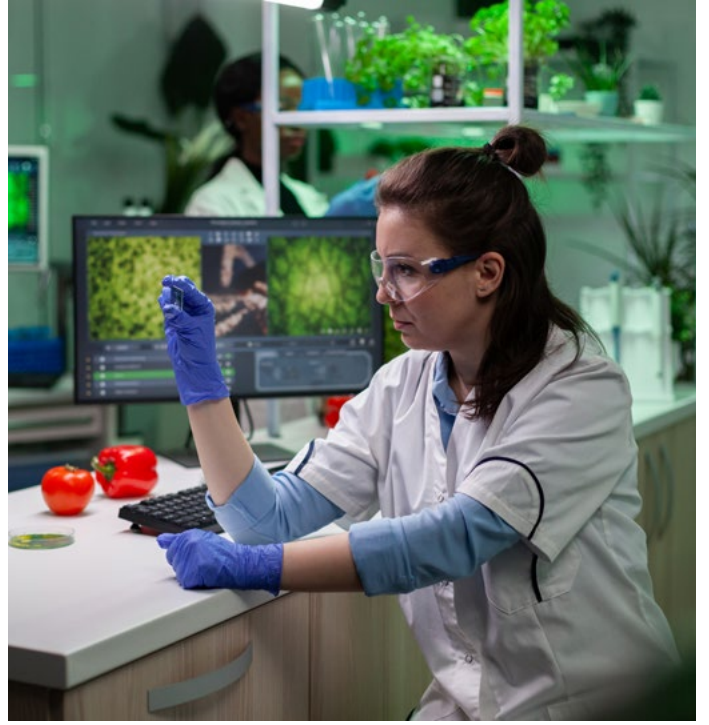


Beslenmenin Geleceğini Değiştiren Sistem



Özellikle uzun soluklu askeri harekâtlarda dikkatlice düşünülmesi gereken zorluklardan biri de operasyonlarda görev yapan birliklerin beslenme problemidir. Harekâtlarda görev yapan personelin sayısına bağlı olarak tonlarca gıda tedariki gerekmekte, zorlu sahalarda görev yapan birliklerin sağlıklı ve zinde kalabilmeleri için beslenme zincirinin aksamadan işlemesi gerekmektedir. Benzer şekilde, insani yardım ve afet yardım operasyonlarında, afet bölgesindeki malzeme, su ve diğer ihtiyaçları karşılamak için büyük gıda tedarikleri gerektirmektedir.

ABD Savunma Bakanlığı Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı (DARPA), bu zorluğa yenilikçi bir çözüm üretmek için 10 Aralık 2021 tarihinde Cornucopia adı verilen yeni bir program başlattığını duyurdu. Programın amacı, uzak bölgelerde ve uzun soluklu görevlerde bulunan askerler için tedarik zinciri ve beslenme kalitesi ile ilgili mevcut engellerin üstesinden gelecek şekilde, besleyici ve yenilebilir yiyecekler üreten sistemler geliştirmek olarak açıklandı¹.

Bolluk ve bereket boynuzu olarak da bilinen Cornucopia, Klasik Antik Çağ'da bolluk, bereket, başarı ve iyi şans simgelemiş, içinden meyve, sebze, çiçek veya yemişlerin taşıdığı boynuz şekilli bir kaptır. Cornucopia kelimesi, Latince cornu (boynuz) ve copia (bolluk) sözcüklerinden türemiştir. Cornucopia, Yunan ve Roma mitolojilerinde Zeus, Amalthea, Dionysos, Herakles, Hades ve Persephone'yi konu alan mitlerde yer almaktadır. Klasik dönemden beri sanat eserlerinde temsil edilen simge, özellikle Ptolemaios Hanedanlığı etkisi altında Helenistik Dönem'e ait sanat eserlerinde sıklıkla yer almıştır².

Cornucopia programı DARPA tarafından, minimum girdi kullanarak bakteri, mikroalg ve mantar gibi mikroorganizmalardan lezzetli yiyeceklerin nasıl üretileceğine odaklanan bir fırsat olarak sunulmaktadır. Program dört yıla yayılacak ve üç aşama ile üç odak alanına ayrılacaktır¹:

- İnsan tüketimi için mikropların evcilleştirilmesi,
- Mikrobiyal kökenli gıdaların farklı tatlar, formatlar ve besin bileşimi için uyarlanabilirliği,
- Askeri kullanım durumları için entegre sistem gösterimleri (zorlu koşullarda ileri operasyon askeri birimi ve afet yardım hizmetleri olmak üzere iki farklı askeri amaç).

¹ <https://blog.aspb.org/darpa-announces-cornucopia-program/>

² <https://tr.wikipedia.org/wiki/Cornucopia>

DARPA, başarılı olması durumunda Cornucopia programının konuşlandırılmış askeri operasyonlar ve insani yardım ve afet yardımı operasyonlarıyla ilişkili gıda taşımacılığının lojistik yükünü önemli ölçüde azaltabileceğini savunmaktadır³.

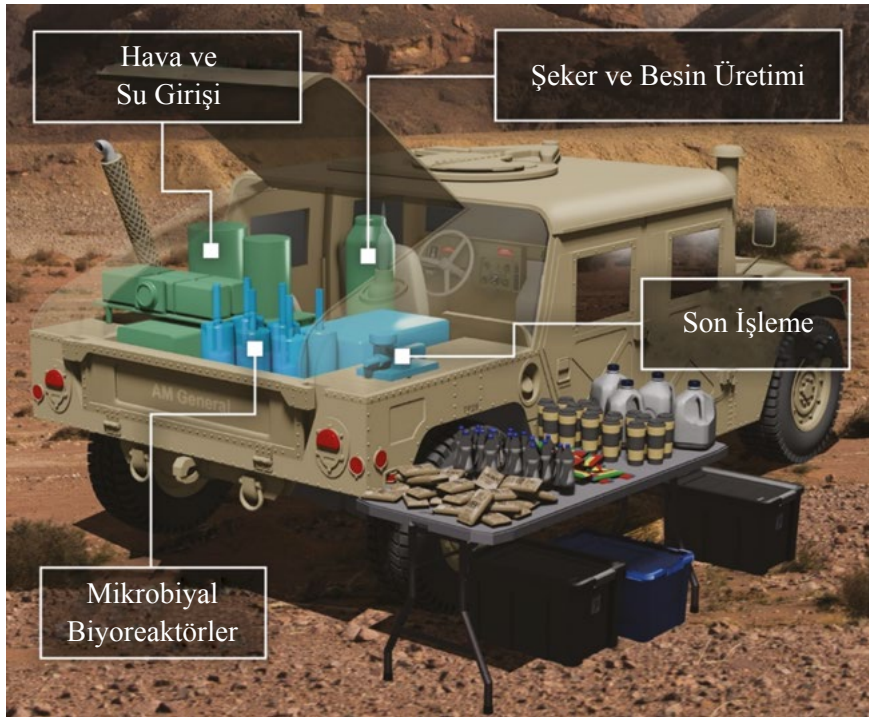
Beslenmenin Geleceği: Hava, Su ve Elektrikten Gıda Geliştirmek

Cornucopia iki kullanım senaryosuna odaklanmıştır: Birincisi, 45 gün boyunca sade bir ortamda konuşlandırılmış küçük bir askeri muharebe birimi için tam beslenme gereksinimlerinin sağlanması ve ikincisi, insani yardım ve afet yardımı durumunda, standart bir 20 metrelik nakliye konteynerine sığacak dört kutudan oluşan bir sistem kullanarak 100 sivil 21 gün boyunca bir günde beslemek⁴.

Çeşitli operasyonel ve insani senaryolarda gıda tedarik zincirlerindeki güvenlik açıklarını ele almak için Cornucopia, tam beslenme için Askeri Diyet Referans Alımı (MDRI) günlük gereksinimlerini hedefleyen oranlarda dört insan diyet makro besin maddesinin (protein, karbonhidrat, yağ ve diyet lifi) tümünü üretme kapasitesini gösterecektir³.

Dünyanın herhangi bir yerinde talep üzerine mikrobiyal kökenli gıda üretimini yerinde gerçekleştirebilecek olan Cornucopia'nın çıktıları, ayak izini en aza indiren bir üretim sisteminde askeri beslenme standartlarını ve lezzet gereksinimlerini karşılayan aroma, bar, jel ve kuru et gibi çoklu gıda formatlarında olacaktır⁴.

Cornucopia'nın üretim sistemi ise adeta taşınabilir küçük bir fabrikayı andırmaktadır. Bir Cornucopia sistemi, havadaki ve sudaki karbon, azot, hidrojen ve oksijeni enerji kaynağı olarak kullanarak çeşitli tat ve dokulara sahip güvenli, lezzetli gıda maddeleri üretecektir⁵.



Şekil 1: ABD Savunma Bakanlığı Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı (DARPA), Cornucopia sisteminin partnerlerini bir kamyonun arkasına sığabilecek bir üretim ve barınma sistemi oluşturmaları için teşvik etti⁶.

3 <https://www.darpa.mil/program/cornucopia>

4 <https://www.darpa.mil/news-events/2023-02-03>

5 <https://www.darpa.mil/news-events/2021-12-02>

6 <https://www.jhuapl.edu/news/news-releases/230601-apl-using-microbes-to-make-food-from-thin-air>

Ayrıca DARPA, proje partnerlerini bir kamyonun arkasına sığabilecek bir üretim ve barınma sistemi oluşturmaları için teşvik etmiştir. Bu sistem, birliklerin uzak lokasyonlarda besleyici ve iştah açıcı yiyecekler yapmak için kullanabileceği, maliyetli ve savunmasız gıda tedarik zincirlerine olan ihtiyacı ortadan kaldıracak bir üretim ve barınma sistemi oluşturmaktadır⁶.

Mikroplardan Gıdaya Geçiş

Mikroplardan gıda üretimi aslında yeni bir kavram değil. İnsanlar süt ve süt ürünleri başta olmak üzere bakteriler yoluyla olgunlaşmış pek çok gıda tüketmektedir. Cornucopia Program Yöneticisi Molly Jahn, insan-mikrop ilişkisini şöyle açıklamaktadır: “Vücudumuzdaki mikrobiyom, trilyonlarca mikroorganizmadan oluşuyor ve peynir, ekmek, yoğurt ve diğer pek çok gıda ile günde milyarlarca mikrop tüketiyoruz. Yine de, temel elementler olan karbon, oksijen, hidrojen ve nitrojenden besleyici ve lezzetli yiyecekler yaratmak için keşfedebileceğimiz mikrobiyal türler evreninin henüz başındayız. Son yıllarda, protein odaklı mikrobiyal gıdaların, lezzetli tadı olan et ve süt ürünleri alternatifleri sunarak ticari olarak nasıl yükseldiğini gördük. Cornucopia, eksiksiz bir diyet için diğer temel makro besinlere yayılmayı ve bunları tüketim noktasında iştah açıcı formatlarda üretebilmeyi amaçlıyor.”

Son yıllarda, bir dizi şirket de, mahsul çiftçiliğinden kaynaklanan arazi kullanımını ve sera gazı emisyonlarını azaltmak amacıyla minimum girdilerden belirli mikrobiyal kökenli gıdaları -öncelikle protein bazlı ürünleri- oluşturma yeteneğini göstermiştir. Cornucopia da işte bu ticari teknolojiler üzerine inşa edilecektir. Ayrıca çeşitli araştırma kurumları ve üniversiteler farklı amaç ve yöntemlerle geliştirdikleri benzer birçok programı hayata geçirmiştir. Örneğin 2022'nin Ocak ayında Finlandiyalı bilim insanları sadece hava ve suyu kullanarak gaz fermentasyonu adlı bir teknoloji ile tek bir hücrenin gelişmesi için gereken koşulların oluşturulduğu bir süreç sonunda besleyici bir protein tozu ürettiler. “Solein” adı verilen protein tozu, nötr tadı sayesinde hem tuzlu hem de tatlı gıdaların üretiminde kullanılabilir⁷. Yine Finlandiya'da daha eski tarihli bir çalışmada su ve havadaki karbondioksiti yenilebilir protein granüllerine dönüştüren cihaz üretilmiştir. Lappeenranta Teknik Üniversitesi'nden Juha-Pekka Pitkanen önderliğindeki ekibin icat ettiği cihaz, havayı daha karmaşık organik bileşikler olan protein ve şeker moleküllerine dönüştürmektedir. Bu görev ise, emdiği karbondioksiti kendi hücrelerine dönüştürebilen mikroplara verilmektedir. Yeterli sayıya ulaşıncaya elektrikle öldürülen mikroplar, bireysel şeker ve protein moleküllerine ayrışmakta, elde edilen çözelti kurutulunca protein ve karbonhidrat açısından zengin granüller ortaya çıkmaktadır⁸.

Havadan ve mikroplardan gıda üretimi büyük bir hızla artan dünya nüfusunun yol açtığı gıda güvensizliği probleminin çözümünde ilerleyen yıllarda önemli rol oynama potansiyeline sahiptir. Zira 2050 yılına gelindiğinde dünya nüfusuna yeterli protein kaynağının sağlanması için protein mahsullerinin 2005 yılına göre yüzde 110 daha fazlasına ihtiyaç duyulacaktır⁹.

DARPA'nın Yaklaşımı

Sivil hayattaki laboratuvarlarda gıda üretimi çalışmalarını savunma alanına taşıyan DARPA ise, Cornucopia'nın zorluklarını karşılamak için dört araştırma yaklaşımı seçmiştir:

- Johns Hopkins Üniversitesi Uygulamalı Fizik Laboratuvarı (APL), Kuzey Carolina Eyalet Üniversitesi, Johns Hopkins Üniversitesi ve Meridian Biotech ile birlikte; hava, su ve elektrikten zengin bir glukoz ve amonyum hammaddesi üretmek için özel organizmalar kullanmayı amaçlamaktadır.
- SRI International, Kiverdi, Air Protein ve Nitricity adlı kurumlar ise, çeşitli tatlarda besleyici olarak eksiksiz bir gıda maddesi üretmek için yüksek proteinli oksihidrojen kültürleri ve yüksek karbonhidratlı mikroalgler

7 https://www.ntv.com.tr/teknoloji/havadan-gida-urettiler_uhn_Cy7dd0a3wE19jqYSEg#

8 <https://sputniknews.com.tr/20170802/havadan-gida-protein-1029521305.html>

9 <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2345078>

kullanan yenilikçi bir entegre süreç geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu biyosüreçte, havadan çekilen yeni bir plazma bazlı azot, jeneratör egzozundan yakalanan karbondioksit ve kaynak kıtlığı olan bir ortamda gıda üretimini sağlamak için suyun elektrolizinden elde edilen hidrojen ve oksijen ile birleştirilecektir.

- Illinois Üniversitesi Urbana-Champaign, karbondioksit ve nitrojeni organik substratlara sabitlemek için elektrokimya ve plazma teknolojilerinden yararlanan ve daha sonra protein, karbonhidrat, yağ ve lif oranlarına uygun gıda üretimi için entegre bir platform geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu sistem, taşınabilir bir ayak izi ile atık oluşturmamak, proses verimliliğini artırmak ve güç gereksinimlerini azaltmak için tasarlanmıştır.
- Harvard Tıp Fakültesi, hava ve elektrokimyasal işlemlerden organik madde ve hammaddelerin hızlı ve ölçeklenebilir üretimi için uygun bir bakteri türü oluşturmayı amaçlamaktadır. Ekip, azot, karbondioksit, hidrojen ve metanol üzerinde hızlı büyüme için bakterileri geliştirmek amacıyla biyomühendislik ve evrimsel yaklaşımların bir kombinasyonunu kullanacaktır⁴.

Sayılan ekiplerden Johns Hopkins Uygulamalı Fizik Laboratuvarının (APL), RePLICaTE olarak adlandırılan yaklaşımı -Elektrikten Kalori Dönüşümü Yoluyla Malzeme ve Lojistik Girdileri Azaltmak için- talep üzerine gıda üretiminde kullanılabilecek bir prototip sunmaya odaklanmıştır.

APL'den William Stone Cornucopia sürecini, “gıda mikroplarının büyümesini desteklemek için havadaki bileşenlerden merkezi, zengin bir hammadde üretmeye odaklanıyor” diyerek tarif etmektedir. Ekip, havadaki karbondioksiti yakalayacak ve sıralı kimyasal reaktörler kullanarak format ve asetat gibi basit organik moleküllere indirgeyecektir. Bu ürünler ise şekere dönüştürülecektir⁶.

Lezzet de Ön Planda

Besin üretme anlayışını kökten değiştirmeye aday APL ekibi, yemek yeme deneyiminin bir başka önemli kısmına da odaklanmaktadır: Lezzet. APL'de moleküler biyolog olan Julie Gleason bu yaklaşımı, “ABD Gıda ve İlaç Dairesi (U.S. Food and Drug Administration -FDA) tarafından genel olarak insan tüketimi için güvenli kabul edilen organizmalarda, tereyağı veya vanilya gibi vitamin ve tat bileşenlerinin üretimini genetik olarak tasarlamaya çalışıyoruz” diyerek tarif etmektedir. APL liderliğindeki lezzet mühendisliği çalışmalarına ek olarak Meridian Biotech besleyici, lezzetli mikropları tanımlamakta ve bunları gıda formatlarına işlemektedir. Meridian'ın tekstüre etme süreci, bakteri ve mantarları, yemeye hazır mikrobiyal jel, çubuk ve kurutulmuş etlere dönüştürmektedir.

Cornucopia programı proje partnerlerini ve DARPA yetkililerini fazlasıyla heyecanlandırmış görünmektedir. Enerji ve kaynakları yerinde kullanmak, asker performansını ve alan hâkimiyetini en üst düzeye çıkaracağı gibi, askeri birliklerin lojistik yüklerini de azaltacaktır. Bu bakımdan Cornucopia, devrimsel bir adım olarak görülmektedir. 