

NATO Bilim ve Teknoloji Trendleri Raporu 2020-2040

TASAM

TÜRK ASYA STRATEJİK ARAŞTIRMALAR MERKEZİ
TURKISH ASIAN CENTER FOR STRATEGIC STUDIES



NATO Bilim ve Teknoloji Trendleri Raporu

2020-2040 (Geniş Özet)

Hemfikir ülkeler ittifakı olarak Avrupa-Atlantik bölgesi çapında barış, güvenlik ve istikrar için çalışan NATO; gerek ortak savunma ve kriz yönetimi gerekse işbirliğine dayalı güvenlik gibi operasyonel spektrumun her diliminde savunma ve güvenlik işbirliğine ilişkin temel çerçeve sağlamayı sürdürmektedir. Fakat NATO bugün; devletler ve devlet-dışı aktörler, kısmen-denk askerî güçler, siber tehditler, uzay, terörizm, hibrit savaşlar ve enformasyon operasyonları dâhil olmak üzere tüm stratejik yönlerden gelen beka esaslı itiraz ve tehditler dolayısıyla tehlikeli, öngörülemez ve istikrarsız bir güvenlik ortamıyla karşı karşıyadır.

Benzeri yaşanmamış bir yetmiş yıllık süre boyunca dünya çapında barış ve istikrarı koruyan NATO tarihteki en başarılı ittifaktır. Bu başarı, NATO'nun istişare, işbirliği, koordinasyon, müşterek operasyon kabiliyeti, müessir caydırıcılık ve nihai olarak birleşik harekâta yönelik askerî ve siyasi çerçevesine dayanmaktadır. Başarıyı mümkün kılan temel unsurlardan biri NATO'ya operasyonel ve diplomatik spektrum çapında muvaffakiyet için gerekli entelektüel ve teknolojik üstünlüğü sağlayan bilim ve teknoloji kadrolarıdır.

Geniş spektrumlu operasyonlar için şimdiki ve ileriki ihtiyaçları karşılayabilecek bir ittifak inşa etmek, bugünün ihtiyaçları ile on yıllar sonrasının ihtiyaçları arasında hassas bir denge kurmayı gerektirir. Bunu hatasız gerçekleştirebilmek ise "Gelişen ve Yıkıcı Teknolojiler" (Emerging and Disruptive Technologies) olarak tanımlanan EDT'lerin hem fırsat sunan hem istikrar bozan rolü başta olmak üzere bilim ve teknoloji ortamını net bir şekilde kavramayı gerektirmektedir. Eğer NATO yetmiş yıldır sürdürdüğü entelektüel, teknolojik, bilimsel ve yenilikçi üstünlüğünü koruyacaksa bu gelişmeleri, potansiyel faydalarını ve muhtemel stratejik sonuçlarını tam olarak anlaması; mevcut rakipsiz finansal ve entelektüel sermayesini optimum verimle kullanarak, yenilikçi bir bakış açısıyla, ittifakın bütünü söz konusu tehdit ve fırsatlara uyum sağlamaya yöneltmesi gerekecektir. Bu konuda NATO Bilim ve Teknoloji Kurumu'na önemli rol düşmektedir.

Bilim ve Teknoloji Kurumu; "inovasyon", "öngörü", "entegrasyon" ve "irtibatlılıktan" oluşan hedefleriyle NATO operasyonlarından etkili sonuçlar elde etmede belirleyici role sahiptir. Bu kurum, inovasyon; NATO'ya yönelik sınamalara karşı derinlikli öngörü; ittifak kabiliyetlerinin entegrasyonu; irtibatlı bilim ağı konularında hem NATO'ya hem üye ülke ve paydaşlara somut öneriler sunmaya çalışan uzman kadrolardan oluşur.

Bilim ve teknolojinin gerek NATO gerekse tüm ülkelerin savunma kapasiteleri üzerindeki etkisi derindir. NATO yetmiş yılı aşkın süredir gerek karar gerekse bilim ve teknoloji avantajını önemli entelektüel, siyasi, ekonomik ve askerî sonuçlara yönelik kaldıraç olarak kullanan bir teknoloji stratejisi yürütmüştür.



Bununla birlikte son yıllarda pek çok stratejik, ekonomik, sosyal ve teknik zorluk nedeniyle bu entelektüel ve teknolojik üstünlük aşınmaya uğramıştır.

Bu teknolojik üstünlüğü kaybetme endişesi son derece gerçekçi bir endişedir. Zira NATO Genel Sekreteri Jens Stoltenberg'in ifadesiyle, "NATO'nun teknolojik üstünlüğü potansiyel düşmanlara karşı caydırıcılık ve savunma kabiliyeti sağlayan esas unsurlardan biridir." NATO'nun gelecekteki güvenliği "yapay zekâ, otonomi ve hipersonik sistemler gibi teknolojileri anlama, bunlara uyum sağlama ve bunları konuşlandırma" kabiliyetine bağlı olacaktır. 2019'da NATO ülkeleri savunma bakanları, "NATO'nun kritik teknoloji alanlarındaki çalışmalarının yapılandırılmasına yardımcı olacak ve gerek caydırıcılık ve savunma gerek kapasite gelişimi ile hukuki ve ahlaki normlar gerekse silahların denetlenmesi hususunda üye ülkelerin bu teknolojilerin olası sonuçlarını göz önüne almasını sağlayacak bir EDT yol haritasını onaylamışlardır."

Bu bağlamda rapor, "yeni teknolojiler NATO'nun ileriki faaliyetleri açısından neden önemli", "zamanla nasıl bir gelişim gösterecekler", "kısa, orta, uzun vadede ne tür gelişmeler ve potansiyel sonuçlar öngörülüyor" gibi soruları cevaplama kararı makamlarına katkı sağlayacaktır. Geleceğin güvenlik atmosferini potansiyel düşmanlardan daha iyi öngörmek NATO'nun rekabetçi avantajını sürdürebilmesinin bir yoludur. Bilim ve teknoloji konusundaki gelişmeleri önceden sezmek, hazırlıklı olmanın kritik yönlerinden biridir. İttifak, geleceği ayrıntılarıyla tahmin etmeye çalışmamaktadır zira bu en iyi ihtimalle zor en kötü ihtimalle imkansız bir iştir. Dolayısıyla daha ziyade teknolojinin potansiyel gelişimini ve etkisini öngörebileceği bir ortam oluşturmaya çalışmaktadır.

Teknoloji trendlerinin analizleri ve ilgili teknoloji takip süreci, askerî açıdan öneme sahip teknolojileri tanımlamak ve bu teknolojilerin potansiyel etkilerinden NATO ve üyelerinin yönetim kadrolarını haberdar etmek üzere kritik adımlardır. Böyle tanımlanan teknolojiler, hem NATO hem potansiyel düşman kuvvetler için çığır açıcı veya yıkıcı askerî kabiliyet gelişimi açısından gelecek vaat etmektedir. Bu rapor söz konusu değişimlerin olası sonuçlarını araştırmak üzere NATO'nun 20 yıl içerisinde operasyon, kapasite gelişimi ve temel işlevlerini etkileyeceği tahmin edilen bir bilim ve teknoloji trendleri değerlendirmesi içermektedir. Kapsamlı ve önemli ölçüde birbirleriyle çakışan bu bilim ve teknoloji alanlarının söz konusu süreçte olgunlaşması ve yapı itibarıyla dönüştürücü bir niteliğe sahip olması beklenmektedir.

Raporu okurken şu uyarıların akılda tutulması gerekmektedir: Birincisi, bazı araştırmaların geniş bir zaman ufku itibarıyla bunu yapmayı başardığına dair bazı kanıtlar mevcut olmakla birlikte bilim ve teknoloji trendlerini öngörmek zor bir iştir. İkincisi, teknolojiler nadiren doğrusal bir tarzda gelişirken EDT'ler arasındaki karmaşık sinerjiler çoğunlukla EDT'lerin kendileri kadar önemlidir. Üçüncüsü, EDT listesi, çığır açma veya yıkma potansiyeline sahip teknolojilerle alakalı "belli bir" grupta sağlar. Bu raporda sıralanan teknolojilere bağlı yan teknolojilerin gelişimi farklı olabilir; buradaki listenin kendisi de özgün değildir ve literatürde benzer sınıflandırmalara rastlanması mümkündür. Tüm bu grupta veya sınıflandırmalar basitleştirmelerdir aslında ve fakat buradaki sınıflama NATO'nun amaçlarıyla örtüşüyor ve kullanışlı olduğu kanıtlanmış bir sınıflamadır.



Dördüncü ve sonuncusu ise, teknoloji tarihsel olarak çatışmanın kendisinin değil çatışmanın değişen doğasının itici gücü olmuştur. Bu bağlamda "Teknoloji ne iyidir ne kötü; ne de nötr!" (M. Krazberg'in "Birinci Teknoloji Kanunu"). Yeni teknolojiler kaçınılmaz olarak çatışmada kullanılacaktır ve bunun nasıl gerçekleşebileceğini kavramak önemlidir. Bu tür bir kavrayış, tekno-politik kararları ve muhtemel kapasite gelişimini desteklemenin ve savunma amaçlı karşı tedbirlere hazırlığın gerekli ilk adımını oluşturur. Dolayısıyla bilim ve teknolojinin NATO'nun gelecekteki operasyonlarına etkisine ilişkin tartışma, NATO'nun şimdiki veya ileriki bilim-teknik araştırma faaliyetlerinin bir göstergesi olarak algılanmamalıdır.

Bilim ve Teknoloji Trendleri

Bilim ve Teknolojinin Gelişimi

"NATO kendi lehine statüko değiştirecek nitelikte askerî etki ortaya koyabileceği en iyi ve en üstün teknolojiyi nasıl keşfedebilir, geliştirebilir ve konuşlandırabilir?", "Gelişim aşamasındaki ve çığır açıcı veya yıkıcı teknolojiler ile ne kastediliyor?", "Bu teknolojiler ya da bilimsel yaklaşımlar hangileridir ve bunların atak ve muharip gücü yüksek bir NATO için önemi nedir?" gibi soruları cevaplandırmak üzere, modern teknolojinin genel durumuna ilişkin özetten önce raporun amacına uygun olarak söz konusu teknolojiler kısaca şöyle tanımlanabilir:

"Gelişim aşamasındaki" teknolojiler veya bilimsel keşifler; 2020-2040 döneminde gelişimini tamamlaması beklenen ve NATO'nun şu aşamada geniş çapta kullanmadığı veya NATO'nun savunma, güvenlik ve kurumsal işlevleri üzerindeki etkisi belirgin olmayan teknolojiler veya bilimsel keşiflerdir. "Çığır açıcı veya yıkıcı" teknolojiler 2020-2040 döneminde NATO'nun savunma, güvenlik ve kurumsal işlevleri üzerinde büyük hatta belki devrim niteliğinde etkileri olması beklenen bilimsel keşifler veya teknolojilerdir. Bunlara üçüncü bir kavram olarak "yakınsak" teknolojileri eklemek gerekir. Yakınsak teknolojiler çığır açıcı bir etki elde etmek üzere özgün bir tarzda "birleştirilmiş" teknolojilerdir.

Her teknoloji veya bilimsel keşif "gelişim aşamasında" yahut "çığır açıcı veya yıkıcı" nitelikte değildir. Ayrıca çığır açma veya yıkma sadece teknolojiye özgü de değildir. Üstelik gelişim aşamasındaki her teknoloji "çığır açıcı veya yıkıcı" olmayacaktır. "Çığır açıcı veya yıkıcı" tüm teknolojiler şu an itibarıyla "gelişim aşamasında" da değildir ve tüm "yakınsak" teknolojiler gelişim aşamasındakilerin etkisiyle ortaya çıkmamaktadır. Bu raporda, ilk keşif aşamasını geçmiş fakat henüz yaygın olarak kullanılmayanlar dâhil olmak üzere önümüzdeki yirmi yıllık zaman diliminde çığır açma veya yıkma potansiyeli en yüksek olarak değerlendirilen teknolojilere odaklanılmıştır. Söz konusu teknolojilerin gelişme tarzlarının doğal kalıplarını anlamak, bunların NATO ve müttefikleri üzerindeki potansiyel etkilerini anlama ve değerlendirmenin gerek şartlarından biridir.



1. Bilim ve Teknolojinin Bağlamı

Teknoloji alanındaki hızlı değişimler "yedinci nesil askerî devrime" yön vermektedir. En uç örneği "savaş" olan insan örgütlü çatışmalar "Clausewitzyen" anlamda devletler, sözde devletler, toplumlar ve toplumlar gibi geniş toplumsal gruplar arasındaki irade çatışmalarıdır. Bu tür çatışmalar esnasında, ister eş statülü rakipler ister asimetrik tehditler olsun, teknoloji; azami ölçüde istifade edilmesi gereken bir avantaj, başka bir ifadeyle "üstünlük" unsurudur. Demokratikleşmiş toplumlar insanlık için giderek daha merkezî hale geldikçe çatışmaya biçim vermede o derece büyük ölçüde rol sahibi olacaklardır.

Geniş bir stratejik ve jeopolitik bağlamda, dönüşen teknolojik ortamın önemli bir faktör olduğu genel kabulüne bağlı olarak, çatışmanın doğasının değiştiği görülmektedir. Çatışmanın doğasındaki bu değişim kendini "hibrit savaş", "hiper savaş", "memetik muharebe" veya "yeni-nesil çatışma" biçiminde göstermektedir. Her birinde, çatışmaya yönelik yeni araç ve yöntemler geliştirmek üzere çığır açma potansiyeli bulunan teknolojiler ile mevcut teknolojiler askerî kabiliyetlerle kaynaştırılmaktadır. Bu "dördüncü sanayi devrimi" teknolojilerini birbirine bağlayan genel faktörler bir şekilde "zeki", "irtibatlı", "dağıtık/yaygın" ve "dijital" özelliktedir.

Geleceğin bilim ve teknoloji atmosferinin, Gartner'ın "Strategic Technology Trends 2019" ve Deloitte'un "Tech Trends 2018" raporları gibi kaynaklara istinaden daha spesifik olarak şu faktörler veya niteliklerce vasıflandırılması mümkündür:

Birincisi, teknolojiye özgü "zekâ" veya "mantıksal muhakeme" vasfıdır ve teknolojik tayf çapında tümleşik yapay zekâ, mantıksal analiz ve karar kabiliyetlerinden oluşur. Buna bağlı olarak belli ölçüde otonom karar verme kabiliyetine sahip yapay zekâ temelli otonom sistemler (otonomi); insan-makine takımışılığı ve sinerjistik davranışları destekleyen psiko-sosyo-tekno sistemlere tam entegrasyon (insansı zekâ); bilgi, kavrayış ve henüz değerlendirilememiş fikirler için geniş veri dizilerini ve ileri matematiği keşfedecek düzeyde gelişmiş mantıksal analiz yöntemlerini (bilgi analizi) kapsar.

İkincisi teknolojiye özgü "irtibatlı" vasfıdır ve sensörler, şirketler, kurumlar, kişiler, otonom yazılımlar (alışveriş botları ve veri madenciliği gereçleri gibi) ve süreçler dâhil olmak üzere örtüşen gerçek ve sanal "etki alanı ağları" veya "meş (örgü) ağları veya şebeke-ağlar"dan oluşur. Buna bağlı olarak "dağıtık hesap defteri" teknolojileri (blockchain gibi), "kuantum dağıtık anahtarı", "post-kuantum kriptografi" ve yapay zekâ siber-yazılım güvenli para hareketleri ve bilgi alışverişi (güvenli iletişim); yeni ekosistemler oluşturmak üzere (akıllı şehirler gibi) karmaşık "sistemler-sistemlerinin" (fiziksel veya sanal) bileşik gelişimini (sinerjistik sistemler) kapsar.

Üçüncüsü, "dağıtık" veya "yaygın" vasfıdır ve geniş ölçekli algılama, depolama, işleme, karar alma ve arge faaliyetinin gayrı-merkezî ve yaygın hale getirilmesinden oluşur. Buna bağlı olarak depolama, hesaplama veya bilgisayarım/işleme ve analitik yapay zekânın bilgi kaynaklarına yakın faillere ve nesnelere gömülü hale getirilmesi (gelişmiş hesaplama/işlem); düşük maliyetli sensörlerin geniş bir sensör ağı



oluşturmak üzere insan-fizik-bilişim alanlarına gömülü hale getirilmesi (dağıtık algılama); yapay zekâ destekli tasarım, yeni malzemeler ve 3B/4B baskı teknikleri, anlık yerel dijital imalat ve üretim desteğinden yararlanmayı (gayrı-merkezi üretimi) kapsamaktadır. Bu kapsamda, tasarım ve üretim maliyetini düşürmek, bilgisayar tabanlı işlem kapasitesini ve bilim-teknik bilgisine geniş kapsamlı erişimi artırmak (demokratikleştirilmiş bilim ve teknoloji), inovasyonu ve yenilikçi bilim nesillerini çoğaltacaktır.

Dördüncüsü "dijital" vasfıdır ve insan, madde ve bilişim alanlarının yeni bir fizyolojik, psikolojik, sosyal ve kültürel gerçeklik oluşturmak üzere harmanlanmasından oluşmaktadır. Buna bağlı olarak fiziksel, biyolojik veya bilişim unsurlarından oluşan dijital olarak (çoğunlukla gerçek zamanlıya yakın) orijinaline bağlı ve tahmin analizleri, deney ve değerlendirmeyi destekleyen bir dijital simulakrum (dijital ikiz); psiko-sosyo-tekniğin entegrasyonuna dayalı yeni fark edilen bilişsel/fiziksel gerçeklikleri (sentetik gerçeklikleri) kapsamaktadır. Bu tür gerçekliklerin yapı itibarıyla artırılmış, sanal, sosyal veya kültürel olması mümkündür.

Yeni EDT'ler birden ortaya çıkmamaktadır. Kendisi için tasarlandıkları askerî faaliyet ortamından da bağımsız değildirler. Bu teknolojilerin kullanılabilir askerî kabiliyetlere dönüştürülebilmesi için çaba, deney ve inovasyona ihtiyaç vardır ve bunlar ise ister istemez NATO güçlerini ve güç yapısını değişime zorlayacaktır.

Yapay zekâ; otonom sistemlere analiz, adaptasyon ve mukabele imkanı sağlayacak dijital veri sayesinde muharebenin görünümünü değiştirecektir. Bu değişiklikler ise öngörücü mantıksal analizle potansiyel olarak daha isabetli karar alımını destekleyecektir. Tüm bunlar gerek sensörler gerekse kurum ve kuruluşları kapsayan bir sinerjistik ve simbiyotik "sistemler sistemleri" çerçevesinde gerçekleşecektir. Bu şekilde EDT'ler en az bir nesil boyunca çatışmanın yol ve yöntemlerini değiştirmeye devam edecektir. Fakat aynı zamanda söz konusu EDT'lerin mevcut sistemlere entegre olmaları da gerekecektir.

2. Teknoloji ve Sinerji

NATO kuvvetlerinin, belirli bir askerî teknoloji eşiğini koruması ve ileriki operasyonlarda başarılı olması için güvenilir, irtibatlı, müteyakkız, atak ve esnek olması gerekir. Bunun için ise devamlı surette gelişmek, intibak etmek ve yenilik getirmek durumundadır. Böyle bir adaptasyon EDT'lerin birbirlerine olanak sağlayacak şekilde işlediği ya da insan, enformasyon ve fizik temelli alanların örtüştüğü yerlerde çok hızlı ve çığır açıcı niteliktedir.

Bu raporun ilerleyen bölümlerinde bu türden birkaç kritik sinerjistik bağlantı tanımlanmıştır. EDT'ler arasındaki irtibata ek olarak yeni kabiliyetlerin etkin bir şekilde gelişimini güdümlen ve/veya sınırlayan hususların birçoğunun teknik olmadığı da not edilmelidir.



EDT'lerin NATO kabiliyetlerine dönüşme yönünde aktif gelişimi için kültür, kavramlar, risk-toleransı, kurumsal yapı, politikalar, antlaşmalar, insan sermayesi ve ahlaka ilişkin olası etki ve sonuçlar etrafıca göz önünde bulundurulmak durumundadır. EDT'lerin yeni operasyonel kabiliyetlere tam olarak dönüştürülebilmesi için teknoloji kadar bu faktörlerin de tedricen geliştirilmesi gerekecektir.

3. Teknolojiye İlişkin Eğilim Tespiti

Durumun anlaşılması ve EDT gelişiminin değerlendirilmesi için her EDT'ye dair birkaç perspektifin iyice düşünülmesi şarttır: Birincisi, potansiyel askerî "etki"; ikincisi, belirli bir teknoloji veya bilim alanına dair "ilgi" veya "hype" düzeyi; üçüncüsü, mevcut teknolojinin "hazırlanmışlık" düzeyi; dördüncüsü, bilim veya teknolojinin tam olarak "olgunlaşmasının" beklendiği zaman ufku; beşincisi, NATO'nun operasyonel kabiliyetlerine "uygunluk"; altıncısı, araştırmaya "elverişli" bilim ve teknoloji alanlarıdır.

Bu tür bir değerlendirme veya ileriye dönük durum tespiti; her EDT birçok farklı temel hususu kapsadığı ve her biri potansiyel olarak farklı gelişim basamaklarında buldukları için son derece zordur; hatta belki imkansızdır. Kısaca, bu rapor çerçevesinde her EDT yoğun gelişim tespit edilen birkaç teknoloji odaklı alana ayrılmıştır.

Söz konusu teknolojilerin "potansiyel etkisini" değerlendirme işi dolambaçsız bir süreç değildir. Bunu başarıyla gerçekleştirmek kurumsal olarak özümseme potansiyelini (girişimsel teşvik ve risk toleransı gibi) tahmin etmek kadar şimdiki ve ileriki risk ortamını, hukuki ve idari kısıtları, siyasi faktörleri, yatırım kararlarını enine boyuna düşünmeyi de gerektirmektedir. Bu tahminler, daha sonra eğer çığır açma veya yıkmaya giden yol bu tür teknolojilerin karmaşık kombinasyonlarını (sinerjiler gibi) içeriyor yahut yeni kavramların geliştirilmesini gerektiriyor ise birleştirilmektedir. Bu raporun amacına uygun olarak burada "etkinin" nispeten subjektif ve kesin olmayan tanımlaması benimsenmiştir.

Teknolojinin gelişimi birçok açıdan belirgin biçimde döngüselidir. Bu döngülerin en bilineni ve bu raporun teknolojiye yönelik "ilgi" değerlendirmesinde de kullanılmış olan Gartner Hype Döngüsü veya Gartner Teknoloji İlerleme Döngüsü'dür. Ne var ki teknolojiler her zaman bu tür bir döngünün başından sonuna kadar ilerlememektedir. Bilakis çoğu teknoloji belli bir aşamada "başarısız" olmaktadır.

Bu ilerleme döngüsüne göre başarı-eğilimli bir teknoloji; tartışmaya açık olmakla birlikte şu beş temel aşamadan geçmektedir: Tetikleme, beklenti, hayal kırıklığı, aydınlanma ve verimlilik. Gartner Hype Döngüsü yatırım ve uzun vadeli kapasite kararları açısından ("abartılı beklentiler" zirvesi ile "hayal kırıklığı çukuru" arasında bir denge kurmak gibi) bazı önemli hususlar için kullanılmaya elverişlidir. Bununla birlikte bir değerlendirme ve karar gerci olarak kullanımında gizli kusurlar içerdiği fark edilmiştir. Bir teknolojinin "ilgi" gibi ölçülebilir nicelikten ziyade "hype" üzerine odaklanan haliyle bu eğriye kesin şekilde konumlanması sorunsaldır. Dolayısıyla bu raporda ilgili kaynaktan genelleme yoluyla değerlendirme yalınlaştırılmıştır ve teknolojik ilginin durumu yalnızca geniş kategoriler çerçevesinde izah edilmiştir. Bu kategoriler şöyle sıralanmaktadır: Yeni teknoloji veya bilimsel keşif (tetikleme), tanınma ve



tartışılma (beklenti), sınırların keşfi (hayal kırıklığı), kullanışlı olduğunun anlaşılması (aydınlanma) ve olgunlaşmış uygulama (verimlilik).

Söz konusu teknoloji eğilimlerine ilişkin durum tespiti veya değerlendirme; NATO'nun Bilim ve Teknoloji Kurumu kapsamında kendi atölye çalışmaları ve önceki raporlar gibi çok çeşitli kaynaklara dayanmaktadır.

Genel olarak başarılı bilim ve teknolojiler her etabı; belli bir teknoloji için potansiyel bir "çıkış-rampası" veya "durak" olan ve NASA tarafından geliştirilen dokuz etaplı TRL (teknoloji hazırlanmışlık seviyeleri) kullanılarak elde edilmiş belirli bir gelişim çizgisi boyunca ilerlemektedir. Bu gereç herhangi bir teknolojinin olgunluk düzeyini yorumlamada bir "kısa-yol" sağlamaktadır. Ayrıca bu raporda "gelişim aşamasındaki teknolojiler" olarak tanımlanan teknolojilerin genel olarak ilgili gerecin veya ölçeğin 1-5 etapları arasında yer aldığı not edilmelidir.

Son olarak, "savunma bilimi" kabaca üç alana ayrılmaktadır: İnsan, enformasyon/bilişim ve madde/fizik unsurlar. EDT'leri bu üç temel bilimsel araştırma alanıyla ilişkilendirmek bir EDT'nin araştırılma, geliştirilme ve operasyonel hale getirilmesine bütüncül yaklaşımı kolaylaştırmaktadır.

Çığır Açıcı veya Yıkıcı Teknolojiler

1. Büyük Veri ve Gelişmiş Çözümleme

1960'lardan itibaren dünya giderek dijitalleşmekte ve sanallaşmaktadır. 20 yıl zarfında bu eğilimin ivme kazanması ve NATO'nun operasyon kapasitesi üzerinde kritik etkilere sahip olması beklenmektedir. "Hacim", "hız", "çeşitlilik", "doğruluk" ve "anlamlandırma, değerlendirme, görselleştirme, grafiğe dökme" gibi değişen tanımsal özelliklerine ilişkin giderek artan sorunlar nedeniyle lojistik açıdan başa çıkılması zor bir büyüklükte veri öbeği önemli teknik, kurumsal ve birlikte-işlerlik veya müşterek faaliyet zorlukları doğuracaktır.

Dağıtık sensörler, otonomi, yeni iletişim teknolojileri (5G gibi), uzayda faaliyet artışı, sanal sosyo-bilişsel alanlar, dijital ikizler ve kapsamlı çözümleme yöntemlerinin gelişimi; insanın gerek insana gerekse onu çevreleyen fiziksel ve bilgisel alanlara dair anlayış kapasitesini artıracaktır. Büyük Veri ve Gelişmiş Çözümleme kısaca BDAA (Big Data and Advanced Analytics) tüm EDT'leri mümkün kılan teknolojidir ve EDT'lerin takviye edilmiş askerî kabiliyetler için kullanılmasında merkezî role sahiptir. Özellikle yapay zekânın yeni algoritmalar ve uygulamalar geliştirmek üzere üst düzey eğitim verisine gereksinimi vardır.

BDAA, hem NATO operasyonlarının etkisini artıracak, maliyetleri azaltacak, lojistiği güçlendirecek, gerçek zamanlı gözetleme ve öngörücü harekât planı değerlendirmelerini kolaylaştıracak hem de stratejik, taktik, operasyonel ve kurumsal düzeyde daha büyük durumsal farkındalık sağlayacaktır. Bu uygulamalar tüm düzeylerde sağlam karar almaya yönelik öngörücü çözümleme için daha derin ve daha geniş bir



uygulamaya öncülük edecektir. Böyle bir uygulama, NATO'ya kabiliyet yelpazesi çapında stratejik açıdan çığır açıcı bilgi ve "karar üstünlüğü" sağlama potansiyeline sahiptir. Verinin, gerçek zamanlı kritik bilginin analizi ve dağıtımını üzerine kurulu yeni iletişim protokolleriyle birbirine bağlı (5G vb), geniş çapta yaygın ve düşük maliyetli dağıtık sensörler aracılığıyla (nesnelerin internetinin bir parçası olarak) NATO'nun gerek "kinetik hedefleme" gerek "gayrı-kinetik hedefleme" müessiriyetini etkileme potansiyeli mevcuttur.

Asimetrik tehdit niteliğindeki aktörler giderek açık ve erişilebilir veri kaynaklarını amaçları doğrultusunda kullanırken, potansiyel denk veya yaklaşık denk düşmanlar da benzer bir teknik üstünlük arayışında olacaktır.

Veriye önemli ölçüde yatırım yapan sanayi sektörü genel gelişim ve uygulamaya öncülük etmeye devam edecektir. Bu yatırımın müessiriyeti mevcut bilgi ekonomisinin temelini oluşturmaktadır. Bununla birlikte NATO askerî güçlerinin kendine özgü ihtiyaçları müşterek operasyon kapasitesi, paylaşım, biriktirim, modelleme ve simülasyon, analizler, sınıflandırma, ıslah, iletişim ve veri yönetimine ilişkin yöntem ve standartların geliştirilmesini gerektirecektir. Son olarak, daha fazla veri ve algoritmanın nihai olarak daha iyi kararlar üreteceği kuşkuludur. Karar almaya ilişkin karmaşık sosyo-bilişsel-tekniik bağlam ve verinin bu bağlamdaki özgün rolünü ve entegre olma tarzını anlamak, NATO'nun karar avantajı kazanmasına esas teşkil edecektir.

2. Yapay Zekâ

Büyük verinin mevcudiyeti hem yapay zekâ geliştirimini hem yapay zekâ ihtiyacını güdülemektedir. Yapay zekâ 1950'lerin ortalarından itibaren üç gelişim döngüsünde ilerleme kaydetmiştir: Birincisi, teknik uzmanlık sistemleri gibi kural-tabanlı yöntemler (karar şemaları, Boole basit cebirsel mantığı ve bulanık mantık); ikincisi, istatistiksel yöntemleri kullanan uygulamalar (öğreticili veya denetimli öğrenme, öğreticisiz veya denetimsiz öğrenme ve pekiştirici veya otomatik öğrenme); üçüncüsü, biyo-esinli öğrenme yöntemleri (sinirsel ağlar, derin öğrenme).

Kısaca, yapay zekâ algoritmaları modern teknolojiye epeyce yerleşik durumdadır. Fakat 2012'de somut sorunlara yönelik uygulamaların dayandığı algoritmalarda kaydedilen ilerleme ve herkese açık eğitim malzemesinin artışı nedeniyle önemli bir sıçrama yaşanmıştır.

Veri eşliğinde yapay zekâ NATO operasyonları ve kabiliyetleri üzerinde devrim niteliğinde etki potansiyeline sahiptir. Yapay zekâ, etrafında büyük verinin eyleme geçebilir bilgiye ve nihai olarak bir NATO karar avantajına dönüşeceği istinat noktasıdır. Yapay zekânın çatışma modelleri ve simülasyon, işletmeye yönelik veya kurumsal sistemler, karar destek sistemleri, siber savunma sistemleri ve otonom araçlara entegrasyonu; daha hızlı daha etkili insan-makine karar mekanizmasına imkan sağlayacaktır. Yapay zekânın veriyi ön işleminden geçirmek üzere sensörlerde kullanılmasını ve frekanslar (bilişsel radar vb) ile bant genişliğinin çok amaçlı veya uyarlanabilir bir şekilde kullanılmasını sağlamak paradoksal bir biçimde iletişim trafiğini azaltacaktır. Yapay zekânın NATO'nun bilim ve teknoloji faaliyetleri üzerinde de



önemli etkisi olacaktır. Zira mevcut araştırmaların meta-analizleri yeni keşifler ortaya çıkaracak; gelecek vaat eden araştırma alanlarını tespit edecek ve daha ileri araştırmaları güçlendirmek üzere daha gelişmiş bilim ve teknoloji araçları sağlayacaktır.

Ticaret sektöründe yapay zekâ bir öncelikli ar-ge alanıdır ve birçok ülke yapay zekâyâ önemli miktarda yatırım yapmaktadır. İş sektörü; her ne kadar ilgili araştırma son derece yaygın açık-kaynak gereçleri ve herkese açık verilere dayalı olsa da, yapay zekânın arkasındaki başlıca itici güçtür. Mevcut uygulamaların çoğunun hassas yapısı ve izah edilebilir yapay zekâ ihtiyacı, çözülmesi gereken iki ciddi teknik sorundur. İnsan - yapay zekâ takımdaşlığı ve psiko-sosyal-teknik konularla alakalı problemlerin de ciddi biçimde düşünülmesi gerekecektir. Bu sınırlamalarla birlikte 2030'a kadar yapay zekânın küresel ekonomiye katkısının 15,7 trilyon dolar olacağı tahmin edilmektedir.

İnsan seviyesine genelleştirilmiş akıllı davranış olarak özetlenebilecek Yapay Genel Zekâ'nın (AGI) gelişimi 60 yıllık yapay zekâ araştırmalarına rağmen halen ciddi teknik sorunlarla karşı karşıyadır. Yapay zekâ sistemlerinin 20 yıl içerisinde bu tür bir bilişsel kabiliyet düzeyine ulaşmasının mümkün olmadığı düşünülmektedir.

Politika, hukuk ve müşterek faaliyete uygunluk sorunları NATO için ciddi sorunlar olacaktır. Yapay zekâ çıktısı tavsiyelerin güvenilir, ahlaki ve ulusal angajman kurallarıyla uyumlu olduğundan emin olmak, yapay zekâ yaklaşımlarının "izah edilebilirlik", "güven" ve "insan-yapay-zekâ işbirliğine" güçlü vurgu yapan yapay zekâ yaklaşımlarını gerektirecektir. Ayrıca özellikle NATO operasyonları bağlamında bu tür yapay zekâ sistemlerini doğrulama, onaylama ve yetkilendirme süreç ve standartlarını tanımlamak zorunlu hale gelecektir.

3. Otonomi

Savunma amaçlı otonom sistemlerin tarihi en az Nikola Tesla'nın 1898'de yaptığı uzaktan kumandalı insansız bot testine kadar geriye uzanır. Fakat gerek gerçek gerek sanal otonom sistem kullanımında asıl önemli ilerleme yaklaşık son 20 yıllık süreçte sağlanmıştır. Bu çalışmaların başarısı, giderek yaygınlaşan İstihbarat, Gözetleme, Hedefleme, Keşif (ISTAR) ve hassas taarruz platformlarıyla otonom platformların kullanımındaki artışta görülmüştür. Nihai amaç, otomatik sistemlerin "tekdüze", "kirli", "tehlikeli" ve "maliyetli" görevleri üstlenmesine olanak sağlayıp insan ve otonom sistemleri aşılması zor bir "takımdaşlıkta" birleştirmek olmuştur. Altta yatan motivasyon ise maliyetleri düşürmek, personeli azaltmak, operasyonları daha etkili hale getirmek ve kayıpları asgari düzeye indirmektir.

Otonomi yaklaşımları tam-otonom, yarı-otonom ve insansız sistemler olarak sıralanabilir. Otonomi spesifik düzeyleri; sensörler, görev tipi, iletişim hatları, tümleşik işlem ve hukuki/idari kısıtlamaların fonksiyonlarıdır. Operasyonlarda gittikçe artan yarı-otonom ve tam-otonom sistemlerin sağladığı güçle NATO'nun ileriki kabiliyetleri, her askerın bir bölük, her geminin bir görev grubu ve her uçağın bir hava filosu olarak faaliyet gösterdiği bir çerçeveye genişleyecektir.



Otonom sistemlerin gelişimine genel olarak; Yüksek-İrtifa-Uzun-Mukavemet (HALE), daha tümleşik yapay zekâ düzeyi ve insan-makine değişkenleri gibi operasyonel ihtiyaçlar yön vermektedir (gerekli insan öngörüsü ve karar mekanizması muhafaza edilerek genel insan-makine takımdayışlığı/sistemi nasıl daha etkili hale getirilebilir vb). "Bul, yok et" veya "etkisizleştirme" zinciri boyunca bilhassa meselenin hukuki, siyasi ve birlikte-işlerlik boyutları otonom sistemlerin kullanımında sorun oluşturacaktır. Yine de otonom sistemler, gerek NATO gerek potansiyel düşmanlar için operasyonel avantajları bağlamında, yaklaşık 20 yıllık süreçte büyük olasılıkla operasyon kabiliyetlerini hem güçlendirecek hem tehdit edecektir.

4. Uzay Teknolojileri

İnsanlık 60 yıldan fazla bir süredir uzaydan faydalanmaktadır. Fakat uzaydan ve uzay kökenli malzemelerden yararlanma konusunda sıçramaya sebep olan birbirine bağlı ve birbirini etkileyen iki eğilim mevcuttur.

Birincisi, küresel ticari uzay endüstrisinin sadece uyduların gelişiminde değil aynı zamanda sensörler, iletişim araçları ve roketlerde de öncü rol oynamasıdır. Bu durum roket maliyetlerini önemli ölçüde azaltmış ve uzay tabanlı malzemelerin etkin kullanımı için yeni seçenekleri (EO/IR | Elektronik Optik/Kızılötesi Optik; SAR | Yapay Hüzmeli Radar; ELINT | Elektronik İstihbarat) beraberinde getirmiştir. Üst düzey uzay kaynaklı verilerin ticari olarak neredeyse gerçek zamanlı erişilebilirliği bu durumun diğer bir sonucudur.

İkincisi, yeni teknolojiler ve yeni imal yöntemlerinin (3 boyutlu yazıcılar gibi) uzayı kullanma olgusunun yapısını, sağladığı imkanları ve maliyetleri değişikliğe uğratmasıdır. Bu tür teknolojiler, gelişmiş elektrikli tahrik sistemleri gibi yeni itiş gücü seçenekleri, tümleşik yapay zekâ, gelişmiş robot teknikleri, uyduların yörünge üzerinde uzaktan bakımı, boyut küçültme (daha küçük ve daha ucuz uydu yapımı gibi), gelişmiş sensörler, 3 boyutlu yazıcılar, gelişmiş güç kaynakları ve yeni nesil şifreleme tekniklerini kapsamaktadır.

Sonuç olarak uzay giderek daha ticari, daha kalabalık, daha çekişmeli ve daha rekabetli bir alana dönüşmektedir.

Uzayı C4ISR (C4 | Komuta, Kontrol, İletişim ve İşlem & ISR | İstihbarat, Gözetleme ve Tanılama), navigasyon ve savuma amaçlı kullanmak NATO'nun mevcut birçok kabiliyeti açısından kritik öneme sahiptir. Neticede NATO'nun teknolojik üstünlüğü bunun üzerine kuruludur. Fakat uzayın ve uzay kaynaklı verinin bu şekilde kullanımı ancak 20 yıl içerisinde ve C4ISR kabiliyetlerinin giderek güçlenmesi ve yaygınlaşmasıyla artış gösterecektir. Bu durum, veri ve yapay zekâ imkanlarıyla birleşip her düzeyde durumsal farkındalığı geliştirme, gerçek zamanlıya yakın operasyonel tesir değerlendirmelerine katkı sağlama ve hedefleme başarısını artırma potansiyeline sahiptir.



Bununla birlikte NATO operasyonel kabiliyetlerinin bu unsurlara istinadı arttıkça uydu-savarlar veya parazit robot sistemlerinden kaynaklanan riskler/tehditler çok daha güçlü hale gelecektir. Giderek kalabalıklaşan yörüngeler, küçük uydulardan oluşan büyük grupların artan oranı ve uzay enkazı düzeyindeki artış uzay-tabanlı sistemlerin kapasitesini ve güvenilirliğini etkileyecektir.

Birçok ülke hem uzayda bulunma hem uzaya çıkma konusunda önemli mesafe kaydetmiştir. Yine de gerek ticari gelişmelerin gerekse uzay-tabanlı faaliyetlerden türeyen verinin artan kullanımının ancak 20 yıl içerisinde olaylara yön vermesi beklenmektedir. Kapasitesi giderek güçlenen ve boyutları giderek küçülen uyduların yanı sıra geniş ölçekli uydu kümeleşmeleri uzaydan daha fazla yararlanmayı kolaylaştırmakla birlikte önemli siyasi ve hukuki sorunlara da yol açacaktır. Bu hukuki ve siyasi sorunlar; ticari, akademik ve askerî amaçlı faaliyetler arasındaki çatışmalar, uzaya ilişkin küresel müşterek çıkarların yönetimi ve uzayın giderek artan militarizasyonunu kapsamaktadır.

5. Hipersonik Sistemleri

Hipersonik sistem araştırmaları 70 yıl geriye, uzay çağının başlangıcına kadar uzanır. Fakat halen devam eden geliştirme ve test çalışmaları; operasyonel hipersonik silahların ancak on yıla kadar gelişimini tamamlayıp konuşlandırılmaya hazır hale gelmesi ihtimalini artırmıştır.

Tipik tartışmalara konu olan dört çeşit hipersonik sistem söz konusudur; manevralı "hipersonik planör" veya "hipersonik süzülme aracı", havadan atılan "hipersonik balistik füze", ray sistemli "hipersonik silahlar" ve mürettebatlı "hipersonik uçak". Bu EDT başlığı daha ziyade füze sistemlerine odaklanmaktadır.

Yeni malzemeler ve itiş yöntemleri hipersonik araştırmalarda yeni gelişmeleri mümkün kılmış ve söz konusu sistemlerin operasyonel olarak geniş çapta kullanılma ihtimallerini büyü ölçüde artırmıştır. Çin, Rusya, ABD, İngiltere, Fransa, Hindistan, Japonya ve Avustralya'nın hipersonik sistemlere ilişkin herkesçe bilinen araştırma ve deneme çalışmaları mevcuttur. Bu sistemler, "tümleşik taktik uyarı/saldırı değerlendirme" açısından daraltılmış reaksiyon süresi, karşı tedbir geliştirme zorlukları ve yüksek değere sahip bireysel veya kitlesel hedeflere yönelik tehlikeleri dolayısıyla özellikle stratejik açıdan son derece çığır açıcı veya yıkıcı niteliktedir.

Hipersonik kabiliyetler NATO için öncelikli kara ve deniz hedeflerine karşı daha etkili operasyon kapasitesi sağlayacaktır. Ayrıca bu sistemler, yüksek hız potansiyeline bağlı olarak yalnızca kütle ve kinetik enerjiye dayanan basitleştirilmiş silah tasarımlarını mümkün kılarak savaş başlıklarını gereksiz hale getirebilmektedir.

Bu tür hızlar başarılı atış olasılığını artırıp önleme riskini/imkanını azaltacaktır. ABD'nin sistemlerini 2025'e kadar sahaya sürmesi ve bunu 2035'e kadar hipersonik insansız hava araçlarıyla takviye etmesi beklenmektedir. Hem Çin hem Rusya gelişmiş süpersonik silah programlarını ortaya koyup, hipersonik



silahlarını kısıtlı olarak sahaya sürmüşlerdir. Daha endişe verici bir şekilde bu avantajlar hipersonik silahlara sahip denk veya yaklaşık denk düşmanların erişimine de açıktır. Bununla birlikte gelişmekte olan hipersonik sistemlerin yüksek maliyetleri dikkate alındığında bu süreçte asimetrik düşmanlar için ulaşılabilir olması muhtemel değildir.

Hipersonik silahlar, savunmaya yönelik karşı tedbir amaçlı stratejiler ve teknolojiler açısından son derece büyük zorluklar çıkarmaktadır. Bu zorluklar, yüksek hızlar ve çok sayıda hipersonik enstrümanın aynı anda hareketi söz konusu olma ihtimali nedeniyle bilhassa belirgindir. Karşı tedbirler - sinyal boğma ve yanıltma gibi ucuz, hafif, esnek ve hassas imha yöntemlerini konuşlandırmak - bir aşamaya kadar işe yarayabilir. Bununla birlikte yüksek enerjili lazerler veya parçacıklı ışın silahı gibi güdümlü enerji silahları veya uzay-tabanlı önleyiciler birçok açıdan en yerinde imha umudu sağlar.

On yıl içerisinde etkili savunma karşı tedbirlerinin konuşlandırılabilmesi için, bu sistemlerin, siyasi ve hukuki kısıtlamalar çerçevesinde, ıslah edilmesi ve operasyonel hale getirilmesi gerekecektir.

Gelişim Aşamasındaki Teknolojiler

1. Kuantum Teknolojileri

Kuantum mekaniği geçen yüzyılın başlarına kadar uzanır ve genel olarak maddenin atom ölçeğinde davranışını tanımlamak için kullanılır. Kuantum fenomeni transistör, nükleer enerji, elektron mikroskopları, süper-iletkenlik, fotoelektrik dedektörler, tıbbi görüntüleme, lazerler ve katı-hal fiziği tabanlı aygıtlar dahil olmak üzere modern teknolojilerin çoğunun temelini oluşturur.

Son on yıldır bilhassa "süper-pozisyon" ve "dolanıklık" gibi kuantum fenomenleri yeni ortaya çıkan teknolojilerin geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Bu "yeni nesil gelişimler"; ultra-hassas sensörler, son derece dakik saatler, "kırılmaz" şifreleme ve iletişim teknikleri ile kuantum işlemci tabanlı işlemleri kapsar.

NATO operasyonları üzerinde devrim niteliğinde etki potansiyeline sahip olmakla birlikte bu teknolojilerin çoğu, gelişmelerinin ilk aşamasındadır ve geliştirilecek operasyonel sistemlerin önünde bir çok önemli teknik engel bulunmaktadır. Ultra-hassas gravimetrik, manyetik ve akustik sensörler, okyanusları potansiyel olarak şeffaf hale getirerek sualtı muharebe kabiliyetlerinin müessiriyetini önemli ölçüde artıracaktır.

Kuantum radar, "hayalet teknolojileri" işe yaramaz hale getirme ve daha kusursuz hedef tanımlama, sığınak tespiti ve gözetlemeye ilişkin yeni imkanlar sağlama potansiyeline sahiptir. "Şaşmaz saatler" buz altı gibi GPS'nin engelli veya erişilemez olduğu yerlerde kullanılmak üzere hassas veya dakik Konumlama, Seyrüsefer ve Zamanlama (PNT) sistemlerinin geliştirilmesini sağlayacaktır. Kırılmaz kilit şifreleme daha sağlam ve güvenli iletişime önemli katkı sağlayacaktır.



Potansiyel olarak en fazla çığır açıcı veya yıkıcı nitelikteki kuantum teknolojisi olan kuantum tabanlı bilgisayar sistemleri; optimizasyon, büyük veri, yapay zekâ ve modelleme-simülasyon gibi alanlarda eski savunmasız klasik bilgisayar tabanlı görevleri dönüştürme potansiyeline sahiptir. Bu bilgisayar tabanlı üstünlük seviyesi NATO kuvvetlerinin karar ve operasyon kapasitesini artırma potansiyeline sahip olduğu kadar; mevcut şifreleme tekniklerini ve şifreli veriyi ilk kez "kırılabilir" hale de getirecektir.

Müşterek çalışma/işlem veya birlikte-işlerlik faktörleri kuantum tabanlı bazı kabiliyetlerin başarılı bir şekilde konuşlandırılması için son derece önemli hale gelecektir. Kuantum şifreleme ve iletişim protokollerine ilişkin standartlaşma acil çözüm gerektiren bir sorun haline gelecektir. PNT, sensörler ve bilgisayar sistemleri operasyonel kabiliyetlere sıkı bir şekilde entegre edildiklerinde daha az müşterek çalışma engelliyle karşılaşacaktır. Fakat bu durumun NATO üyeleri arasında önemli operasyonel performans eşitsizliklerine yol açma ihtimali de vardır.

Kuantum teknolojileri, önemli ulusal ve ticari yatırımlar yapılmış olmakla birlikte, gelişim açısından EDT'lerin belki de en "ham" ve en "istikrarsız" olanlarıdır. Nitekim laboratuvar aşamasında sunumu yapılan yeni sensörlerin operasyonel olarak uygulanabilirliği halen önemli ölçüde araştırma konusudur.

Bu gelişmenin teknik açıdan kullanıma hazır olma seviyesinin diğer kuantum teknolojilerine göre çok daha düşük olacağı genel kabul görmektedir. PNT ve Kuantum Şifre Dağıtımı (QKD) operasyonel olarak faaliyete sokulmaya çok daha yakındır.

Kuantum "hesaplama" veya kuantum "bilgi bilimi" medyada oldukça yer bulmuş ve önemli ticari gelişim göstermiştir. Ne var ki klasik bilgisayarların teorik sınırlarını önemli ölçüde aşma kapasitesine sahip (kuantum üstünlük vb) ve "herkesçe erişilebilir" kuantum bilgisayarın veya kuantum işlemcinin gelişimi en az 15-20 yıl uzakta bulunuyor. Araştırma ortamı dışında iş uygulamasının ise 5-10 yılı bulacağı tahmin edilmektedir. Bu amaca ulaşmak, nihai olarak bu tür sistemleri işe yaramaz hale getirebilecek bazı önemli teorik ve mühendislik sorunlarını aşmayı gerektirmektedir.

Fakat NATO'nun savunma ve güvenlik sorunlarına uygun ve fakat klasik olmayan (yapay zekâya yönelik "sinirsel ağlar" gibi) kuantum algoritmaları ile alakalı araştırmalara yönelik stratejisi, kısa vadede, bir "maliyet-etkin" gelişim stratejisidir.

2. Biyoteknolojiler ve İnsanın Teknolojiyle Takviyesi (BHET)

Biyolojik çevrenin manipülasyonu ve "insanın teknikle takviyesi" olgusu veya "teknoloji-takviyeli-insan" fikri başlangıca, insanın deri, taş ve tarım aracılığıyla çevreye karşı avantaj sağlama çabalarına kadar uzanır. Bununla birlikte gerek kara gerek su gerekse havada askerîn tanımını değiştirecek Biyoteknolojiler ve İnsan Takviye Teknolojileri'nin (BHET) ancak 20 yıl zarfında imkan dâhilinde olması beklenmektedir.



Biyolojik bilimler yelpazesine dağılan bu teknolojiler şu başlıkları kapsamaktadır: Yeni patojenler veya "tıbbi karşı tedbirler" geliştirmeye yönelik genetik manipülasyonlar (CRISPR gibi); biyolojik süreçlerden yararlanan imalat yöntemleri; tümleşik robot sistemleri aracılığıyla "beden takviyesi" (dış iskelet vb); sinirsel ara-yüzler; "takviyeli görüş"; yapay zekâ ve otonom sistemlerle sosyo-teknik simbiyoz; bilişsel ve fiziksel olarak "beden-takviyesine" farmakolojik yaklaşımlar; yeni sosyal, bilişimsel ve kurumsal yapıların gelişimini destekleyen sosyo-bilişsel ortamın artan sanallaşması; gerek operasyonel performans ve direnci artırma yönünde sosyo-bilişsel, fizyolojik, ekonomik ve nörolojik davranışlara ilişkin daha fazla bilgi sağlayacak gerekse "gayrı-kinetik" hedeflemenin "müessiriyetini" artıracak yeni biyo-sensörler ve biyo-bilişim.

Potansiyel olarak NATO'yu ilgilendiren çığır açıcı veya yıkıcı BHET araştırma alanları şu başlıkları kapsamaktadır:

Biyo-Bilişim ve Biyo-Sensörler: Biyolojik ve biyo-kimyasal verinin toplanması, sınıflandırılması, depolanması, "geri alınması" ve analizi.

İnsan Bedeninin Takviyesi: İnsanın fizyolojik ve nörolojik performansını normal sınırların ötesine taşımak üzere genetik modifikasyonlar, farmakolojik maddeler, elektro-mekanik aygıtlar veya nörolojik ara-yüzlerden yararlanılması.

Tıbbi Karşı Tedbirler ve Teknolojiler: Öngörücü teşhisler, CBRN (Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer) tehdit tanımlama ve tedavileri desteklemek üzere biyo-bilişim, genetik mühendisliği ve biyo-sensörler vasıtasıyla yeni teşhisler, tedaviler ve aşılarda geliştirilmesi.

Sentetik Biyoloji: Yeni sentetik veya modifiye biyolojik bileşenler ya da sistemlerin hassas, planlı ve amaçlı bir şekilde tasarımı, mühendisliği ve yapımı.

Bu değişiklikler şimdiden son derece önemli toplumsal, hukuki ve siyasi sorunlara yol açmaktadır.

3. Yeni Malzemeler ve İmalat

20 yıl zarfında "yeni malzemeler ve imalat" başlığıyla ilgili gelişmeler hem çığır açıcı hem gelişim eğilimli teknolojik özellikler gösterecektir. Hızlı üretim gibi (3B/4B baskı vb) yönlerinin kapasite gelişimi, tedarik ve lojistik alanlarında önemli etkileri olacağı değerlendirilen bu EDT'nin dayandığı teknolojiler zaten yerleşik vaziyettedir ve sanayi tarafından canlı tempoda geliştirilmeye, genişletilmeye ve kullanılmaya devam edecektir.

Fakat araştırmaların en ileri aşamasında şu hususlar yer almaktadır: Yeni malzemelerin geliştirilmesi ve kullanılması (grafen ve diğer 2B malzemeler gibi); malzemelere ilişkin yeni özellikler; daha önce "imkansız" olan tasarımlar; yeni imalat yöntemleri (biyoteknoloji-tabanlı vb); malzemelerin nano-ölçekli



manipülasyonu; karışımlardan oluşan malzeme baskı çıktısı; ve yeni malzemeler keşfetmek üzere yapay zekâ ve büyük veriden yararlanılması.

Bu araştırma alanlarını güdüleyen saik bir taraftan daha ucuz, daha sağlam, daha hafif, daha uzun-ömürlü, daha üstün niteliklere sahip materyaller (enerji gibi); diğer taraftan yeni ve benzersiz fiziksel özellikler (süper-iletkenlik gibi) keşfetme ve bunlardan yararlanma arzusudur.

Yakınsama, Karşılıklı Bağımlılık ve Sinerjiler

EDT'ler tek başlarına nadiren etkili olmaktadır. Bu teknolojilerin çığır açıcı veya yıkıcı etkileri daha ziyade madde/fizik, enformasyon/bilişim veya insan alanlarının sınırlarında başka bir ifadeyle EDT'lerin çakıştığı veya yakınsadığı yerlerde ortaya çıkar. Tesadüfi keşifler ve aşağıda yer alan EDT grupları arasındaki belirgin karşılıklı-bağımlılık ilişkileriyle birlikte bu sinerjilerin bilhassa kapasite gelişimi açısından önem kazanacağı tahmin edilmektedir. Tüm kombinasyonlarını tam olarak tespit etmek imkansız olmakla birlikte EDT'lerin altısının potansiyel olarak en fazla çığır açıcı veya yıkıcı nitelikte olacağı varsayılmaktadır.

1. Veri, Yapay Zekâ ve Otonomi İlişkisi

Otonomi, büyük veri ve yapay zekânın sinerjistik kombinasyonunun NATO ve askerî kabiliyetleri üzerindeki etkilerinin en büyük çapta ancak on yıl zarfında olacağı beklenmektedir. Zeki, geniş çapta dağıtık, yaygın, ucuz, irtibatlı sensörler ve otonom sistemler (gerçek veya sanal), mevcut metodoloji ve yaklaşımlarla analiz edilmesi neredeyse imkansız olan veri hacmine yol açacaktır. İrtibatlı teknolojiler ve yöntemler bu problemlerin çözümünün temelini oluşturacaktır. Bu teknolojiler; iletişim teknolojileri (5G gibi), "bilişsel elektromanyetik yönetim", Nesnelerin İnterneti (IoT), Nesnelerin Yapay Zekâsı (AIoT), daha gelişmiş batarya teknolojileri ve hatta 3B baskı gibi teknolojileri içermektedir. Bu tür gelişmeler, uzay, biyoteknoloji ve kuantum teknolojilerine ilişkin gelişmelerin desteğiyle, yeni siber ve memetik muharebe konsept ve kabiliyetlerine yönelik ihtiyaca öncülük ederek NATO'ya stratejik ve operasyonel karar üstünlüğü sağlama potansiyeline sahiptir.

2. Veri ve Kuantum İlişkisi

Kuantum teknolojiler, epeyce artan sensör kapasiteleri, güvenli iletişim yöntemleri ve işlemciler sayesinde 15-20 yıl içerisinde C4ISR veri koleksiyonunu, işlem ve yararlanma kapasitelerini büyük ölçüde artıracaktır. Bilhassa kuantum işlemciler; gerek modelleme ve simülasyon hızını gerek öngörücü analizlerdeki isabet oranını epeyce artırabilme ve daha sağlam yapay zekâ ile veri analizi amaçlı "derin-öğrenme sinir ağlarına" bir kuantum perspektifi sağlama potansiyeline sahiptir. Bu artan işlem ve simülasyon kapasitesinin; mevcut bilimin meta-analizi ve kuantum-tabanlı sistemlerin simülasyonu aracılığıyla NATO'nun bilim ve teknolojiye ilişkin tutumu üzerinde de önemli etkisi olacaktır.



Sonuç olarak bu kapasite, gerek yeni bir “temel ve uygulamalı bilim”, “yeni tasarımlar” ve “özel-amaçlı genler veya organizmalar” gerekse “yeni malzemeler” ile “kimyasal ve biyolojik özellik” keşfine zemin hazırlayacaktır. Tüm bunlar, 2040 sonrasında çığır açıcı veya yıkıcı sonuçlar doğurma potansiyeline sahiptir.

3. Uzay, Hipersonik ve Malzemeler

Uzay ve hipersonik, büyük zorluklar içeren operasyon alanlarıdır. Alışılmadık malzemeler, yeni tasarımlar, minyatürleştirme, enerji depolama, imalat yöntemleri ve tahrik sistemleri; uzay sistemleri ve hipersonik sistemlerin bu alanların özünde mevcut avantajlar ve fırsatlardan yararlanması için şart olacaktır. Çevre kaynaklı bu zorluklar uzay ve hipersonik sistemlerin birçoğu için ortaktır. Ucuz, sağlam ve ısıya son derece dayanıklı yeni malzemelerin gelişimi, uygulanabilir ve sürdürülebilir sistemlerin geliştirilmesi için esas teşkil edecektir. 3B/4B yazım tekniklerinin artan kullanımı temel parçaların baskısı (motorlar gibi) maliyetleri azaltıp güvenilirliği artırmada kritik öneme sahip olacaktır.

4. Uzay ve Kuantum İlişkisi

Uzay-tabanlı kuantum sensörler QKD ile kolaylaştırılmış iletişim, uydulara uygun tamamen farklı bir sensörler sınıfını beraberinde getirecektir. Hâlihazırda güç kaynağı kısıtları ve sensör hassasiyeti; uydu tasarımını ve operasyonları önemli ölçüde etkilemektedir. Yeni nesil kuantum teknolojilerine dayalı daha küçük, daha az enerji harcayan, daha hassas ve daha dağıtık uzay-tabanlı sensör ağları NATO'nun yeni ISR mimarisinde 20 yıl zarfında vazgeçilmez bileşen haline gelecektir.

Büyük-ölçekli uydu-tertibatı gelişimi NATO'nun tamamen güvenli bir küresel iletişim ağını sürdürebilmesi için esas teşkil edecektir. Uydu-dünya arası kuantum iletişimin şimdiden 5 bin kilometreden fazla bir menzile sahip olduğu zaten kanıtlanmıştır. Bu konuda özellikle Çin bir dizi çok iddialı tatbikat projesi geliştirmektedir. 5-10 yıl zarfında ortaya çıkacak teknolojik gelişmelerin bu ilk denemeleri giderek genişletmesi ve ticari kapasiteleri güçlendirmeye yönelik bir teknolojik çerçeve sağlaması beklenmektedir.

5. Veri, Yapay Zekâ ve Biyoteknolojiler

Yapay zekâ ve biyoteknoloji, epeyce azalan maliyetler, yükselen hız değerleri ve artan ticari ilgi dolayısıyla logaritmik ölçekte gelişmektedir. Yapay zekâ; büyük veri ve biyoteknoloji eşliğinde dünya ekonomisi ve sağlık üzerinde muazzam etkiye sahip olacaktır. EDT'lerin böyle bir kombinasyonu yeni ilaçların tasarım ve keşfi, özel amaçlı genetik modifikasyonlar, biyokimyasal reaksiyonların doğrudan manipülasyonu, azami verimli biyolojik gereçlerin gelişimi, canlı sensörler, yeni CBRN karşı-tedbirlerin gelişimi ve yeni araştırma alanlarının tespitine (meta-analiz sayesinde) önemli katkı sağlayacaktır. Molekül molekül veya hücre hücre yeni biyolojik gereçlerin tasarımını en verimli hale getirmek üzere yapay zekânın kullanımı; gerek amaca-özel yeni farmasötikler gerekse yeni algılama gereçleri, imalat yöntemleri geliştirme



kapasitesini epeyce artıracaktır. Bu tür bir yenilik, biyo-bilimlerle sınırlı kalmayacak, bilim ve teknoloji geliştiriminin tüm alanlarına yansıtacaktır.

6. Veri, Yapay Zekâ ve Malzemeler

Büyük veri eşliğinde yapay zekâ; yeni malzemelerin tasarımı, benzersiz fiziksel özellik tespit ve tasarımı, kimyasal reaksiyonların doğrudan manipülasyonu, yeni tasarımlar (yine meta-analiz sayesinde) oluşturulması ve yeni araştırma alanlarının tespitine katkı sağlayacaktır. Bu, bilhassa 2B malzemelerin daha da geliştirilmesini destekleyecektir. Bu yenilikçi yaklaşım bilim ve teknolojinin tüm alanlarına yansıtacaktır. Yapay zekâ ve büyük veri, 3B/4B baskı tekniği veya biyo-imalat eşliğinde, üretimi en uç noktaya taşıyacak (son kullanıcı gibi) ve güvenilir, amaca-özel, alışıksız malzeme imalatı gelişimini ciddi ölçüde kolaylaştıracaktır.

EDT Tehditlerine Yönelik Tedbirler

Karşı kuvvetler de karmaşık ve uyum sağlayıcı yapıya sahiptir. Karşı kuvvetlerin EDT gelişimini NATO kuvvetlerinin basit bir yansıması olarak görmek yanıltıcıdır. Potansiyel asimetrik ve denk veya yaklaşık denk rakiplerin bu teknolojilerden farklı biçimlerde yararlanmaları ve potansiyel olarak fizik, insan veya bilişim alanlarında bu yeni uygulamaları hedef almaları mümkündür.

Yine de her askerî kabiliyet için nihai olarak karşı tedbirler ve “karşı tedbirlere karşı tedbirler” söz konusudur. Öyle ki bu tür kabiliyetlerin konuşlandırılmasına yönelik sıkı ulusal, hukuki ve ahlaki kısıtların olduğu yerlerde bile NATO ülkeleri bu tür alanlarda karşı tedbirler geliştirme konusunda gerekli bilim ve teknolojiyi idame ettirmek durumundadır. Böyle bir durum, tıbbi karşı-tedbirlere geliştirildiği ve Ebola gibi ölümcül hastalıklara karşı mücadele esnasında bazı vakalarda önemli fayda sağlandığı yerlerde CBRN tehditleri için söz konusu olmuştur ve olmaya da devam edecektir.

Karşı tedbir geliştirme açısından bir EDT'nin sağlayabileceği her avantajın NATO'nun kapasite geliştirme süreci kapsamında itibara alınması da gerekecektir. Teknoloji küreselleştikçe ve demokratikleştikçe bir teknolojik avantajın ömrü de giderek kısalmaktadır. Bu nedenle operasyonel başarı, teknolojik üstünlüklerini daha ileri seviyeye taşımaya devam edenler kadar EDT'leri en iyi şekilde faaliyetlerine ve operasyon fonksiyonlarına entegre edenlerin olacaktır.

Teknoloji Trendlerine İlişkin Genel Değerlendirme

NATO ve üyeleri açısından her EDT ile alakalı potansiyel etki, mevcut ilgi veya "hype", teyakkuz, operasyonel uygulanabilirlik ve sinerji düzeyini anlamak esastır. Bu çevresel koşullara uyum sağlamaktan başka çok az seçenek bulunmaktadır. EDT'ler 20 yıl zarfında NATO üzerinde hem olumlu hem olumsuz etkiye sahip olma konusunda dengededir.



Bununla birlikte bu teknolojilerin verimli veya etkili konuşlandırılması ciddi zorluklarla karşılaşacak ve esaslı ahlaki ve hukuki sorunlar doğuracaktır. Yapay zekâ ve büyük verinin kullanım oranının artması kritik operasyonel veri ve bilgiye daha fazla erişim imkanı sağlayacaktır ("savunma desteğini aşırı yüklenme" riskini göze alarak da olsa)! Bilginin kendisi de giderek muharip bir alana ve emtiaya dönüşecektir. Buna paralel olarak karar döngüsünde insanın yer almadığı operasyonlarda otomatik ve potansiyel olarak otonom sistemlerin kullanımı daha yaygın hale gelecek ve stratejik rekabet temposunu artıracaktır.

Dönüşüm geçiren muharebe alanı inovasyondaki bu potansiyel sıçramalara rağmen eski silah sistemleriyle yenilerinin bir karışımı olmaya devam edecektir. Bu karışım NATO'nun müşterek mücadele kapasitesini zorlayabilir. Teknolojik gelişmişlik farkları irtibat, iletişim, düstur, hukuk ve eşgüdümlü operasyon konularında zorluklar doğuracaktır. Ülkeler bu yeni teknolojilerin olası sonuçları üzerinde mutabık kaldığında kapasite yetersizliğinin yanı sıra kabiliyet ve kapasite bağdaşmazlıklarının göğüslenmesi gerekecektir.

Demografik değişiklikler eşliğinde teknolojik ilerlemeler; stratejik, operasyonel ve taktik düzeyleri kapsayan ve çoklu bölgeler çapında ve tüm alanlarda öncülük ve faaliyet yürütme kabiliyetine sahip doğru insan kaynağı geliştirilmesinde birinci sırada yer alacaktır.

NATO'nun bazı EDT alanlarında belirli bir teknolojik avantaj düzeyini koruması mümkün olmakla birlikte EDT'lerin (bilhassa yapay zekâ, büyük veri, biyoteknoloji ve hipersonik) düşman aktörler açısından daha ucuz ve daha erişilebilir olma ihtimali de söz konusudur. NATO'nun gelişmiş teknolojiye bu bağımlılığı; nasıl entegre edildikleri ve karşı tedbir geliştirme konusu dikkate alınmadığı takdirde giderek daha büyük bir sorumluluk haline gelebilecektir. NATO, gerçekçi (güvenilir, müteyakkız, ağ niteliğinde bağlantılı, atak ve dirençli/esnek) bir tutumla operasyon yürütmeye hazırlıklı olmak durumundadır. EDT'lerin NATO'nun askerî işlevleriyle (hazır, öngörücü, koruyucu, müdahil, sürdürücü, C3 ve bilgilendirici) uyumlu hale getirilmesi ve hedeflenen askerî sonuçların (ikna, zapt, caydırıcılık, galibiyet, savunma, engelleme, dengeleme ve dönüştürme) elde edilmesine odaklanılması gerekecektir. Bu yeni teknolojilerin doğasını anlamak, savunma ve güvenlik açısından doğuracağı sonuçları analiz etmek, sunduğu fırsatları keşfetmek, sınırları mümkün olan en üst seviyeye kadar zorlamak ve risklerini hafifletmeye hazır olduğundan emin olmak hayati önem taşımaktadır. NATO uluslararası ve işbirlikçi yapısıyla bu meseleleri derinlemesine düşünmek için iyi konumlanmış durumdadır.

Bir EDT'nin gelişimi, gerçekleşirse şayet, ister askerî ister sivil alanlarda gerçek uygulamalarda kullanımına giden yolda nadiren sabit hızda veya hatasızdır. Bilim ve neticesi olan teknolojilerin; nasıl gelişeceği, birbirleriyle ne derece karmaşık ilişkileri olacağı ve nihai olarak ne tür askerî kabiliyetler sağlayacağı gerek başarıyla sonuçlanma gerekse zaman çizelgesi itibarıyla esasen belirsizdir. Bununla birlikte bilim ve teknoloji trendlerini "öngörme süreci" NATO'yu bu teknolojilerin ortaya çıkaracağı fırsat ve risklere hazırlamaktadır.



Kavramsal ve Bağlamsal Trendler

Bilim ve teknolojiadaki gelişmeler; bireysel, toplumsal, kurumsal ve ekonomik ihtiyaç ve eğilimlerin etkisinden bağımsız değildir. Buna karşın söz konusu gelişmeler birey ve toplumları esastan değiştiren ve kurumlar ile hükümetleri açılıma zorlayan olayları harekete geçirmektedir. Bu gelişmelerin yolunu açan güçleri anlamak geleceğin teknolojik ve bilimsel çığırını veya ufkunu değerlendirmede ilk ve esaslı adımdır.

İnovasyon ve Yatırım

Söz konusu küresel eğilimlerin etkisine bağlı olarak spesifik teknolojik gelişmeler, icatlar, uygulamalar ve bunların askerî kabiliyete dönüşmesi ancak çoklu inovasyon kanalları vasıtasıyla mümkün olabilmektedir. Bu tür kanallar; eski teknolojilerin yenilikçi bir tarzda kullanımını, eski problemlere yeni teknolojilerin uygulanmasını, modern bilimin yeni teknikler geliştirmek üzere yeni bir bilimin yolunu açacak yeni teknikler ve teknik araçlar ve dolayısıyla yeni teknolojilerin son olarak eski ve yeni teknolojilerin icatçı bir yaklaşımla birleştirilmesini kapsayabilmektedir.

NATO için teknolojik fikirden askerî kabiliyete giden yol kesintisiz bir değerlendirme, kavram geliştirme ve deneme sürecinden geçmektedir. Bu süreç, EDT'lerin potansiyel askerî değerini saptamak ve operasyonel kabiliyetlerde içselleştirilmek üzere uygun operasyonel kavramların mevcut olduğundan emin olmak için temel çerçevedir. NATO işbirliği bu faaliyetlere koordineli yatırım ve değerlendirme vasıtasıyla imkan sağlamaktadır. Farklı ulusal bilim ve teknoloji fon seviyeleri, tedarik planları, operasyonel öncelikler ve eylem planları bu işbirliğini zorlayan hususlardır. Yine de NATO üyeleri çapında mevcut entelektüel ve finansal kaynakları uygulamaya almak yeni EDT tabanlı kabiliyetleri değerlendirme ve geliştirmeye yönelik takviye edilmiş bir çerçeve sağlar. Mevcut tekellere rağmen hâlihazırdaki yaklaşımlara uygun maliyetli alternatifler sunan yeni teknolojiler nihai olarak geniş çapta ve süratle benimsenme eğilimindedir. Bu yöndeki yatırımlar askerî kabiliyetlere yönelik imkanların artışını beraberinde getirecektir.

Yüksek yatırım düzeyleri genellikle teknolojik gelişmeye ivme kazandırmakta ve gerek reel gerek potansiyel başarımları piyasaya ve muharebe sahasına yansıtmaktadır. Yenilikçi ülkeler yoğun ar-g-e çalışmaları, yüksek kalitede ve katma değerli endüstriyel gelişim vasıtasıyla nitelikli, üretken ve eğitimli işgücünü destekleyerek bu yatırımdan azami ölçüde istifade etmektedirler.

NATO tahmin edilebileceği gibi inovasyon konusunda mütemediyen ön sıralardadır. Fakat şaşırtıcı olan 2013'te ilk sırada yer alan ABD'nin 2020'de dokuzuncu sıraya gerilemesi; buna karşın 2017'de yirmi birinci sırada yer alan Çin'in on beşinci sıraya yükselmesidir.



Ulusal inovasyon gündemini biçimlendirmede kilit role sahip bir mekanizma olarak görülen savunmaya yönelik bilim ve teknolojiye yatırım önemli konumunu korumaktadır. Bununla birlikte son 20 yıldır bilim ve teknoloji geliştirmeye yönelik teşvikler, yeni kabiliyetler için itici güç niteliğindeki ticari ve toplumsal ihtiyaçlarla birlikte giderek savunma ve güvenlik camiası dışında kendine yer bulmaktadır. Bir topluma teknolojinin girişi; bir taraftan askerî ve sivil alanlarda potansiyel zaafılara yol açarken, diğer taraftan EDT'lerin gelişimini etkilemektedir.

Bu tür ticari kazanımlar, hâlâ ağırlıklı olarak bu tür gelişmelerle alakalı riskleri göğüslemeye en elverişli hükümet fonları ve araştırma faaliyetlerine dayanmaktadır. Bu yatırımlar ile sanayiden gelen yatırımların düzeyi uzun vadeli teknolojik gelişim ve kabiliyet gelişimini belirlemede hayati derecede önemlidir.

Yapay zekâ, kuantum bilgisayarlar ve bilişim, ticari uzay faaliyetleri, sentetik biyoloji, bulut bilgisayar yapısı, siber-güvenlik ve veri analizine yapılan yatırımlar giderek artmaktadır. Bu yatırımlar yeni askerî kabiliyetler için başlıca teşvik unsurlarıdır. Mesela yapay zekâ araştırmalarına küresel yatırımın (yapay zekâ alanında 2030'a kadar dünya lideri olma hedefini ilan etmiş olan Çin'in hiç de az olmayan yatırımlarının teşvikiyle) 2030'a kadar 1 trilyon doları aşması beklenmektedir. ABD ve AB iki milyardan fazlası savunma amaçlı yapay zekâ araştırmalarına olmak üzere bu alana milyarlarca dolarlık yatırım yapmıştır.

Bilim ve teknolojiye küresel yatırım son bir kaç on yıldır önemli miktarda artmıştır. Mesela 1960'larda ABD'nin küresel ar-ge payı %69 iken bu oran Çin'in satın alma gücü ve GSYH oranının bir fonksiyonu olarak önemli ölçüde artan yatırımlarıyla 2016 itibarıyla %28'e gerilemiştir.

Daha pozitif bir not olarak, OECD'nin yaptığı gözleme göre; "2009-2016 arası dönemde OECD bölgesinde ar-ge faaliyetlerine yönelik toplam fon miktarında hükümet payı dört puan azalmıştır (%31'den %27'ye). Fakat ar-ge faaliyetlerine yönelik kamu harcamaları güncel eğiliminin misyon-esaslı politikalarda tarif edilen benzer hedef ve taleplerle orantılı olmaması mümkündür. 2010'dan itibaren bütün OECD bölgesinde ve hemen her G7 ülkesinde ar-ge faaliyetlerine yönelik devlet harcamaları sadece toplam miktar ve GSYH'ye kıyasla değil; aynı zamanda toplam devlet harcaması payı olarak da durağanlaşmış veya azalmıştır."

Aksini düşünenler olsa da bazı araştırmalar hükümet fonlarının düşüşüyle eşzamanlı olarak teknolojik inovasyonun yavaşladığına işaret etmektedir. Fakat gerek "inovasyon" tanımlamasındaki belirsizlik gerekse ulusal yatırımlar, bilimsel keşifler ve bunların uygulamaya geçirilişi arasındaki uzun tedarik süreci dikkate alındığında her iki bakış açısı da doğru kabul edilebilmektedir.

Ne "inovasyonun" (bir amaca yönelik yenilik gibi) "gelişim aşamasındaki" teknolojiyle birleşik olması ne de "çığır açıcı veya yıkıcı" teknolojinin "ezber bozucu veya oyunun kurallarını değiştiren" olması gerekmektedir.



NATO

Bilim ve Teknoloji Trendleri Raporu

2020-2040

İnovasyon ekosisteminin erişim, tasarım, motivasyon, maliyetler, amaç, kültür ve toplumsal beklentiler gibi diğer yönleri aynı derecede önemlidir. Ayrıca matematik, mühendislik ve insan faktörlerindeki ilerlemeler her halükarda teknolojik değildir fakat oldukça çığır açıcı özellikte ve inovasyon niteliğinde olabilmektedir. Tesadüfi buluşlar ve sinerji çoğu zaman fikirleri, insanları ve teknolojiyi çığır açmak üzere buluşturmada kritik rol oynamaktadır. Düşük maliyet, icat amaçlı kullanılan yaygın ve erişilebilir teknolojiler, yenilikçi tasarımları devreye sokmak veya problemlere kolay benimsenmeyi sağlayacak şekilde yaklaşmak da oldukça çığır açıcı (Apple iPhone gibi) potansiyele sahiptir. Askerî inovasyon arayışında "inovasyon" ile "çığır açıcılık" arasında ayırım yapmak ve düstur, organizasyon, eğitim, malzeme, liderlik, personel, altyapı, eşgüdümlülük (DOTMLPF) gibi ilave faktörlerin kritik yapısını dikkate almak büyük öneme sahiptir.

Stratejik Faktörler

Aşağıda yer alan anahtar niteliğindeki stratejik faktörler, 20 yıl içerisinde teknoloji trendlerini etkileyecek faktörlerdir. Bu bölüm söz konusu faktörlere ilişkin kanaat ve varsayımlar içermektedir.

1. Operasyonel Ortam

Potansiyel NATO operasyonlarının kapsamı jeopolitik, askerî, ekonomik, sosyal, iklimsel ve teknolojik ortam değiştikçe genişlemekte ve dönüşüm geçirmektedir. Uzay, veri-küresi, kuzey kutup bölgesi ve kentsel alanlar bu hızlı dönüşümün başlıca sahalarıdır.

Uzay Sahası: Uzay 60 yıldır bir "insan" alanıdır ve en az bu süre boyunca askerî açıdan hayati öneme sahiptir. Fakat ticarileşme, yeni tahrik seçenekleri, yeni malzemeler veya levazım, sensörlerin ve elektroniğin minyatürleşmesi ve seri imalat hızlı gelişimin yeni bir çağında ortaya çıkmıştır. Bunlar uzaya erişim maliyetlerini önemli ölçüde azaltmış ve uzay kaynaklı veri imkanını artırmıştır. Sonuç olarak, uzay; giderek daha çekişmeli, kalabalık, rekabetçi ve ticari bir ortam haline gelmektedir. Gerek NATO grubunun gerekse diğer ülkelerin uzay-tabanlı teknolojilere bağımlılığı arttıkça "uzayın kontrolü" önemli bir "alevlenme noktası" haline gelebilir. Militarizasyon riski önemsiz değildir, uzay enkazıyla çarpışma riskini ciddi ölçüde artıracak şekilde yakın çevreyi "kirletme" potansiyeline sahip uydu-savar silahların kullanılmasını kapsamaktadır.

Bu kaygıları dikkate alan NATO, uzayın ve uzay-tabanlı teknolojilerin barışçıl amaçlarla artan kullanımının uzayda kötü niyetli faaliyet riskini beraberinde getirdiğini üstü kapalı biçimde veya zımnen kabul ederek uzayı yakın dönemde bir operasyon sahası ilan etmiştir.

Uzay-tabanlı sistemlere istinadı dikkate alındığında NATO'nun bu sahadaki teyakkuz ve mukavemet düzeyini artırması gerekecektir.



Veri Küresi: Siber, elektronik muharebe ve elektromanyetik spektrum yönetimini kapsayan veri alanı veya veri-küresi benzersiz bir operasyon sahasıdır. Bu alan kişi, kurum ve toplumların dijitalleşme ve sanallaşmasıyla yol almaktadır. Sosyal medya ve mobil iletişime küresel erişim yeni sanal toplulukların oluşmasına yol açmış; coğrafi sınırlardan bağımsız fakat giderek oluşum halindeki sanal sınırlar ve ilişkili "yankı odaları" ile tanımlanan karmaşık sosyal ağlar içinde çalışan kişilere güç veya güven kazandırmıştır. Bu şekilde oluşan toplumsal ve bireysel özgüven veya güç temerküzü modern dünya için birçok açıdan gıda, su ve barınma kadar önemli hale gelmiştir. Derin köklere sahip toplumsal iletişim ihtiyacının körüklediği bu güç temerküzü dünya çapında ve ekonomik gelişimin her düzeyinde bir vakıadır. Karma gerçeklik ve sanal gerçeklik sistemleri gerçek ve yapay arasındaki ayrımı bulanıklaştırmıştır. 5G ve nesnelere interneti ile birlikte veri-küresinden yararlanma giderek daha olanaklı hale gelecektir.

Ülkeler bu tür güç devşirme imkanına karşı; hoşnutsuzluğa yol açan sosyal söylemi ve bireysel ifade biçimlerini kontrol, biçimlendirme ve engellemeye yönelik güvenlik duvarları ve sosyal metrik sistemler aracılığıyla mücadele etmektedirler. Marjinal topluluklar ve yaklaşık-deniz rakipler de giderek karmaşıklaşan "trollük", "siber-zorbalık" ve "dezenformasyon" faaliyetleriyle veri-küresinde kendilerini ifade imkanı bulmaktadırlar. Bu bağlamda rekabetçi söylemler oluşturmak ve "olguları saptırmak" ("deepfake", "chatbots" vb) üzere yapay zekâyı kullanmak artık geleceğe ilişkin bir sorun değil bugünün gerçeğidir.

Bu bilişim alanı dönüşüm geçiren ve başkalarının da giderek aktif hale geldiği bir operasyon sahasıdır. NATO'nun veri-küresindeki operasyonları, "siber" kavramına daha sofistike yaklaşımları giderek zorunlu hale getirmektedir. Veri-küresi hibrit muharebe açısından kritik bir operasyon sahasıdır. Hibrit muharebede başarı, veri-küresindeki savaşı kazanmayı gerektirmektedir. Bu başarı ise söz konusu sanallaşma ve dijitalleşmenin oluşturduğu derin ve çamurlu "veri-denizini" daha fazla inceleyip süratli, isabetli ve etkili harekâta ilişkin "karar üstünlüğü" elde ederek rekabetçi bir NATO söylemi geliştirilmesini gerektirmektedir. EDT'lerin bu alan üzerinde çok büyük etkisi olacaktır.

Kuzey Kutup Bölgesi: Bu bölge; NATO ülkeleri, paydaşlar ve kutupsal iklim değişikliğiyle ilgilenenler ve kaynaklarını geliştirme ihtiyacındaki diğerleri için yeniden stratejik öneme sahip bir alan olarak ortaya çıkmaktadır. Daha da kaygı verici olanı, bölge dışından ülkelerin bölgeye giderek artan ilgisi yanında, Rusya'nın bölgede yeniden askerî faaliyete başlamasıdır. Kuzey Kutup Bölgesi'nde kaynakların cazibesiyle artan askerî ve ticari faaliyet yeni deniz taşımacılığı güzergahları, turizm ve değişen iklim koşulları NATO'nun bu bölgede sınırlı operasyon kabiliyetini genişletmesi gerektiğini göstermektedir. Birçok NATO ülkesinin Kuzey Kutup Bölgesi'nde önemli operasyon tecrübesi olmakla birlikte; NATO kabiliyetlerinin daha ılıman operasyon koşullarına göre tasarlanmış büyük çoğunluğu için bu durum büyük zorluk teşkil edecektir. Düzenli olarak sadece birkaç uydunun taradığı çok geniş mesafeler GPS ve iletişim gereçlerinin kapsamını seyreletecektir.



Hava koşulları (gerek atmosfer gerekse uzay) sensörler, iletişim aygıtları ve araçların performansını düşürecektir. Dondurucu soğuklar, böcek üşüşmeleri/oğulları, donmuş toprak, kısa yazlar, yosunlu bataklıklar ve son derece değişken hava şartları bu tür koşullara hazırlıklı olmayan insan ve ekipman için ayrı bir risk niteliğindedir. Bu raporda adı geçen çoğu teknoloji Kuzey Kutup Bölgesi'nde gerektiği gibi işleme konusunda sorunlarla karşılaşacaktır.

Kent Sahası: Kentsel alanların NATO operasyonlarının artarak icra edildiği bir harekât sahası olması beklenmektedir. Birleşmiş Milletlerin tahminine göre kentsel alanlarda yaşayanların oranı 2050'ye kadar dünya nüfusunun yüzde 68'ini bulacaktır. Bu olurken "mega-kentlerin" (nüfusu 10 milyondan fazla olan şehirler) sayısı 28'den 50'ye yükselecektir. Ekonomik ve iklimsel değişikliklerin körüklediği bu artan kentleşme sivil topluma baskı yapacak ve her ölçekte askerî operasyonlara büyük zorluk oluşturacaktır.

Stratejik başarının nitelikli bilişimsel, sosyal, elektromanyetik ve siber angajmanlara bağlı olduğu müstakbel kentsel operasyonel ortamın angajman sahası son derece çok-boyutlu ve hibrit yapıda olacaktır. Muharip ile gayri-muharip arasındaki farkı ayırt edebilmeyi veya "an-be-an" değiştirmeyi zorlaştırabilecek ortamlarda asgari veya sıfır kayıpla operasyon yürütme ihtiyacı artacaktır.

Milyonlarca olası algılayıcı anlamına gelen nesnelere interneti ve operasyonların karmaşıklığını artıran kentsel ulaşım sistemleriyle birlikte yeni teknolojiler; bu senaryolarda yeterli durumsal teyakkuz ve harekât hassasiyetinden emin olmak için hayati öneme sahip olacaktır. Fakat algılayıcılara engel oluşturan binalar ve yer altı sistemleri veya altyapı sistemleri ve radyo frekansı parazitleri; sensörlerin ve iletişim aygıtlarının performansını ciddi ölçüde düşürebilmektedir.

Ayrıca askerî güçlerin yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları, diğer kamu kurumları ve kolluk kuvvetleriyle işbirliği içinde ve kapsamlı çalışma yürütmesi gerekecektir. Ne var ki bunlar çok-uluslu konuşlanan askerî güçlerle müşterek harekâta ve hâttâ aynı stratejik hedefleri gözetmeye tamamen elverişli olmayabilmektedir.

2. Kültür, Ahlak ve Hukuk

Kültür, ahlak ve hukuk kavramları; teknolojinin topluma entegrasyonunu biçimlendirmekte ve nihai olarak etki ve değerini tanımlamaktadır. Buna bağlı olarak NATO ülkeleri arasında EDT'lerin operasyonel amaçlı kullanımı ve beraberinde getirdiği imkan ve kapasiteye ilişkin kısıtlamalarda farklılıklar vardır. Bu kısıtlamalar nihai olarak gelişim, müşterek operasyon ve EDT'lerin NATO'nun askerî kabiliyetlerinin bir parçası olarak konuşlandırılmasını etkilemektedir.

NATO, kurumsal olarak, EDT'lerden türetilmiş askerî operasyon kabiliyetlerini, hukuki tanımlamaya uygun şekilde, eşgüdümlü harekâta elverişli hale getirmek ve NATO operasyonlarına eksiz entegre etmek üzere bu tür temel meselelerin üstesinden gelme konusunda iyi pozisyon almış durumdadır.



Teknoloji artan bir tempoyla gelişirken hukuki çerçeveler, sosyal normlar ve düzenlemeler geriden gelmektedir. Birçok teknolojinin küresel menzili ve sonuçları yanında çok az uluslararası çapta düzenleyici anlaşma vardır. Teknolojik gelişimin ağırlık merkezinin ticari faaliyetlere kaymasının beraberinde getirdiği riskler ve fırsatlar mevcuttur (söz konusu "tartışmalı" teknolojilerin kullanım ve istismarını sınırlandıracak stratejik hukuki tedbirlerin alınabileceği artan "hukuk muharebeleri" gibi). IP kısıtlamalarından ötürü sistem performansı ve bakım belgelemeye getirilmiş ek kısıtlamalarla birlikte sanayi kuruluşlarıyla yapılan sözleşmeler operasyonel riskleri (örnek olarak "onarım hakkı" kaybı dolayısıyla) artırabilir. Genel Kamu Lisansı (GNU) kullananlarda olduğu gibi, alternatif olarak "herkese açık" veri ve "açık kaynak" gereçlerinin, yapay zekâ araştırmalarında inovasyonu körükleyen bir faktör olarak kredisi giderek artmaktadır.

Ahlaki ve hukuki meseleler EDT'lerin gelişimini çevrelemekte ve başta otonomi, yapay zekâ ve büyük veri olmak üzere savunma amaçlı kabiliyetlerin gelişimi üzerinde doğrudan etkiye sahip olmaktadır. Diğer taraftan teknolojinin demokratikleşmesi (düşen maliyet artan erişim gibi) toplumu yapabilecekleri tahayyülleriyle sınırlı "habis yüksek-teknoloji aktörlerinden" korumak için ne ölçüde düzenleme gerektiğine ilişkin endişeleri beraberinde getirmektedir. Özellikle CBRN, yaygınlaşmaları önlenmek üzere, öteden beri çok sayıda düzenlemeye bağlanmıştır. Fakat bu düzenlemelerin, şayet herhangi biri "arka bahçesinde" veya "bodrumunda" biyo-mühendislik laboratuvarı kurabiliyorsa yetersiz olması da söz konusudur.

Daha geniş bir toplumsal perspektiften bakıldığında sivil kabiliyetlerin askerî mühimmatla entegre edilmesine kültürel bir direnç olduğu görülmektedir. Mesela öldürücü olmayan silahlar, en yüksek yoğunluklu muharebe senaryolarında bile kayıpları veya sivil zayıyatını azaltabilmekte ve operasyonel müessiriyeti artırabilir olsa da çoğu muhatap bunları "askerî silah" olarak görmemekte ve dolayısıyla bunları benimsemeye ve operasyonel mühimmatlarına entegre etmeye ayak diremektedirler. Benzer şekilde mevcut bilişim ve siber kabiliyetlerinin askerî kullanımı muhtemelen hem sivil hem asker kanadındaki kültürel direnç nedeniyle beklendiğinden daha yavaş seyretmektedir.

Dijital ve sanal ortamda mahremiyetin korunmasına ilişkin sorunlar ağırdır. Ahlak ve gizliliğe gelince kişisel verilerin nasıl kullanılacağına ilişkin tek bir küresel toplumsal norm bulunmamaktadır. Batı'da toplumlar genel olarak verilerinin hükümetlerce kullanılmasına karşıdırlar. Ne var ki NATO ülkelerinde bile gizliliğe ilişkin kaygılar görmezden gelinip güvenlik gerekçesiyle bu konudaki haklar ihlal edilmektedir. Bazı toplumlar veya hükümetler kendi toplumsal normlarını pekiştirmek üzere bu tür verileri kullanılmaya değer görmektedir. Tüm popülasyon çapında veriye serbest erişim yapay zekâ eğitimi ve gelişmiş toplumsal analiz için açık bir avantaj sağlamaktadır.



3. Çevre

Çevreyi koruma ve yaşatma, savunma ve güvenlik açısından kritik bir meseledir. Zira daha önce de bahsedildiği gibi çevresel yıkım süratle toplumsal yıkıma yol açabilecektir. Veya zehirli maddelerin silahlarda kullanılması çok geniş arazileri kullanılmaz ve girilmesi tehlikeli bölgeler haline getirebilecektir. Flora, fauna dâhil olmak üzere çevrenin (kentsel alanlar, uzay, deniz, kara ve hava) korunması, gerek silah sistemi tasarımı gerekse eğitimler açısından önemli bir faktördür.

İklim değişikliği önümüzdeki on yıllarda başlıca yıkıcı güç olacaktır. Geleceğe ilişkin bazı araştırmalar, iklim değişikliğinin ileride çatışmaları tetikleme potansiyeli olduğunu vurguluyor. Artan kıtlık ve gıdanın kontrolü, içme suyu yetersizliği, azaltılmış biyo-çeşitlilik, maden ve enerji rekabeti; küresel uyum ve güç dengeleri için çözüm bekleyen meselelerdir. İklim değişikliği ve deniz seviyelerinin yükselmesi kitlesel göçlere ve tüm toplumların uyum sağlamak zorlanacağı bir duruma yol açacak şekilde insan ve şehirleri tehdit edecektir. Halen dünya çapında yaklaşık 150 milyon insanın yaşadığı belirli bir alanın 2050'ye gelindiğinde sular altında kalmış olacağı tahmin edilmektedir. Tüm adalar, kıyı bölgeleri ve şehirlerin kaybı, daha ileri toplumsal, ekonomik ve askerî yıkımlara yol açacak şekilde ulusal sınırlar ve ekonomiler üzerinde baskı oluşturacaktır.

4. Muhtelif Konular

NATO kabiliyetleri ve operasyonları üzerinde ileriye dönük etki potansiyeli bulunan diğer stratejik faktörler özetle şöyledir:

İşin Değişen Doğası: Yapay zekâ ve otomasyona artan bağımlılık işi yeniden tanımlayacaktır.

Eğitim: Sanal gerçeklikler, yapay zekâ, büyük verinin kullanımı bireyselleşmiş eğitime imkan sağlayacaktır.

Otomatik Lojistik: Yapay zekâ ve otonomi otomatik nakliyat ve lojistik imkanını giderek artıracaktır.

Gıda ve Su Teknolojileri: Yeni malzeme ve tekniklerin uygulamaya alınmasının yanı sıra biyo-mühendislik ve biyo-teknoloji su ve gıda tedarikini artırabilecektir.

İnsan Sermayesi: Yaşlanan küresel nüfus, ekonomik göç kalıpları (hareketleri, modelleri, biçimleri), ülkelerdeki gelişim eşitsizlikleri hem toplumlar hem de askerî kuvvetlerin personel temini açısından önemli sorun teşkil edecektir.



Herhangi bir toplumun yeni teknolojileri özümseme ve bunlardan yararlanma kapasitesi; yetenekli, eğitilmiş ve sorumluluk üstlenmeye gönüllü kişilerin mevcudiyetiyle sınırlıdır. Demografik geçişler, yapay zekâ ve otonomi kaynaklı iş kayıpları, yeteneğin küreselleşmesi ve artan beceri uyumsuzlukları; nihai olarak EDT'lerin sağladığı çığır açma veya yıkma imkanlarını gerek yönetme ve özümseme gerekse sunduğu fırsatlardan yararlanma konusunda NATO'nun kapasitesini zorlayabilecektir.

Değişen Küresel Ekonomik Çerçeve: Uluslararası ekonomik çerçevenin korunaklı teknolojik silolara ayarıştırılması yönündeki baskı teknolojik ve ekonomik gelişmeye engel oluşturacaktır.

Bulaşıcı Hastalıklar ve Pandemiler: Yeni hastalıklar, düşen aşı oranları ve karşı tedbirlere (antibiyotik vb) artan direnç hem küresel sağlık ve kalkınma hem NATO operasyonları açısından önemli sorun teşkil edecektir.

Savunma ve Güvenlik

Çatışmanın ve jeopolitik faktörlerin dönüşüm geçiren yapısına bağlı olarak savunma ve güvenlik ortamının kendisi de değişmektedir. Kaos, karmaşa ve rekabetin, böyle bir geleceğin tanımlayıcı nitelikleri olacağı ileri sürülmektedir. Büyük güçler arası rekabet potansiyeli iyice artmıştır.

2019 NATO Zirvesi Bildirisi'nden özetle: NATO "tüm stratejik yönlerden kendisine yönelmiş belirgin tehdit ve sınamalar" ile karşı karşıyadır. Rusya'nın "agresif faaliyetleri Avrupa-Atlantik güvenliğine tehdit" teşkil etmektedir. "Gerek devletler gerekse devlet-dışı aktörler kural-temelli uluslararası düzene meydan okumaktadır." NATO sınırları dışındaki "istikrarsızlık" insanları "düzensiz göçe" sürüklemektedir. Ayrıca "siber ve hibrit" gibi tehditler de söz konusudur.

NATO Genel Sekreteri Jens Stoltenberg'in konuya ilişkin sözlerinden özetle: Çin'in "rol ve nüfuzu", artan küresel rekabetin işaretlerinden biridir. Esasen "Çin'in ekonomik yükselişi ve teknolojik kapasitesi küresel büyümeye güç katmakta; birçok iktisadi ve siyasi fırsatı beraberinde getirmektedir. Fakat Çin'in yükselişinin kural-temelli küresel düzen için olası sonuçları" da söz konusudur. Bu durum, "Güney Çin Denizi, siber-uzay ve Çin'in kritik altyapı yatırımlarında" gözlenmektedir. Dolayısıyla NATO "Çin kaynaklı sınama ve fırsatları daha iyi anlamak" durumundadır.

Bu tür jeopolitik sorunların 20 yıl içerisinde giderek artması beklenmektedir. Bu gelişmeler, teknolojinin yaygınlaşmasının yanı sıra denk veya yaklaşık denk rakipler, teröristler, suçlular ve düzensiz kuvvetlerden gelen yeni teknolojik tehditler NATO'nun önemli operasyon zorlukları yaşamasına yol açacaktır.



Sonuç

Çatışma son bulmamakta; fakat teknoloji, araç-gereçler ve bilimsel kavrayışta önemsiz görülemeyecek ölçekte ilerlemelere bağlı olarak çatışmanın doğası değişmektedir. Bu dönüşüm süreci geleceğin hem gerçek hem sanal muharebe alanının ve çatışma bölgelerinin çok önemli bir vasfıdır. Bu dönüşümleri geçiren çok-alanlı karmaşık operasyon sahalarının, NATO'nun güç enstrümanlarının gelişimi ve konuşlandırılması açısından önemli sonuçları olacaktır.

Eğer NATO yeni bir "teknoloji stratejisi" geliştirecekse bunu kendileri de azımsanamayacak ölçüde giderek daha zeki, daha irtibatlı, daha dağıtık ve dijital teknolojilerin etkisiyle dönüşüm geçiren coğrafi, jeopolitik ve askerî alanlar bağlamında yapmak durumundadır.

Bu rapor EDT'lerin, NATO'nun askerî kapasitesini 2020-2040 arası dönemde nasıl etkileyeceği hakkındadır. Modern teknolojilerin söz konusu özellikleri; yapay zekâ, otonomi, uzay, kuantum, hipersonik, biyoteknolojiler ve malzemelerdeki mevcut değişim ve gelişim üzerinde önemli etkileri olan faktörlerdir. Bu özellikler, ayrı ayrı veya bir arada NATO operasyonları ve kurumsal müessiriyet açısından gerekli teknolojik üstünlüğü tanımlamaktadır.

Bu teknolojilerin ne kadar hızlı, hangi aşamaya kadar ve nihai olarak ne kadar başarılı olacağı veya ne tür tehditler oluşturacağı henüz belli değildir. Bununla birlikte askerî teknolojilere yönelik uzun vadeli tahminler; kapasite ve yatırımlarla ilgili öncelik tespitine katkı sağlamaktadır. Bu teknolojilerin NATO'yu karşı karşıya bıraktığı tekno-politik, hukuki ve ahlaki sorunlar son derece önemlidir. Bunların neden bir sorun veya fırsat niteliğinde olduklarını ve nasıl belirgin hale geleceklerini; bu durumun NATO için ne anlam ifade edeceğini anlamak yerinde bir ilk adımdır ve NATO'nun teknolojik olarak hazır ve operasyonel olarak uygun durumda olmasını sağlayacaktır.

Özetleyen : Muhsin KORKUT

Editör : Yusuf AYDEMİR