



# Sürü Otonom İHA Sistemlerinin Muharebe Sahasında Uygulama Taktikleri ve Geliştirilen Yeni Teknolojiler

## *Tactics of Swarm Autonomous UAV Systems On The Battlefield And New Technologies*

İmren KALINBACAK <sup>1,\*</sup> 

<sup>1</sup> Hava Kuvvetleri Komutanlığı, Çankaya/ANKARA

### Özet

Dünyada, sürü halinde otonom bir şekilde görev yapacak olan İnsansız Hava Aracı (İHA) ile ilgili birçok proje yürütülmekte ve geleceğin harekât ortamında da kullanılacağı öngörülmektedir. Özellikle yapay zekâ, otonomi, nesnelerin interneti, bulut veri ve 5G gibi teknolojilerin yaygınlaşması ile sürü halinde otonom harekât icra edebilen İHA'lar geliştirilmeye başlanmıştır. Bu gelişmelere paralel olarak değişen harekât ortamında, Sürü Otonom İHA'lara sahip olan ordular icra edilecek harekâtlarda karar icra döngüsünü kısaltarak stratejik, operatif ve taktik seviyede çok büyük avantaj sağlayacaklardır. Bu makalenin amacı; Sürü Otonom İHA'ların kullanımının muharebe ortamında oluşturacağı etkilerin değerlendirilerek gelecek dönemde icra edilecek harekâtlarda daha etkin olarak kullanılmasını sağlamaktır. Makalede, Sürü Otonom İHA'lar ile ilgili yürütülen projeler ve Sürü Otonom İHA'ların muharebe ortamında kullanım taktikleri incelenmiş, bir senaryo oluşturularak gelecek dönemde icra edilecek harekâtlarda etkin olarak kullanımı değerlendirilmiştir.

### Abstract

Many projects are carried out in the world regarding the Unmanned Aerial Vehicle (UAV), which will operate autonomously in swarms, and it is foreseen that it will also be used in the operational environment of the future. Especially with the spread of technologies such as artificial intelligence, autonomy, internet of things, cloud data and 5G, UAVs that can perform autonomous operations in swarms have begun to be developed. In the operational environment that has changed in parallel with these developments, armies with Swarm Autonomous UAVs will shorten the decision execution cycle in the operations to be carried out, and will provide a great advantage at the strategic, operative and tactical level. The purpose of this study; It is to evaluate the effects of the use of Swarm Autonomous UAVs in the tactical environment and to ensure that they are used more effectively in the operations to be carried out in the future. In this study, the projects carried out regarding the Swarm Autonomous UAVs and the tactics of using the Swarm Autonomous UAVs in the battlefield environment were examined, a scenario was created and their effective use in the operations to be carried out in the future period was evaluated.

### Makale Bilgisi

Araştırma makalesi

Başvuru: 15.08.2022

Düzeltilme: 02.09.2022

Kabul: 05.09.2022

### Keywords

Swarm UAV

Autonomy

Swarm Intelligence

Swarm Autonomous

UAV Tactics

Swarm UAV Projects

### Anahtar Kelimeler

Sürü İHA

Otonomi

Sürü Zekâsı

Sürü Otonom İHA

Taktikleri

Sürü İHA Projeleri

## 1. GİRİŞ

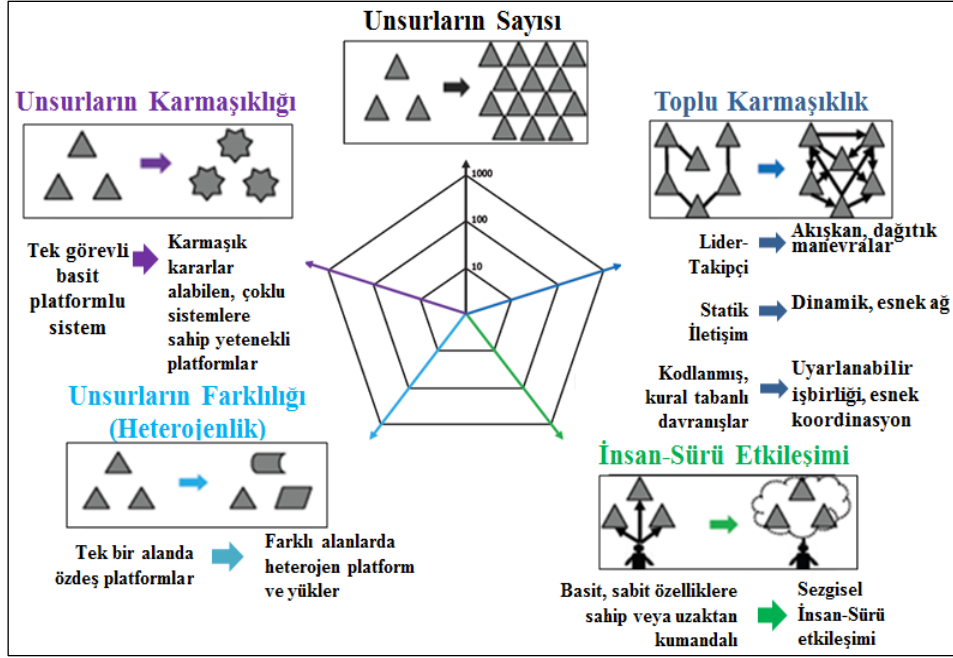
İHA'lar tarihsel süreç içerisinde ilk olarak gözetleme ve keşif amacıyla kullanılmış olup daha sonra üzerlerine takılabilen füze ve bombalar ile özellikle stratejik hedeflere etki kabiliyeti yüksek bir silah sistemi haline gelmiştir. Özellikle yapay zekâ, otonomi, yeni nesil internet, nesnelerin interneti, bulut veri ve 5G teknolojisinin yaygınlaşması ile değişen harekât ortamında, İHA'lar SİHA (Silahlı İHA)'lara evrilmiştir. Gelecek dönemde ise gelişen teknoloji sayesinde kazanılacak yeni yeteneklerle MİHA (Muharip İHA) ve sürü zekâsına sahip otonom İHA'lara doğru evrileceği değerlendirilmektedir. Araştırmacıların akıllı telefon bileşenleri ve 3D baskı kullanarak küçük bir atölyede 2.000 ABD Dolarından daha düşük bir fiyata muharebe sahasında kullanılabilen bir İHA üretmesi ile birlikte yakın gelecekte harekât alanında "Swarm Troopers" yani Sürü Birliklerini görmek doğal olacaktır (Hambling, 2015). Maliyeti oldukça yüksek olan modern savaş uçakları ile ordular, tek bir insanlı uçak veya elli bin insansız hava aracı arasında bir seçimle karşı karşıya kalacaktır. Kullanıma hazır elektronik cihazların daha güçlü ve daha ucuz hale gelmesi ile mini/mikro İHA'lar giderek daha yetenekli hale gelirken maliyetleri düşmeye ve sayıları artmaya devam edecektir. Ayrıca yeni özellikleri bünyesinde kullanabilme yeteneği sayesinde İHA'ların otonom silah sistemlerine dönüşmesi kaçınılmaz olacaktır (Burt, 2018).

## 2. YAPAY ZEKÂ VE SÜRÜ TEKNOLOJİSİ

Sürü İHA, belirli bir işi/görevi gerçekleştirmek üzere işbirliği yapan çok sayıda İHA'dan oluşur. Sürü İHA'ların sürü davranışı gösterebilmesinin temelinde yapay zekâ yatar. Yapay zekâ (Artificial Intelligence-AI) terimi ilk defa, 1956'da "akıllı makineler yapma bilimi ve mühendisliği" olarak tanımlanarak literatüre kazandırılmıştır (Dong, Hou ve Zhang, 2020; Miailhe ve Hodes, 2017). Yapay zekâyâ sahip otonom bir sistemin düşünmesi ve kararlar alması; kameralar, mikrofonlar, sensörler vb. aracılığıyla etrafını algılayarak bir dünya modeli inşa etmesi, bu modeli sürekli olarak güncellemesi ve optimizasyon algoritmaları aracılığıyla işleyip sonrasında eyleme geçmesi mantığına dayanır (Cummings, 2017). Bu etkili bir otonom sistemin anahtarıdır. Örneğin, otonom bir İHA'nın seyrüseferi nispeten basittir, çünkü çalıştığı dünya modeli, tercih edilen rotaları, yükseklik engellerini ve uçuşa yasak bölgeleri gösteren haritalardan oluşur. Radarlar, hangi irtifaların engellerden arınmış olduğunu göstererek bu modeli gerçek zamanlı olarak güçlendirir. GPS ise, İHA'nın uçuşa yasak bir bölgeye girmeden veya bir engele çarpmadan görevi icra etmesini sağlar.

Sürülerin hayatta kalma içgüdüleri ile yiyecek arama davranışlarının problemlere uyarlanması ile geliştirilen Yapay Zekâ Sürü Algoritmaları ile İHA'lar, doğada karınca, kuş, böcek gibi hayvan sürülerinin davranışlarına çok benzer şekilde davranabilmektedir. Böylelikle çok sayıda İHA senkronize bir şekilde hareket edebilmektedir. Sürü teknolojisinin en önemli özelliği "kendi-kendine organize olma" (self-organization) davranışına dayanmasıdır. Örneğin en çok kullanılan algoritmalarından biri olan Karınca Kolonisi Algoritması, sürü İHA'ların rota planlaması için

kullanılmaktadır (Dorigo, Caro ve Gambardella, 1998, s. 12). Böylece İHA'ların en makul süre içerisinde en uygun rotalar oluşturmaları sağlanabilmektedir.



**Şekil 1.** Sürü Teknolojisinin Artan Karmaşıklığı.

(Chung, 2021, OFFensive Swarm-Enabled Tactics (OFFSET), DARPA'dan uyarlanmıştır.)

Sürü teknolojisi geliştikçe sürüyü oluşturan unsurların da karmaşıklığı artmaktadır. Şekil 1'de de belirtildiği gibi, sürü teknolojisinde sürüyü oluşturan unsurların sayısı, farklılığı (heterojenliği), karmaşıklığı ve iletişimi artmakta, insan-sürü etkileşimi azalarak otonom özellikler ön plana çıkmaktadır.

### 3. SÜRÜ İHA OTONOMİ SEVİYELERİ

Tam otonom silah sistemleri Uluslararası Kızılhaç Komitesi tarafından "Kritik işlevlerinde özerkliğe sahip bir silah sistemi" olarak tanımlanmıştır. Henüz tam otonom silah sistemleri bulunmamakla birlikte, hâlihazırda hizmette olan bazı askeri sistemler, yüksek düzeyde otonom bileşenlere sahiptir (Alemdar, 2022). Örneğin, günümüzün İHA'ları, "uzaktan kumandalı" olarak tanımlansa da, kalkış ve iniş, navigasyon ve yazılım güncelleme gibi otonom yeteneklere sahiptir.

Stockholm Uluslararası Barış Araştırmaları Enstitüsü (SIPRI) tarafından yapılan sınıflandırma ile; otonom silahlı bir İHA'nın geliştirilmesi için hangi görevlerin önemli hangilerinin kritik olduğu sıralanmıştır (Boulain ve Maaike, 2016, s. 8). İHA'ların otonom olarak üstlenebilecekleri işlevler arasında en sorunlu ve kritik olanı kuvvet kullanımı olarak görülmektedir. Otonom İHA'ların dinamik bir savaş alanında karmaşık etik seçimler yapmak, askerler ve siviller arasında yeterince ayırım yapmak ve bir saldırının orantılılığını değerlendirmek için gerekli olan insan yargısından ve diğer

niteliklerden yoksun olacağı konusunda görüşler mevcuttur (Scharre, 2018. Future of Life Institute 2015 Autonomous Weapons: An Open Letter From AI and Robotic Researchers).

ABD Hava Kuvvetlerinin İHA'ların Gelişimi kapsamında 2009 yılında yayımladığı 2009-2047 dokümanında; 2047'de teknolojinin Gözlem, Oryantasyon, Karar, İcra (GOKİ) (Boyd, 1976) döngüsünü tamamlama süresini mikro veya nano saniyelere indirebileceği, İHA'ların da bu hızlarda tepki verebilecek seviyelere geleceği bu nedenle bu döngünün bir "algıla ve icra" vektörü olarak evrileceği öngörülmektedir. İnsanların ise artık döngü içerisinde değil, belirli kararların yürütülmesinde izleyici pozisyonunda olacağı, yapay zekâdaki ilerlemelerle sistemlerin insan girdisi gerektirmeden savaş kararları vereceği ve yasal ve politika kısıtlamaları dâhilinde hareket edeceği değerlendirilmektedir. Bir İHA'ya ölümcül savaş kararları verme konusunda otonom karar yetkisi tanımak, siyasi ve askeri liderlerin yasal ve etik sorunları çözmesine bağlı olup "algıla ve icra" vektörü yeteneği elde etmek için İHA'nın, görevleri yürütmekle görevli insanlarınkine yaklaşan bir güven düzeyine ulaşması gerektiği belirtilmektedir. ABD Hava Kuvvetleri 2047 yılında, havada yakıt ikmali, otomatik bakım, hedefleme ve angajman, hipersonik uçuş kabiliyetleri yeteneklerine sahip Sürü Otonom İHA'lar ile muharebe sahasında anında etkiler yaratarak düşmanın dengesini bozacak devrim niteliğinde bir gelişim planlamaktadır (United States Air Force, 2009).

#### **4. GELİŞTİRİLEN PROJELER**

Ülkeler tarafından yürütülen projeler incelendiğinde sürü zekâsına ve farklı otonomi seviyelerine sahip, farklı boyutlarda İHA'ların geliştirildiği göze çarpmaktadır. Genel olarak yürütülen projelerin amacının, giderek daha fazla otonomiye sahip ve daha fazla sayıda farklı görevler icra edebilen elemandan oluşan sürüler oluşturmak olduğu görülmektedir. Sonraki başlıklarda başlıca projeler ayrıntılı değerlendirilmiştir.

##### **4.1. Perdix Projesi**

ABD Savunma Bakanlığı Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı (Defence Advanced Research Project Agency-DARPA) tarafından Ekim 2016'da, karar verme, uyum sağlama ve kendi kendini iyileştirme yeteneğine sahip bir sürü oluşturan otonom İHA'ları piyasaya sürmüştür. 165 mm. uzunluğunda ve 290 gr. ağırlığında olan Perdix İHA'lar, bir lityum pil ve küçük bir kamera içeren plastik bir gövde tarafından desteklenmiş iki kanat grubuna sahiptir. Kaliforniya'daki bir test sahasında, üç adet F/A-18'den salınan 103 adet Perdix İHA, toplu karar verme, koordineli uçuş ve kendi kendini iyileştirme dâhil olmak üzere karmaşık sürü davranışları sergilemiştir, İHA'lar önceden seçilmiş bir noktada toplanmış ve ardından dört farklı görevi gerçekleştirmişlerdir. Görevlerden üçü bir hedefin üzerinde gezinmeyi, dördüncü görev ise gökyüzünde 100 metre genişliğinde bir daire oluşturmayı içermektedir. (Furness, 2017). Perdix önceden programlanmış senkronize bireyler değil, ortak bir organizmadır, karar vermek için dağıtılmış bir beyni paylaşan ve doğadaki sürüler gibi

birbirlerine uyum sağlayan bir sistemdir. Sürünün davranışı, sürünün belirli talimatlara yanıt vermesi, ancak görevi en iyi nasıl yerine getireceğine kendisi karar vermesi bakımından otonomdur.

#### **4.2. LOCUST Projesi**

ABD Hava Donanması 2017 yılında, birbirleriyle iletişim kurmak için önceden programlanmış otuz adet otonom İHA'yı fırlatabilen Düşük Maliyetli İHA Teknolojisini test etmiştir. LOCUST adı verilen bu proje, tek tek tüple fırlatılan ve havalandıktan sonra bir sürüye otonom olarak katılabilen ucuz, sabit kanatlı İHA'lardan oluşmaktadır. Projenin amacı düşmana ucuz ve kullanılıp atılan bir İHA bulutuyla saldırıp felç etkisi yaratmaktır.

LOCUST sistemi karada, hava veya denizdeki bir platforma konuşlandırılabilir. Küçük boyutlu, atılabilir otuz kadar Coyote İHA ile denizde testler planlandığı için, LOCUST temel sürü ilkelerini deniz savaşı alanına uygulamayı amaçlamaktadır; çok sayıda LOCUST'un, pahalı gemisavar füzelerinin yerini alabileceği değerlendirilmektedir (Limer, 2016). Bunun nedeni, deniz ortamındaki birçok savunma sisteminin, örneğin ABD Aegis'in, bir sürününkinden çok daha küçük sayılarla karşılaşılması muhtemel hipersonik füzeleri takip etmek ve bunlara karşı koymak için yapılandırılmış olmasıdır. Daha yavaş, ancak daha fazla sayıda sürü İHA'nın gemilerdeki gelişmiş radarlar tarafından algılanarak savunma silahlarının çok geç olmadan devreye girmesinin daha zor olduğu değerlendirilmektedir.

#### **4.3. Gremlinler Projesi**

ABD Hava Kuvvetleri'nin harekât görevlerinden grup halinde savaş kapsamında yürütülen projelerden birisi DARPA tarafından yürütülen Gremlinler Projesi'dir. 2020 yılında yapılan testte C-130 uçağından otuz dakika içerisinde atılan dört adet X-61A Gremlinler İHA'ları iki saatten fazla otonom olarak uçarak görevleri yerine getirmiş ve görev bitimi uçağına geri intikal etmiştir (Defense Advanced Research Projects Agency, 2020). X-61A Gremlinler, yüksek riskli görevler için maliyet etkin, tekrar kullanılabilir, çok fonksiyonlu İHA programıdır. Gremlinler F-16 dâhil birçok platformdan atılabilecek olup taarruz görevinde kullanılmayanlar tekrar kullanılmak üzere geri intikal edebilecektir.

#### **4.4. Sadık Kol Uçucusu (Loyal Wingman) Projeleri**

Sadık Kol Uçucusu teknolojisi, bir İHA'nın belirli görevler için insanlı bir uçağına eşlik etmesi ve onunla birlikte çalışması bakımından insanın döngüde olduğu otonom bir sürüyü ifade eder. Mini/mikro İHA bir silah taşıyıcısı olarak hareket ederek eşlik ettiği uçağın havadaki mevcut silah kapasitesini artırabilir. Kendini savunma yeteneğine sahip olduğundan orta ila yüksek tehdit ortamlarında bile hayatta kalabilir. Loyal Wingman İHA, aynı zamanda yük taşıma, havada yakıt ikmali gibi lojistik destek faaliyetlerini yürüten büyük boyutlu İHA da olabilir. Boeing tarafından 2018 yılında geliştirilmeye başlanan ve 2021 Mart ayında ilk uçuş testi gerçekleştirilen Loyal Wingman

İHA'nın ilk prototipinin Avustralya Hava Kuvvetlerine teslim edildiği basında yer almıştır. 35'ten fazla Avustralyalı şirket, Loyal Wingman programına katkıda bulunmaktadır (Air Force, t.y). İnsanlı savaş uçaklarını kol uçucusu olarak destekleyecek jet motorlu İHA'lardan beklenen; düşük maliyetli, otonom, çevik, yapay zekâ temelli, modüler faydalı yük kapasiteli olması ve taarruz, İGK gibi görevleri icra edebilmesidir.

ABD Hava Kuvvetleri'nin "Skyborg" girişimi, yapay zekâya sahip Sadık Kol Uçucularının oluşan bir filo tasarlamayı ve dağıtmayı amaçlamaktadır. Kratos XQ-58A, Sierra 5GAT ve Boeing'in Airpower Teaming System'i Skyborg girişiminin bir parçası olarak geliştirme denemelerinden geçmektedir (Burt, 2022). Rusya 2019 yılı sonlarında 5.Nesil Su-57 ile beraber uçan Rus S-70 OKHOTNİK İHA'ya ait bir video kaydı yayımlamıştır. Rusya Savunma Bakanlığı, video kaydında düşük görünürlüğe ve 3200 NM menzile sahip OKHOTNİK'in 30 dakika boyunca otonom ve SU-57 ile koordineli olarak uçtuğunu, konseptin insanlı uçağın radar kaplamasını artırmak, hedeflemeye yardımcı olmak, uzun menzilli füzeler için taşıyıcı platform olarak kullanmak için oluşturulduğunu ifade etmiştir (MSI Dergisi, 2020)

#### 4.5. Yürütülen Diğer Projeler

ABD Donanması'na ait İHA X-47B, 181 litre yakıt alarak 2015 yılında ilk kez havada yakıt ikmali yapmıştır. Havada otonom yakıt ikmali yapabilen ilk İHA olan X-47B'nin bu özelliği İHA'ların otonom kabiliyetlerini, menzilini ve operasyonların esnekliğini artıracak bir gelişme olmuştur (Gökmen, 2015). Meskûn mahallerde operasyonlara katılan küçük birliklerin kullanımı için sürü taktiklerinin geliştirilmesi amacıyla DARPA tarafından 2016 yılında OFFensive Swarm Enabled Tactics-Sürü Kabiliyetli Taarruz Taktikleri (OFFSET) programı başlatılmıştır. OFFSET Programı ile karmaşık kentsel ortamlarda çeşitli görevleri yerine getirmek için 250'den fazla küçük İHA ve/veya küçük İnsansız Kara Aracı (İKA) içeren sürüleri kullanan geleceğin küçük birim piyade kuvvetlerini oluşturma kapsamında; sürü taktiklerini oluşturmak, bu sürü taktiklerini etkinlik açısından değerlendirmek ve en iyi sürü taktiklerini saha operasyonlarına entegre etmek amaçlanmaktadır (Rudd, t.y). 2020 yılında, Çin ordusu ve devlet destekli araştırma kurumları, küçük İHA sürüleri olan "mikrodalga keşif bozucu mini İHA'lar" ve "elektromanyetik silah" yükleri için sözleşmeler imzalamıştır. Yapay zekâ konusunda uzmanlaşmış Çin devlet kuruluşu olan China Electronics Technology Group (CETC), Zhuhai 2016 Hava Gösterileri'nde, birkaç düzineden oluşan mini İHA sürüsünün koordinasyonlu bir şekilde uçtuğu, kentsel alanda düşman bir füze fırlatıcısını avladığını ve ardından füze fırlatıcısına bomba atarak yok ettiğini gösteren bir video yayımlamıştır (Lin and Singer, 2016). CETC Ekim 2020'de, potansiyel olarak tankları yok edecek kadar güçlü patlayıcı savaş başlıkları taşıyan 48 kamikaze İHA'dan oluşan sürünün testini gösteren bir video yayınlamıştır (Hambling, 2020). İHA'lar, ABD Hummer H1'in lisanslı bir versiyonundan geliştirilen Dongfeng Menshi aracından basınçlı hava ile fırlatılmış, ardından kanatlarını açıp hedef alana uçmuştur. Sürü yazılımı sayesinde İHA'lar çarpışmadan birlikte uçabilmekte ve tüm hedeflere saldırabilmek için

işbirliği yapabilmektedir. Ayrıca videoda görüldüğü üzere İHA'ların görevi tamamladıktan sonra geri dönmesi olayında, Çin'in 2015'ten bu yana ABD Donanması tarafından geliştirilmekte olan LOCUST projesinden esinlendiği ifade edilebilir.

Birleşik Krallık'ın desteklediği ve BAE Systems tarafından 2013 yılında başlatılan Autonomous Systems Underpinning Research (ASUR) Programı aynı anda birden fazla görevde yer alan birden fazla İHA filosunu idare edebilen sürü tabanlı bir görev yönetimi ve görev planlama sistemi geliştirmeyi amaçlamaktadır (Ivanova, Gallasch ve Jordans, 2016). Birleşik Krallık Hava Kuvvetleri, uçaklarla uyumlu bir elektronik koruma sistemi olan BriteCloud donanımlı mini İHA sürüsü ile savunma hatlarına sızabilmek için radar sistemlerini karıştırarak etkisiz hâle getirmiştir (Bunn, 2021, s.13; Trewithick, 2020).

Geniş katılımlı olarak yürütülen bir Avrupa Birliği projesi olan CPSwarm ile yer ve havada konuşlanabilen robotik heterojen sürüler ile kritik altyapıların gözetlenmesi ve arama kurtarma görevlerinin icra edilmesi hedeflenmektedir (<https://www.cpswarm.eu/index.php/the-project/>). 2018 yılında Airbus firması gelecekteki harekât alanı için insanlı-insansız ekipler oluşturmaya yönelik test uçuşları yapmıştır. Airbus yapımı beş adet Do-DT25 hedef İHA kullanılarak insanlı uçaklardan insansız sistemleri kontrol etme kabiliyeti denenmiştir. Bu kapsamda, Almanya'nın Baltık Denizi bölgesinde yapılan uçuş testlerinde başka bir uçaktaki görev grup komutanı tarafından İHA'ların komuta kontrolü gerçekleştirilmiştir (Airbus, 2018). Ayrıca Cranfield Üniversitesi'nin koordinatörlüğünü yaptığı bir konsorsiyum tarafından heterojen İHA'ların muharebe sahasında sürü olarak çalışmasını sağlamak için EuroSWARM adlı proje üzerinde çalışmalar devam etmektedir (Kaderli, 2019, s.8).

Rusya'nın koordineli doygunluk görevlerinde kullanmak üzere İHA'ları operasyonel hale getirmeyi amaçlayan Flock 93 adlı bir girişimi bulunmaktadır. Söz konusu girişim, her biri 5,5 pound'luk bir savaş başlığına sahip 100'den fazla İHA'nın eşzamanlı olarak fırlatılmasını içermektedir. Rusya Savunma Bakanlığı, Kavkas 2020 askeri tatbikatı sırasında düşmanın savunmasını açığa çıkarmak ve yer hedeflerini vurmak için, ilk kez Forpost, Orlan-10, Eleron-3 gibi İHA'lar ve diğer İHA'lar ile donatılmış Güney Askeri Bölge birimlerini birleştirerek tatbikatlarını icra etmiştir (Russian News Agency, 2020).

Gelecekteki İHA sürülerinin, insan müdahalesi olmadan hedefleri belirleme, değerlendirme, görev atama ve hedeflere girme yeteneğine sahip olacağı öngörülmektedir. ABD, Rusya, Çin, Türkiye, İsrail, İngiltere ve Hindistan gibi ülkeler, potansiyel olarak savaşın doğasında radikal değişikliklere yol açacak silahlı tam otonom İHA sürüsü konsepti üzerine projeler yürütmekte ve ciddi yatırımlar yapmaya devam etmektedir (Fuhrmann ve Horowitz, 2014; Duygulu, 2019).

## **5. MUHAREBE SAHASINDA SÜRÜ OTONOM İHA KULLANIM TAKTİKLERİ VE TASARLANAN SENARYO**

### 5.1. Kullanım Taktikleri

Muharebe sahasında sürü kullanımı aslında yeni bir taktik değildir. Sürüler, milyarlarca yıllık bir doğa olayıdır ve insanoğlu binlerce yıldır insansız silahlar ve araçlar kullanmaktadır. Karınca sürülerinin başarısı, kötü şöhretli yağmacılar olan Hunlar ve Tatarlarla karşılaştırılmaktadır. Taktik ve operasyonel düzeyde kaynaşmanın örneği olarak, Moğolların bir sürü olduğu ve sürü insansız silah sistemlerinin de binlerce yıldır kullanılmakta olduğu ifade edilmektedir (Edwards, 2000). Thucydides, Peloponez Savaşı'nda Spartalıların eski gemileri odun ve çıra ile doldurduğunu, gemileri ateşe verdiğini (“ateş gemileri”) ve nehirden aşağı Atina donanmasına doğru gönderdiğini yazmıştır. MÖ.333'te Surlular, Büyük İskender'in Sur limanındaki kuşatmasını kırmak için insan gücü kaybını tehlikeye atmayı göze alamamış ve bunun yerine “ateş gemileri”ni kullanmışlardır (Sanders, 2017). 14.yüzyılda Timur Hindistan Seferinde Delhi Sultanının ordusunda asıl güvendiği 120 adet iri fil karşısında 500 hörgüçlü deve toplanmasını istemiştir. Develere fitiller sarılmış kamışlar ve yağlanmış pamuklar yükletmiş ve iki ordu karşı karşıya geldiğinde yükleri ateşe verdirip fillerin üzerine sürülmesini emretmiştir. Develer ateşin sıcaklığını hissedince sürü halinde fillere doğru koşmaya başlamışlardır. Filler alevler içinde kendilerine doğru sürü halinde koşan 500 deveyi görünce korkarak sırtındakileri yere atıp ayakları altında ezmişler ve karşılarına çıkan piyadeleri de çiğneyip geçmişlerdir. Bunun üzerine zafer kazanılmıştır (Eğilmez ve Bilal, 2021). Çinliler 15. yüzyılda canlı kuşları, modern orduların İHA'ları kullanmasına çok benzer bir şekilde kullanarak bir İHA'nın erken bir versiyonunu kullanmışlardır. Çinliler, “Ateş Kuşları”nın boynuna yanan közler bağlamışlar ve onları düşman kamplarını veya şehirlerini sarmak için sürü halinde serbest bırakmışlardır. Közler keseden yanarak yere düştüğünde kampların ve kasabaların yıkılmasına yol açan büyük yangınlar başlatmıştır (Sanders, 2017).

Günümüzde 5. Nesil uçaklara gelene kadar uçaklar görev paketi halinde görev icra ederlerdi. Filodaki uçakların bazıları elektronik karıştırma uygular, bazıları taşıdıkları mühimmatlar ile savunma sistemlerine taarruz eder bazıları ise taşıdıkları modern/geleneksel mühimmatlarla düşman hava unsurlarına karşı önleme yaparlardı. Yakın gelecekte 5. Nesil uçaklarla birlikte görev yapacak İHA'ların geliştirilmesiyle ilgili çalışmalar yürütülmektedir. F-35 uçağını ele alırsak herhangi bir harekât bölgesinde görev yaparken yalnız uçmayacaktır. Bir F-35 filosu, gelişmiş sensörleri ve füzyon yeteneği ile birden fazla İHA'yı komuta ederek kontrol merkezi görevi yürütecektir. F-35, pilotu tarafından idare edilirken icra edilmesi gereken görevlere yönelik manevralar uygulanacak ve hedefe ilerlenecektir. Bu sırada F-35'in yanında uçan, farklı otonomi seviyelerine sahip ve sürü halinde hareket edebilen yarım düzine kadar İHA bulunacaktır. F-35, füzyon sensörü, iletişim seviyesi, görev tahsis ve planlama özellikleri sayesinde görev sahasına gelindiğinde İHA'lara görev paylaşımı yapmış ve onları muharebe alanına göndererek geri plandan güvenli bir şekilde onları komuta etmeye başlamış olacaktır. Görev paylaşımının ardından İHA'lardan biri yem (decoy) olarak görev yapabilecek ve F35'i taklit eden yüksek sinyaller yayarak düşman hava savunmasından gelebilecek



tehditlere karşı F35'i koruyacak, gerekirse kamikaze görevi üstlenecektir. İHA'lerden bir grup düşman hava kuvvetleri unsurlarından F35'lere doğru gelebilecek tehditlere karşı av/önleme görevi icra edecektir. Bu görevi icra eden İHA'lar hava-hava füzeleriyle donatılmış ve tamamen hava savaşına odaklanmış olacaklardır. İHA'ların diğer grubu da üzerlerinde bulunan elektronik harp podlarıyla düşman radar istasyonlarını köreltecek, düşman hava savunma sistemlerinin İHA'ları veya F35'leri hedef almasını engellemek için karıştırma yapacaktır. Kalan son grup İHA'lar da diğer İHA'lardan farklı olarak taşıdıkları hava-yer mühimmatları ile belirlenen düşman unsurlarını imha etmekle uğraşacaktır. Bu konseptin temel amacı; hiçbir insanlı ve yüksek maliyetli F35'in tahrip olmamasıdır. Kaybedilen İHA'lar olsa bile insansız ve maliyeti çok düşük olması nedeniyle ciddi bir kayıp olmayacaktır.

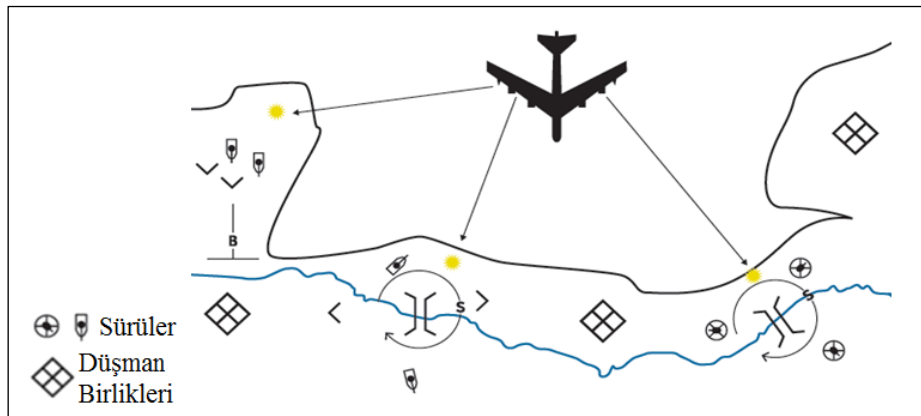
Gelecekteki sürüler Ateş Destek Sürüleri ve Manevra Sürüleri olmak üzere (Hurst, 2017) iki kategoride sınıflandırılabilir;

**Ateş Destek Sürüleri:** Çoklu hedefi imha maksadıyla modüler şekilde değiştirilebilen tek kullanımlık savaş başlıkları veya mühimmat taşıyan tek kullanımlık kamikaze İHA'lerden oluşmaktadır. En büyük avantajları sayıca fazla olmalarıdır.

**Manevra Sürüleri:** Hafif makineli tüfekler ile donatılmış modern hava ve kara kuvvetlerini mikro ölçekte temsil eden, aynı zamanda kara unsurlarının manevrası boyunca onları destekleyen sürülerdir. Manevra Sürüleri'nin Ateş Destek Sürüleri'nden farkı kalıcı olmaları ve birden fazla kullanım kapasitesine sahip olmalarıdır.

Amerikan FM 3-90 Tactics kitabına göre Sürü İHA'ların kullanımında beş tür taktik bulunmaktadır (Field Manual (FM) 3-90 Tactics, 2001). Söz konusu taktikler;

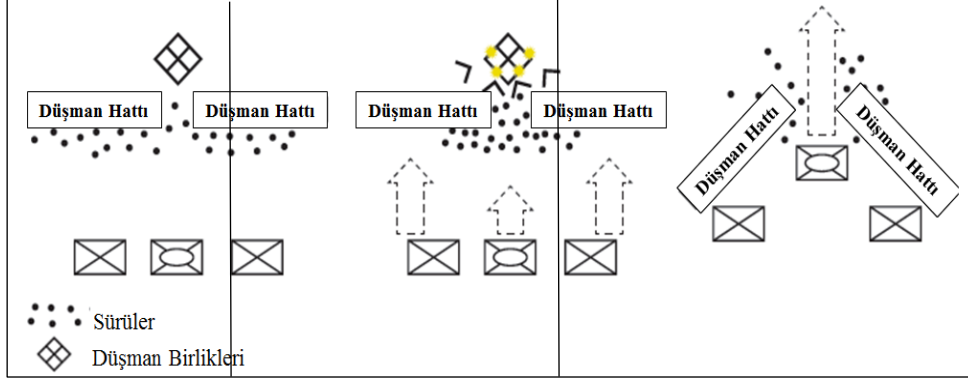
**Sızma (Infiltration):** Sürüler düşman hattına sızarak karışıklık yaratmak veya cephe gerisindeki ağırlık merkezini ele geçirmekte kullanılabilir. Manevra ve Ateş Destek Sürüleri muharebe sahasına uzun menzilli füzeler ile taşınabilir. Şekil 2'de muharebe sahasına uçakla taşınıp bırakılan ve düşman hattına sızma taktiği uygulayan sürüler görülmektedir.



### Şekil 2. Sızma Taktiği.

(Field Manual (FM) 3-90 Tactics, 2001'den uyarlanmıştır.)

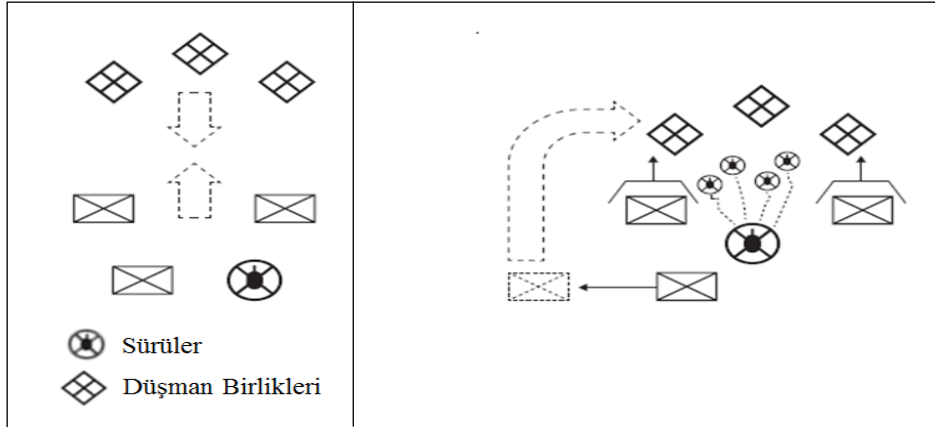
**Delme (Penetrasyon):** Düşman hatlarını ve savunma sistemlerini delmek için dar bir cephe boyunca icra edilen Sürü İHA ataklarını içerir. Genelde düşman hattının iyi korunduğu veya komutanın diğer manevraları denemek için zamanı olmadığında kullanılır. Şekil 3'de düşman hattı delme tekniği ile sürü ataklarına maruz bırakılmış ve dost unsurların manevrasına olanak sağlanmıştır.



### Şekil 3. Delme Taktiği.

(Field Manual (FM) 3-90 Tactics, 2001'den uyarlanmıştır.)

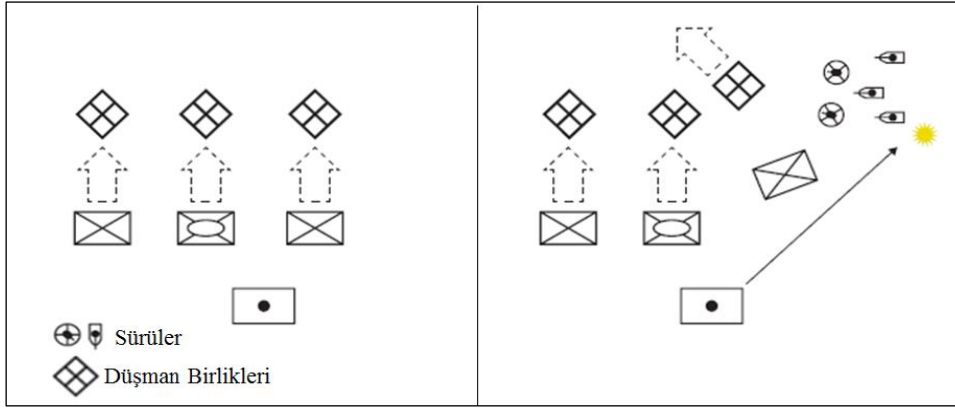
**Cephe Taarruzu (Frontal Attack):** Devam eden muharebede yıpranan düşmana son darbeyi vurmak, düşman kuvvetleri yerlerinde sabitlemek veya saldırı halinde iken keşif yapabilmek amaçları ile kullanılabilir. Sürülerin sarf edilebilir olması muharip birliklerin alan ve manevra kabiliyetini artıracaktır. Şekil 4'de düşmana sürüler ile cepheden taarruz taktiğinin uygulanması ile dost unsurların manevrasına olanak sağlanmıştır.



### Şekil 4. Cephe Taarruzu Taktiği.

(Field Manual (FM) 3-90 Tactics, 2001'den uyarlanmıştır.)

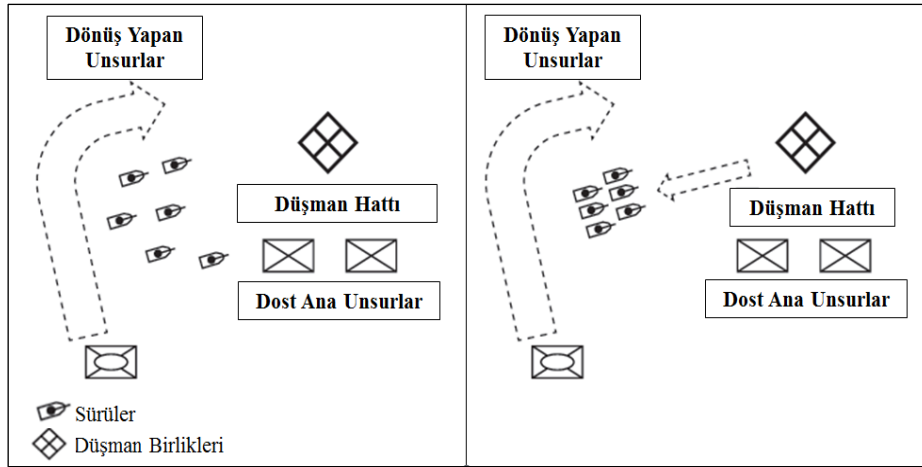
**Kuşatma (Envelopment):** Muharebe sahasından uzakta, topçu veya hava unsurları yardımıyla hızla konuşlandırılabilen sürüler kuşatma yaparak düşman hattı gerisindeki hedefleri ele geçirmek veya düşmanı sindirebilmek için kullanılacaktır. Şekil 5'de sürüler tarafından düşman birliğini kuşatma taktiği uygulanmaktadır. Böylece düşman birliği planlamadığı bir manevra ile yerinden edilmiştir.



**Şekil 5. Kuşatma Taktiği.**

(Field Manual (FM) 3-90 Tactics, 2001'den uyarlanmıştır.)

**Dönüş Hareketleri (Turning Movements):** Düşmanın ana savunma hatlarından kaçınmak, düşman hattının gerisinde stratejik önemi olan nesnelere ele geçirmek için kullanılan taktiktir. Düşmanın harekât taktiklerini bozmak ve avantajlı araziye ele geçirmek amacıyla dönüş hareketleri gerçekleştirilmektedir. Düşman, dönüş hareketi yapan kuvvetlerin hatlarını geçmeye çalıştığını fark ederse, Şekil 6'da görüldüğü üzere Manevra Sürüsü dost unsurları korumak için harekete geçebilir.



**Şekil 6. Dönüş Hareketleri Taktiği.**

(Field Manual (FM) 3-90 Tactics, 2001'den uyarlanmıştır.)

Ayrıca Sürü Otonom İHA'lar muharebe sahasında havadan yakıt ikmali, düşman hava savunmasının baskısı/imhası görevleri, savunma sistemlerini doyumluğa ulaştırma, satih unsurlarına yakın hava desteği (YHD) gibi çok çeşitli rollerde kullanılabilirler. Birdenbire, aynı anda ve fazla sayıda İHA'nın harekât alanında uçmasıyla düşman üzerinde büyük şok etkisi ve psikolojik bir harekât etkisi yaratma maksadına hizmet etmek amacıyla kullanılabilir.

## 5.2. Geleceğin Muhtemel Savaş Alanı Senaryosu

Sürü otonom araçların gelecekte nasıl kullanılabileceğinin öngörüsünü oluşturmak için geleceğin muhtemel savaş alanı senaryosu tasarlanmıştır. Senaryoda; bir koalisyon gücü, bölgeyi tespit etmek ve

terör örgütünü etkisiz hale getirmek için mücadele etmektedir. Bir terör örgütünün kurucu unsurları 38 milyon nüfusa sahip bir şehre yerleşmişlerdir. Şehir küresel sonuçlara yol açabilecek ekonomik çöküş riskiyle karşı karşıya olduğundan terör unsurlarından temizlenmesi gerekmektedir. Şehirde yerleşik devlet karşıtı terörist unsurlar, şehir üzerinde daha fazla kontrol sağlamak için devletle devam eden mücadelelerinin yanı sıra kaçakçılık, siber suç, insan ticareti ve diğer faaliyetleri yürütmektedirler. İdeolojileri, küresel bağlantıları, aşırı şiddet ve silah kullanmaya istekli olmaları nedeniyle güvenli bir ortam oluşturmak yerel güvenlik güçlerinin kapasitesinin ötesindedir. Operasyon süresinde ekonomik aktivitelerin ve normal yaşamın devam etmesi hayati önem taşımaktadır.

Koalisyon Kuvvetleri, bölgeye önceden İHA'lar ile sensörler atmıştır. Bu çeşitli sensörlerden elde edilen bilgileri kullanarak ağ analizi, elektronik harp ve siber uzay izlemesi kabiliyetine sahiptirler. Ayrıca Koalisyon Kuvvetlerine sahada bulunan yeterli miktarda İHA, İnsansız Deniz Aracı (İDA) ve İnsansız Kara Aracı (İKA)'dan bilgi sağlanmaktadır. Bu veriler, kilit noktaları ve rotaları kontrol etmek, uçuşa yasak bölgeleri denetlemek, yasadışı faaliyetlerde bulunduğu şüphelenilen gemi/araçları durdurmak ve şehrin 1000 NM yarıçapındaki sulara hâkim olmak için kullanılmaktadır. Teröristler tarafından Koalisyon Kuvvetleri'nin faaliyetlerinin başka isyanları ve kitlesel grevleri kışkırtmak için kullanılabilmesi değerlendirildiğinden angajman kuralları kısıtlayıcıdır. Tüm Sürü Otonom İHA'lar şehir içinde ve çevresinde hava sahasına tamamen entegredir. Mevcut durumda; on gün önce, el büyüklüğünde böcekleri andıran ve 50 gr.'dan daha hafif İGK kabiliyetli 100 adet mikro İHA şehrin kilit noktalarına konuşlandırılmıştır. Gömülü güneş pilleri gün ışığında kapasitif enerji depolarını şarj etmektedir. Sürü zekâsına sahip söz konusu mikro İHA'lar, daha fazla istihbarat verisi elde etmek için kendilerini otonom olarak yeniden konumlandırarak teröristlerin liderlerinin olduğu düşünülen 20'den fazla binaya girip kendilerini gizlemişlerdir.

Toplanan veriler Koalisyon Kuvvetlerinin 1000 mil uzakta bulunan veri işleme merkezi tarafından analiz edilmektedir. Sürülerde yetki verildiğinde bilinen terörist personeli tanımlamalarına ve onlara saldırılarına izin veren biyolojik tanımlama yazılımı ajanları bulunmaktadır. Yer tabanlı iletişim sistemlerine yönelik terörist saldırılar nedeniyle mini uydulardan oluşan bir sistem şehirde bulunan unsurların birbiriyle ve veri iletişim merkeziyle aralarındaki veri ağını sağlamaktadır. Havada yakıt ikmal kabiliyeti olan İHA'lar, şehir gözetleme ve İHA koordinasyonu sağlayan az sayıda insanlı uçağa yakıt sağlamaktadır.

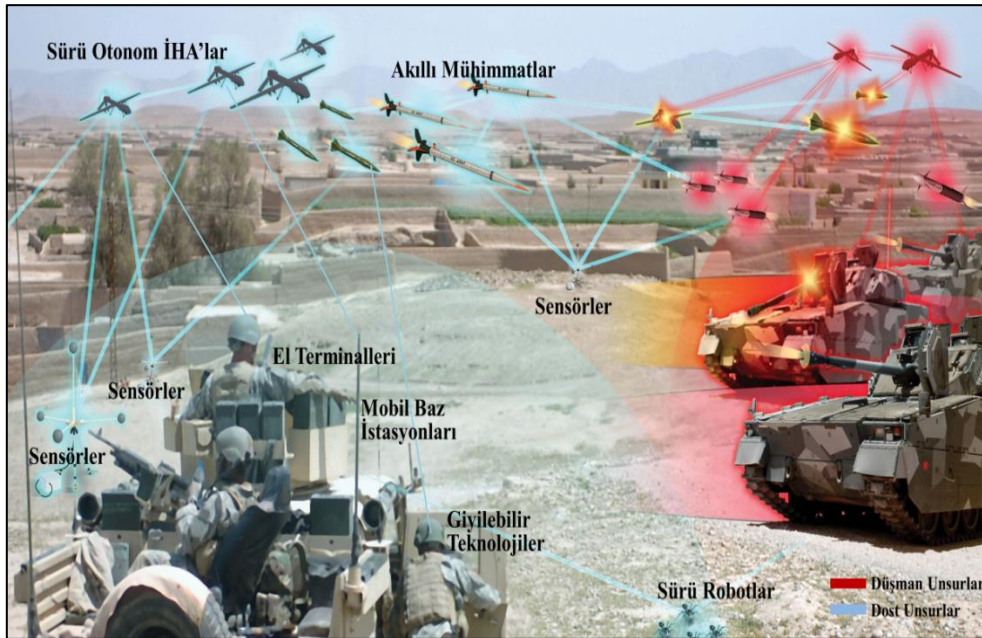
Sahadaki unsurlara gerektiğinde uzaktan tıbbi yardım sağlama kabiliyetine sahip, tıbbi tahliye İHA'ları eşlik etmektedir. Merkezde veya yakındaki uçağın içerisinde bulunan cerrahlardan oluşan bir ekip, gerekirse İHA'daki robot doktorlara nezaret edebilmekte ve tavsiyelerde bulunabilmektedir.

Teknolojik gelişmeler ışığında oluşturulan geleceğin muhtemel savaş alanı senaryosunda görüldüğü üzere; farklı otonomi seviyelerine ve sürü zekâsına sahip İHA'ların gelecekte muharebe sahasının her yerinde ve çok çeşitli görevlerde kullanılacağı değerlendirilmektedir.

### **5.3. Sürü Otonom İHA'ların Kullanım Senaryosu**

Muhabere sahasında Sürü Otonom İHA'ların nasıl kullanılabilceği ile ilgili öngörü oluşturmak amacıyla özgün bir senaryo tasarlanmıştır. Bu kapsamda, 5G haberleşme alt yapısı kullanan Sürü Otonom İHA'ların Yakın Hava Desteği (YHD) maksatlı kullanımı senaryosu oluşturulmuştur. Terörle Mücadele Harekâtı icra eden Özel Kuvvetlerin ani YHD ihtiyaçları karşılanması kapsamında varsayımlar aşağıdadır;

- a. Sürü İHA'larla yüklü Kargo Uçağı harekât alanına yakın bölgede bulunmaktadır (Defense Advanced Research Projects Agency, 2020).
- b. Uzun mesafeden keşif yapabilen silahlı İHA bölgededir.
- c. Özel Kuvvetlerin elinde 5G kabiliyeti olan el terminali bulunmaktadır ve lazer işaretleme, mesafe ölçer gibi cihazlar el terminali ile iletişim kurabilmektedir.
- ç. Giyilebilir sensör ve iletişim teknolojileri mevcuttur. Bu sayede biyometrik verilerin aktarımı ile dost unsurların anlık konum ve durum takip imkânı vardır (Woollaston, 2015).
- d. İHA'lar taşıdıkları yük ile baz istasyonu olarak görev yapabilmektedir.
- e. Orta ve büyük boyutlu İHA'lar ile uçaklarda alçak yer yörünge uyduları bağlantı terminali bulunmaktadır (Lockheed Martin, t.ya).
- f. Senaryoda yer alan tüm unsurlarda 5G yeteneği mevcuttur. İHA ve uçaklar arasında bağlantı terminali mevcuttur (Lockheed Martin, t.yb)
- g. Kullanılan akıllı mühimmatlar nesnelere interneti özelliğine sahiptir.



Şekil 7. Tasarlanan Harekât Ortamı Senaryosu.

(U.S. Army Public API'den uyarlanmıştır.)

Harekât alanında 5G baz istasyonu özelliğine ve sürü otonom özelliklere sahip 10 adet mini İHA bulunmaktadır ve harekât alanının tümünde 5G kaplaması sağlayacak şekilde dış müdahale olmadan kendilerini dinamik bir şekilde konumlandırmaktadırlar. Harekât alanında Özel Kuvvetlerin organik

silahlarıyla yeterli ateş gücü oluşturamadığı için etki altına alamadıkları terörist unsurun etkisiz hale getirilmesi ihtiyacı bulunmaktadır. Personel bu ani isteği 5G el terminali üzerinden harekât alanında bulunan 5G baz istasyonu özelliğine sahip mini İHA'lar vasıtasıyla hızlı bir şekilde harekât merkezine iletir. İsteği alan Harekât Merkezi, durum analizi ve değerlendirme yapmak amacıyla Silahlı Keşif İHA'yı istek yapılan hedefle ilgili detay bilgileri elde etmek için yönlendirir. Yapay zekâ destekli analiz, değerlendirme ve karar verme sistemini kullanarak çok kısa bir sürede hedefin etki altına alınmasını ve kullanılacak unsur/silah sistem kaynaklarını tahsis eder. Hedef tahkimatlı olduğu için Nüfuz Edici Bomba kullanılması, takiben açığa çıkan ve yeniden mevzilenen terörist unsurların akıllı-çoklu sensörlü mikro hava mühimmatı ile etkisiz hale getirilmesi, taarruz sonu detaylı keşif yapılması ve sahil unsuruna canlı video aktarımı görevlerinin icra edilmesi gereklidir. Ayrıca elektronik karıştırmaya karşı tedbir alınması gerekmektedir.

Bu kapsamda kameralı-işaretleme podlu iki İHA, mikro hava mühimmatını taşıyan bir İHA ve elektronik taarruz uygulayan bir İHA'nın atılması için harekât alanına yakın Kargo Uçağına ve Nüfuz Edici Bomba atılması için Silahlı Keşif İHA'ya görevler verilir. Harekât alanına atılan 4 adet İHA otonom özelliklere sahip heterojen bir sürü oluşturmaktadır. Ayrıca Nüfuz Edici Bombanın lazer işaretleme yerden veya havadan yapılabilir. Özel Kuvvetler personeli akıllı gözlük veya kaskından İHA'nın lazer işaretleme podunu geçici olarak görev tamamlanana kadar kontrol edebilir. Mikro mühimmatların kendi sensörleri ile otomatik olarak belirlediği potansiyel hedeflerden hangisine angaje olacağı Özel Kuvvetler personeli tarafından anlık olarak belirlenebilir ve uygulanabilir. Diğer yandan Özel Kuvvetler personelinin giyilebilir sensör ve iletişim teknolojileri kullanması (akıllı kask, akıllı gözlük) sayesinde hedefe ilişkin canlı video aktarımını izleyebilir. İHA'nın kontrolü kendisine devredildiyse onu yönetebilir. Böylece taarruz sonu hasar kıymetlendirme kendisi tarafından yapılabilir. Elektronik taarruz için görevlendirilen İHA diğer İHA'lar ile koordineli olarak otonom bir şekilde harekât alanında görevini icra eder. Silahlı Keşif İHA tarafından atılan Nüfuz Edici Bomba tahkimatlı hedefi imha eder, kaçmayı ve yeniden mevzilenmeyi başaran terörist unsurlar kameralı iki adet İHA tarafından tespit edilir. İHA'lardan birinin kaybı durumunda diğer İHA görevi devralır veya kargo uçağından atılan yeni bir İHA'ya görevi devreder. İHA'lar sahip oldukları sürü zekâsı sayesinde durum değerlendirmesi yaparak Özel Kuvvetler personeline bilgi verir. Personelin onaylaması ile üçüncü İHA'dan bırakılan mikro mühimmatlar ısı-görüntü-hareket sensörü bilgisine göre onaylanan hedeflere yönelir, mikro mühimmat nesnelere interneti özelliğine sahip olduğu için son ana kadar Özel Kuvvetler personelinin komutası altındadır, son hedefin de etkisiz hale getirilmesi ile istek-destek çevrimi tamamlanır, Özel Kuvvetler görevini tamamlar ve İHA'lar kendi içlerinde koordine olarak üsse/uçağına geri dönerler.

YHD görevlerinde Sürü Otonom İHA'ların kullanımı ile; harekât alanında bir veya birkaç İHA'nın kaybı durumunda; kalan İHA'lar görevleri kendi içinde paylaşılarak görevine devam ederler, en kısa zamanda Kargo Uçağından atılan yeni İHA'lar sürüye katılarak görevi devralırlar. YHD görevlerinde özellikle Sürü Otonom İHA'ların kullanılmasıyla istek-destek çevriminin süresi önemli ölçüde

kısaltılarak dost unsurlara inisiyatif elde bulundurma avantajı sağlanırken düşman üzerinde şok etkisi yaratılmasını sağlar. Sürü Otonom İHA'lar muharebe sahasında bulunan dost unsurlara esneklik ve hareket kabiliyeti sağlar, ayrıca dost unsurların kuvvet tasarrufu yapabilmesine olanak tanır.

## 6. SONUÇ

İHA'ların muharebe sahasına girişinin, kritik/riskli görevler ile olduğu, yapay zekâ ve bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak bunu hava-hava görevlerinin takip edeceği söylenebilir. Hava-hava muharebesinin saniyeler bazında değişen ortamı; inisiyatif kullanma ve neredeyse refleks hızında yorumlamanın gerekli olması, İHA'ların bu alanda varlık göstermesini, en azından kısa vadede güçleştirmektedir. Ancak belirli bir otonomi seviyesine sahip, lider insanlı uçaktan gelecek komutlara göre görev yapan Sadık Kol Uçucusu olan İHA'lar ile bu sürecin de başladığı ifade edilebilir.

Sürü Otonom İHA'ların muharebe sahasında oyun değiştirici rol üstlenebilecek bir teknoloji olduğu gerçeği ülkeler tarafından bilinmekte ve bu konuda çalışmalar artan bir hızla devam etmektedir. Teknolojik gelişmeler ışığında oluşturulan geleceğin muhtemel savaş alanı senaryosunda görüldüğü üzere; farklı otonomi seviyelerine ve sürü zekâsına sahip İHA'ların gelecekte muharebe sahasının her yerine konuşlandırılacağı değerlendirilmektedir. Muharebe sahasında 5G haberleşme alt yapısı kullanan Sürü Otonom İHA'ların YHD maksatlı kullanımı için tasarlanan senaryoda da belirtildiği üzere; sürü içerisinde Elektronik Harp, İGK, kamikaze gibi farklı görevler icra edebilen İHA'ların eş zamanlı ve eşgüdümlü kullanılması ile harekât alanındaki etkinliğin artırılacağı görülmektedir. Ülkelerin bu makalede incelenen projelerinde, savaşın doğasında radikal değişikliklere yol açacak Sürü Otonom İHA konsepti üzerinde yoğun bir şekilde çalıştıkları görülmüştür. Proje örnekleri incelendiğinde; Sürü Otonom İHA'ların hem etkin bir şekilde kullanılması hem de yasal kısıtlamalarla ve angajman kurallarıyla uyumlu olması için özellikle otonomi düzeyi ile ilgili çalışmalara da ağırlık verildiği tespit edilmiştir.

Sürü Otonom İHA kullanım taktikleri incelendiğinde, insanlı hava muharebesinden farklı olmadığı iddia edilebilirse de, temel koşullar ve angajman senaryolarının eşdeğer olmadığı görülmektedir. Öncelikle pahalı ve değerli insanlı uçaklara ve insan hayatının önemine binaen, İHA'ların çok daha ucuz ve harcanabilir bir platform olması nedeniyle muharebe sahasında İHA'ların kaybı risk oluşturmayacak ve moral bozukluğu yaratmayacaktır. Bundan dolayı düşmanın yüksek değerlikli unsurlarına taarruz etmek veya belirlenen stratejik hedefleri yok etmek için İHA'ları feda etmenin daha uygun olacağı değerlendirilmektedir. Bu taktikler, insanların doğrudan dâhil olduğu savaşlardan kesinlikle farklıdır.

Yapay zekâ, otonomi, 5G, bulut veri, nesnelerin interneti gibi teknolojilerdeki gelişmelere bağlı olarak Sürü Otonom İHA'ların gelişim sürecinin daha da hızlanacağı, muharebe sahasında Sürü Otonom İHA'ların kullanımının maliyet etkin olmasının yanı sıra özellikle hız, sayı, çeşitlilik, taarruz ve manevra kabiliyetleri ile karar-icra döngüsünü kısaltarak ordulara çok büyük avantaj sağlayacağı değerlendirilmektedir. Bu kapsamda; Sürü Otonom İHA'ların muharebe sahasında kullanımlarına

yönelik konseptler geliştirilerek denenmeli, Savunma Sanayi, Sürü Otonom İHA'lar konusunda Ar-Ge çalışmalarına yönlendirilmeli, teknolojik gelişmeler doğrultusunda Silahlı Kuvvetlerin vizyon çalışmalarında Sürü Otonom İHA'lar dikkate alınmalıdır.

Sonuç olarak; Sürü Otonom İHA'ların hızı, sayısı, taarruz ve manevra kabiliyeti savaşta devrim niteliğinde bir etki yaratan yeniçağın manevra gücü olacak; sahip olan tarafa harbin özellikle kuvvet tasarrufu, emniyet ve baskın ilkelerinde önemli avantajlar sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Akyürek, S. Yılmaz, M. ve Taşkiran, M. (2012). İnsansız Hava Araçları (Muharebe Alanında ve Terörle Mücadelede Devrimsel Dönüşüm). *Bilgesam. No.53*.
- Alemdar, A. (2022). Savunma Politikaları (7.Bölüm). İstanbul: SETA Kitapları.
- Airbus, (2018). *Demonstrates Manned-Unmanned Teaming for Future Air Combat Systems* <https://www.airbus.com/en/newsroom/stories/2018-10-airbus-demonstrates-manned-unmanned-teaming-for-future-air-combat-systems>
- Air Force, (T.Y). *Ghost Bat*. <https://www.airforce.gov.au/our-mission/loyal-wingman>.
- Arquilla, J. and Ronfeldt, D. (T.Y). *Swarming and the Future of Conflict*.. Washington DC: RAND. [https://www.rand.org/pubs/documented\\_briefings/DB311.html](https://www.rand.org/pubs/documented_briefings/DB311.html)
- Boulanin, V. and Verbruggen, M. (2016). *Mapping The Development Of Autonomy In Weapon Systems. A Primer On Autonomy*, Stockholm International Peace Research Institute.
- Bunn, W. (2021). The Challenge of Lethal Autonomous Weapons Systems (LAWS). *ODUMUNC 2021 Issue Brief for the General Assembly First Committee: Disarmament and International Security*.
- Burt, P. (2018). *Off The Leash The Development Of Autonomous Military Drones In The UK*, Oxford: Drone Wars UK Peace House.
- Burt, P. (2022). *Skyborg: AI control of military drones begins to take off*. Drone Wars UK. <https://dronewars.net/2022/01/03/skyborg-ai-control-of-military-drones-begins-to-take-off/>
- Chung, T. (2011). *OFFensive Swarm-Enabled Tactics (OFFSET)*. DARPA.
- Cummings, M. (2017). Artificial Intelligence and the Future of Warfare. *The Royal Institute of International Affairs*
- Defense Advanced Research Projects Agency, (2020). *DARPA Gremlins Project Completes Third Flight Test Deployment*. <https://www.darpa.mil/news-events/2020-12-10>.
- Dong, Y., Hou, J., Zhang, N., & Zhang, M. (2020). Research on how human intelligence, consciousness, and cognitive computing affect the development of artificial intelligence. *Complexity*, 1-10.
- Dorigo, M. Di Caro,G. And Gambardella, L. (1998). Ant Algorithms for Discrete Optimization. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 5(2), 12.
- Duygulu, Ş. (2019). *Dönüşen Savaşların Değişen Araçları*. İstanbul: SETA Kitapları.



- Edwards, Sean J. A. (2000) *Swarming on the Battlefield: Past, Present, and Future*. Santa Monica, CA: RAND Corporation.
- Eğilmez, S. ve Bilal, M. (2021). Emir Timur'un Hindistan Seferi. Uluslararası Emir Timur ve İzmir Sempozyumu.
- Erdinçler, R. (2012). Türkiye'nin Askeri Alanda Devrim (RMA) Hipotezine Katkısı: Sürü SİHA Taarruzları Üzerine Bir Analiz. *Kaytek Dergisi*. S (2).
- Fuhrmann, M. and Horowitz, C. (2014). Droning on: Explaining the Proliferation of Unmanned Aerial Vehicles. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.1017/S0020818317000121>
- Furness, D. (2017). *The Sound of 103 Micro Drones Launched from an F/A-18 Will Give You Nightmares*. Digital Trends. <http://www.digitaltrends.com/cool-tech/perdix-droneswarm/>
- Gopal, V. (2021). Militarisation of 5G: A Necessity for the Forces. *The Centre for Land Warfare Studies (CLAWS) Issue Brief New Delhi*, S (291).
- Gökmen, M. Y. (2015). *X-47B havada ilk yakıt ikmalini yaptı*. DijitalX. <https://www.dijitalx.com/2015/04/24/x-47b-havada-ilk-yakit-ikmalini-yapti/>.
- Headquarters Department of the Army, (2001). *Field Manual (FM) 3-90*. Washington DC.
- Hambling, D. (2020). *China Releases Video Of New Barrage Swarm Drone Launcher*, Forbes. <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2020/10/14/china-releases-video-of-new-barrage-swarm-drone-launcher/?sh=1d0a19532ad7>
- Hambling, D. (2015). *SWARM TROOPERS: How small drones will conquer the world*. Swarm Troopers. <https://www.swarm-troopers.com/>.
- Hosseini, N. Hosseinali, J. Haque, J. Magesacher, T. Matolak, D. (2019) UAV Command and Control, Navigation and Surveillance: A Review of Potential 5G and Satellite Systems". IEEE Aerospace Conference. (Big Sky: MT, USA).
- Hurst, J. (2017). *Robotic Swarms in Offensive Maneuver*. National Defense University Press.
- ICAO (International Civil Aviation Organization). (2011). *Unmanned Aircraft Systems (UAS)*. [www.icao.int](http://www.icao.int) adresinden alınmıştır.
- Ivanova, K. Gallasch, G. and Jordans, J.(2016). *Automated and Autonomous Systems for Combat Service Support: Scoping Study and Technology Prioritisation*. Land Division Defence Science and Technology Group.
- Kaderli, G. (Şubat 2019). *Sürü İHA Sistemleri: Modern Harp İçin Bir Gelecek Öngörüsü*. STM Araştırma Raporu.
- Kallenborn, Z. (2020). *Are Drone Swarms Weapons of Mass Destruction?*. United States Air Force Center for Strategic Deterrence Studies Air University. Maxwell Air Force Base. Future Warfare Series No.60.
- Karaağaç, C. (2014). *Geleceğin Harekât Ortamında İHA Sistemleri: Askeri Uygulamalar & Teknoloji Gereksinimleri*. STM Savunma Teknolojileri Mühendislik. <https://www.academia.edu/7911351/>

- Lehto, M. ve Hutchinson, B. (2020). Mini-Drones Swarms and Their Potential in Conflict Situations. *15th International Conference on Cyber Warfare and Security USA, ICCWS*. 326-334. <https://doi.org/10.34190/ICCWS.20.084>
- Limer, E. (2016). *Watch the Navy's LOCUST Launcher Fire Off a Swarm of Autonomous Drones*. Popular Mechanics. <https://www.popularmechanics.com/military/weapons/a21008/navy-locust-launcher-test-2016/>.
- Lin J. and Singer P.W. (2016). *China's New Fleet Of Drones: Airshow Displays The Future Of Chinese Warbots And Swarms*. Popular Science. <https://www.popsci.com/chinas-new-fleet-drones-zhuhai-2016-airshow-displays-future-chinese-warbots-and-swarms/>.
- Lockheed Martin, (T.Ya). <https://www.lockheedmartin.com/en-us/index.html>.
- Lockheed Martin, (T.Yb). *Lockheed Martin And Omnispace Explore Space-Based 5G Global Network*. <https://news.lockheedmartin.com/5g-omnispace-agreement>.
- Making The AI Revolution Work For Everyone. (2017). *The Future Society at the Harvard Kennedy School of Government*. The Future Society. <http://www.thefuturesociety.org/ai-initiative.html>
- Mehmetçik, H. (2015). 21. Yüzyıl için Caydırıcılık: Teori ve Pratikte Neler Değişti?. *Güvenlik Stratejileri Dergisi, S(22)*. 31-60.
- MSI Dergisi, (2020). *Loyal Wingman İHA'sı, Örnek Proje Olma Yolunda İlerliyor*. <https://www.savunmahaber.com/loyal-wingman-ihasi-ornek-proje-olma-yolunda-ilerliyor/>.
- Woollaston, V. (2015). *Rise of the iSoldier: British military kitted out with high-tech vests, augmented reality helmets and wearable chargers*. MailOnline. <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3009288>
- Roff, H. ve Moyes, R. (2016) *Artificial Intelligence, Autonomous Weapons, and Meaningful Human Control*. Arizona State University.
- Rudd, L. (T.Y). *OFFensive Swarm-Enabled Tactics (OFFSET)*. Defense Advanced Research Projects Agency. <https://www.darpa.mil/program/offensive-swarm-enabled-tactics>.
- Russian News Agency, (2020). *Swarm of drones used in Kavkaz-2020 exercise first time against enemy forces*. [https://tass.com/defense/1204513?utm\\_source=google.com&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=google.com&utm\\_referrer=google.com](https://tass.com/defense/1204513?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com).
- Sanders, W. (2017). *Drone Swarms*. School of Advanced Military Studies US Army Command and General Staff College, Kansas.
- Scharre, P. (2018). *Army Of None: Autonomous Weapons and the Future of War*. (Çev. K.A.Çetinalp), İnsansız Ordular, İstanbul: Kronik Yayınları.
- Scharre, P. (2018). How Swarming Will Change Warfare. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 74 (6), <https://doi.org/10.1080/00963402.2018.1533209>
- Hoarn, S. (2013), *Tactical Assault Light Operator Suit (TALOS) Demonstration*. DefenceMediaNetwork. <https://www.defensemedianetwork.com/series/talos-tactical-assault-light-operator-suit/>.
- Taylor, R. (2006). *Human Automation Integration for Supervisory Control of UAVs*, RTO NATO.

Temuçin, T. (2020). *Yapay Zekâ Bilgi Kitapçığı*. Deniz Kuvvetleri Dergisi Eki.

Trevithick, J. (2020). RAF Uses Autonomous Drone Swarm Loaded With Decoys To Overwhelm Mock Enemy Air Defenses. *The Drive*.

United States Air Force, (2009). *United States Air Force: Air Force Unmanned Aerial System (UAS) Flight Plan 2009-204*. [https://irp.fas.org/program/collect/uas\\_2009.pdf](https://irp.fas.org/program/collect/uas_2009.pdf)

U.S. Army Public API, (T.Y). <https://api.army.mil/e2/c/images/2018/02/09/506356/original.jpg>

Yılmaz, S. (2020). *Ulusal Savunma Strateji, Teknoloji ve Savaş*. İstanbul: Kumsaati Yayınları