






K A P A K

# TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ

Artan dünya nüfusu, insanlığın giderek daha fazla gıdaya ihtiyaç duyması ve tarımın üzerindeki baskılar ile birlikte düşünüldüğünde, son yıllarda tarımsal biyoteknoloji oldukça kritik bir konumda. Bir bilim alanı olarak tarımsal biyoteknoloji sürdürülebilir ve üretken bir tarımı hedeflerken, üreticilerin zorluklara karşı direnç göstermesini ve bu zorlukları aşmasını sağlıyor. Türkiye’de önemli bir potansiyele sahip olan tarımsal biyoteknolojinin gelişimi için atılması gereken adımlar bulunuyor.

 FIRAT ŞİT

 HAKAN KIZIL



**E**vrim teorisi ve tarımın doğrudan ilişkili iki kavram olarak, insanlık tarihini şekillendirdiğini söylemek mümkün. Bu iki alan özellikle insanın doğa ile etkileşimi ve bu etkileşimlerin uzun vadede yarattığı değişimlerle birbirine bağlanıyor. Evrim teorisinin en temel kavramı olan doğal seçim, tarımın kökenlerinde önemli bir yer tutuyor. Tarımın ilk adımlarında, insanlar doğal çevrelerinde bulunan bitkiler ve hayvanlar arasında belirli özelliklere sahip olanları seçerek yetiştirmeye başladılar. Bu süreç, bilinçli veya bilinçsiz şekilde doğal seçimi taklit etti. Üreticiler, en verimli, en dayanıklı veya en lezzetli bitkileri ve hayvanları seçip bunları yetiştirirken, bu organizmaların genetik yapıları zaman içinde değişti ve tarımsal evrim meydana geldi. Örneğin mısır gibi bitkilerin evcilleştirilmesi, bu bitkilerin vahşi atalarından çok farklı özelliklere sahip olmasını sağladı. Tarım öncesi dönemde mısır bitkisi küçük ve verimsizdi. Ancak, binlerce yıllık seçici yetiştirme süreci sonunda, mısır bugünkü büyük ve besleyici yapısına kavuştu. Bu durum, insan müdahalesi yoluyla evrimsel değişimlerin hızlandırılabilceğini gösteren güçlü bir örnek.

Tarımsal biyoteknoloji, modern tarımın evriminde büyük bir dönüm noktası ve kökeni yüzyıllar öncesine dayanıyor. Bu alanın temelleri de insanlar tarafından bitkilerin ve hayvanların seçici yetiştirilmesiyle atılıyor. Üreticiler, binlerce yıl boyunca daha verimli mahsuller ve daha dayanıklı hayvanlar üretmek amacıyla doğal seçim süreçlerine müdahale ediyor. Bu süreçler ise ilkel biyoteknolojinin ilk adımları olarak kabul ediliyor.

### Sürdürülebilir ve üretken bir tarımı hedefliyor

Günümüzde tarım biyoteknolojisi alanında kullanılan genetik mühendislik ve CRISPR gibi modern teknolojiler, tarımda evrimsel süreçleri hızlandırmanın yeni yollarını sunuyor. Bu teknolojiler sayesinde bilim insanları, bitki ve hayvan genetik yapılarında doğrudan değişiklikler yaparak, doğal evrim süreçlerinde binlerce yıl sürebilecek değişimleri çok daha kısa sürede gerçekleştirebiliyor. Genel anlamda bitkisel üretim odaklı bakıldığında tarımsal biyoteknolojiyi bitkilerin büyümesini, verimini ve kalitesini iyileştirmek için bilimsel tekniklerin uygulanması olarak tarif eden Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Utku Avcı, "Canlı organizmalar veya



ürünlerini kullanarak bitkileri belirli tarımsal amaçlar için geliştirmeyi veya değiştirmeyi içeriyor. Bu teknikler, geleneksel ıslah yöntemlerinden modern genetik mühendisliğine kadar geniş bir yelpazede yer alıyor. Kısacası, tarımsal biyoteknoloji, daha sürdürülebilir ve üretken bir tarımı hedefliyor” diyor.

Tarım, dezenformasyonun en fazla olduğu alanlardan. Bu nedenle de geniş kitlelerce doğru bilinen pek çok yanlış bulunuyor. Bunlardan biri de tarımsal biyoteknolojinin tamamen GDO (Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar) ile ilişkilendirilmesi. Tarımsal biyoteknoloji denildiğinde akla ilk olarak GDO gelmesi yaygın bir algı olmasına karşın, GDO çalışmalarının sadece biyoteknolojinin bir kısmını oluşturduğunu ifade eden Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Nedim Mutlu, "Bitki biyoteknolojisi, genetik mühendisliği dışında, doku kültürü, moleküler markerler, biyolojik kontrol mekanizmaları, metabolomik ve

proteomik analizler gibi pek çok çalışma alanlarını kapsıyor. Bütün bu çalışmalar bitkisel üretimde verimliliği, kaliteyi, hastalıklara dirençliliği ve çevresel sürdürülebilirliği artırmayı hedefliyor” diye konuşuyor.

### Zorlukların üstesinden gelmek için vazgeçilmez bir alan

Tarımsal biyoteknoloji alanında birçok kritik konuda çalışmalar yürütülüyor. Bu çalışmalar sayesinde ise günümüzün hatta gelecekte yaşanabilecek birçok soruna çözümler aranıyor. Tarımsal biyoteknolojinin bitki üretiminde hayati bir rol oynadığına değinen Prof. Dr. Utku Avcı, "Bu alandaki çalışmalar, tarımın karşı karşıya olduğu pek çok soruna yenilikçi çözümler sunuyor. Biyoteknolojik yollarla, zararlılara, hastalıklara ve olumsuz çevre koşullarına dayanıklı çeşitler geliştirerek birim alandan daha fazla ürün elde edilmesini sağlıyor” diyor. Aynı zamanda tarımsal biyoteknoloji sayesinde daha az pestisit ve gübre kullanımına olanak tanıyan bitki çeşitleri geliştirilerek

## TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİNİN TARIMA KATKILARI

Hastalık ve zararlılara karşı direnç

Verim artışı

Çevresel koşullara uyum

Kimyasal kullanımının azaltılması

Besin kalitesinin iyileştirilmesi

Tarımsal ürünlerin saklama süresinin  
uzatılması

Toprak ve su kullanımının optimizasyonu

Biyoyakıt üretimi

Gıda güvenliğinin sağlanması

Çevresel etkilerin azaltılması

**Türkiye’de biyoteknoloji alanında faaliyet gösteren şirket sayısı artıyor özellikle bitki geliştirme ve zararlı kontrolü konularında çalışmalar yapılıyor. Fakat sektörün ölçeği ve küresel etkisi hâlâ gelişme aşamasında. Bununla birlikte, artmakta olan araştırma yatırımları, destekleyici düzenlemeler ve özel sektör katılımı ile Türkiye, global biyoteknoloji arenasında daha belirgin bir oyuncu olma potansiyeline sahip.**

**Prof. Dr. Utku Avcı**  
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi Tarımsal  
Biyoteknoloji Bölümü  
Öğretim Üyesi



çe tarımın sürdürülebilirliği ve gıda güvenliği günümüzün en fazla konuşulan konuları arasına giriyor. İklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için tarımsal üretime dair birçok politika geliştiriliyor. Bu noktada tarımsal biyoteknolojinin tarımın sürdürülebilirliği ve gıda güvenliği için nasıl bir anlam taşıdığına bakmak gerekiyor. Tarımsal biyoteknolojinin tarımın sürdürülebilirliği ve gıda güvenliği sorunlarını ele almakta önemli bir rol oynadığını vurgulayan Avcı, “Bilimsel tekniklerin bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar üzerinde uygulanmasıyla, iklim değişikliğine karşı dayanıklılık artıyor, kaynak kullanımı verimli hâle geliyor ve çevresel etkiler azaltılıyor. Örneğin, biyoteknoloji sayesinde kuraklık ve tuzluluğa dayanıklı bitkiler geliştirilerek su kullanımı azalıyor ve ekilebilir arazi miktarı genişliyor” diye konuşuyor. Ayrıca, bu bitkilerin doğal olarak zararlılara ve hastalıklara karşı dirençli hâle getirilerek kimyasal pestisitlere olan bağımlılığının azaldığını ve daha sağlıklı ekosistemler teşvik edildiğini belirten Avcı, gıda güvenliği açısından ise biyoteknolojinin, ürün verimliliğini artırdığını ve besin içeriğini iyileştirerek artan küresel gıda talebini karşılama ve yetersiz beslenmeyle mücadele etme imkanı sunduğunu söylüyor ve ekliyor: “Örneğin, biyofortifiye edilmiş bitkiler temel besin maddelerini sağlarken, depolama süresini iyileş-



çevresel etkinin azaltıldığını; bitkilerin besin değeri, lezzeti, raf ömrü gibi kalite özelliklerinin artırılarak tüketicilere daha sağlıklı ve lezzetli ürünler sunulduğunu; ilaç, biyoyakıt ve endüstriyel ürünler gibi yüksek değerli ürünler elde etmek için yeni bitki çeşitleri geliştirildiğini belirten Avcı, şöyle devam ediyor: “Artık dünya nüfusunun artması, iklim değişikliği ve sürdürülebilir tarım ihtiyacı gibi zorluklarla karşı karşıyayız. Bu zorlukların üstesinden gelinmesi açısından tarımsal biyoteknoloji, bitki üretimi için vazgeçilmez bir alan olarak kabul edilebilir. Bununla birlikte, biyoteknolojinin güvenli ve sorumlu bir şekilde kullanılması için risk değerlendirmelerinin yapılması ve kamuoyunun bilinçlendirilmesi büyük önem taşıyor.”

### İklim değişikliği karşısında kritik rolde

İklim değişikliği ile birlikte kuraklık, su sorunu, yüksek sıcaklıklar gibi doğa olayların tarım üzerinde yarattığı baskı şiddetlendik-



**Yapay zeka destekli genetik mühendisliği ile hastalıklara veya iklim değişikliğine dayanıklı ürünler üretmek mümkün oluyor. Öyle ki günümüzde çoğu projenin ilk aşaması, farklı veri tabanlarında yer alan bilgilerin işlenmesiyle başlıyor ve gelişen yapay zeka teknolojisi biyoteknolojik çözümler oluşturuyor, hedef genleri belirlemeyi kolaylaştırıyor.**

**Prof. Dr. Nedim Mutlu**  
Akdeniz Üniversitesi Ziraat  
Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji  
Bölümü Öğretim Üyesi



→ tiren özellikler gıda kayıplarını azaltıyor ve daha fazla gıdanın tüketicilere ulaşmasını sağlıyor. Ayrıca biyoteknoloji, farklı ekolojik bölgelere uygun bitkiler geliştirilerek diyet seçeneklerini genişletiyor ve alerjen içermeyen ürünler sunarak daha güvenli gıda alternatifleri sunuyor. Genel olarak tarımsal biyoteknoloji, sürdürülebilir ve güvenli bir gıda sistemi oluşturulmasına önemli katkılar sağlıyor.”

Tarımsal biyoteknolojinin gıda güvenliğinin sağlanması ve sürdürülebilirlik alanlarında büyük bir role sahip olduğunun altını çizen Prof. Dr. Nedim Mutlu da günümüzde genetik mühendisliği ve diğer biyoteknolojik araçlardan faydalanılarak zararlılara, hastalıklara ve çevresel faktörlere, örneğin kuraklığa, daha dayanıklı ürünler üretilebildiğine değiniyor ve şunları söylüyor: “Hastalık ve zararlılardan kaynaklanan verim ve kalite kayıplarının azaltılması, birim alandan daha fazla verim elde etme, zirai mücadelede daha az kimyasal kullanımı ve nihayetinde çevreye daha az zararlı etki. Bu saydıklarım, günümüzde özellikle iklim değişikliği ve küresel nüfus artışı kapsamında değerlendirildiğinde, sürdürülebilirlik ve gıda güvenliği alanında tarımsal biyoteknolojinin vazgeçilmez rolünü daha iyi anlatıyor.”

### **Yapay zeka sürece fazlasıyla katkı sağlıyor**

Yapay zeka, teknoloji ve dijitalleşme mo-

dern tarımın önemli parçalarına dönüşüyor. Bu noktada tarımsal biyoteknoloji alanında da bu unsurların nasıl entegre edildiği ve ne gibi katkılar sağladığına bakmak gerekiyor. “Yapay zeka, her alanda olduğu gibi tarımsal biyoteknolojiye de verimi, üretkenliği ve sürdürülebilirliği artırarak fayda sağlıyor” diyen Mutlu, buna dair şu örnekleri veriyor: “Makine öğrenme algoritmaları ile hastalıkları tanımlama ve salgınları öngörme imkânı sunuyor, zamanında müdahale ile minimum verim kaybı sağlanıyor. Ayrıca, yapay zeka destekli genetik mühendisliği ile hastalıklara veya iklim değişikliğine dayanıklı ürünler üretmek mümkün oluyor. Öyle ki günümüzde çoğu projenin ilk aşaması, farklı veri tabanlarında yer alan bilgilerin işlenmesiyle başlıyor ve gelişen yapay zeka teknolojisi biyoteknolojik çözümler oluşturuyor, hedef genleri belirlemeyi kolaylaştırıyor.”

Yapay zeka, teknoloji ve dijitalleşmenin

### **ZAMAN TÜNELİ** Tarımsal biyoteknolojinin gelişimi

#### **MÖ 10.000 - 8.000**

İnsanlar bitkileri ve hayvanları evcilleştirmeye başladı. Seçici yetiştirme ile daha verimli ve dayanıklı türler geliştirildi.

#### **1931**

Gregor Mendel, bitkiler üzerinde yaptığı çalışmalarla kalıtımın temel prensiplerini keşfederek modern genetik biliminin temellerini attı.

#### **1953**

James Watson ve Francis Crick, DNA'nın çift sarmal yapısını keşfetti. Bu keşif, genetik mühendisliğin ve biyoteknolojinin gelişimini hızlandırdı.

## Üreticiler olumsuz koşullara direnç sağlayabilecek

Aynı zamanda geleceğe yönelik bir tarım yaklaşımı ortaya koyan Avcı, “Ülkemiz için önemli buğdaydan örnek vermek gerekirse, gelecekte buğday tarımı, tarımsal biyoteknoloji ve yapay zeka entegrasyonu ile oldukça gelişmiş bir süreç olacak. Genetiği CRISPR gibi tekniklerle değiştirilmiş buğday çeşitleri, kuraklığa dayanıklılık, hastalıklara direnç ve besin değerinin artırılması gibi özelliklere sahip olacak” diye konuşuyor. Akıllı sensörler ve otonom makinelerin ekimden hasada kadar toprağı, bitkinin büyümesini ve hava koşullarını gerçek zamanlı olarak izleyip, sulama ve gübreleme gibi işlemleri optimize edeceğini söyleyen Avcı, “Yapay zeka, zararlıları hedefe yönelik kontrol ederek kimyasal kullanımını en aza indirirken, enerji verimliliğini artırmak için yenilenebilir enerji kaynakları kullanılacak. Bu entegre sistem sayesinde üreticiler, daha yüksek verim elde ederken çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliğine karşı direnç sağlayacaklar” diyerek önemli bir noktaya dikkat çekiyor.

Tarımsal biyoteknoloji, modern tarımda devrim yaratan ve tarımsal üretimin daha verimli, sürdürülebilir ve güvenli hâle gelmesini sağlayan önemli bir bilimsel alan olarak öne çıkıyor. Ayrıca tarımsal üretimde karşılaşılan birçok zorluğun üstesinden gelmeye yardımcı oluyor. Küresel iklim değişikliğinin etkileri artıkça gıda güvenliğini sağlamada kilit bir rol oynuyor. Türkiye'nin de yüksek tarım potansiyeli nedeniyle tarımsal biyoteknolojiye yatırım yapmanın önemini giderek daha fazla anladığını belirten Avcı, şunu da ekliyor: “Ancak dünya genelindeki hızlı teknolojik gelişmelerle kıyaslandığında, bu alanda hâlâ önemli adımlar atılması gerekiyor. Üniversitelerimizde tarımsal biyoteknoloji alanında değerli çalışmalar yapılıyor. Birçok üniversitede lisansüstü programlar ve araştırma olanakları sunulsa da akademik kadronun genişletilmesi, laboratuvarların modernize edilmesi ve araştırmalara daha fazla kaynak ayrılması şart.”



## Endişelerin ve hukuki belirsizliklerin giderilmesi lazım

Özel sektörde bu alanda faaliyet gösteren şirketlerin sayısının arttığını söyleyen Avcı'ya göre dünya genelindeki benzer şirketlerle kıyaslandığında Türkiye'deki şirket sayısı ve büyüklüğü henüz yeterli değil. “Özel sektörün bu alana daha fazla yatırım yapması ve Ar-Ge çalışmalarına ağırlık vermesi kritik öneme sahip” diyen Avcı, sözlerini şöyle sürdürüyor: “Türkiye'nin tarımsal biyoteknoloji potansiyelini gerçekleştirmek için eğitim kalitesinin artırılması, temel ve uygulamalı araştırmaların desteklenmesi, yenilikçi teknolojilerin uygulanması ve güvenli üretim için gerekli düzenlemelerin yapılması gerekiyor. Toplumun doğru bilgilendirilmesi ve biyoteknoloji ürünlerine yönelik endişelerin giderilmesi lazım. Bu sayede Türkiye, tarımsal verimliliği artıran ve sürdürülebilir tarım uygulamalarında

lider bir ülkelerden biri hâline gelebilir.”

Prof. Dr. Nedim Mutlu da Türkiye'de tarımsal biyoteknolojiye yönelik ilginin giderek arttığını ancak daha fazla gelişme ve yatırım yapılması gerektiğini düşünüyor. Biyoteknoloji alanında üniversitelerde araştırma ve eğitim kapasitelerinin genişlediğini, özel sektörde de yeni nesil biyoteknoloji şirketlerinin ortaya çıktığına değinen Mutlu, “Türkiye'nin uluslararası alanda rekabet edebilmesi için yatırım ve araştırmaların artırılması, eğitim ve iş birliklerine daha fazla önem verilmesi ve geliştirilen biyoteknolojik ürünlerin ticarileştirilmesi noktasında daha etkili ve stratejik adımların atılması yerinde olacak. CRISPR, RNAi gibi biyoteknolojik teknolojiler kullanılarak elde edilen ürünlerin (çeşitlerin) ticari yetiştiriciliği önündeki hukuki belirsizliklerin giderilmesi elzem” diyerek önemli konuya işaret ediyor.

## Üniversiteler gelişime katkı sağlıyor

Türkiye özelinde baktığımızda bugün 11 devlet üniversitesinde tarımsal biyoteknoloji bölümüne öğrenci kabul ediliyor. Mutlu'ya göre ülkenin tarım potansiyeli ve stratejik önemi göz önüne alındığında bu alanda eğitim veren üniversite



### 1941

Biyoteknoloji ile üretilen ilk GDO olan insülin üreten bakteriler piyasaya sürüldü.

### 2000'ler

Biyoteknoloji, CRISPR gibi gen düzenleme teknikleriyle daha da ileri seviyelere taşındı.

### 2020'ler

Tarımsal biyoteknoloji, sürdürülebilir tarım yöntemleri ve iklim değişikliğine uyum sağlama konularında kritik bir rol oynamaya devam ediyor.

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİNİN  
ÇALIŞMA ALANLARI

●  
Genetik mühendislik ve genetik  
modifikasyon

●  
Bitki ıslahı

●  
Mikrobiyal biyoteknoloji

●  
Biyoyakıt üretimi

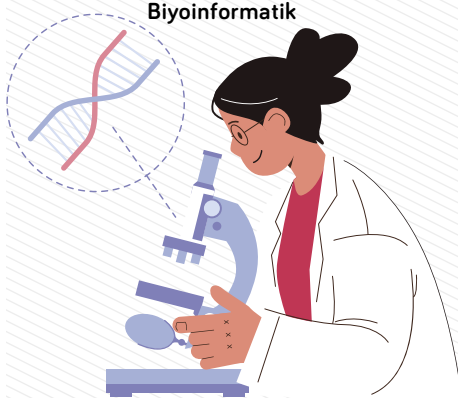
●  
Bitki hücre ve doku kültürü

●  
Moleküler markörler ve genomik

●  
CRISPR ve gen düzenleme teknolojileri

●  
Biyogüvenlik ve biyoteknoloji  
düzenlemeleri

●  
Biyoinformatik



→ sayısının yeterli olduğu söylenebilir. Bu üniversitelerin, tarım sektörünün ihtiyaç duyduğu uzmanları yetiştirerek, bölgesel farklılıklara ve tarımsal ihtiyaçlara uygun programlar sunabileceğini söyleyen Mutlu şunları ekliyor: “Üniversitelerde yürütülen Ar-Ge çalışmaları hem yerel hem de ulusal düzeyde tarımın gelişmesine katkı sağlıyor. Ülkemizde bulunan özel sektör kuruluşları ise bu mezunlar için yeterli istihdam olanakları yaratarak tarım sektörünün ihtiyaçlarını karşılayabilir ve sektördeki yatırımlarla mezunlara başarılı kariyer fırsatları sunabilir nitelikte.”

### ABD, Çin ve Brezilya bu alanda önde

Bitkisel üretim odaklı tarımsal biyoteknoloji alanına bakıldığında dünyada bazı ülkelerin bu alan üzerine daha fazla yoğunlaştığı görülüyor. Şu an özellikle GDO bitkilerin geliştirilmesi ve kullanımı açısından dünya genelinde öne çıkan bazı ülkeler bulunduğunu ifade eden Prof. Dr. Utku

Avcı, “Bunlar arasında, ABD lider konumda. Çünkü araştırma ve geliştirmeye büyük yatırım yapıyor. İyi kurulmuş biyoteknoloji şirketleri ve destekleyici bir düzenleyici ortam mevcut. Ayrıca, önde gelen üniversiteler ve araştırma kurumları, bitki genetiği, genetiği değiştirilmiş organizmalar (GMO) ve biyofortifikasyon konularında önemli katkılar sağlıyor” diyor.

ABD'nin yanı sıra Çin'in de tarımsal biyoteknolojiye büyük yatırımlar yaparak bu alanda hızlı bir gelişim gösterdiğini vurgulayan Avcı, bu ülkede genetik olarak değiştirilmiş ürünlerin geliştirilmesi, mahsul verimliliğinin artırılması ve hastalıklara karşı dayanıklılığın güçlendirilmesi konularında önemli çalışmalar yapıldığını söylüyor. Avcı, Çin'in büyük tarım sektörü ve gıda güvenliği konusundaki stratejik ilgisi bu gelişmeleri desteklediğini sözlerine ekliyor ve şöyle devam ediyor: “Brezilya, genetik olarak değiştirilmiş soya fasulyesi ve mısır gibi biyoteknoloji ürünlerinde lider. Tarıma elverişli iklimi ve büyüyen tarım sektörü,



biyoteknolojinin tarım uygulamalarına entegrasyonunu destekliyor. Brezilya'nın sürdürülebilir tarım konusundaki kararlılığı, biyoteknoloji alanındaki ön plana çıkmasını sağlıyor.”

### **Türkiye hâlâ gelişme aşamasında**

Avcı'ya göre Türkiye, tarımsal biyoteknoloji konusunda önemli ilerlemeler kaydediyor ancak lider ülkelerle kıyaslandığında hâlâ gelişme aşamasında. Türkiye'de tarımsal biyoteknoloji ile ilgili birçok üniversite ve araştırma kurumu bulunduğunu söyleyen Avcı, “Ancak araştırma ve geliştirmeye yapılan yatırımlar ve biyoteknoloji projelerinin ölçeği, lider ülkelerle kıyaslandığında daha küçük” diyerek sözlerini şöyle sürdürüyor: “Türkiye'de biyoteknoloji alanında faaliyet gösteren şirket sayısı artıyor, özellikle bitki geliştirme ve zararlı kontrolü konularında çalışmalar yapılıyor. Fakat sektörün ölçeği ve küresel etkisi hâlâ gelişme aşamasında. Bununla birlikte, artmakta olan araştırma yatırımları, destekleyici düzenlemeler ve

özel sektör katılımı ile Türkiye, global biyoteknoloji arenasında daha belirgin bir oyuncu olma potansiyeline sahip.”

### **Tarımsal biyoteknoloji büyük bir potansiyele sahip**

Tarımsal biyoteknoloji birçok açıdan tarıma sağladığı katkılarla önemini ortaya koyan bir alan. Dünyada bu alana yatırım yaparak üstünde duran ülkelerin fark yarattıkları görülüyor. Türkiye'nin de bu alana yoğunlaşarak elinde bulunan en değerli asetlerden biri olan tarımını geliştirmesi oldukça kritik. “Türkiye'de tarımsal biyoteknolojinin geleceği tarım sektöründe verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından büyük bir potansiyel taşıyor” diyerek görüşlerini aktaran Prof. Dr. Nedim Mutlu, “Bu alanın gelişmesi için Ar-Ge yatırımlarının artırılması, üniversite-sanayi iş birliklerinin güçlendirilmesi ve bölgesel ihtiyaçlara yönelik inovatif çözümler üretilmesi kritik öneme sahip. Ayrıca, tarımsal biyoteknoloji eğitimine ve teknoloji transferine yönelik programların yaygınlaştırılması, bu alanda uzman yetiştirilmesine katkı sağlayarak tarımda fark yaratabilir” diyor. Özel sektörün bu sürece aktif katılımının da tarım sektöründe biyoteknolojik yeniliklerin hızlı bir şekilde uygulanmasını destekleyeceğini düşünen Mutlu, sözlerini şöyle tamamlıyor: “İklim değişikliğinin getirdiği ve getireceği düşünülen zorluklara adapte olabilecek çeşitlerin geliştirilmesi tarımsal biyoteknolojik yöntemlerin kullanılmasını zorunlu kılıyor. Klasik bitki ıslahı ile yapılması mümkün olmayan özellikler tarımsal biyoteknoloji ile bitkilere kazandırılabilir.”

### **Tarımda fark yaratmak için bazı adımlar atılmalı**

Prof. Dr. Utku Avcı'ya göre de Türkiye, tarımsal kaynakları ve biyoteknolojik yeniliklere olan ilgisi göz önüne alındığında tarımsal biyoteknolojinin geleceği açısından büyük bir potansiyel taşıyor. Ayrıca Avcı, bu alanın gelişmesi ve tarımda fark yaratmak için yapılması gerekenleri şu şekilde özetliyor: “Tarımsal biyoteknoloji araştırma ve geliştirmeye yönelik finansal desteğin artırılması önemli. Bu, akademik araştırmalar, yeni biyoteknolojik yöntemlerin geliştirilmesi ve yeniliklerin ticarileştirilmesi için yapılan yatırımları içeriyor. Üniversitelerde

tarımsal biyoteknoloji eğitim programlarının kalitesinin ve kapsamının artırılması, yeni yetenekli araştırmacıların yetişmesini sağlayabilir. Üniversiteler, araştırma kurumları ve özel sektör arasındaki iş birliklerini teşvik etmek, daha etkili araştırma sonuçlarına ulaşılmasını ve yeni teknolojilerin geliştirilmesini hızlandırabilir. Biyoteknoloji şirketleri ve tarımsal üreticiler arasındaki ortaklıkların güçlendirilmesi, biyoteknolojik gelişmelerin pratik uygulamalarına yardımcı olabilir. Modern araştırma tesislerine ve gelişmiş teknolojilere yatırım yapmak, biyoteknolojik çözümlerin daha iyi bir şekilde geliştirilmesini ve uygulanmasını sağlayabilir. Uluslararası iş birlikleri ve araştırma ortaklıklarına katılmak, bilgi alışverişini, gelişmiş teknolojilere erişimi ve küresel standartlarla uyumu kolaylaştırabilir. Küresel biyoteknoloji girişimleri ve forumlarına aktif katılım, Türkiye'nin küresel biyoteknoloji topluluğundaki görünürliğini artırabilir ve işbirliği ve öğrenme fırsatları sunabilir. Biyoteknolojik ürünlerin onay ve ticarileştirilmesi için net ve destekleyici bir düzenleyici çerçeve geliştirmek, süreçleri hızlandırabilir ve yeniliği teşvik edebilir. Devlet, tarımsal biyoteknoloji alanında kamu-özel sektör ortaklıkları ve destek programları yoluyla devam eden destekleri sürdürmeli. Ayrıca, bu alanda araştırma ve geliştirmeyi teşvik eden politikaların uygulanması faydalı olabilir. Tarım üreticilerini ve genel kamuoyunu tarımsal biyoteknolojinin faydaları ve güvenliği hakkında bilgilendiren kamu farkındalığı kampanyaları düzenlenebilir.”

### **Kritik rol üstlenmeye devam edecek**

Tarımsal biyoteknoloji, tarihsel olarak bitki ve hayvanların seçici olarak yetiştirilmesiyle başlıyor ve 20. yüzyılda genetik mühendislik ve modern bilimsel gelişmelerle büyük bir atılım yapıyor. Günümüzde bu teknoloji, gıda üretimini optimize etmek ve küresel tarımsal zorluklarla başa çıkmak için kritik bir araç hâline geliyor. Sonuç olarak, tarımsal biyoteknoloji, tarımda daha sürdürülebilir üretim yöntemlerinin geliştirilmesi, kaynakların daha etkin kullanılması ve çevresel etkilerin azaltılması açısından hayati bir öneme sahip. Bu teknoloji, dünya nüfusunun hızla artması ve tarımsal üretim üzerindeki baskıların artmasıyla birlikte, tarımın geleceğinde kritik bir rol oynamaya devam edecek gibi görünüyor. ■