EĞİTİM TEKNOLOJİSİ Kuram ve Uygulama

*Cilt:1 Sayı:1 Yıl:2011*

|  |
| --- |
| ***Makale Geçmişi / ArticleHistory***Alındı/Received:30.01.2017Düzeltme Alındı/Received in revised form:22.08.2017Kabul edildi/Accepted:07.09.2017 |

İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ BAKIM, ONARIM VE TEKNİK SERVİSLERİNDE ÇALIŞACAK PERSONELLERİN EĞİTİMİ

Zülhice Gözcan[[1]](#footnote-2) , Cumali Yaşar[[2]](#footnote-3)

# Öz

 İnsansız Hava Araçları (İHA) bakım ve onarım servislerinde çalışacak personelin yeterlilikleri ve alması gereken temel beceriler çalışmamızda yer verilmiştir. Teknik personelin iş güvenliği başta olmak üzere yeterlilikleri ve yetkinlikleri için gereken kurs ve sertifikaların içerikleri çalışmamızın temelini oluşturmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** ı,insansız hava aracı; drone; aviyonik; itkı; teknik bakım.

**Yasal İzinler:** Bu araştırmada sadece doküman incelemesi/alanyazın taraması/ içerik analizi / (insanlar üzerinden veri toplanılmasını gerektirmeyen bir araştırma yöntemi)kullanıldığından etik kurul iznine tabi değildir.

TRAINING OF PERSONNEL TO WORK IN MAINTENANCE, REPAIR AND TECHNICAL SERVICES OF UNMANNED AERIES

# Abstract

The qualifications and basic skills of the personnel who will work in the maintenance and repair services of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) are included in our study. The contents of the courses and certificates required for the qualifications and competencies of the technical personnel, especially occupational safety, form the basis of our work.

**Keywords:** unmanned aerial vehicle; drone; avionics; impulse; technical maintenance.

**Legal Permissions:**Since onlydocumentreview / literaturereview / contentanalysis / (a researchmethodthatdoes not require data collectionfromhumans) wasused in thisresearch, it is not subjecttoethicscommitteeapproval.

# Geniş Özet

Günümüzde İnsansız Hava Araçlarının (İHA), askeri alanda sınır güvenliği, gözlem, keşif gibi güvenlik hizmetlerinde, orman yangınlarının erken tespiti, şehir içinde lojistik hizmetler, tarım alanında bitkilerin bakımı, ilaçlanması gübreleme çalışmaları, zararlı bitkilerin tespiti, enerji ve iletişim sanayiinde hatların arıza tespiti gibi çok geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. İHA’lar, diğer uçak veya helikopterler ile kıyaslandığında gövde boyut olarak çok daha küçük, yakıt tasarrufu çok daha az olması gibi birçok avantajlara sahiptir. Günümüzde giderek kullanım alanları yaygınlaşan İHA’ların, yukarıda sayılan avantajları düşünüldüğünde bakım ve tamirinin uzman teknik servis çalışanlarınca hızlı ve doğru biçimde yapılması önemlidir. Bu nedenle bu çalışmada İHA’ların Türkiye’de tamir ve bakımından sorumlu olacak teknik servis çalışanlarının eğitilmesi amacıyla belirli dönemlerde düzenlenecek kurslarda kendilerine verilecek dersler ile sağlanmasının gerektiği noktasından hareketle kurs müfredatına eklenmesi gerekli ders içerikleri nedenleri ile birlikte açıklanmıştır.

 ***Summary***

Today, Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) are used in security services such as border security, observation, reconnaissance in the military, early detection of forest fires, logistics services in the city, plant care in agriculture, spraying, fertilization, detection of harmful plants, fault detection of lines in the energy and communication industry. It has such a wide range of uses. Compared to other aircraft or helicopters, UAVs have many advantages such as much smaller body size and much less fuel savings. Considering the above-mentioned advantages, it is important that the maintenance and repair of UAVs, which are increasingly used today, are carried out quickly and accurately by trained service personnel. For this reason, in this study, the course content that should be added to the course curriculum is explained along with the reasons for the subjects that should be learned by the technical service employees who will be responsible for the repair and maintenance of UAVs in Turkey.

# Giriş

## Amacı

 Geleceğin Mesleklerinden olan insansız hava araçlarının (İHA) kullanım sahası çok geniş bir alanda hızlı bir şekilde genişlemeye devam etmektedir. Dünya genelinde İHA sistemlerinin ve parçalarının pazar hacmi 2015 yılında 8 milyar dolarlık bütçeye ulaşmıştır. Bununla birlikte FAA(Federal Aviation Administration) verilerine göre 2020 yılında Covid Salgını’na rağmen bu rakam artarak 12 milyar dolar hacime ulaşmıştır. Tüm bunlarla birlikte ülkemizde de hem sivil hem askeri hem de ticari anlamda İHA kullanımı ve hatta üretimi artmaktadır. Ülkemiz 2020 yılında yaklaşık 550 milyon dolarlık ithalat ile İHA pazarının en büyük altıncı ithalatçısı olmuştur. Özellikle tarımsal ilaçlamanın İHA sistemleriyle yapılmasının artışı ile bu rakamın 2023 de 800 milyon doları geçmesi beklenmektedir. Ayrıca 2016 yılında 3 bin 225 olan İHA pilotu sayısı günümüz itibariyle yarım milyonu aşmış bulunmaktadır. Tüm bu veriler İHA kullanımının yaygınlaştığı ülkemizde bakım onarım servislerinin öneminin artacağını işaret etmektedir. Ayrıca birçok İHA firmasının da Türkiye’ye önümüzdeki yıllarda yatırım yapacağı öngörülmektedir. İHA parça tamiri ve üretiminin önemi günümüzde çok değerli olmakla birlikte ilerleyen günlerde daha da artış göstereceği aşikardır.

 Düşük fiyat ve kullanım kolaylığı nedenleriyle, kullanım alanının genişlemesi ve kullanım sıklığının artması ile birlikte teknik servis ihtiyacı gündeme gelecektir. Böyle bir durumda, Teknik servislerde çalışacak bakım onarım ve teknik servis elemanları ihtiyacının artması da kaçınılmazdır.

 İnsansız hava aracı üreten firmalarının pazar paylarını koruyabilmek için sürekli olarak rakiplerinden farklı iş modelleri geliştirmek gereğini duymaktadırlar. Rakiplerden ayrışmanın en önemli araç ve yöntemlerinden biri de kuşkusuz satış sonrası hizmetler olup, müşteri memnuniyetini ön plana çıkarmaya çalışmaktadırlar.

 Satış sonrası hizmetler ürün kalitesi ve fiyatının yanı sıra günümüzde müşterilerin satın alma kararlarını etkileyen önemli faktörlerden biri haline gelmiştir. Etkin bir şekilde sağlanan satış sonrası hizmetler müşteri memnuniyetini ve sadakatini sağlamaktadır. Bu da işletmelere rekabet üstünlüğü kazandırmaktadır. İş yaşamında bu gerçeği fark ettikleri ölçüde işletmeler satış sonrası hizmetlere giderek daha fazla önem vermektedirler.

 İnsansız hava aracı ürünleri giderek daha karmaşık yapıya sahip olmaktadır. Kullanım alanları geliştikçe yazılım ve donanım teknolojileri karmaşık hale gelmektedir. Bu nedenle, tüketiciler, özellikle amacına yönelik İHA satın alırken, ürünle birlikte sunulan satış sonrası hizmetlerle ilgilenmekte ve buna göre tercih yapmaktadırlar. İHA ürünlerinde satın alma kararı satış sonrası hizmetlerin önemli bir rolü olduğu görülmektedir.

# Sektörün Mevcut Durumu

Gitgide artan e-ticaret, lojistiğin önemini de arttırmıştır. 2013 yılında Amazon, İHA teknolojisini geleceğin lojistik yeniliği olarak duyurmuştur. Bu çağrıdan sonra birçok şirket İHA araştırmalarına yatırım yapmıştır. Örneğin Amazon, Amazon Prime Air'i tanıtmıştır. Akabinde Google, Project Wing'i gündeme getirmiştir. İHA'ların, tipik kamyon taşımacılık sistemine göre birçok avantajı vardır. İHA'lar bağımsız olarak çalıştıkları için, işçilik maliyetlerinden muaftırlar. Aynı zamanda sınırsız çalışma süresine sahiptirler. Ayrıca, havada hareket ettikleri için kara taşımacılığının en büyük problemi olan trafik sıkışıklığı probleminden etkilenmezler. Bu avantajlar, İHA’ların yüksek enerji verimliliğiyle kullanımını sağlamaktadır. Ayrıca, kilometre başına nakliye maliyeti diğer taşımacılık maliyetlerinden çok daha ucuzdur (Kim, S., & Moon, 2018: 42).

İHA’lar, lojistikte sağladığı kolaylık kadar tarım sektöründe de sayısız fayda sağlamaktadır. İçinde bulunduğumuz çağda, tarımda mahsul verimliliğini artırmak için birçok yenilik gerçekleştirilmiştir. Fakat tarım alanları hastalıklar nedeniyle büyük zararlarla karşı karşıyadır. Bu hastalıklar, mahsullerin verimliliğini azaltan haşerelerden meydana gelmektedir. Mahsul kalitesini artırmak ve böcek-zararlıları öldürmek için pestisitler ve gübreler kullanmaktadır. WHO (Dünya Sağlık Örgütü), mahsuldeki pestisitleri manuel olarak püskürtürken uygulayıcılara zarar verdiğini ifade etmektedir. Manuel olarak püskürttüklerinde insanların sağlık problemlerini önlemek için, püskürtme esnasında İHA’lar kullanılır. İHA'lar, ekipman ve işçiliğin zor olduğu yerlerde rahatlıkla kullanılabilmektedir (Mogili, U. R., &Deepak, 2018: 502).

İHA’lar farklı çalışma alanlarında sağladıkları kolaylıklar nedeniyle piyasalarda kolayca yerini almışlardır. Bu durum akabinde pazarda rekabet piyasasını oluşturmuştur. Artık insansız hava aracı üreten firmalar pazar paylarını koruyabilmek için, sürekli olarak rakiplerinden farklı iş modelleri geliştirmek gereğini duymaktadırlar. Rakiplerden ayrışmanın en önemli araç ve yöntemlerinden biri de kuşkusuz satış sonrası hizmetler olup, müşteri memnuniyetini ön plana çıkarmaya çalışmak olacaktır.

## İHA’ların Satış Sonrası Bakım ve Onarımı için Servis Elemanları Gereksinimi

Satış sonrası hizmetler, ürün kalitesi ve fiyatının yanı sıra günümüzde müşterilerin satın alma kararlarını etkileyen önemli faktörlerden biri haline gelmiştir. Etkin bir şekilde sağlanan satış sonrası hizmetler müşteri memnuniyetini ve sadakatini sağlamaktadır. Bu da işletmelere rekabet üstünlüğü kazandırmaktadır. İş yaşamında bu gerçeği fark ettikleri ölçüde işletmeler satış sonrası hizmetlere giderek daha fazla önem vermektedirler.

Satış sonrası hizmetleri, sadece satıştan sonra gerekli görülen ve değerlendirilen hizmetler olarak düşünmek bu alanda çalışanlara biraz haksızlık olarak görülebilir. İnsansız hava aracı ürünleri giderek daha karmaşık yapıya sahip olmaları ve kullanım alanları geliştikçe yazılım ve donanım teknolojilerinin karmaşık hale gelmeleri sebebiyle, tüketicilerde bir takım satın alma davranışlarının değişmesine de sebep olmuştur. Tüketiciler, özellikle amacına yönelik İHA satın alırken, ürünle birlikte sunulan satış sonrası hizmetlerle ilgilenmekte ve buna göre tercih yapmaktadırlar.

İHA ürünlerinde satın alma kararında, satış sonrası hizmetlerin önemli bir rolü olduğu görülmektedir. Yasa yapıcılar herhangi bir karmaşaya ihtimal vermemek için bu konuda önlem almışlar ve yetkili servis tanımlamasını açık ve net bir şekilde yapmışlardır.

Yasalarda yetkili servis; "İmalatçı firmalar veya ithalatçı firmalar, sattıkları, ürettikleri veya ithal ettikleri mallar için o malın kullanım ömrü süresince, yetkili servislerinde yeterli teknik personel bulundurmak ve servis hizmetleri için yedek parça temin etmek suretiyle bakım ve onarım hizmetlerini sunmak zorundadırlar" (Satış sonrası hizmetler Yönetmeliği, 2014) olarak tanımlanmıştır.

İthalatçının herhangi bir şekilde ticari faaliyetinin sona ermesi halinde, bakım ve onarım hizmetlerinin sunulmasından garanti süresi boyunca satıcı, üretici ve yeni ithalatçı müteselsilen sorumludur.

Garanti süresi geçtikten sonra ise kullanım ömrü süresince bakım ve onarım hizmetlerini üretici veya yeni ithalatçı sunmak zorundadır. Üretici veya ithalatçılar, yetkili servis istasyonlarının ayrı bir tüzel kişiliği olsa dahi, satış sonrası hizmetlerin sağlanmasından ve yürütülmesinden yetkili servis istasyonları ile birlikte müteselsilen sorumludur.

Yetkili servis satış sonrası bakım ve onarım hizmetleri İHA’nın kullanım ömrü boyunca gerekli olan bir hizmettir. Yetkili servislerde çalışacak kalifiye servis elemanı talebi de satışların artması sebebiyle günden güne artış göstermektedir

**Türkiye’de İHA Sistemleri Teknik Servislerinin Sahip Olması Gereken Özellikleri**

İHA Sistemlerinin bakım ve onarımı ile görevli teknik servislerinin her şeyden önce insansız hava araçlarının teknolojik özelliklerine hakim olmalı ki bu sayede bu araçların operasyonlarının programlanmasını teorik ve pratik olarak yapabilmelidir. Ayrıca İHA sistem teknolojilerinin sürekli yenilenip gelişmesi nedeniyle teknik servis görevlilerinin değişime ve gelişime kolayca ayak uydurabilen, analiz yeteneği gelişmiş bireyler olması beklenmektedir. Ayrıca, İHA’ların kullanım süreci, motor, pervane değerleri, gövde tasarımı, hava uçuş bilgileri gibi birçok farklı alanı ilgilendiren konular bütünü olduğu için teknik servis çalışanı, bu alanlarda uzman ve takım arkadaşlarıyla uyum içinde çalışma isteği taşıması gerekmektedir. Bu sayede de teknik servis elemanları edinmiş oldukları bilgi ve becerileri ile bu alandaki ARGE çalışmalarına katkıda bulunabileceklerdir.

Yukarda açıklanan nedenlerden dolayı İHA teknolojilerinin bakım ve onarımı ile ilgili teknik servis elemanlarına belirli periyodlarda kurs eğitimi verilmelidir. Ayrıca bu kurslarda mutlaka verilmesi gereken çok önemli dersler müfredatta olması gerekmektedir. Bu dersler, Türkiye’de halen bazı üniversitelerim İHA teknolojileri operatör eğitimi bölümlerinde de uygulanmaktadır. Aşağıda bu dersler açıklanmıştır.

**• İngilizce:** tüm dünya da yaygın kullanımı nedeniyle İngilizce dili, İHA’ların yazılımında ve diğer ekipmanların isimlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu denenle İHA teknik servis çalışanlarının İngilizce’ye iyi derecede hakim olması beklenmektedir.

• **Havacılık Teknolojileri ve Terminolojisi:** İHA teknik servis çalışanlarının ulusal ve uluslararası Sivil Havacılık otoritelerince belirlenmiş olan havacılık terimlerine hâkim olması gerekmektedir. Bu sayede tamiri ya da bakımı yapılan İHA hakkında üretici firma tarafından belirlenmiş olan yönergeler anlaşılabilecektir.

• **Bilgi ve İletişim Teknolojileri:** İHA teknik servis çalışanlarının Office bilgisayar yazılım programlarını öğrenmesi sayesinde ilerde İHA bakımı veya onarımı sırasında oluşabilecek yazılım sorunlarını çözebilmesini kolaylaşacaktır.

**• İtki Sistemi Seçimi ve Tasarımı:** İHA’lar da farkı itki sistemleri kullanılmaktadır. Bu itki sistemlerinin avantajlı yönleri kadar dezavantajlı yönlerinin de bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca farklı itki sistemlerinin hangi alanlarda nasıl kullanılabileceğinin de bilinmesi gereken önemli konular arasındadır. İtki Sistemi Seçimi ve Tasarımı dersi, bu bilgileri İHA teknik servis çalışanlarına kazandıracaktır.

**• Aerodinamik ve Aviyonik Sistem Tasarımı:** bu ders sayesinde teknik servis çalışanları akışkanlar mekaniği, termodinamik, atmosfer ve aerodinamik konuları hakkında bilgi sahibi olabileceklerdir. Aviyonik Sistemler, uçak üzerinde yer alan Elektrik ve Elektronik Sistemleridir. Bu dersi alan teknik personel İHA’lar üzerinde elektrik enerjisinin üretilme biçimini, bu enerjinin sistemlere nasıl gönderildiğini, Otopilot sisteminin içeriğini, İHA ile kumanda arasındaki bağlantının nasıl işlediğini, İHA’nın uçuş verilerinin nasıl kaydedileceğini, ve diğer sensörler hakkında bilgi sahibi olacaktır.

**• İHA Sistemleri Üretim ve Testleri:** Bu dersin içeriği ABD Federal Havacılık İdaresi (FAA) ve Avrupa Havacılık Güvenliği Ajansı (EASA) ajansları tarafından İHA’lar hakkında kabul etmiş oldukları standart ve yönetmeliklere uygunluğunun belirlenebilmesi için zorunlu test protokol ve uygulanma aşamalarını kapsamaktadır. Bu amaç çerçevesinde sistem güvenliği, güç bataryalarında elektrik güvenliği, Elektromanyetik alanda uyumluluk durumu (EMC), bataryada kullanılan pillerin güvenliği ve maksimum kullanım durumları, İHA da kullanılan yazılımın güvenliğinin doğrulanması, İHA’ların üretiminde kullanılan tehlikeli kimyaların incelenmesi, İHA’ların ulusal ya da uluslararası gönderimde taşınacağı paketin içeriğinin uygunluğu ve güvenliği ve herhangi bir yasadışı bir duruma neden olmaması için tedarikçinin doğrulaması ile ilgili test aşamalarını kapsamaktadır.

**İş güvenliği ve Tehlikeli Kimyevi Maddelere Karşı Önlem:** özellikle tarımsal alanda zararlı bitki ve haşerelerin yok edilmesi için kullanılan zehirli ilaçlar konusunda İHA teknik bakım ve servis çalışanlarının eğitilmesi hem kendileri hem de çevre sağlığı açısından son derece önemlidir. Çünkü tarımsal alanda kullanılan İHA’lar arızalandığı zaman teknik servislere bazen ilaç kalıntılarından tamamen temizlenerek getirilmemektedir. Böyle bir durumda bu ilaç kalıntılarının solunması ya da bu kalıntılara temas edilmesi tehlikeli sonuçlara neden olabilmektedir. Bu nedenlerden ötürü tarımsal alanda veya farklı alanlarda kullanılan kimyevi ve tehlikeli sıvılar konusunda İHA teknik bakım servisinin eğitilmesi gerekmektedir.

# Öneriler

Tüm dünya da olduğu gibi Türkiye’de de giderek yaygınlaşan İHA’ların bakım ve onarımı ile ilgili teknik servis çalışanlarına ihtiyaç giderek artmaktadır. Bir tarım ülkesi olarak Türkiye’de özellikle tarım alanında kullanılan İHA’lar diğer sektörlere nazaran daha fazladır. Bu nedenle Türkiye’de yazın ilaçlama, gübreleme, zararlı ot mücadelesi, orman yangınlarına karşı çabuk müdahale için İHA’ların iş yükü daha fazla artmaktadır. Talep artışı nedeniyle İHA’ların sürekli kullanımı, bir takım arıza ve sorunlara yol açmaktadır. Bir çok sanayi sektöründe kullanılan İHA’ların yaşanabilecek bu gibi sorunlarının doğru tespit ve müdahalesi içinde İHA sistemlerine hâkim donanımlı teknik servis çalışanlarının yetiştirilmesi için kurs ve diğer eğitim programları oluşturularak yukarıda sayılan derslerin verilmesi yararlı olacaktır.

**Kaynakça**

Kim, S., & Moon, I. (2018). Traveling Salesman Problem with a Drone Station. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, *49*(1), 42-52.

Mogili, U. R., & Deepak, B. B. V. L. (2018). Review on application of drone systems in precision agriculture. *Procedia computer science*, *133*, 502-509.

https://www.ostimteknik.edu.tr/insansiz-hava-araci-teknolojisi-ve-operatorlugu-programi-758/446

Satış Sonrası Hizmetler Yönetmeliği (2014),  *T.C. Resmi Gazete (29029, 13 Haziran 2014),* <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/06/20140613-3.htm>

TUİK(2020),İşgücüİstatistikleri,https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-2020-37484

1. Doktora Öğrencisi, Trakya Üniversite/sosyal Bilimler Enstitüsü, zgozcan17@gmail.com, orcid.org/ORCID [↑](#footnote-ref-2)
2. Öğr.Gör, Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversite/Eğitim Fakültesi,cyasar@comu.edu.tr, orcid.org/ORCID [↑](#footnote-ref-3)