

# BIYOTEKNOLOJİLER

&

## İnsan Geliştirme Teknolojileri



www.alpusam.com



**ALP USAM**  
ULUSLARARASI STRATEJİ ANALİZ MERKEZİ

# BİYOTEKNOLOJİLER VE İNSAN GELİŞTİRME TEKNOLOJİLERİ

## 1. Giriş:

Dünya, yüzyıllardır araştırmacılar ve bilim insanlarının teknolojik gelişmelerle sonuçlanan ve hayatı kolaylaştıran çalışmalarına tanıklık etmektedir. Gelecekte hayatımızı etkileyecek buluşlar düşünüldüğünde akla ilk olarak yapay zekâ, kendi kendine öğrenen robotlar, kendini tamir eden malzemeler, yeni enerji üretim/transfer teknolojileri ve gelişen bilgi ve haberleşme teknolojileri gelmektedir. Son dönemde bunlara biyoteknolojiler ve insan geliştirme teknolojileri (biotechnologies and human enhancement technologies) de eklenmiştir.

Biyoteknolojiler ve insan geliştirme teknolojileri, insan formu ve işlevini iyileştirmek, sağlığı korumak, hastalıkları tedavi etmek ve insan bedeni ve zihninin sınırların ötesinde çalışmasını sağlamak amacıyla kullanılan ürün ve uygulamalardır.

Son yıllarda mekanik teknolojilerin yanında hızla gelişen ve önemi artan biyoteknoloji ve insan güçlendirme teknolojileri insan hayatına olumlu ve olumsuz etkileri ile giriş yapmıştır. Gelecek hakkında öngörülerde bulunan araştırmacılar, bu teknolojilerin hem sivil hayatı hem de savunma sanayisini büyük ölçüde etkileyeceğini düşünmektedir. Giyilebilir, esnek ve biyolojik malzemelerle uyumlu elektronik cihazlar, insanların rutin işlerini yöneten yapay zekâ kişisel asistan yazılımları ve sesli dil tercümanları sivil hayatı daha da kolaylaştırmaktadır. Bunların yanında insanları zararlı biyolojik ve kimyasal etmenlerden korumayı vadeden ve erken uyarı sistemi olarak da çalışabilen biyoteknoloji ürünleri yaşamı kökten değiştirme potansiyeline sahiptir.<sup>1</sup>

### 1.1 Biyoteknolojiler:

En genel tanımıyla biyoteknoloji, belirli sorunların çözülmesi ve yararlı ürünlerin üretilmesi amacıyla biyolojik süreçlerin kullanılmasıdır. İnsan, hayvan, bitki, çevre ve endüstri ile ilgilenmekte olan biyoteknolojiler, genellikle canlı organizmaları değiştirmeye yönelik çok çeşitli prosedürlerdir. Biyoloji, mühendislik, tıp ve diğer uygulamalı ve teorik bilim alanları arasında disiplinler arası bir sınır olarak biyoteknolojiler, faydaları ve çift kullanımlı uygulamaları nedeniyle giderek daha fazla dikkat çekmektedir.

Biyoteknoloji hâlihazırda tıp, tarım, hayvancılık, çevre ve endüstri alanlarında etkili olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmanın konusunu yakından ilgilendirmesi açısından biyoteknolojinin tıp alanında kullanımına odaklanmanın uygun olacağını değerlendirmekteyiz. Bu kapsamda; biyoteknolojinin tıp alanında tanı, aşı, ilaç, gen terapisi, biyoinformatik, biyoçip ve biyomateryaller geliştirme maksatlı kullanılarak hastalıkların teşhis ve tedavisinde kullanıldığı görülmektedir. 2000'li yıllardan sonra gelişen teknolojiler aracılığıyla genlerdeki mutasyonların kanser, kalp hastalıkları vb. çeşitli genetik hastalıkların tedavisinde kullanılması beklenmektedir. Biyoteknolojinin

<sup>1</sup> STM ThinkTech, Biyosavunma Teknolojileri Trend Analizi, Ocak 2023





sağlık alanındaki diğer bir kullanımı klinik uygulamalardır. Örneğin; hepatit B aşısı bu teknoloji ile geliştirilmiş olup son yıllarda da rekombinant DNA tekniklerinin kullanılması ile HIV aşısının geliştirilmesi yönünde adımlar atılmaktadır.<sup>2</sup>

Biyoteknolojinin bazı kaynaklarda “karanlık biyoteknoloji (dark biotechnology)” olarak adlandırılan uygulama alanı, savunma sanayisinin de ilgi alanına giren biyolojik silahlar ve biyoterörizm ile ilgilenmektedir.<sup>3</sup>

## 1.2 İnsan Geliştirme (Human Enhancement) Teknolojileri:

Gelecekteki biyoteknoloji uygulamalarının önemli bir kısmının insan geliştirmeye yönelik tıbbi müdahaleler olacağı öngörülmektedir. İnsan geliştirme uygulamalarında insan doğasına tıbbi müdahalelerde bulunarak biyolojik özelliklerinin geliştirilmesi, değiştirilmesi ve daha olumlu yönde istenen hâle getirilmesi saikiyle hareket edilmektedir. Sibernetik, genetik, nanomedikal ve nöroteknoloji gibi alanlarda uygulanan birtakım tıbbi yöntemler ile insanın doğal yetilerinin olumlu yönde geliştirilmesi sağlanmaktadır. İnsan geliştirmede bedensel veya zihinsel olarak normalden üstün bir durum elde edilmesi amaçlanmaktadır.<sup>4</sup>

İnsan geliştirme, insanların yeteneklerini kalıcı veya geçici olarak olumlu yönde artırma süreci olup ilaçlar, hormonlar, implantlar, genetik mühendisliği veya bazı ameliyatlara gibi yeteneklerimizi veya görünümümüzü geliştiren veya olumlu yönde değiştiren her türlü teknolojiyi içermektedir.

Herhangi bir teknolojiyle insan geliştirme teknolojilerinin en büyük farkı, teknolojinin insanın bir uzantısı hâline gelip gelmemesidir. Başka bir deyişle, herhangi bir teknolojinin insan geliştirme olarak görülebilmesi için insanların yaşam deneyiminin kalıcı ve sezgisel bir parçası olması gerekmektedir. İnsan geliştirmenin nihai amacı dışsal bir teknolojiyi içsel hâle getirmektir.<sup>5</sup>

İnsan geliştirme teknolojileri üç ana kategoriye ayrılmaktadır.

**Birinci kategori olan “kopyalama yoluyla geliştirilen teknolojiler”**, insanların temel yeteneklerini kopyalayan teknolojilerdir. Hedef kitlesi engellilerdir ve protez uzuvlar, işitme cihazları ve ses sentezleyicileri gibi teknolojiler bu kategoride değerlendirilmektedirler.

**İkinci kategori “destekleme yoluyla geliştirilen teknolojiler”**dir ve herhangi bir konuda yeteneğimizi geliştiren teknolojiler bu kategoriye girmektedirler. Örnek olarak; yapay bir şekilde gücümüzü artıran giyilebilir teknolojiler ve görüşümüzü normal sınırların ötesine taşıyan cihazlar verilebilir.

<sup>2</sup> Mery G., Biyoteknoloji Ders Notları, Hitit Üniversitesi

<sup>3</sup> STM ThinkTech, Biyosavunma Teknolojileri Trend Analizi, Ocak 2023

<sup>4</sup> Yıldırım, Abdurrahman Ali, Biyoteknoloji Hukukunun Temel Konuları, <https://tbbdergisi.barobirlik.org.tr/m2020-151-1949>

<sup>5</sup> <http://konakdergisi.com/halk-sagligi-arastirmalari/insan-gelistirme-teknolojileri/>





### Üçüncü kategori “sınırlarımızı aşma amacıyla geliştirilen teknolojiler”dir.

Bunlar, insanların yapmaya güçlerinin yetmeyeceği şeyleri bile yapmasına olanak sağlayan ürün ve uygulamalardır. Uçmak, su altında nefes almak ve kızılötesi ışıkları görmek gibi hayallerin ötesindeki becerilerin gerçekleşmesini sağlayacak teknolojiler bu kategoride değerlendirilmektedirler. Ancak, bunlar hâlihazırda teoriktir ve uygulamaları henüz mevcut değildir.

İnsan geliştirme teknolojilerinin çağdaş örnekler arasında üreme teknolojilerinin birkaç kullanımı, bazı plastik cerrahi türleri, "doping" veya bilişten duygulanıma kadar her şeyi hedefleyen performans artırıcı diğer ilaçlar, çeşitli nöroteknolojiler ve seçilmiş protezler yer almaktadır.<sup>6</sup>

Bunlara ek olarak, eğitim, seçilmiş beslenme ve meditasyon, müzik pratiği veya dans gibi bilişsel performans veya ruh hâlini geliştirdiği varsayılan çeşitli faaliyetler de dâhil olmak üzere insan geliştirme teknolojilerinin çeşitli "düşük teknoloji" biçimleri de mevcuttur.

İnsan geliştirme teknolojilerinin gelişimini etkileyen önemli bir faktör, dört araştırma alanının (nanoteknolojiler, biyoteknolojiler, bilgi teknolojileri ve insan vücudunu bireysel düzeyde geliştirmek isteyen bilişsel bilimler) bir araya gelmesidir.

İnsan vücudunun geliştirilmesi ve yeniden şekillendirilmesinde iki temel yöntem mevcuttur. Bir yandan insan bedeni, dijital bilgi kullanılarak sanal dünyanın sonsuz uzay-zamanında "maddesizleştirilirken", diğer yandan teknik implantlar ve yapay eklentiler insanı kısmen yapay bir varlığa (cyborg) dönüştürmektedir. Burada, tüm organik vücut parçalarını ve işlevlerini değiştirme ve bir robot yaratma eğilimi mevcuttur.

Biyoteknolojik olmayan çeşitli geliştirmeleri de içeren ve henüz emekleme aşamasında olan insan geliştirme teknolojilerinde dönüştürücü yeni yetenekler ortaya çıkmaya devam etmektedir. “Düzenli Aralıklarla Bölünmüş Palindromik Tekrar Kümeleri (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats-CRISPR)” adı verilen gen düzenleme araçlarıyla bilim insanları, bir organizmanın DNA’sını daha etkili, daha esnek ve isabetli biçimde değiştirebilmektedir. Örneğin bir CRISPR uygulamasında; üreme hücrelerindeki genetik kodların değiştirilmesi şeklinde veya cerrahi müdahale ile insan vücuduna entegre edilen gelişmiş protezler veya biyosensörler ile tedavi sınırını aşan ve insanın doğal kapasitesinin üzerinde bir durum elde edilmeye çalışılması şeklindeki uygulamalar insan geliştirme teknolojileri kapsamında ele alınmaktadır.

Aşağıda hem sivil hem de askerî uygulamaları olan biyoteknolojilere ve insan geliştirme teknolojilerine ilişkin bazı örnekler yer almaktadır:

<sup>6</sup> <https://www.sienna-project.eu/enhancement/>







**Dış İskeletler:** Güç, dayanıklılık ve hareketliliği artırmak için harici olarak takılan ve fiziksel olarak zorlu görevler için destek sağlayan robotik cihazlar (Şekil-1).



Şekil-1: Dış İskeletler

**Beyin-Bilgisayar Arayüzleri:** Beyin ve harici cihazlar arasındaki iletişimi sağlamak suretiyle bireylerin teknolojiyi daha iyi kontrol etmesine olanak tanıyan cihazlar (Şekil-2).



Şekil-2: Beyin-Bilgisayar Arayüzleri

**Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik:** Gerçekçi veya yapay ortamları simüle ederek etkileşimli eğitim ve öğrenme (Şekil-3).



Şekil-3: Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik



**Tıbbi Biyoteknoloji:** Kişiselleştirilmiş tıp, aşılar ve tedaviler.

**Gıda Ürünleri Biyoteknolojisi:** Afet yardımı için optimize edilmiş beslenme ve gıda muhafazası.

**Endüstriyel Biyoteknoloji:** Lojistik ve tedarik optimizasyonu için modifiye biyoyakıtlar.

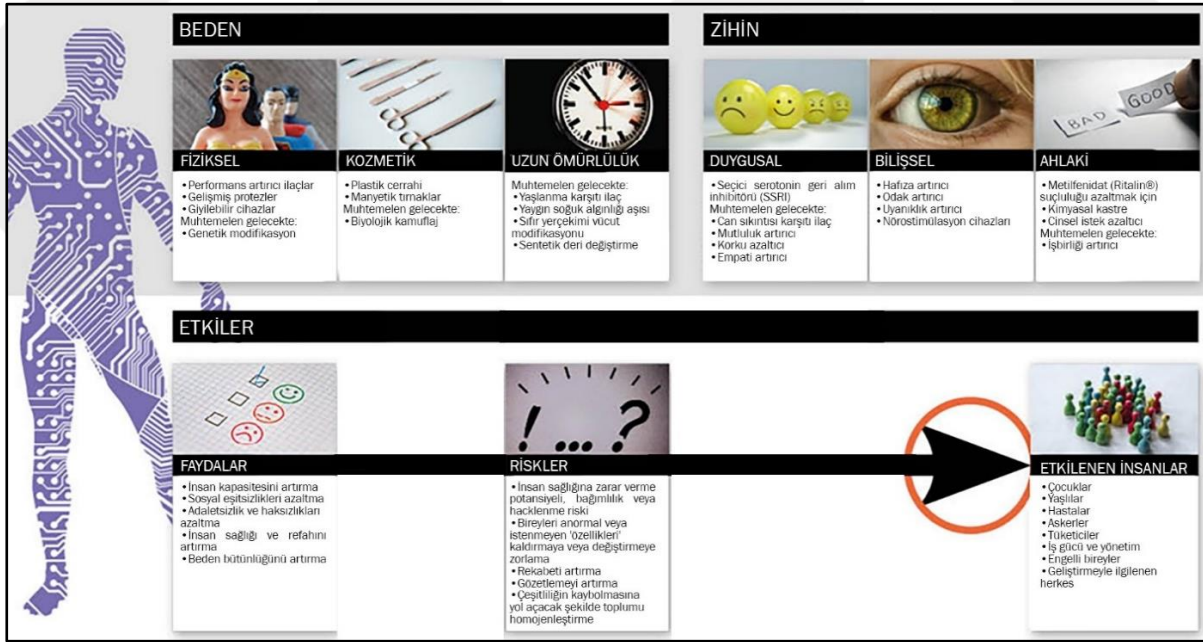
**Deniz Biyoteknolojisi:** Kirleticileri gidermek için deniz organizmaları tarafından biyolojik iyileştirme/temizleme.

**Protezler:** Fiziksel yetenekleri ve hareketliliği geri kazandıran yapay uzuvlar ve eklentiler.

**Yardımcı Teknolojiler:** Duyusal işlemeyi geliştiren, bireysel bozuklukları veya engelleri destekleyen cihazlar.

**Giyilebilir Sağlık Takip Cihazları:** Kişisel sağlığı optimize etmek için sağlıkla ilgili ölçümleri izleyen ve takip eden cihazlar.

Biyoteknolojiler ve insan geliştirme teknolojilerinin uygulama alanları, faydaları ve oluşturması muhtemel riskler Şekil-4’te gösterilmiştir.<sup>7</sup>



Şekil-4: Biyoteknolojiler ve İnsan Geliştirme Teknolojilerinin Uygulama Alanları, Fayda ve Riskleri

## 2. Biyoteknolojiler ve İnsan Geliştirme Teknolojilerinin Savunma ve Güvenlik Alanında Kullanımı:

Bilim kurgu olmaktan çıkıp günümüzde gerçeğe dönüşen biyoteknoloji ve insan geliştirme teknolojilerinin uygulamaları, askerî maksatlı kullanım için yenilikçi fırsatlar

<sup>7</sup> <https://www.sienna-project.eu/enhancement/>





sunmaktadır. Küresel ve bölgesel hâkimiyet mücadelelerinde ciddi bir eşik oluşturan bu yeni teknolojiler sadece savunma ve güvenlik sektöründe değil, devletlerin millî güç unsurlarında da yeni dengeler oluşmasını sağlamaya aday bir konumdadırlar.

Örneğin, en basit kullanımı ile biyoteknoloji, hastalıkları iyileştirmek ve ortadan kaldırmak için güçlü antibiyotiklerin üretimine imkân sunarak biyolojik tehditlere karşı koymak amacıyla kullanılabilir. Ayrıca, biyolojik savaş ajanlarının hızlıca tespit, tanımlama ve etkisiz hâle getirilmesinde biosensörlerden istifade edilebilecektir.

Biyoteknolojinin savunma sanayisinde kullanılması ile birlikte, düşman birliklerinin veya sivillerin yiyecek veya içeceğini kirletmek, ülkenin vatandaşlarına ve hayvanlarına zarar vermek veya onları öldürmek için hastalık üreten ajanların kullanılması şeklinde tanımlanan “biyolojik savaş” kavramı da ortaya çıkmıştır. Bu kavram ile biyoteknolojinin savunma sanayisindeki rolü daha da güçlenmiştir.

Geçmiş savaşlara bakıldığında biyolojik silahların kullanıldığını görebilmekteyiz. Örneğin Vietnam Savaşı’nda ABD tarafından patojenik organizmaların kasıtlı olarak salınması ile tarım ürünlerinin öldürüldüğü uygulamada; yaprak dökücüler ile Vietnamlıların öncelikle tatlı patates, şeker pancarı, soya fasulyesi, pamuk, buğday ve pirinç tarlaları hedef alınmış ve ekinlerin kullanılmaz hâle gelmesi sonucunda Vietnam halkının direnişi zayıflatılmıştır.

Biyoteknoloji askerî alanda birliklerin radyasyon gibi zararlı etmenlerden korunmasının yanında zehirli gazlar, toksinler veya hastalıklardan korunmasında da kullanılabilir. Elektriğe ihtiyaç duymayan ve laboratuvar ortamında oluşturulan mikrobik canlıların askerlerin vücutlarına dahi enjekte edilmeden kıyafetlerinin üzerinden koruma sağlanması yönünde çalışmalar yürütülmektedir.

Bu bakteriyel mikroorganizmalar insan vücudunun radyasyondan korunmak için ürettiği melanin maddesini suni olarak üreterek kıyafetler üzerinden dahi koruma sağlayabilmektedir.

Aynı bakteriyel organizmalar, sualtında dalgıçların, sahada askerlerin ve maden ocaklarında madencilerin kıyafetlerine entegre edilerek herhangi bir toksinle karşılaşıldığında yaratacakları bir reaksiyon ile sensörlerin aktive edilmesi şeklinde kullanıcının uyarılması için kullanılabilir.

İnsanlık için çok yararlı olan bu teknolojilerin biyoterörist bir saldırıda kullanılması da olasıdır. Bu olasılık, ulusal savunma açısından önemli bir tehlikedir. Böyle bir saldırı durumunda, ülkelerin aşılama ve erken tanı için gerekli gelişmiş teknolojilere sahip olması gereklidir. Bu durum, son yıllarda yaşanan COVID-19 pandemisi ile kendini daha da iyi göstermiştir. Bu nedenle, bu konuda çalışan enstitülerin ve üniversitelerin desteklenmesi ve bu alanda yeni teknoloji üretecek kurumların kurulması ulusal savunmada kullanılacak önemli yaklaşımlardan biri hâline gelmektedir.







COVID-19 pandemisi, biyoteknoloji araştırmalarının olası faydalarına ve potansiyel risklerine keskin bir şekilde odaklanılmasını sağlamıştır. Bu tür araştırmalar, hastalıklarla savaşmak, daha sağlıklı ekinler ve çiftlik hayvanları geliştirmek ve tıbbi tedavi yöntemleri ortaya çıkarmak için olduğu gibi, biyolojik silahlar üretmek için de kullanılabilir. Son yıllarda yüz binlerce ölüme yol açan pandemiye benzer etki yaratacak bir şekilde, biyoteknoloji laboratuvarlarından kasıtlı veya kasıtsız başka enfeksiyonların ortaya çıkma olasılığı göz ardı edilemez.

Bu risklerden yola çıkarak oluşturulan Biyolojik Silahlar Sözleşmesi (Biological Weapons Convention-BWC), biyolojik silahların geliştirilmesini, üretimini ve stoklanmasını yasaklayan çok taraflı bir silahsızlanma anlaşmasıdır. 1975'te yürürlüğe giren BWC, bu alandaki tüm silah kategorilerini yasaklayan, türünün ilk antlaşmasıdır. Biyoteknolojideki ikili kullanım olasılıkları göz önüne alındığında, BWC herhangi bir biyolojik materyali doğrudan yasaklamamaktadır. Bunun yerine, biyotoksinlerin ve diğer biyolojik ajanların barışçıl amaçlar için gereken miktarın üzerinde üretilmesini, stoklanmasını ve her türlü biyolojik materyalin silah olarak kullanılmasını yasaklamaktadır.

## **2.1 Biyoteknolojiler ve İnsan Geliştirme Teknolojilerinin Savunma ve Güvenlik Alanında Kullanımına Yönelik Dünya'da Yürütölen Çalışmalar**

### **2.1.1 NATO Bünyesinde Yapılan Çalışmalar**

Biyoteknolojiler ve İnsan Geliştirme Teknolojileri NATO tarafından Aralık 2019 tarihinde öncelikli bir "Gelişmekte Olan ve Yıkıcı Teknoloji (Emerging and Disruptive Technology-EDT) olarak kabul edilmiştir.

Müteakiben, biyoteknolojilerin ve insan geliştirme teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanılmasını yönetecek strateji dokümanı hazırlanmış ve bu doküman 15 Şubat 2024 tarihinde yapılan NATO Savunma Bakanları toplantısında onaylanmıştır. Bu alandaki ilk uluslararası strateji belgesi olma özelliğine sahip olan bahse konu dokümanın (NATO's Biotechnologies and Human Enhancement Technologies Strategies) kamuya açık bir versiyonu 12 Nisan 2024 tarihinde NATO Web sayfasında yayımlanmıştır.

NATO, biyoteknoloji alanındaki çalışmaların ilerlemesi ve bunların savunma ve güvenlik üzerindeki muhtemel etkileri karşısında bilinçli ve değerlere dayalı bir strateji ile kendisini biyoteknoloji ve insan geliştirme teknolojileri konusunda etik bir lider olarak konumlandırmayı amaçlamaktadır.

Bu teknolojilerin stratejik rakipleri ve potansiyel düşmanları tarafından kötüye kullanılmasına karşı tedbir almak da isteyen NATO, stratejinin uygulanmasını başta biyoetik olmak üzere uluslararası hukuka ve mevcut protokol ve uygulamalara tam saygı çerçevesinde gerçekleştireceğini deklare etmiştir. Etik, yasal ve sosyal sonuçları göz







önünde bulundurmak hususu NATO biyoteknoloji ve insan geliştirme teknolojileri stratejisinin önemli bir parçasıdır.

Bahse konu stratejilerin onaylanması sonucunda NATO bünyesinde; biyolojik ve kimyasal tehditlerin tespiti için biyosensörler geliştirilmesinden sağlık teknolojileri, giyilebilir cihazlar ve askerlerin korunması, güçlendirilmesi ve tedavilerine yardımcı olabilecek diğer biyomalzemelerin üretilmesine kadar uzanan bir yelpazede çalışmalar yapılmaktadır.

NATO, bahse konu çalışmalara ilk aşamada bu alanlardaki fırsat ve zorluklara yönelik uzman araştırmaları yaptırmak suretiyle başlamaya karar vermiştir. Biyoteknoloji ve insan geliştirme teknolojileri alanlarında NATO çapında araştırma ve geliştirme çalışmaları yapan kurumlardan biri NATO Bilim ve Teknoloji Örgütü (Science and Technology Organization)'dür.<sup>8</sup>

NATO'nun Harp Geliştirme Gündemi ve Harp Geliştirme Zorunlulukları (Warfare Development Agenda and the Warfare Development Imperatives)'ni desteklemek için, NATO Tıbbi Destek Temel Konsepti (NATO Medical Support Capstone Concept) ve Johns Hopkins Üniversitesi ile yakın zamanda yapılan tıbbi teknoloji iş birliği gibi stratejik akademik ortaklıklar yoluyla biyoteknoloji araştırmaları sürdürülmektedir.

NATO Müttefik Dönüşüm Komutanlığı, geniş bir askerî ve sivil uzmanlık ağından yararlanarak, NATO'nun mevcut ve gelecekteki güvenlik ortamları için savunma yeteneklerini dönüştürmek üzere bu çift kullanımlı teknolojileri dönüştürüp senkronize ederken, uygun etik, hukuki, sosyal ve çevresel hususları dengelemeye devam etmeyi öngörmektedir.

### 2.1.2 Ülkeler Tarafından Yapılan Çalışmalardan Örnekler

Biyoteknolojiler ve insan geliştirme teknolojileri alanında ABD ve Çin'de önemli çalışmalar yapıldığı görülmektedir.

**ABD**, biyoteknolojiyi bir gelişme ve ulusal güvenlik meselesi hâline getirmiştir. Biyoteknolojinin sivil alanda sağladığı katkıların askerî alanda da uygulanmaya başlanmasıyla savunma sanayisindeki rolünün daha da artması beklenmektedir.

Ezeli rakibi Rusya ve son yıllarda pek çok alanda mücadele ettiği Çin'in biyoteknolojiler alanındaki hızlı ilerleyişinin de etkisiyle ABD, silahlı kuvvetler personelini daha iyi desteklemek amacıyla uzun bir süredir biyoteknolojiye ve alt segmentlerine yatırımlar yapmaktadır. ABD, biyoteknolojileri gıdalardan ilaçlara, askerî giyimden yakıta ve sentetik dokulara kadar pek çok alanda kullanmak için çalışmalar yapmaktadır.

Biyoteknolojiyi, savaşın seyrini değiştirecek ve savunmaya birden fazla alanda baskın yetenekler sağlayacak yıkıcı bir teknoloji olarak gören ABD'nin biyoteknoloji

<sup>8</sup> <https://www.act.nato.int/article / biotechnology – and – human – enhancement- technologies - transformational – innovation /> (Son erişim: 25.04.2024)





alanındaki en önemli yatırımlarından biri “Askerî Ortamlar için Sentetik Biyoloji Araştırma Programı”dır. Bu program kapsamında yeni biyolojik tabanlı malzemeler ve sensörler geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Program ile aynı zamanda konu uzmanı askerî personel akademiye ve sentetik biyoloji şirketlerine yerleştirilerek biyoteknoloji uzmanlıklarının artırmalarını da sağlanmaktadır. Girişim, şimdiye kadar yakıtlar, malzemeler ve sensörler için tasarlanabilecek yeni organizmaları belirlemede önemli başarılar elde etmiştir.<sup>9</sup>

ABD, biyoteknolojiyi, gelişmiş rakipleri Çin ve Rusya ile güç rekabeti noktasında bir modernizasyon önceliği olarak tanımlamış ve bu tanımı 2018 Ulusal Savunma Stratejisi’nde de açık bir şekilde belirtmiştir.

ABD Savunma Bakanlığı İleri Araştırma Projeleri Dairesi (DARPA), yaralı askerlerin hayatta kalma ve iyileşme ihtimallerini yükseltmek amacıyla araştırmalar gerçekleştirmektedir. DARPA, oluşturduğu Biostasis programıyla moleküler biyolojiyi kullanarak, canlı sistemlerin işleyiş hızını ölçmeyi ve başarabilirse değiştirmeyi planlamaktadır.

Bu sayede, zararlı bir olay ile bu sistemlerin çöküşü arasında geçen ve “altın saat” olarak adlandırılan zaman aralığının uzatılması amaçlanmaktadır (altın saat, yaralanma veya enfeksiyon olayları ile ilk yardım arasında geçen süreye denilmektedir).

DARPA’nın bu alanda üzerinde çalıştığı diğer projeler ise; kas, sinir, damar ve bağ dokularının yeniden büyümesini teşvik etmeyi amaçlayan yapay doku nakli kullanımı, zarar görmüş kemiklerin iyileşmesine yardımcı olmak için dolgu kullanılması ve Afrika dikenli faresinin (bu fare, avcılardan kaçmak amacıyla derisini değiştirebilmekte ve nispeten hızlı şekilde iz kalmadan iyileşebilmektedir) incelenmesi de yer almaktadır.<sup>10</sup>

Salgın hastalıkların engellenmesindeki en büyük problem çok hızlı yayılan bu hastalıkların teşhislerinin yeterince hızlı yapılamamasından kaynaklanmaktadır. DARPA tarafından desteklenen bir araştırma kapsamında ABD’de geliştirilen bir cilt altı biyosensörü, grip benzeri enfeksiyonları semptomlar ortaya çıkmadan önce tespit ederek sağlık çalışanlarının hastalığı teşhis ve tedavi etmelerine yardımcı olmak amacıyla araştırılmaktadır. Bir pirinç tanesinden bile küçük olan 5mm’lik sensörlerin vücudun oksijen ve glukoz seviyelerini de ölçmesi ve hatta nakledilen bir organı vücudun reddetmesi durumunu da fark etmesi planlanmaktadır.

ABD’li bilim insanları biyoteknoloji yardımıyla örümcek ağı benzeri bir materyal üzerinde de çalışmaktadırlar. Çelikten daha güçlü ve hafif olması planlanan bu materyalin kurşun geçirmez yelek ve zırhlarda testlerine başlanmıştır. Kraig Biocraft Laboratuvarları tarafından geliştirilen ve Ejderha İpeği (Dragon Silk) adı verilen materyal, ipek böceklerinin örümcek ağı üretmesi için genetik yapılarının geliştirilmesi

<sup>9</sup> <https://www.savunmasanayiidergilik.com/tr/HaberDergilik/Biyoteknolojinin-Militarizmi-Biyodefans>

<sup>10</sup> <https://www.biomedya.com/askerlerin-biyolojisi-ile-oynayacaklar>





prensibine dayanmaktadır. Materyalin biyoyumlu, yani kullanıcıyı fiziksel olarak rahatsız etmeyecek özellikte olması önemlidir. Ejderha ipeğinin tek kullanım alanı kurşun geçirmez yelekler ve zırhlar değildir. Bu materyal inşaat, sivil giyim ve hatta ilaç endüstrisinde de kullanım olanağına sahiptir. Araştırmacılar bu materyalin tıbbi olarak sinirlerin ve dokuların onarılmasında veya antibiyotik özelliği kazandırılmış versiyonları ile açık yaraların dikilmesinde iplik olarak kullanılması üzerinde de çalışmaktadırlar.

Biyoteknolojiyi, ABD'nin yaptığı gibi, bir gelişme ve ulusal güvenlik meselesi hâline getiren ve ABD'nin en ciddi rakiplerinden biri hâline gelen Çin, yalnızca biyoteknoloji yeteneklerine büyük yatırımlar yapmakla kalmamakta, aynı zamanda hem askerî hem de ticari ortamlarda kullanacak şekilde özel stratejiler geliştirmektedir. Çin de ABD gibi ulusal askerî füzyon stratejisinde biyoteknolojiyi öncelik olarak vurgulamaktadır.

Geleceğin savaş alanında insan yeteneklerini artırmak için CRISPR'in potansiyel olarak kullanılması son yıllara kadar yalnızca bir olasılık olarak görülmüştür. Ancak Çinli askerî araştırmacıların bu potansiyeli keşfetmek için çalışmalar yaptığına dair yeni göstergeler bulunmaktadır.

Biyomühendislik deneyleri yapan Çin, aşı geliştirmeye başlayarak yavaş yavaş askerî araştırmalara geçmeyi amaçlamakta, COVID-19 virüsünün üretildiği yer olduğu iddia edilen Wuhan laboratuvarı Çin Halk Kurtuluş Ordusu altında faaliyet göstermekte ve biyokimyasal silahlar ve biyoterörizm uzmanı General Chen Wei tarafından yönetilmektedir.<sup>11</sup>

Dünya üzerinde bulunan tüm ülkeler askerlerin yeteneklerini geliştirmek için gen düzenleme ve genomik teknolojisini kullanma konusunda hazır değildir. Ancak Fransız Askerî Etik Komitesi (The French Military Ethics Committee) kısa süre önce askerlerin beyin kapasitesini artırabilecek implantların araştırma çalışmalarına başlanmasını onaylamıştır.

## 2.2 Biyoteknolojiler ve İnsan Geliştirme Teknolojilerinin Savunma ve Güvenlik Alanında Kullanımına Yönelik Türkiye'de Yapılan Çalışmalar

Ülkemiz biyoteknoloji sektörünün sürdürülebilir ve etkin bir yapıya kavuşturulmasını sağlamak üzere biyoteknoloji stratejisi ve eylem planı hazırlama çalışmaları **Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı** tarafından 2013 yılında başlatılmış ve "Türkiye Biyoteknoloji Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2015-2018)" adıyla Mayıs 2015'te yayımlanmıştır.

"Biyoteknoloji alanında teknolojik bilgi düzeyini ve katma değerli üretimi artırarak dünyanın önde gelen ülkeleri arasında yer almak" vizyonu kapsamında oluşturulan Biyoteknoloji Strateji Belgesi'nin amacı, "Biyoteknoloji alanında Ar-Ge ve

<sup>11</sup> <https://www.gzt.com/z-raporu/biyoteknolojinin-askeri-alanda-kullanimi-insan-genomunu-nasil-mahvetti-3649413>







yenilik ekosistemi kapasitesini geliştirerek ülkemizi teknoloji geliştirebilen, yenilikçi, katma değeri yüksek ve küresel rekabete uygun ürünler üretebilen çekim merkezi hâline getirmek” olarak belirlenmiştir. 2015-2018 yıllarını kapsayan Türkiye Biyoteknoloji Stratejisi 6 temel hedef altında 25 adet eylemden oluşmaktadır. Bu eylemler kamu ve özel sektör iş birliği ile uygulanacak ve eylemlerin takibi Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda gerçekleştirilecektir.

Türkiye Biyoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı hazırlanmasını takip eden süreçte; biyoteknoloji alanında Ar-Ge yapmak, Ar-Ge'lere mali ya da bilimsel destek sağlamak, bunları teşvik etmek, koordine etmek, izlemek, bu amaçla program ve projeler geliştirmek; biyoteknoloji alanına giren hususlarda talep edilen işleri yapmak maksadıyla 01 Aralık 2017 tarihinde Sağlık Bakanlığı bünyesinde **Türkiye Biyoteknoloji Enstitüsü** kurulmuştur.

Türkiye’de biyogüvenlik konusunda mevcut yasal tek düzenleme, transgenik bitkilerin alan denemelerinin kurallarının belirlenmesi maksadıyla **Tarım ve Orman Bakanlığı** tarafından yayımlanan “Transgenik Kültür Bitkilerinin Alan Denemeleri Hakkında Talimat”tır. Ayrıca “Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Üretilmesi, Pazara Sürülmesi ve Gıda Olarak Kullanımı” ile ilgili düzenlemelerin de tamamlanması planlanmaktadır.

Türkiye’de 499 girişim 2020 yılında biyoteknoloji faaliyeti yürütmüştür. Biyoteknoloji faaliyeti yürüten girişimlerin 2020 yılında en fazla kullandığı biyoteknolojik teknik “DNA/RNA” olmuştur. Biyoteknoloji faaliyeti yürüten girişimlerin biyoteknoloji uygulamaları incelendiğinde; 2020 yılında 499 girişimin yüzde 41,3’ünün insan sağlığına, yüzde 32,9’unun tarımsal biyoteknolojiye ve %24’ünün ise rDNA teknolojisi kullanılan insan sağlığı araştırmalarına yönelik faaliyet yürüttüğü görülmüştür. Biyoteknoloji faaliyeti yürüten girişimlerin 2020 yılında gerçekleştirdiği Ar-Ge harcamaları ise 417.560.618 lira olmuştur.

**Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB)** tarafından, biyoteknolojiler ve insan geliştirme teknolojileri geliştirilmesine yönelik çalışmalar da yürütülmektedir. Bu çalışmalardan biri olan ve NANObiz firmasının yüklenici olduğu “Biyolojik Harp Maddeleri (BHM) Tespit ve Teşhis Sistemlerinin Geliştirilmesi (BİOSENS) TKY Projesi” 2020 yılı ocak ayında tamamlanmıştır. Proje ile BHM’nin tespit ve teşhisinde kullanılacak biyolojik algılama teknolojileri geliştirilmiştir.

SSB’nin KBRN alanındaki diğer bir çalışması olan KAFES projesi ile Metal Organik Kafes (MOF) ve Membran teknolojileri kullanılarak kimyasal ve biyolojik savaş ajanlarına karşı üstün koruyuculuk ve konfor özelliklerine sahip yeni nesil KBRN koruyucu tekstilinin dünya ile eş zamanlı olarak milli imkânlarla geliştirilmesi hedeflenmiştir.





Diğer taraftan; kimyasal ve biyolojik dekontaminasyon teknolojileri alanında yeni nesil dekontaminasyon malzemesi geliştirilmesine yönelik projelendirme faaliyetleri DEKON projesi kapsamında yürütülmektedir.<sup>12</sup>

**ASELSAN** bünyesinde kurulan Biyosavunma Araştırma Programları Biriminde, ASELSAN'ın mevcut ve muhtemel faaliyet alanlarında bulunan nano-biyoteknoloji, moleküler biyoloji, optik ve optoelektronik alanlarında çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalarda özgün tekniklerin birleştirilmesi ile virüs ve bakteri gibi çeşitli mikroorganizmaların ve kimyasal veya biyolojik partiküllerin test ve tanısını mobil olarak gerçekleştiren yenilikçi biyosensör teknolojilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Biyoteknoloji alanında çalışmalar yapan yerli kurumlardan biri de **TÜBİTAK MAM**'dir. Firma bünyesinde kurulan Endüstriyel Biyoteknoloji Araştırma Grubu; bitki biyoteknolojisi ve hayvan biyoteknolojisi olmak üzere 2 farklı araştırma takımına sahiptir. Endüstriyel Biyoteknoloji Araştırma Grubu, ülke öncelikleri doğrultusunda, alanındaki yöntemlerin güncel uygulamalarını kullanarak mevcut problemlerin çözümlerini ararken, ülke ekonomisi açısından katma değere dönüştürülebilecek ürünlerin üretilmesi konularında çalışmaktadır.<sup>13</sup>

**TÜBİTAK MAM Medikal Biyoteknoloji Araştırma Grubu** ise İlaç Teknolojileri, Aşı Teknolojileri ve Moleküler Onkoloji olmak üzere üç araştırma takımından oluşmakta olup hücre biyolojisi, biyokimya, moleküler biyoloji, mikrobiyoloji, biyoinformatik ve genetik gibi farklı alanları birleştiren disiplinler arası bir altyapıya sahiptir ve bu sayede hastalıklardan korunma, hastalıkların teşhis ve tedavisine yönelik çalışmaları yürütebilmektedir. Araştırma grubu özellikle biyoteknolojik ilaç ve aşı alanında araştırma altyapılarının kurulmasında ve bu alanda ürüne yönelik projelerin oluşturulmasında Türkiye'de öncül konumdadır.

**TÜBİTAK MAM KBRN Savunma Teknolojileri Araştırma Grubu**; başta savunma sanayisi olmak üzere farklı kurum ve kuruluşların KBRN ihtiyaçlarını ulusal ve uluslararası standartlara göre zamanında, doğru ve tam olarak karşılamayı amaçlayan araştırma grubudur. KBRN Tespit, Teşhis ve Tanı Sistemleri, KBRN Korunma Ürün ve Sistemleri, KBRN Dekontaminasyon Ürünleri ve KBRN Test Hizmetleri alanlarında faaliyet göstermektedir.

Türkiye'de faaliyet gösteren **NANObiz Teknoloji** firması, özellikle nano-biyoteknoloji alanında biyolojik algılama ve tanı teknolojilerine odaklanmaktadır. Sağlık, veterinerlik, gıda, çevre ve savunma sanayii gibi sektörlerde uygulama alanı bulan firmanın moleküler ve biyolojik tanı kitleri biyolojik ajanların tespitinde kullanılabilir. Firma tarafından geliştirilen tespit/teşhis cihazı ile BHM'nin tespit/ teşhisine yönelik çalışma yapılabilir.

<sup>12</sup> <https://savunmasanayiidergilik.com/tr/HaberDergilik/Turkiye-biyoteknolojiye-yatirim-yapiyor>

<sup>13</sup> <https://yasam.mam.tubitak.gov.tr/tr/laboratuvarlar/endustriyel-biyoteknoloji-0>





Diğer bir biyoteknoloji firması olan **Nehir Biyoteknoloji**, üniversite laboratuvarları ve Tıp, İlaç ve Yaşam Bilimleri Endüstrileri için yenilikçi ürünler ve çözümler sunan mikroakışkan “lab-on-a-chip” odaklı bir biyoteknoloji şirkettir. Ar-Ge odaklı bir şirket olan Nehir Biyoteknolojinin geniş bir teknoloji, ürün ve çözüm portföyü mevcuttur.

### **3. Biyoteknolojiler ve İnsan Geliştirme Teknolojileri Alanında Gündeme Gelen Etik ve Hukuki Tartışmalar:**

Biyoteknoloji alanındaki gelişmeler göz önüne alındığında, klasik hukuk disiplinlerinde yer alan ilke ve kuralların, sorun ve ihtiyaçlara tam olarak cevap veremediği görülmektedir. İnsan geliştirmeye yönelik teknolojiler çok çeşitli faydalar sunsa da bu teknolojilerin geliştirilmesi de son zamanlarda etik tartışmaların odak noktası hâline gelmiştir. Geliştirmeye karşı olanlar sıklıkla insan olmanın ne anlama geldiğine atıfta bulunmakta ve bu teknolojilerin genellikle kutsal olarak kabul edilen tanımları değiştirerek tehlikeli bir emsal oluşturacağı konusunda uyarılmaktadır.

Diğer tarafta, bu alanda ilerlemeyi destekleyenler, geliştirmenin her zaman insan doğasının bir parçası olduğunu iddia etmekte ve insanlığı geliştirmenin ahlaki görevimiz olduğunu savunmaktadır.

İnsan geliştirmeyi hayata geçirme olasılığı birçok soruyu gündeme getirmekte, tartışmalara neden olmakta, vaatlerde bulunmakta ve korkuya neden olmaktadır. Toplumların başlangıcından itibaren temel korkulardan biri, diğer akıllı formların varlığından duyulan korkuydu. Buna karşılık, biyoteknolojik ve biyobilimsel araştırmaların temel vaadi, sonsuz bir dünya yaşamıdır. Ancak, bir insanı geliştirip onun hâlâ özünde insan olduğunun iddia edilemeyeceği görüşünün savunulduğu çalışmalar da mevcuttur.<sup>14</sup>

İnsan geliştirmeyi savunanlar, tüm bedensel rahatsızlıkları tedavi etmeyi, bedensel performansı artırmayı, çocuğumuzun cinsiyetini seçmemizi, zekâsını veya belirli yeteneklerini artırmamızı vaat etmektedirler. Bir görüşe göre, bu seçimleri yapar isek, zaten artık insan olmayacak çocuklarımızın anne ve babaları değil, mühendisleri olacağız.

İnsanın geliştirilmesi ve yeniden şekillendirilmesi çabalarının sürdürülmesi hâlinde, doğal insanın tekno-bilimsel çağın ufkundan kaybolacağı da iddia edilmektedir. Bu iddiaya göre ilk aşamada insan kısmen yapay bir varlık, bir cyborg hâline gelecek ve sürekli geliştirme ve yeniden şekillendirme yoluyla tamamen yapay bir varlık, bir robota dönüşecektir.

Ayrıca, insan geliştirmeye yönelik tıbbi müdahalelerde hukuka uygunluk şartlarından biri olan “tıbbi gereklilik” koşulu da önemli bir tartışma konusudur. Çünkü,

<sup>14</sup> Greguric I, (2014), "Ethical issues of human enhancement technologies", Journal of Information, Communication and Ethics in Society, Vol. 12 Iss 2 pp. 133-148







ülkemizdeki Hasta Hakları Yönetmeliği'nin “Tıbbi Gereklilikler Dışında Müdahale Yasağı” başlıklı 12. maddesinde tıbbi gereklilik konusunda teşhis, tedavi ve korunma maksadı olmaksızın tıbbi müdahalede bulunulamayacağı belirtilerek tıbbi gerekliliğe işaret edilmektedir. Yargıtay kararlarında da kişinin tıbbi müdahaleye olan rızasının ancak tedavi olmak veya bir hastalığı önlemek için geçerli olacağı öngörülmüştür. Fakat, yukarıda da açıklandığı gibi, insan geliştirme maksatlı tıbbi müdahalelerde, tedavinin ötesine geçilerek insan üzerinde normalin ötesinde bir durum meydana getirilmesi söz konusudur.<sup>15</sup>

Yukarıda değinilen insan geliştirmeye yönelik tıbbi müdahalelerin askerî maksatlarla da icra edilmesi mümkündür. Gerek insanı geliştiren biyoteknoloji uygulamalarının askerî kullanımı, gerekse genetiği değiştirilmiş mikroorganizma ve canlıların silah olarak kullanılması konularında savaş hukuku ve biyogüvenlik gibi kamuyu doğrudan ilgilendiren birçok alanda yeni endişeler gündeme gelmektedir.

Biyoteknolojinin askerî maksatlarla icra edilmesi ve örneğin bu suretle terör eylemleri gerçekleştirilmesi, daha önce görülmemiş etkilere neden olabileceğinden ve karmaşık özellikli birtakım meseleler ortaya çıkarabileceğinden, klasik argüman veya anlaşmalarla konuya eğilmek yerine uluslar üstü boyutta yeni düzenlemelere ve sıkı denetimlere ihtiyaç duyulmaktadır.<sup>16</sup>

Uluslararası insancıl hukukun “savaşçıların” geliştirilmesini yasakladığı mı yoksa kısıtladığı mı sorusu tartışılan konulardan biridir. Tartışılan bir diğer konu ise, savaşçıların bir şekilde geliştirilmesinin uluslararası insancıl hukuk kapsamında yaratacağı sonuçların ne olacağıdır.<sup>17</sup>

#### 4. Sonuç ve Değerlendirme:

Biyoteknolojiler ve insan geliştirme teknolojilerinden savunma ve güvenlik alanında etkin olarak istifade edebilmek için, ilk aşamada bu konuda millî bir strateji oluşturmalarına ihtiyaç olduğu; bu stratejide bir yol haritası ile etik ve hukuki hususların mutlaka yer alması gerektiği değerlendirilmektedir.

Aynı stratejide bu teknolojilerde çalışacak nitelikli iş gücünün eğitilip yetiştirilmesine yönelik eğitim planlamasına da yer verilmesi faydalı olacaktır. Aksi takdirde, plan, program ve koordinasyon yoksun, yeterli alan uzmanlığına sahip olmayan kişiler tarafından münferiden yürütülmeye çalışılan birbirinden kopuk ve etik/hukuki engellerle karşılaşarak akamete uğrayan projelerde zaman, emek ve kaynak kaybedileceği öngörülmektedir.

<sup>15</sup> Yıldırım, Abdurrahman Ali, Biyoteknoloji Hukukunun Temel Konuları, <https://tbbdergisi.barobirlik.org.tr/m2020-151-1949>

<sup>16</sup> Yıldırım, Abdurrahman Ali, Biyoteknoloji Hukukunun Temel Konuları, <https://tbbdergisi.barobirlik.org.tr/m2020-151-1949>

<sup>17</sup> Akkuş B., Askerî İnsan Geliştirme Teknolojileri ve Uluslararası İnsancıl Hukukun Temel İlkelerinin Yeniden Yorumlanması, Aralık 2023, SAVSAD Savunma ve Savaş Araştırmaları Dergisi, Cilt 33, Sayı 2, 371-404





Savunma sanayisinde yürütülen biyoteknolojik projelerin, çift kullanım özelliğine sahip olduğu ve hızlı bir şekilde farklı sektörlerde kullanılacak ürünlere dönüştürülebildiği göz önüne alındığında, bahse konu stratejinin sadece silahlı kuvvetler değil devletin ilgili tüm kurumlarının ortak bir çalışması ile hazırlanması gerekeceği görülecektir.

Genetik mühendisliği, nöronal implantlar, beyin-bilgisayar arayüzleri, nanoteknoloji müdahaleleri ve üç boyutlu (3D) biyo-baskı gibi gelişmekte olan teknolojilerin, gelecekteki insan geliştirme teknolojileri için muhtemel adaylar olduğu değerlendirilmektedir.

Biyoteknoloji ve insan geliştirme teknolojilerinin kullanımı sonucunda askerî personelin:

- Fiziksel performans alanında güç, hız, dayanıklılık ve çevreyi algısında gelişme olacağı,
- Psikolojik performans alanında dikkat, uyanıklık, hafıza, algı, durumsal farkındalık, karar verme ve anlama/öğrenme yetilerinde artış görüleceği,
- Sosyal performans alanında iletişim kurma ve grup çalışması yapma becerilerinde artış yaşanacağı,
- Sağlıklı ve harbe hazır olma alanında; daha az hastalanacağı, yaralarının daha kısa sürede iyileşeceği, hastalık ve sakatlıkları daha çabuk atlatacağı, daha elastik bir bedene sahip olacağı, daha sabırlı, azimli ve sebatlı olacağı öngörülmektedir.

Bu alanda gelecekte yaşanacak ilerlemelerin zihinlerimizi çevrimiçi ağlara bağlamamıza olanak sağlayacağı beklentisi de mevcuttur.

Biyoteknoloji ve insan geliştirme teknolojilerinin tamamen yeni harp konseptleri geliştirilmesine neden olabileceği düşünülmektedir. Gelecekte otonom ve insansız hava, kara ve deniz araçlarının yoğun olarak kullanılacağı göz önüne alındığında, bu araçlar ile insanlar arasında oluşturulması gereken insan-makine arayüzlerinin biyoteknolojiler, insan geliştirme teknolojileri ve yapay zekâdan istifade ile üretilmesi beklenmektedir. Bu durumda silahlı kuvvetlerin kuvvet yapısı, harp silah, araç, gereç ve doktrinleri ile eğitim yapma yöntemlerinde önemli değişiklikler yaşanacağı da kolaylıkla öngörülebilir.

İnsan geliştirme teknolojileri kullanan ordulara karşı düşmanın çeşitli karşı tedbirler geliştireceği yadsınamaz bir gerçek olup, bu gerçeği göz önünde bulundurarak, insan geliştirme teknolojisini sadece geliştirmeyi değil düşmanın geliştireceği benzer tedbirlere karşı savunmayı planlamanın da bir zorunluluk olduğu kıymetlendirilmektedir.

Harplerin sürat, yoğunluk ve karmaşıklığının sürekli artış göstermesi gelecekte yaşanacak savaflara emir komuta eden komutan ve karargâh personelinin zihinsel





kapasitelerinin de güçlendirilmesini gerektirecektir. Biyoteknolojilerin ve insan geliştirme teknolojilerinin bu ihtiyaca da cevap verecek bir seviyeye ulaşacağı; karar verme hızı ve kalitesinin örneğin makine öğrenme algoritmalarına bağlı beyin arayüzleri sayesinde artırılacağı düşünülmektedir.

Savaşta yaralanan veya sakat kalan askerî personelin tedavi ve ömrünün geri kalanında hayatını idamesi için kullanılmakta olan protezlerin insan geliştirmesinin basit örnekleri olduğu söylenebilir. Gelecekte, ileri teknolojinin bu protezleri çok ileri seviyelere taşıyacağı ve gazilerin hayatlarını önemli ölçüde kolaylaştıracağı değerlendirilmektedir.

### **Sonuç olarak;**

❖ Yeni ürün ve teknolojiler geliştirmek için biyolojik süreçleri, hücreleri veya hücresel bileşikler kullanan biyoteknolojilerden, savunma ve güvenlik alanında;

- Yapay zekâ destekli biyo-sensörler kullanarak kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer (KBRN) tehditleri tespit etmek, tanımlamak ve izlemek,
- Sentetik biyoloji ve biyo-üretim teknikleri kullanmak suretiyle, doğada az bulunan nadir elementlerin ikamesi olarak kullanılacak malzemeler üretmek,
- Mevcut alternatiflere göre daha güçlü, daha hafif, kendi kendini onaran, daha az toksik, daha verimli ve/veya üretimi daha hızlı malzemeler geliştirmek amacıyla istifade edilebileceği,

❖ Bireylerin normal insan sınırlarının veya yeteneklerinin ötesinde faaliyet göstermelerini sağlayan biyoteknolojik ve biyoteknolojik olmayan müdahaleler olan İnsan Geliştirme Teknolojilerinin ise;

- Askerî tıpta protezler, cihazlar ve tedavi yöntemlerindeki gelişmeleri kullanarak askerî personeli tedavi ve rehabilite etmek,
- Dış iskeletleri kullanarak özellikle fiziksel olarak zorlu veya tehlikeli görevlerde askerî personele yardımcı olmak,
- Karar verme sürecinin temel insan yeteneklerinin ötesinde olduğu karmaşık operasyonel ortamlarda bilişsel farkındalığı artırmak için kullanılacağı,

❖ İlave olarak; söz konusu teknolojilerin gazi personelin topluma rehabilitasyonunu kolaylaştırabileceği, fiziksel, sosyal ve psikolojik refahını destekleyebileceği,

❖ Bununla birlikte;

- Rakip silahlı kuvvetlerin ve terör örgütlerinin de bu teknolojilerden istifade etmek isteyeceği ve biyoteknoloji, yapay zekâ, nanoteknoloji ve robot teknolojilerindeki ilerlemelerin biyolojik silah üretimini kolaylaştıracağı göz önüne alındığında, bu durumun yaratacağı risk ve tehditlere karşı tedbir geliştirmenin, silahlı kuvvetler için, bu teknolojilerden istifade etmek kadar önemli olduğu,







• İnsan geliştirme teknolojilerinin aynı zamanda bağımlılık, sosyal izolasyon veya ayrımcılık gibi topluma yeniden entegrasyonu olumsuz etkileyebilecek riskleri de beraberinde getirdiği,

❖ Biyoteknoloji ve insan geliştirme teknolojilerinin kullanımı konusunda bazı etik ve hukuki endişe ve tartışmalar yaşanmakta olsa da bu alanlardaki teknolojilerin gelişmeye devam ettiği göz önünde bulundurularak, etik ve hukuki endişelerin ortadan kaldırılması için insan geliştirme prensiplerinin vakitlice ortaya konulması gerektiği, ancak; “bekle ve gör” anlayışının teknolojik olarak geride kalınmasına sebep olacağından bir taraftan da çalışmaların başlatılmasının faydalı olacağı,

❖ Bu tür teknolojilerin kullanımının kabul edilebilir olup olmadığını ve hangi koşullarda kabul edilebilir olduğunu belirleyen açık politikalara ihtiyaç bulunduğu; bu teknolojilerin askerî maksatlı kullanımına izni verilmeden önce tıbbi, hukuki ve politik değerlendirme ve analizler yapılması gerektiği,

❖ Ayrıca; üyesi olduğumuz NATO ittifakı içinde ve üye ülkeler tarafından yürütülen çalışmaların yakından takip edilmesinin millî savunma sanayimize bu alanda fırsat pencereleri açacağı, iş birliklerine imkân sağlayacağı ve sektöre geç kalınmadan dâhil olunmasını sağlayacağı,

❖ Günümüzde millî güç unsurları ile desteklenen orduların harbe hazırlık durumları ve savaşma yetenekleri, sadece asker ve silah sayısı ile değil, sahip oldukları teknolojiler ve bunları kullanabilme yetenekleri ile ölçüldüğü; bu nedenle, gelecekte silahlı kuvvetlere önemli katkı sağlayacağı öngörülen biyoteknolojiler ve insan geliştirme teknolojilerinin vakit kaybedilmeksizin millî savunma stratejilerinin de bir bileşeni hâline getirilmesinin faydalı olacağı kıymetlendirilmektedir.



[www.alpusam.com](http://www.alpusam.com)

İşbu eserde yer alan veriler/bilgiler, yalnızca bilgi amaçlı olup, bu eserde bulunan veriler/bilgiler tavsiye, reklam ya da iş geliştirme amacına yönelik değildir. Alp Uluslararası Stratejik Analiz, Güvenlik, Savunma ve Savunma Sanayi Uygulama Danışmanlığı, Bilgi Transferi, Proje Yönetimi, Eğitim, Öğretim, İkmal ve Tedarik, Emniyet, İletişim, Bilişim, Pazarlama, Organizasyon, İmalat, İthalat ve İhracat A.Ş. işbu eserde sunulan verilerin/ bilgilerin içeriği, güncelliği ya da doğruluğu konusunda herhangi bir taahhüde girmemekte, kullanıcı veya üçüncü kişilerin bu eserde yer alan verilere/bilgilere dayanarak gerçekleştirecekleri eylemlerden ötürü sorumluluk kabul etmemektedir. Bu eserde yer alan bilgilerin her türlü hakkı Alp Uluslararası Stratejik Analiz, Güvenlik, Savunma ve Savunma Sanayi Uygulama Danışmanlığı, Bilgi Transferi, Proje Yönetimi, Eğitim, Öğretim, İkmal ve Tedarik, Emniyet, İletişim, Bilişim, Pazarlama, Organizasyon, İmalat, İthalat ve İhracat A.Ş.'ye aittir. Yazılı izin olmaksızın işbu eserde yer alan bilgi, yazı, ifadenin bir kısmı veya tamamı, herhangi bir ortamda hiçbir şekilde yayımlanamaz, çoğaltılamaz, işlenemez.