

Geleceğin Harekât Ortamında Otonom Sürü SİHA Konseptlerinin Stratejik Önemi ve Kullanım Taktiklerinin Örnek Bir Senaryo Üzerinden İncelenmesi

Strategic Importance of Autonomous Swarm UCAV Concepts in the Future Operational Environment and Investigation of Tactics through a Sample Scenario

 Vural Avcı¹

¹ Harekât ve Veri Tabanı Uzmanı, Türk Havacılık ve Uzay Sanayii (TUSAŞ) Ankara, Türkiye
vural.avci@tai.com.tr

Özet

Günümüzde ülkelerin en önemli istihbarat ve harekât unsurlarını harekât ortamında destekleyen sistemler kuşkusuz ki İnsansız Hava Araçları (İHA) bağlamında geliştirilen Silahlı İHA (SİHA)'lardır. Stratejik olarak düşman üzerinde büyük bir üstünlük yaratan SİHA'lar aynı zamanda kesintisiz harekâta uzun süreli destek vererek istihbarata dayalı anlık fırsat hedeflerine karşı da büyük bir başarı ile kullanılmaktadır.

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte Konvansiyonel harbin değişmesi, ülkelerin ve şirketlerin Ar-Ge faaliyetlerine büyük yatırımlar yapmalarına neden olmuştur. Bu gelişmeler SİHA'ların öncelikle uzaktan kontrollü yapılarının değişerek otomasyon kabiliyete, sonrasında ise otonom (bağımsız hareket edebilme) kabiliyete evrilmelerine yönelik ihtiyaçlar artmıştır.

Bu çalışmanın amacı; sürü SİHA kavramını ve bu alandaki gelişmeleri inceleyerek, örnek olarak bir harekât senaryosu ortamında otonom sürü halinde görev icra eden SİHA'ların taktiklerini incelemek ve gelecek dönemde bu taktiklerin nasıl bir katkı sunacağı konusunda değerlendirmelerde bulunmaktır.

Anahtar Kelimeler: Geleceğin Harekât Ortamı, Hava Harekâtı, Otonomi, Yapay Zekâ, İHA, SİHA.

Abstract

Today, the systems that support the most important intelligence and operational elements of countries in the operational environment are undoubtedly the Armed UAVs (UCAVs) developed in the context of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). UAVs, which strategically create a great superiority over the enemy, are also used with great success against intelligence-based instant opportunity targets by providing long-term support to uninterrupted operations.

The change in conventional warfare with the development of technology has led countries and companies to invest heavily in R&D activities. These developments have increased the need for UCAVs to evolve from remote-controlled structures to automation capability and then to autonomous (independent movement) capability.

The aim of this study is to examine the concept of swarm UCAVs and developments in this field, to examine the tactics of autonomous swarm UCAVs in an operational scenario, and to make evaluations on how these tactics will contribute in the future.

Keywords: Future Operational Environment, Air Operations, Autonomy, Artificial Intelligence, UAV, UCAV.

1. Giriş

İnsansız Hava Araçları (İHA) soğuk savaş döneminin sonlarına doğru, daha çok keşif ve gözetleme amacıyla geliştirilmeye başlanmıştır. 1980'li yılların sonuna doğru İHA'lar boyut olarak küçülmeye ve daha fazla fonksiyonu bir arada barındırmaya başlamış, çeşitli silahlar ile hedeflerin imhasında da kullanılmıştır [1]. İlk dönemlerde uzaktan kontrollü basit birer uçuş platformlarıyken, teknolojinin gelişimi ile sensör donanımları ve gelişmiş otonomi özellikleri sayesinde çok özellikli hava araçlarına evrilmişlerdir.

Bu İHA'lar harekât ortamında birçok farklı görevde kullanılabilirler. Ayrıca İHA'lar daha çok keşif ve gözetleme görevinde kullanılırken, Silahlı İnsansız Hava Araçları (SİHA) ise, doğrudan saldırı yeteneği eklenmiş İHA'lar olarak tanımlanmaktadır. Teknolojik olarak gelişimleri ile birlikte kullanım konseptleri de büyük oranda değişmiş, geleceğin harbinin önemli bir yön vericisi olmuşlardır.

Ülkelerin savunma stratejilerinde ve harekât alanlarında, istihbarat ve saldırı amaçlı en önemli elemanları kuşkusuz ki geliştirilen SİHA'lardır. Stratejik olarak düşman üzerinde büyük bir üstünlük yaratan SİHA'lar aynı zamanda kesintisiz harekâta uzun süreli destek vererek istihbarata dayalı anlık fırsat hedeflerine karşı da büyük bir başarı ile kullanılmaktadır.

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte konvansiyonel harbin değişmesi, ülkelerin ve şirketlerin Ar-Ge faaliyetlerine büyük yatırımlar yapmalarına neden olmuştur. Bu gelişmeler SİHA'ların öncelikle uzaktan kontrollü yapılarının değişerek otomasyon kabiliyetine (önceden belirlenmiş iş dizinini yapabilme), sonrasında ise otonom (bağımsız hareket edebilme) kabiliyete evrilmelerine yönelik sürecin önünü açmıştır [2].

Bu çalışmanın amacı; sürü SİHA kavramını ve bu alandaki gelişmeleri inceleyerek, örnek olarak oluşturulmuş bir harekât senaryosu ortamında otonom sürü halinde görev icra eden SİHA'ların taktiklerini incelemek ve gelecek dönemde taktiklerin nasıl değişebileceği konusunda değerlendirmelerde bulunmaktır.

2. Otonom Sürü SİHA'ların Gelişimi

Savunma veya saldırı sistemleri açısından ülkeler; hata payı düşük, zor şartlara dayanıklı, insansız hava araçları geliştirmeye devam etmektedirler. Yapay zekâ destekli bu insansız hava araçlarının en özel örneği SİHA'lardır. İnsan faktörünü ortadan kaldırarak en zorlu ve karmaşık görevleri dahi yapmak üzere tasarlanan bu araçlar gelişmiş sensörlerinin yardımı ile yüksek durumsal farkındalıklarını artırmışlardır. Bir pilotun, insan fizyolojisine bağlı olarak kısıtlı sürelerle görev yapabildiği harp ortamlarında, kullanım amaçları doğrultusunda 120 saate kadar havada kalıp görev icra edebileceklerdir [3].

2.1. Konvansiyonel Harbin Değişimi

Ağ Merkezli Savaş (Network Centric Warfare) ortak bir farkındalık amacıyla, karar ve komuta hızının artırılmasına, yüksek bir operasyon temposuna, ağ sensörleri ile gelişmiş bir savaş gücü üreten, bilginin hızına da bağlı olarak etkin olduğu bir operasyon konsepti olarak tanımlanmıştır [4]. Ağ Merkezli Savaş özünde, harp alanında elde edilen bilgilerin etkili bir şekilde birbirine bağlanarak bilgi üstünlüğü ile alınan kararların savaş gücüne dönüştürülmesidir.

Ağ Merkezli Savaş kavramı ile birlikte yapay zekânın da harekât ortamlarına dahil olması ile SİHA'ların önemi daha da

artmıştır. SİHA'ların erken uyarı sistemlerine, acil istihbarat bilgisine ulaşma ve karar alma döngüsünün hızlandırılmasına, ortaya çıkan ya da bilinen hedeflerin etki altına alınmasına doğal olarak Konvansiyonel Harbin değişimine etkileri büyüktür. Harekât alanında görünmez, sessiz ve çok uzun süre havada kalarak anlık olarak hem istihbarat toplayan hem de saldırı gerçekleştirebilen bu yüksek teknoloji ürünler, geleceğin harbini de değiştirmeye başlamıştır [5]. Bu durum; orduların, ortaya çıkan gelişmelere (fırsat hedefi) anında otonom reaksiyon göstermesine, savaş kabiliyetlerinde ve stratejilerinde büyük bir değişim/dönüşüm olgusuna sebebiyet vermiştir.

2.2. Otonom Harekâta Geçiş ve SİHA'ların Gelişimi

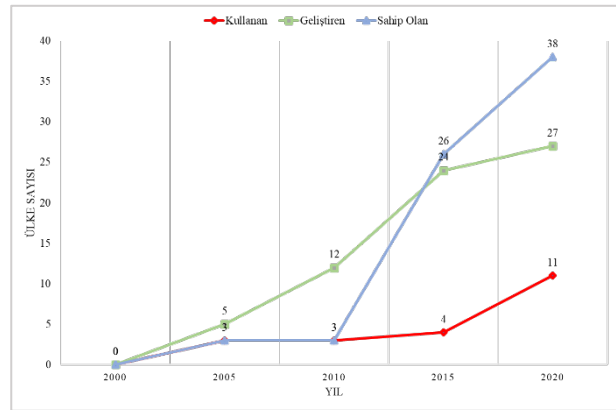
Otonomi alanındaki gelişmeler, askeri uyduların ileri seviyede ürettiği çözümler, nesnelerin interneti, özellikle 5G teknolojisindeki atılımlar ve bulut veri teknolojisi ile yapay zekâ kavramının hızla ilerlemesi, SİHA'ların sürü halinde otonom harekât icra edebilme özelliklerinin daha fazla geliştirilmesini hızlandırmıştır.

Günümüzde üretilen birçok SİHA keşif ve gözetlemeyi barındıran istihbarat amacından çok hava savunma ve taarruz görevlerini icra etmek amacıyla üretilmektedir. Kompleks görevlerin tamamı SİHA'lar tarafından icra edilebilmektedir. Havada kalış süresinin uzunluğu, yüksek irtifalara çıkabilme, motor gücü, data link uzunlukları, yüksek sürat ve yüksek manevra kabiliyeti, uzun menzillik, faydalı yük kapasitesi, otonom görev kabiliyeti, hassas vuruş, elektronik harp, sinyal istihbaratı, gelişmiş aviyonikler gibi birçok hassas sistemlerdeki gelişimleri devam etmektedir.

2000'li yıllardan itibaren çok sayıda ülke SİHA'ları geliştirme ve kullanma amaçlı projelere yatırım yapmıştır. Bu kapsamda ülkelerin SİHA'lar ile olan ilişkilerini;

- SİHA teknolojisini geliştirme kapasitesine sahip,
- Aktif olarak SİHA'ları harekât ortamında kullanan,
- SİHA'lara sahip ama aktif olarak kullanmamış ülkeler şeklinde sınıflandırmak mümkündür.

2000'li yılların başında SİHA teknolojisine sahip ülke bulunmazken, 2020 yılı verileri ile 28 ülke SİHA teknolojisini üretebilme kabiliyetine sahip olmuş, 38 ülke SİHA teknolojisine ulaşabilmiş ve 11 ülke ise harekât alanında söz konusu bu teknolojiyi kullanmıştır (Şekil-1) [6].



Şekil-1: SİHA Kullanan, Geliştiren ve Sahip Olan Ülkeler [6].

Teknolojiye bağlı olarak otomasyon sistemleri (önceden programlanmış) ile hareket edebilen bu araçların gelecekte tam otonom olarak (kendi kendine karar alabilme) hareket edebilmelerine yönelik çalışmalar devam etmektedir [7, 8]. Harekât ortamında kullanım amaçları doğrultusunda SİHA'lar 6 kategoriye ayrılmışlardır (Tablo-1) [9].

Tablo-1: Harekât Ortamında SİHA Kategorileri [9].

Kategori	Tasarım	Görev	Örnek
Taktik SİHA	-Kısa Menzil -Sınırlı Süreli Operasyon Süresi	-Keşif -Gözetleme -Hedef tespiti -Hafif Silahlarla Saldırı	TB2 (Türkiye)
Stratejik SİHA	-Uzun Menzil -Yüksek İrtifa	-Geniş Alan Gözetleme -Gelişmiş Keşif Misyonları -Uzun Menzilli Hassas Vuruş	MQ-9 Reaper (ABD)
MALE SİHA	-Orta İrtifa -Uzun Menzil	-Keşif -Gözetleme -Saldırı	Aksungur (Türkiye) Heron (İsrail)
HALE SİHA	-Yüksek İrtifa -Uzun Menzil	-Stratejik Keşif, -Gözetleme -İletişim Aktarımı	RQ-4 Global Hawk (ABD)
Silahlı Taktik SİHA	-Orta İrtifa -Uzun Menzil	-Küçük Gövde -Hassas Vuruş -Yüksek Manevra Kabiliyeti -Mühimmat Çeşitliliği	MQ-1C (ABD) Anka-3 (Türkiye)
Kamikaze SİHA	-Alçak İrtifa -Kısa Menzil	-Tek Kullanımlık Saldırıları	Harop (İsrail) Kargu, Alpago (Türkiye)

Otonom sistemler kendini tamamen veya kısmen kontrol edebilen, herhangi bir insan müdahalesine gerek kalmadan görevi seçebilen ve amaca ulaşan sistemler olarak tanımlanmıştır [10]. Amaç öncesinde işlem dizini programlanmış olan ve bu bağlamda harekete geçmiş sistemler olarak da ifade edilmiştir [11]. Otonom silah sistemleri ise kullanıcı olan insan faktörünün hiçbir etkisi ya da müdahalesi olmadan görev başarımları için gerekli hedefleri seçip imha etmek amaçlı silahlarını kullanan sistemleridir.

Otonom silahlar üzerinde yeni ve etkin çalışmalar mevcuttur. Yarı otonom ve denetimli otonom olarak tanımlanan sistemler teknolojinin yardımı ile tam otonom hale getirilmeye çalışılmaktadır. İnsan operatörün girdisine gerek duymadan hedefleri bulan, izleyen, seçen, taktikleri üreten ve gerekli hallerde saldıran otonom sistemlerin gelişimi halen son hızla devam etmektedir [12].

2.3. SİHA'larda Yapay Zekâ ve Otonom Sistemlerin Gelişimi

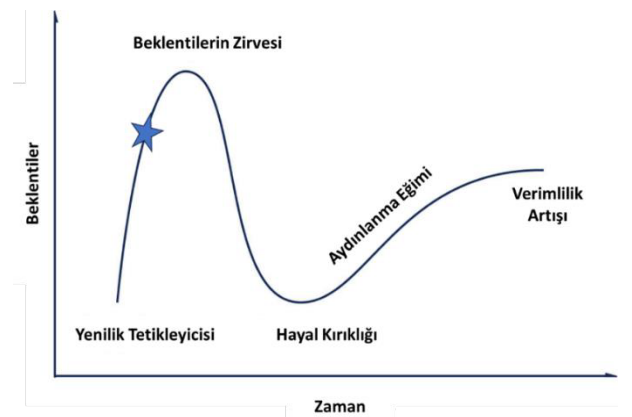
SİHA'lar için büyük bir öneme sahip makine öğrenmesi, yapay zekâ alanında gelişimini büyük bir hızla sürdürmektedir.

İnsansız SİHA sistemlerinin gelişmesinde; komuta ve kontrol, rota uygulaması, algılama (sensör füzyonu), engellerin tespiti, hedefin bulunması, saldırı ve kaçınma, sürü davranışı ve taktiklerin belirlenmesi, insan ile olan etkileşimi gibi konular önem taşımaktadır. Makine öğrenmesi aşamalarında yapay zekâ sistemleri; ön bilgi, eğitim verileri ve tecrübelerden faydalanarak karar alma yetisini geliştirmektedir. Bu uygulama sistemi içinde, denetimli öğrenme (supervised learning), denetimsiz öğrenme (unsupervised learning) ve pekiştirmeli öğrenme (reinforcement learning) tekniklerinden yararlanılmaktadır. Sistem ilk başlarda geliştirici tarafından oluşturulmuş veri setlerinden yararlanırken, gelecekte diğer öğrenme modellerini daha fazla kullanacağı varsayılmıştır. Yapay zekâ ve makine öğrenmesi alanındaki gelişmeler kararları otonom olarak alabilecek sistemlerin geliştirilmesini mümkün kılmaktadır [13].

Harekât uzmanlarının ve mühendislerin ortak çalışmaları, gelecekte tüm savaş uçaklarının, yapay zekâ destekli ve insansız muharebeye katılacağı yönündedir. ABD menşeli Northrop Grumman şirketi tarafından geliştirilen X47-B türünün ilk örneklerinden biridir. X47- B insan fizyolojisinin dayanamayacağı hız, "G" kuvveti, meteorolojik şartlar ve sürelerde, hatasız ve tam otonom olarak hava muharebesine gireceği tahmin edilmektedir [14].

Yine yapay zekâ çalışmaları kapsamında ABD Hava Kuvvetleri ve Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı (The Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)) 17 Nisan 2024 tarihinde yaptığı açıklamada, ilk kez deneysel olarak yapay zekâ destekli uçurulan bir F-16'nın hava muharebesine katılarak, yakın hava muharebesine (dogfight) girdiği belirtilmiştir. Deneysel F-16 modeli geliştirme projesi olan X-62A VISTA'nın yapay zekâ tarafından desteklenerek tam otonom gerçek bir dogfight'ta başka bir F-16'ya karşı uçuğu açıklanmıştır [15].

Geliştirilmeye devam edilen tam otonom silah sistemlerinin günümüzde harp alanlarında kullanımından bahsetmek mümkün değildir. Kendi askeri güçlerini artırmak isteyen ülkeler yapay zekâ destekli otonom silah sistemlerine olan yatırımlarını ve Ar-Ge faaliyetlerini artırmaya devam etmektedir. Gartner'in "Gelişen Teknolojiler İçin Tırmanma Döngüsü" grafiğinde (Şekil-2) ise Yapay Zekâ Destekli Otonom SİHA'ların, "Yenilik Tetikleyici" zaman sınıfından çıkarak, "Beklentilerin Zirvesi (Peak of Inflated Expectations)" zaman sınıfına geçiş yapmaya başladığı değerlendirilmiştir [16].



Şekil-2: Gelişen Teknolojiler İçin Tırmanma Döngüsü [16].

2.4. Sürü Kavramı ve Kontrol Mimarileri

Sürü SİHA kavramı, belirlenmiş bir görevi yerine getirmek amacıyla iş birliği içinde çalışan çok sayıda SİHA'yı kapsamaktadır. Çoklu SİHA (sürü) sistemlerinde, sensör karakteristikleri, faydalı yük taşıma kapasiteleri ve otonom seviyeleri ile platform konfigürasyonları aynı ya da farklı olabilir. Birbirinden farklı donanım ve özelliklere sahip SİHA platformlarının oluşturduğu grup (heterojen sürü) karmaşık bir sisteme sahip olacaktır. Bu durum, SİHA kabiliyetlerindeki farklılıkların harp sahasında büyük önem taşıdığı durumlarda çok daha faydalı olacaktır.

Yüksek teknolojik özellikler gerektiren sensör kabiliyeti veya göreve bağlı olarak farklı özelliklerde sensörler gerektiren, ancak bu farklı büyüklükteki sensörlerin taşıma kapasitesi kısıtlaması yüzünden tek bir SİHA tarafından taşınmadığı durumlarda sürü kavramı kullanım kolaylığı ve görevde etkinlik sağlayacaktır [17].

Sürü SİHA sistemlerinin kontrolü (rota planlamaları, taktik belirlenmesi ve görev paylaşımı) konusunda literatürde çok farklı yaklaşımlar mevcuttur [18]. Temel olarak bu yaklaşımlar merkezi (centralized) ve merkezi olmayan (decentralized) kontrol mimarileri olarak tanımlanmaktadır. Merkezi kontrol mimarisinde düşük seviyeli bir otonomiye sahip sürü SİHA'lar arasında karşılıklı bir iletişim bulunmamaktadır. Kullanıcı operatör sürü içindeki farklı SİHA elemanlarından bilgiyi alır, koordine eder ve sürü sistemi içinde görev tanımlamalarını ve atamalarını önceden yapar. Bu yaklaşımla, otonominin düşük olması yüzünden daha basit ve kolay optimize edilebilir görevler icra edilmekle birlikte geleceğin harbi açısından yetersiz kalmaktadır. Merkezi olmayan kontrol mimarisinde, sürü SİHA elemanları arasında yüksek bir otonomi ve karşılıklı iletişim mevcuttur. Her bir eleman iletişim halinde olup bilgiyi paylaşabilmeli ve gerekli kararları verebilir. Gerek çok daha karmaşık yapıda olmaları gerekse yüksek seviyeli yapay zekaya dayalı bir otonomiye ihtiyaç duymaları nedeniyle son yıllara kadar kullanılmamıştır [19].

2.5. Geleceğin Harbi, Sürü SİHA Operasyonlarında Kullanım Konseptleri

Boyut ve özelliklerine göre SİHA'ların farklı harp alanlarında daha etkin olduğu bilinmektedir. Savunma sistemleri tarafından bulunmaları ve tespit edilmeleri çok zor olan küçük ölçekli SİHA'ların sürü saldırılarda merkezi kontrollü olarak kullanılmaktadır. Yüksek irtifa ve uzun süre havada kalabilen sensör füzyonu ile donatılmış radar kesiti (RCS), bir nesnenin radarla ne kadar algılanabilir olduğunun ölçüsü) düşük, tam otonom SİHA'lar ise genelde coğrafi olarak uzaktaki hedeflere taktik saldırı açısından ön plana çıkmaktadır.

Son insanlı savaş uçakları olarak tanımlanan 5'inci Nesil uçaklar yapılarına kadar savaş uçakları, genelde karmaşık görevleri paket halinde icra etmektedir. Paket içindeki uçakların bir kısmı elektronik karıştırma uygulamaları, bazıları havadan yere atılan mühimmatları ile hedeflere taarruz eder bazıları da taşıdıkları havadan havaya mühimmatlar ile düşman hava unsurlarına karşı önleme ya da himaye görevleri yapmaktadır. Gelecekte insan fizyolojisi ve güvenlik kısıtlarından dolayı hareket ortamında karar verici rolde görev yapma ihtimali yükselen 5'inci Nesil uçaklarla birlikte bu komutaya bağlı ve/veya görev ataması ile bağımsız sürü halinde görev yapacak SİHA'ların geliştirilmesiyle ilgili çalışmalar devam etmektedir.

Savunma Sanayii Başkanlığı tarafından Hava Kuvvetleri Komutanlığının ihtiyacı olan ve TUSAŞ (Türk Havacılık ve Uçay Sanayii) tarafından geliştirmekte olan Milli Muharip Uçak KAAN'da herhangi bir hareket alanında görev yaparken yalnız uçmayacaktır. TUSAŞ tarafından IDEF-2023'de duyurulan Otonom Kol Uçuşu (OKU) proje çalışmaları kapsamında KAAN uçağı gelişmiş sensörleri ve füzyon yeteneği sayesinde birden fazla SİHA'yı (ANKA-III) kontrol merkezi olarak yönlendirme görevini yürütebilecektir. KAAN uçağı, pilotu tarafından uçurulurken, icra edilmesi gereken görev için hedefe yanında uçan ve farklı otonomi seviyelerine sahip ve sürü halinde hareket edebilen ANKA-III (Loyal Wingman) bulunacaktır. KAAN füzyon sensörü, iletişim, görev tahsis edebilme ve planlama özellikleri ile görev sahasında ANKA-III'lerin görev paylaşımını yapmış ve onları harp alanına göndererek, düşman topraklarına girmeden güvenli alanda komuta etmeye başlamış olacaktır. Görev paylaşımının ardından ANKA-3'ler gerekirse elektronik sinyalleri ile KAAN'ı taklit ederek aldatma yapacak, tehditlere karşı insanlı KAAN'ı koruyacak, bir kısmı düşman hava kuvvetleri unsurlarından gelebilecek tehditlere karşı önleme görevi icra edecektir. Bu görevi icra eden ANKA'lar havadan havaya füzeleriyle donatılmış ve hava muharebesi görevlerine odaklanmış olacaklardır. Diğer grup üzerlerinde bulunan elektronik harp imkânları ile düşmanın aktif radar istasyonlarını köreltecek, düşman hava savunma sistemlerinin KAAN'ı ve ANKA'ları hedef almasını önleyecektir. Son grup ise taşıdıkları havadan yere atılabilen mühimmatları ile önceden belirlenmiş düşman hedeflerine atışlarını yapabilecektir. Bu taktik konseptin amacı; insanlı ve yüksek maliyetli KAAN uçağının tahrip olmamasıdır [20].

Literatüre "Loyal Wingman" olarak geçen, düşük maliyeti ile hızlı üretilebilir ve sadık kol uçucusu olarak tanımlanan SİHA'lar gelecekte dinamik veri paylaşımı ve merkezi olmayan mimaride koordineli tam otonom ortak görev yapabileceklerdir. Tehlikeli görevler için insan faktörünü ortadan kaldırırken, gelişmiş sensörlerden toplanan çok sayıda bilginin insan gücü tarafından derlenemeyecek kadar çok ve hızlı akışından doğacak durumsal farkındalığı çok üst seviyeye çıkaracaklardır. Bu maksatla TUSAŞ OKU Konsept çalışması ile insanlı ve insansız sistemlerin otonom görev yapabilme yetkinliklerinin geliştireceği çatı ontoloji standardizasyonun sağlanmasını da hedeflenmektedir.

3. Senaryolaştırılmış Muharebe Ortamında Sürü Otonom SİHA'ların Karmaşık Hava Operasyonu Örneği

3.1. Senaryo Planlamalarının Önemi

Senaryo planlama, bir organizasyonun misyonuyla ilgili olarak geleceği öngörmeye yönelik disiplinli bir çalışmadır. Geleceklere ilişkin tahminler ve belirsizlikler çok sayıda değişkene bağlıyken, senaryo çalışmaları geleceği yönetilebilir şekilde basitleştirir. Organizasyonlar, tahmin etme yeteneği ile büyük belirsizlik koşulları altında faaliyet gösterirken, senaryo planlamasından yararlanırlar. Yeni gelişmeleri ve fırsatları algılama veya yaratma kabiliyetinin sınırlı olması, stratejik olarak zayıf düşünme, sektörde meydana gelen önemli

gelecekteki askeri gücün planlanmasıyla ilgili hususlardır. Dolayısıyla senaryo analizleri, savunma ve taarruz strateji açısından büyük bir öneme sahiptir [21, 22].

Senaryo stratejileri, öngörülebilirlik düzeyi göz önüne alınarak optimum çözümlere dayanan gerçekçi çalışmalar olmalıdır. Daha önceki deneyimlere dayanarak kazanma stratejisi daima geliştirilmelidir. Süreç uzmanı tarafından, senaryonun değişen koşullara uyum sağlamasına yardımcı olacak organizasyonel süreçler geliştirilmelidir [23].

Sun Tzu'nun "düşmanı tanıma" ilkesi, gelecekteki çatışmalarda daha da kritik olmaya devam edecektir [24]. Gelecekte yaşanması muhtemel bilgi yoğun savaşlarda, düşmanın potansiyel stratejilerine ilişkin sahip olunacak bilgiler, silah sistemlerinin yeteneklerine ilişkin farkındalık kadar önemli olacaktır [25].

Hava hareketleri için senaryo planlamanın temel amacı gelecekte muhtemel kuvvet yapısına ilişkin karar almayı desteklemektir. Senaryo planlamanının yürütülmesi aynı zamanda organizasyon içindeki uyum yeteneğinin geliştirilmesine de yardımcı olacaktır.

3.2. Senaryonun Amacı ve Varsayımlar

Şekil-3'de gösterilmiş olan bu senaryoda amaç; gelecekte hava hareketlerinin ayrılmaz bir parçası olacak yapay zekâ destekli sürü otonom SİHA grubunun, görev formasyonu içindeki hareketlerini ve olası taktiklerini incelemektir.

Bu kapsamda; senaryolaştırılmış harp sahası aşağıda maddeler halinde sunulmuş olup varsayımların çerçevesi bu maddelere göre belirlenmiştir.

- Sürü otonom SİHA'lar harp alanında farklı görevler icra edeceği için, görevin gerektirdiği donanım, silah ve taşıma kapasitelerine sahiptir.
- Bölgede bir adet AWACS (Havadan Erken İhbar ve Kontrol) uçağı ve bir adet HYİ (Havada Yakıt İkmali) uçağı görev yapmaktadır.
- Tüm unsurlarda 5G teknolojisi mevcuttur. Ağ Merkezli Harp için uygun donanım ve alt yapı kullanılmaktadır.
- Taarruzlarda akıllı mühimmat kullanılmaktadır.
- Hedef stratejik bir düşman komuta kontrol merkezidir. Orta (MRSAM) ve Uzun (LRSAM) menzilli hava savunma sistemleri ile korunmaktadır.
- Havada CAP görevi için bekleyen düşman uçakları mevcuttur.

3.3. Sürü SİHA Elemanlarının Açılımı

Karmaşık Kuvvet Hava Harekâtı (Composite/Combined Air Operations, COMAO), özellikle büyük ve karmaşık hava görevleri için bir ya da birkaç meydandan havalanan, farklı özelliklerde ve farklı görev kabiliyetine sahip uçaklar tarafından oluşturulmuş görev paketine verilen isimdir. Paketin bir görev komutanı varken her bir alt görev grubunun da bir lideri bulunmaktadır. Görev farklılıkları, paket kolunun üyelerinin belirli görevleri üstlenmesini sağlamaktadır. Bunlar, keşif, koruma, saldırı ve diğer görevleri içerebilir. Her hava aracı, yetenekleri ve görev gereksinimleri göz önünde bulundurulurken belirli bir rolde yer alır. Gelişmiş teknolojiler ile

[26].

Bu kapsamda senaryo amacıyla oluşturulmuş COMAO paket içinde bulunan Sürü SİHA'lar ve diğer görev elemanları aşağıda olduğu gibidir.

Tablo-2: COMAO Paketi Görev Elemanları

Uçak	Görev	Yük	Açıklamalar	
1xTanker Uçağı	AAR (HYİ)	-	Dost topraklarda Havada Yakıt İkmali için kullanılacaktır.	
1xAWACS	Erken İhbar ve Komuta Kontrol	-	Dost topraklarda Komuta Kontrol ve Radar görevi icra edecektir.	
SÜRÜ	2xSİHA	Strike (HYT)	Hava-Yer Mühimmatı	Stratejik hedefe havadan yere taarruz görevi icra edecektir.
	2xSİHA	Escort (HİM)	Hava-Hava Mühimmatı	COMAO paketinin hava savunmasını yapacaktır.
	2xSİHA	SEAD/ DEAD	Anti Radyasyon Füzesi	SEAD (Düşman Savunma Sistemlerinin Bastırılması) ve DEAD (Düşman Savunma Sistemlerinin İmha Edilmesi) görevlerini icra edecektir.
	2xSİHA	E/H (Elekt. Harp)	E/H Podu	Elektronik Harp Podu ile savunma sistemlerine elektronik sinyal karıştırması yapacaktır.

3.4. Örnek Harekât Ortamı Senaryosu

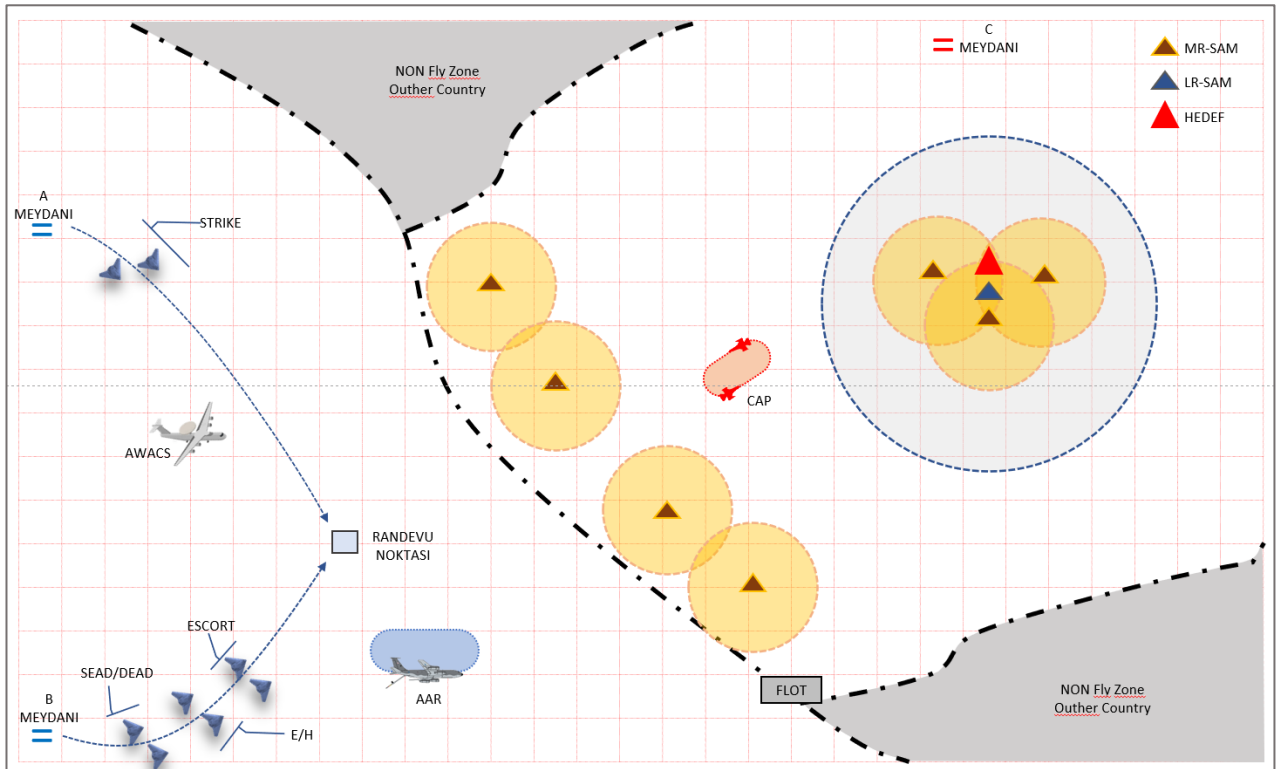
Sürü otonom SİHA'ların muharebe sahasında hangi görevleri nasıl yapabileceklerine dair bir öngörü sahibi olabilmek amacıyla özgün bir hava harekâtı senaryosu oluşturulmuştur. Bu amaçla sürü halinde tam otonom hareket edebilen büyük gövde ve faydalı yük taşıma kapasitesine sahip, yüksek irtifalara çıkabilen, alçak irtifada arazi maskeleyiş için gelişmiş sensör teknolojisi ile donatılmış, SİHA'lar kullanılmıştır.

Mavi Ülke ve Kırmızı Ülke arasında yaşanan politik ve jeopolitik tarihsel anlaşmazlıklar sonucunda önce karşılıklı gerginlikler yaşanmış, daha sonra küçük çaplı askeri çatışmalar ve nihayetinde kaçınılmaz olarak topyekün harbe başlanmıştır. Harbin ilk günlerinde COMAO harekâtı icra edebilmek amacıyla Mavi Ülkeye ait sürü SİHA'lar iki farklı meydandan (A ve B Meydanları) havalanmışlardır. COMAO paketini oluşturmak amacıyla Randevu Noktasında buluşan Mavi Ülkeye ait kollar taarruz öncesi planlanan formasyon düzenine geçmiştir. Hedef olarak Kırmızı Ülke derinliklerinde bulunan

stratejik bir komuta kontrol merkezi, kalkış öncesi planlamalarda SİHA'lara hedef olarak atanmıştır. SİHA'ların ana görevi Komuta Kontrol Merkezinin imhası amacıyla paket içinde bulunan havadan yere taarruz görevini icra edecek grubun hedefe ulaşmasını ve emniyetli pozisyonunda silahlarını salmak olarak belirlenmiş ve minimum kayıp verecek şekilde RTB (Return to Base – Üsse Dönüş) yapmaları beklenmiştir.

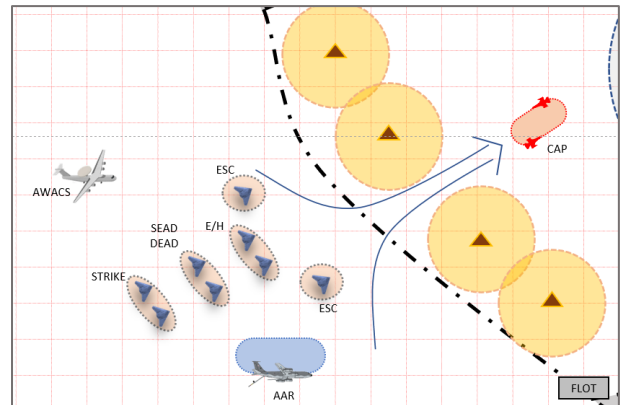
Lider olarak atanmış SİHA tarafından yönlendirilen sürü, Kırmızı Ülkeye ait önceden belirlenmiş hedefe yapılacak havadan yere taarruz için taktiğine ve havada karşılaşılabilecek durumlara otonom olarak karar verecektir.

Mavi Ülkenin saldırılarını havada önlemek amacıyla Kırmızı ülke toprakları üstünde görev yapan CAP (Combat Air Patrol) görev kolları mevcuttur. Ayrıca sınırı korumak amacıyla bir hat üstünde orta menzilli hava savunma sistemleri (MR-SAM Medium Range Surface to Air Missile) bulunmaktadır. Yine aynı şekilde hedef komuta kontrol merkezi de MR-SAM ve uzun menzilli hava savunma sistemleri (LR-SAM Long Range Surface to Air Missile) tarafından korunmaktadır (Şekil-3).



Şekil-3: Örnek Harekât Ortamı Senaryosu.

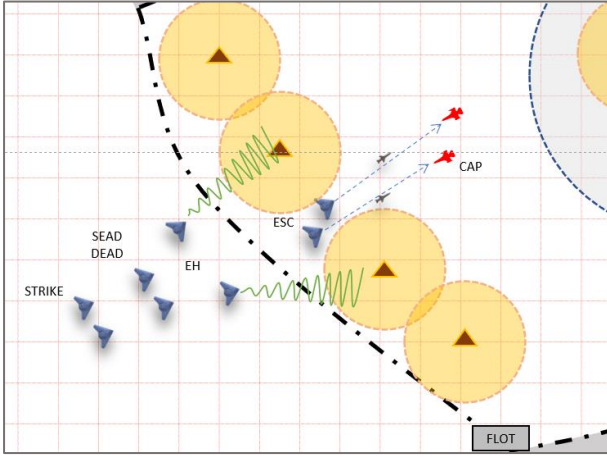
Randevu noktasında taarruz için gerekli formasyonu oluşturan COMAO paketin lideri, tüm SİHA'lar ile iletişim halindedir. Paket sınıra doğru uçarken lider SİHA sensörleri yardımı ile SAR (Sentetik Açıklık Radarı) taraması yapmaktadır. Potansiyel hedeflerin tespit ve takibinde kullanılan Hareketli Hedef Tespiti, her hava durumunda yüksek çözünürlüklü radar görüntüsü, hedef sınıflandırma ve arazi topografyası üretme için kullanılmaktadır. Lider SİHA Kırmızı Ülke MR-SAM'larının konumunu ve kaplama diyagramını çıkararak sınırı geçme taktiğini belirlemiştir. Senaryoda toplamda 4 adet MR_SAM sistemi tespit eden SİHA'lar, orta noktada kaplama bindirmesi olmayan ve arazi maskeleyesi için kullanılabilecek bir geçiş yolu tespit etmiştir. Yapay zekâ destekli yapılan analizde, SİHA'lar SAM'lara taarruz ederek koridor açmak yerine, zaiyat vermeden geçiş yapılabileceğini analiz etmiş ve rota planlamasını otonom oluşturmuştur. Paket kol, Escort kollarının himayesinde arazi maskeleyesi yapmak amacıyla alçak irtifadan profiline devam etmiş ve sınırı geçmeye başlamıştır (Şekil-4).



Şekil-4: Sınır Geçiş.

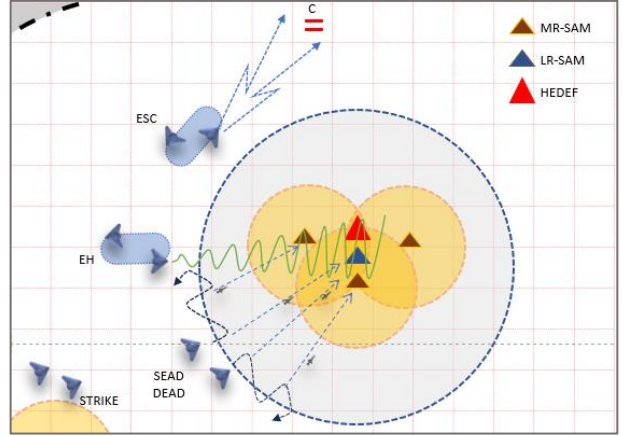
Sınırdaki SAM kaplama zafiyetinin bilincinde olan Kırmızı Ülke, vadi içinde alçak irtifadan gelebilecek tehditlere karşı iki uçaktan oluşan bir CAP kolunu uygun pozisyonunda konuşlandırmıştır. COMAO paketin Escort SİHA radarları ve

AWACS uçağından gelen bilgiler ile tespit edilen Kırmızı CAP kolları için hedef tahsisi lider tarafından yapılmıştır. Bir ve iki numaralı uçaklar kendi aralarında tahsis edilen hedeflere BVR (Beyond Visual Range - Görüş Ötesi) Füzeleri ile angajmana girmiş ve tehditleri ortadan kaldırmıştır. Bu esnada Paketin (Elektronik Harp (E/H) SİHA'ları güvenli geçiş amacıyla, geçişe başlamadan ve geçiş esnasında (yanal radar yardımı ile) MR-SAM'lara E/H Karıştırması uygulamıştır (Şekil-5). E/H, düşman radarlarının elektronik karıştırma kullanılarak kullanılmaz hale gelecek şekilde körleştirilmesi ve haberleşmelerinin engellenmesidir. Harekât esnasında savaş uçaklarının tehdit radarlar ve hava savunma sistemlerine karşı güvende olmasını sağlamaktadır [27].



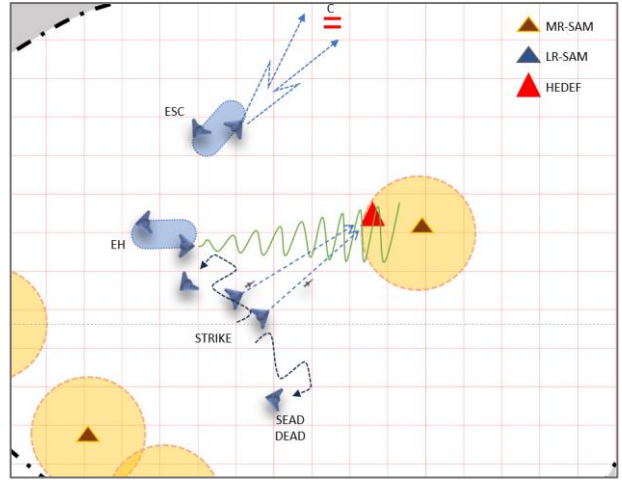
Şekil-5: Kırmızı CAP Kollarına Angajman ve E/H Karıştırması.

Bölgede bulunan Escort kol, pakete tehdidin Kırmızının "C" Meydanından kalkabilecek Scramble kollarından gelebileceği analizini yapmıştır. Bu maksatla hem meydanı gelişmiş radar ve sensörleri ile tarayacak hem de paketin korumasına uygun bekleme paternini kuracak şekilde konuşularak, sıcak-soğuk bacadaki CAP bekleyecektir. CAP kollarının yerini alması ile birlikte E/H kolu SEAD/DEAD kolunun işini kolaylaştırmak için düşman SAM'larına çoklu hedef karıştırma kabiliyeti ile E/H karıştırması yapabileceği en uygun konumu yapay zekâ analizi ile belirleyecek ve karıştırmasına başlayacaktır. Kırmızı Komuta Kontrol Merkezinin koruması için yerleştirilmiş MR-SAM ve LR-SAM tehditlerinin, taarruz koluna olan etkisini ortadan kaldırmak amacıyla SEAD (Düşman Savunma Sistemlerinin Bastırılması) ve DEAD (Düşman Savunma Sistemlerinin İmha Edilmesi) görevlerini icra edecek iki adet SİHA en uygun taarruz analizinin belirlenmesini sağlayacaktır. Birinci eleman sağa ikinci eleman sola manevralar ile SAM tehdit mesafesinin kendilerine angajman olamayacak (SAM tehdidinde göre değişmekle birlikte genelde %30'luk bir alan) kısmına kadar girerek her 30 sn.'de bir füzeyi bindirmeli olarak atacaklar ve düşman SAM tehditlerinin bu süre zarfında kapatılmasını başaracaklardır (Şekil-6).



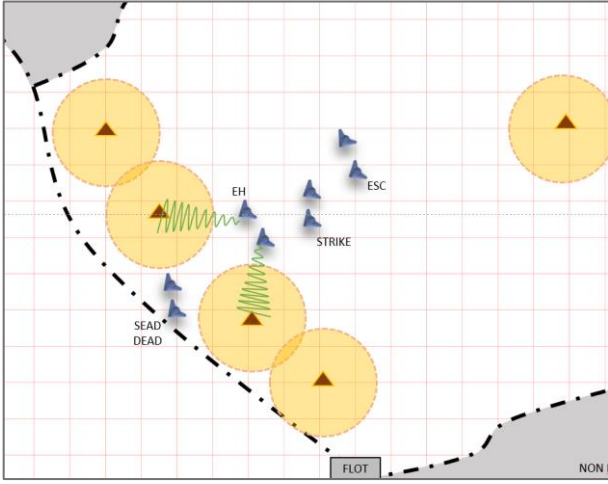
Şekil-6: LR-SAM'lara E/H Karıştırması ve SEAD/DEAD Görevi.

MR-SAM ve LR-SAM'ların inha edilmesini takiben havadan yere güdümlü bombalar ile taarruz edecek elemanlar, en uygun taarruz taktiğini ve irtifayı analiz edecek, yüksek sürat ve eş güdümlü bombalarını hedefe göndererek kaçınma manevrasına başlayacaklardır. Tüm paketten toplanan veriler ile hedefin imhasının başılamadığının anlaşıldığı durumlarda ve tehdit durumuna bağlı olarak paket lideri re-attack (yeniden taarruz) planlayabilecektir. (Şekil-7)

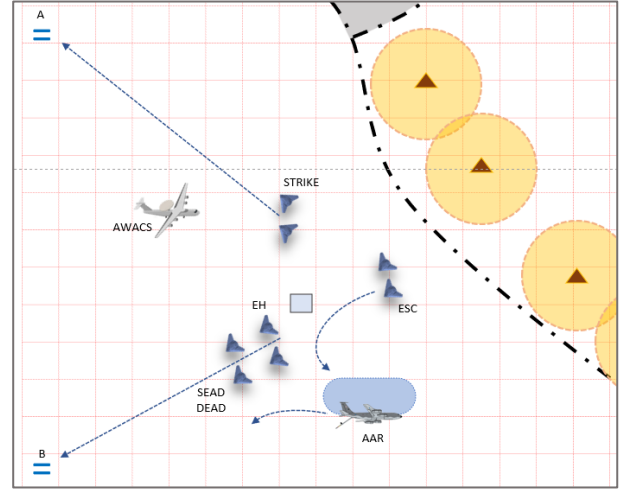


Şekil-7: Komuta Kontrol Merkezinin İmhası.

Görev başarılı paketin dönüşü lider tarafından diğer SİHA'lara iletilecek, alçak irtifa yüksek sürat ile arazi maskeleyesinden de yararlanan paket en kısa zamanda Mavi Ülke topraklarına dönüş yapacaktır. Sınır geçiş esnasında E/H kolu sınırdaki MR-SAM'lara karıştırma yapmaya devam edecek, Escort kol tüm paketin arkasında pakete gelebilecek tehditlere AWACS'tan aldığı bilgileri de kullanarak hazırlıklı olmaya devam edecektir. Bölgeden son ayrılan kol olarak, gelişmiş sensörlerinin yardımı ve uydu görüntülerinin analizi ile keşif görevini de yerine getirecektir. (Şekil-8)



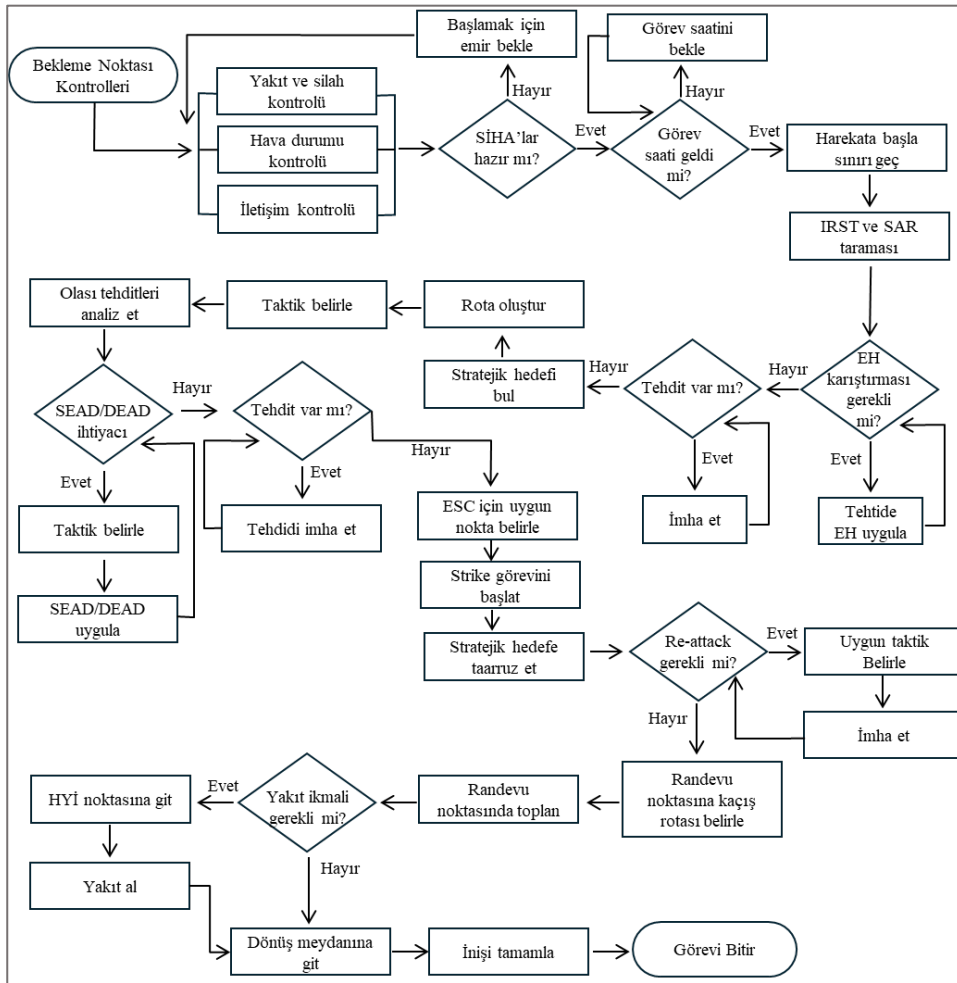
Şekil-8: Kaçınma ve Sınır Geçiş.



Şekil-9: Meydana Dönüş.

Sınırı geçiş takiben paket randevu noktasında toplanacak, görevde harcanan yakıtı bağli olarak yakıtı azalan eleman havada yakıt ikmal uçağından yakıt alabilecektir. Yapay zekâ tarafından yakıt ikmal planlaması, meydana dönüş yakıtı azalan SİHA'lar için yapılacaktır. Tüm SİHA'ların meydanlara inişlerini takiben görev sona erecektir (Şekil-9).

Mavi'ye ait "A" ve "B" meydanlarından planlı kalkışlarını yapan ve randevu noktasında bulunan sürü SİHA'ların bu noktadan itibaren tam bir otonom görev kabiliyeti ile icra ettikleri çalışmalarına ait akış diyagramı Şekil-10'da olduğu gibidir.



Şekil-10: Sürü SİHA Akış Diyagramı

4. Değerlendirme

Geleceğin hava savaşları düşünüldüğünde SİHA'ların muharebe sahalarında tam otonom olarak bulunmaları, tüm taktik ve stratejileri değiştirecektir. SİHA'lar öncelikle savaş ortamlarında olmak üzere birçok silahlı organizasyonda etkinlikle kullanılabilir (Tablo-3) [28].

Tablo-3: Silahlı Organizasyonlarda SİHA Kullanımı [24]

SİHA	
Amaç	Beceri
-Keşif -Gözetleme -İstihbarat -Hava Yer Görevi -Hava Hava Görevi -Elektronik Harp -Deniz Görevleri	-Nokta Görev Kabiliyeti -Yönetme ve Yönlendirme -Deniz Alanında Hakimiyet -Hava Üstünlüğü -Hızlı ve Etkili Taarruz -Nihai Amaç
Fayda	Ortam
-Risklerin Azaltılması -Maliyet -Terörle Mücadele -Kuvvet Çarpanı -Meteorolojik Koşullara Uyum -Uzun Süreli Havada Kalış -Ağ Merkezli Yapılanmayı Güçlendirme	-Savaş -Terörle Mücadele -Ülke Savunması

Teknolojinin gelişmesi ve yapay zekâ alanındaki gelişmelere bağlı olarak öncelikle Hava-Hava görevleri, sonrasında ise en kritik ve karmaşık görevlerde kullanılmaları beklenmektedir. Özellikle Hava-Hava görevinde pilota düşen uçuş yükünün fazlalığı, angajmanların anlık olarak değişken analize dayanması, hızlı muhakeme ve refleksler gerektirmesi gibi zorluklar, SİHA'ların bu görevlerde kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Bu alanda yarı otonom ve insanlı uçaktan gelen komutlara göre hareket eden Loyal Wingman kavramı ile otonom SİHA gelişim süreci devam etmektedir.

SİHA'ların çok daha ucuz ve gözden çıkarılabilir olmaları nedeniyle, insanlı uçak ile karşılaştırıldığında savaş alanında ülkeler üzerinde maddi ve manevi kayıp yaratmayacaktır. İnsanlı uçağın, üretim maliyetinin yanı sıra pilotun hayatının korunması açısından da bu durum önemlidir. Düşmanın belirlenmiş yüksek değerlikli stratejik hedeflerine taarruz etmek için SİHA'ları gözden çıkarmanın daha rasyonel olacağı değerlendirilmektedir. Bu şartlar altında kullanılacak taktikler, insanların doğrudan içinde bulunduğu savaşlardan kesinlikle farklı ve zorlu olacaktır [4].

Örnek senaryo üzerinde de görüldüğü üzere az sayıda gelişmiş SİHA ile karmaşık görevler, insan kaynaklı hataların ve kısıtların önüne geçerek yerine getirilebilecektir. SİHA'lar tüm görev boyunca, kol uçuşu, toplanma, kalkış, iniş gibi otonom kabiliyetlerinin yanı sıra;

- Randevu noktasında buluşma,
- Paket kol düzenini oluşturma,
- Kırmızı ülke arazisinin taranması ve SAM'ların tespiti,
- Sınır geçiş usulleri ve geçiş için kullanılacak taktik,
- SAM'lara karşı E/H karıştırmaları yapılması,

- Angajmana giriş ve silah salma,
- CAP, E/H ve SAM'ların bastırılması, taktiklerinin belirlenmesi,
- Ana hedefin tespiti ve taarruz taktiğinin belirlenmesi,
- Re-attack ve kaçınma,
- Sınır geri geçiş ve havada yakıt ikmali gibi çok sayıda konuda anlık değerlendirme yapması ve karar alması beklenmiştir.

Bu görevin insanlı muharip uçaklar tarafından yapılması gerektiği düşünüldüğünde, çok sayıda uçak ve tecrübeli pilot tarafından gerçekleştirilmesinin beklenmesi muhtemeldir. Bunun yanında;

- Bu görevleri yapacak pilotların uzmanlık alanlarına ve görev tipine göre yetiştirilmesi ile bunun getirdiği eğitim maliyetleri,
- Göreve katılması muhtemel uçak sayısının artması sonucu oluşacak uçak kullanım maliyetleri,
- Görevin farklı zorluk derecelerine göre, çok alçak irtifada ya da gece şartlarında icra edilmesi gibi durumlarda daha da artacak farklı uçak kategorilerine olan ihtiyaç,
- Yetiştirilmesi uzun zaman alan ve meşakkatli olan savaş pilotu kaybı,
- İnsanlı Uçak sistemlerinin insan fizyolojisi açısından ortaya çıkan kısıtlar (Max 9G),
- NCW'ine gelecekte getireceği çok sayıda verinin, anlık analiz edilmesindeki problemler gibi zorluklarla dolu alanların da çözümlenmesi gerekecektir.

5. Sonuç

Askeri havacılık; ülke bekası için üretilecek güvenlik ihtiyaçları ve savunma endüstrisi yönündeki ekonomik katkıları açısından stratejik öneme sahiptir. Devletler, mevcut silahlı hava araçlarını korumak ve geliştirmek zorundadır. Tehdidin sayısının ve çeşidinin her gün arttığı günümüzde, ülke savunması için yüksek kabiliyetli ve gelişmiş hava araçlarına sahip olunması kaçınılmaz bir zorunluluktur.

Yeni teknolojiler ve geliştirilmeye çalışan yapay zekâ destekli otonom sistemler, hava taarruz ve savunma stratejilerinin ve kabiliyetlerinin güçlendirilmesine ve çeşitlendirilmesine neden olmaktadır. Muharip savaş uçakları daha da gelişmiş, yüksek manevra kabiliyetlerine ulaşmış ve radarlar tarafından daha geç tespit edilebilir yetenekler kazanmış olup durumsal farkındalıkları çok artmıştır. Bunların yanında teknolojiye gelişmeler ile birlikte Tablo-3'de gösterilen tüm kullanım alanları için özel olarak yetiştirilmesi ve tecrübe kazanması gereken insan faktörü ise risk temelli yaklaşımlar ile zaman içinde denklemden çıkarılması gerekmektedir.

Maliyet etkin yaklaşımın bir sonucu olarak da üretilmeye ve geliştirilmeye çalışılan SİHA'lar, savaş uçaklarından farklı olarak birden fazla görevi üstlenebilmesi beklenmektedir. Geçmişte her bir görev misyonu için farklı tipte uçak geliştirilmesi ve pilot yetiştirilmesi gerekirken, günümüzde ve gelecekte geliştirilen platformlar ile yapay zekâ destekli sistemler sayesinde bu misyonların büyük bir kısmı tek bir gövdede gerçekleştirilebilecektir. Ancak, İHA ve SİHA gibi araçların yapısal ve teknik özellikleri bazı görevleri sınırlandırabilir. Geliştirilen sistemlerin gelecekte mutlak hava hâkimiyetini sağlaması, yeni teknolojilerin hızla platformlara

adapte edilebilir olması ve bunların ülke savunmasında çok uzun yıllar kullanılabilmesi öne çıkan beklentiler arasındadır.

Sonuç olarak, Sürü Otonom SİHA'ların yakın gelecekte savaş stratejilerini köklü bir şekilde değiştireceği, maliyet etkin bütçeler ile sürdürülebilir savunma desteğine katkıda bulunacağı ve bu teknolojiye sahip güçler için belirgin ve stratejik üstünlükler sağlayacağı açıkça görülmektedir.

6. Kaynaklar

- [1] T. Kök, “İnsansız Hava Araçlarının Güvenli Kullanımı için Spektrum İhtiyaçlarının Belirlenmesi ile İlgili Öneriler”, Teknik Uzmanlık Tezi, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2012.
- [2] İ. Kalınbacak, “Sürü Otonom İha Sistemlerinin Muharebe Sahasında Uygulama Taktikleri ve Geliştirilen Yeni Teknolojiler” Savunma Bilimleri Dergisi, 1(43), 191-209, 2023.
- [3] Tekinay, O. N., & Batı, G. B. (2022). Askeri Alanlarda Kullanılmak Üzere İnsansız Hava Aracı (İHA) Sistemleri Seçiminde Topsis ve Bulanık Topsis Yönteminin Kullanılması. Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 44(1), 78-103]
- [4] DS.Alberts, J. Garstka, ve FP Stein, Ağ merkezli savaş: Bilgi Üstünlüğünü Geliştirmek ve Kullanmak, Washington DC Ulusal Savunma Üniversitesi Yayınları, (s. 2-16), 1999
- [5] C. Karakuş, F. Katman, “Male Sınıfı İnsansız Hava Aracı (İHA) Teknolojisi ve Konvansiyonel (geleneksel) Savaşta Yeri” Akademik Tarih ve Düşünce Dergisi, 6(2), 882-897, 2019
- [6] Çağlar, M. T., & Gülmez, L. (2023). Savaşın Yeni Araçları: Silahlı İnsansız Hava Araçlarının (SiHA) Yayılması ve Büyük Güçlerden Devlet Dışı Aktörlere SiHA Kullanımı. Social Review of Technology and Change, 1(2), 23-47.
- [7] Boeing, “U.S. Navy, Boeing Conduct First MQ-25 Refueling Mission with F-35C”, <https://www.boeing.com/defense/mq25/> (Erişim Tarihi 27,04,2024).
- [8] Wikipedia, “Loyal wingman”, https://en.wikipedia.org/wiki/Loyal_wingman. (Erişim Tarihi 27,04,2024).
- [9] Hubsan Havacılık ve Uzay Bilimleri, <https://www.hubsan.com.tr/genel/silahlı-insansız-hava-araçları> (Erişim Tarihi 27,04,2024).
- [10] J.S. Thurnher, “The Law That Applies to Autonomous Weapon Systems, American Society of International Law, 17(4)” 2013.
- [11] K. Cass, “Autonomous Weapons and Accountability: Seeking Solutions in the Law of War” Loyola of Los Angeles Law Review, 48(3), 1017-1068, 2015
- [12] A. Özer, “Savaşlarda Üçüncü Devrim Otonom Silah Sistemleri ve İnsancıl Hukuk” https://tasam.org/trTR/Icerik/52518/savaslarda_ucuncu_devrim_otonom_silah_sistemleri_ve_insancil_hukuk, (Erişim Tarihi 27,04,2024).
- [13] Unmanned Systems Integrated Roadmap FY 2017-2042
- [14] Wikipedia, Northrop Grumman X-47B, https://tr.wikipedia.org/wiki/Northrop_Grumman_X-47B, (Erişim Tarihi 27,04,2024).
- [15] The Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), ACE Program Achieves World First for AI in Aerospace, <https://www.darpa.mil/news-events/2024-04-17>, (Erişim Tarihi 27,04,2024).
- [16] Gartner, Top trends in the gartner hype cycle for emerging technologies, 2017. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-foremerging-technologies-2017/> (Erişim Tarihi 27,04,2024).
- [17] STM Teknolojik Düşünce Merkezi, SÜRÜ İHA SİSTEMLERİ Modern Harp İçin Bir Gelecek Öngörüsü, https://thinktech.stm.com.tr/uploads/docs/1608905682_stm-suru-ih-sistemleri.pdf (Erişim Tarihi 27,04,2024).
- [18] Frantz N. R. “Swarm Intelligence For Autonomous UAV Control” Naval Postgraduate School
- [19] Özer, M. M., & Bakırçı, M. İnsansız Hava Araçlarına Kontrol Sistemi ve İletişim Ağı Entegrasyonu İle Sürü Davranışı Kazandırılması, TMMOB Makina Mühendisleri Odası XII. Ulusal Uçak, Havacılık ve Uzay Mühendisliği Kurultayı, 13-14 Ekim 2023
- [20] TurDef - Global Defence News, TUSAŞ, Türk Sadık Kanat Adamını Hazırlıyor : OKU, <https://turdef.com/article/tusas-prepares-turkish-loyal-wingman-oku-concept> (Erişim Tarihi; 27.04.2024).
- [21] P.J.H. Schoemaker, “Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking,” Sloan Management Review, Cilt 36, no. 2, 25–40, 1995.
- [22] Australia’s Defence Science and Technology Group, “Understanding Future Robustness being a theme for the 2020 call for Operations Research Network proposals”.
- [23] Chermack, Lynham, and Ruona, “A Review of Scenario Planning Literature.”
- [24] Yoldaş, Ç. (2019). Yeni savaşlarda istihbarat teşkilatlarını rolü: Hibrit Savaş örneği (Doctoral dissertation, Sakarya Üniversitesi (Turkey))
- [25] A. Dowse, “Scenario planning methodology for future conflict”, The Journal of Indo-Pacific Affairs, 4(2), 18-31, 2021.
- [26] North Atlantic Treaty Organization (NATO) “Glossary of Abbreviations Used in NATO Documents and Publications”, 2008.
- [27] DEMİR, M. (2022). Milli savunma teknolojileri ve Türk silahlı kuvvetleri. Eurasian Academy of Sciences Social Sciences Journal, 73-85.
- [28] S. Aydoğan, “Bir İnovasyon Olarak İnsansız Hava Araçlarının Silahlı Organizasyondaki Kullanımının İncelenmesi: Bir Betimsel Analiz Çalışması”, Journal of Aviation Research, 4(1), 129-145, 2022.

Not: Bu çalışmadaki bilgiler konuyla ilgili olarak yazarın yorumunu içermekte olup, herhangi bir kuruma ait görüşleri temsil etmemektedir.

Özgeçmiş



Vural Avcı, Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi Kamu Yönetimi bölümünden lisans derecesi almıştır. Ayrıca Hoca Ahmet Yesevi Üniversitesi'nde Yönetim ve Organizasyon alanında yüksek lisans yapmıştır. Vural Avcı, kariyerine Hava Teknik Okullar Komutanlığı'nda Harekât Astsubayı olarak başlamış, çeşitli Hava Kuvvetleri Komutanlığı Jet Filolarında Harekât Astsubayı olarak görev almış ve birçok önemli projeye katılmış olup 34 yıllık tecrübesi bulunmaktadır. Vural Avcı, NATO ve diğer uluslararası sertifikalara sahip olup, Taktik Lider Yetiştirme Eğitimlerine, NATO tatbikatına ve Anadolu Kartalı tatbikatlarına katılmıştır. Ayrıca, Afganistan'da ISAF operasyonunda kıdemli astsubay danışmanlığı yapmıştır.

Katıldığı projeler arasında, F-16 uçaklarının AIDEWS Elektronik Harp sistemi entegrasyonu, Gece Görüş Gözlüğü (GGG) kullanımı için planlama grubu çalışmaları ve birçok uluslararası tatbikatta görev planlama ve harekât faaliyetleri bulunmaktadır.

Türk Hava Kuvvetleri'nde görev yaparken uçuş görevlerini planlama, harekât merkezlerini sevk ve idare etme, tatbikat planlama ve koordinasyonu gibi birçok görevi yerine getirmiştir. Halen Türk Havacılık ve Uzay Sanayii AŞ (TUSAŞ)'de Milli Muharip Uçak Projesinde Harekât ve Veri Tabanı Uzmanı olarak görevine devam etmektedir.