyonu

daha çok adından söz ettirmeye başlamıştır. Lidar, elektromanyetik ışınlarla ölçme işleminin genel adıdır. (L.karasaka ve F.yıldız 2013) Çoklu yansıma özelliğinin lazer sistemlerde daha sık kullanılmaya başlanması ile ormanlık alanlarda gibi alımın uzun süreler alacağı ve dik yamaç, vadi gibi alım yapmanın insan hayatına tehlike getirebileceği konularda lidar en önemli alım kaynağı haline gelmiştir. Maliyetlerin azaltılması ve kullanımın yaygınlaştırılması gibi temel hedeflerle Lidar sistemleri daha küçültülmüş ve günümüzde İHA’larla entegre halde kullanılmaya başlanmıştır. Kullanılan her sistemin birbirine olan olumlu ve olumsuz yanları tartışılabilir fakat geleceğin teknolojisinin bu entegrasyonda olduğu aşikârdır. Birçok lazer üreticisi İHA Lidar entegrasyonunu başarmak için yoğun çabalar göstermektedirler. Bu konuda belirleyici olan faktörler ise çok çeşitli olmakla beraber - yatayda ve düşeyde doğruluk, nokta atım sayısı, mesafe, dalga boyu, boyut, ağırlık vb. - kullanıcı açısından hala temel faktör sonuç ürün olarak görünmektedir.

Geliş Tarihi: 05.11.2016

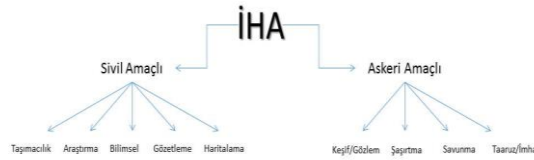
Kabul Tarihi: 14.12.2016

## MATERYAL VE YÖNTEM

İnsansız Hava Araçları ve bunların tasnif edilmesi hususunda bir takım genel kabuller yapılmaktadır. Özellikle niteliklerine göre ve niceliklerine göre sınıflandırılan İHA'ların lidar entegrasyonu da, bu sınıflandırmalara göre yapılmaktadır.

### İnsansız Hava Araçları ve Sınıfları

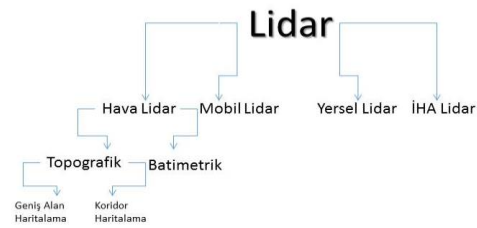
Nitelikleri ve nicelikleri açısından insansız hava araçları iki ana sınıfa ayrılırlar. (a.b.haser 2010) Nicel sınıflandırmada temel faktörler uçuş yüksekliği, uçuş süreleri, otomatik ya da yarı otomatik kontrol sistemleri, yakıt tipi, yükselme-alçalma süreleri vb. farklılıklar sınıflandırmaya konu olmaktadır. Niteliklerine göre ise askeri ve sivil insansız hava araçları olarak ikiye ayrılırlar. Askeri kullanımlar savunma, atak, gözlem vb. farklı amaçlara göre ayrılırlar. Fakat lidar entegrasyonuna konu olan İHA sivil kullanımlı tipte olup bir çok alt branş için tercih edilmektedir. Jeolojik, meteorolojik, topografik gözlemler amacı ile kullanılan İHA'lar, Çevresel ve ekolojik takip amaçlı kullanılan İHA'lar, 3B katı modelleme, röleve çıkarımı, kentsel modelleme, belediyeçilik ve coğrafi bilgi sistemleri altlıkları için kullanılan İHA'lar, endüstriyel belgeleme-takip amaçlı kullanılan İHA'lar ve tehlikeli bölgelerin haritalaması amacıyla kullanılan İHA'lar gibi birçok temel alanda İHA'lar Lidar ile entegre olarak kullanılabilir.



Şekil 1. İHA Çeşitleri

### Lidar Sistemleri ve Sınıfları

Lidar sistemleri temelde 4 ana başlık altında sınıflandırılabilir; hava lidar, mobil lidar, yersel lidar (yersel lazer tarama sistemleri) ve İHA Lidar. Kanatlı uçaklarla lazer tarayıcı, imu, gps ve ek bileşenlerin entegrasyonuna "Hava Lidar Sistemleri" denir. Bu sistemler çoğunlukla yüksek irtifadan büyük alanların haritalanması işlemlerinde tercih edilmektedir. Sistemlerin veri yükünün büyük olması ve sistem kurulum maliyetinin çok yüksek olması sebebiyle yeterli ilgiyi görememiştir. Mobil lidar sistemleri ise, herhangi bir kara veya deniz aracına yerleştirilen ve eş zamanlı olarak çalışan lazer tarayıcı, imu, gps ve ek bileşenlerinin adıdır. Günümüzde atv, sırt çantası, tekne, arazi aracı, bisiklet, vagonet vb. neredeyse tüm kara ve deniz araçlarında kullanımı denen ve başarılı olan mobil lidar sistemleri ise çok talep alan çeşittir. Yersel lazer tarayıcılar da lidar başlığında en sık tercih edilen diğer bir çeşittir. Son yıllarda ortaya çıkan İHA lidar ise henüz çok gelişime açık bir türdür. Şuanda geliştirilme ve denenme aşamasında olan İHA Lidar kimliğinde bulundurduğu avantajları ile bu alana yatırım yapanları kendisine çekmektedir. Çok yoğun orman alanlarının haritalanması, orman biyokütle hesaplanması, orman kadastro ve orman sınırlarının bulunmasında yoğunlaşmış olsa da gelecekte haritacılığın hemen her alanında etkin bir şekilde kullanılacağı görülmektedir.



Şekil 2. Lidar Çeşitleri

## SONUÇLAR

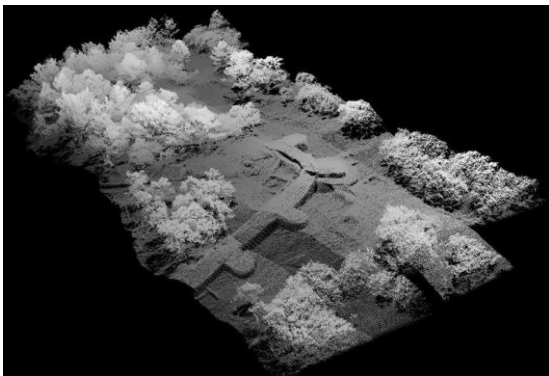
İnsansız Hava Araçları Lidar entegrasyonuna sahip ve bu konuda çalışmalar içerisinde olan bir takım firmalar çalışmalarını ve sonuçlarını

paylaşmışlardır. Bu firmaların cihazları ve bu cihazlarla yapılmış çalışmalar internet aramaları sonucunda bulunarak incelenmiş ve derlenmiştir. Ayrıca bu firmaların beyan ettikleri belirli özellikler de incelenmiştir. YellowScan firmasının ürettiği YellowScan Surveyor İHA Lidar ile piyasaya atılmıştır. Haritacılar tarafından haritacılar için üretildiği vurgusunu yapan firma Surveyor modeli için hassasiyeti 4cm ve mutlak doğruluğu 5cm olarak belirtmiştir. Batarya dahil 1.6 kg ağırlığa sahip olan cihazın uçuş süresi yaklaşık 2 saattir. Bu firmanın yaptığı bir çalışmada Belçika ile Lüksemburg arasındaki Ardenes ormanlık alanının arkeolojik kazılarında cihaz denenmiştir. (URL 1)

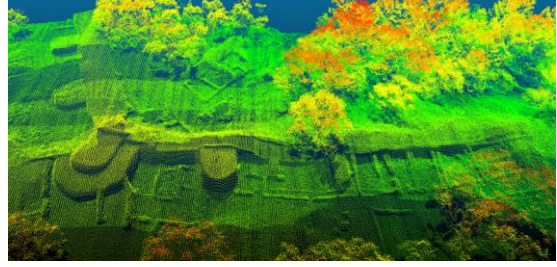


Resim 1. Ardenes Ormanı Arkeolojik Kazı Alanı

İkinci dünya savaşı sırasında önemli bir konuma sahip olan bu ormanlık alan hem arkeolojik birimler barındırmasından dolayı hem de ormanlık bir yamaç olmasından dolayı araştırmaya uygun bir alan olarak öngörülmüştür.



Resim 2. Pankromatik Nokta Bulutu



Resim 3. RGB Nokta Bulutu

Bu uçuş sonrası yazılımlar vasıtasıyla bitki örtüsü çıkarımı, sayısal yüzey modeli ve arazi modeli çıkarımı, arkeolojik kalıntı çıkarımı gibi çalışmaların başarıyla yapılabildiği anılmıştır.

Bir başka İHA Lidar ise Riegl firmasının RiCopter isimli ürünüdür. Farklı amaçlar için farklı özellikler barındıran RiCopter 150 m ile 750 m aralığında çeşitli uçuş yüksekliklerinde 5 mm ile 25 mm mutlak doğruluk aralığında veriler üretebilmektedir. Boyutları ve ağırlıkları genellikle aynı olan modeller atım sayısı ve tarama açısı olarak farklılıklar göstermektedirler. (URL 2)

Riegl RiCopter ürünüyle yaptığı orman envanteri çalışmasında bitki örtüsü, toprak kayması miktarı, zemin durumu gibi farklı özellikler katmanlar halinde çıkarımı yapılmış ve başarılı sonuçlar vermiştir. (p.amon 2015)

Riegl ve YellowScan gibi birçok İHA Lidar firması bu alanda önemli çalışmalara imza atmışlardır. Bu firmalar ve ürünlerinin detaylı özellikleri liste 1.'de gösterilmiştir. Gösterilen değerler firmaların kendi beyanlarına dayanmaktadır.

Riegl Ricopter	doğruluk	uzaklık	atım sayısı	açı	boyut	ağırlık
VUX-1	10mm	305m	500.000	330°	227x180x125 mm	3,6 kg
VUX-1 HA	5mm	150m	1.000.000	355°	227x180x125 mm	3,5 kg
VUX-1 LR	15mm	530m	750.000	330°	227x180x125 mm	3,5 kg
VUX-SYS	10mm	305m	350.000	230°	227x180x125 mm	3,6 kg
VQ-480-U	25mm	750m	275.000	60°	350x190x190 mm	7,5 kg
YellowScan	doğruluk	uzaklık	atım sayısı	açı	boyut	ağırlık
YellowScan Surveyor	4cm	100m	300.000	270°	100 x 150 x 140mm	1,6 kg
YellowScan Mapper	10cm	150m	40.000	270°	172 x 206 x 147mm	2,1 kg
UAV LidarPod	doğruluk	uzaklık	atım sayısı	açı	boyut	ağırlık
UAV LidarPod	10mm	kullanılan uav'ye bağlı	700.000	bilgi eksik	bilgi eksik	2.5kg
XACTENSE	doğruluk	uzaklık	atım sayısı	açı	boyut	ağırlık
MAX-8 Utility UAV v1.2	2 cm	120m	1.300.000	30°	203mm x 284mm	15 kg
Phoenix Lidar System	doğruluk	uzaklık	atım sayısı	açı	boyut	ağırlık
Scout Series	55mm	50m	300.000	360°	160 x 116 x 116mm	1.6 kg
Alpha AL3-16	35mm	50m	300.000	360°	150 x 140 x 240mm	2.5 kg
Alpha Series AL3-32	25mm	107m	700.000	360°	290 x 140 x 220mm	3.2 kg
Ranger Series	5mm	1350m	750.000	360°	308 x 180 x 129mm	5.3 kg
LeddarTech	doğruluk	uzaklık	atım sayısı	açı	boyut	ağırlık
Vu8 Lidar Sensor	bilgi eksik	215m	480.000	140°	bilgi eksik	75 gr
Leica Geosystems Lidar Sensors	doğruluk	uzaklık	atım sayısı	açı	boyut	ağırlık
Leica DragonEye Oblique LiDAR Sensor	2.5cm	1600m	m2'ye 16 nokta	20°	560 x 500 x 632mm	37 kg

Şekil 3. İHA Lidar Firmalarının Bazıları ve Teknik Özellikler

## TARTIŞMA

İnsansız Hava Araçları günümüzün en sık araştırılan konularındandır. İHA'lar yapabildikleriyle araştırmacıları memnun etseler de yapamadıkları bazı işler de sıkıntı yaratmaktadır. Eksiklikler bir takım teknolojik entegrasyonlarla kapatılmaya çalışılmaktadır. Lidar bunlardan biri olarak görünmektedir. İHA kameralar ile alımı yapılamayan veya alımlarında eksik çıkan alanların İHA Lidar sistemleri ile daha güzel alımının yapılabilmesi bu ortaklığı gelecekte daha sık duyacağımıza işaretler. Ormanlık alanlar, dik yamaçlar, sisli, puslu, bulutlu atmosfer koşulları, terör tehlikesi altındaki bölgeler,

radasyon veya insan sağlığına zararlı madde çıkışı olan bölgeler, orman yangınları, doğal afetler vb. birçok konu da İHA Lidar entegrasyonu ile gelecekte çok daha kolay çok daha doğru bir şekilde çözülebilecektir.

## KAYNAKÇA

Akgül, Mustafa, et al. "İnsansız hava araçları ile yüksek hassasiyette sayısal yükseklik modeli üretimi ve ormancılıkta kullanım olanakları." (2016): 104-118.

MOHAMMED, Omar, and Murat YAKAR. "YERSEL FOTOGRAMETRİK YÖNTEM İLE İBADETHANELERİN

- MODELLENMESİ." Selçuk-Teknik Dergisi 15.2 (2016): 85-95.
- Karasaka, Lutfiye, and Ferruh Yıldız. "An Overview of Terrestrial Mobile Mapping Systems: The Example of the Topcon IP-S2." (2013)
- Haser, A. Bahar. "Bu insansız hava aracı'ndan daha önce yapmamış mıydık." *Bilim ve Teknik, Tübitak Yayınları* 44.517 (2010): 32-37
- Amon, Philipp, et al. "UAV-based laser scanning to meet special challenges in lidar surveying
- URL 1.  
<http://www.yellowscan.fr/applications/archeology>
- URL 2.  
<http://www.riegl.com/products/unmanned-scanning/ricopter/>