

TARIM VE GIDANIN GELECEĞİ

Prof. Dr. Zümürüt Begüm Ögel [*Gıda Yüksek Mühendisi ve Gıda Biyoteknolojisi Uzmanı*

“Zaman makinası icat edilseydi, geçmişe mi yoksâ geleceğe mi gitmek isterdiniz?” sorusunun yanıtı, 2020’den önce pek çoğumuz için “geçmişe” olabilirdi. Yaşadığımız pandemi sonrasında ise en az geçmiş kadar, geleceği de merak eder olduk. Bunun bir nedeni, benzer felaketlerin tekrar yaşanıp yaşanmayacağı yönündeki kaygılarımız olmakla birlikte, belki de daha önemli bir sebebi, pandemi sonrası dillerde dolaşmaya başlayan “yeni dünya düzeni” oldu.

Yeni dünya düzeni ile hayatlarımızın nasıl etkileneceğini düşünürken, elbette en çok üzerinde durulması gereken konulardan birisi de tarım ve gıdanın geleceği.



Geleceğe bakmak denildiğinde çoğumuzun aklına ilk gelen şey bilim kurgu oluyor. Gelecekte bizleri, distopik ve iç karartıcı bir dünya mı yoksa ütöpk bir dünya mı bekliyor? Bilhassa tarım ve gıdanın geleceği söz konusu olduğunda distopya mı, ütopya mı tartışmaları son yıllarda gündemde olan bir konu.

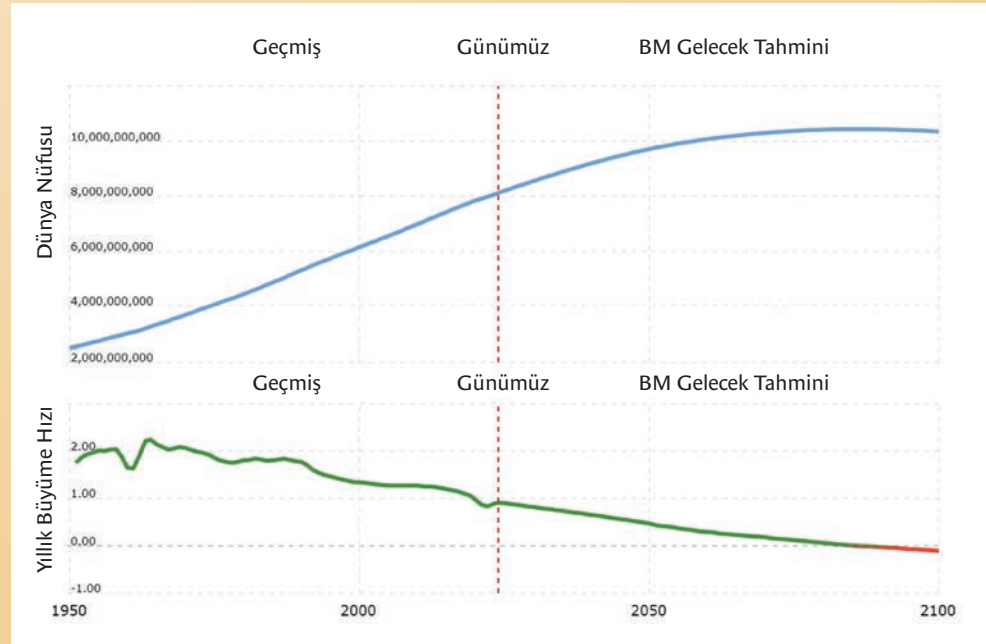
Gerek tarım ve gıdada gerekse günlük yaşantımızın her alanında geleceğimizi olumsuz yönde etkileyebilecek gelişmeler yaşanabileceği gibi, bunun tersine yokluğun ve hastalıkların ortadan kalkacağı gelişmeleri yaşamamız da mümkün. Burada kritik olan nokta, doğal yaşamı olumsuz yönde etkileyecek uygulamalara son vermek, bilim ve teknolojinin ışığında doğa ile uyum içinde, doğru olan tarımsal uygulamaları benimseyip sürdürmek olacaktır.

Artan Dünya Nüfusu Sorunu

Nüfus artışının tarımsal üretim ve gıda teminindeki en büyük sorunlardan biri olduğu, 2050'de dünyayı beslemek için %70 daha fazla üretmemiz gerektiği belirtiliyor. Acaba bu ne kadar doğru? Başta Avrupa ülkeleri olmak üzere popülasyon artışında eksiye geçen yani nüfusu azalan ülkelerin sayısı da az değil. Dünya nüfusuna dair verilere baktığımızda, 1800 yılında 1 milyar olan nüfusun bugün 8 milyar geçtiğini, buna karşılık nüfus artış hızının yavaşladığını görüyoruz. Bu yavaşlamanın sonucu olarak 2050-2070'li yıllarda 10 milyar civarında hemen hemen sabit kalacak olan dünya nüfusunun, tahminen 2086'da 10,4 milyar gibi bir sayıya ulaşacağı, sonra da yavaş yavaş azalmaya başlayacağı öngörülüyor.

Bu verilere bakıldığında, sınırsızca artan bir dünya nüfusunun dünyayı felakete sürüklemesi senaryosu çok da geçerli değil gibi görünüyor. Hatta gıda israfının önüne geçilebilirse belki mevcut üretim bile yeterli olabilir. Türkiye'de yıllık yaklaşık 19 milyon ton gıdanın israf edildiği belirtiliyor. Diğer yandan Orta Afrika Cumhuriyeti, Çad ve Sierra Leone gibi bazı Afrika ülkeleri ile Yemen, Hindistan ve Pakistan gibi Asya ülkelerinde halen önemli ölçüde açlık ve kıtlıkla mücadele ediliyor.

Buna göre, üzerinde düşünülmesi gereken esas sorunların, mevcut üretimi nasıl koruyacağımız yani sürdürülebilirlik, gıda israfının önüne nasıl geçileceği ve dünyanın bazı coğrafyalarında yaşanan açlık ve kıtlığın nasıl ortadan kaldırılacağı olduğunu anlıyoruz.



Birleşmiş Milletler (BM) tarafından hazırlanan yıllara göre dünya nüfus artışı ve gelecek tahmini

Çevre Dostu Tarım

İnsanlık tarihinde tarıma geçişle birlikte değişen yaşam biçimlerimizi, şimdi ikinci bir değişim dalgası daha mı bekliyor? Dünyada yaşanan gelişmelere kuş bakışı baktığımızda, bir grup idealist insanın doğal ve geleneksel çiftlik hayatını ve tarımsal üretimi sürdürmeye çalıştığını, diğer taraftan ise yüzlerce, binlerce, hatta milyonlarca hektarlık arazilerde yapılabilecek bir tarımsal üretim için geliştirilen Tarım 4.0 uygulamalarını görüyoruz. Büyük miktarda verinin işlenip, bilgisayar programları ile analiz edilebildiği, yapay zekâ, gelişmiş makinalar, robotlar ve drone'larla yönetilen çiftlikler de artık hayata geçmeye başladı. Hatta topraksız tarım uygulamaları ile seralarda, binalarda, evlerimizdeki inkübatör dolapların içinde bile sebzelerimizi yetiştirmemiz mümkün görünüyor.

Bir tahmin yürütmek gerekirse, her ne kadar bir yanımızla değişime direnssek de buzdolaplarını, bulaşık ve çamaşır makinalarını, bilgisayarları ve cep telefonlarını benimsediğimiz gibi, çoğumuz yeni teknolojileri de kısa sürede benimseyecek gibi görünüyor. Diğer yandan artık insanlık, çevre kirliliğinin hayatlarımızı alt üst edecek bir noktaya doğru hızla ilerlediğini



fark etmiş durumda. Pek çok insan, kendilerinin değilse bile çocuklarının geleceğinden kaygılı. "Bizleri aşırı kurak ve kimyasallarla, plastiklerle kirlenmiş, biyoçeşitliliğin günden güne azaldığı ve hastalıkların kol gezdiği bir dünya mı bekliyor" sorusunu herkes soruyor ve yanıtını merak ediyor.

Gerçek şu ki tarımsal üretim uzun bir süredir, çevre kirliliğinin suç ortağı konumunda. Günümüzde uygulanan şekliyle yani monokültür (tek ürün) ekimi yapılan büyük arazilerde, maksimum verim için az/çok/gerekli/gereksiz tam olarak bilmeden tüm tarlanın, seraların defalarca ilaçlandığı, toprak ihtiyacına bakılmaksızın aşırı

bir gübrelemenin yapıldığı, toprağı ve suyu tüketen, kirlenen üretimlerin doğaya zarar verdiğini görüyoruz. Günün sonunda bu tür bir tarımsal üretimin, ekosistemin korunduğu, sürdürülebilir bir dünya ile çeliştiği gerçeği ile yüzleşmek durumunda kalıyoruz. Doğal kaynakları ve yeryüzünün zenginliklerini hesapsızca tüketmenin faturası, küresel ısınma olarak da karşımıza çıkıyor. O halde distopya senaryoları çok da haksız sayılmaz.

Peki, yapılması gerekenler nelerdir? Her şeyden önce geleceğimizi belirleyecek seçimlerin temel misyonu, biyoçeşitliliği ve ekolojik dengeyi koruyan, çevre-dostu tarım modellerinin geliştirilmesi olmalıdır.

Gelişen ve değişen dünyada akılcı, uygulanabilir ve mevcut sorunları çözebilecek, çevre-dostu tarım modellerine baktığımızda belli başlı prensiplerle karşılaşırız:

- ▶ Topraktaki nemin, biyokimyasal özelliklerin ve biyoçeşitliliğin korunması,
- ▶ Az su tüketimi ve su kalitesinin korunması,
- ▶ İlaçsız tarım, lokal ve az miktarda, gerektiğinde ilaçlama, mümkünse doğa dostu biyolojik mücadele yöntemlerinin benimsenmesi ,
- ▶ Doğal gübre kullanımı veya toprak ve bitki ihtiyacına göre sınırlı gübreleme,
- ▶ Yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi,
- ▶ Monokültür yerine ürün çeşitliliği, ürün rotasyonu,
- ▶ Tarla çevresinde ağaçlandırma, yerel çeşitlerin ve yabani bitki örtüsünün korunması ile ekosistemin canlı tutulması,
- ▶ Bitkisel ve hayvansal üretimin birlikte ve birbirini destekler nitelikte kullanımı.

gorodenkoff / iStock



Rejeneratif Tarım

Toprak sağlığı dediğimiz zaman toprağın içerdiği karbon, azot, potasyum ve fosfor gibi bitki besinlerini ve içinde yaşayan canlıların biyoçeşitliliğini anlıyoruz. Yoğun bitkisel üretim ile birlikte, toprağın karbon gibi bazı besin içerikleri zayıflar. Ayrıca nasıl ki hastalandığımız zaman antibiyotik kullandığımızda bağırsaklarımızdaki faydalı mikroplar da zararlılarla birlikte tahrip oluyorsa uygulanan tarım ilaçları da topraktaki faydalı canlılara zarar verir. Bitkisel üretimde gerekli olan karbon, ya havadaki CO₂'den ya da topraktaki

organik maddelerden alınır. İlaçlama yapıldığı için zayıflayan toprak biyoçeşitliliğinin havadaki karbon ve azotu tekrar toprağa geri kazandırma kapasitesi de azalır. Biyoçeşitlilik ve toprak biyokimyasalları rejenera edilmediği takdirde toprak kalitesi de zamanla azalır. Azalan toprak kalitesini telafi etmek için yoğun bir kimyasal gübreleme uygulanır. Ancak üre ve amonyumlu gübrelerin toprağı doğal gübreler kadar zenginleştirmesi mümkün olmaz. Böylelikle toprağın biyokimyasal ve biyoçeşitlilik açısından sağlığı gitgide bozulur. Bir süre sonra toprak artık tarıma elverişli olmaktan çıkar.

Toprak sağlığının korunmasını ve nem kaybının önlenmesini hedefleyen rejeneratif tarımda, hasattan geriye kalan kökler ve sapslar olduğu gibi toprakta bırakılmaktadır. Toprak yeniden ekileceği zaman da ya hiç sürülmez ya da çok ince ve sđđ bir hat şeklinde sürülmektedir. Bu uygulamanın sonucu olarak köklerde ve sapslarda bulunan karbon, toprağa geri kazandırılır, nem korunur ve köklerde yerleşmiş bulunan canlılara zarar verilmez. Rejeneratif tarımda suni kimyasallar kullanılmamaktadır. Onun yerine, ürün çeşitliliği ve bölgeye has bitki örtüsünün korunması, hayvanların belli lokasyonlarda aralıklı olarak otlatılması, ağaçlandırma yapılması gibi biyolojik dengeyi koruyucu uygulamalar benimsenmektedir. Topraktaki faydalı canlıların korunması sayesinde biyoçeşitliliğini koruyan toprak, havadan bol miktarda karbonu toprağa geri kazandırır ve böylelikle tarım, karbon salınımı sorunu yaratan değil, bilakis azaltan bir konuma gelmiş olur.

Yapılan çalışmalara göre, yeryüzündeki biyoçeşitliliğin %80-90 kadarını bakteri, küf ve mayaları kapsayan mikroorganizmalar oluşturuyor. Bu mikroorganizmaların havadaki azotu ve CO₂'yi toprağa sabitlemekten tutun, zararlı böcekleri öldürmeye ve karbon döngüsünü devam ettirmeye varuncaya kadar sayısız faydaları bulunuyor. Mesela, bitkilerde yapılan ilk genetik değişimlerden birisi, toprakta doğal olarak

bulunan *Bacillus thuringiensis* (Bt) bakterisinin ürettiği bir böcek toksini olan Bt toksin geninin mısıra aktarılarak böceğe karşı dirençli türlerin geliştirilmesidir. Protein yapısına sahip olan bu toksinin birçok bitki zararlısı böceğe ve nematodlara karşı öldürücü etkisi bulunmaktadır.

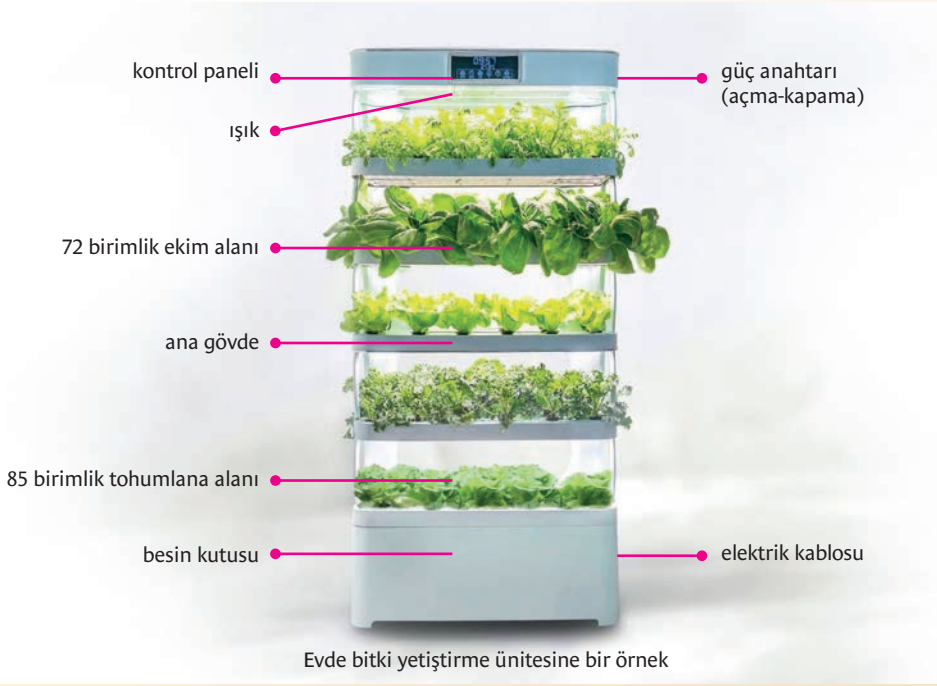
Biyolojik dengeyi koruduğu gibi ondan fayda da sağlayan, robotik ve otonom teknolojilerle de birlikte uygulanabilecek rejeneratif tarımın, gelecekte çok daha yaygın kullanılacağı tahmin ediliyor.

Hassas Tarım

Hassas tarım gereksiz ilaç, gübre ve su tüketimini önlemek amacıyla tarımsal üretimin tüm parametrelerinin düzenli olarak ölçüldüğu, operatörler veya

yapay zekâ tarafından takip edildiği, minimum tüketim ve maliyet ile optimum üretimi hedefleyen, dijital, mekanik ve robotik her türlü ileri teknolojinin uygulandığı bir tarım modelidir. Bu sistemlerde toprak analizi düzenli olarak yapılarak gübre ihtiyacı belirlenir, hava durumu düzenli takip edilerek bitkinin su gereksinimi optimize edilir, tarlanın gerçek-zamanlı olarak görüntülenmesi sayesinde, zararlılara karşı anında ve lokal olarak müdahale edilebilir. Hassas tarımla takip edilen tarlalarda ilaç kullanımının %90 azaltıldığı belirtilmektedir. Sensör yardımı ile yabancı otları bulup ayıklayan robotların kullanımı da yine hassas tarım ile herbisit (yabancı ot mücadelesinde kullanılan zirai mücadele ilaçları) kullanımını azaltacak bir uygulamadır.





kurak bölgelerinden aile çiftliklerine ve evlere kadar her ölçekte uygulanabilir ve hijyenik olması, ilaç gerektirmemesi, yabani ot sorunu olmaması ile az su tüketmesi bakımından topraksız tarımın gelecekte daha da yaygınlaşması ihtimali oldukça yüksek. Kim bilir belki yakın bir gelecekte içinde sebzelerin hijyenik şartlarda ve tamamen ilaçsız olarak yetiştiği inkübatör dolaplar, yeni evlilerin beyaz eşyaları arasına dahil olur.

Bilinçli Çiftçiler ve Çiftçiliğin Değişen Yüzü

Gerek rejeneratif gerekse hassas ve topraksız tarımda rol oynayan çiftçilerin ziraat, biyoloji, ekoloji gibi temel bilgilere, ayrıca bilgisayar, robot ve drone kullanımı gibi uygulamaları anlayıp uygulayabilecek donanıma sahip olması gerektiği

Topraksız Tarım

Tarım ve gıdanın geleceğini şekillendirecek önemli bir uygulama olan topraksız tarımın en önemli avantajları, verimli topraklara gereksinim duyulmadan, dünyanın hemen her yerinde uygulanabilecek olması, hijyenik üretim koşulları sayesinde ilaç kullanılmaması, az su tüketimi ve dikey tarım gibi uygulamalar sayesinde, birim alandan çok daha fazla verim alınabiliyor olması şeklinde özetlenebilir. Topraksız tarım uygulamalarında sadece bitki üretilen hidroponik sistemler olduğu gibi hem bitki hem de balık yetiştirilen aquaponik sistemler de bulunur. Hidroponik uygulamalardan birisi olan İspanya'daki 'New Growing System'da (NGS) devasa seraların içine kurulan sebze yetiştirme sistemleri ile su tüketiminde %50-

80 azalma sağlandığı ve bu tarz sistemlerin dünyanın hemen her yerinde kurulabileceği belirtiliyor.

Tam otomasyona da elverişli olması ile adeta mucizevi bir sistem gibi görünen topraksız tarımın, kullanılan bitki besinlerinin temini, maliyeti, yetişen bitkilerin besin değeri gibi tartışılan konuları da yok değil. Her şeye rağmen bilhassa Afrika ve Asya'nın tarıma elverişsiz ve



sonucuna varabiliriz. Geleceğin ütopik doğa-dostu çiftliğinde rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılacak, bitkisel atıklardan yem, her türlü organik atıktan biyogaz ve elektrik üretilecek, tarım robotları, mekanik sistemler, otomasyon ve drone teknolojilerinden yararlanılacak. Eğitimli ve bilinçli çiftçiler tarafından yapay zekâ gibi teknolojiler kullanılarak sürekli takip edilebilen, hassas ve rejeneratif tarım uygulanacak.

Tohumun Geleceği

İnsanlar binlerce yıldır tohumları ıslah ederek daha dayanıklı ve verimli hale getirmeye çalıştı. Geçmişte patatesten *Phytophthora infestans*, muzda *Xanthomonas campestris* ve buğdayda *Puccinia graminis* gibi, çok büyük ürün kayıplarına hatta kıtlığa neden olmuş bazı bitki hastalıkları yaşandığını biliyoruz. Tarım ilaçlarının kullanımı ile birlikte ortadan kalkmış gibi görünen bazı bitki hastalıkları ve yabancı otlar, ilaçlarla birlikte direnç kazanan ve daha azgın hale gelen bir dizi bitki hastalığı ve yabancı ot tablosu ile bizleri karşı karşıya bırakmaya devam ediyor.

Bitki patojenlerinden korunmak amacı ile uygulanan biyolojik kontrol ve biyopestisit uygulamaları bulunmakla

birlikte en etkili yöntem elbette hastalıklara karşı dirençli ve iklime adapte olmuş, kuraklığa dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilebilmesi.

Geleceğin olası karanlık dünya senaryolarının başrolünde çevre kirliliği olsa da en az kirlilik kadar kaygı uyandıran bir başka konu ise tohum sorunu. Geçmiş yıllarda olduğu gibi günümüzde de halen GDO (genetiği, başka canlılardan gen aktarımı ile, değiştirilmiş organizmalar) tohumların kullanımı üzerine distopik senaryolar yazılmakta. Bu senaryolardan biri de büyük firmaların geliştirdikleri tohumların patentini alarak tekelleşmeye yol açacakları, glifosat ve benzeri ilaçların kullanımının artacağı ve çevreye çok daha büyük zarar verileceği yönünde. Buna karşılık, geliştirilen genetik tekniklerle, geleneksel yöntemlere kıyasla çok daha hızlı ve spesifik olarak tohum kalitesi artırılabilir. Bilhassa genetik mühendisliği alanında büyük çığır açan CRISPR-Cas teknolojisi ile birlikte büyük firmaların araştırma merkezlerinde kuraklığa ve diğer çevresel etkilere ve hastalıklara dayanıklı, yüksek verimli tohumlar hızla geliştiriliyor.

Ortaya çıkabilecek olası yeni bitki hastalıkları salgınlarına ve dışa bağımlılığa karşı benimsenebilecek en etkili strateji, ata tohumlarından hibrit

tohumlara kadar çok sayıda tohum çeşidinin milli tohum bankalarında depolanması ve saklanması olacaktır. Yeni tohumların geliştirilmesi ve ıslah çalışmalarında da geleneksel yöntemlerden en çağdaş yöntemlere kadar hepsinden istifade etmek tarımsal üretimde başarıyı da beraberinde getirecektir.

Yeni Nesil Gıdalar

Türkiye’de tarımsal üretimin %30’u, Avrupa’da ise %60’ı işlenerek katma değerli ürünlere dönüştürülmektedir. Tarıma-dayalı sanayiinin en önemli parçası olan gıda endüstrisinin geleceği şüphesiz tarımdaki sürdürülebilirliğe bağlı. Avrupa Birliği’nin ”Döngüsel Biyoekonomi Stratejisi” raporunda, ciro ve katma değer açısından en büyük paya sahip olan gıda sanayi, yarattığı ciro ile tarımsal üretimi destekleyen bir yapıdadır. Güçlü bir gıda sektörü, güçlü tarımsal üretim demektir. Buna karşılık son yıllarda geliştirilen yeni teknolojilerle gıda sanayiinin bir yan sektörü konumunda olan biyoteknolojinin büyüyen önemini artıracığını görüyoruz.



Yapay Et ve Süt

Biyoteknolojik et ve süt üretimi, son zamanların en fazla konuşulan konuları arasında yer alıyor. Yapay et üretimi ile ilgili bilimsel çalışmalar birçok ülkede devam ediyor. Yapay süt ise süt proteini olan kazeinin mikrobiyal üretimi sonrasında diğer besinler de eklenerek oluşturulan ve tamamen biyoreaktörlerde üretilen bir ürün olarak dünya piyasalarına sunuldu. Doku kültürü ve biyoteknoloji bazlı bu üretim şekillerinin besin değeri üzerindeki sonuçları tartışılabilir.

Klasik fermantasyon ile başlayan biyoteknolojik üretimler, uzun

yılların teknolojik birikimine sahip. Bu alt yapının üzerine CRISPR-Cas gibi yeni genetik tekniklerin sunduğu imkânlar da eklenince ortaya sınırsız üretim olanakları da çıkıyor. Örneğin, ekmeğin mayası ya da laktik asit bakterileri gibi, fermantasyonlarda binlerce yıldır güvenle kullanılan mikroorganizmalara aktarılan yeni genetik özelliklerle et-süt-yumurta kalitesinde proteinler üretmek dahi mümkün görünüyor.

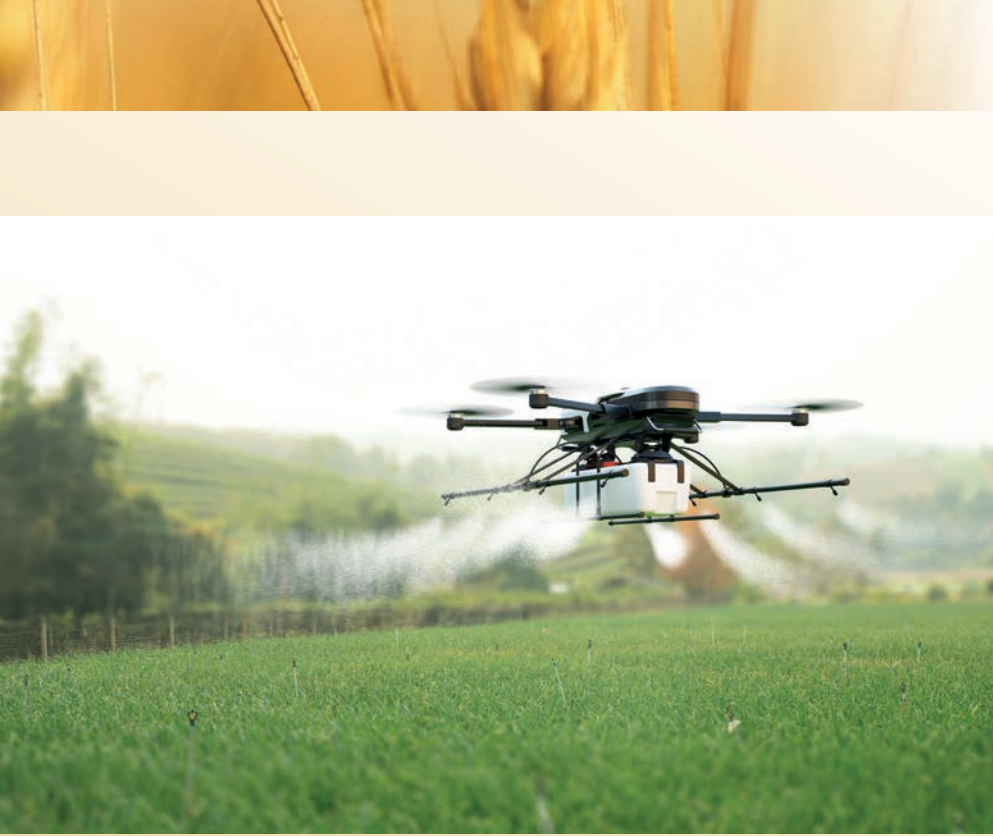
Tarımda bitkisel ve hayvansal üretimin bir arada uygulandığı, bitki üretiminde hayvan gübresinden, hayvan beslemede üretilen bitkilerden yararlandığı, kendi enerjisini kendisi üreten, döngüsel ve sıfır atıklı çiftliklerin tasarlanıp hayata geçirildiği ütopyik bir dünya senaryosu, hayal ederken bile insana iyi gelen bir tablo sunuyor. Maliyetlere bağlı olarak, yapay et ve süt ile doğal et ve süt arasında fiyat farkı ortaya çıksa da gelecekte doğal olan ilginin devam edeceğini öngörebiliriz.

Kişisel Gıda ve Kişisel Beslenme

Tek tip sağlıklı beslenme olmadığını artık biliyoruz. Sağlıklı beslenme kişiden kişiye değişiyor. Üstelik sadece genetik farklılıklardan değil, mikrobiyota farklılığı nedeni ile de gıdaların insanlar üzerindeki etkisi değişiyor. Elbette mikrobiyotamız da yediklerimizden ve ilaç kullanımı gibi çevresel faktörlerden etkileniyor. Literatürde yer alan bilgilere göre, bedenimizde bulunan insan hücre sayısı ile başka canlıların hücre sayısının oranları 1:10'dan, 1:1'e kadar değişse de önemli olan bu simbiyotik canlıların beden ve ruh sağlığımızı çok önemli derecede etkiliyor oldukları. Bazı laktik asit bakterilerinin vücudumuzda mutluluk hormonu olan serotonini salgıladığını biliyoruz. Probiyotik özelliğe sahip bazı bakteriler bizleri bağırsak enfeksiyonlarından koruyor, diğerleri sindirime yardımcı oluyor, bazılarının eksikliği kilo sorununa neden oluyor.



Üç boyutlu gıda baskılama teknolojisi



sarawuth702 // iStock

Bütün bu gelişmelerin ışığında ortaya çıkan ve gelişen bir alan da kişisel beslenme. Nutrigenom adı verilen bir uygulama ile her bir bireyin genetik nitelikleri ortaya çıkarılabiliyor. Ayrıca mikrobiyota analizleri de yine her bir birey için ayrı ayrı yapılabiliyor. Olası alerjiler ve yatkınlıklar, eksiklikler belirlenerek kişisel beslenme reçeteleri veya gıda ve probiyotik takviyeleri oluşturulabiliyor.

Geleceğin kişisel beslenme uygulamalarından biri de gıda üretiminde 3-boyutlu baskılamanın kullanılması. Hazırlanan hamurdan gerçek-zamanlı olarak istenen biçim, kıvam, renk vd. farklı özelliklere

sahip kek, kurabiye, makarna gibi gıdaların üretilmesini sağlayacak olan bu teknoloji ile kişisel tercihlere göre gıda üretimi de mümkün olabilecek. Tarım 4.0'da olduğu gibi, gıda üretiminde de gelecekte dijital teknolojilerin, robotik ve yapay zekânın devreye girmesi kaçınılmaz.

SONUÇ

Artan çevre kirliliği ve mevcut tarımsal uygulamaların bu kirlilikte ve karbon salınımında payı olmasının sonucu olarak dünyada çevre-dostu alternatif tarım modelleri arayışı hızlandı. Gelişen yeni teknolojilerin

tarıma akılcı ve çevre-dostu entegrasyonu çiftçiliği, eğitimli tarım işletmecileri şeklinde yeniden cazip bir meslek haline getirmek, otomasyon sayesinde insan kaynağına destek olmak, ilaç, gübre ve su tüketimini büyük ölçüde azaltmak, minimum maliyetle maksimum verim elde etmek gibi avantajlara sahip.

Topraksız tarım ile dünyada açlık sorunu kalmayabilir, evlerimizde bile kendi sebzelerimizi üretebiliriz. Buna karşılık bitkisel ve hayvansal entegre üretimin yer aldığı rejeneratif bir tarım, teknolojiyi kullanırken diğer yandan ekosistemi ve biyoçeşitliliği de koruyabilir. Gıdada biyoteknolojik üretimin daha fazla önem kazanacağını, hayvansız ve bitkisz, sadece hücrelerin kullanıldığı veya mikrobiyal kültürlerden yararlanılan üretimlerin artacağını öngörüyoruz.

Robotların ve doğal üretimin birlikte değerlendirilebileceği sürdürülebilir bir dünya için çevre-dostu olan farklı stratejilerin hayata geçirilmesi mümkün görünüyor. ■

Kaynaklar

World Population Growth Rate 1950-2024. <https://www.macrotrends.net/global-metrics/countries/WLD/world/population-growth-rate>

Hasell, J. (2018). Does population growth lead to hunger and famine? <https://ourworldindata.org/population-growth-and-famines>

<https://pdf.agriexpo.online/pdf/new-growing-system-sl/ngs-hydroponic-system/187383-31638.html>

Kadakoğlu, B ve Karlı, B. (2022). Türkiye Ekonomisinde Tarıma Dayalı Önemi ve Gelişim Süreci. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 4(1), 50-59.

Daum, T. (2021). Farm robots: Ecological Utopia or Dystopia. *Trends in Ecology and Evolution*, 36(9), 774-777.