

Geçmişten günümüze insansız hava araçlarının gelişimi

Yüksel Korkmaz¹, Osman İyibilgin^{2*}, Fehim Fındık³

28.07.2015 Geliş/Received, 18.11.2015 Kabul/Accepted

ÖZ

Havacılık alanında İnsansız Hava Araçlarına (İHA) yönelik talep ve çalışmalar tüm dünyada ve ülkemizde gün geçtikçe artmaktadır. İHA'lar, kumanda ya da uydu sistemleri aracılığıyla kontrol edilen, dikey olarak kalkış ve iniş yapabilen, uzun süreli uçuşları gerçekleştirebilen araçlardır. İHA'ların kullanım alanları arasında gözetleme, takip, nesne tanıma ve uzaktan müdahale sayılabilir. Günümüzde, çok rotorlu insansız hava araçları konusunda yapılan çalışmalar daha çok önem kazanmıştır. Dikey kalkış-iniş yapabilmesi nedeniyle piste ihtiyaç duyulmaması, iç ve dış ortamlarda geniş hareket kabiliyetine sahip olması, havada belli bir yükseklikte asılı kalarak uçabilmesi ve uçuş için tek rotorlu helikopterlerdeki kompleks mekanizmalara ihtiyaç duymaması bu araçların yaygınlaşmasında ana neden olmuştur. Bu çalışmada, son 20 yılda gerçekleştirilen İHA araştırmaları gözden geçirilmiştir. Genel olarak İHA'lar askeri ve sivil misyonlar için ikiye ayrılmış olup, bu çalışmada özellikle sivil amaçlı İHA'ların uygulama alanları incelenmiştir. İHA'yı oluşturan temel elemanlar irdelendikten sonra, uygulanan mekanik testler, kaldırma kuvveti ve aerodinamik testler özetlenmiştir. Son olarak da, İHA'ların avantaj ve dezavantajları vurgulanarak, gelecekte yapılabilecek çalışmalara ışık tutulmuştur

Anahtar Kelimeler: insansız hava aracı, tasarım, yenilenebilir enerji, kontrol ve haberleşme

Development of unmanned aerial vehicles from past to present

ABSTRACT

In the aviation field, the demand for and studies conducted on Unmanned Aerial Vehicles (UAV) increases all around the world and in our country each day. UAV's are controlled remotely or via satellite systems, are capable of vertical takeoff and landing and are capable of performing prolonged flights. UAV's are used in areas including but not limited to surveillance, tracking, object recognition and remote intervention. Nowadays, a significant part of studies done about unmanned aerial vehicles is conducted on multi-rotor helicopters. These vehicles don't need takeoff or landing strips. They have increased mobility both indoors and outdoors. In addition, UAV's can remain suspended in air, and they don't need the complex mechanisms that single rotor helicopters do for flight. These are the main reasons for the rapid spread of this technology. In this study, the UAV research that has been conducted in the last 20 years has been reviewed. Generally UAV's are divided into two categories—for civil and military missions. In this project, the applications for UAV's for civilian purposes were specifically discussed. After examining the basic elements that make up the UAV, the mechanical, aerodynamical and lifting force tests that are conducted on UAVs have been summarized. Lastly, the advantages and disadvantages of UAV's have been summarized and potential future projects have been discussed*

Keywords: unmanned aircraft, drone, design, renewable energy, control and communication

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1 Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Sakarya - ykorkmaz@sakarya.edu.tr

2 Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Sakarya - ibilgin@sakarya.edu.tr

3 Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalürji ve Malz. Mühendisliği, Sakarya - fındik@sakarya.edu.tr

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnsansız hava araçları, farklı amaç ve görevleri gerçekleştirmek amacıyla tasarlanmış olup, kullanılan batarya tiplerine bağlı olarak uçuş zamanı değişen cihazlardır. Standart kumanda ile 2.5 km uçuş menziline sahip olan bu cihazlar, daha gelişmiş kumanda sistemlerinin kullanılması ile 20km uçuş menziline ulaşabilmektedirler. Ancak uydu sistemlerinin kullanılması ile İHA'ların uçuş menzilleri, uydu sinyallerinin alınabildiği her yerde mesafe sınırı olmaksızın artırılabilir. Uydu aracılığı ile kumanda edilmesi durumunda karşımıza çıkan en büyük engel, batarya ile uçuş süresinin yetersizliğidir. Günümüzde çalışan hava araçlarının gelişimi son 20 yıla dayanmaktadır. Gelişen teknoloji ve taleplere bağlı olarak İHA'ların gelişimi hızlanmış ve farklı görev ve amaçları gerçekleştirecek birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, son yirmi yılda gerçekleştirilen çalışmalar incelendikten sonra gelecekte yapılacak çalışmalara ışık tutulmuştur.

2. SINIFLANDIRMA (CLASSIFICATION)

İHA araçlarının çıkış amaçları askeri alanlardaki ihtiyaçlardan kaynaklanmakla birlikte, günümüzde sivil alanlarda da yaygın bir şekilde kullanılmaya başlamıştır. Sivil alanda kullanılan İHA'lar, sosyal alanlarda kullanılmalarının yanı sıra, eğlence amaçlı olarak da hızlı bir şekilde yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada, askeri ve sivil İHA araçları olmak üzere iki kategoride inceleme gerçekleştirilmiştir.

2.1. Askeri İHA (Military UAV)

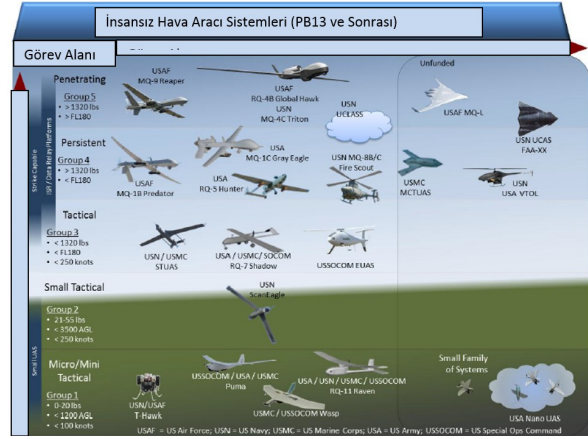
- **Hedef ve yem** –düşman hava savunma veya savaş uçaklarına karşı yem olarak kullanılarak hedef belirlemede yardımcı olan araçlar
- **Keşif ve gözetleme** – düşmana ait cephe bilgilerini toplayan araçlar
- **Çatışma** – yüksek riskli görevlerde kullanılan saldırı kapasitesine sahip araçlar

2.2. Sivil İHA (Civillian UAV)

- Lojistik- Kargo ve lojistik destek amaçlı araçlar
- Araştırma ve geliştirme- Gelecekte kullanılmak amacıyla farklı İHA teknolojilerinin denendiği araçlar
- Sivil ve ticari – Sivil ve ticari amaçlar için kullanılan araçlar
- Eğlence amaçlı kullanılan araçlar

Şekil 1'de Performans, taşıyacağı yük ve boyutuna göre İHA sistemleri gruplandırılmıştır [1]. Ayrıca Tablo 1 de

İHA kategorilerinin ağırlık, yükselti ve kullanım alanlarına göre sınıflandırılması gösterilmiştir [2].



Şekil 1. Performans, taşıyacağı yük ve boyutuna göre İHA sistemleri [1]. (UAV Systems for performance, payload and size)

Tablo 1. İHA araçlarının ağırlık, boyut, uçuş yüksekliği, hız ve uçuş süresine göre sınıflandırılması [2,3]. (UAV's Classifications for weight, size, flight altitude, speed and flight time)

İHA Tanımlama	Ağırlık (Pound)	Boyut (Feet)	Uçuş Yüksekliği (Yüzyeiden Yükseklik)	Uçuş Hızı (Miles/saat)	Uçuş Yarıçapı (Miles)	Uçuş Süresi (Saat)
Nano	<1	<1	<400	<25	<1	<1
Mikro	1-45	<3	<3.000	10-25	1-5	1
Küçük İHA	45-55	<10	<10.000	50-75	5-25	1-4
Çok Hafif Uçak*	55-225	<30	<15.000	75-150	25-75	4-6
Hafif Spor Uçak*	255-1.320	<45	<18.000	75-150	50-100	6-12
Küçük Uçak	1.320-12.500	<60	<25.000	100-200	100-200	24-36
Orta Uçak*	12.500-41.000	-	<100.000	-	-	-

*FAA- Tanımlanan insanlı uçak ağırlık kategorileri.

2.3. Sivil İHA'lar İçin Güncel Araştırma Alanları (Current Research Areas For Civillian UAV)

- Yangın, deprem, sel gibi doğal afetlerde, olay yerinin tespit edilerek, yardım ulaştırılması gibi konularda, gerçek zamanlı veri transferi ile destek sağlanması,
- Denizlerde, kırsal alanlarda yaşanan çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla, çevresel temizlik faaliyetlerini gerçekleştirmek üzere,
- Acil ilaç vs. ulaştırmak üzere, trafik gibi ulaşım problemlerine takılmadan hızlı ve etkili bir şekilde müdahale edilmesi,
- Balıkçılık, doğa fotoğrafçılığı, vahşi yaşamın gözlenmesi gibi hobi faaliyetlerinde kullanılması,

- Türü yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olan canlıların korunması amacıyla, kaçak avcılığın tespit edilmesi ve önlenmesi için, elde edilen verilerin ilgili birimlerle paylaşılması,
- Mitinglerde, konserlerde, geniş katımlı açık hava toplantıları gibi organizasyonlarda, güvenliğin sağlanması amacıyla kullanılması mümkündür.

Tablo 2’de Sivil İHA’lar için günümüzdeki ve gelecekteki popüler uygulama alanları tablo halinde gösterilmiştir.[4].

Tablo 2. İHA’ların sivil alandaki potansiyel uygulamaları [4] (UAV’s potential applications in civilian areas)

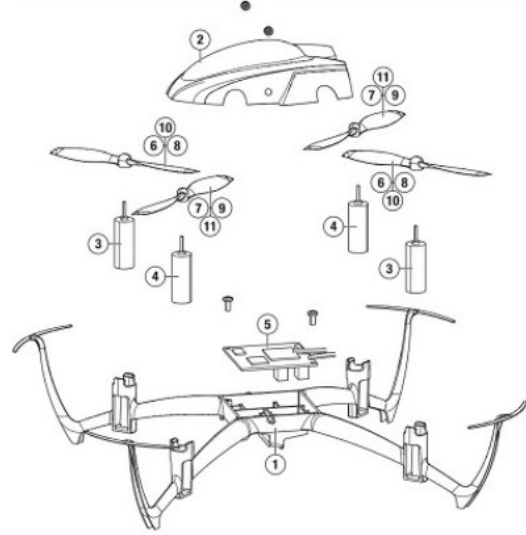
Sivil Uygulamalar			
Afet Kurtarma	Açık deniz teknolojisi ve okyanus madenciliği	Kosistem izleme	Deniz koruma
Araştırma	Yapı denetleme	Su örnekleme	Keşif
İletişim rölesi	Maden araştırması	Yüzey görüntüleme	Denizde terörle mücadele
Geri besleme	Deniz haritasının oluşturulması Hava tahmin ölçümleri	Bitki-hayvan izleme	Özel alanların gözetlenmesi

3. İHA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN ELEMANLAR (COMPONENTS USED IN UAV SYSTEMS)

İHA havacılık kompleksi uçak ve yer kontrol noktasından oluşmaktadır. Bu sistemlerde tek bir İHA kullanılabildiği gibi, çok sayıda İHA’da kullanılabilmektedir. İHA’lar arasındaki iletişim geliştirilen yazılımlar aracılığı ile sağlanmaktadır. İHA havacılık kompleksi aşağıdaki unsurlardan oluşmalıdır: [5].

- İskelet yapısı;
- Kontrol istasyonları (yönetim) ve anten sistemleri;
- Yazılım ve on-board izleme sistemleri;
- Veri işleme terminalleri;
- İniş sistemi;
- Uçuş güçlendirme sistemleri;

Şekil 2’de 4 adet pervaneden oluşan İHA için patlatılmış montaj görüntüsü ve parçaları gösterilmiştir.



No	Name	Adet
1	Gövde	1
2	Üst koruma	1
3	Sağ motor	2
4	Sol Motor	2
5	Devre Kartı	1
6-8-10	Sağ Pervane	2
7-9-11	Sol Pervane	2

Şekil 2. İHA için patlatılmış montaj görüntüsü ve parça listesi [6] (UAV’s assemble view and part list)

Uçuş sırasında, İHA kontrolü, uçakla ilgili (onboard) navigasyon kompleksi ve kontrol kompleksi tarafından otomatik olarak yapılır [5]. Aşağıda bu kompleksi oluşturan elemanlar açıklanmıştır.

- Uydu navigasyon alıcısı: GLONASS ve GPS navigasyon sisteminden bilgilerinin alınmasını sağlamaktadır.
- Rakım ve hava hızı ölçümü sağlayan sinyal sistemi: İHA’nın konumunun belirlenmesini ve güvenli bir uçuş gerçekleştirilmesini sağlamaktadır.
- Farklı tipteki antenler: Yer ekibinden gelen komutların algılanması ve hedeflenen görevlerin gerçekleştirilmesi amacıyla, efektif bir iletişim sağlamaktadır.

On-board navigasyon ve kontrol sistemi aşağıdaki özellikleri sağlamaktadır: [5].

- Verilen koordinat sistemi üzerindeki rotada, uçuş ve geri dönüş,

- Yerdeki kontrol noktasından gelen bir emirle rota görevinin değişimi veya başlangıç noktasına dönüş;
- İHA'ların oryantasyon açılarının stabilizasyonu;
- Verilen yükseklikler ve hava hızının desteklenmesi;
- Uzaktan ölçme verileri ve uçuş parametrelerinin iletimi;

İHA sistemleri, radyo frekanslarının izin verilen aralığında çalışarak, İHA'dan yere ve yerden İHA'ya veri transferi yapmaktadır [5]. Bu transfer işlemi, uzaktan ölçüm parametrelerini, kesintisiz video ve resimleri içermektedir.

4. TESTLER (TESTS)

İnsansız hava araçlarının performanslarının ölçülmesi, fiziksel ve aerodinamik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla birçok deneysel çalışma gerçekleştirilmektedir. Tasarlanan aracın kapalı alanlarda ya da açık hava şartlarında kullanılması durumuna bağlı olarak ihtiyaç duyulan mukavemet ve güç özellikleri değişmektedir. Açık havada kullanılacak İHA'ların hava koşullarına dayanıklı olması ve hafif olması önemli tasarım kriterleri arasında yer almaktadır. Bu amaçla iskelet yapısının üretiminde çoğunlukla, içi boşluklu plastik yapılar veya çok hafif olan karbon kompozit malzemeler kullanılmaktadır [7].

Gerçekleştirilen çalışmanın özelliğine ve hedeflerine bağlı olarak farklı testler uygulanmakla birlikte, en çok üzerinde durulan ve tüm çalışmalarda kullanılması gerekli olan temel testler aşağıda gözden geçirilmiştir.

4.1 Mekanik Test (Mechanical Test)

İnsansız hava aracını oluşturan iskelet yapısının, kendi ağırlığını ve üzerine yerleştirilen tüm ekipmanların ağırlığını taşıyabilecek mukavemette olması gereklidir. İHA tasarım kriterlerinde belirlenen toplam ağırlık dikkate alınarak sistemin yapısal analizi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, sistem üzerinde etkili olan rüzgâr ve yağış durumları gibi dış yükler de dikkate alınarak, emniyetli bir hesaplama gerçekleştirilmektedir. Analizler sırasında, hafif ve yüksek dayanıma sahip olan alternatif malzeme seçenekleri değerlendirilerek, ihtiyaçları karşılayacak en hafif yapının tasarlanması, uçuş süresinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır.

4.2 Kaldırma Kuvveti Ölçüm Test (Lifting Force Measurement Test)

İnsansız hava aracı üzerinde gerçekleştirilmesi gerekli olan en önemli testlerden bir tanesi kaldırma kuvvetinin

ölçüm testidir. İHA üzerinde kullanılan pervanelerin tüm sistemi kaldırabilecek özellikte olması ve seçilen motorlarında yeterli güce sahip olması büyük önem taşımaktadır. Sistemin gereğinden ağır olması ve motorların doğru seçilmemesi durumunda İHA yerinden havalanamaz. Bu amaçla uygulanan farklı test düzenekleri bulunmakla birlikte, en kolay yöntemlerden bir tanesi moment yöntemidir. Bu yöntemde, bir çubuğun uç noktasına yerleştirilen motor ve pervane çalıştırılarak diğer uçta oluşan moment değeri ölçülmekte ve bu sistemin sahip olduğu kaldırma kuvveti hesaplanmaktadır. İHA'nın sahip olduğu motor sayısı hesaplanan bu kuvvet ile çarpılarak, sistemin maksimum kaldırma kuvveti hesaplanmaktadır. Şekil 3'de kaldırma kuvveti ölçümü için kullanılan bir test düzeneği görülmektedir. [8]



Şekil 3. Kaldırma kuvveti ölçüm test düzeneği [8] (Lifting force measurement test system)

4.3 Aerodinamik Test (Aerodynamical Test)

Geliştirilmekte olan İHA sistemlerine ait kanat profillerinin belirlenmesi ve aerodinamik testlerin yapılması çok önemlidir. Bu amaçla, sonlu elemanlar yöntemi ve deneysel yöntemler olmak üzere iki uygulama yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Aerodinamik analizler için, ANSYS/Fluent paket programı, Abaqus paket programı gibi yazılımlar kullanılmaktadır. Yapısal analizler için ise, ANSYS ve ABAQUS paket programının yanı sıra, MSC PATRAN/NASTRAN veya MSC PATRAN/FLDS paket programları kullanılmaktadır. [9]. Analiz programları yardımıyla elde edilen kanat profillerine rüzgâr tüneli testleri uygulandıktan sonra üretim gerçekleştirilmektedir. Uçuş testlerinden sonra gerekli iyileştirmeler yapılarak İHA'ya ait aerodinamik testler tamamlanmaktadır.

4.4 Avantajlar ve Dezavantajlar (Advantages and Disadvantages)

Avantajlar ve dezavantajlar belirtildikten sonra, gelecekte dezavantajların azaltılması noktasında yapılabilecek iyileştirmeler ve çalışmalar belirtilebilir [10].

4.4.1. Avantajlar (Advantages)

- Üretim ve satın alma maliyetleri pilotlu uçaklara göre çok düşüktür.
- Yakıt ve uçuş maliyetleri düşüktür.
- Görev sırasında can kaybı riski bulunmamaktadır.
- Görüntüleme tekniklerinin kullanılması ile takip yapabilmekte ve tehlike durumlara karşı kullanıcıları haberdar edebilmektedir.
- Hız, basınç ve hava şartları gibi etkenlerden daha az etkilenmektedirler.
- Kalifiye eleman ihtiyacı pilot yetiştirme maliyetine göre daha düşüktür.
- 48 saate kadar havada kalabilmektedirler.
- Elektro optik sistemler ile gece ve gündüz görev yapabilmektedirler.
- Takım halinde uçarak koordineli bir şekilde hareket edebilmekte ve daha fazla alanı kısa sürede tarayabilmektedir.

4.4.2. Dezavantajlar (Disadvantages)

- Hava saldırılarına ve savunma sistemlerine karşı savunmasızdırlar.
- Araca karşı gelen tehditleri algılama yeteneği canlı bir pilota göre daha zayıftır.
- İnsanlı hava araçları gibi ulusal ve uluslararası hava sahaları ile ilgili düzenleme ve sınırlamalara tabidir.
- Kaza kırım oranı savaş uçaklarına göre daha yüksektir.
- İHA'lar ile yer kontrolü arasındaki bağın kopması durumunda araçlar yer unsurları için risk oluşturabilmektedir [11].

4.5. İHA Kullanımının Nedenleri (UAV Usage Reasons)

- Sıkıcı misyonlar insansız sistemler için idealdir. Çok uzun süreli sıradan işlerin insanlı sistemler ile yapılması sıkıcıdır. Uzun süreli gözlem içeren gözetim misyonları içinde iyi örnekler vardır. İnsansız sistemler, günümüzde "sıkıcı" işlerin tüm alanlarda yapılmasına imkân sağlamaktadır [1].
- Kirli misyonlar, personeli gereksiz yere tehlikeli işlere maruz bırakma potansiyeline sahiptir. Örnek; kimyasal, biyolojik ve nükleer algılama misyonlarıdır. İnsansız sistemler ile, bu kirli misyonları operatörleri daha az riske maruz bırakarak gerçekleştirilebilirsiniz.

- Tehlikeli misyonlar yüksek risk içerir. Otomasyon ve performans yeteneklerindeki gelişmeler sayesinde, insansız sistemler tarafından personelin riske atılmadan verilen görevleri yerine getirmesi mümkündür.

5. GELECEĞE BAKIŞ (FUTURE PERSPECTIVE)

İHA'lar, karmaşık misyonları yürütmek amacıyla; hedef algılama, tanıma ve tahrip gibi görevleri üstlenmektedir. Grev bastırılması; elektronik saldırı; ağ düğümü / iletişim rölesi; havadan teslimat / yeniden ikmal; hedefteki harekâta nakil ve hava ikmal konularında, daha etkin bir kullanım sağlamak için araştırmalar devam etmektedir [8]. Hava Trafik Yönetimi kullanıcıları ve sağlayıcılar arasında bilgi alışverişinin sağlanması ve bilgi yönetim sisteminin oluşturulması, gelecekte daha da önemli hale gelecektir.

İHA kullanımı, aşağıda tanımlanan parametrelerin iyileştirilmesi ile daha etkin hale gelecektir.

Füzyon Sensörü: Uçak kullanımı için farklı sensörlerden gelen bilgileri birleştirir.

Haberleşme protokolü: Birden fazla faktör arasındaki iletişimi ve koordinasyonu sağlamaktadır.

Hareket Planlaması (rotanın planlanması): Uçuş sırasında herhangi bir engel ile karşılaşılması durumunda rotanın değiştirilmesi ve engelin aşılmasından sonra tekrar rotaya dönülerek optimum güzergaha karar verilmesini sağlamaktadır.

Yörünge Üretimi: Yapay zeka teknikleri kullanılarak, belirli bir rotayı takip etmek veya bir yerden başka bir yere gitmek için, alternatif rotaların belirlenmesi ve en uygun olanının tercih edilmesini sağlamaktır.

Görev Tahsis ve Planlama: Belirli bir görevin gerçekleştirilmesi sırasında, İHA'lar arasındaki görev dağılımının belirlenmesi, liderin takip edilmesi ve lider ile iletişim sinyalinin kesilmesi durumunda yeni bir lider atayarak görevin tamamlanması gibi senaryoların üretilmesini sağlamaktır.

Bugünün İHA sistemleri, kumlu ve sıcak iklimlerden nemli ya da dondurucu iklimlere ve yüksek irtifalardan okyanusların derinliklerine kadar hemen hemen her ortamda çalışmaktadır. İnsansız sistemlerin malzeme özellikleri, İHA'nın gerilme, korozyon ve çalışma ortamından kaynaklanan yapısal etkilere dayanabilmesi için optimize edilmelidir. Günümüzde kullanılan insansız sistemler, hafiflik, esneklik ve mukavemet şartlarını sağlamak için daha fazla kompozit malzemeye ihtiyaç duymaktadır. Kompozit malzemelerin tamirinin zor ve pahalı olmasından dolayı, sanayi ve araştırma

kuruluşları ileri düzeyde kompozit malzemelerin tasarımı ve üretiminde büyük gelişme kaydetmişlerdir [1].

İHA'ların performansını artırmak amacıyla aşağıda belirtilen konularda da çalışmaların yapılması beklenmektedir:

- Boyut, ağırlık (İHA'ların boyut ve ağırlıklarında yapılacak değişiklikler, uçuş sürelerini, enerji sarfiyatlarını ve taşıma kapasitelerini önemli ölçüde etkileyecektir.)
- Güç (Gücün artırılması konusunda yapılacak çalışmalarla daha hızlı uçabilme ve daha yüksek manevra yapabileme kabiliyetine ulaşacaklardır)
- Güvenilirlik, elde edilebilirlik, tamir ve bakım (Güvenilirliğinin artırılarak kullanım alanlarını genişletilmesi; üretiminin yaygınlaştırılarak gerek yedek parça gerekse maliyet açısından ucuz ve hızlı ulaştırılabilir olması; bakımının kolay bir şekilde yapılabilir veya yaygın servis ağı sayesinde yaptırılabilir olması.)
- Malzeme yapısı ve korozyon (Malzeme yapılarının ve karakteristiklerinin geliştirilmesi, malzemenin kimyasal etkilere ve korozyona karşı daha dayanıklı hale getirilmesi)

6. SONUÇLAR (CONCLUSION)

İnsansız hava araçları (İHA), sınır kontrolü, gözetim, mayın tespiti gibi askeri amaçlı uygulamalarda veya çevre koruma, orman yangını kontrolü, yük taşıma, film çekimi gibi sivil uygulamalarda da kullanılmaktadır. Bu araştırmanın sonucunda aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır:

a) İHA araçlarının çıkış amaçları askeri alanlardaki ihtiyaçlardan kaynaklanmakla birlikte, günümüzde sivil alanlarda da yaygın bir şekilde kullanılmaya başlamıştır. Bu araçları, askeri ve sivil İHA olmak üzere iki kategoriye ayırabiliriz.

b) İHA'ların sivil uygulama alanları:

- i) Yangın, deprem, sel gibi doğal afetlerde, olay yerinin tespit edilerek, yardım ulaştırılması,
- ii) Acil ilaç vs. ulaştırmak üzere, trafik gibi ulaşım problemlerine takılmadan hızlı ve etkili bir şekilde müdahale edilmesi,
- iii) Türü yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olan canlıların korunması amacıyla, kaçak avcılığın tespit edilmesi ve önlenmesi için, elde edilen veriler ilgili birimlerle paylaşılması amacıyla kullanılması.

c) Açık havada kullanılacak İHA'ların hava koşullarına dayanıklı olması ve hafif olması önemli olduğu için çoğunlukla, içi boşluklu plastik yapılar veya çok hafif olan karbon kompozit malzemeler kullanılmaktadır.

d) İHA'ların i) Üretim ve satın alma maliyetlerinin pilotlu uçaklara göre çok düşük olması, ii) Yakıt ve uçuş maliyetlerinin azlığı. iii) Görev sırasında can kaybı riskinin bulunmaması gibi avantajları vardır. Ancak, İHA'lar aynı zamanda aşağıdaki dezavantajlara da sahiptir: i) Hava saldırılarına ve savunma sistemlerine karşı savunmasızdırlar, ii) Araca karşı gelen tehditleri algılama yeteneği canlı bir pilota göre daha zayıftır, iii) İnsanlı hava araçları gibi ulusal ve uluslararası hava sahaları ile ilgili düzenleme ve sınırlamalara tabidir, iv) Kaza kırım oranı savaş uçaklarına göre daha yüksektir, v) İHA'lar ile yer kontrolü arasındaki bağın kopması durumunda araçlar yer unsurları için risk oluşturabilmektedir.

e) Gelecekte İHA'larla ilgili “boyut, ağırlık ve güç” gibi fiziksel büyüklükler; “güvenilirlik, kullanılabilirlik ve sürdürülebilirlik” gibi alanlar; “hayatta kalabilme; malzeme yapısı ve dayanımı” konuları özellikle çalışılmaya devam edilecektir.

7. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Unmanned systems integrated roadmap FY2013-2038, Approved by: James W. Winnefeld, Frank Kendall, Reference number: 14-S-0553
- [2] Suraj G. Gupta, Mangesh M. Ghonge, Dr. P. M. Jawandhiya, Review of Unmanned Aircraft System (UAS), International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET), Volume 2, Issue 4, April 2013
- [3] Unmanned Aircraft System (UAS) Service Demand 2015 - 2035 Literature Review & Projections of Future Usage, Technical Report, Version 0.1 — September 2013 DOT-VNTSC-DoD-13-01
- [4] Xingbang Yang, Tianmiao Wang, Jianhong Liang, Guocai Yao, Miao Liu, Survey on the novel hybrid aquatic-aerial amphibious aircraft: Aquatic unmanned aerial vehicle (AquaUAV), Progress in Aerospace Sciences 74 (2015) 131–151
- [5] Volodymyr Kharchenko & Dmitry Prusov, Analysis of unmanned aircraft systems application in the civil field, Transport, 2012, 27(3): 335–343
- [6] [<http://www.romulco-rc-shop.nl/handleidingen-c-1686/>]
- [7] E. Çetinsoy, K.T. Öner, İ. Kandemir, M. F. Akşit, M. Ünelli, K. Gülez; Yeni bir insansız

hava aracının (SÜAVİ) mekanik ve aerodinamik tasarımı, Otomatik kontrol ulusal toplantısı konferansı; “TOK08” Bildiri Kitapçığı, Sayfa 890-896, İstanbul, Türkiye, Kasım 2008.

- [8] Kaçar A. , Tok B., Kahvecioğlu A. C., Albostan O., Köse S., İrfanoğlu B., Arıkan K. B., Üç Döner kanatlı ve Döner-Rotorlu İnsansız Hava Aracının Tasarımı, Cilt 3, Sayı 6, Syf 107-113, Aralık 2013
- [9] Üniversite Sanayi İşbirliği Başarılı Uygulamalar Çalıştayı, 09-10 Ocak 2013, KKM, ODTÜ
- [10] S. Akyürek, M. A. Yılmaz, M. Taşkiran; “İnsansız hava araçları”, BİLGESAM, Rapor no: 53, Aralık 2012.
- [11] Chris Cole, Mary Dobbing, Any Hailwood, “Convenient Killing: Armed Drones and the Play station Mentality”, Report, p.14, September 2010, Erişim 25 Eylül 2012, <http://dronewarsuk.files.Wordpress.com/2010/10/conv-killing-final.pdf>