

**2004 TÜRKiYE İKTİSAT KONGRESİ  
BİLİM VE TEKNOLOJİ POLİTİKALARI  
ÇALIŞMA GRUBU RAPORU**

**EK III**

**25 Aralık 2003**

# TÜRKİYE BİLİMLER AKADEMİSİ

## Moleküler Yaşam Bilim ve Teknolojileri (MYBT)

### Araştırma Öngörü Çalışması

Aralık 2003

-Yönetici Özeti-

#### SUNUŞ

*Moleküler Yaşam Bilimleri ve Teknolojileri (MYBT) Öngörü Raporu, Türkiye Bilimler Akademisi'nin koordinatörlüğünde ve Devlet Planlama Teşkilatı'nın desteğiyle, akademisyen ağırlıklı, ve çeşitli kamu kuruluşları ve özel sektör temsilcilerini de içine alan deneyimli bir uzmanlar takımının iki yıl süren bir çalışmasının ürünüdür. Yüzden fazla uzman, raporun yazılmasına doğrudan katkıda bulunmuş, öngörü çalışmasının geçici sonuçları raporun kapsadığı alanlarda faaliyet gösteren 445 kişinin tek tek görüşlerine sunulmuş ve nihai rapor bu görüşler doğrultusunda şekillenmiştir.*

*MYBT moleküler biyoloji ve modern biyoteknolojiye dayanan yaşam bilim ve teknolojilerini kapsayan bir tanımdır. Bu raporda MBYT, "Sağlık", "Bitkisel Üretim", "Hayvancılık", "Gıda", "Endüstri", "Genetik Kaynaklar" ve "Çevre" alanlarına sınıflandırılarak incelenmektedir. "Bilim ve Teknolojisi ile Büyüyen Türkiye" vizyonundan hareketle, bu 7 alanda, toplumsal refahın yükseltilmesi açısından en önemli sosyoekonomik hedefler saptanmıştır. Rapor bu hedeflere, en geç 20 yıl içinde ulaşabilmek için gerekli görülen bilim ve teknoloji faaliyetlerini önceliklerine göre sınıflandırılarak kullanıcının bilgisine sunmaktadır.*

*Rapor, Türkiye'de MYBT alanında faaliyet gösteren yaklaşık 2000 kadar araştırmacı ve uzmanın beşte bir gibi yüksek bir diliminin görüşlerini yansıtmaktadır. Diğer bir deyişle, raporun ortaya çıkardığı öncelikler, ülkemizde bu alana emek verenlerin belirlediği bir yol haritasının önemli kilometre taşlarıdır. Bu katılımcı özellik raporun en güçlü yönüdür. Böylece, MYBT alanında, somut sosyoekonomik hedefler doğrultusunda gerçekleştirilmesi arzu edilen ve gerekli görülen araştırma, geliştirme, eğitim ve yasal düzenleme faaliyetleri de somutlaşmış olmaktadır. Ancak, raporda öngörülen faaliyetlerin maliyet/yarar analizleri yapılmamıştır. Çok sayıda faaliyet sözkonusu olduğundan, bunların tümünün uygulamaya konmasını beklemek yanıltıcı olacaktır. Ayrıca, bir çok katılımcının katkısına rağmen, raporda belirlenen öncelikler, ülkemizdeki mevcut birikiminin bir yansıması olduğundan, MYBT alanında en ileri düzeyde olan ülkelerin beklenti ve önceliklerine göre bazı eksiklikler taşıyabilir.*

*Yukarıda özetlenen gerekçelerden yola çıkarak, beklentimiz, alanında ilk kez gerçekleştirilen bu öngörü raporunun, MYBT'de ülke stratejilerini belirlemede bir başvuru kaynağı olmasıdır. Hükümetlerin, ve Devlet Planlama Teşkilatı, TÜBİTAK ve YÖK gibi yönlendirici ve yatırımcı kamu*

*kurumlarının, MYBT alanına giren eylem planlarını hazırlarken, bu raporun öne çıkardığı öncelikleri dikkate almaları gerektiğine inanıyoruz.*

*Diğer taraftan, bu öngörü raporunun ülkemizde MYBT alanında bir tartışma platformunu yaratması beklenmelidir. Raporun artı ve eksileri ortaya konulmalı, raporun çıktıları periyodik olarak gözden geçirilerek, MYBT öngörülerini ulusal ve uluslararası gelişmelerin ışığında sürekli olarak yenilenmelidir. Yirmi birinci yüzyıl, bilim ve teknolojinin önceden tahmin edilmesi imkansız olan gelişmelerine tanık olmaktadır. Bu sürekli değişime ayak uydurabilmek için MYBT öngörülerimiz düzenli olarak gözden geçirilmeli, öngörü çalışması statik değil dinamik bir özellik taşımalıdır.*

*MYBT öngörü çalışması uzun bir zaman dilimi içinde, yüzlerce araştırmacı ve uzmanın özverili çalışmaları sayesinde tamamlanabilmiştir. Bu süreçte emeği geçen kişi ve kurumlara, özellikle bu çalışmalara maddi destek sağlayan Devlet Planlama Teşkilatı'na, projenin her aşamasında yoğun katkıları ile bizleri destekleyen Prof. Engin Bermek'e, sıra dışı yaratıcılığı ve düşünce üretkenliğiyle öngörü projesine yepyeni anlamlar kazandıran Prof. Metin Durgut'a, öngörü tekniğinin ülkemizdeki en iyi uzmanı olduğuna inandığımız Sayın Aykut Göker'e, Prof. Ahmet Şevket Üçer'e, engin deneyimleriyle projeyi yönlendiren kurul üyelerimize, yoğun bir iş temposuyla gerçekleşen proje çalışmalarına müthiş bir özveriyle sürekli katkı yapan ve raporun, aynı zamanda mimarları ve düşünce işçileri olan, yürütme kurulu ve panel üyelerine, öngörü çalışmasının 'sabırlı mühendisi' Karar Danışmanlık'tan Prof. Dr. Metin Ger'e ve Sayın Nurhan Koral'a, ve nihayet, sonuç raporuna giden 'uzun yürüyüşümüzde' bize yoldaş olan, en zahmetli işleri üstlenen, yüksek bilgi ve becerisini çalışmanın her aşamasında en etkin biçimde kullanarak işimizi zamanında tamamlamamızı sağlayan proje sekreteri Dr. Ayşe Ergüven'e sonsuz şükranlarımızı sunuyoruz.*

*Prof. Mehmet Öztürk  
Proje Koordinatörü*

## BÖLÜM 1- YÖNETİCİ ÖZETİ

*Moleküler Yaşam Bilimleri ve Teknolojileri (MYBT)*, insan, hayvan, bitki ve mikroorganizmaların genetik olarak belirlenmiş moleküler yapı ve işleyişleri ile ilgili araştırmaları ve bu araştırmaların sağladığı bilgiyi doğal çevre ile uyumlu bir biçimde sosyo-ekonomik faydaya dönüştürmeyi amaçlayan teknolojileri kapsayan bir kavramı ifade eder. MYBT, insan genomunun okunmasından, kuzu *Dolly*'nin klonlanmasına, rekombinant ilaçlardan genetik olarak değiştirilmiş bitkilere kadar çok geniş bir yelpaze içinde günlük yaşamımızı etkilemektedir. Bunların da ötesinde, MYBT, gelişmiş ülkelerde kısaca "modern biyoteknoloji" olarak tanımlanan, önemli ve dinamik bir endüstriyel faaliyet alanı haline gelmiştir. MYBT'nin etkileri gelişmiş ülkelerle sınırlı değildir. Gelişmekte olan ülkelerin başlıca ekonomik değeri olan bitkisel üretim, genetik olarak değiştirilmiş bitkilerin ekimine başlanması ile, artık bu teknolojilerin etki alanına girmiştir. Rekombinant ilaçlar, bir yandan kanser, hepatit, diyabet ve böbrek yetmezliği gibi bir çok hastalığın tedavisinde eşi görülmemiş başarılarla ulaşılmalarını sağlarken, diğer yandan, bu tür ilaçları çok yüksek fiyatlarla ithal etmek zorunda olan Türkiye gibi ülkelerde, tedavi giderlerini aşırı biçimde arttırmakta, sosyal sigorta sistemlerindeki dengeleri sarsmaktadır. Kısacası, MYBT artık sadece gelişmiş ülkelerin bir uğraş alanı değildir ve gelişmekte olan ülkelerin de sosyo-ekonomik yapılarını etkiler hale gelmiştir.

MYBT öngörü çalışması, "*bilimsel konularda ve bilimsel önceliklerin saptanması amacıyla incelemeler ve danışmanlık yapmak*" konusunda yasayla görevlendirilmiş olan Türkiye Bilimler Akademisi-TÜBA'nın "*bilim politikaları öngörü çalışmaları*" kapsamında, Devlet Planlama Teşkilatı'nın desteği ile gerçekleştirmiş olduğu bir çalışmadır.

MYBT'nin öncelikli olarak ele alınmasının başlıca gerekçesi, yukarıda da belirtildiği gibi, moleküler biyoloji, genetik, genomik ve biyoteknolojinin, son yıllarda, sadece gelişmiş ülkelerde değil, aynı zamanda, Uzak-Doğu'dan Latin-Amerika'ya kadar gelişmekte olan ülkeler coğrafyasında da öncelikli, vazgeçilemez faaliyet alanları haline gelmiş olmasıdır. Bu manzara karşısında Türkiye'nin kayıtsız kalması beklenemez.

Her ne kadar, "biyoteknoloji" zaman zaman ulusal bilim ve teknoloji politikaları kapsamında çeşitli kuruluşlarca ele alınmış olsa da, ülkemizde "moleküler yaşam bilimleri ve teknolojileri" kapsamında uzun vadeli bir öngörü çalışması gerçekleştirilmemişti. TÜBA'nın farklı bir yaklaşım ve bakış açısına dayanan "öngörü" yöntemini kullanarak hazırladığı bu rapor, Türkiye MYBT politikasının kapsamını ve öncelikler listesini, hükümetin, parlamenterlerin, siyasi organların ve kamuoyunun bilgisine sunarak, bir tartışma ve eylem hareketini başlatmayı amaçlamaktadır.

## 1.1. TÜRKİYE'DE MOLEKÜLER YAŞAM BİLİMLERİ VE TEKNOLOJİLERİNİN MEVCUT DURUMU

MYBT öngörü çalışması bir kaç aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, "Türkiye'de Moleküler Biyoloji, Genetik ve Biyoteknoloji"nin mevcut durumu, TÜBA tarafından düzenlenen kapsamlı bir anket çalışması ile tesbit edilmiştir.

Anket değerlendirmeleri, aşağıdaki hususları öne çıkarmaktadır.

Ülkemizde, 27 Fen Fakültesi, 27 Tıp Fakültesi, 16 Ziraat Fakültesi, 7 Veteriner Fakültesi ve 4 Mühendislik Fakültesi olmak üzere toplam 71 fakültede, ve 4 üniversite-dışı kamu araştırma kuruluşunda, moleküler biyoloji, genetik ve/veya biyoteknoloji alanlarında faaliyet gösteren, toplam 137 araştırma birimi vardır. Bu birimlerde, 245 profesör, 160 doçent, 236 yardımcı doçent olmak üzere 641 akademisyen, 72 öğretim görevlisi, 493 doktora öğrencisi ve 571 master öğrencisi çalışmaktadır. Bu verilerden hareketle, ülkemizde toplam 1970 araştırmacı ve uzmanın MYBT'yi bir uğraş alanı olarak seçtikleri anlaşılmaktadır.

Anketin kapsadığı 1998-2000 yıllarına yayılan 3 yıllık dönemde, anketimizi yanıtlayan 137 araştırma birimi bilimsel çalışmalarını, *Science Citation Index* (SCI) dergilerinde yayınlanan toplam 566 bilimsel makale ile somutlaştırmıştır. Bu yayınlara, 2003 yılında kadar, başkalarının yapılan toplam atıf sayısı 1299 olarak gerçekleşmiştir. Aynı 3 yıllık dönemde, anketi yanıtlayan bütün birimlerin beyen ettiği toplam patent, patent başvurusu, faydalı model ve tescilli ürün sayısı 17'dir.

Geleneksel olarak, kurumların ve bireylerin bilimsel araştırma verimliliği yayın sayısına göre, yapılan araştırmanın bilimsel etkinliği ise, bu yayınlara yapılan atıf sayısı ile ölçülmektedir. Yukarıda verilen rakamlardan hareketle yapılan hesaplamalara göre, ülkemizdeki MYBT birimlerinin yıllık ortalama yayın sayısı 1,3 olup, araştırmacı başına yıllık ortalama yayın sayısı ise 0,095'dir. Diğer yandan, birim başına yıllık ortalama atıf sayısı 9,5 olup, bunun araştırmacı başına yıllık ortalaması 0,66'dır.

Özellikle uygulamaya yönelik araştırmaların değerlendirilmesinde, patent, faydalı model ve tescilli ürün sayıları önemli bir kriteri teşkil eder. Bu bağlamda, yıllık ortalama patent ve benzeri ürünlerin birim başına sayısı 0.04, araştırmacı başına ise 0.003'dür.

Yukarıda sunulan verileri şöyle özetleyebiliriz:

- Türkiye'de sayıları 150'ye yaklaşan araştırma birimi (bölüm, enstitü, merkez) MYBT alanında faaliyet göstermektedir ve bu birimlerde çalışan yetişmiş insan sayısı 2000 dolayındadır. Ortalama birim başına araştırmacı/uzman sayısı 15 dolayında olup, bu rakam gelişmiş ülkelerdeki benzer birimlerde gözlenen 30-60 sayılarına kıyasla pek de yetersiz görünmemektedir. Bu saptamalar, Türkiye'nin MYBT alanında somut bir yapılanma ve yetişmiş insan birikimine sahip olduğunu işaret etmektedir.

- Diğer yandan, verimliliğin ölçülebilir parametreleri olarak ele alınan bilimsel yayınlarla patent ve benzeri ürünlerin sayısı ve düzeyi , mevcut yapının henüz kurumsallaşamadığını işaret etmektedir. Bilimsel verim düşüklüğünün başlıca göstergesi, birim sayısı ile yıllık yayın sayısının neredeyse birbirlerine eşit olması, ayrıca yayınlanmış eserlere yapılan atıfların oldukça düşük kalmasıdır. Patent ve benzeri ürünlerdeki verimlilik bilgileri ise, ülkemizdeki MYBT araştırmalarının henüz teknoloji üretme kaygısı taşımadığı izlenimi vermektedir.

Mevcut MYBT yapısındaki verim düşüklüğü, ülkemizdeki diğer bilimsel alanlardaki durumdan farklı değildir. Verim düşüklüğünün nedenleri anket kapsamında araştırılmamıştır. Ancak, genel kanı, bunun başlıca nedenlerinin, çoğunlukla üniversitelerde kurulmuş olan MYBT birimlerindeki yetişmiş kadroların aşırı eğitim yükleri ve araştırmacının finansmanında yaşanan güçlükler olduğu yönündedir. Bu iki sorunun kısa bir süre içinde, bazı yasal düzenlemelerle ve kaynak aktarımı ile halletmek mümkün görünmektedir. Böylece, ülkemiz için çok değerli bir potansiyele sahip olan mevcut teknik ve insani altyapıya dinamik bir özellik kazandırılabilir.

Yukarıda sunulan kamu kuruluşları ile karşılaştırıldığında, ülkemizde, MYBT alanlarındaki özel sektör faaliyetinin, gerek altyapı kapasitesi, gerekse ekonomik değer olarak, anlamlı bir düzeyde olmadığı gözlenmektedir. Bu bağlamda, TÜSİAD'ın Aralık 2000<sup>(\*)</sup> tarihinde yayımladığı "Uluslararası Rekabet Stratejileri: Biyoteknoloji" raporu verilerine göre, ülkemizdeki ilaç, gıda, tarım gibi sektörlerde yer alan güçlü firmalarda MYBT alanında uzmanlaşmış Ar-Ge birimleri yoktur. Son yıllarda ilk denemelerini gözlemlediğimiz küçük ölçekli bir kaç biyoteknoloji firması ise henüz başarı öyküleri yaratamamıştır. Modern biyoteknoloji araştırma ve yüksek teknolojinin ürünü olarak ortaya çıktığı için, kamu kurumlarındaki mevcut araştırma ve teknoloji verimliliği göz önüne alındığında, özel sektörümüzdeki bugünkü durumu şaşırtıcı olmamalıdır.

Sonuç olarak, ülkemizde MYBT alanında hatırı sayılır ölçüde bir yapılanma ve yetişmiş kadronun olduğu saptanmıştır. Ancak, mevcut sistemimiz, bu kadroların bilimsel, teknolojik ve ekonomik değerler yaratmasını engellemektedir. İnsan yetiştirmek, zaman açısından, teknoloji geliştirme faaliyetlerinde en uzun süren aşamasıdır. Bu nedenle, Türkiye yetişmiş kadrolarının değerinin farkına vararak, bölgesel anlamda yakalamış olduğu bu üstünlüğünü, kısa bir sürede MYBT alanında bilimsel, teknolojik ve ekonomik üstünlüğe dönüştürebilir. Bu genel çerçevede içinde, MYBT alanında bir öngörü çalışmasının stratejik önemi kolayca anlaşılabilir.

---

(\*) "Uluslararası Rekabet Stratejileri: Biyoteknoloji" TÜSİAD Rekabet Stratejileri Dizisi 7 Aralık 2000 TÜSİAD-T/2000-12/289

## 1.2. MYBT ULUSAL POLİTİKALARININ ANA HEDEFLERİ

Gerek Dünya'daki gelişmeler, gerekse Türkiye'nin MYBT alanındaki mevcut durumdan hareketle, öngörü projesinin çalışma yöntemi, amacı ve kapsamı belirlenmiştir.

“**Bilim ve teknoloji ile büyüyen Türkiye**” vizyonuna dayanan MYBT öngörü projesinin ilk adımında, ulusal politikaların aşağıdaki hedefler ve öncelikler temelinde biçimlenmesi gerektiğine karar verilmiştir:

- Biyoteknolojideki gelişmelerin toplum ve kişi sağlığına maliyetçe etkin biçimde yansıtılması;
- Tarımda çevre dostu ve sürdürülebilir büyüme,
- Sağlık ve gıdada güvenilirlik ve güvenliğin sağlanması,
- Modern biyoteknolojiye dayalı endüstrinin geliştirilmesi,
- Genetik kaynakların korunması ve ülkenin sosyo-ekonomik yararına kullanılması,
- Temiz çevre biyoteknolojisi.

Bu altı ana öncelikten hareketle, MYBT çalışmalarının "Sağlık", "Bitkisel Üretim", "Hayvancılık", "Gıda", "Endüstri", "Genetik Kaynaklar" ve "Çevre" ana başlıkları altında toplanması uygun bulunmuştur.

Öngörü çalışması bir kaç aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, az önce sıralanan ana başlıklar altında 7 çalışma paneli oluşturulmuştur. Toplam 85 uzmanın katıldığı bu çalışma panelleri, bir kaç evrede gerçekleştirdikleri çalışmalarlarıyla, mensup oldukları panel konularında Sosyo Ekonomik Hedefleri (SEH), Öncelikli Bilimsel ve Teknolojik Faaliyet Konularını (ÖBTFK) ve Kritik Araştırma Alanları (KAA) belirlemiştir. İkinci bir aşamada, çalışma panellerinin oluşturduğu öngörü parametreleri, bir anket çalışması ile, MYBT alanında çalışan 445 kişinin görüşüne sunulmuştur. Diğer bir deyişle, Türkiye'de MYBT alanında çalışan her beş kişiden birisi, ön çalışma sonuçlarını değerlendirme fırsatı bulmuştur. Böylece, Türkiye'de ilk kez MYBT alanında çalışanların anlamlı bir bölümünün süzgeçinden geçmiş bir yol haritası ortaya çıkarılmıştır.

Öngörü çalışmasının sonuçlarına göre, 2003-2023 yıllarını kapsayan 20 yıllık dönemde, MYBT aşağıda belirtilen sosyoekonomik hedeflere ulaşmamızda kritik bir rol oynayacaktır.

### 1.3. SOSYOEKONOMİK HEDEFLER

Çalışma gruplarının belirlediği hedeflerden bir kısmı MYBT alanında ortak hedefler olarak, diğerleri ise değişik çalışma alanlarını doğrudan ilgilendiren özel hedefler olarak ortaya çıkmıştır.

#### 1.3.1. ORTAK HEDEFLER

- Araştırma ve geliştirme çalışmalarını destekleyerek ve bilişim teknolojisindeki gelişmelerden yararlanarak, biyoteknoloji dahil ilgili endüstriyel alanlarda önemli gelişmeler sağlamak.
- Araştırma kurumlarındaki uzman kadroları politik kaygılardan uzak ve amaca yönelik olarak oluşturmak.
- Araştırmaya ayrılan kaynak ve insan gücünü arttırmak ve böylece ileri teknoloji olanakları bulunan araştırma merkezlerini verimli hale getirmek.
- Bilim insanı yetiştirme önceliklerini Türkiye'nin MYBT alanındaki stratejik hedeflerine uygun olarak belirlemek ve beyin göçünü engellemek
- Yasal yapılanmayı gelişime açık, güncellenebilir ve yeni koşullara kolayca adapte edilebilir bir strateji ve sistematığe kavuşturmak.
- Üniversite araştırma merkezleriyle koordinasyon içerisinde, teknokentlerde kendi ürünlerini geliştirebilen ve yurt dışı pazarlarda rekabet edebilen bir endüstri geliştirmek.
- Teknoloji geliştirmede üstün olan ülkeleri koruyan ve gelişmekte olan ülkelerin aleyhine olan hükümlerin uluslararası sözleşmelerde yer almasını engellemek için, bu alanda uzmanlaşmış resmi odak noktalarını oluşturmak.
- Teknolojiyi temel bilime dayalı olarak üretmek.
- Kapasite arttırımı, teknoloji transferi ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlayacak finansal ortaklıkları geliştirme stratejisini kurmak.
- Kamu kuruluşları ile üniversite ve sanayi işbirliğini teşvik etmek.
- Kaliteli insan gücüne dayanan kaliteli hizmet sunumunu sağlamak.
- Tıp, eczacılık, biyoteknoloji ve kimya alanlarında Ar-Ge yapabilen, teknoloji geliştirebilen bir ülke olmak.
- Devlet öncülüğünde ve özel sektör desteği ile, biyoteknoloji alanında enstitü ve araştırma kuruluşları oluşturmak ve bunları etkin olarak işletmek
- Bilgi bankaları ve teknoparklarda "mükemmeliyet merkezi" kümeleri oluşturmak.



- Biyogüvenlik önlemlerinin getirilmesini zorunlu kılmak ve bu konuda yasal yapılanmayı, bilinçlendirmeyi sağlamak.
- Küresel erken uyarı mekanizmasının kurulmasına esas olabilecek nitelikteki ulusal sistemi gerçekleştirmek ve uluslararası platformdaki erken uyarı ağında yerini alacak stratejileri belirlemek.

### **1.3.2. SAĞLIK SEKTÖRÜ HEDEFLERİ**

- Toplumda çevre sağlığı, birey sağlığı ve koruyucu hekimlik bilincini yaygınlaştırmak ve bu şekilde hastalıkların önlenmesi veya erken tanısıyla toplumda sağlıklı bireylerin oranının artırmak, böylece sağlık giderlerini azaltmak.
- Gen tedavisi, kök hücre tedavisi ve benzeri yöntemlerinin araştırılması, geliştirilmesi ve tedavide uygulanması ile, MYBT'de kazanacağımız yetkinliğe de dayalı olarak, Türkiye'yi belli alanlarda, bulunduğumuz bölgede başlıca teşhis ve tedavi merkezlerinden biri hâline getirmek.
- Sağlık konusundaki öncelikleri somut olarak saptamak ve kaynak planlamasına dayanak oluşturacak uzun vadeli ulusal planlamanın genel hatlarını belirlemek,
- Yetki dağılımı ve örgütlenme konularında yasal düzenlemeleri gelişmiş ülkelerdeki uygulamalara paralel biçimde yapmak.
- Mesleki eğitim ve uzmanlık alanlarını ülkenin gereksinimlerine göre belirlemek ve ilgili kişileri gereken sayıda ve kalitede yetiştirmek.
- Farmasötik biyoteknolojiyi desteklemek, uluslararası firmaların ilaç geliştirme çalışmalarına katılım sağlanarak yurtiçi araştırma çalışmalarına destek sağlamak.
- 2004 yılından itibaren moleküler tıp eğitimini tüm sağlık yüksek eğitim birimlerinde başlatmak.

### **1.3.3. ENDÜSTRİYEL ÜRETİM SEKTÖRÜ HEDEFLERİ**

- Biyoteknoloji alanında teknoloji üretiminde söz sahibi ülkelerden biri, biyoteknolojik ürün gruplarından en az birinde dünya lideri olmak.
- Biyoteknolojik yöntemlere dayanan tanı ve tedavi araçlarının üretilmesi ile katma değeri yüksek ürünler ortaya çıkartarak, ulusal sanayiye küresel rekabet gücü kazandırmak.
- DNA aşılı, sentetik peptid aşılı, subunit aşılı gibi modern teknoloji ile hazırlanan aşılı geliştirmek.
- Yeni gelişen teknolojilere dayalı üretim yapan ilaç sanayisinin kurulmasını desteklemek.
- Ülke gereksiniminin en az % 50'sini yerli ilaç sanayisi ile karşılamak,

- Ar-Ge ve biyoteknolojik ilaçlar alanında atılım yaparak özellikle jenerik ve biyojenerik ilaçlarda dış pazarlarda rekabetçi konumumuzu yükseltmek, terapötik proteinler gibi katma değeri yüksek ürünleri dünya pazarlarına sunabilmek.

#### **1.3.4. GIDA SEKTÖRÜ HEDEFLERİ**

- Bitkisel gıda üretiminde, kendine yeterli olmak, bölgesindeki ülkeleri besleyebilecek bir kapasiteye ulaşmak, ekolojik ve ekonomik anlamda sürdürülebilir bir üretim sağlamak ve bu amaçla biyoteknolojiyi ve ileri tarım teknolojilerini bitki ıslahı ve üretimi çalışmalarında yoğun olarak kullanmak ve yaymak.
- Gıda konusunda kontrol ve güvence anlayışını bütünleştirmek.
- Gıda kökenli risklerin ve olayların sıklığını belirlemek, sorunların kaynağına inilebilmesi açısından raporlama ve veri toplama sorumluluklarının yerine getirilmesini yakınlaştırmak.
- Tarımda gıda kalitesi ve güvenliğinin sağlanmasıyla ilgili, ileriye dönük, uzun zaman sürecini kapsayan, bilimsel dayanaklı, siyasetten etkilenmeyen, sürekliliği olan planlar ve politikalar belirlemek.
- Ülkemiz insanını genetik olarak değiştirilmiş organizma (GDO) ihtiva eden gıdalar konusunda bilgili, bilinçli ve duyarlı kılmak, bu konuda bilim adamlarına, denetim mekanizmasına ve sanayiciye (üreticiye) güvenebilir konuma getirmek.
- Gıda hammaddelerinde ve işlenmiş gıdalardaki GDO bileşenlerin kalitatif ve kantitatif olarak belirlenmesine yönelik uluslararası kabul görmüş, yeni yöntemler geliştirebilen ve çevre ülke araştırmacılarına eğitim verebilen merkezi bir laboratuvar kurmak.
- GDO'ların çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkilerin üzerinde uzmanlaşan ve bölgesel olarak risk değerlendirme çalışmalarında işbirliği sağlayan bir araştırma merkezi kurmak.
- Beslenme konusunda eğitim eksikliğini tamamlayarak sosyoekonomik düzeyi düşük olan ailelerin daha iyi ve yeterli beslenebilmelerini sağlamak.

#### **1.3.5. AGRONOMİ SEKTÖRÜ HEDEFLERİ**

- Arazi sınıflamasını yapmak, erozyonu önleme çalışmalarına kaynak aktarımını sağlamak, çayır ve meraların işletme planlarını yapmak.
- Su kaynaklarının yukarı havzalarını (biyolojik ve teknik olarak) ıslah etmek, yerüstü ve yer altı su rezervlerini çoğaltmak ve korumak, tarımda ve endüstride suyu etkin kullanmak.

- Ekosistemlerle ilgili envanter çalışmalarını, hukuki düzenleme ve disiplinler arası işbirliği çalışmalarını tamamlamak, bu çalışmalara sivil toplum örgütlerinin etkin katılımı sağlamak.
- Çevre kirliliğini önleyici yasa ve yönetmelikleri etkin hale getirmek, bu konuda toplumu bilinçlendirmek, kısa ve orta vadeli projelerle deniz, hava, akarsu ve toprak kirliliğini beş yıl içinde %50 azaltmak.
- Yabancıların Türkiye'deki genetik kaynakları kullanarak geliştirdikleri buluş ve çeşitlerle ilgili fikri mülkiyet haklarının (patentler, çeşit tescilleri vb.) olumsuz ekonomik etkisini en aza indirmek, izinsiz ve karşılıklı fayda paylaşımı gözetmeyen kaynak kullanımını engellemek, teknoloji aktarımını ve ekonomik faydaların paylaşımını sağlamak, genetik kaynaklarımızı kullanarak buluş ve çeşit geliştirebilecek düzeyde teknolojiye sahip olmak.
- Bitkisel ve diğer gen kaynaklarını modern teknolojiler kullanarak korumak, genetik ve moleküler düzeyde tanımlamak ve patentlemek misyonu çerçevesinde Ulusal Gen Kaynakları Enstitüsü kurmak.
- Hastalık ve zararlılardan arındırılmış bitki materyallerinin (fidan gibi) kitle üretimlerini gerçekleştirmek ve bu alanda halen varolan yurtdışına bağımlılıktan tamamen kurtulmak.
- Katma değeri yüksek ve Türkiye için rekabet şansı büyük stratejik ürünlerde (özellikle gen kaynağı Türkiye'de olan ürünlerde) biyoteknolojinin modern yöntemlerini kullanarak abiyotik stres etmenlerine ve hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı yeni bitki genotipleri geliştirmek ve bu alandaki ıslah çalışmalarına ivme kazandırmak ve teşvik etmek.
- Geleneksel çeşit ve ırkların varlığını sürdürülerek, yeni çeşit ve ırkların geliştirilmesinde kullanmak.
- Çevre dostu teknolojilerin kullanımına yönelik teşviklerle genetik kaynaklar üzerinde çevre kirliliğinin olumsuz etkilerini en aza indirmek.
- Türkiye'yi biyoçeşitliliği ve doğal ekosistemleri etkin şekilde koruyan bir ülke konumuna getirmek.
- Genetik kaynakların envanterini ve tanımlamasını yaparak kayıt altına almak.
- Genetik kaynakları koruyarak, verimli kullanma alışkanlığına sahip bir kırsal kültür oluşturmak. Bu alandaki teknoloji ve bilimin çıktılarının kırsal alandaki etkinliklere olumlu bir şekilde yansımaları sağlamak; kırsal alan ve bilim/bilim adamı arasındaki kopukluğu ortadan kaldırmak.

- Bitkisel üretimde doğal kaynaklarımızı (toprak, su, bitki genetik kaynaklarımızı) sürdürülebilir kullanarak sadece bugünkü değil gelecek kuşakların da gıda güvenliğini sağlamak.
- Doğadan bilinçsiz bitki materyeli toplanmasını ve bu nedenle genetik kaynakların yok olmasını engelleyici yasal düzenlemeler yapmak ve bunları uygulamak.
- Transgenik bitki teknolojilerini uygulayabilecek ve sonuçlarını ürüne çevirebilecek mekanizmalar oluşturulmak.
- Stratejik ürünlerde (buğday, pamuk, mısır, domates gibi) MYBT kullanarak yağ, protein, aminoasitleri, vitamin, mikroelement ve lif gibi kalite etmenlerince iyileştirilmiş yeni bitki genotipleri geliştirmek.
- Zengin bitkisel gen kaynaklarını kullanarak ve biyoteknolojiden yararlanarak stratejik ürünlerde hedef genler açısından iyileştirilmiş nitelikli tohumlar geliştirmek, kaliteli tohumluk üretimi ile ülkemizin bitkisel üretimini arttırmak ve tohumluk ithali yerine tohumluk ihraç eder duruma geçmek.
- Küresel ısınma sonucu ortaya çıkan küresel iklim değişikliklerini göz önüne alarak, bitkisel üretimi bu yeni koşullara uyacak şekilde geliştirmek.
- Güneş enerjisinden maksimum düzeyde yararlanma yönlerini geliştirmek; bitkilerin güneş enerjisini bağlama yöntemlerinin (fotosentez olayının) genetik ve fizyolojik temellerini açıklamak; ve bu bilgileri uygulamaya aktarmak.
- Bitki biyokimyası ve stres fizyolojisi araştırmaları yapmak, bunları marginal alanlarda dahi tarımsal üretim yapılmasında uygulamak.
- Biyoteknolojik gelişmeleri, üretim popülasyonlarına sağlıklı bir biçimde aktarılabilmesi için ıslah programları ile birlikte değerlendirmek.
- Hayvanlarımızın genetik ıslahını modern biyoteknolojilerin kullanımı ve yaygınlaştırılması ile sağlayarak birim hayvandan alınan verim bakımından en azından dünya ortalamasına yakın değerlere ulaşmak veya ideal olarak Avrupa Birliği ülkelerinin seviyelerine yakın bir verimlilik seviyesine ulaşmak.
- Hayvan sağlığına bağlı olarak ortaya çıkan sağlık sorunlarını çözmek, koruyucu hayvan sağlığına gerekli önemi vermek.
- Hayvan hastalıklarının hızlı ve erken teşhisini sağlayacak teknolojiler geliştirmek ve bunların yaygın kullanımını sağlamak suretiyle insan sağlığı için sağlıklı gıda üretmek.

- Hayvan beslemede kullanılan yemlerin besin değerlerinin artırılarak ve mevcut yemlerden hayvanların daha etkin yararlanmasını sağlayarak hayvancılıktaki yem probleminin çözümüne önemli derecede katkıda bulunmak.
- Et ve süt sığırlarımızın verim düzeylerini en iyi kültür ırkı hayvanların üzerine çıkarmak, ülkede kişi başına kırmızı et tüketimini 35-40 kg çıkarmak, süt ve süt ürünleri tüketimini Avrupa düzeyine çıkarmak.

#### 1.4. ÖNCELİKLER

Öngörü çalışmasının sonuçlarına göre, 2003-2023 yıllarını kapsayan 20 yıllık dönemde, "Sağlık", "Bitkisel Üretim", "Hayvancılık", "Gıda", "Endüstri", "Genetik Kaynaklar" ve "Çevre" konularında Türkiye'nin gerçekleştirmesi gerekenler arasında en öncelikli olanlar aşağıda özetle sunulmaktadır.

##### 1.4.1. SAĞLIK ALANI

Öngörü çalışmasından elde edilen veriler ışığında, sağlık alanında öncelikle ele alınması gereken hususlar, şöyle olmalıdır.

Kısa vadede (2003-2008 dönemi):

- Üniversitelerde, moleküler biyoloji ve genetik birimleri yaygınlaştırılmalı, Ar-Ge birimleri kurulmalı, aynı kurumların bünyesinde teknoloji değerlendirme ofisleri oluşturulmalıdır.
- Moleküler hücre biyolojisi temel araştırmaları, embriyonel ve yetişkin kök hücrelerin biyolojisi ve kök hücre dizilerinin geliştirilmesi teknikleri, ve antikör özelliğine sahip moleküllerin sentezlenmesi konularında yoğunlaşan araştırmalar öncelikle desteklenmelidir.
- Moleküler tıp araştırma enstitü ve merkezleri kurulmalı, moleküler yaşam bilim ve teknolojileri için gerekli her türlü alet/araç-gereç yatırımları yapılmalı, teknoparklarda sağlık alanında yatırım yapan girişimciler özendirilmelidir.
- Genetik hastalıkların toplumda görülme sıklığının azaltılması amacıyla, preimplantasyon (embriyo tutumu öncesi) ve prenatal (doğum öncesi) moleküler tanı yöntemleri geliştirilmeli ve yaygın olarak uygulanması sağlanmalı, ayrıca kök hücre saklama teknolojileri geliştirme faaliyetleri desteklenmelidir.
- Desteklenen araştırma projelerinde, araştırma sonuçlarının mümkün olan her durumda patenle konumasını sağlamak amacı ile, daha başlangıç aşamasında patent almayı özendirici ve kolaylaştırıcı önlemler alınmalıdır.
- TÜBİTAK ve üniversite araştırma fonlarından bir bölümü, sağlık alanında uzmanlaşan "start-up" biyoteknoloji firmalarının kurulması ve desteklenmesi için ayrılmalıdır.

- Yerli sanayici biyojenerik ilaç ve beşeri aşuların üretimine yönelmelidir. Bu girişimlerin başarılı bir biçimde gerçekleşmesi için uygun yasal düzenlemeler yapılmalı, bu bağlamda, AB çerçeve programlarına Türk bilimsel kurum ve kişilerin entegrasyonu sağlanmalı, biyojenerik ilaç ve beşeri aşuların yerli sanayici tarafından üretilmesinde devlet özendirici ve kolaylaştırıcı önlemler alınmalıdır.
- Lise ve üniversite düzeyinde yaşam bilimlerinde moleküler biyolojinin etkin öğretilmesi için eğitici kadrolar, moleküler biyoloji ve genetik konularına vakıf sosyal bilim uzmanları yetiştirilmelidir.
- Biyoteknoloji ve genetikteki gelişmelerin toplumsal yansımalarını araştıran sosyal bilim çalışmaları desteklenmeli ve bu konuların hukuksal yönlerini araştıran ve konuya yetkin uzmanlar yetiştirilmelidir.
- Proje geliştirme yetenek ve alışkanlığının ülke çapında yaygınlaşmasını hızlandırmak için ödüllü yarışmalar düzenlenmelidir.
- Üniversite-sanayi-sivil toplum örgütleri arasındaki iletişim ve işbirliği desteklenmeli ve özendirilmelidir.

Orta vadede (2008-2013 Dönemi);

- Üreme amaçlı olmayan, tedavi amaçlı klonlama teknolojilerinin rejeneratif tıptaki uygulamaları araştırılmalı, yapay hücre, doku ve organların geliştirilmesi ve tıpta kullanımı uygulamalarına öncelik tanınmalıdır.
- İlaç tasarımı, ilaç üretim teknolojileri, rekombinant DNA teknolojisine dayalı tanı kitleri ve aşuların üretimi, Rekombinant DNA teknolojisinin endüstriyel üretimde kullanımı, ülkemizde sık görülen kanserlerde gen tedavisi uygulamaları teknoloji geliştirmede öncelikli olmalıdır. Buna katkıda bulunmak için, moleküler biyoloji araştırma tezlerin endüstrinin ihtiyaçları doğrultusunda gerçekleştirilmesi özendirilmelidir.
- Biyoteknoloji endüstrisinde patentli ürünlerin üretimine geçilmeli, bunun için patent almaya yönelik biyoteknoloji araştırmaları ve patent kurumları güçlendirilmelidir.
- Yabancı mikroçip üreticisi firmaların Türkiye'de yatırım yapmalarının kolaylaştırılmalı, mikroçip teknolojisini kullanan bölgesel referans laboratuvar/merkezleri kurulmalıdır.

Uzun vadede (2013 sonrası);

- Moleküler biyoloji tekniklerinin tıpta kullanımı yaygınlaşmalı, teknoloji üreten firmaların Türkiye'de yatırım yapmaları kolaylaştırılmalı, biyoteknolojik ürünlerin patentlenebilirliği konusunda yasal düzenlemeler gözden geçirilerek gelişmelere göre yeniden düzenlenmelidir.

#### 1.4.2. BİTKİSEL ÜRETİM ALANI

Öngörü çalışmasından elde edilen veriler ışığında, bitkisel üretim alanında öncelikle ele alınması gereken hususlar, şöyle olmalıdır:

Kısa vadede (2003-2008 dönemi) öncelikli olarak:

- Tarımsal üretimi tehdit eden biyolojik hastalık etkenlerine (bakteri, virüs, mantar, nematod vb.) karşı dayanıklı tarımsal bitki çeşitlerinin geliştirilmelidir.

Orta ve uzun vadede (2008 sonrası);

- Bitki fizyolojisinde önemi olan genlerin ve bitkilerin değişik metabolik aktiviteler sonucunda oluşturdukları ikincil ürünlerin belirlenmesine ve rejenerasyonu güç olan bitkilerde hücre/doku kültürü çalışmalarına yönelik araştırmalar desteklenmelidir.
- Abiyotik stresle ilgili olarak, stres direncinin genetik temelleri, moleküler mekanizmaları, stratejik bitkilerde genotip taraması, stres genlerinin izolasyonu, kuraklık, tuzluluk gibi streslere dayanıklı bitkilerin ıslah ve gen değiştirme (antibiyotiğe dayanmayan) yöntemleri kullanılarak geliştirilmesi çalışmalarına öncelik verilmelidir.
- Biyotik stresle ilgili olarak, entomolojik ve patolojik stress etkenlerinin tanımlanması ve denetim altına alınması amacı ile bitkilerin morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve genetik özellikleri belirlenmeli, böceklere ve hastalıklara dayanıklı bitki ıslah çalışmaları desteklenmelidir.
- In vitro melezleme teknikleri geliştirilmeli ve elde edilen yeni çeşitlerin kitle çoğaltımı için yapay tohum olanakları araştırılmalıdır.
- Katma değer yaratan, toplum sağlığı ve talepleri doğrultusunda zenginleştirilmiş (baklagillerde metionin, buğdayda lizinden zenginleştirme gibi) bitki çeşitleri geliştirilmelidir,
- Bitki gen kaynaklarının kültür ortamlarında uzun süreli muhafazaları için gerekli teknikler geliştirilmelidir,
- Bitki tür ve çeşitlerinin mikroçoğaltıma ve kitle çoğaltım tekniklerinin ve tarımsal ürünler için kloroplast transformasyon tekniklerinin geliştirilmesi ve uygulaması sağlanmalıdır.
- Ulusal ve yabani gen kaynakları korunmalı, bunlarla ilgili veritabanları kurulmalı ve bitki DNA kütüphaneleri oluşturulmalıdır.
- Patent geliştirme çalışmalarında ekonomik değeri yüksek ürünlerde genlerin klonlanması, pamuk, buğday, baklagiller, yağ bitkileri gibi stratejik bitkilerin doku kültüründe rejenerasyon ve gen transferi teknikleri ile optimize edilmesine öncelik verilmelidir.

### 1.4.3. HAYVANCILIK ALANI

Öngörü çalışmasından elde edilen veriler ışığında, hayvancılık alanında öncelikle ele alınması gereken hususlar, şöyle olmalıdır:

Kısa vade (2008 yılına kadar ):

- İlgili yaşam bilimleri alanlarında faaliyet gösteren yükseköğretim birimlerinde hayvan moleküler biyolojisi ve gen mühendisliğinin eğitimi verilmeli, biyoteknolojik çalışmalar için gerekli teknolojik alt yapılar kurulmalıdır.
- Hayvancılıkta, üreme teknolojileri ile ilgili çalışmalar en yoğun olarak talep uyandıran etkinliklerdir. Bunlar arasında, embryo araştırma ve uygulamaları (çekirdek sürü programlarında embriyo uygulamaları, in vitro embriyo üretimi, dondurulması ve transferi teknolojilerinin ve sistemlerinin geliştirilmesi), ebeveyn saptamada moleküler tekniklerin geliştirilmesi, klasik ıslaha katkısı olacak damızlık belirleme yöntemleri, cinsiyetin yönlendirilmesi sistemlerinin geliştirilmesi, suni tohumlamanın yaygınlaşması, başarı oranının artırılması ve tüm türlerde etkinlik sağlanması çalışmaları, damızlıkta kullanılacak hayvanlara ait kız torunlar şeması oluşturması, yardımcı üreme tekniklerinin ülke şartlarında kullanılabilirliğin ortaya konması ilk sıralarda yer almaktadır.
- Moleküler genetik alanında, hayvanların verim, kalite, sağlık yönünden genetik karakterizasyonu, değişik ırklarda belirlenen genlerin yerli ırklarımızda bulunup bulunmadığının belirlenmesi, farklı hayvan türlerinde süt protein polimorfizminin belirlenmesi, hayvanlarda salgın ve kalıtsal hastalıklarla mücadelede moleküler ve genetik araştırmaları, ve kayıtlı yetiştiricilik ve hayvanlara ait DNA'ların saklanması konuları öncelikle ele alınmalıdır.
- Ayrıca, hayvanlarda çeşitli hormon ve aşıların üretilmesi, hayvansal gıda üretimine uygun materyal üretim teknikleri, rumen bakterilerinin örneğin selülozu daha iyi parçalayan bileşime getirilmesi ile ilgili araştırmalar, lenfoid lökosiz ve Marek hastalığına dirençli tavuk hatları oluşturması, ülke şartlarına en iyi şekilde uyum sağlayan yüksek verimli ırkların tespit edilmesi ile ilgili etkinliklere öncelik verilmelidir.

Orta vade (2013 yılına kadar tamamlanması gerekenler);

- Kapsamlı bir proje çerçevesinde, Türkiye'ye özgün olan bir çiftlik hayvanı ırkının (mesela Ankara keçisi) genomu belirlenmelidir. Bunu takiben diğer yerli ırk hayvanlarının genom analizleri de devreye girmelidir.
- Hayvancılıkta önemi olan ve verimi arttıran genler ile ilgili moleküler işaretleyiciler belirlenmeli, bunlar dolaylı seleksiyon kriteri olarak kullanılmalı, kantitatif özelliklerden sorumlu olan gen bölgeleri belirlenmeli, yerli ırklar ile kültür ırkları bu özellikler



bakımından karşılaştırılmalı, ülkemizde mevcut olan evcil ve yabani hayvanlara ait genlerin izolasyonu ve korunması sağlanmalıdır.

- Üreme teknolojileri alanında, yüksek verimli dişi hayvan yumurtalarının dondurma olanaklarının araştırılması, genetik kaynaklarının, embriyo, sperma veya ekonomik özellikleri aktarılmış materyal olarak korunma yöntemlerinin, tür içi ve yakın türler arasında nükleer transfer teknolojisinin geliştirilmesi, embriyo transferinin yaygınlaştırılması ve MOET sürülerinin oluşturulması konuları öncelik arz etmektedir.
- Yerli ırklarla ilgili olarak, gen kaynaklarının karakterizasyonu, uygun genlerin bankalama yöntemleri ile saklanması, yerli gen kaynakların damızlıklarından alınan gamet hücrelerinin dondurulması, yerli gen kaynaklarından elde edilmiş olan somatik hücreler kullanılarak kopyalama yapılması ve bu hücrelerin dondurularak saklanması önemli bulunmuştur.
- Gen transferi alanında, ülke önceliklerine göre seçilmiş ırklarda transgenik hayvan üretimi, hayvansal ürünlerin gen transferi ile değiştirilmesi, çeşitli ırklarda mevcut olan verimden sorumlu genlerin diğer ırklara aktarımı, ve sütün kazein yapısının değiştirilmesi araştırmalarına öncelik verilmelidir.
- Ayrıca, farklı ırklarda “çekirdek sürü” organizasyonları, çiftlik hayvanlarının ve doğal hayat canlılarının sitogenetik, morfolojik, moleküler genetik karakterizasyonu, dayanıklı, lezzetli, tüketici taleplerine uygun ürünlerin üretilebilmesi için bu özellikleri etkileyen genlerin belirlenmesi, ve hayvanda yeni endüstriyel madde üretim tekniklerinin geliştirilmesi ve uygulanması konuları da öncelikli faaliyet alanları arasında yer almaktadır.

Uzun vade (2013 sonrası);

- Genetik markerların tanımlanıp hayvancılıkta kullanılması, seçilen erken damızlıklarda genetik analizler ile verimi etkileyen genlerin belirlenmesi, yerli ırk hayvanların farklı gamet ve somatik hücrelerin korunarak gen kütüphaneleri oluşturulması, kalite-verim ilişkileri, kalite ile ilgili genlerin belirlenmesi ve bunlardan yararlanılması konuları dikkati çekmektedir.

#### **1.4.4. GIDA ALANI**

Öngörü çalışmasından elde edilen veriler ışığında, gıda alanında öncelikle ele alınması gereken hususlar, şöyle olmalıdır:

Kısa vadede (2003-2008 dönemi) yapılması gerekenler;

- Gıda konusunda ulusal strateji ve öncelikler belirlenmelidir.

- Üretici ve tüketiciler besin hijyeni, biyoteknoloji, genetik olarak değiştirilmiş organizma (GDO) ve biyogüvenlik konularında bilinçlendirilmelidir.
- Gıda üretimi ve tüketimi için biyogüvenlik stratejileri geliştirilmeli, biyogüvenlikle ilgili uygulamalarda moleküler tekniklerin kullanımı gerçekleştirilmeli, uluslararası biyogüvenlik çalışmalarına katılım sağlanmalıdır.
- Gıda üretimi alanında, Türkiye florasına özgü suşlar saptanmalı ve korunmalı, fermentasyon mikroorganizmalarına ait veri tabanları oluşturulmalı, gıda üretiminde kullanılabilecek doğal flora ve fauna belirlenmeli ve genom haritaları çıkartılmalı, sistematik izleme programı kurulmalı, gıda üretiminde kullanılan tüm mikroorganizmalar ve genetik olarak değiştirilmiş organizmalar için biyoinformatik sistemleri oluşturulmalıdır.
- Gıda analizi teknolojileri alanında gıda patojenlerinin, allerjen ve toksik özellikte maddelerin patojen veya patojen özelliği olmayan mikroorganizmaların tespitinde moleküler biyoloji yöntemleri geliştirilmeli ve uygulanmalıdır.
- GDO'larla ilgili olarak, erken uyarı sistemi kurulmalı, moleküler genetik teknikleri ile GDO'ların tespiti, tanımlanması ve kantitatif olarak analizi sağlanmalı, GDO'ların yetiştirilmesi/üretimi aşamasında, ayrıca artık ve atık olarak çevreye etkileri tanımlanmalıdır. GDO içeren gıdalarla ilgili olarak, GDO içeriğinin moleküler genetik tekniklerinin de uygulanması ile saptanması, bu tür gıdaların sağlık üzerine olası etkilerinin araştırılması ve çevresel riskin değerlendirilmesi araştırmaları desteklenmelidir. Gıda ve yemlerde GDO saptama, tanımlama ve kantitatif analiz yöntemlerinin geliştirilmesi, bu analizlerin geçerliliklerinin saptanması ve analizlerde kullanılan standard referans materyallerin üretilmesi, GDO gıdaların analiz yöntemlerine ait veri tabanlarının oluşturulması, Gıda hammaddelerinde GDO izleme stratejilerinin oluşturulması ve uygulanması öncelikle ele alınmalıdır.
- Transgenik gıda, yem ve hammaddelerinin yasal denetim sistemleri geliştirilmelidir.

Orta ve uzun vadede (2008 sonrası);

- Yemlerde GDO izleme stratejilerinin oluşturulabilmesi için yeni moleküler biyolojik yöntemlerin geliştirilmesi, gıda alanında ulusal kültür koleksiyonu ağının kurulması ve veri tabanı olarak kullanıma sunulması öne çıkmaktadır.

#### **1.4.5. ENDÜSTRİ ALANI**

Öngörü çalışmasından elde edilen veriler ışığında, endüstri alanında öncelikle ele alınması gereken hususlar, şöyle olmalıdır:

Kısa vadeli (2003-2008 dönemi) :

- Temel bilim eğitiminin yeniden yapılanması;

- Tanı alanında, rekombinant protein ve antikorların üretilmesi, kriminal çalışmalarda kullanılmak üzere DNA kitlerinin geliştirilmesi,
- Tedavi alanında, terapötik protein, antikor ve HBV gibi rekombinant ve diğer aşılardan geliştirilmesi, seçilmiş alanlarda ilaç tasarımları, bunlar için gerekli teknoloji platformunun kurulması, başarılı ilaç ve aşı tasarımlarının dünya pazarları için ruhsatlandırılması ve pazarlanmalarının sağlanması;
- Bitkisel üretim endüstrisi alanında, normal üstü veya altı çevre şartlarında (yüksek tuz, yüksek metal vs) yaşayan bitki türlerin belirlenmesi; gıda içeriği iyileştirilmiş (örneğin elzem amino asit içeriği ve/veya mineral element içeriği yükseltilmiş) bitkilerin elde edilmesi, seçilmiş bitkilerin genetik değiştirme yöntemi ile iyileştirilmesi için gerekli teknoloji platformu kurulması;
- Biyoinformatik alanında kalifiye elemanlar yetiştirilmesi; gen ve protein veritabanlarının kullanımının eğitiminin yaygınlaştırılması, mevcut gen bankalarının daha etkin hale getirilmesi.

Orta ve uzun vadeli (2008 sonrası);

- Bitkisel üretim endüstrisi alanında, tuzluluğa, kuraklığa, soğuğa, patojenlere ve metallere dirençli dayanıklı bitkiler üretilmesi; beslenme zinciri dışındakiler de dahil olmak üzere ticari kullanımı veya potansiyeli olan tarım ürünlerinin veriminin artırılması (ör. Kerestecilik); İşaret genleri kullanmaksızın transgenik bitki elde etme tekniklerinin geliştirilmesi; Genetik değiştirme yöntemiyle iyileştirilen bitkilerin çok miktarda üretilerek dünya pazarına sunulmanın sağlanması, yararlı sekonder metabolitleri olan bitkilerden daha fazla üretim için gen aktarımı ile belirli protein veya metaboliti özel olarak sentezleyen bitkilerin üretimi; Transgenik bitkilerin üretimine ilişkin yasal düzenlemelerin öncelikle yapılması ve yol haritasının çizilmesi;
- Tedavi alanında, antibiyotik üretiminde biyoteknolojik yöntemlerin geliştirilmesi; ileri saflaştırma ve analitik yöntemler kullanılarak insan büyüme hormonu, sitokin, vb bileşiklerin geliştirilmesi ve üretilmesi; Kombinatoriyal kimya, HTS ve CADD yöntemleri ile yeni ilaç moleküllerinin geliştirilmesi; Türkiye'ye özgü bitkilerin ilaç olarak kullanılmasına yönelik çalışmalar; hastalık patogeneğinde önemli rolü olan proteinleri (bcr-abl gibi) hedefleyen ilaçların geliştirilmesi; kanserli dokuya spesifik olan bir proteine karşı geliştirilen moleküllere toksisitesi yüksek ilaç moleküllerinin bağlanması; terapötik proteinlerin ve makromoleküllerin oral uygulanmasına imkan verecek formülasyonların geliştirilmesi (Drug Delivery Systems); tedavi amaçlı DNA aşılardan; ilaç tasarımı; ilaç içeren mikrokapsüllerin taşınabilmesi için biyosümfaktanların ve yönlendirilmesi için nano partiküllerin geliştirilmesi;

- Protein-Protein ve Protein-nükleik asit etkileşimlerinin incelenmesi;
- Birden fazla gen veya gen grupları tarafından idare edilen özelliklerin klonlanmasını sağlayacak yöntemlerin geliştirilmesi;
- Gen aktarımı ve gen transferi metodlarının geliştirilmesi; memelilerde gen transferini sağlayacak metodların geliştirilmesi;
- İnsan ve hayvanlarda kullanılmak üzere yeni ve kolay uygulanan viral aşılardan geliştirilerek ticarete sunulması;
- Spesifik genler, nükleotidler veya peptit benzeri moleküller kullanılarak, hastabaşı tanı ve takip kitlerinin geliştirilmesi;
- Türkiye'nin genetik kaynaklarının ekonomik değere dönüştürülmesi kapsamında, özellikle ekonomik değeri olan türler başta olmak üzere Türkiye florasındaki bitki ve hayvan türlerinin DNA parmak izlerinin çıkarılması; çiftlik hayvanlarının gen kaynağı olarak önemlerinin belirlenmesi; doğal alanlar, hayvanlar, bitkiler, ormanlar, kültür bitkileri kaynaklarının saptanarak herbaryum, bakteri, maya ve mantar kültür koleksiyonları ve zooloji müzeleri kurulması, endemik türlerin envanterinin çıkarılması.

#### **1.4.6. GENETİK KAYNAKLAR ALANI**

Öngörü çalışmasından elde edilen veriler ışığında, genetik kaynaklar alanında öncelikle ele alınması gereken hususlar, şöyle olmalıdır:

Kısa vade (2003-2008 dönemi);

- Biyoçeşitliliğin envanteri kapsamında, biyoinformatik yardımı ile biyoçeşitliliğin saptanması, izlenmesi ve saklanması; ekolojik havzalar ve öncelikli alanlar bazında biyoçeşitlilik envanterlerinin hazırlanması;
- Biyoçeşitliliğin korunması kapsamında, biyoçeşitliliğimizi oluşturan bitki ve hayvanların, özellikle endemiklerin in-situ korunması ile ilgili çalışmalar; endemik bitki ve hayvanların bulunduğu alanların doğal sit alanları olarak korunması; koruma alanlarının ekolojik havzalar bazında oluşturulması, korunan gen kaynaklarının biyolojik özelliklerinin belirlenmesi, stok materyallerin oluşturulması; ülkemizdeki değişik mikro merkezlerinin korunmaya alınması; ekonomik değere sahip gen kaynaklarına ve nesli tehlikede olan türlerin korunması;
- Bitki ıslahı çalışmalarında moleküler biyoloji ve modern biyoteknoloji uygulamaları;
- Kültür teknolojileri kapsamında, organizmaların doğrudan kültüre alınma yöntemleri ile ilgili araştırmalar; mikroorganizma kültürlerini ve diğer biyolojik materyalin (doku kültürü, embriyo vb.) saklanmasıyla ilgili tekniklerin geliştirilmesi; kültür bitkileri yerel çeşitleri

bankalarının kurulması; Ekonomik değere sahip genetik kaynakların kültür formlarının oluşturulması; endemik gen kaynaklarımızın kültüre alınması;

- Hızlı morfolojik ve moleküler tanı yöntemlerinin geliştirilmesi;
- Genetik kaynakların değerlendirilmesi için laboratuvar altyapısı ve finansal kaynakların oluşturulması;
- Biyogüvenlikle ilgili yerel düzeyde veri tabanlarının oluşturulması;
- Üniversitelerde ve araştırma kuruluşlarındaki materyal verilerinin birleştirilerek ulusal banka haline getirilmesi;
- Endemik gen kaynaklarımızın morfolojik, moleküler ve genomik yaklaşımları ile tanımlanıp tescillenmesi ve patentlenmesi;

Orta ve uzun vadede (2008 sonrası);

- Özellikleri az bilinen ve ekonomik değere sahip genetik kaynakların çaprazlanması, kültüre alınması ve genom analizlerinin yapılması;
- Sistematığı ve yapısı tam olarak bilinmeyen virüs, bakteri, alg, mantar ve liken gibi sistematik grupların genom analizleri;
- Ülkemizin ekonomik açıdan potansiyele sahip ve kültüre alınmış canlılarla ilgili filogenetik ve genom analizi çalışmaları;
- Türlerin hayatını devam ettirebileceği en düşük birey sayısı (effective population size) hakkında araştırmalar;
- Tehlike altında olan ve hassas türler ile hassas ekosistemlerin izlenmesi ile ilgili araştırmalar;
- İstenen karakterlerin var olan kültür bitkisine aktarılması;
- Ülke genelinde genetik kaynak adaptasyon denemelerinin yapılması;
- Farklı türler için ekosistem esaslı sürdürülebilir yöntemlerin geliştirilmesi;
- Biyoçeşitliliğimizi oluşturan özellikle endemik bitki ve hayvanların popülasyon yoğunluklarını izleme tekniklerinin geliştirilmesi;
- GDO'larla ilgili olarak, GDO izleme program ve yöntemlerinin geliştirilmesi; yabancı türlere gen kaçıışı izlenmesi ile ilgili araştırmalar;
- Yetiştirme ve tohumluk üretim tekniklerinin geliştirilmesi;

- Uygun izlemem teknikleri ile ulusal bazda önceliklerin belirlenmesi genetik kaynakların ve ekosistemlerin izlenmesi;
- Geleneksel (folklorik) biyolojik bilgilerin belirlenmesi ve bir merkezde kayıt altına alınması;
- Ulusal olarak stratejik öneme sahip öncelikli genetik türlerin belirlenmesi, morfolojik, genetik ve moleküler tanımlaması.

#### 1.4.7. ÇEVRE ALANI

Öngörü çalışmasından elde edilen veriler ışığında, çevre alanında öncelikle ele alınması gereken hususlar, şöyle olmalıdır:

Kısa vadede (2003-2008 dönemi);

- Arazilerin biyolojik olarak özelliklerine göre sınıflandırılması ve başka amaçlar için kullanılmasının önlenmesi;
- Envanter çalışmaları olarak, uydu tarama sistemleri (GIS) ile coğrafi bilgilerin canlılar ve yaşam şartları ile ilişkilendirilerek kullanımının geliştirilmesi; GAP bölgesi flora ve faunasının incelenmesi; Sulak ekosistemlerin sınıflandırılması ve yaşanabilirlik kriterlerinin tespiti; Türkiye'deki yerli bitki tür ve çeşitlerinin ekonomik analizinin yapılması; Karasal ekosistemlerin sınıflandırılması ve yaşanabilirlik kriterlerinin tespiti; Türkiye bitki tür ve ırklarının yaşam indekslerinin saptanması; ülkemizdeki ekosistem tipleri için modelleme çalışması; Bölgesel bazda ekosistemlerin saptanması ve buna bağlı olarak tür çeşitliliğinin belirlenmesi;
- Çevre koşullarındaki değişime duyarlı canlılar ve tepki mekanizmalarının incelenmesi;
- Kuraklığa dayanımın genetik mekanizmalarının çalışılması ve dirençli bitkilerin yetiştirilmesi;
- Tuzcul bitkilerin genom yapılarının saptanması ve bu bitkilerin gen aktarımı için kullanılması;
- Tür çeşitliliğinin belirlenmesi ve tür seçiminin yapılması;
- Baklagillerde, buğdaygillerde ve meyve ağaçlarında genetik karakterizasyon;
- Bitki üretim materyallerinin in vivo ve in vitro yöntemleri ile elde edilmesi ve saklanması;
- Endemik, tıbbi önemi olan ve kökeni ülkemiz olan türlerin genom dizilerinin saptanması;
- Gen bankalarının kurularak kaybolmakta olan ve hedef türlerin korunması;
- Çeşitli biyotik/abiyotik stres etmenlerine dayanıklı bitki türlerinin gen haritalarının çıkarılması;

- Ekonomik önemi olan türlerin patentlenmesi;

Orta ve uzun vadede (2008 sonrası);

- Doğal yaşam alanlarının moleküler değerlendirilmesinin yapılması;
- Fitohormonlar ve etki mekanizmalarının çalışılması;
- Fizyoloji ve üreme biyolojilerinin çalışılması;
- Genomik çalışmalarında gelişmeler ve yöntemlerin optimizasyonu;
- Mikroflora ve makroflora ilişkilerinin nedensellik analizi;
- Ex situ çalışmalar;
- Mikroorganizmaların ekosistem işlevlerindeki rolünün araştırılması;
- Ekosistem ve habitatlara özgü canlıların türlerinin moleküler genetik teknolojiler ile çeşitliliklerinin saptanması;
- Kaybolma tehlikesi altındaki endemik bitkilerimizin moleküler tanısı ve bunlar için DNA bankası kurulması gerekmektedir