

Tarımda Dijital Dönüşüm; İnsansız Hava Araçları Kullanımı

**Süleyman TÜRKSEVEN¹, Mehmet Zeki KIZMAZ¹, Arif Behiç TEKİN², Erkan URKAN²
Ahmet Tansel SERİM³**

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, İzmir

²Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, İzmir

³Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara
behic.tekin@ege.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 20.05.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 04.11.2016

Özet: İnsansız Hava Araçlarının (İHA) tarihi hava balonlarının yapılması ve çeşitli amaçlarla kullanımıyla başlamış, sonraki yıllarda uçak teknolojisindeki gelişmelerle birlikte insansız uçabilen uçak formunu almış ve günümüzdeki modern insansız hava uçakları üretilmiştir. Başlangıçta askeri amaçlarla kullanımı ön plana çıkmış daha sonra meteorolojik çalışmalarda ve şimdilerde tarımı içeren birçok sivil alanda değişik amaçlarla kullanılmaktadır. İHA'lar irtifa ve uçuş menzili dikkate alınarak veya kanat yapılarına göre sınıflandırılmakta ve günümüzde gerek askeri gerekse sivil çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Bunların sivil amaçlı olarak tarım faaliyetleri içerisinde kullanımını irdelenecek olursa; bitkilerde hastalık etmeni tespiti, yabancı ot flora tespiti, hassas kimyasal uygulama, hayvanların kontrolü, su stresi, verim-olgunluk tespiti vb. birçok konuda İHA'lar kullanılabilir. Sağladıkları avantajlar nedeniyle İHA'ların tarımda kullanımı her geçen gün artmaktadır. Ancak değişik nedenlerden kaynaklı yasal kısıtlamalar kullanımında bir engel olarak yer almaktadır.

Anahtar kelimeler: Tarım, insansız hava aracı, drone

Digital Conversion in Agriculture; Unmanned Air Vehicle Use

Abstract: The history of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) began with the discovery of air balloons and the use of them for various purposes. In the following years, the form of unmanned aerial vehicle was obtained parallel to the developments in aircraft technology and modern UAVs were produced. Initially, the use of military purposes was at the forefront, followed by meteorological studies, and now many civilian areas including agriculture are being used for different purposes. UAVs are classified according to their altitude and flight range, or are classified according to their wing structures and today both military and civilian are used in various fields. They can be used in agricultural activities including detection of diseases, detection of weed flora, sensitive chemical application, control of animals, control of water stress, yield-maturity determination etc. subjects. Due to the advantages they provide, the use of UAVs in agriculture is increasing day by day. However, legal restrictions due to various reasons prevent the use of them.

Key words: Agriculture, unmanned air vehicle, drone

GİRİŞ

Hava balonları insansız hava araçlarının atası olarak bilinir. İnsansız hava araçlarının (İHA) tarihi 1766 yılında Henry Cavendish tarafından hidrojen gazının keşfine dayanmaktadır (Anonymous, 2016a). Hidrojen gazının havadan daha hafif olduğunun anlaşılmasıyla hava balonları yapım çalışmaları başlamıştır. Yapılan ilk balonlar insanlı uçuşların yapılabilmesi için insansız uçuş denemelerinde kullanılmıştır. 19. yüzyılda hava balonları askeri ve

bilimsel amaçlı olarak kullanılmıştır. İHA'ların bilimsel amaçlı ilk kullanımı; Fransız Fizikçi Jean Baptiste Biot ve Fransız Kimyacı Joseph Louis Gay Lussac 1804 yılında 4 km yüksekliğe çıkarak havanın bileşimi ve dünyanın manyetik alanı üzerine araştırmalar sırasında gerçekleşmiştir (Anonymous, 2016b). Amerikan sivil savaşları (1861-1865) sırasında askerler tarafından insansız hava balonlarına alev püskürten silahlar monte edilerek saldırı yapmada kullanılmıştır

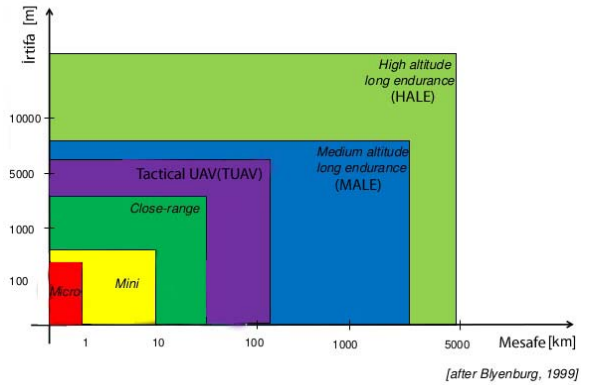
(Anonymous, 2016c). Fransız Meteorolog Leon Philippe Teisserenc de Bort 1902 yılında ölçüm aletleri yerleştirilmiş insansız hava balonları kullanarak insanların çıkamadıkları yüksekliklerde meteorolojik ölçümler yapmıştır (Anonymous, 2016d). Japonya 1945 yılında Amerika'ya yönelik saldırılarda yüksek irtifadan uçabilen yangın bombası yüklü motorlu hava balonları kullanmıştır (Anonymous, 2016e). Amerika 1950'lerde askeri amaçlı görüntü almak için kameralarla donatılmış balonlar kullanmıştır (Davies and Harris, 1988).

Havacılık alanıyla ilgilenen insanlar 1850 ve 1900 yılları arasında buhar gücüyle çalışan uçaklar yapma ve bunların havada kalmasını sağlamak için ilkel uçuş denemelerini içeren çalışmalar yapmışlardır (Anonymous, 2016f). Bugünkü modern insansız hava araçlarının üretilmesinde öncü çalışma kabul edilenlerden biri, Amerikan donanması tarafından 1918 yılında daha önce belirlenmiş bir rotadan 60 mil kadar gidebilen, kanatlı-pervaneli ve benzinle çalışan bombalar üretilmiştir. Almanlar 1944 yılına gelindiğinde uzun mesafe uçabilen, jet motorlu, 400 km s⁻¹ hıza ulaşabilen ve radyo dalgalarıyla kontrol edilebilen bombalar geliştirmişlerdir. Benzer şekilde Amerikalılar 2. Dünya Savaşı sırasında Japon hedeflerini vurmak için bu tür araçlar kullanmışlardır. Amerikan deniz ve hava kuvvetleri 1950-1970 yılları arasında devam eden bir program kapsamında teknolojik özellikleri daha üstün insansız hava araçları yapmak için çalışmalar yürütmüştür. Bir dönem bu araçların gerekliliği ve faydaları sorgulanmaya başlanmış ve çalışmalar yavaşlamıştır. İsrail'in 1982'deki Lübnan savaşında Suriye'ye karşı insansız hava araçlarını kullanması ve büyük bir başarı elde etmesi dikkatleri tekrardan bu teknoloji üzerine çekmiştir (Anonim, 2016g). Daha sonra 1990 Körfez savaşı sırasında gözetleme ve keşif amaçlı olarak kullanılmıştır. Amerika 2002 yılından itibaren günümüzdeki modern insansız hava uçaklarının bir tipi olan predator isimli araçları terörizm ile savaş operasyonlarında kullanmaya başlamıştır. Son 10 yıla kadarki yapılan tüm insansız hava araçları sabit kanatlı olanlardan oluşmaktadır. Daha sonra döner kanatlı, dikey hareket edebilen, HD kameralarla donatılmış, helikoptere benzer insansız hava araçları üretilmiştir. Günümüzde ise bir yolcu uçağı boyutundan bir böcek boyutuna kadar değişen, otonom kontrol sistemleri

güçlü İHA'lar üretilmektedir. İHA teknolojisi 2010'dan sonra sivil kullanıma açılmış ve ilgili yasal düzenlemeler yapıldıkça kullanımı alanları her geçen gün artmaktadır.

İHA'ların sınıflandırılması

Günümüzde çok farklı şekil, ebat, konfigürasyon ve karakterde araçlar üretilmektedir. İHA'lar değişik özelliklerine göre farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Daha çok uçuş menzili, irtifa ve kanat yapısı dikkate alınarak yapılan sınıflandırmalar kullanılmaktadır. İHA'ların uçuş menzili ve irtifalarına göre sınıflandırılması Şekil 1'de verilmiştir. Yaklaşık 500 m irtifa ve ortalama 1 km menzile sahip ise mikro Unmanned Aerial Vehicle (UAV), yaklaşık 800 m irtifa ve ortalama 10 km menzile sahip ise mini UAV, yaklaşık 1000 m irtifa ve ortalama 50 km menzile sahip ise kısa menzilli (close range) UAV, yaklaşık 5500 m irtifa ve ortalama 160 km menzile sahip ise taktiksel (Tactical) UAV, yaklaşık 9000 metre irtifa ve ortalama 2500 km menzile sahip ise orta irtifa uzun havada kalış (Medium altitude long endurance-MALE) UAV, 10000 m üzeri irtifa ve ortalama 5000 km menzile sahip ise yüksek irtifa uzun havada kalış (High altitude long endurance-HALE) UAV olarak adlandırılır (Blyenburgh, 1999).

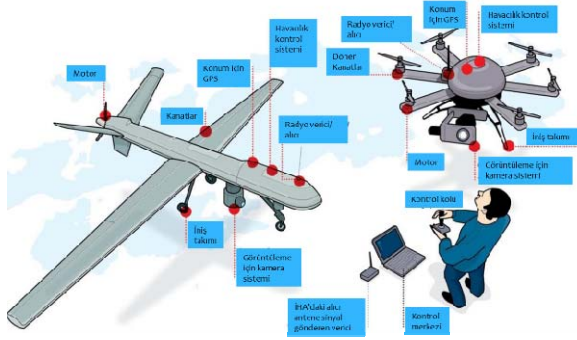


Şekil 1. İHA'ların uçuş menzili ve irtifalarına göre sınıflandırılması

Figure 1. Classification of UAVs according to their endurance and altitude

Bunun yanında İHA'lar kanat yapılarına göre Sabit kanatlı ve Hareketli kanatlı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Anonim, 2016h). Sabit kanatlı İHA'lar basit yapılı olması, bakım ve onarımının daha kolay olması, uzun uçuş süresi, bir uçuşta daha fazla alan

görüntüleyebilmesi, süzülerek havada kalabilmesi ve daha yüksek uçuş hızı gibi özellikleriyle hareketli kanatlı İHA'lara göre kullanımı daha avantajlıdır (Anonymous, 2016i). Sabit ve Hareketli kanatlı İHA'ların yapısı Şekil 2'de gösterilmiştir.



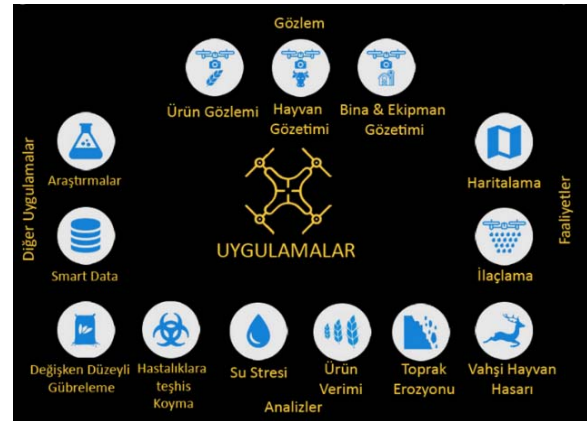
Şekil 2. Sabit ve Hareketli Kanatlı İHA'ların Yapısı
Figure 2. The construction of UAVs with fixed and rotary wings

İHA'ların tarımsal amaçlı kullanımı

İnsansız hava araçlarının son dönemde savunma ve güvenlik alanları dışında sivil alanda kullanılmaya başlanmasıyla tarım, yangın söndürme, taşımacılık, doğal yaşamı gözetleme, havadan çekim yapma, deprem sonrası hasar ve radyasyon tespiti gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. İHA'ların tarım alanında kullanımı hassas tarımda kullanılacak verilerin alt yapısını oluşturacak uzaktan algılama ve bitki izleme tekniklerine dayalı bitkilerde hastalık ve zararlı tespiti, su stresi tespiti, verim/olgunluk kestirimi, yabancı ot flora tespiti, su kaynakları kontrolü ve işçilerin gözetlenmesi amacıyla yapılan pasif uygulamalardır. Hassas tarım, son yıllarda tarımda uygulanmaya başlayan yeni bir tarımsal üretim yönetim yaklaşımıdır. Yeni yönetim yaklaşımıyla, doğadaki heterojenliği dikkate alarak homojen bir yönetim yaklaşımından kaçınılmaktadır. Örnekle açıklanacak olursa; yabancı ot, hastalık ve zararlıların kontrolü için kullanılacak kimyasal maddelerin israfını en küçükmeye yardımcı olmaktadır. Ayrıca, bitkilerin gerektiği kadar besin maddesi almalarını sağlayarak daha etkin üretimi sağlamaktadır. Diğer bir tanımla bilişim teknolojilerinin kullanılması yoluyla üretimi ve kaliteyi artırma amaçlı yönetim stratejisi olarak düşünülebilir. Bu yönüyle geleneksel tarımdan farklılık göstermektedir, çünkü daha hassas değişkenliği tanımlayarak yersel veri

yönetimi ile ilişkilendirmektedir. Dolayısıyla çiftçilere tamamen yeni bir bakış açısı ile üretim yapmaya yol açar. Hassas Tarım da hedef değişkenliğin yönetimidir. Uygun teknolojiler kullanılarak tarımsal üretim yapılan alanlar ile ilgili daha detaylı çeşitli veriler elde edilebilmektedir. Bu kapsamda, heterojenliğin seviyesine göre değişen alt alanlar ile ilgili veriler konumsal farklılığa bağlı olarak tarımsal girdilerin uygulanmasında kullanılabilir. Optimum girdi kullanımına izin veren heterojenliğin yönetimi ile tarımsal üretimde gerektiği kadar gübre, kimyasal ve su kullanılmakta, girdiler en aza indirilmekte ve gelir artışı sağlanmaktadır.

Bir diğer kullanım alanı ise hassas kimyasal uygulama, zararlı hayvanların uzaklaştırılması ve çiftlik hayvanları kontrolü gibi çalışmalarını kapsayan aktif uygulamalardır. İHA'lar Yamaha şirketinden ilaçlama amacıyla insansız bir helikopterin geliştirilmesi isteği ile 1980'lerde Japonya'nın öncülüğünde tarımsal amaçlı kullanılmaya başlanmıştır (Anonymous, 2016j). Sonraları uzaktan algılamada uydu ve hava platformlarından kaynaklı problemlerin üzerinden gelinmesi amacıyla tarımda yer almaya başlamıştır (Tekin et al., 2015). İHA'ların tarımda kullanıldığı konular Şekil 3'te özetlenmiştir.



Şekil 3. İHA'ların tarımda kullanıldığı konular
Figure 3. The subjects of UAVs in agriculture

Tarımda son yıllardaki görüntüleme sistemlerindeki gelişmeler yardımı ile de özellikle uzaktan algılama ile ilgili konularda İHA'lar çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

İHA'larda tarımsal amaçlı kullanılan foto sensörler

İHA'lardan faydalanılarak uzaktan algılama sistemi esaslı bitki izleme teknikleri ile hastalık etmeni, zararlı tespitini bunların zarar oranlarının belirlenmesi, yabancı ot flora tespiti, su stresinin belirlenmesi, hasat zamanının belirlenmesi ve verim tahmini gibi konularda kullanılması amacıyla kameralar ile görüntüler alınması gerekmektedir. Hava platformları ya da uydudan alınan görüntüler ile sezon içi geç dönem de ot haritaları üretilmesine yönelik çalışmalar yapılabilmektedir (Koger et al., 2003; De Castro AI et al., 2012). Alınan bu görüntülerde kullanılan kameraların sensörlerinin özellikleri son derece önemlidir. Gerçek görüntüye en yakın görüntüyü bize sağlayan Visual sensörler, vajetasyonun üç boyutlu ortama taşınmasını sağlayan Lidar sensörler, objelerin ısı fark esasına göre ayırım yapan termal sensörler ve kızıl ötesi dalga boyunda yansımaları ölçebilen multispektral ve hiperspektral sensörler kullanılmaktadır. Özellikle kızıl ötesi dalgaboyu yansımalarının kullanıldığı sensörler uzaktan algılama ile ilgili çalışmalarda son derece yaygın olarak kullanılmaktadır. Bitkilerin spektral imzalarındaki farklılıklardan kaynaklı ayırım, çeşitli endeksler kullanılarak elde edilmektedir. Bu farklar ile sağlıklı bitki ile sağlıklı bitki, yabancı ota kültür bitkisi, olgunlaşmış bitki ile olgunlaşmamış bitki, su stresindeki bitki ile sulama ihtiyacı olmayan bitki veya besin nokanlığı çeken ile besin noksanlığı olmayan bitki kolaylıkla spektral indekslerdeki farklardan ortaya koyulabilmektedir. Genel olarak sağlıklı bitkiler yeşil, su kaybına uğramış ve sağlıklı olmayanlar daha farklı bir tonda yeşil olabilmektedir. Bitkilerde oluşan değişimleri/zararları insan gözü algıladığında gerekli uygulamaları gerçekleştirmek için oldukça geç kalınır. Ancak görünür ışık tayfında ve yakın-kızılötesi (NIR) spektrum toplanan veriler ile bu farklılıklar insan gözünün algılayabileceği belirtilerin oluşmasından çok daha önce algılanabilirler.

Kullanılan endeksler

Bilim insanları Beyaz ışık ve Yakın kızıl ötesi sensörler yardımı ile yapılan ölçümlerden faydalanarak doğa fenomenlerinin belirlenmesi ve oluşan değişimlerin gözlenmesine yönelik birçok indeks geliştirilmiştir. Bu endeksler yardımıyla vegetative bitki

örtüsünün nitelik ve nicelik olarak değerlendirilmesi yapılmaktadır (Bannari et al., 1996) . Ancak bu endeksler içerisinde en çok NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) Endeksi kullanılmaktadır. Bu endeks normalize edilmiş farksal bitki indeksi olarak ifade edilmektedir. NDVI sayısal bir gösterge olup, elektro manyetik spektrumun görünür ve yakın kızıl ötesi dalga boylarını kullanılmaktadır. $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$ eşitliği ile hesaplanmaktadır. Index bitki örtüsünün çok fazla ışık yansıdığı yakın kızıl ötesi dalga boyunda diğer nesnelere yansıtılmaması prensibi üzerine formüle edilmiştir. Bitkiler susuz kaldığında ya da strese girdiğinde yakın kızıl ötesinde daha az ışık yansıtılırken, görünür dalga boyunda aynı miktarda ışığı yansıtılmaktadır. Dolayısıyla bu iki tip veri birleştirildiğinde bitki örtüsünün varlığının tespiti yanısıra sağlıklı olup olmadıkları da tespit edilebilmektedir. Benzer yaklaşımlar üzerine kurulmuş farklı endeksler geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam etmektedir. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI), ve Normalized Difference Red Edge Index (NDRE) geliştirilen endekslerden bazılarıdır. Önceki çalışmalardan indexlerle ilgili detaylı bilgilere ulaşılabilmektedir.

SONUÇ

Geçmişte İHA'lar daha çok askeri görevlerde kullanılmak üzere üretilmiştir. Zaman içerisinde teknolojik gelişmelere paralel olarak evrimler geçirecek günümüze kadar gelmiş ve 2010'dan itibaren sivil alanda çeşitli konularda kullanılmaya başlanmıştır.

Son yıllarda hassas tarım teknolojilerinin gelişmesi sayesinde İHA'larla havadan tek uçuşla yüzlerce hektar büyüklükteki tarladan yüksek çözünürlükte görüntüler alınabilmektedir. Bu çalışmalar insan ve işgücüne gerek kalmadan daha kısa sürede gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca uydulardan görüntü alınamayan bulutlu hava şartlarında dahi görüntü alma imkanı sağlamaktadır.

İHA'nın getirdiği birçok avantaj nedeniyle bu araçların sivil kullanım alanları arasında yer alan tarımda kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Ancak yasal kısıtlamalar ve güvenlik (özel hayat, terör faaliyetleri vb.) çekinceleri yaygınlaşmasının önündeki bir engel olarak yer almaktadır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonymous, 2016a. <http://www.notablebiographies.com/Ca-Ch/Cavendish-Henry.html>. Erişim tarihi: 29.11.2016.
- Anonymous, 2016b. Erişim tarihi: 29.11.2016 <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/history/Biographies/Biot.html>
<http://www.civilwar.org/education/history/civil-war-ballooning.html?referrer=https://www.google.com.tr/>
Erişim tarihi: 29.11.2016
- Anonymous, 2016c. <http://www.encyclopedia.com/science/dictionaries-thesauruses-pictures-and-press-releases/teisserenc-de-bort-leon-philippe>. Erişim tarihi: 29.11.2016
- Anonymous, 2016e. <http://www.history.com/news/attack-of-japans-killer-wwii-balloons-70-years-ago>. Erişim tarihi: 29.11.2016
- Anonymous, 2016f. https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_aviation_%E2%80%93_19th_century. Erişim tarihi: 30.11.2016
- Anonymous, 2016g. <http://www.rubincenter.org/2010/09/rodman-2010-09-07/> Erişim tarihi: 30.11.2016
- Anonymous, 2016h. <http://www.questuav.com/news/fixed-wing-versus-rotary-wing-for-uav-mapping-applications>
Erişim tarihi: 30.11.2016
- Anonymous, 2016i. <http://www.dohenydrones.com/news-fixed-wing-versus-rotary-wing> Erişim tarihi: 30.11.2016
- Anonymous, 2016j. <http://newatlas.com/uav-crop-dusting/27974/> Erişim tarihi: 30.11.2016
- Bannari, A., Morin, D., Bonn, F. and Huete, A. R.(1995) 'A Review of Vegetation Indices', *Remote Sensing Reviews*, 13: 1, 95 — 120
- Blyenburgh, P. V., 1999. UAVs: an Overview. *Uninhabited Aerial Vehicles (UAVs)*, *Air and Space Europe* Vol:1, No:5/6. pp. 43-47
- Davies M., E.; Harris W., R. (1988). *RAND's Role in the Evolution of Balloon and Satellite Observation and Systems and Related U.S. Space Technology*. ISBN: 0-8330-0919-2
- De Castro A., I., Jurado-Expósito M., Peña-Barragán J., M., López-Granados F. (2012) *Airborne Multi-spectral Imagery for Mapping Cruciferous Weeds in Cereal and Legume Crops*. *Precis Agric* 13(3): 302–321. doi: 10.1007/s11119-011-9247-0.
- Koger C., H., Shaw D., R., Watson C., E, Reddy K.,N. (2003) *Detecting Late Season Weed Infestations in Soybean (Glycine max)*. *Weed Technol* 17: 696-704. doi:10.1614/WT02-122.
- Tekin, A. B., Fornalè, M., Turhan, M., Maso, M., 2015. *Tarımda Teknolojik Evrim; İnsansız Hava Araçları. Akademik Bilişim Kongresi. 4-6 Şubat, 2015. Eskişehir.*
- Tekin A., B., Türkseven S., Kızmaz M., Z., Urkan E., Serim A., T., 2016. *Monitoring Weed Flora in Agricultural Fields with Unmanned Air Vehicle, Turkey 6th Plant Protection Congress, 5-8 September 2016, Konya, Turkey, 844 p.*
- Tetrault C. *Short History of Unmanned Aerial Vehicles*. [<http://www.draganfly.com/blog/a-short-history-of-unmanned-aerial-vehicles-uavs/>] Erişim tarihi: 31.10.2016.