

# Muharebe Alanında Savaş Nesnelerinin İnterneti ve Uç Yapay Zekâ Kullanımı



**B**ill Gates'in 90'lı yıllarda "Her yerden İnternet (Internet from Everywhere)" adıyla temellerini attığı ve günümüzün önemli teknolojileri arasında olan Nesnelerin İnterneti (Internet of Things -IoT) ile Yapay Zekâ (Artificial Intelligence -AI) gelişen teknolojilerle evrilerek farklı alanlarda yeni kullanım olanakları bulmaya devam ediyor. Savunma sanayiinin önemli bir kısmında kullanım imkânı olan bu teknolojiler birçok askeri ekipmanı daha verimli hâle getirirken savaş alanlarının da doğasını değiştirmeyi vad ediyor.

Savaş Nesnelerinin İnterneti (Internet of Battle Things -IoBT) olarak bilinen kavram IoT'nin evrildiği alanlardan biri olarak öne çıkıyor. Uç yapay zekâ teknolojisiyle birleşen IoBT savuma sanayiinde çok büyük kolaylıklara imkân verebiliyor.

## Savaş Nesnelerinin İnterneti (IoBT) Nedir?

Makinelerin cephede ve cephe gerisinde insanlarla yan yana çarpıştığı yeni bir çağa adım atılıyor. IoBT, makine ve insanlardan oluşan geniş bir savaş ağından oluşuyor. Cephede askerler akıllı sistemlerle savaşı yürütürken cephe gerisinde destek verecek siber sistemler ve robotlar muharebe kavramının evrilmesi olasılığını ortaya çıkarıyor<sup>1</sup>.

IoBT; yani cihazların, teknolojilerin ve internetin birbirine bağlı bir ağı olması, otomasyonun artmasını kolaylaştırmakta, karar almayı geliştirmekte ve gerçek zamanlı veri paylaşımını güvence altına almakta kullanılıyor. Bu da durumsal farkındalığı geliştirerek savaş alanında daha hızlı ve etkili karar almayı kolaylaştırıyor<sup>2</sup>.

Geleceğin muharebe alanı, çeşitli teknolojilerin yoğun olarak bulunduğu geniş bir görev yelpazesi içinde bulunacak sensörler, iletişim cihazları ve askerlerin hayatını kolaylaştıracak diğer araçlardan oluşacak gibi görünüyor. Bu cihazlar mühimmat ve silahlar dahil, çeşitli araçlar, robotlar ve insanların giyebileceği ekipmanlardan oluşabiliyor<sup>3</sup>.

Askeri operasyonların başarısı gelecekte canlı askerlerin yeteneklerinden çok birbirine bağlı teknolojilere dayanacak gibi görünüyor. Bu teknolojiler üstün savunma yetenekleri elde etmek için gömülü sistemlerdeki ve

<sup>1</sup> <https://thinktech.stm.com.tr/tr/savas-nesnelerinin-interneti>

<sup>2</sup> [https://thinktech.stm.com.tr/uploads/docs/2024-yili-pdf-leri/1710934783\\_stmsavunmateknolojilerinde2024.pdf?v=1711584000030](https://thinktech.stm.com.tr/uploads/docs/2024-yili-pdf-leri/1710934783_stmsavunmateknolojilerinde2024.pdf?v=1711584000030)

<sup>3</sup> [https://www.researchgate.net/publication/311215660\\_The\\_Internet\\_of\\_Battle\\_Things/link/5a026673a6fdcc55a15c72f3/download?tp=eyJlb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19](https://www.researchgate.net/publication/311215660_The_Internet_of_Battle_Things/link/5a026673a6fdcc55a15c72f3/download?tp=eyJlb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19)

makine zekâsındaki gelişmelerden yararlanabiliyor. IoBT, karar döngülerinin gecikme süresini kısaltmak, taktik savaş alanı analitiğinin esnekliğini artırmak ve özel makine zekâsını ihtiyaç duyulan noktaya yönlendirmek için askerleri zırh, radyo, silah ve diğer nesnelere akıllı teknolojiye bağlayarak faaliyet gösteriyor<sup>4</sup>.

IoBT'nin bir faydası da birbirine bağlı sensörler, aktüatörler ve analitik cihazlardan oluşan bir ağ kullanarak savaş alanına ilişkin durumsal farkındalığın sağlanması<sup>5</sup>. Durumsal farkındalık, kişinin durumunu algılama, anlama ve etkili bir şekilde yanıt verme yeteneğidir. Belirli bir durumu kavramayı, ilgili bilgileri toplamayı, analiz etmeyi ve meydana gelebilecek potansiyel riskleri, tehlikeleri veya olayları başarılı bir şekilde ele almak için bilinçli kararlar almayı içerir<sup>6</sup>.

Operasyondaki askerler için durumsal farkındalık bir ölüm kalım meselesidir. Durumsal farkındalık, görevleri tamamlamak ve savaşçıları güvende tutmak için kuvvetlerin tehditleri hızlı bir şekilde belirlemesine, tahmin etmesine ve yanıt vermesine olanak tanır.

IoBT desteği ile paylaşılan durumsal farkındalık her seviyedeki askeri personele durum hızla değiştiğinde ve karmaşık olduğunda bile çevik bir şekilde hareket etme ve görevleri etkili bir şekilde yerine getirme gücü veriyor. Bu durum askerlerin tehditleri tahmin etmelerine ve bunlara yanıt vermelerine, fırsatlardan yararlanmalarına ve riski en aza indirmelerine olanak tanıyor. Uç yapay zekâ ile desteklenen IoBT teknolojileri durumsal farkındalığın en iyi şekilde sağlanmasına ve geliştirilmesine imkân tanıyor<sup>7</sup>.

IoBT, savunma sanayiinde önemli bir yer edinirken yapay zekâ gibi teknolojilerle de destekleniyor. Yapay zekâ, savaş alanında bilinçli karar verme aşamasında IoBT'den gelen verilerin hızlandırılmış analizinden asker eğitimi, sağlık takibi, robotik ve insansız sistemlerle silah sistemlerini dönüştürmeye kadar savaşın pek çok yönünü dönüştürebiliyor. Uç yapay zekâ olarak adlandırılan bir kavram ise bu konuya önemli katkılar sağlıyor. Askerlerin kullandığı silahların cephane durumlarının izlenmesi, lojistik ihtiyaçların hızlı tespiti ve savaş alanında konumlama ile birliklerin canlı verilerle izlenmesi gibi örnekler bu katkılardan bazıları olarak düşünülebilir<sup>8</sup>.

### **Uç Yapay Zekâ Nedir?**

Uç yapay zekâ, algoritmaların ve yapay zekâ modellerinin doğrudan sensörler veya IoT cihazları gibi yerel cihazlara konuşlandırılmasını ifade ediyor. Bu durum sürekli olarak bulut altyapısına bağımlı olmadan gerçek zamanlı veri işlemeye ve analize olanak tanıyor. Daha basitçe ifade etmek gerekirse; uç yapay zekâ makine öğrenmesi görevlerini doğrudan birbirine bağlı uç cihazlarda (edge devices) yürütmek için uç bilişim (edge computing) ile yapay zekânın birleşimini ifade ediyor. Uç bilişim, verilerin cihaz konumuna yakın bir yerde depolanmasına olanak tanıyor ve yapay zekâ algoritmaları, verilerin internet bağlantısı olsun ya da olmasın doğrudan ağda işlenmesini sağlıyor. Bu şekilde verilerin milisaniyeler içinde işlenmesi kolaylaştırılarak gerçek zamanlı geribildirim sağlanıyor. Ayrıca verilerin doğrudan güvenli bir ağda merkezi bulut sisteminde işlenmesi özel eğitim modellerinin güvenle geliştirilmesine olanak tanıyor<sup>9</sup>.

IoBT'de de büyük öneme sahip sensörler ve diğer IoT cihazları gibi uç cihazlar verileri aşırı yüklü bulut veri merkezlerinden uzaklaştırma yetenekleri nedeniyle, önemli teknolojiler olma yolunda hızla ilerliyor.

4 <https://iobt.illinois.edu/>

5 <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1064107>

6 <https://www.blackberry.com/us/en/solutions/critical-event-management/situational-awareness>

7 <https://news.viasat.com/blog/corporate/enhancing-situational-awareness-in-the-military>

8 <https://militaryembedded.com/ai/cognitive-ew/enabling-ai-at-the-tactical-edge>

9 <https://www.ibm.com/topics/edge-ai>

Uç bilişim ve yapay zekânın birleşimi büyük faydalar sağlıyor. Uç yapay zekâ ile yüksek performanslı bilgi işlem yetenekleri sensörlerin ve IoT cihazlarının bulunduğu uca taşınırken, kullanıcılar sistemler arasında bağlantı ve entegrasyon gerekmediği için cihazlardaki verileri gerçek zamanlı olarak işleyebiliyor ve diğer fiziksel konularla iletişim kurmadan verileri toplayarak zamandan tasarruf edebiliyor.

Uç yapay zekânın belli başlı avantajları şu şekilde sıralanabilir<sup>10</sup>:

- **Daha az güç kullanımı:** Yapay zekâyı uçta çalıştırmak için gereken güç gereksinimlerinin bulut veri merkezlerine göre çok daha düşük olması sayesinde yerel düzeyde veri süreçleriyle enerji maliyetinden tasarruf edilebiliyor.
- **Azaltılmış bant genişliği:** Buluta göndermek yerine daha fazla verinin yerel olarak işlenmesi, analiz edilmesi ve depolanmasıyla veri akışındaki bant genişliği azaltılabiliyor ve maliyetler en aza indirilebiliyor.
- **Gizlilik:** Uç yapay zekâ operasyonlarında uç cihazlarda yerel olarak işlenen veriler nedeniyle verilerin kötüye kullanılması veya yanlış işlenmesi riski azaltılabiliyor.
- **Güvenlik:** Verileri bir uç ağda işleyip depolayarak veya gereksiz verileri filtreleyerek önemli veri aktarımına öncelik verilebiliyor.
- **Ölçeklenebilirlik:** Bulut tabanlı platformlar ve orijinal ekipman üreticisi (Original Equipment Manufacturer -OEM) ekipmanındaki yerel uç özelliğiyle sistemler kolayca ölçeklendirilebiliyor.
- **Azaltılmış gecikme süresi:** Bulut platformundaki yükün bir kısmının alınması ve yerel olarak analiz edilerek bulut tabanlı platformun diğer görevler için serbest bırakılması mümkün olabiliyor.

Uç yapay zekâ ayrıca farklı avantajlar da sunuyor. Bunlardan bazıları şunlardır:

- **Gerçek zamanlı içgörüler:** Uç teknolojiler, verileri uzun mesafeli iletişim nedeniyle geciken uzaktaki bir bulut yerine yerel olarak analiz ettiğinden kullanıcıların ihtiyaçlarına gerçek zamanlı olarak yanıt veriyor.
- **Yüksek kullanılabilirlik:** Merkezi olmayan yönetim ve çevrimdışı yetenekler, verilerin işlenmesi için internet erişimi gerekmediğinden uç yapay zekâyı daha güçlü hâle getiriyor. Bu, görev açısından kritik, üretim düzeyinde yapay zekâ uygulamaları için daha yüksek kullanılabilirlik ve güvenilirlik sağlıyor.
- **Kalıcı iyileştirme:** Yapay zekâ modelleri, daha fazla veri üzerinde eğitim aldıkça doğruluğu giderek artırıyor. Bir uç yapay zekâ uygulaması doğru veya güvenli bir şekilde işleyemediği verilerle karşılaştığında genellikle yapay zekânın yeniden eğitebilmesi ve ondan öğrenebilmesi için bu verileri yüklüyor<sup>11</sup>.

Teknoloji ilerledikçe uç yapay zekânın da geleceği umut verici görünüyor. Uç bilişim, makine öğrenmesi ve donanım optimizasyonunda devam eden araştırma ve geliştirme çalışmaları daha da karmaşık uç yapay zekâ çözümlerine yol açabilir. Güçlü uç cihazların ve akıllı algoritmaların birleşimi, bir zamanlar pratik olmadığı düşünülen yenilikçi çözümler sunarak savunma endüstrisi de dahil birçok endüstride devrim yaratma potansiyeline sahip.

Sonuç olarak uç yapay zekâ, gerçek zamanlı işleme özelliğiyle gizlilik ve verimliliğe öncelik veren merkezi olmayan bir yaklaşım sunarak yapay zekâ çalışmalarının ön saflarında yer alıyor. Endüstriler giderek uç yapay zekânın avantajlarını daha fazla fark ettikçe yapay zekânın algılanması ile genel kullanımının gelişmesi ve artması bekleniyor<sup>12</sup>.

<sup>10</sup> <https://www.redhat.com/en/topics/edge-computing/what-is-edge-ai>

<sup>11</sup> <https://blogs.nvidia.com/blog/what-is-edge-ai/>

<sup>12</sup> <https://www.linkedin.com/pulse/unleashing-power-edge-ai-revolutionizing-real-time-jawahar-srinath-oma5c/>

## Uç Yapay Zekâ IoBT'yi Nasıl Destekliyor?

Terörle mücadelede ve elbette ulusal savunmada yönetimi oldukça zor olabilecek her türden veri bulunuyor. Siber bilgi toplama ve fiziksel dünya gözetim programları sürekli olarak bu verileri depoluyor. Bütün endüstriler ise bu verilerin çevrimdışı analizi çerçevesinde geliştiriliyor. Ancak savaş alanları gerçek zamanlı olduğundan ve anlık kararlar alınması gerektiğinden bu verilere erişimin de canlı ve gerçek zamanlı olması önem taşıyor. Veri büyüklüğü düşünüldüğünde ise sahadaki sistemlerin ve personelin işleyemeyeceği kadar çok veri bulunabileceği biliniyor. Teknoloji geliştikçe verilerin boyutu da artmaya devam ediyor.

ABD ordusunun ileri araştırma laboratuvarları (Advanced Research Labs -ARLs) dinamik olarak şekillendirilebilir, uyarlanabilir ve hedefe yönelik IoBT'nin temel anlayışını geliştirmek amacıyla entegre sensörler, giyilebilir cihazlar, silahlar ve araçlardan oluşan bir araştırma yürütüyor. Bu araçlar akıllı komuta ve kontrol sistemleriyle savaş alanı hizmetleri için tahmine dayalı analitiği etkinleştirme potansiyeli gösteriyor<sup>13</sup>.

Uç yapay zekâ da IoT ve bununla bağlantılı IoBT gibi güncel teknolojileri önemli ölçüde destekleme potansiyeli gösteriyor. Özellikle savunma sanayiinde uç yapay zekâ teknolojisinin kullanımının yaygınlaşması bekleniyor. Sağladığı güvenlik avantajları ve sistem verimliliğinin artırılmasıyla havacılık ve diğer birçok alan da dahil sürü istihbarat sistemleri gibi uygulamalarda her kullanıcının kendi sistemini oluşturması mümkün olacak gibi görünüyor. Uçuş planlamalarına ilişkin kararların yanı sıra stratejilere göre yapılacak manevraları da vererek sürü hareketlerinin detaylı ve hızlı kontrolü sağlanan avantajlardan biri olarak görülüyor<sup>14</sup>.

Uç bilişim aynı zamanda askerler için de büyük avantaj sağlayabilecek Entegre Görşelliği Artırma Sistemi'ni (Integrated Visual Augmentation System -IVAS) mümkün kılıyor. IVAS yeni uç teknolojilerle donatılmış bir artırılmış gerçeklik (Augmented Reality -AR) gözlüğü. IVAS askerlere durumsal farkındalık, bilgi paylaşımı ile komuta/kontrol ve karar verme yeteneklerini uygulama imkânı sunuyor. IoBT ile uç yapay zekâyı bir araya getiren bu sistemler savaş alanlarında askerlerin taktiksel üstünlüğe erişmesini sağlayabiliyor<sup>15</sup>.

## Türkiye'de IoBT ve Uç Yapay Zekâ Uygulamaları

Türkiye'nin önde gelen savunma sanayii şirketlerinden STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş.'nin (STM) sürü drone projesi olan BUMİN başarılı IoBT örneklerinden biri olarak öne çıkıyor. Otonom olarak uç yapay zekâ ile desteklenen sürü drone'ları derin öğrenme tabanlı bilgisayar teknolojilerinin de desteği ile gerçek zamanlı nesne tespiti, teşhisi ve takibinde kritik roller oynayabiliyor<sup>16</sup>.

STM'nin bir diğer projesi olan Küresel Konumlama Sistemi Bağımsız Otonom Seyrüsefer Sistemi Geliştirilmesi (KERKES) kapsamında döner kanatlı (çok rotorlu) ve sabit kanatlı İHA'ların GPS olmayan ortamlarda görev gerçekleştirmesi için de çalışmalar yürütülüyor. Proje kapsamında yapay zekâ ve makine öğrenmesi ile desteklenen drone'lar özellikle GPS erişimi olmayan alanlarda askeri birliklere anlık durum farkındalığı sağlayarak büyük avantajlar sunabiliyor<sup>17</sup>.

Savunma sanayiinde ileri yapay zekâ teknolojisinin kullanımının en iyi örneklerinden biri olarak HAVELSAN'ın FIVE-ML simülasyon sistemi gösterilebilir. Hem sivil hem de askeri havacılığa yönelik pek çok alanda simülasyonlar içeren öğrenen Sanal Ortamdaki Kuvvetler -Makine Öğrenmesi (Forces in Virtual Environment-Machine Learning -FIVE-ML) yapay zekâ sistemiyle simülatörler oluşturuluyor. Bu simülatörlerden sanal kara, hava ve deniz platformlarının davranışlarıyla savaş platformlarının simülatörlerinin

<sup>13</sup> <https://www.forbes.com/sites/zakdoffman/2018/11/25/battlefield-2-0-how-edge-ai-is-setting-man-against-machine/?sh=319c19a52577>

<sup>14</sup> <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/3014507>

<sup>15</sup> [https://info.breakingdefense.com/hubfs/Breaking\\_Defense\\_eBrief\\_AI\\_and\\_Edge\\_Computing\\_For\\_Dispersed\\_Forces\\_and\\_Next\\_Generation\\_Tactical\\_Vehicles.pdf](https://info.breakingdefense.com/hubfs/Breaking_Defense_eBrief_AI_and_Edge_Computing_For_Dispersed_Forces_and_Next_Generation_Tactical_Vehicles.pdf)

<sup>16</sup> <https://www.stm.com.tr/tr/cozumlerimiz/taktik-mini-ih-sistemleri/suru-dron-operasyonu-projesi>

<sup>17</sup> <https://www.stm.com.tr/tr/cozumlerimiz/taktik-mini-ih-sistemleri/kerkes-projesi>

taktik eğitimi için gerekli savunma ve saldırı hedefleri modellenabiliyor ve bu sayede simülasyonlar için gerekli taktiksel ortamlar sağlanabiliyor<sup>14</sup>.

FIVE-ML projesinin tamamlanmasının ardından HAVELSAN'ın T-129 Atak Helikopterin simülasyonu ATAKSİM ve ANKA Simülasyonu ile UMTAS Simülasyonu'nun ve Hava Savunma Eğitim Merkezi gibi projelerle Milli Muharip Uçak Projesi (MMU) Harekât Analizi kapsamında kullanılması planlanan Milli Taktik Çevre Simülasyonu (MTÇS) yazılımının da kural tabanlı davranış altyapısından öğrenen yapay zeka tabanlı davranış altyapısına geçirilmesi hedefleniyor.

Savaşlar gelişen teknolojiyle birlikte farklı bir yöne doğru evrilmeye devam ediyor. Teknolojiyi aktif kullanabilen tarafın üstünlüğünü artıracak bu evrim, teknolojiye yatırım yapan ve bunu en etkin şekilde kullanmayı başaran herkesin taktik avantaj elde etmesine olanak tanıyor. Uç yapay zeka askeri ve sivil alanda veri hızını artırırken işlem kapasitesini geliştiriyor. IoBT gibi IoT yan kolları ise askeri birliklerin operasyonel yeteneklerini katlamalarını sağlıyor. Sensörler, robotlar, giyilebilir cihazlar, sanal eğitim platformlarıyla siber sistemler geleceğin savaşlarında hem savunma hem de saldırı aşamalarında kritik bir rol oynayacak gibi görünüyor.

Bütün ülkelerin savunma yatırımlarında öncelik bulmaya başlayan yapay zeka ve insansız sistemlerin yaygın kullanımı, yaşanan gelişmeler ile savaş alanının yaygın olarak dijitalleşmesine olanak tanıyor. Bu durum gelecekteki savunma yetenekleri için tüm dünyada önemli bir fırsat yaratıyor. 