



TÜRK SANAYİCİLERİ VE İŞADAMLARI DERNEĞİ

# ULUSLARARASI REKABET STRATEJİLERİ: BİYOTEKNOLOJİ

TÜSİAD REKABET STRATEJİLERİ  
DİZİSİ-7

**Aralık 2000**  
**(Yayın No. TÜSİAD-T/2000-12/289)**

Meşrutiyet Caddesi, No.74 80050 Tepebaşı/İstanbul  
Telefon: (0212) 249 54 48 • Telefax: (0212) 249 13 50

© 2000, TÜSİAD

*Tüm hakları saklıdır. Bu eserin tamamı ya da bir bölümü, 4110 sayılı Yasa ile değişik 5846 sayılı FSEK.'nu uyarınca, kullanılmazdan önce hak sahibinden 52. Maddeye uygun yazılı izin alınmadıkça, hiçbir şekil ve yöntemle işlenmek, çoğaltılmak, çoğaltılmış nüshaları yayılmak, satılmak, kiralananmak, ödünç verilmek, temsil edilmek, sunulmak, telli/telsiz ya da başka teknik, sayısal ve/veya elektronik yöntemlerle iletilmek suretiyle kullanılamaz.*

ISBN : 975-8458-09-4

Lebib Yalkın Yayınları ve Basım İşleri A.Ş.

# ÖNSÖZ

*TÜSİAD, özel sektörü temsil eden sanayici ve işadamları tarafından 1971 yılında, Anayasamızın ve Dernekler Kanunu'nun ilgili hükümlerine uygun olarak kurulmuş, kamu yararına çalışan bir dernek olup gönüllü bir sivil toplum örgütüdür.*

*TÜSİAD, demokrasi ve insan hakları evrensel ilkelerine bağlı, girişim, inanç ve düşünce özgürlüklerine saygılı, yalnızca aslı görevlerine odaklanmış etkin bir devletin varolduğu Türkiye'de, Atatürk'ün çağdaş uygarlık hedefine ve ilkelere sadık toplumsal yapının gelişmesine ve demokratik sivil toplum ve laik hukuk devleti anlayışının yerleşmesine yardımcı olur. TÜSİAD, piyasa ekonomisinin hukuksal ve kurumsal altyapısının yerleşmesine ve iş dünyasının evrensel iş ahlakı ilkelerine uygun bir biçimde faaliyette bulunmasına çalışır. TÜSİAD, uluslararası entegrasyon hedefi doğrultusunda Türk sanayi ve hizmet kesiminin rekabet gücünün artırılarak, uluslararası ekonomik sistemde belirgin ve kalıcı bir yer edinmesi gerektiğine inanır ve bu yönde çalışır. TÜSİAD, Türkiye'de liberal ekonomi kurallarının yerleşmesinin yanı sıra, ülkenin insan ve doğal kaynaklarının teknolojik yeniliklerle desteklenerek en etkin biçimde kullanımını; verimlilik ve kalite yükselişini sürekli kılacak ortamın yaratılması yoluyla rekabet gücünün artırılmasını hedef alan politikaları destekler.*

*TÜSİAD, misyonu doğrultusunda ve faaliyetleri çerçevesinde, ülke gündeminde bulunan konularla ilgili görüşlerini bilimsel çalışmalarla destekleyerek kamuoyuna duyurur ve bu görüşlerden hareketle kamuoyunda tartışma platformlarının oluşmasını sağlar.*

*Bu çerçevede, Türkiye’de çeşitli sektörlerin rekabet güçlerinin belirlenmesi amacıyla Meslek Örgütleriyle İlişkiler Komisyonu altında oluşturulan “TÜSİAD Biyoteknoloji Çalışma Grubu” tarafından ortak bir çalışma ile yürütülen “Uluslararası Rekabet Stratejileri: Biyoteknoloji” isimli çalışma, Sabancı Üniversitesi öğretim üyelerinden Prof. Dr. Hüveyda Başağa ve Doç. Dr. Dilek Çetindamar tarafından hazırlanmıştır. “TÜSİAD Rekabet Stratejileri Dizisi” kapsamında hazırlanan ilk beş çalışma elektronik, çimento, otomotiv, taşıt araçları yan sanayii ve beyaz eşya yan sanayii sektörlerini kapsamıştır. Altıncı çalışma ise yapılan ilk beş çalışmanın ana hatlarını İngilizce bir rapor haline getirmiştir .*

*Bu raporda, altıncı, yedinci ve sekizinci kalkınma planlarımızın ve “Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu”nun öncelikli alan olarak belirlediği biyoteknolojinin dünyadaki öncelikli konularını, organizasyonlarını ve teşvik edici yapısal unsurlarını temel alarak, ülkemizde biyoteknoloji alanında bir durum değerlendirmesi yapmak ve ileriye dönük bir tartışma platformu yaratmak istenmektedir. Türkiye’nin biyoteknoloji açısından geleceğini tartışabilmek için öncelikle bugün içinde bulunduğumuz durumu ortaya çıkaran bu çalışmada biyoteknoloji ile ilgili tüm paydaşların analiz edildiği ulusal inovasyon sistemi yaklaşımı kullanılmıştır. Bu bağlamda “TÜSİAD Biyoteknoloji Çalışma Grubu”nun ve biyoteknoloji konusunda etkinlik gösteren 26 şirketin ve 5 devlet kuruluşunun yetkilileriyle karşılıklı görüşme ve anket uygulaması yapılmıştır. Raporun son kısmında ise her paydaşa düşen görevler ve öneriler sunulmaktadır.*

**Aralık 2000**

# ÖZGEÇMİŞLER

## **Prof. Dr. Hüveyda Başağa**

İlk ve orta öğrenimini TED Ankara Koleji'nde tamamladı. Lisans derecesini 1975 yılında Ankara Eczacılık Yüksekokulu'ndan, doktora derecesini 1980 yılında Biyokimya dalında West London Brunel Üniversitesi'nden aldı. Daha önceki yıllarda ODTÜ ve Boğaziçi Üniversite'lerinde görev yaptı ve aynı zamanda İngiltere'de Brunel Üniversitesi ve İtalya'da Torino Üniversiteleri'nde ortak araştırma projeleri yürüttü. Araştırma alanı, oksidatif stres ve antioksidanların biyolojik sistemlerde ve gen ekspresyonunu etkileyen hücre sinyal iletimi mekanizmalarındaki rolüdür. 1998 yılından beri Sabancı Üniversitesi'nde çalışmaktadır. Uluslararası Serbest Radikal Araştırma Derneği, Uluslararası Biyokimya Derneği ve TED İstanbul Koleji Vakfı Mütevelli Heyeti üyesidir.

## **Doç. Dr. Dilek Çetindamar**

Lisans derecesini 1989 senesinde Boğaziçi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünden, yüksek lisans derecesini 1992 yılında BÜ Ekonomi Bölümünden ve doktorasını 1995 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İşletme Fakültesinden aldı. 1999 yılında Sabancı Üniversitesinde göreve başlamadan önce Boğaziçi Üniversitesi, Case Western Reserve University (ABD), Portland State University (ABD), ve Chalmers University of Technology'de (İsveç) çeşitli görevler aldı. Birleşmiş Milletler ve Avrupa Birliği projeleri dahil olmak üzere çok sayıda uluslararası projede görev yaptı. Başlıca araştırma alanları Teknoloji Yönetimi, Strateji Yönetimi, Gelişme İktisadı, Girişimcilik ve Endüstriyel Ekonomi'dir. Teknoloji Yönetimi Derneği, International Association for Management of Technology, Schumpeterian Society, ve Academy of Management üyesidir.



# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>7</b>
<b>TABLolar LİSTESİ .....</b>	<b>10</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ .....</b>	<b>12</b>
<b>KISALTMALAR .....</b>	<b>13</b>
<b>ÖZET .....</b>	<b>15</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>23</b>
1.1. Amaç .....	25
1.2. Çalışma Yöntemi.....	27
1.3. Teşekkürler .....	28
<b>2. BİYOTEKNOLOJİ .....</b>	<b>29</b>
2.1. Tanımlar.....	31
2.1.1. Tıp ve Biyoteknoloji.....	33
2.1.2. Tarım/ Hayvancılık ve Biyoteknoloji .....	41
2.1.3. Çevre Biyoteknolojisi .....	50
2.1.4. Endüstriyel Biyoteknoloji .....	53
<b>3. DÜNYADAKİ GELİŞMELER .....</b>	<b>57</b>
3.1. Şirket ve Biyoteknoloji Pazarındaki Gelişmeler .....	61
3.1.1. Amerika Birleşik Devletleri.....	61
3.1.2. Avrupa Birliği .....	66
3.1.3. İngiltere .....	67
3.1.4. İsrail.....	67
3.1.5. Güney Kore .....	68
3.2. Örgütler ve Kuruluşlar .....	69
3.2.1. Araştırma Kuruluşları .....	69
3.2.2. Finans Kuruluşları.....	74
3.2.3. Profesyonel Örgütler.....	78
3.2.4. Devlet Kuruluşları .....	81

	<b><u>Sayfa No</u></b>
3.3. İşbirlikleri ve Ağlar .....	83
3.3.1. Şirketler Arası İşbirliği .....	83
3.3.2. Şirketler ve Araştırma Kuruluşları Arasındaki İşbirliği .....	86
3.4. Kurumsal Yapılar .....	88
3.4.1. Yasal Düzenlemeler .....	88
3.4.2. Toplumsal, Politik ve Etik Konular.....	96
<b>4. TÜRKİYE'DEKİ GELİŞMELER .....</b>	<b>105</b>
4.1. Ulusal İnovasyon Sistemi .....	111
4.2. Türkiye Biyoteknoloji Sistemi .....	118
4.2.1. Şirketler.....	119
4.2.2. Örgütler .....	124
4.2.3. İşbirlikleri ve Ağlar.....	135
4.2.4. Kurumsal Yapılar.....	139
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>147</b>
5.1. Geleceğe Yönelik Senaryolar ve Stratejiler .....	149
5.1.1. Senaryolar .....	149
5.1.2. Stratejiler .....	154
5.1.3. Sektör Stratejileri .....	157
5.2. Rekabete Yönelik Makro Politika Uygulamaları	
Açısından Yapılması Gerekenler .....	169
5.2.1. Şirketler .....	170
5.2.2. Örgütler .....	171
5.2.3. İşbirlikleri ve Ağlar.....	174
5.2.4. Kurumsal Yapılar.....	175
5.3. Çalışılması Gereken Alanlar .....	177
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>181</b>
<b>SÖZLÜK .....</b>	<b>189</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>197</b>



<b>EK 1.</b>	Temel Bilgiler.....	199
<b>EK 2.</b>	Biyoteknolojinin Kısa Tarihçesi.....	202
<b>EK 3.</b>	Polimeraz Zincir Reaksiyonu.....	207
<b>EK 4.</b>	İnsan Genomu Projesi .....	209
<b>EK 5.</b>	Genetik Mühendisliği ve Bt Mısır .....	213
<b>EK 6.</b>	En Çok Satılan 10 Biyoteknoloji Ürünü İlaç .....	214
<b>EK 7.</b>	Pazar Değerine Göre Biyoteknoloji Şirketleri .....	215
<b>EK 8.</b>	Büyük Şirket Evlilikleri .....	216
<b>EK 9.</b>	ABD’de Biyoteknoloji Ürünlerinin Onayı İçin Sorumlu Kurumların Yetki Alanları.....	217
<b>EK 10.</b>	Dünyada Uygulanan Teşviklerden Örnekler .....	218
<b>EK 11.</b>	Çalıştay Programı ve Katılımcılar Listesi.....	219
<b>EK 12.</b>	Şirket Listeleri.....	222
<b>EK 13.</b>	TİDEB ve TTGV Tarafından Desteklenen Biyoteknoloji Firmaları....	224
<b>EK 14.</b>	Yakın Gelecekte Patent Süresi Dolacak Biyoteknoloji Ürünleri .....	225

## **TABLÖLER**

### **Sayfa No**

Tablo 2.1 Ekin Bitkilerine Yapılan Genetik Değişiklikler .....	44
Tablo 2.2 1997-99 Arasında Dünyada Transgenik Bitki Ekim Alanları (milyon hektar) .....	48
Tablo 2.3 Organik Bileşenleri Üretmede Biyolojik ve Kimyasal Yöntemlerin Karşılaştırması .....	53
Tablo 2.4 Fermentasyonla Üretilen Endüstriyel Kimyasal Maddeler .....	55
Tablo 3.1 ABD'deki Biyoteknoloji Pazarı (milyar dolar).....	62
Tablo 3.2 ABD'de Biyoteknoloji Ürünü Satışı (milyon dolar).....	65
Tablo 3.3 İsrail'in Biyoteknolojideki Gelişimi .....	68
Tablo 3.4 Güney Kore'nin Biyoteknolojideki Gelişimi (milyon dolar).....	69
Tablo 3.5 Ülkelere Göre Biyoteknoloji Şirketlerinin Finans Kaynakları ve Kurulan Biyoteknoloji Şirketi Sayısı, 1996 (milyon dolar) .....	76
Tablo 3.6 İşbirliği Örnekleri .....	85
Tablo 3.7 Üniversitelerle Biyoteknoloji Şirketleri Arasındaki İlişkiler.....	87
Tablo 3.8 Avrupa Ülkelerinin Araştırma Desteği Verdikleri Biyoteknoloji Alanları .....	95
Tablo 4.1 Nüfus, Kişi Başına GSMH, Tarım ve Sanayide Çalışan Sayısı (1980, 1997) .....	110
Tablo 4.2 1997'de Türkiye'de Yüksek Öğrenim Kurumlarında Yapılan Ar-Ge Harcamaları.....	113
Tablo 4.3 Atıf İndekslerine Göre Türkiye Kaynaklı Yayın Sayısı ve Dünyadaki Payları,.....	113
Tablo 4.4 1980-98 Arasında Yapılan Patent Başvuruları ve Verilen Patentler .....	116
Tablo 4.5 1987-95 Arasında Türkiye'de BT Alanında, Üniversitelerden ve TÜBİTAK Araştırma Laboratuvarlarından Yapılan Yayınlar .....	125

Tablo 4.6 Türkiye’de 1993-98 Arasında Patent/Yararlı Model Başvuruları.....	126
Tablo 4.7 1997’de Türkiye’de Biyoteknolojinin Uygulanabileceği Alanlarda Çalışan Kamu Ar-Ge Kuruluşları .....	129
Tablo 4.8 TÜBİTAK Gıda Bilimi ve Teknolojisi Araştırma Enstitüsü’nde Yapılan Ar-Ge Harcamaları .....	131
Tablo 4.9 TÜBİTAK’ın Desteklediği Projeler .....	132
Tablo 5.1 EuropaBio-Senaryo Sonuçları: BT Kullanan Ürünlerin Değeri (milyar euro) .....	150
Tablo 5.2 Türkiye Senaryo Sonuçları: BT Kullanan Ürünlerin Değeri (milyon dolar) .....	151
Tablo 5.3 ABD, Güney Kore ve Türkiye BT Sistemlerinin Karşılaştırılması....	169

## ŞEKİLLER

### Sayfa No

Şekil 2.1	BT ve Bağlı Olduğu Disiplinler .....	33
Şekil 2.2	Hastanın DNA'sını Analiz Eden Biyoçip .....	37
Şekil 2.3	Geleneksel Bitki Yetiştiriciliği ile Bitki BTsi Karşılaştırması .....	42
Şekil 2.4	Transgenik Bitki Ürünlerinin Yıllara Göre Dünya Pazarı Değeri (milyon dolar, 1999) .....	47
Şekil 3.1	BT Sistemi .....	60
Şekil 3.2	ABD'deki BT Şirketlerinin Ekonomi Üzerindeki Doğrudan, Dolaylı ve Başka Etkileri .....	64
Şekil 3.3	AB'ndeki Ülkelere göre BT Şirketlerinin Sayısı.....	66
Şekil 4.1	1990-97 Arasında Dolar ve GSYİH İçindeki Oran Cinsinden Türkiye'de Ar-Ge Harcamaları .....	112
Şekil 4.2	1990-97 Arasında Amaçlarına Göre Kamu Ar-Ge Harcamaları.....	114

## KISALTMALAR

**AB:** Avrupa Birliği

**ABD :** Amerika Birleşik Devletleri

**Ar-Ge:** Araştırma ve Geliştirme

**BT:** Biyoteknoloji

**BTYK:** Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu

**DİE:** Devlet İstatistik Enstitüsü

**DNA:** Deoksiribonükleik Asit

**DPT:** Devlet Planlama Teşkilatı

**GDU:** Genetik Değişikliğe Uğratılmış

**KOSGEB:** Küçük ve Orta Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı

**OECD:** Organisation for Economic Co-operation and Development

**rDNA:** recombinant DNA

**TİDEB:** Teknoloji İzleme ve Denetleme Başkanlığı

**TTGV:** Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı

**TÜBA:** Türkiye Bilimler Akademisi

**TÜBİTAK:** Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu

**TÜSİAD:** Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği

## ÖZET



## ÖZET

"Uluslararası Rekabet Stratejileri: Biyoteknoloji" adlı bu rapor, Sabancı Üniversitesi'nde görevli iki akademisyenin, TÜSİAD için hazırladığı bağımsız bir çalışmadır. Türk sanayinin, rekabet gücünü artırması ve uluslararası ekonomik sistemde belirgin ve kalıcı bir yer edinmesini sağlamaya yönelik olarak hazırlanan, sektörel rekabet stratejileri raporlarından biri olan bu raporun amacı, 21. yüzyıla damgasını vuracak ve dünyadaki tüm ülkeleri etkileyecek biyoteknoloji (BT) konusunu geniş bir yelpazede incelemektir.

Raporun genel yaklaşımı doğrultusunda aşağıdaki beş sorunun yanıtlanması amaçlanmıştır:

- BT konusu neden önemlidir?
- Dünyada BT uygulamaları nelerdir?
- Türkiye ekonomisi açısından BT'nin önemi nedir?
- Türkiye'de BT alanında neler yapılmalıdır?
- Özel şirketlere, finans, araştırma, profesyonel ve devlet kuruluşlarına düşen görevler nelerdir?

Raporda ayrıca, dünyada BT alandaki başarılı ülkelerle Türkiye'nin durumunun karşılaştırılması yapılarak, Türkiye'nin yeni yüzyıla, hatta binyıla damgasını vuracak bu teknoloji açısından neler yapması gerektiği ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.

Biyoteknoloji, ürünleri ve üretim süreçlerini etkileyen birçok teknolojiyi kapsamaktadır. "**Biyo**" sözcüğü, biyolojik sistem ve süreçlerin kullanılmasını, "**teknoloji**" sözcüğü ise sorunların çözülmesi ve yararlı ürünlerin üretilmesini ifade etmektedir. Biyoteknolojinin yaygın olarak uygulanması, tıp ve ilaç, tarım, hayvancılık, gıda, çevre ve enerji sektörlerine büyük kazanımlar sağlamıştır. Bu nedenle, raporun konusu olan BT, bir endüstriyel sektör olarak ele alınmamakta, yeni ürün ve hizmetlerin üretiminde kullanılan bir teknoloji ya da teknolojiler olarak incelenmektedir.

Gelişen genom teknolojisi ve biyoinformatik araçlar, uzun zamandır insanlara büyük yararlar sağlayan BT uygulamalarını bilimde, teknolojide ve küresel ekonomilerde devrim yaratacak duruma getirmiştir. İçinde bulunduğumuz yüzyılın da biyoloji yüzyılı olacağı bilinmektedir. Biyoteknolojiye dayalı sanayi, önümüzdeki 20



yıl içinde bulunduğu ülkenin farklı üstünlük alanlarına odaklandığında, yeni ürünler üreterek yeni iş olanakları yaratacak ve ülkenin rekabet gücünü artırarak ekonomik ve toplumsal refahı sağlayacaktır. Genetik bilgi birikimiyle eş zamanlı gelişen teknolojik altyapı ilaç, gıda ve kimyasal maddeler gibi yararlı madde ve malzemelerin üretiminde biyolojik malzeme ve süreçlerin kullanılmasını olanaklı kılmaktadır.

Genetik bilgi ve malzemenin önemli bir hammadde olduğu modern BT uygulamalarında en büyük kazançlar tıp / sağlık ve tarım uygulamalarında elde edilmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde Türkiye öncelikle elindeki insan ve bitki gen havuzunu tanımlamasını yaparak bu bilgiye sahip çıkmalıdır. Bu konu, özellikle transgenik bitki türleri geliştirmek için önemli olduğu gibi tohum islahı ve melezleme yapabilmek için de çok önemlidir. Özellikle Avrupa'da genetik değişikliğe uğratılmış organizmaların tartışmaları sürerken, Türkiye'de tarım sektöründe BT uygulamalarının bu yönde öncelikle başlatılması sayesinde tarım bitkilerinin, kuraklığa, bitki zararlılarına ve hastalıklara karşı direncinin artırılması, değeri yüksek yeni bitki türlerinin üretilmesi ya da var olanların daha ucuza üretilmesi ve özelliklerinin geliştirilmesi gerçekleşebilir.

İnsan genomundaki farklılıklar ise kişilerin genetik özelliklerini belirleyip, hastalıklara yatkınlık veya kişiye özel tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi açısından son derece önemli görölmektedir. Bu nedenle, etnik yönden heterojen olan Türk toplumunda aile bazında genetik hastalıkların tanımlanması, özellikle yaygın olan hastalıklar gözönünde bulundurulduğunda, uygun stratejilerin saptanması için önem kazanmaktadır. Türkiye'deki insan gen havuzu önemli bir kaynak olarak değerlendirilmeli, genetik çalışmalar devlet desteği ile yürütülmeli elde edilecek bilgi hazinesi uygun bir şekilde işlenmeli ve korunmalıdır. Bu sayede, sağlık sorunlarının çözümüne katkı sağlanabilir ve hastalıklarla ilgili yeni tanı, ilaç ya da aşı gibi ürünler geliştirilebilir.

Ayrıca BTnin diğer uygulamaları sayesinde, hayvan sağlığına yönelik tanı kitlelerinin, ilaçların ve aşılardan üretilmesinin yanı sıra daha verimli ve sağlıklı yeni türlerin geliştirilmesi düşünülebilir. Çevre ve enerji sektörlerinde de önemli kazançlar elde edilebilir. Tüm bu uygulamalar sonucunda oluşacak yüksek katma değerli ürünlere dayalı ekonomik büyüme nedeniyle kentlere göçün engellenmesi gibi pek çok konuda yararlar elde edilebilir.

Dünya BT pazarı olarak, yalnızca BT şirketleri ve onların yarattığı ekonomik büyüklük ele alınıp, BT ürünlerinin kullanıldığı diğer sektörler katılmadığında, 2000 yılında 63 milyar dolarlık (ABD doları) bir pazar olduğu görülmektedir. Çok hızlı büyüyen bu pazarın 2008 yılında 151 milyar dolarlık bir büyüklüğe ulaşacağı tahmin edilmektedir. Dünya ekonomileri, 1990-97 döneminde yılda ortalama %2 oranında büyürken, BT pazarı yılda %32 oranında büyümüştür. Biyoteknoloji pazarındaki hızlı büyüme göz önüne alındığında, BTye dayalı sanayileri olan ülkelerin çok daha hızlı büyüyeceği açıktır.

BTde başarılı olmanın temel koşulları ise aşağıdaki altı temel noktada özetlenebilir.

- 1) Güçlü bir bilimsel temeli olan kamu ve özel araştırma kuruluşlarının varlığı,
- 2) BT konusunda yasal düzenlemeleri hazırlayıp, kontrol eden ve şirketlerin ticari etkinliklerine yönelik teşvik sistemleri oluşturan devlet kuruluşlarının etkin çalışması,
- 3) Risk alabilen finans kurumlarının oluşması ve girişimciliğin özendirilmesi,
- 4) BT alanında çalışan şirketleri ve diğer paydaşları bir araya getirerek, BT sisteminin gelişmesi yönünde çalışan gönüllü ve profesyonel örgütlerin varlığı,
- 5) BT sistemini oluşturan üniversite-sanayi-devlet kuruluşları arasında sağlıklı işleyen işbirliklerinin yaratılması,
- 6) Sosyal, yasal ve etik konular hakkında toplumun bilgilendirilmesi ve BTye ilişkin sorunların geniş katılım sağlanarak çözülmesi.

BT uygulamaları önümüzdeki yüzyılda milyonlarca insanın yaşam ve çevre koşullarını değiştirecektir. Bununla birlikte, bu yeni teknolojinin, insan sağlığı, çevre ve ekosistemler üzerindeki olası etkileri geniş platformlarda kapsamlıca tartışılmaktadır. Bu nedenle, bir yandan BT uygulamalarının vaat ettiği yararlar ve olası zararlar saptanırken, diğer taraftan toplumsal değişim ve etik konularına özen gösterilmektedir. Konuların çeşitliliği ve karmaşıklığı, toplumun baskısı ve birtakım konularda bilimsel verilerin azlığı bazı durumlarda doğru politikaların saptanmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle OECD ve benzeri uluslararası birçok örgüt, konuya sistemli bir biçimde yaklaşmakta, devletlere yardımcı ve yol gösterici olmaktadır.

Türkiye'nin BT açısından geleceğini tartışabilmek için, öncelikle bugün içinde bulunduğu durumu ortaya çıkarmaya çalışan bu çalışmada, BT ile ilgili tüm paydaş-

ların analiz edildiği ulusal inovasyon sistemi yaklaşımı kullanılmıştır. Bu bağlamda, Türkiye BT sistemini oluşturan ögeler olan (a) şirketler, (b) kuruluşlar (araştırma, finans, profesyonel ve devlet kuruluşları), (c) işbirlikleri ve ağlar ile (d) kurumsal yapılar incelenmiştir ve her paydaşa düşen görevler ve öneriler sunulmuştur.

Raporun, Türkiye koşullarını gerçekçi bir biçimde yansıtması için konuyla ilişkili olarak bugüne değin yapılmış akademik ve akademik olmayan çalışmaların yanı sıra Devlet İstatistik Estitüsü'nün verilerinden yararlanılmıştır. Ancak çalışmayı özgün kılan veriler, 26 özel şirket ve beş devlet kuruluşundan toplanan ayrıntılı bilgilerdir. Çalışmaya katılan şirket ve kuruluşlardan on ikisiyle yüz yüze görüşmeler yapılmış, diğerlerine ise anket uygulanmış ve elde edilen bilgiler raporda kullanılmıştır. Ayrıca sektörde etkinlik gösteren kuruluşların ve bu alanda çalışan uzmanların görüşlerine başvurmak amacıyla, Sabancı Üniversitesi'nde bir çalıştay düzenlenmiş ve sunulan bilgi ve öneriler rapora yansıtılmıştır.

Türkiye'de BT pazarı 1999 yılı itibarıyla 960 milyon dolardır ve 2010 yılında yaklaşık 4,5 ila 8,5 milyar dolara ulaşma potansiyeli taşımaktadır. BTnin Türkiye'ye sunabileceği potansiyel yararların gerçekleşmesi ancak BT sistemini oluşturan şirketler, araştırma, finans, profesyonel ve devlet kuruluşlarının bir araya gelerek uzun dönemli bir strateji çerçevesinde işbirliği içinde çalışmalarına bağlıdır. Sağlıklı ve verimli çalışan bir sistem kurulduğu takdirde, üretim süreçlerinde ve ürün bazında BT kullanımı Türkiye'nin ekonomik rekabet gücünü artıracaktır. BTnin gelişmesi için gereken tamamlayıcı teknolojiler ve BTnin kullanıldığı sektörlerdeki teknolojilerde de gelişme sağlamak gereklidir. Ancak Türkiye'nin kaynakları sınırlıdır. Bu nedenle, yapılması gereken öncelikli iş, Türkiye'nin uzun dönemli teknoloji yol haritasının çıkartılması ve buna bağlı olarak da önceliklerin yer aldığı bir ulusal teknoloji politikasının oluşturulmasıdır.

BT alanına öncelik verilmediği durumda Türkiye'yi bekleyen sorunlar şunlardır:

- 1) Ülkenin genetik zenginliğinin ve çeşitliliğinin korunamaması ve ekonomik olarak değerlendirilememesi,
- 2) BT alanında hızla uzmanlaşan uluslararası şirketlerin artan rekabeti sonucu ihracat ürünlerinde pazar kaybı,
- 3) Dışarıdan alınan teknolojilere ödenen lisans ücretlerinin artması,
- 4) Teknoloji transferi konusunda başarılı olunmaması,

- 5) Satın alınan teknolojilerin etkin bir biçimde kullanılamaması,
- 6) İthal edilen BT ürünlerinde kalite kontrolünün yapılması nedeniyle toplum sağlığının riske atılması.

Bilgi ve teknoloji çağına giren dünyada Türkiye bir seçimle karşı karşıyadır. Bir yanda, yüksek teknolojiye ve nitelikli işgücüne dayalı yeni ekonomik yapıyı kurmak, diğer taraftan yoğun rekabet koşullarının yaşandığı, katma değeri düşük ürünlerin üretildiği geleneksel ekonomik yapıyı sürdürmek zorundadır. Doğal olarak, seçilecek büyüme politikasının, ülkemizin refahını yükseltmek açısından çok farklı etkileri olacaktır. Kısacası, Türkiye "*küresel stratejik öğrenme ve işbirliği*" tarzı bir strateji geliştirmek zorundadır. Bu tür bir stratejiyi gerçekleştirmek için de gerekli bilimsel altyapının kurulması, ulusal ve uluslararası ilişkilerin güçlendirilmesi ve devletin, sistemin gelişmesine katkıda bulunacak altyapı desteklerini sağlaması gerekmektedir.

# B Ö L Ü M

## GİRİŞ



# 1. GİRİŞ

## 1.1. Amaç

“Uluslararası Rekabet Stratejileri: ‘Biyoteknoloji” raporu TÜSİAD’ın uluslararası entegrasyon amacı doğrultusunda, Türk sanayiinin rekabet gücünü artırmak ve uluslararası ekonomi sisteminde belirgin ve kalıcı bir yer edinmesini sağlamak amacıyla yönelik olarak hazırlanmıştır. TÜSİAD’ın bu misyonu doğrultusunda hazırlanan rapor, dünya gündeminde bulunan ve ülkemizin de içinde olduğu hemen hemen bütün ülkelerin önem verdiği biyoteknoloji (BT) konusunu geniş bir yelpazede incelemektedir.

Bu raporda amaç, altıncı, yedinci ve sekizinci kalkınma planlarımızın ve “Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu”nun öncelikli alan olarak belirlediği BT alanının dünyadaki öncelikli konularını, organizasyonlarını, düzenleyici kurallarını ve teşvik edici yapısal unsurlarını temel alarak, ülkemizdeki aktörleri ve onların olası rollerini tanımlayarak bir durum değerlendirmesi yapmak ve ileriye dönük yapılabilecekler için bir tartışma platformu yaratmaktır.

Dünya’daki uygulamalar incelendiğinde, devletler bir yandan gerekli önlem ve teşvikleri sağlarken, bir yandan da uygulama ilke ve kurallarını koyarak BTnin gelişmesinde öncü bir rol üstlenmektedirler. Ayrıca, yeni bilgi ve düşüncelerin gelişme ortamını yaratan akademik kuruluşların ve bu bilgileri ticari uygulamalara dönüştürerek toplumsal refahın artmasına destek olan ticari ve sivil toplum örgütlerinin rolleri önem kazanmaktadır. Biyoteknolojinin birçok disiplini ve uygulamayı içeren bir alan olması ve gerekli altyapı unsurların çeşitliliği konuyu oldukça karmaşık bir hale getirmektedir. Konuyu bir bütün olarak ele alıp geniş bir yelpazede inceleyen rapor, beş soruyu kapsamlıca yanıtlamaya çalışmaktadır.

### (1.) Biyoteknoloji neden önemlidir?

Raporun 2. Bölümü’nde BT ile ilgili tanımlarla birlikte, tıp, sağlık, tarım ve hayvancılık, çevre ve endüstriyel BT uygulamaları sunulmuş, çeşitli ülkelerin istatistiksel verileri ve konuyla ilgili bilimsel gelişmeler de eklenmiştir. Bunların yanı sıra konunun çarpıcı uygulamalarına da yer verilmektedir.

### (2.) Dünyada BT uygulamaları nelerdir?

2000 yılı verilerine göre dünya BT pazarının 63 milyar dolar olması beklenmektedir. Teknolojide lider konumda olan Amerika Birleşik Devletleri (ABD), bunun

% 40'ını gerçekleştirmekte ve bu durumuyla da başarı koşullarının inceleneceği bir örnek oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, Avrupa ülkeleri aldıkları önlemler ve verdikleri teşvikler ile önemli atılımlar yapma aşamasındadırlar. Türkiye de AB'ye aday bir ülke olarak Avrupa'daki gelişmeleri, uygulanan kuralları ve alınan önlemleri yakından izlemek durumundadır. Güney Kore ve İsrail gibi BTde önemli bir yol kat ederek belirgin bir yer edinen ülkeler ve bu ülkelerin pazar büyüklükleri, örgütleri, yer aldıkları işbirlikleri 3. Bölüm'de incelenmektedir.

### (3.) Türkiye açısından BTnin önemi nedir?

1980'li yıllardan bu yana Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler, başka ülkelerde geliştirilen teknolojileri transfer etmekle kendi özgün sorunlarına her zaman çözüm bulamayacaklarını anlamış ve bu nedenle de ulusal kalkınma hamlelerinde BType öncelik vermeye başlamışlardır. Biyoteknolojinin yalnızca ticari uygulamalarında değil, süregelen tartışmalarda ve kullanılan teknolojilerde de ülkeler arasında farklılıklar görülmektedir. Patent ve mülkiyet hakları, her zaman gelişmekte olan ülkelerin çıkarlarını gözetmeyerek, BTdeki gelişmelerden yararlanmanın önünde yasal engeller oluşturmaktadır. Bilinçli bir teknoloji transferi gerçekleştirebilmek, bunu yaygınlaştırmak ve uluslararası yasal düzenlemelerde söz sahibi olabilmek için Türkiye'nin ulusal teknoloji hamlesi kapsamında BType öncelik vermesi gerekmektedir. Bölüm 4'te BT altyapısının Türkiye'ye sağlayacağı yararlar ve bu teknolojinin geliştirilmemesi durumunda ortaya çıkabilecek zararlar çok yönlü olarak incelenmekte ve konunun kapsamlı bir tartışması yapılmaktadır.

### (4.) Türkiye'de BT alanında neler yapılmalıdır?

Bu soruyu yanıtlamak için ulusal inovasyon sistemi yaklaşımı kullanılarak Türkiye BT sistemini oluşturan öğeler, bir başka deyişle, şirketler, örgütler, işbirlikleri/ağlar ve kurumsal yapılar incelenmiştir. Bu bağlamda Türk BT şirketlerinin envanteri çıkartılmıştır. Bunun yanında örgütler kapsamında, araştırma ve finans kurumları, profesyonel örgütler ve devlet kuruluşları incelenerek var olan bilimsel kapasite ve gerekli altyapı elemanlarının dökümü çıkartılmıştır. Yasal düzenlemeler, teşvikler, toplumsal, politik ve etik konular da kurumsal altyapı olarak değerlendirilip incelenmiştir. Elde edilen bulgular 4. Bölüm'ün son kısmının konusudur ve Türkiye'de neler yapılmalıdır sorusunun yanıtının temel çıkış noktasını oluşturmaktadır.



Yukarıdaki soruyu yanıtlayabilmek için dünyadaki BT gelişmeleri ve beklentilerle ve özellikle de AB ülkelerinin yapmış olduğu projeksiyonlarla uyumlu olarak, üç değişik senaryo geliştirilmiştir.

- "Temel Senaryo" Türkiye'nin BT konusunda herhangi bir özel uygulama yapmaması durumunu,
- "Pozitif Senaryo" ya da "Başarılı Takipçi Senaryo" konuya önem ve öncelik verilerek gerekli önlem ve teşviklerin sağlanacağı durumu,
- "Negatif Senaryo" da ilgili sektörlerin kendi gelişimlerinde birtakım sorunlar yaşadığı, başarısızlık durumunu tanımlamaktadır.

Bu senaryolar ve Türkiye'nin izleyeceği stratejiler 5. Bölüm'de kapsamlı bir biçimde tartışılmaktadır.

(5.) Şirketlere, devlete ve kuruluşlara ne tür görevler düşmektedir?

Bu sorunun yanıtını bulmak için, ABD'nin uyguladığı "piyasaya dayalı kendi kendine yeterlilik"; İngiltere'nin uyguladığı "buluş, deney ve çoğulculuk"; Japonya ve Güney Kore'nin uyguladığı "global stratejik öğrenme ve işbirliği" stratejileri, birlikte analiz edilmiş ve raporda karşılaştırmalı olarak tartışılmıştır. Bunun için öncelikle BT'nin potansiyel etkisinin olacağı bilinen sektörel stratejilerden yola çıkılıp, rekabete yönelik makro politika uygulamaları konusunda gerekenler için öneriler geliştirilmiştir. Ülkemizin mevcut durumundan yola çıkarak, yukarıdaki soruya yanıt bulmaya çalışılmış ve ileriye yönelik bir de çalışma planı çıkartılmıştır.

## **1.2. Çalışma Yöntemi**

Raporla ilgili ilk sunum, TÜSİAD'ın davet ettiği sanayicilere, Prof. Dr. Hüveyda Başağa tarafından 9 Mart 2000'de yapılmıştır. Bu sunumla birlikte, konuya ilgi gösteren katılımcılardan "TÜSİAD Biyoteknoloji Çalışma Grubu" kurulmuştur ve projenin belirli aşamalarında bu grubun görüşlerine başvurulmuştur. Prof. Dr. Hüveyda Başağa ve Doç. Dr. Dilek Çetindamar'ın yazdığı bu raporla ilgili çalışma planı aşağıdaki gibi gerçekleşmiştir:

Bu rapor Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV), Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) ve daha birçok uluslararası kurumun hazırladığı raporlardan, yayımlanan kitap ve dökümanlardan yola çıkmış ve "TÜSİAD Biyoteknoloji Çalışma Grubu" ve ilgili akademisyenlerce

onaylanan içerik doğrultusunda yazılmıştır. Bunların yanı sıra, yazarların raporu yazdığı dönemde ya da daha öncesinde, katıldıkları uluslararası toplantılarda ele alınan konulara da raporda yer verilmektedir.

“TÜSİAD Biyoteknoloji Çalışma Grubu”nun ve biyoteknoloji konusunda etkinlik gösteren şirketlerin görüşlerini rapora yansıtmak amacıyla, 26 şirketin ve beş devlet kuruluşunun yetkilileriyle karşılıklı görüşme ve ankete dayalı bir çalışma yapılarak Türk BT şirketlerinin envanteri çıkartılmıştır. Bu anket uygulaması ve görüşmelerin değerlendirilmesi raporun 4. Bölümü’nün önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

6-7 Ekim 2000 tarihlerinde uluslararası bir çalıştay düzenlenmiş ve çalıştaya akademisyenler, BT şirketleri, konuyla ilgisi olan sanayiciler, ve hükümet temsilcileri çağırılmıştır. Çalıştayın sonuçları raporun 5. Bölümü’nde aktarılmaktadır.

Raporun içerik yönünden değerlendirilmesi için belli aşamalarda Prof. Dr. Mehmet Öztürk (Bilkent Üniversitesi) ve Dr. Gönül Veliçelebi’nin (Genel Müdür Yardımcısı, Neurogenetics Şirketi, ABD) görüşlerine sunulmuş ve onlardan gelen öneriler doğrultusunda geliştirilmiştir. Prof. Dr. Meral Özgüç (Hacettepe Üniversitesi), Prof. Dr. Nazlı Başak (Boğaziçi Üniversitesi), Prof. Dr. Hande Çağlayan (Boğaziçi Üniversitesi), Prof. Dr. İsmail Çakmak (Sabancı Üniversitesi), Doç. Dr. Cemil Arıkan (Sabancı Üniversitesi), Av. Arzum Günalçın, Doç. Dr. Levent Dağışan (Pakmaya), Dr. Nuri Mol (Pakmaya) ve Prof. Dr. Fazilet Vardar Sukan rapora kaynak sağlayarak ve görüş bildirerek katkıda bulunmuşlardır. Ayrıca bu projede danışmanlık görevi üstlenen Sabancı Üniversitesi öğretim üyesi Prof. Dr. Gündüz Ulusoy ve ABD Biyoteknoloji Sanayicileri Başkan Yardımcısı Dr. Val Giddings ile de zaman zaman bağlantıya geçilerek raporla ilgili görüşleri alınmıştır.

### **1.3. Teşekkürler**

Yazarlar bu güncel ve önemli konunun bir bütün olarak ele alınmasına öncelik veren TÜSİAD’a, kendilerine her türlü araştırma desteğini sağlayan Sabancı Üniversitesi’ne müteşekkirdirler. Yayın öncesi raporu okuyarak değerlendiren Prof. Dr. Mehmet Öztürk ve Dr. Gönül Veliçelebi’ye ve görüşlerinden yararlandıkları meslektaşlarına teşekkür borçludurlar. Ayrıca, çalıştaya katılarak görüşlerini paylaşan tüm katılımcılara ve çalışma döneminde kendilerinden yardımlarını esirgemeyen başta Tunç Şerif Üstünel olmak üzere Mesruh Türkekul, Zeynep Gülçur ve Arzu Turhan’a teşekkür ederler.

# B Ö L Ü M

BİYOTEKNOLOJİ



# 1. BİYOTEKNOLOJİ

Tüm rapor boyunca kullanılacak biyoteknoloji tanımlarının aktarılmasıyla başlayacak olan bu bölümün amacı, dünyada özellikle tıp, sağlık, tarım, hayvancılık ve çevre sektörlerindeki BT uygulamalarını tanıtmaktır.

## 2.1. Tanımlar

Bilim dünyası günümüzde anatomi, fizyoloji, biyokimya, farmakoloji, patoloji, toksikoloji gibi bilim dallarına artık tümleşik bir açıdan bakabilmektedir. Tanımlamalar molekül düzeyinde yapılabilmekte, ortak yanlar bulunup, kimya diliyle de açıklanabilmektedir. Genetik biliminde de bu ortak dil, kendini en iyi biçimde ifade edebilmektedir. Tüm canlıların ortak yapıları olan genler, onların işlevleri, manipülasyonları ve bir organizmadan başka bir organizmaya nakledilebilmeleriyle sonsuz uygulama olanakları yaratılmaktadır. Bakteriler, bitki ve hayvan hücreleri, tıpta, tarımda ve sanayide kullanılmak üzere hormon, ilaç, antikor üreten fabrikalara dönüştürülebilmektedir. Genlerin insan sağlığındaki önemi gün geçtikçe ortaya çıkartılarak, kuşaktan kuşağa geçen hastalıklar genetik temellere dayanılarak açıklanabilmekte ve genetik tedavi yöntemleri üzerinde yoğun olarak çalışılmaktadır. Tarım uygulamalarında bitkilerin genetik yapısında gerçekleştirilen değişikliklerle bitkiler, çeşitli iklim ve toprak şartlarına dayanıklı hale getirilebilmektedir. Modern BT yöntemleri sayesinde bitki genleriyle oynanarak istenen özellikler bitki genomuna eklenmekte ve böylece, uzun zaman alan, masraflı ve her zaman verimli olmayan geleneksel melezleme yöntemlerine karşı BT artık ciddi bir seçenek oluşturmaktadır.

Son 20 yılda biyoloji bilimlerinde canlıların yapısı ve işleyişi yönünde büyük bir bilgi birikimi elde edilmiştir (Bkz. Ek 1). Bu birikim doğayı anlayabilme isteğinin (akademik merak) yönlendirdiği araştırmalarla sürekli artarken, ticari uygulamalar yoluyla insanların çeşitli gereksinimlerini de karşılamıştır. Genetik mühendisliğinin ve ilgili teknolojilerin tıp, tarım ve çevre konularına büyük yenilikler getirerek toplumsal ve ekonomik yaşamı da artık etkileyebileceği görülmektedir. Bilimsel gelişmelere ve endüstriyel uygulamalara paralel olarak politik kararlar gerektiren finans, üniversite-sanayi işbirliği, patent hakları ve hükümetlerin rolü gibi konular, günümüzde çeşitli platformlarda kapsamlı olarak tartışılmakta ve insanlığın refahı için en iyi uygulamaların gerçekleştirilmesine çalışılmaktadır.

Stanford Üniversitesi'nden Prof. Stanley Cohen ve Prof. Herbert Boyer 1973'te bir canlıdan aldıkları bir geni başka bir canlıya naklederek modern BTnin temellerini at-

tılar (Moses ve Cape, 1991). Bu olaydan hemen sonra, organizmalar üzerinde yapılan bu türden deneylerin endüstriyel uygulamaları konusu gündeme geldi ve yatırımcılar da konuya dikkatle eğilmeye başladı. Araştırmacılar, yatırımcılar, politikacılar ve toplumun çaresiz hastalıklara çözüm bulunacağı yönündeki inancı da bu alanda bir sanayinin biçimlenmesine olanak tanıdı. Yeni kurulan BT şirketleri, üniversitelerden çıkan önemli düşünce ve buluşların uygulanmasında köprü görevi üstlenerek milyarlarca dolarlık bir ekonomik değer yarattı, binlerce kişiye iş olanağı sağladı, ürün ve hizmet sağlayan uydu sektörler oluşturdu. Bilgi ve uzay teknolojileri ile birlikte önümüzdeki yüzyılların teknolojisi olarak gösterilen biyoteknoloji nedir?

Biyoteknoloji, en genel şekliyle sorunların çözülmesi ve yararlı ürünlerin üretilmesi amacıyla biyolojik süreçlerin kullanılması olarak tanımlanabilir. Biyoteknolojinin son aşaması olan modern biyoteknolojiye farklı alan ve zeminlerde birçok değişik biçimde tanımlanmıştır. Raporda ise, bu tanım kabul edilecektir.<sup>1</sup>

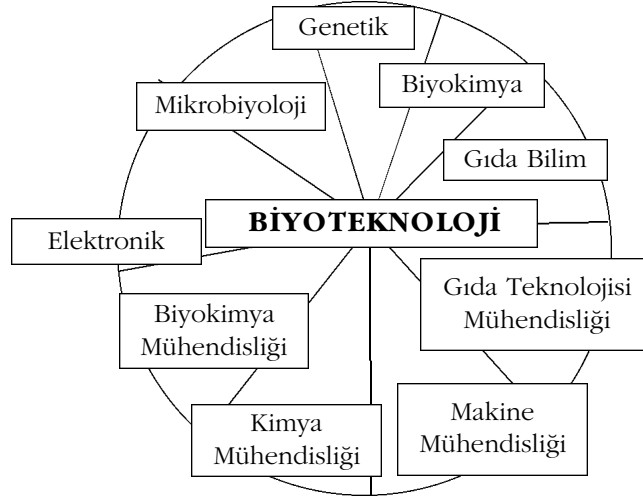
İnsanlar, binlerce yıldır, biyokimyasal ve genetik mekanizmaların nasıl işlediğini bilmeden deneme yanılma yoluyla şarap ve bira yapımında fermentasyondan, peynir ve yoğurt yapımında sütün bakteriyel ekşitilmesinden ve ekmek yapımında da mayalardan yararlandı. Bir başka deyişle aslında farkında olmadan BTlerden yararlandı. Ancak geçtiğimiz yüzyılda I. Dünya Savaşı'nda patlayıcı madde üretmek üzere, aseton yapımında fermentasyon teknolojisi endüstriyel anlamda kullanıldı. Bu teknolojinin kullanımı, 1940'lı yıllarda antibiyotik üretiminde daha da yaygınlaştı. 1970'li yıllardan günümüze kadar olan dönemde ise hem proteinler ve metabolik döngülere ilişkin bilgilerimiz arttı hem de DNA'nın (Deoksiribonükleik Asit) enzimler aracılığıyla kesilip, değiştirilebilmesi ve bir canlıdan bir başkasına nakledilebilmesini mümkün kılan teknolojiler gelişti. Bir yanda yeni, yaratıcı düşünceler ve buluşlarla beslenen teknolojinin itici gücü, öte yanda yeni ürünlere olan gereksinim ve yeni arayışlar içindeki piyasa, BTnin günümüzdeki etkisine sahip olmasını sağladı (Bkz. Ek 2).

Biyoteknoloji, temel bilim buluşlarını kısa sürede yararlı ticari ürünlere dönüştürebilmesiyle bir anlamda kendi talebini de yaratabilir. Bu yönüyle de öteki teknolojilerden ayrılır. Örneğin, sıcak su kaynaklarında yaşayan bakterilerden birinden elde edilen, yüksek sıcaklığa dayanıklı bir enzim, günümüzde uygulama ve temel bilim çalışmalarının ayrılmaz bir parçası olan PCR'nin önemli bir girdisidir (Bkz Ek 3).

---

1 Modern BTnin tanımı, bira ve şarap gibi geleneksel BT uygulayan üretim süreçlerini ilgi alanı dışında bırakmakla birlikte, özgün araştırma ve geliştirmeler sonucunda elde edilen maya kültürlerinin üretimini kapsar.

Biyoteknoloji uygulamaları mikrobiyoloji, biyokimya, moleküler biyoloji, hücre biyolojisi, immünoloji, protein mühendisliği, enzimoloji ve biyoproses teknolojileri gibi farklı alanları bünyesinde toplar. Bu nedenle de BT birçok bilimsel disiplinle karşılıklı ilişki içinde gelişir (Şekil 2.1).



Kaynak: Smith, 1996

### Şekil 2.1 Biyoteknoloji ve Bağlı Olduğu Disiplinler

Günümüzde BTnin, etkili olduğu dört temel alan/sektör vardır:

- Tıp alanındaki BT
- Tarım ve hayvancılık alanındaki BT
- Çevre BTleri
- Endüstriyel BT

#### 2.1.1. Tıp ve Biyoteknoloji

Tıptaki moleküler yaklaşım, hastalığın belirtileriyle değil, en temel nedenleriyle uğraşan bir yaklaşımdır. Hızlı ve kesin tanı testleri, yeni immünoterapi yöntemlerinin kullanılması, hastalık tetikleyici birçok çevresel koşulun keşfi ve bozuk genlerin yerine sağlamlarının konmasını içeren gen terapisiyle çok sayıda sorun için yeni çözümler üretilmektedir. Ayrıca, BT yöntemleri ile ilaç tarama ve ilaç keşfi yapmak da mümkündür. Moleküler mekanizması belirli, özgül ilaç geliştirmek için BT yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Yirminci yüzyılın ortasında genetik hastalık olarak Huntington hastalığı ve Akdeniz Anemisi gibi hastalıklar kabul edilirken, son 30 yılda artan genetik bilgi birikimi nedeniyle "genetik temelli hastalık" tanımı da değişmiştir. Artık kalıtımsallığı %100'den az olan, birden çok gene bağlı hastalıklar da genetik hastalık olarak görülmeye başlanmıştır. Kalp ve dolaşım bozuklukları, bazı kanser türleri ve şeker hastalığı bu gruba örnek gösterilebilir. Genlerin kişilerin pek çok özelliğini belirlediği düşüncesi güçlendikçe, genetik kökeni çok açık olmayan kimi davranış özelliklerinin de genetik temelli olduğu kabul edilmiştir. Bu grup genetik bozukluklara da alkolizm veya şizofreni örnek verilebilir. Birçok hastalığın genetik kökeni için araştırmalar yapılırken artık çevresel etkiler de gözönünde bulundurulmaktadır. Özellikle, son iki gruptaki hastalıkların, genetik bir bileşeni olmakla birlikte, çevresel koşulların etkisiyle ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Hastalıkla ilgili bir genin ve gendeki bir mutasyonun, arkasından ilgili proteinin işlevinin, fizyolojik etkisinin saptanması ve hücreler arası etkileşimde oynadığı rolün tanımlanmasıyla birlikte, yeni müdahale olanakları doğmaktadır. Kişinin genetik yapısının biyokimyasal yöntemler ve bilgisayar uygulamalarıyla ortaya çıkartılması ve olması gerekenle karşılaştırılması da uygun tedavi biçiminin geliştirilmesini sağlar. DNA dizileme teknikleri, bilgisayar donanım ve yazılım olanakları sayesinde binlerce gen dizilimi ve bunların ifade ettiği protein yapı ve işlevleri anlaşılmıştır. Genler ve proteinler; bunların yapı ve işlevlerine ilişkin bilgi birikimi, hastalıklara nasıl ve ne zaman müdahale edileceğinin kararlaştırılması sürecinde, daha etkin çözümlerin yolunu açmaktadır. Genomik tıp ve moleküler yaklaşım, hastalıkları ya da kişiler arası farklılıkları, moleküller arasındaki farklılıklar çerçevesinde tanımlayabilmektedir.

Yeni ilaç, aşı ve tanı testlerini geliştirme çabaları sayesinde, hem çok karmaşık biyolojik sistemler daha derinlemesine anlaşılabilmiş, hem de canlılar üzerinde yapılan küçük müdahalelerin canlılık sisteminde ne tür değişiklikler yaptığı ortaya çıkmıştır. Bütün bu çabaların ve bilgi birikiminin sonucunda da daha özel ve daha etkin ilaçların geliştirilmesi gerçekleşmiştir.

Geleneksel ilaç tasarımı, küçük organik moleküller üzerindeki çalışmalara odaklanmıştı. Bugünse, modern biyoteknoloji yöntemleri sayesinde, molekül temellerine göre tanımlanmış birçok hastalık için daha duyarlı tanı yöntemleri ve ilaçlar geliştirme konuları öncelik kazanmıştır. Ekonomik koşullar, ilaç sanayini geniş kitlelere yönelik büyük talep olan ilaçların geliştirilmesi yönüne çekmektedir. Bunun



yanında gelişen teknoloji de daha özel, kişiye göre tasarlanmış ilaçların üretilmesine olanak tanımaktadır.

Tıp alanında BTnin kullanıldığı dört temel konu vardır:

- Tanı
- Aşı
- İlaç
- Gen Terapisi

Yakından incelenecek olan bu dört ana alanın dışında, tıp ve BT ile ilgili, yeni gelişmekte olan biyoinformatik, biyoçip ve biyomateriyaller gibi alanlar da vardır.

**Biyoinformatik:** Biyoinformatik, bilgisayar teknolojisinin biyolojik bilginin işlenmesi amacıyla kullanılmasıdır. Bu amaçla bilgisayarlar, biyolojik ve genetik bilginin elde edilmesi, saklanması ve analiz edilmesi için kullanılır. Biyoinformatiğe olan gereksinim, İnsan Genomu Projesi sonucu ortaya çıkan genetik bilginin işleme sorunuyla artmıştır. Daha sonra, genetik hastalıklarının anlaşılması ve kişinin genetik yapısına özgü ilaç tasarımı gibi konular için de kullanılması düşünülmüştür. Biyoinformatik, moleküler biyoloji ve bilgisayar bilimlerinin kaynaşmasıyla oluşmuş, çok değişik uygulama alanları bulunan, disiplinlerarası bir daldır.

**Biyochip:** Biyoçip teknolojisi, birçok genetik testi minyatür olarak gerçekleştirmek amacıyla, yarı-iletken çip kullanılmasıdır. Birçok kısa DNA zincirini kendisine bağlayan biyoçipler üretilmektedir. Bu çipler, gerçek DNA örnekleri için bir test tüpü görevi görürken, DNA örneklerinin çipteki hangi noktaya bağlandığı özel bir mikroskopla görüntülenebilmektedir. Biyoçiplerin, insan DNA'sındaki 29 000-100 000 genin saptanmasını büyük ölçüde hızlandırması beklenmektedir. Biyoçipler sağlık, tarım ve çevre sektöründe de kullanım alanı bulacaktır: biyoçipler sayesinde, enfeksiyonların, topraktaki tarım ilacı miktarını ve çevrede kirliliğe yol açan birçok kimyasal maddenin saptanabileceği, tanımlanabileceği ve miktarının da belirlenebileceği öngörülmektedir.

**Biyomateriyaller:** Biyomateriyaller, canlı dokuyla ilişkiye girme kapasitesi olan doğal ya da yapay materyallerdir. Bu maddeler, son yıllarda, tıp cihazları endüstrisine büyük katkı sağlamıştır. Günümüzde biyomateriyaller yalnızca anatomik yapıların yerine geçmekle kalmayıp, aynı zamanda vücuttaki yenilenme yeteneği olmayan doku ve organların doğal yenilenme mekanizmasını da uyarırlar. Biyomateriyaller, biyoteknoloji ve tıp cihazları endüstrisi arasındaki kesişim alanı olarak değerlendirilmekte ve tıbbın her alanında geniş kapsamlı bir etkiye sahip olması beklenmektedir.

Kaynak: Moses ve Cape, 1991.

### 2.1.1.1. Tanı

Moleküler biyoloji bilginin derinleştikçe tıbbi tanı yöntemleri de artık birçok hastalığı, hastalığa yatkınlığı ve genetik bileşenleri daha önceden belirleyebilen, daha etkin, güvenli ve az maliyetli yöntemler olmuştur.

DNA analizini içeren tanıyla doğum öncesinde, bebeğin talasemi, Tay-Sachs, hemofili, sistik fibroz, orak hücre anemisi, Huntington hastalığı gibi birçok hastalığın taşıyıcısı olup olmadığına ilişkin kesin bilgi verilebilmektedir. Sonuca göre, hamileliğin sürdürülüp sürdürülmemesi ya da ilerideki hamilelikler konusunda yardımcı olunmaktadır. Ayrıca, ileri yaşlarda görülebilecek kalp ve dolaşım bozuklukları ve Alzheimer hastalığı gibi hastalıkların, çevresel etkilerin yanı sıra kalıtsal kökeni olduğu bilindiğinden, uygulanan DNA'ya dayalı tanı yöntemleriyle kişilerin hastalığa yatkınlığı konusunda önemli ipuçları elde edilebilmektedir.

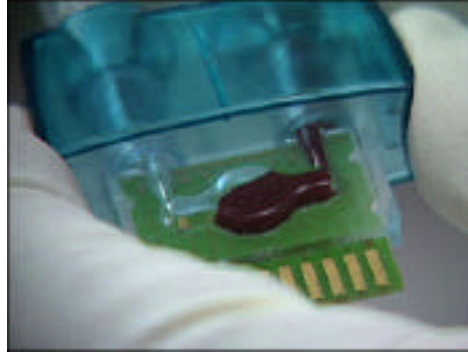
Ayrıca, insan vücudunun biyokimyasal parametreleriyle ilgili tanı testleri de her geçen gün geliştirilmektedir. Örneğin, LDL'nin (low density lipoprotein), öteki adıyla kötü kolesterolün, kandaki miktarını ölçmek için yeni bir test geliştirilmiştir. Eski testlerde başka birçok pahalı testi gerektiren toplam lipid profili gerekmektedir. Bunun yanında, kan alımından önce hastanın 12 saat aç kalması lazımdı. Biyoteknoloji ürünü yeni testlerle LDL düzeyi artık doğrudan ölçülebilmektedir (BIO, 2000).

Monoklonal antikor teknolojisine dayalı tanı testleri sayesinde, bugün birbirine çok yakın mikroorganizmalar, hatta alt gruplar birbirinden ayrılabilir. Yine monoklonal antikorlarla, birbirine çok yakın moleküller (örneğin, morfin ve eroin) arasında da ayırım yapılabilir ve ilaçların ve metabolitlerinin düzeyi ölçülebilmektedir.

Bugün piyasada bulunan hem monoklonal antikor hem de DNA tabanlı birçok tanı kiti vardır. Bunlar sayesinde hamileliğin yanı sıra; AIDS, hepatit, tüberküloz gibi hastalıklara sebep olan birçok patojen organizmanın kesin olarak belirlenmesi sağlanır; yakın geçmişte geliştirilmeye başlanan testler ile kanserin bazı türlerine (göğüs ve bağırsak kanseri gibi) yatkınlıklar saptanabilir. Böylece müdahalelerin daha hızlı ve etkin yapılması sağlanır. Zaten tanı kitlerinin en önemli özelliği de hızlı ve erişilebilir olmalarının yanı sıra klinik süreçlerle karşılaştırıldığında, hem zaman hem de para tasarrufu sağlamalarıdır.

Tanı testleri ve kitlerinin oluşturduğu tıbbi tanı alanında yakın gelecekte, tanı amaçlı kullanılacak biyoçiplerin de yaygınlaşması beklenmektedir. Normal bir bilgisayar, binlerce matematiksel denklemi nasıl bir saniyede çözebiliyorsa, bir biyoçip de karmaşık bir genetik bilgiyi aynı sürede analiz edebilir. Biyoçipler; idrar, kan ve tükürükte bulunan DNA ile etkileşerek belli bir virüsü, bakteriyi ya da belli bir hastalıkla ilişkili geni belirlenmek için kullanılabilecektir (Şekil 2.2). Araştırmalarını bu alana yönelten büyük BT şirketlerinin amacı, fiyatı 20 dolara kadar inecek

tek kullanımlık biyoçipler üretmektir.<sup>2</sup> İnsan kanındaki hepatit ve başka birçok virüsün tanısını yapmaya yönelik biyoçiplerin yanında, kanser teşhisinde kullanılacak biyoçipler de üretilmektedir. Bu teknolojinin tümüyle uygulamaya konması için en az 10 yıl gerektiği belirtilmektedir.



**Şekil 2.2 Hastanın DNA'sını Analiz Eden Biyoçip**

#### **2.1.1.2. Aşı**

BT insan sağlığına bir başka katkısı da yeni aşıların geliştirilmesidir. Her türlü modern aşının dört temel ya da etkin bileşeni olabilir: 1) Cansız mikroorganizma, 2) Zararsız mikroorganizma, 3) Mikroorganizma ürünleri, 4) Saflaştırılmış mikroorganizma bileşenleri.

Tüm bu bileşenler canlının bağışıklık sistemini uyarak antikor üretimine neden olurken canlının, bu antijeni bir anlamda öğrenmesini ve hatırlamasını sağlar. Böylece canlı, o antijene karşı bağışıklık kazanmış olur.

Özellikle birinci ve ikinci grubu içeren klasik aşılar, zayıflatılmış ya da öldürülmüş mikropları (virüs ya da bakteri) içerir. Bu tür aşılar, herhangi bir hastalığa ya da beslenme bozukluğuna bağlı olarak, genel bağışıklık sisteminin güçsüz olduğu bazı durumlarda, vücutta istenmeyen tepkilere yol açabilir.

Etkin bileşeni rekombinant antijen olan BT aşısıysa, mikrobi değil onun bir parçası olan yüzeyindeki bir proteini, antijeni, içerir. Antijenleri laboratuvar ortamında ürettirme ve izole etme yoluyla, mikrop içermeyen aşılar yapılabilir. Bu özellik, BT aşıları ile bazı durumlarda patojen mikroorganizmaları barındıran standart aşılar karşılaştırıldığında önemli bir özelliktir.

Bugün dünyada, 350 milyondan fazla insan Hepatit B virüsü (HBV) taşımaktadır. (Steinberg ve Raso, 1998). Hepatit B virüsü, akut ve kronik karaciğer bozuklu-

<sup>2</sup> Metinde kullanılan dolar ABD dolarını ifade etmektedir.

ğu, siroz ve sonunda kansere yol açan öldürücü bir virüstür. Afrika, Asya ve Pasifik ülkelerinde karaciğer kanserinin başlıca nedenidir. ABD’de kullanılan ilk HBV aşısı, Hepatit B enfeksiyonu olan hastalardan elde edilen plazma bileşenlerinden üretiliyordu. Bu yöntemle aşı üretimi hem masraflı hem de gereksinimi karşılayamayacak düzeydeydi. Günümüzde etkin bileşeni rekombinant antijen olan aşı, bu tür aşılardan yerini almıştır. FDA, Hepatit B için üretilmiş BT aşısını, 1986’da onaylamıştır. Aşı, hepatit antijenini üreten genin, maya hücrelerine nakledilmesi yoluyla üretilmektedir. Fermentasyon sırasında üreyen mayalar antijen genini ve dolayısıyla antijen proteinini de üretirler. Antijen molekülleri, hücrelerden ayrıştırılıp saflaştırıldıktan sonra vücuda verilir. Bu aşamadan sonra vücut, HBV’ye karşı antikor üretmeye başlar ve ona karşı hazırlıklı duruma gelir. Rekombinant aşının ucuz olması ve büyük miktarlarda elde edilebilmesi, aşı programlarına çok önemli bir katkı olmuştur. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin çoğu bu aşıyı sağlık programlarına almışlardır. Bu nedenle de karaciğer kanserinde önemli oranda düşüş kaydedilmiştir.

Viral enfeksiyona yol açan patojenlerden bir başkası da en öldürücü virüslerden biri olan Ebola’dır. Bu viral enfeksiyona yakalanan kişilerin %90’ı ölmüştür. 1997’de ABD’li bir grup araştırmacı rekombinant teknolojiyle üretilen Ebola aşısının fare ve domuzla yapılan deneylerde başarılı olduğunu göstermiştir (Steinberg ve Raso, 1998).

Araştırmacılar grip, AIDS, herpes, kolera gibi virüslerle ilgili olarak da aşı çalışmalarını sürdürmektedir. Bunlardan, AIDS, kanser ve multipl sklerosis aşılarının çalışmaları klinik deneme aşamasındadır. Kanserle ilgili aşılar ve kişilere özel üretilmiş aşılar da umut vaat etmektedir. Bu tür aşılar kanser hastasının tümörlerinden üretilir ve kişiye özel olarak kullanılır. Son dönemde yapılan bir araştırmada da, bir grup ABD’li araştırmacı, Şubat 1998’de genetik modifikasyon ile patatese kendi bünyesinde kolera aşısını ürettirmiştir (Steinberg and Raso, 1998). Böylece, bu aşının ağızdan alınabilmesinin yolu açılmıştır.

### **2.1.1.3. İlaç**

BT en etkili olduğu alanlardan biri belki de ilaçtır. Üretim süreci, mikroorganizmaların ya da canlıların ürettiği maddeleri (örneğin enzim) kapsayan ilaçlar BT ürünü ilaç olarak kabul edilir. Bu alanda genellikle mikroorganizmalar, tümör hibridleri ya da beyaz kan hücreleri kullanılır. İlaç BTsinin amaçları, yeni ilaçlar geliştirmek ve kullanılan ilaçların daha güvenli ve etkili çeşitlerini üretmektir.

İlaç BTsinin tarihi, Alexander Fleming'in penisilini keşfetmesiyle başlar. 1970'lerde yapılan iki önemli çalışmayla da modern ilaç BTsinin temelleri atılmıştır. Bunlardan biri, genetik materyalin farklı türler arasında aktarılması, diğeri de tümör ve bazı beyaz kan hücrelerinin birleştirilerek oluşturulan "hibridoma"lardan çeşitli hastalıklara karşı değişik antikörlerin üretilmesidir. Günümüzde bu alanda artık, genetik klonlama ve rekombinant DNA teknolojileri kullanılmaktadır. Bu tür teknolojilerle üretilen ilaçlara rekombinant ilaç denir ve bazı sitokinler, enzimler, hormonlar, kan pıhtılaşma faktörleri ve monoklonal antikörler bu tür ilaçlara örnek olarak verilebilir. rDNA teknolojisi ilaç BTsine büyük yenilik getirerek, insan vücudunun ürettiği maddelerin daha arı, daha güvenli ve daha etkili versiyonlarının üretilmesine olanak tanımıştır. Şu anda ABD'de, FDA'nın onayladığı; anemi, sistik fibroz, büyüme yetersizliği, hemofili, doku nakli reddi ve kanserin birçok türünü tedavi etmek üzere çok sayıda rekombinant ilaç vardır; ayrıca, onlarcası da klinik deneme aşamasındadır (Acharya, 1999).

İnsan Genomu Projesinde ve dolayısıyla genomik tıpta kaydedilen gelişmeler, genomikle farmakolojinin kesişim alanında olan farmakogenomik adı verilen yeni bir alanın doğmasına yol açmıştır (Bkz. Ek 4). Bu yeni alan, insanın genetik yapısının, vücudun belirli ilaçlara karşı olan tepkisini nasıl etkileceğiyle uğraşır. Farmakogenomikteki gelişmeler, ileride kişiye özel ilaçların tasarlanabileceğinin umudunu vermektedir. Örneğin, insan genomunda her 100-300 nükleotitte bir görülen tek nükleotit polimorfizmlerinin (Single Nucleotide Polymorphism-SNP) hücrenin işlevini etkilemediği ama bazı hastalıklara olan yatkınlığı ve birtakım ilaçlara olan tepkiyi etkileyebileceği düşünülmektedir. Bu konuyla ilgili olarak, 1999'da Wellcome Trust (İngiltere) ve 10 büyük ilaç şirketi (AstraZeneca, Bayer, Roche, Novartis, Glaxo Wellcome, Pfizer, SmithKline Beecham, Searle, Bristol-Myers Squibb, Hoechst Marion Roussel) 45 milyon dolarlık bir yatırımla SNP haritasını çıkarmak için 2 yıllık bir proje başlattılar. Bu işbirliği girişiminin sonucunda kâr amacı gütmeyen SNP Konsorsiyumu oluşturuldu. Bu konsorsiyumun kararına göre SNP projesi sonucunda elde edilecek SNP haritası halka açık olacaktır. FDA da bu haritayı standart olarak benimseyecek ve yeni ilaçların onaylanmasında kullanacaktır (Burrill, 2000).

İlaç BTsindeki gelişmeler sonucunda üretilen rekombinant ilaçlarla, kronik ve tedavisi olmayan hastalıkları iyileştirilebilecek ve bir yandan da insan sağlığını korumak için yeni çözümler üretilebilecektir. BT yöntemleri hem ilaç, hem de ilaç mekanizması keşfinde de kullanılmaktadır. Bu durumda, rekombinant reseptörlerin yerleştirildiği hücreler organik madde taramasında kullanılıp yeni farmasötik maddeler geliştirilmektedir.

### **Kan Büyüme Faktörleri ve Biyoteknolojinin Katkısı**

#### **Büyüme Faktörleri Nedir?**

Büyüme faktörleri, kimyasal mesajları ileten moleküllerdir ve kan hücrelerinin büyümesini, olgunlaşmasını ve çoğalmasını sağlar. Vücudun enfeksiyonlar ile mücadele etme yeteneği yetersiz kaldığında ya da vücut gerekli bir mesajıyı üretmediğinde, büyüme faktörleri terapötik amaçlı kullanılır.

#### **Biyoteknolojinin Kullanımı**

Büyüme faktörleri, insan kanında çok ufak miktarlarda olduğu için ticari amaçlı izole edilip saflaştırılması neredeyse olanaksızdır. Bu noktada devreye giren BT, rekombinant DNA (rDNA) teknolojisiyle proteinlerin üretilmesini sağlar. İstenilen proteinin geni hayvan, bakteri ya da maya hücresi gibi bir taşıyıcı organizmaya aktarılır. Taşıyıcı organizma protein üretme mekanizmalarını kullanarak kendi proteinleriyle birlikte insan proteinini de üretir. Yapılan değişimlerle taşıyıcının ağırlıklı olarak aktarılan genin ürünü olan proteini üretmesi de sağlanabilir.

#### **Elde Edilen Başarılar**

Normalde böbreğin ürettiği eritropoyetin (EPO) proteini, BT ürünlerine iyi bir örnektir. Alyuvarların (kırmızı kan hücreleri) üretimini tetikleyen EPO'nun eksikliği birçok böbrek hastalığında gözlemlendiği gibi anemiye yani kansızlığa yol açar. Önceleri, EPO eksikliğinde hastalar için tek çözüm sürekli kan nakliyd. EPO'nun BT yöntemleriyle elde edilmesi yalnızca ticari bir başarı değil, aynı zamanda birçok diyaliz hastasının yaşamında bir dönüm noktasıdır.

Enfeksiyonlarla ve hastalıklarla savaşta ön safta yer alan hücrelerden oluşan beyaz kan hücresi sistemi de birçok büyüme faktörü içerir. Bu faktörlerin eksikliğine bağlı olarak beyaz kan hücresi yetersizliğiyle ilgili birçok hastalık mevcuttur. Pazara sürülen ilk beyaz kan hücresi büyüme faktörü, granülosit koloni-uyarıcı faktörüydü (granulocyte colony stimulating factor - G-CSF). Onu granülosit makrofaj koloni-uyarıcı faktörü (GM-CSF) izledi. Her iki ürün de beyaz kan hücresi sayısında düşüşe yol açan kanser tedavilerine başvuran hastalar için kullanılmaktadır. Böylece kanser tedavisinde başarı oranı artırılmaktadır.

#### **Gelecek**

Bağışıklık ve enflamatuvar sistemleriyle ilgili birçok büyüme faktörü şu anda geliştirilme aşamasındadır. Ürünlerin sayısı ve kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. Ticari amaçların da etkisi ile çalışmalar, kanser ve bağışıklık sistemi bozuklukları gibi tedavisi daha zor alanlara yönelmektedir. Ayrıca BT kullanarak protein olmayan ama proteinlerin fonksiyonlarını yerine getiren küçük organik maddeler de keşfetmek ve geliştirmek üzerine yoğun çalışmalar sürmektedir. Bu ilaçların tedavi gücü tartışmasız olsa da yüksek fiyatları, insanların satın alma gücünü zorlamaktadır. Yararlarının ve her türlü bedelinin karşılaştırmasını yapmak için ayrıntılı bir farmakoekonomik analiz yapmak gereklidir.

Kaynak: Toronto Biotechnology Initiative, 2000

### **2.1.1.4. Gen Terapisi**

Hastalıkları ve belirtilerini tedavi etmek ya da kontrol etmek için ilaç kullanmak yerine hastanın genetik yapısının değiştirilmesi ya da hücrelerine eksik olan genin verilmesi, gen terapisi olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde gen terapisi, artık ilaç tedavisiyle transplantasyonun birleşimi olarak düşünülmekte ve "somatik hücre te-

davisi" olarak gerçekleştirilmektedir. Gen terapisinin uygulanabileceği 4 000 dolayında, tek gene bağlı genetik hastalık bulunduğu düşünülürse, gen terapisinin önemi daha iyi anlaşılacaktır (Burrill, 2000).

Gen terapisinin başarılı olması için; aktarılabilecek genin saptanması, genin belli yöntemlerle hedef hücrelere aktarılması, genin işlevinin kontrol edilmesi ve aktarılabilecek genin yaratacağı yan etkilerinin saptanması gibi birçok aşama gereklidir. Gen terapisi için gösterilecek başarılı örnekler olmasına karşın, bu yöntem hâlâ geliştirilme aşamasındadır. Bu konuda aşılması gereken bazı zorluklar vardır; gen transferi için kullanılan tekniğin belirlenmesi, aktarılabilecek genlerin vücutta belirlenen hedeflere gitmemesi, aktarılabilecek genin gereğinden fazla çalışması ve bağışıklık sistemini harekete geçirmesi. Bu nedenle, gen terapisi standart güvenlik testlerine ve etik değerlendirmelere tabi olmaktadır. Gen terapisinde, bir grup Fransız bilim adamının geliştirdiği ve tam anlamıyla başarıya ulaşmış ilk örnek, Science dergisinde 2000 yılının Nisan ayında açıklanmıştır (Burrill, 2000). Bilim adamları, 8 ve 11 yaşlarındaki akut bağışıklık sistemi yetersizliği görülen iki çocuğun kemik iliğinden alarak, kemik iliği hücrelerine eksik geni aktarmışlar ve genetik yapısı değişen kemik iliği hücrelerini de yeniden kemik dokusuna nakletmişlerdir. Bunun sonucunda, 15 gün içinde aktarılabilecek geni taşıyan yeni hücrelere rastlanmış ve üç ay sonra çocuklar hastaneden taburcu olacak kadar gelişme göstermişlerdir.

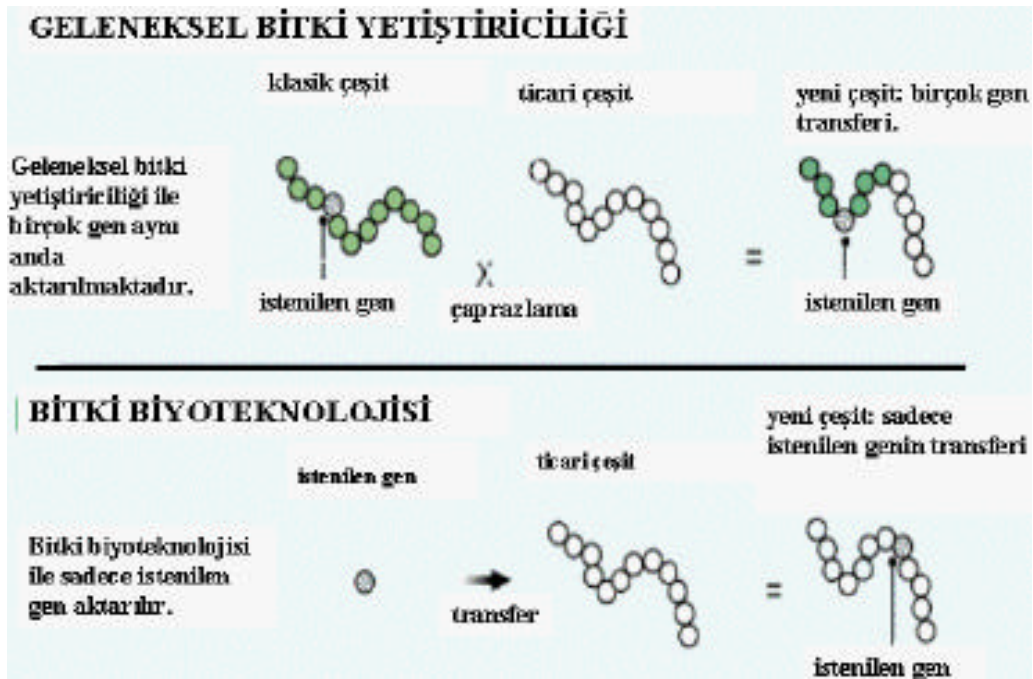
Gen terapisinin başka uygulama alanları da vardır. Örneğin, hastaya aktarılabilecek bir gen sayesinde hastanın vücudunda belli bir proteinin ya da başka bir maddenin sürekli üretilmesi sağlanabilir. Bunun dışında, hastaya aktarılabilecek bazı genler sayesinde belirli hücreler ürettikleri protein nedeniyle ölmekte ya da bazı maddelere karşı duyarlı hale getirilmektedir. Bu uygulamanın kanser tedavisinde kullanılması yönünde çalışmalar sürdürülmektedir.

## **2.1.2. Tarım/Hayvancılık ve Biyoteknoloji**

### **2.1.2.1. Tarım**

İnsanlar tarih boyunca, değişik özellikleri olan bitki ve hayvanlar yetiştirerek gıda üretiminin yeni yollarını aradılar. Biyoteknolojinin ilk uygulamaları da, mayalama yönteminin geliştirilmesiyle gerçekleşti ve böylece birçok gıdanın üretimi başlatıldı. Yüzyıllardan beri süren bu gıda üretim süreçleri arasında belki de en önemli si bitki yetiştiriciliğidir. Çünkü her dönemde, daha verimli, dayanıklı ve bir önceki kuşağa göre daha değişik özelliklerde bitkiler elde edilmek istenmiştir.

Bitkinin sağlığı ve besin değeri, genotipine ve çevreyle olan etkileşimine bağlıdır. Olumsuz ısı değişimleri, kuraklık ve toprağın bileşimi de bunu etkiler. Örneğin kuraklık, tahıllarda anormal ve kısır polenler oluşmasına yol atığından embriyo gelişimini ve sonuçta tohumun ağırlığını ve kalitesini olumsuz etkiler. Geleneksel tarımda, kalite ve verimin artmasını sağlamak, bitkiyi hastalıklara, zararlılara karşı dayanıklı kılmak amacıyla yüzyıllar boyunca melezleme yöntemleri kullanılmıştır. Melezleme yönteminde, en iyi özelliklerde döl elde etme amacıyla, istenilen özelliklerdeki bitkilerin ve hayvanların kontrollü olarak üremeleri sağlanır. Çiftçiler, yüzyıllarca özel tozlaşma yöntemleri ve melezleme yoluyla, bazı hastalıklara karşı direnç gibi, istenilen birçok özelliği bitkilere aktarabilmişlerdir. Ancak, istenilen özelliklerle ilgili genlerin nasıl aktarıldığı konusunda bilgileri olmadığı için, hangi genlerin aktarılacağını kontrol etmeyi başaramamışlardır. Bunu deneme-yanılma yöntemiyle gerçekleştirmeye çalıştıklarından, birçok deneme yapmaları gerekiyordu. BT yöntemlerinin bu alana uygulanması sonucunda, geleneksel yöntemlerde karşılaşılan birçok güçlük aşılabılır. Aşağıda geleneksel bitki yetiştiriciliğiyle bitki BTsi karşılaştırmalı olarak verilmektedir (Şekil 2.3). Şekilde, bitki genomu bir ipe geçirilmiş boncuklar (genler) bütünü olarak şematize edilmiştir.



**Şekil 2.3 Geleneksel Bitki Yetiştiriciliği ile Bitki BTsi Karşılaştırması**



Günümüzde gıda ya da başka uygulamalar için yetiştirilen bitki ve hayvanların tümü melezlemenin bir ürünüdür. Bu yöntemde, zararlılara karşı doğal direnci olan bir mısır bitkisini yetiştirmek için onlarca kuşak boyu çarpazlama yapmak gerekir. Oysa BT yöntemleriyle çok daha kısa sürede ve etkin bir biçimde bu sorunla başa çıkılabilir.

Örneğin, toprakta yaşayan *Bacillus thuringiensis* adlı bir bakteri, bitki zararlılarına karşı toksik etki gösteren Bt endotoksinini üretmektedir. Bu proteini kodlayan gen, bakteriden alınıp bitkiye nakledildiğinde, bitki hücresi, zararlılara karşı toksik olan proteini kendi bünyesinde üretir. Bununla ilgili ayrıntılı bilgi, çerçeve yazıda verilmektedir.

#### **Bt Mısır**

Buğday ve pirinçle birlikte mısır da hâlâ dünyanın en önemli tahılları arasındadır. ABD, Çin, Brezilya, Arjantin, Güney Afrika ve Avrupa gibi ana mısır üreticileri her yıl yaklaşık 560 milyon ton mısır üretimi gerçekleştirirler. Ancak, bu hasatın 40 milyon ton kadarı yani %7'si piyasaya ulaşamaz. Bunun nedeni de bitkiye büyük zararı olan Avrupa Mısır Haşeresi'dir. Bitki, gelişiminin chrysalis aşamasına geldiğinde, haşerenin larvası çoktan bitkiyi içten kemirmiş ve yoketmiş olmaktadır.

Geleneksel ekin koruma yöntemleri, bu bitki zararlısına karşı etkin olamamaktadır. Haşerenin larvası bitkinin gövdesine girdikten sonra, sprey ilaçlamanın artık bir etkisi olamamaktadır ancak, BT yöntemi ile bu soruna bir çözüm sunulmuştur.

Genetik mühendisliği tekniği ile toksik etki gösteren Bt proteinini kodlayan Bt geni, uzun yıllardır haşere ilacı olarak kullanılan *Bacillus thuringiensis* (Bt) adlı bakteriden mısır bitkisine aktarılmıştır (Bkz. Ek 5). Böylece mısır bitkisi, Bt proteinini kendi bünyesinde üretilen haşereye karşı kendini korur duruma gelmiştir. Bt geninin yanında, Bt mısırın ayrılmasında işaretleyici genler olan herbisit-tolerans geni ve ampicilin-direnç geni de mısıra aktarılmıştır.

Bt mısırı ile tarım ilaçlarına gerek kalmadığı ve topraktaki ve yeraltı sularındaki bakteri miktarını azalttığı için ekolojik; aynı alandan daha verimli bir şekilde ürün elde edilebildiği için de ekonomik kazanç sağlanmıştır.

Bt mısırın geleneksel mısırdan tek farkı, Bt proteinini ve herbisit-tolerans proteinini üretmesidir. Önceki sistemde de haşere ilacı olarak kullanılan Bt bakterisinin de ürettiği ve mısır tüketiminde insan bünyesine alınan bu proteinlerin alerjiye yol açtığı yönünde henüz bir bulgu yoktur. Bt proteini, bir kısım güve larvaları dışında böcekler, hayvanlar ve insanlar için zararsızdır. Mısır polenleri yalnızca mısır bitkisini dölleyebildiğinden, GDU mısır bitkisinin genlerinin başka bitki türlerine geçmesi de olanaksızdır.

Bağımsız birçok araştırma kurumu, laboratuvar, sera ve tarlalarda, GDU tohumların insan sağlığına ve çevreye etkilerini, testler ve güvenlik denemeleri ile incelemiştir. Test sonuçları, Bt mısırın insan ve hayvan tüketimine uygun olduğunu göstermiştir ve bu sonuç ABD, Kanada, Avrupa ve Japonya'daki yetkililerce de onaylanmıştır. Bütün olumlu sonuçlara karşın, tüketicilerin ve mısır üreticilerinin bilgilendirilmesi amacıyla GDU tohumlar ve ürünler, uygun bir biçimde etiketlenilmekte ve insanlara seçim özgürlüğü tanınmaktadır.

Kaynak: Novartis, 2000.

Günümüzde tarım bitkilerinden elde edilen ürünün %25'i bitki zararlılarından dolayı zarar görmektedir. Bu durum da GDU ürünlerin önemini ortaya koymaktadır. Örneğin, Kuzey Amerika'da yetiştirilen bir GDU mısır çeşidi, mısır haşeresine karşı mücadelede başarılı olmuş ve bu sayede %20'lik bir ürün kaybının önüne geçilmiştir. Yabani otlar, sert ve değişken iklim koşulları da milyonlarca insanı besleyebilecek tarım ürünlerinin heba olmasına yol açmaktadır. Tarımsal BT, taşıdığı potansiyel ve bugüne kadar başardıklarıyla bu sorunlara çözümler sunmaktadır. GDU bitkiler, tarım endüstrisinde devrim sayılabilecek bir değişiklik yaratmış ve kârlılığı gübre ve tarım ilaçlarından tohumculuğa yönlendirmiştir. Ayrıca, bitkiyi zararlılardan, bitki hastalıklarından ve virüs gibi düşmanlarından korumak için kullanılan kimyasal ilaçlara olan ihtiyacı azalttığından çevreye verilen zararın azalmasını sağlamaktadır. BTnin tarıma sağladığı yararların başında, bitkilerin değişik iklim koşullarında yaşayabilmeleri ve zararlılara karşı dirençlerinin artırılması gelir. Tablo 2.1'de, ekin bitkilerinde yapılan bazı genetik dönüşümler görülmektedir.

**Tablo 2.1 Ekin Bitkilerine Yapılan Genetik Değişiklikler**

Ürün	Genetik Değişim
Elma	Haşere ve hastalıklara dayanıklılık
Kahve	Dekafeinasyon
Mısır	Haşere direnci, herbisit toleransı
Kavun	Yavaş olgunlaşma
Patates	Haşere ve virüslere direnç, fazla nişasta içeriği
Pirinç	Artırılmış demir ve vitamin A
Şeker pancarı	Herbisit toleransı, virüslere direnç
Ayçiçeği	Değiştirilmiş yağ bileşimi
Domates	Artırılmış antioksidan miktarı
Buğday	Herbisit toleransı, modifiye edilmiş nişasta tipleri

Kaynak: FDF, 2000

Genetik değişim teknolojilerinin uygulandığı birçok alan vardır. Bu uygulamalar sayesinde tarım, gıda ve ilaç sektörleri arasındaki bazı sınırların ortadan kalkacağı öngörülmektedir. Örneğin mantarların vitamin, kanser ilaçları ve endüstriyel kimyasal maddeleri üreten fabrikalara dönüştürülmesi sağlanırsa, ilaç üretimi ve tarım içiçe geçecektir.

Genetik değişim teknolojilerinin tarım alanında yöneldiği ve yöneleceği uygulamalar şöyle sınıflandırılabilir (Johnson G., 2000):

**1990' lardan itibaren ticari kullanımda olanlar:**

- Herbiside direnç
- Haşerelere direnç
- Hızlı olgunlaşan domatesler
- Renkli çiçek ve pamuk

**1990'larda geliştirilmiş fakat ticari kullanımda olmayanlar:**

- Pirinç, papaya, patates ve biberde virüslere direnç
- Tahıllarda ve muzda solucanlara direnç
- Çilek, şeker pancarı, domates ve patatesten donmaya karşı tolerans
- Bitki ve hayvanlarda ilaç üretimi (koyun sütünde insülin)

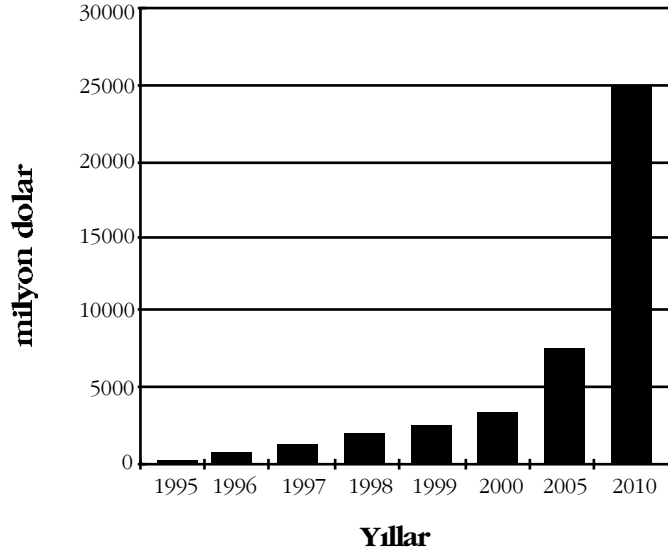
**Yakın gelecekte geliştirilecek ve ticari kullanıma sunulacak olanlar:**

- Hepatit B aşısının, genetik mühendisiliği ürünü patates, ishal ve kanser aşısının muz bitkisinden eldesi
- Yüksek oranda vitamin içeren meyve ve sebzeler
- Mantarların vitamin, kanser ilaçları ve endüstride kullanılan kimyasal maddeleri üreten fabrikalara dönüştürülmesi
- Normal koşullarda yalnızca kimyasal yollarla elde edilebilen nişastayı içeren bitkilerin üretimi
- Daha kolay kâğıda dönüştürülebilen ve daha az klor kullanımı gerektiren çevre dostu ağaçların geliştirilmesi
- Pişirilme kalitesi daha yüksek buğday, hayvan besiciliği için daha kaliteli ve uygun mısır ve soya fasulyesi
- Daha kaliteli ve sağlıklı yağ içeren soya ve ayçiçeği gibi bitkiler
- Bağırsak parazitlerinin üremesini engelleyen patates
- Dutch Elm hastalığına dirençli bitkiler, rhizomania virüsüne dirençli şeker pancarı

- Değişen iklimlere, çöl tarımına, dona, kuraklığa ve tuzlu toprak tarımına uygun bitkiler
- Toprağı, ağır metaller ve öteki kirletici maddelerden temizleyen buğday
- Azotlu gübrelere gereksinim duymayıp, kendi azotunu bağlayan buğday
- Alüminyuma dayanıklı pirinç
- Kokuyla ilgili yeni genler aktarılmış çiçekler

Genetik mühendisliği ürünü birçok tarım bitkisi, henüz az sayıda ülkede üretim aşamasında olmakla birlikte, birçok ülkede alan denemeleri aşamasına gelmiştir. Tarımsal BT alanındaki bazı önemli istatistiksel veriler şunlardır:

- İlk GDU bitkinin denenmesi 1983 yılında olmuştur.
- 1999 yılında, küresel transgenik bitkilerin ekim alanı %44 artarak 27,8 milyon hektardan 39,9 milyon hektara ulaşmıştır. Aynı yıl Portekiz, Romanya ve Ukrayna ilk transgenik bitki ekimini gerçekleştirmiştir.
- Dünya üzerinde, GDU bitkilerle yapılan tarımın; %70'i ABD'de, %17'si Arjantin'de, %10'u Kanada'da, %1'i Çin'de gerçekleşmektedir.
- Küresel düzeyde, BTnin tarımda kullanımı 1995'ten 1999'a değin 23 kat artmıştır. Kuzey Amerika'da 2004 yılına kadar yıllık büyüme oranının %55 olacağı tahmin edilmektedir.
- 1999 yılında ABD'de toplam pamuk hasadının %55'i, mısır hasadının %30'u ve soya fasulyesi hasadının da %50'si transgenik ürünlerden oluşmuştur.
- Dünya tarım ve gıda BTsi piyasasının 2000 yılı sonunda 46 milyar dolara ulaşması beklenmektedir. Salt transgenik bitki ürünlerinin pazar değerininse, 26 milyar dolar olacağı tahmin edilmektedir (Şekil 2.4).



Son üç veri gerçekleşmesi beklenen değerlerdir

Kaynak: James, 1999.

#### **Şekil 2.4 Transgenik Bitki Ürünlerinin Yıllara Göre Dünya Pazarı Değeri (milyon dolar, 1999)**

Asya Pasifik ülkelerinde büyük ölçekte tarımın transgenik bitkilerle uygulandığı ilk ülke Çin'dir. Günümüzde ise sekizi gelişmiş ve dördü de gelişmekte olan toplam 12 ülkede transgenik bitkilerle tarım yapılmaktadır. Bu uygulamaların %82'si gelişmiş, %18'i de gelişmekte olan ülkelerde gerçekleşmektedir (James, 1999). Asya'da Çin, Güney ABD'de Meksika ile Arjantin ve Afrika'da Güney Afrika, transgenik bitkileri, ticari uygulamalarda kullanan ülkeler arasındadır. AB ülkelerinden Portekiz, Fransa ve İspanya da uygulamalara geçmiştir.

Tablo 2.2'de de görüleceği gibi, transgenik bitki ürünleri arasında en çok üretilenler soya fasulyesi, mısır, pamuk, kolza ve patatestir. Öte yandan, 1999 yılında toplam transgenik bitkilerin yarısını soya fasulyesi, %28'lik bölümünü de mısır oluşturmuştur.

**Tablo 2.2 1997-99 Arasında Dünyada Transgenik Bitki Ekim Alanları (milyon hektar)**

	1997	%	1998	%	1999	%	97-99 arası artış
Soya fasulyesi	5,1	46	14,5	52	18,4	54	13,3
Mısır	3,2	30	8,3	30	9,5	28	6,3
Pamuk	1,4	13	2,5	9	3,7	9	2,3
Kolza	1,2	11	2,4	9	3,4	9	2,2
Patates	<0,1	<1	<0,1	<1	<1	<1	<1
<b>Toplam</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>27,8</b>	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>25,1</b>

Kaynak: James, 1999

Dünyada, 800 milyon kişinin de açlık sınırında olduğu belirtilmektedir (Robinson, 1999). Elde edilen gıda üretimi dünya nüfusunu besleyecek düzeydeyken, açlık ve yetersiz beslenme nedeniyle hastalıklar ve bu hastalıklara bağlı ölümler olmaktadır. Bu durum, politik ve sosyoekonomik nedenlere bağlıdır. Gıda üretiminin verimsiz ve yetersiz olduğu gelişmekte olan ülkelerde, yeterli parasal kaynağın olmaması yüzünden dışalım da yapılamamaktadır. Tarımsal üretimin, gereksinim duyulan bölgelerde yapılmasının ve buna dayalı bitki BTsinin özellikle gelişmekte olan ülkelere çok fazla yarar sağlayacağı ortadadır. Ancak bunun için, eğitim, teknik danışmanlık ve yatırımın yanı sıra, devlet ve özel sektör arasında yoğun işbirliği gerekmektedir.

Çokuluslu şirketler, çiftçilerin üründen yeni ürün elde etmesini engelleyen kısır tohumlara dayalı "terminatör (yok edici) gen teknolojileri"ni kullandıkları sürece, gelişmekte olan ülkeler bitki BTsinden yeteri kadar yararlanamayacaktır. Bu şirketlerin terminatör teknolojilerini kullanmanın yanı sıra hem başka teknolojileri hem de önemli genleri patent koruması altına alması, gelişmekte olan ülkelerin zararına bir durum ortaya çıkarmaktadır. Bu konuda hibrid tohum<sup>3</sup> üretmek gibi değişik uygulamalara gidilmesi yönünde talepler vardır.

Birleşmiş Milletler'in (BM) tahminine göre dünyada 200 milyon çocuk yetersiz beslenme sorunu yaşamaktadır ve her sene 12 milyon çocuk bu sebeple ölmektedir. Demir ve A vitamini eksikliği gelişmekte olan ülkelerin yaşadığı en büyük sağlık sorunlarından biridir. Her sene, A vitamini yetersizliği çeken 250 milyon çocuktan

3 Hibrid tohum üretiliyor ancak bu her zaman özellikleri bakımında orijinal tohum gibi olmuyor.

500 000'i kör olmaktadır. 3,7 milyar insan demir eksikliğine bağlı olarak kansızlık (anemi) sorunu yaşamaktadır. Bu sorunların üstesinden gelmek için İsviçre Federal Teknoloji Enstitüsü ve Freiberg Üniversitesinden bilim adamları, pirinç bitkisine aktardıkları genler ile hem beta-karoten (A vitamini öncül molekülü) hem de demir içeren "Altın Pirinç" adlı yeni bir pirinç türü geliştirdiler. Uluslararası Pirinç Araştırmaları Enstitüsünün de desteğiyle, bu pirinç türü alan denemelerinden geçecek ve gelişmekte olan ülkelerin çiftçilerine ulaştırılacaktır (Robinson, 1999; Smith, 2000).

Yabani otlar tarım bitkileri için önemli bir sorundur. Buna karşı geliştirilen çok sayıdaki herbisit uygulamasındaysa bazı kısıtlamalar söz konusudur. Örneğin, soya yetiştiriciliğinde kullanılan geniş-spektrumlu herbisit ancak filizler toprak yüzeyine çıkmadan uygulanabilir. Bitki, boy atmaya başladıktan sonra, (örneğin büyüyen soya bitkisinin korunmasında) dar-spektrumlu herbisit kullanılır. Günümüzde, soya bitkisinin bir çeşidi, genetik olarak değiştirilmiş ve belli bir herbisite dirençli olması sağlanmıştır. Böylece çiftçiler, büyüyen soya bitkilerinin arasındaki yabani otlarla mücadele edebilmektedir. GDU soya bitkilerinin daha yüksek verime ulaştıkları ve kimyasal madde kullanımını azalttıkları için, enerji ve zaman tasarrufu sağladıkları anlaşılmıştır.

Ayrıca, çevre amaçlı tarımsal BTler de geliştirilebilir. Örneğin, TNT gibi patlayıcıları parçalayan bir bakteriyel enzim geninin tütüne aktarılması sonucunda, parçalanması ve temizlenmesi yüzlerce yıl alacak bir bileşiğin, kirlenen alana tütün bitkisi ekilerek temizlenmesi sağlanabilmektedir.

#### **2.1.2.2. Hayvancılık**

Genetik mühendisliği ürünü aşılarla<sup>4</sup> büyük ve küçükbaş hayvanlar başta olmak üzere birçok çiftlik hayvanı hastalıklardan korunabilmektedir. Çiftlik hayvanları ishale, ev hayvanları lösemiye ve kanatlı hayvanlar da nörolojik hastalıklar gibi hastalıklara karşı rekombinant aşılarla aşılanabilmektedirler. Ayrıca, evcil hayvanlara kuduzun bulaşmasını engellemek için doğadaki hayvanları aşılanmış yemlerle kuduzla karşı aşılama da olanaklıdır. Bunların yanında, gıda zehirlenmesine yol açan Salmonella bakterisinin çiftlik hayvanlarının sindirim sistemlerine yerleşmesini engelleyen ve patojenik olmayan bakterilerin hayvanlara aktarımı gibi yöntemler de hayvancılıkla ilgili BT uygulamaları arasındadır.

---

<sup>4</sup> ABD'de 1979 yılından bu yana hayvan sağlığına yönelik 59 ürünün kullanımına onay alınmıştır. Bunlardan 43'ü tanıya yönelik ürün, 19'u da aşıdır. Onay almak üzere beklemeyen 99 ürünün 43'ü BT yöntemleriyle geliştirilmiştir (BIO, 2000).

Daha kaliteli et, süt ve yün elde edilmesi ve hastalığa dayanıklı hayvanların geliştirilmesiyle ilgili çok sayıda gen saptanmıştır. Ayrıca, hayvanlara tıbbi değeri yüksek moleküller ürettirmenin teknikleri geliştirilmiştir. Ancak, genetik mühendislik tekniğini doğrudan hayvanlara uygulayarak istenilen özelliklerle ilgili genleri taşıyan transgenik hayvanlar üretmenin yolu henüz açık değildir. Bunda teknik nedenlerin yanı sıra etik ve hukuksal tartışmaların sürüyor olması da etkilidir. İstisna olarak, daha hızlı büyüyen ve daha büyük boyutlara ulaşabilen GDU Tilapia ve som balıkları sayılabilir. Protein gereksiniminin çok olduğu Afrika ülkeleri için önem taşıyan bu balıklar, kontrollü bir biçimde balık çiftliklerinde üretilmektedir.

Hayvancılık sektöründe, yakın gelecekte etkili olması beklenen önemli bir gen mühendisliği tekniği de klonlamadır. Klonlama, bir canlının genetik kopyasının üretilmesi biçiminde tanımlanabilir. Bakteri ve maya gibi tek hücreli canlılar bu biçimde ürerler. Tek hücreli canlılar, belli bir zaman sonra bölünerek kendi kopyasını üretmektedir. Hayvan klonlanmasında ise yetişkin hayvanlardan alınıp laboratuvar ortamında kültürü yapılmış hücrelerden birinden genetik bilgiyi içeren hücre çekirdeği çıkartılır ve yine hücre çekirdeği çıkarılmış bir yumurta hücresine aktarılır. Bu yumurta hücresi, spermle döllemeye gerek kalmadan, gelişmek üzere, taşıyıcı anne hayvanın rahmine yerleştirilir. Gebelik sürecinin sonunda doğan hayvan, genetik maddesi alınan hücrelerin sahibi hayvanla her açıdan aynıdır. Bir başka deyişle onun genetik kopyasıdır. Bu yöntemin ilk başarılı örneği 1996'da Dolly adlı koyunun klonlanmasıyla gerçekleşmiştir.

Bu teknik sayesinde çiftçiler, üstün nitelikli (yüksek verimde süt veren, yüksek kalitede et sağlayan) hayvanları, dölleyici bir hayvana gerek kalmadan, çoğaltma olanağına erişmişlerdir. Ancak, benzer biçimde, henüz çözümlenmemiş teknik güçlükler ve klonlamanın ortaya çıkardığı etik tartışmalar yüzünden, bu teknoloji şimdilik yaygın kullanıma açık değildir.

Sözü edilen tüm bu teknolojiler, daha verimli bir biçimde gıda üretimini sağlayan geleneksel hayvan besiciliğinin bir uzantısı olarak görülmekle birlikte, ekolojik dengelerin bozulacağı konusundaki kaygıları uyandırmış ve toplumun birçok kesiminin ve kurumunun içinde yer aldığı tartışmaları da beraberinde getirmiştir.

### **2.1.3. Çevre Biyoteknolojisi**

Yeni birçok sanayi dalının gelişmesi, varolanların etkinliğini artırması ve sürekli artan şehir nüfusu, bu yüzyılın başından itibaren doğal kaynakların kirlenmesine neden olmuş ve beraberinde çevre sorunlarının çözümüne yönelik teknolojilerin



geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu teknolojilerden biri olan çevre BTsi, canlı organizmaların ve onlardan elde edilen ürünlerin, zararlı atıkların arıtımında ve çevre kirliliğinin önlenmesinde kullanılmasını kapsamaktadır.

Çevre BTsi uygulamaları çoğunlukla, doğal mikroorganizmalarla (bakteri, mantar vb.) atıkların arıtımı için kullanılır. Modern BTden yararlanıldığı kimi tekniklerde, parçalanması zor bazı atıklarla uğraşmak için genetik değişikliğe uğramış mikroorganizmaların kullanımı mümkündür. Geleneksel yöntemlerden çok daha verimli olan çevre BTsi sayesinde, yüksek sıcaklıklarda yakma ve atık sahaları oluşturma gibi yöntemlere alternatifler oluşturabilmektedir.

#### **Çevre Biyoteknolojisi ve Alaska Tanker Faciası**

24 Mart 1989 gecesi, 50 milyon galon petrol taşıyan Exxon Valdez adlı tanker, Alaska Bligh Reef'de karaya oturmuştu. Geminin gövdesinde açılan delikten 11 milyon galondan fazla ham petrol denize dökülmüş ve kirlilik çok kısa zamanda 2 250 km'lik bir sahil şeridine yayılmıştı. ABD tarihinin bu en büyük tanker faciası, 36 000'den fazla deniz kuşunun ve 1 000'den fazla su samurunun da içinde bulunduğu doğal yaşamı tümüyle tehdit edecek boyutlara ulaşmıştı. Sorunu çözmek için uğraşan bilim adamları ve doğal yaşam uzmanlarının arasında bulunan biyoteknologlar, bölgenin ekolojik dengesini eskiye döndürmek için doğanın kendi gücünü kullanmayı düşündüler.

Uzmanlar, çevreye Pseudomonas adlı doğal bir bakteri saldıılar. Biyo-remediasyon denen bu yöntemle, petrol gibi hidrokarbonları parçalayabilen Pseudomonas, 120 km'lik bir sahil şeridini geleneksel (kimyasal yöntemler, yakma, ve toprak doldurma) yöntemlerden beş kat daha hızlı bir biçimde temizledi.

Kaynak: BIO, 2000

Bazı bakteriler, atık maddelerin içindeki metilen klorit ve kükürt gibi toksik maddelerle beslenir. Çevre mühendisleri, çevre BTsinin ana alanlarından biri olan ve bu tür bakterilere dayanan biyoremediasyon adlı yöntemi iki biçimde uyguladılar. Bunlardan ilkinde; atıkların döküldüğü bölgeye besin aktarımı yapılarak, toprağın bakteri kompozisyonuna göre, halihazırda toprakta bulunan bakteriler etkin duruma geçirilir. Öteki yöntemde de toprağa yeni bakteriler aktarılır. Bakteriler, zararlı atıkları, zararsız yan ürünlere dönüştürdükten sonra ya ölürler ya da sayıları normal popülasyon düzeyine gelir. Böylece ekolojik denge bozulmaz. Ayrıca, toprakta bulunan mikroorganizmaların belirlenmesi ile toprak rehabilitasyonu için en uygun kombinasyon oluşturulabilmektedir. Bakterilere benzer bir biçimde, kirlenen bölgelerdeki metaller ve atıklarla beslenmesi için bitki ve mantarlar da kullanılabilir.

Bazı durumlarda atıkları işlemede kullanılan mikroorganizmaların yan ürünleri yararlı ürünler oldukları için geri kazanım sağlayabilmektedirler. Bunlara bir örnek, anaerobik arıtma teknolojisidir. Atıklarında organik madde yoğunluğu fazla olan fabrikalarda uygulanan bu teknolojiye, uygun biyokimyasal parametrelerin (pH, sıcaklık) sağlandığı reaktörler kullanılır. Bu reaktörlerde oksijensiz (anaerobik) koşullarda yaşayan metan bakterileri, organik atıkları parçalayarak kirliliği giderirken bir yandan da metan gazı üretirler. Anaerobik BT yardımıyla hem kirlilik ortadan kaldırılır hem de yan ürün olarak metan gazı elde edilir. Sonra da metandan elektrik üretilerek işletmeye ek bir enerji kaynağı sağlanır. Özellikle gıda (şeker, alkol, et, süt, meşrubat), kâğıt ve selüloz endüstrisi BTnin bu uygulaması için çok uygundur.<sup>5</sup>

Çevreyle ilgili bir başka BT de birçok potansiyelinin yanı sıra çevre koşullarının kontrolü ve kirliliklerin belirlenmesinde de kullanılabilen biyosensörlerdir. Geliştirilen biyosensörler ve benzer birçok alet yardımıyla, çevreye bırakılan atıkların saptanmasının yanında, suyu ve havayı kirletebilecek endüstri atıklarının çevreye verilmesinin önlenebileceği görülmüştür.

Çevre konusundaki hassasiyetlerin artması ile çevre BTsi uygulamaları artacaktır. Bugün, dünyadaki birçok kent, atık sularını temizlemek için mikroorganizmaları kullanmakta ve bu kentlerin sayısının hızla artması beklenmektedir. Organik kimyasal madde ya da kâğıt ve fermentasyon ürünleri üreten birçok fabrikanın atıkları BT yöntemleriyle temizlenmektedir. Birçok kent ve yerleşim bölgesi, "kahverengi alan" diye adlandırılan boşaltılmış endüstri bölgelerini, biyoremediasyon ve benzeri yöntemlerle temizlemeyerek yeniden kullanıma açmaktadır. Böylece yeni endüstri bölgelerinin kurulması önlenerek "yeşil bölgeler" de korunmuş olmaktadır. 1993 yılında, Houston'da 300 000 ton toprak, kimyasal olarak parçalanması zor maddelerden biyoremediasyon sayesinde arındırılmıştır. Endüstri uzmanlarına göre biyoremediasyon<sup>6</sup> sayesinde, sızan petrol hidrokarbonlarının kirlettiği 30 000'den fazla yeraltı petrol tankı bölgesi temizlenebilecektir. Biyoremediasyon yöntemleri, TNT gibi zararlı bileşikler parçalamak için askeri kurumlarca da kullanılmaktadır (BIO, 2000). ABD Çevre Koruma Kurumu'nun (EPA) programına göre, zararlı maddelerle kirlenmiş bölgelerde, geleneksel yöntemlere göre 10 kat daha ucuza mal olduğundan biyoremediasyon kullanımı uygun görülmüştür.<sup>7</sup>

---

5 Nuri Mol (Pakmaya) ile yapılan görüşmeden (Ekim, 2000).

6 2000 yılı sonunda biyoremediasyon endüstrisinin, ABD'de, 500 milyon dolarlık bir endüstri olması beklenmektedir (National Research Council, 1993).

7 Temizlenmesi yasal olarak zorunlu bölgelerin(maden alanları, endüstriyel bölgeler, su kaynakları ve deniz), geleneksel yöntemlerle temizlenmesinin maliyeti yapılan hesaplara göre, yaklaşık 1,7 trilyon dolardır. Çevre BTsi yöntemleriyle bu kirli bölgelerin, bu tutarın çok altında temizlenebileceği hesaplanmaktadır (Russell ve diğerleri, 1992 ).

BT uygulamaları çevre sektöründe olduğu kadar enerji sektöründe de toplam verimliliği (özellikle de kirlilik kontrolünde) artırılabilir. Biyodizel (petrol distillerine özdeş), biyoetanol gibi biyokütleden üretilmiş biyoyakıtlar aracılığıyla yenilenebilir kaynaklar yaratılmakta<sup>8</sup> ve biyosülfürüzyon (kükürtten arındırılarak daha temiz kömür ve petrol eldesi) gibi işlemlerle enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Ayrıca daha az zararlı yan ürün oluşması sağlanmaktadır.

#### 2.1.4. Endüstriyel Biyoteknoloji

Günümüz üretim süreçlerini kolaylaştıracak ve iyileştirecek daha etkin, daha dayanıklı enzimleri ve biyoaktif bileşikleri doğada bulunan zengin kaynaklardan sağlama arayışı sürmektedir. Kâğıt üretimi, tekstil işlemleri, kimyasal sentez tepkimeleri gibi birçok kimyasal işlem, bazen çok yüksek ya da çok düşük sıcaklıklara bazen de çok yüksek ya da düşük pH derecelerine gereksinim duyar. Amaç, bu zor koşullarda yaşayabilecek mikroorganizmalar ve işlerliğini kaybetmeyen biyomoleküller bulabilmektir. Dünyadaki mikroorganizmaların %1'inden azı kültüre edilip sınıflandırıldığı için, yeni moleküller bulmanın önü açıktır. Endüstriyel BTde, moleküller biyoloji teknikleri gıda, temizlik, tekstil, kâğıt ve kimya endüstrilerinde verimi artırmak ve çevreye olan zararı azaltmak amacıyla kullanılmaktadır.

Endüstriyel BTnin kullandığı biyolojik yöntemler, birçok ürünü kimyasal yöntemlerle üretmeye alternatif olmuştur. Artıları olduğu gibi eksileri de olmasına karşın, biyolojik yöntemlerle üretim birçok alanda kimyasal yöntemlerin yerini almıştır. Tablo 2.3'te, kimyasal ve biyolojik yöntemlerin bir karşılaştırması yapılmaktadır.

**Tablo 2.3 Organik Bileşenleri Üretmede Biyolojik ve Kimyasal Yöntemlerin Karşılaştırması**

<b>Biyolojik Yöntemlerin Üstün Yönleri:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Protein, antikor gibi karmaşık moleküller, kimyasal yöntemlerle üretilemez.</li><li>• Biyo-dönüşümlerden (bioconversions) daha yüksek verim elde edilir.</li><li>• Biyolojik sistemler düşük sıcaklıklarda ve nötre yakın pH'larda çalışabilirler.</li><li>• Katalitik tepkimeler daha yüksek özgüllükle gerçekleşebilir.</li><li>• İzomerik bir bileşenin fazladan oluşması önlenir.</li></ul>

<sup>8</sup> Yapılan hesaplara göre, önümüzdeki yüzyılda kimyasal madde ve yakıt gereksinimimizin %30'u bu tür yenilenebilir kaynaklardan elde edilecektir (BIO, 2000).

**Biyolojik Yöntemlerin Zayıf Yönleri:**

- Ürünlere, yabancı ve istenmeyen mikroorganizmalar kolaylıkla bulaşabilir.
- İstenilen ürünün, karmaşık bir ürün karışımının içinden ayrıştırılması gerekir.
- Büyük hacimlerde su kullanımı ve tüketimi gerekir.
- Biyolojik süreçler kimyasal süreçlerle karşılaştırıldığında daha yavaştır.

Kaynak: Smith, 1996

Endüstriyel BT şirketleri, kimyasal üretimlerde kullanmak amacıyla, biyolojik sistemlerden yararlanarak enzim gibi biyokatalizörleri ya da kimyasal maddeleri üretirler. Bilim adamları, ticari değeri olan birçok enzimi elde ettikleri mikroorganizmaları kendi doğal ortamlarında saptayabilmişlerdir. BT yöntemleri kullanılıp, ekonomik değeri olan enzim ya da kimyasal maddeler, bu organizmalardan istenilen miktarlarda üretilmektedir. Bunların çoğu insan terapötik proteinlerinde olduğu gibi fermentasyon sistemlerinde üretilir. Enzimler etki ettikleri bileşiklere göre sınıflandırılırlar. Kullanım alanı en yaygın olan ve BT yöntemleriyle üretilen enzimlerden bazıları proteinleri parçalayan proteaz, selülozu parçalayan selulaz, yağlara etkiyen lipaz ve nişastayı basit şekerlere dönüştüren amilazdır.

Endüstriyel BTnin gıda endüstrisinde çok geniş bir uygulama alanı vardır. Alkollü içecekler, mayalanmış ürünler, fermente edilmiş ürünler, meyve suları, gıda koruyucu ve lezzet artırıcı maddeler, süt ve süt ürünleri, sirke gibi gıda maddelerinin üretimi için yüksek performans gösteren maya ve bakterilerin ve gıda üretim süreçlerinin belirli aşamalarında gerekli enzimlerin geliştirilmesi ve kullanımı örnek olarak verilebilir.

Örneğin, nişastanın glukoz ve früktoza dönüştürülmesi için BT enzimleri kullanılmaktadır. Ayrıca, mısır ve başka tahıllar, yüksek früktoz mısır şurubu ya da maltoz şurubu gibi birçok tatlandırıcıya enzimatik işlemlerle dönüştürülebilir. Öteki uygulamalar arasında, tahıldan etanol üretimi ve peynir üretiminde kullanılan rennin (genç büyükbaş ve küçükbaş hayvanların midelerden elde edilmesinin yanında) mikroorganizmalara ürettirilmesi sayılabilir. Peynir yapımında kullanılan chymosinin büyük kısmı artık GDU mikroorganizmalardan elde edilmektedir ve daha önceleri büyükbaş hayvanların sindirim yolundan elde edilen rennete göre daha saf, daha verimli ve daha ucuzdur (Springham, 1999).

Birçok kimyasal madde de BT yöntemleriyle üretilmektedir. Kimyasal sentez, yüksek miktarlarda enerji kullanımına ve istenmeyen yan ürünlere yol açmak-

tadır. Kimya endüstrisinin verimliliği biyokataliz yöntemiyle artırılmıştır. Tablo 2.4’de, fermentasyonla üretilen kimyasal maddeler, onları üreten mikroorganizmalar ve bu kimyasal maddelerin kullanım alanları belirtilmiştir.

**Tablo 2.4 Fermentasyonla Üretilen Endüstriyel Kimyasal Maddeler**

<b>Organik Kimyasallar</b>	<b>Mikrobiyal Kaynaklar</b>	<b>Kullanım alanları</b>
Asetik Asit	<i>Acetobacter</i>	Endüstriyel çözücü ve birçok organik kimyasal için ara ürün
Aseton	<i>Clostridium</i>	Endüstriyel çözücü ve birçok organik kimyasal için ara ürün
Bütanol	<i>Clostridium</i>	Endüstriyel solvent ve birçok organik kimyasal için ara ürün
Etanol	<i>Saccharomyces</i>	Endüstriyel çözücü, sirke, ester, eter ve meşrubatların üretiminde ara ürün
Formik Asit	<i>Aspergillus</i>	Tekstil boyama, deri terbiyesi, lastik üretiminde kullanılır
Gliserol	<i>Saccharomyces</i>	Çözücü, tatlandırıcı, patlayıcı, baskı, kozmetik, sabun, antifriz
İzopropanol	<i>Clostridium</i>	Endüstriyel çözücü, kozmetik ürünler, antifriz, mürekkepler
Laktik Asit	<i>Lactobacillus</i>	Gıda ekşilendirici, boya, deri terbiyesi
Propilen Glikol	<i>Bacillus</i>	Antifriz, çözücü, sentetik resin üretimi, küf önleyici
Sukkinik Asit	<i>Rhizopus</i>	Vernik üretimi, parfümler için boya ve esterler

Kaynak: Barnum, 1998.

Tekstil dünyasında da BT, iplik ve kumaşlarla ilgili birçok işlemde kullanılır. Örneğin, dokuma sırasında kumaşın zarar görmesini engellemek için kaplama yapıştırıcı olarak kullanılan nişastayı zamanı geldiğinde sökmek için amilaz enzimi kullanılmaktadır. Mikroorganizmalardan elde edilen tripsin enzimi derinin tüylerden temizlenmesini sağlamaktadır.

Hem pazar talepleri hem de çevresel nedenler yüzünden daha az klorlu ürünler ve yan ürünler üretmesi gereken kâğıt endüstrisi, endüstriyel enzimler pazarının en hızlı büyüdüğü alandır. Kullanımda olan süreçler, hâlâ çevreyi kirletmektedir. Daha temiz bir süreç sağlayan biyolojik yöntemde, lignosellülozik maddeler lignin parçalayıcı mantarlarca parçalanır. Enzimler ayrıca, liflerin fiziksel özelliklerinin geliştirilmesinde ve kâğıt dayanıklılığının artırılmasında kullanılmaktadır.

Maden ve metal endüstrisinde kullanılan BT ikiye ayrılabilir: biyoleaching/mineral biyooksidasyon ve metal biyoremediasyonu ve eldesi. Biyoleaching, bakterilerin, (örneğin *Thiobacillus ferrooxidans*) bakır, çinko ve kobalt gibi değeri yüksek metalleri, sülfid minerallerinden ayrıştırma sürecini kapsar. Bu teknikle hem zamandan kazanılmakta hem de zehirli gazların ve atıkların oluşumu engellenmektedir. Metal biyoremediasyonu ve eldesi, alkalın içeren eski yöntemlerin yerine kullanılmakta ve ağır metal içeren büyük miktarlarda atık su oluşumunu engellemektedir. Yeni yöntemle enerji, su ve asit kullanımından tasarruf edilmekte, daha verimli üretim gerçekleşmekte ve daha az atık oluşmaktadır.

# 3 B Ö L Ü M

## DÜNYADAKİ GELİŞMELER





### 3. DÜNYADAKİ GELİŞMELER

Bütün dünyada hızla büyüyen BT pazarının, 2000 yılında toplam 63 milyar dolarlık bir büyüklüğe ulaşması beklenmektedir (OECD, 1997). Bu pazar 1980'li yılların başında yeni yeni kurulmaya başlamıştı; ne var ki, 1990'lı yıllarda ortalama olarak yıllık %32,4 oranında bir büyüme göstermiştir. Böylesi bir büyüme, BT uygulamalarının gelişen bir ekonomi için ne denli önemli olabileceğinin bir göstergesidir.

Bu bölümün amacı, dünyadaki BT gelişmelerini kısaca özetlemek ve bunları gerçekleştiren ülkelerdeki başarıyı yaratan koşulları incelemektir. Çalışma kapsamına giren başarılı ülkelerin başında 1999'da 20 milyar dolarlık pazarıyla dünya BT pazarının %40'ını oluşturan ABD gelmektedir. İkinci büyük pazar Avrupa'dır. Avrupa BT pazarının büyüklüğü 1999'da toplam 5,4 milyar euroydü (Crocker, Keenan, Ward, 2000). Çalışma, ülke analizleri üzerinde yoğunlaştığından Avrupa'nın en büyük BT merkezi olan İngiltere<sup>10</sup> incelenen ikinci ülke olacaktır. Daha sonra hem Türkiye'ye yol gösterme potansiyeli taşıyan, hem de BT konusunda büyük atılım yapan iki gelişmekte olan ülke, İsrail ve Güney Kore, incelenecektir.

Bu dört ülkenin başarılı olmasına yol açan önemli nedenler ortaya konacak ve bunlardan yola çıkılarak Türkiye'de gerçekleştirilebilecek bazı uygulamalar saptanmaya çalışılacaktır. Bunun için ülkeler sistemli bir biçimde incelenecektir. Başarıya giden birçok yol olmakla birlikte, inovasyon ve teknoloji literatüründe sıkça rastlanan, ulusal inovasyon sistemi yaklaşımı kullanılacak ve analizler, oluşturulan bir model çerçevesinde incelenecektir. Ulusal inovasyon sistemi yaklaşımında, tekil etkenlerden çok, inovasyonun oluşumunu sağlayan koşulların tümü bir bütün olarak ele alınmaktadır. Bu yaklaşımda inovasyon etkenlerinin başında, üretimi yapan şirketler, teknolojik altyapıyı oluşturan araştırma kuruluşları, devlet kurumları, finans kuruluşları, var olan kurumsal yapılar, yasal düzenlemeler, kişisel ve şirket düzeyindeki kültürel boyutlar ve şirketlerle organizasyonlar arasındaki ilişkiler gelmektedir.

Bu çalışmada, inovasyon etkenlerinin tümü dört ana grupta toplanarak (Şekil 3.1) BT sistemi incelenmiştir (Brenner, 1997; Çetindamar, 1998 ve 1999; Çetindamar

---

<sup>10</sup> Bu çalışma boyunca İngiltere adı İngilizce'de kullanılan United Kingdom, Great Britain ve England olarak geçen ve aralarında farklar bulunan tüm adlara karşılık olarak kullanılacaktır. Karışıklığa neden vermemek için böyle bir basitleşmeye gidilmiştir.

ve Carlsson, 2001; Çetindamar, Braunerhjelm, Johansson, 2001). Modelde BT sistemi oluşturan ögeler şunlardır:

1) Şirketler

Asıl olarak BT üretimi yapan (örneğin tanı kiti üreticisi) şirketleri içermekle birlikte, üretimin gerçekleşmesine katkıda bulunan yan (örneğin suş sağlayan) şirketleri de kapsamaktadır.

2) Örgütler ve kuruluşlar

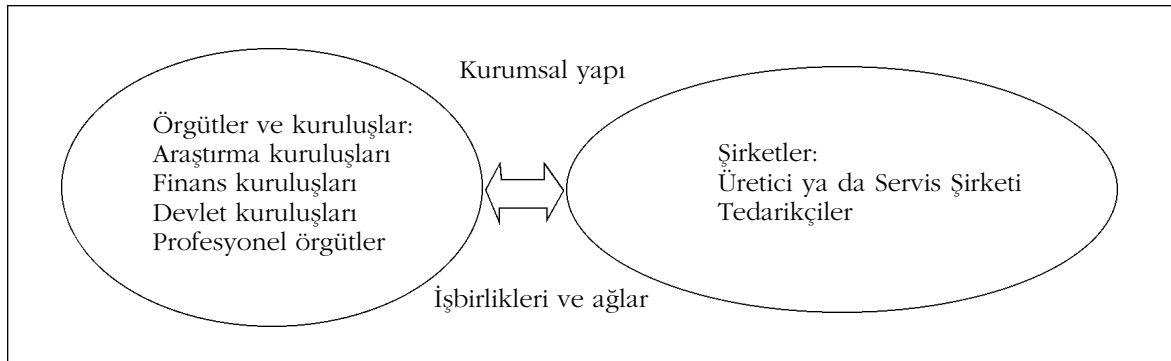
Araştırma (örneğin üniversite), finans (örneğin banka) ve devlet kurumları (örneğin TÜBİTAK) ile profesyonel meslek örgütleridir (örneğin TUSİAD).

3) İşbirlikleri ve ağlar

Şirketler arasında (örneğin lisans anlaşması yapan şirketler) ve şirketlerle örgütler (örneğin üniversitelerle araştırma anlaşması yapan şirketler) arasındaki çok yönlü ilişkilerdir.

4) Kurumsal yapı

Yazılı olan yasal düzenlemeler (örneğin patent yasası) kadar yazılı olmayan ama şirketlerin, örgütlerin ve insanların davranışlarını etkileyen, ülkelere özgü toplumsal, politik, ekonomik ve etik boyutları (örneğin iş ahlâkı ve güven) olan altyapıdır.



**Şekil 3.1 BT Sistemi**

Dünyadaki örneklerin inceleneceği bu bölümde, önce şirketler ve BT pazarındaki sektör gelişmeleri aktarılacaktır (Bölüm 3.1). Sonra seçilen ülkelerdeki örgüt ve kuruluşlara ilişkin bilgiler (Bölüm 3.2) ardından da şirketlerin ya da örgütlerin kendi içinde ya da birbirleriyle olan ilişkileri ve ağları incelenecektir (Bölüm 3.3). Son olarak da kurumsal yapıyı oluşturan iki temel konu ele alınacaktır (Bölüm 3.4). Bunlardan ilki, yasal düzenlemeler (teşvikler, patent, düşünce mülkiyeti hakları ve düzenlemeler), ikincisi de toplumsal, politik ve etik sorunlardır.

Bölüm 3.1 dört ülkenin (ABD, İngiltere, Güney Kore ve İsrail) tekil analizi olarak aktarılmakla birlikte, diğer bölümlerde yapılacak analizler, tekil ülke kategorisinde anlatılmayacaktır. Onun yerine genel uygulamaların özetlenmesine çalışılacak ve uygulamayı yapan ülkeler yalnızca birer referans noktası olarak anılacaktır. Bunun başlıca iki nedeni vardır. Birincisi her ülkenin örgüt, organizasyon ve kurumlarına ilişkin ayrıntılı bilgi toplamanın güçlüğü; ikincisi de eldeki bilgilerin her ülkeye ait karşılaştırmalı düzeyde olmamasıdır.

### **3.1. Şirket ve Biyoteknoloji Pazarındaki Gelişmeler**

#### **3.1.1. Amerika Birleşik Devletleri**

Dünyadaki en gelişkin BT pazarı ABD'dedir. Bu ülkede BT şirketlerinin elde ettiği gelir 1993-99 döneminde 2,3 kat artmış ve 8 milyar dolardan, yaklaşık 19 milyar dolara çıkmıştır (Tablo 3.1). 1980'li yılların başında kurulmaya başlayan BT şirketlerinin oluşturduğu bu ekonomik güç, 1990'lı yıllarda hızla büyümüş ve ekonomiye büyük katkıları olmuştur. 1999'da ABD'deki 1 283 BT şirketinde toplam 153 bin kişi çalışmaktadır. Bu sayı yayıncılık, oyuncak ve sütü gıda ürünleri gibi yerleşmiş birçok sektörün istihdam sayılarından çok daha fazladır. Altı yıl gibi kısa bir sürede, her ne kadar şirket sayısında önemli bir değişme olmamışsa da, işgücü sayısında, satışlarda ve Ar-Ge harcamalarında % 200'lük bir artış olmuştur.

Bugün ABD'deki BT şirketlerinin, FDA'nın onayından geçmiş 80'in üzerinde ilaç ve aşısı piyasada bulunmaktadır (Bkz. Ek 6). Bu ilaç ve aşılardan yaklaşık 200 milyon insanın tedavisinde kullanıldığı tahmin edilmektedir. Bununla birlikte hâlâ klinik testlerden geçmekte olan 350'den fazla BT ürünü ilaç ve aşı vardır. Bu ilaçların büyük bir bölümü kanser, Alzheimer hastalığı, kalp ve dolaşım rahatsızlıkları ve AIDS gibi hastalıklar için tasarlanmıştır (BIO, 2000).

**Tablo 3.1 ABD'deki Biyoteknoloji Pazarı (milyar dolar)**

Yıl	1999	1998	1997	1996	1995	1994	1993
Toplam Satış	13,4	13	10,8	9,3	7,7	7	5,9
Toplam Gelir	18,6	17,4	14,6	12,7	11,2	10	8,1
Ar-Ge Harcamaları	9,9	9	7,9	7,7	7	5,7	4,9
Net Zarar	5,1	4,1	4,5	4,6	4,1	3,6	3,4
Pazar Değeri	97	93	83	52	41	45	md*
Borsadaki Şirketler	327	317	294	260	265	235	225
Şirket Sayısı	1283	1274	1287	1308	1311	1272	1231
Çalışan Sayısı (x1000)	153	141	118	108	103	97	79

\*md: mevcut değil

Kaynak: BIO, 2000.

Satış ve gelirlerdeki artışların gösterdiği olumlu gidişe karşın BT şirketleri hâlâ zarar etmektedir. 1999'da şirketlerin zararları toplamı 5,1 milyar dolardır. Bunun başlıca nedeni, bu şirketlerin satış yapmalarına karşın, hâlâ yoğun olarak Ar-Ge yapan şirket olma özelliğini korumalarıdır. Piyasada satılan yaklaşık 80 ürün kadar bulunmasına karşın, çok sayıda yeni ürün onay almayı ve satışa sunulmayı beklemektedir. Biyoteknoloji şirketleri, 1999 yılında Ar-Ge çalışmalarına, toplam 9,9 milyar dolar harcamıştır. Bir başka deyişle bu şirketlerin geliştirdiği, uzun dönemde gelir getirecek yüzlerce yeni ilaç ve aşı daha araştırma aşamasındadır. ABD'de teknoloji şirketleri, toplumun duyduğu güven ve teknoloji borsalarının da tam olarak işlemesi sayesinde, zarar etmelerine karşın piyasa değerlerini 1993-99 döneminde 2 katından çok artırmışlardır (Tablo 3.1).

Biyoteknoloji şirketlerinin Ar-Ge çalışmalarına yaptığı yatırımlar, başka birçok yüksek-teknoloji şirketiyle karşılaştırıldığında çok fazla gelebilir. Örneğin 1998 istatistiklerine göre en büyük beş BT şirketinin, çalışan başına yaptığı Ar-Ge harcaması 121 400 dolarken, bu harcama ilk beş ilaç şirketinde neredeyse dörtte bir oranında kalmaktadır (31 200 dolar).

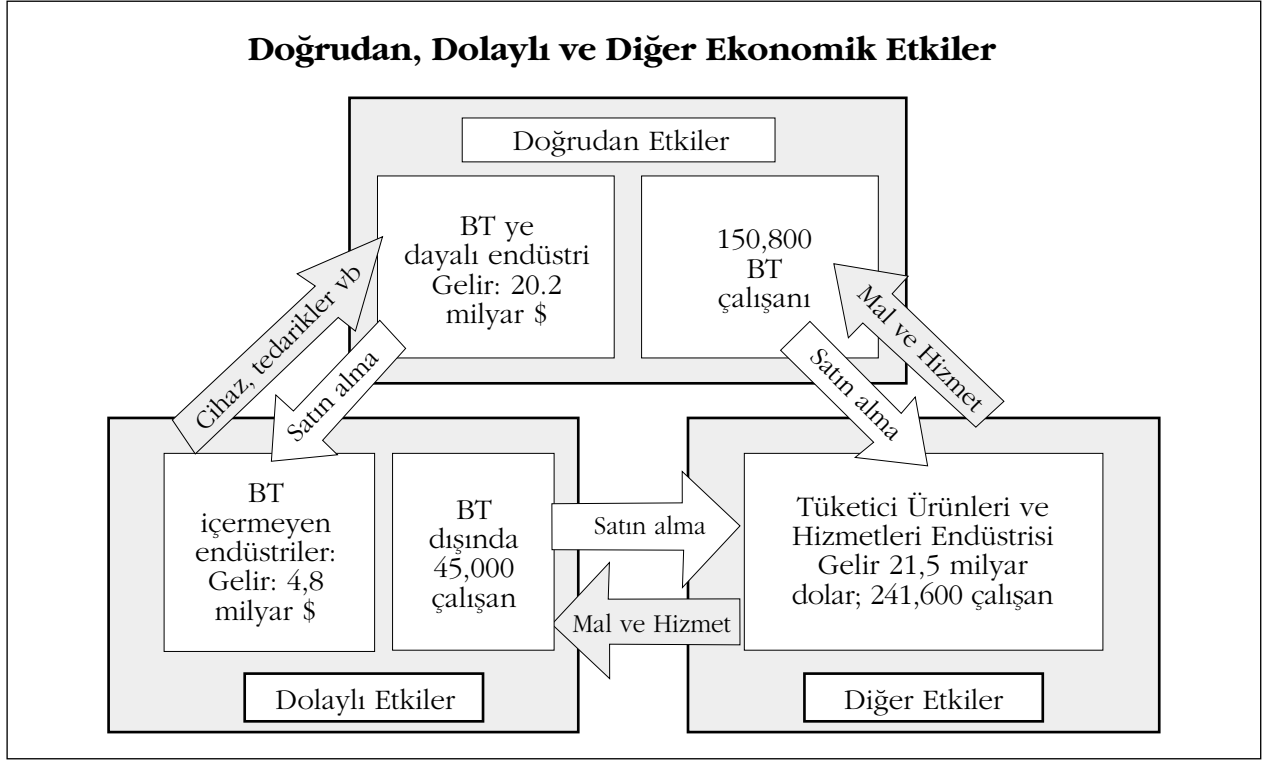
ABD'deki BT şirketlerinin çoğu, küçük ve orta ölçekte şirketlerdir. Tüm şirketlerin yaklaşık üçte birinde 50 kişiden az; üçte ikisindeyse 135 kişiden az çalışan bulunmaktadır (BIO, 2000). Bunun yanında bazı BT şirketleri de özellikle 1990'lı yıllarda büyümüş ve bütün dünyaca tanınan uluslararası şirket konumuna ulaşmıştır (Bkz. Ek 7).

BT nin ekonomiye katkısı yalnızca BT şirketlerinin gelirleri ve yarattığı istihdamla sınırlı değildir. Ernst & Young adlı şirketin hazırladığı raporda belirtildiği gibi (Şekil 3.2) BT şirketlerinin ekonomiye doğrudan etkilerinin yanı sıra, dolaylı olarak başka katkıları da olmaktadır. Bunlar, BT şirketlerinin üretim amaçlı satın aldığı laboratuvar aygıtları ve bilgisayar gibi mallar ve araştırma hizmetleridir. Bir başka etki de BT şirketlerinde çalışanların aldıkları parayla yapılan harcamaların genel ekonomi üzerindeki etkisidir. Ekonometrik hesaplama yöntemleriyle<sup>11</sup> bu dolaylı ve diğer katkılar hesaplandığında, ABD’de BTnin yarattığı istihdamın yalnızca bu şirketlerde çalışan 150 000 kişiyle sınırlı olmadığı, toplam olarak 437 000 kişilik bir istihdama yol açtığı ortaya çıkmaktadır. Benzer biçimde, BT şirketlerinin ekonomiye katkısı sadece 20 milyar dolar değil, tüm etkilerle birlikte 46,5 milyar dolardır (Ernst&Young Economics Consulting and Quantitative Analysis, 2000).

Bu analizde unutulmaması gereken nokta, BT şirketlerinin bu denli yaygın etkileri olmasının birtakım koşullara bağlı olduğudur. Bunların başında bu şirketlerin içinde bulunduğu tedarik zincirinde, müşteri (örneğin ilaç şirketleri) ve tedarikçi şirketlerin (örneğin laboratuvar aleti satıcıları) ülke içinde bulunmasının rolü çok büyüktür. ABD, sektörel yapısıyla çok geniş bir yelpazede gelişmiştir; bu durum da BT şirketlerinin ayakta kalmasını sağlayacak güçlü bir altyapı oluşturmaktadır. Uluslararası ilaç şirketleri, hem Ar-Ge yaptıkları (örneğin 5 büyük –Merck, Pfizer, Glaxo Welcome, Johnson & Johnson, Bristol Mayers Squibb- yalnızca 1999 yılında araştırmaya yaklaşık 10 milyar dolar ayırmışlardır) hem de dünya piyasalarında satış ve dağıtım ağları olduğundan, BT şirketlerinin ürünleri için hazır talep piyasası durumundadır (Ernst & Young, 2000). Ayrıca, gelişmiş tedarikçi sektörler BT şirketlerinin her türlü gereksinimlerini karşılayabilirler. BT şirketlerinin özgün sorunlarını çözen servis sektörü de, ABD’de çok gelişmiştir. Bu servis şirketleri, BT şirketlerinin patent ve düşünce mülkiyeti haklarını koruyan ve düzenleyen hukuk şirketlerinden, hastanelerde yapılan testlerin organizasyonunu sağlayan servis şirketlerine değin, çok geniş bir gruba oluşturur. Bütün bu şirketlerin varlığı sayesinde, BTnin ekonomik etkisi de zincirleme olarak çoğalmaktadır.

---

<sup>11</sup> Bu model Implan adlı bir şirkete aittir.



Kaynak: Ernst&Young Economics Consulting and Quantitative Analysis, 2000.

### Şekil 3.2 ABD'deki Biyoteknoloji Şirketlerinin Ekonomi Üzerindeki Doğrudan, Dolaylı ve Başka Etkileri

ABD'nin sanayi yapısının etkisiyle, BT şirketleri çoğunlukla tıp ve sağlık alanlarında ürünler vermektedir. İlaç şirketlerinin ve tıbbi cihaz sektörünün gelişmiş olması, BT şirketlerinin de bu alanlara yönelmesine yol açmıştır. Tıp ve insana yönelik tanı ve terapötik alt sektörlerindeki ürünler, toplam BT ürünlerinin %91'ini oluşturmaktadır (Tablo 3.2). Geleceğe yönelik tahminlerde de bu yapının korunacağı düşünülmektedir. Örneğin 2008'de BT ürün satışlarının, 1998'e göre üç kat artacağı tahmin edilirken, bu satışların %86'sının da yine tıp alanında olması beklenmektedir.

Tarım ve tıp dışındaki tanı sektörlerine yönelik BT ürünlerinin satışları, 1998'de sırasıyla 420 ve 270 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Her iki sektörün de toplam BT satış hasılatı içindeki oranları yaklaşık %3 düzeyindedir. Bu sektörlerin BT ürünleri, toplam BT pazarı içinde düşük görünmekle birlikte ekonomik olarak önemlidir. Yukarıda sözü edilen dolaylı ve başka etkilerin değerlendirilmesini sağlayan ekonometrik yöntemle yapılan bir çalışmaya göre, tarım ürünleri yapan BT şirketlerinin toplam ekonomik gelirlerinin 2,3 milyar dolar olduğu ve 21 900 kişilik bir istihdam yarattıkları hesaplanmıştır.

**Tablo 3.2 ABD’de Biyoteknoloji Ürünü Satışı (milyon dolar)**

Sektörler	1998	2003*	2008*	1998-08 Yıllık Büyüme - %
İnsan Terapötik	9 120	16 100	27 000	11
İnsan Tanı	2 100	3 100	4 300	7
Tarım	420	1000	2 300	19
Tıp Dışındaki Tanı	270	400	600	8
Diğer	390	900	2 000	18

\* Tahmini veriler.

Kaynak: Biotech Sage Report , 2000.

Önümüzdeki on yıl boyunca ABD’deki BT şirketlerinin büyümelerini sürdürmesi beklenmektedir. Bu büyümeyi hızlandıran etkenler olarak şunlar gösterilebilir:

- İnsan Genom Projesi’nin tamamlanmasıyla birlikte, yeni ilaçların tasarım alanının açılmış olması,
- Sağlık ürünlerinin FDA’dan daha hızlı onay alabilmesi,
- Ortaklık sayısındaki artış,
- Yeni birçok BT ürününün satışlarındaki artış,
- Biyoteknoloji ürünlerinin geliştirilmesi ve pazarlanması konusunda yetişmiş insan gücündeki artış.

Ayrıca, BT şirketlerinin geleneksel ilaç ve tanı sektörü ürünlerinin dışında, yeni alanlara doğru da yöneldiği gözlenmektedir. Bunların başında biyoçipler, biyoinformatik ve biyomateriyaller vardır.

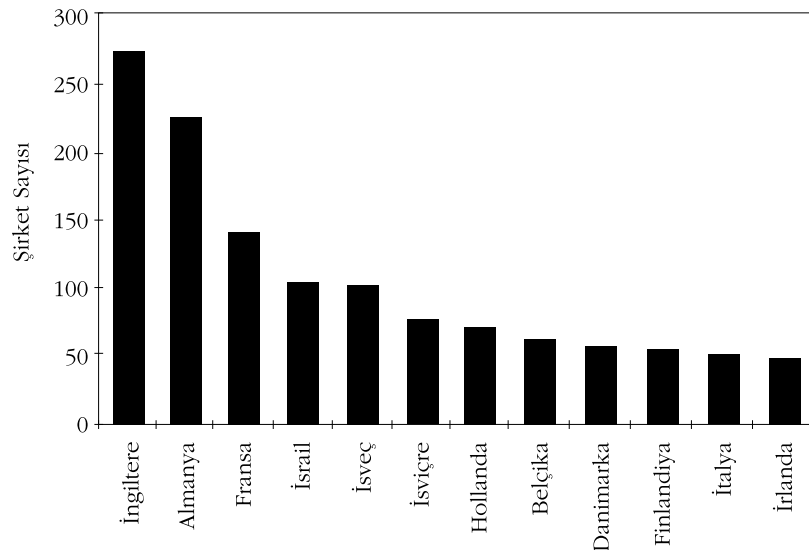
Bilgi teknolojisi ve yaşam bilimlerinin kesiştiği alanların artmasıyla birlikte, bilgisayar, çip ve yazılım alanlarında varlığını sürdüren bilgi teknolojisi şirketleri harekete geçmiştir. Daha önceleri genom ve ilaç şirketlerine teknolojik altyapı sağlayan IBM, Motorola, ve Compaq gibi büyük bilgisayar şirketleri de yeni ve büyük yatırımlarla artık biyobilimler pazarına girmektedirler. Örneğin, IBM 2000 yılı içinde yüksek değerli verilerin incelenmesi konusunda çözümler üretmek ve protein yapı belirleme modelleri kurmak üzere, 100 milyon dolarlık bir yatırım yapmıştır. Motorola da çip üretim yönelik teknolojisini gelecekte biyobilimler endüstrisine yönelik elektromanyetik aygıt ve biyoçip üretimi için kullanarak sağlık sektörünün genetik bilimi ile dönüşüme uğradığı bir ortamda bu konudaki iletişim lideri olmayı planlamaktadır (Johnson R., 2000).

### 3.1.2. Avrupa Birliği

Avrupa Birliği (AB), BT konusunda ABD'ye göre birçok alanda geri kalmıştır. Toplam 1351 BT şirketi, 53 511 çalışanı ve toplam 5,4 milyar euroluk geliriyle Avrupa'nın BT pazarı, ABD'nin 1990'ların başındaki durumuna eşdeğerdir (Crocker, Keeanan, Ward, 2000). Bir başka deyişle AB ile ABD arasında bile yaklaşık 7-10 yıllık bir fark vardır.

ABD'de olduğu gibi AB'de bulunan BT şirketleri de ağırlıklı olarak Ar-Ge şirketleridir. Bu şirketler 1999'da Ar-Ge için toplam 3,2 milyar euro harcamışlardır. Ar-Ge harcamalarının fazla oluşu ve onaydan geçmiş az sayıda ürünün piyasada satılıyor olması nedeniyle, yine ABD  rneğinde olduğu gibi, BT şirketleri zarar etmektedirler. 1999 verilerine göre toplam zararları 1,2 milyar euro olmuştur.

Avrupa BT piyasasını oluşturan ülkeler incelendiğinde, bugünkü şirket sayısı, yapılan Ar-Ge ve piyasa büyüklüğü açısından İngiltere'nin lider olduğu görülmektedir. İngiltere'yi, son yıllarda büyük bir atılım yapan Almanya izlemektedir. Avrupa Birliği'nde yeni kurulan BT şirketlerinin artış hızı, yılda %15'ken, Almanya'da bu oran 1998-99 döneminde %150 olarak gerçekleşmiştir (Crocker ve diğ., 2000). Almanya 1980'li yıllarda BTye karşı çok duyarlı olan toplumsal sivil toplum örgütleri ( rneğin  evre grupları ve Yeşiller Partisi) yüzünden gelişme gösterememiş ama 1990'lı yılların ikinci yarısından bu yana büyük bir ilerleme içine girmiştir. Biyoteknoloji şirketleri açısından İngiltere birinci, Almanya ikinci, Fransa    nc  ve İsveç dördüncü konumdadır (şekil 3.3). Biyoteknoloji şirketlerinin elde ettiği gelirlerine göre ülke dağılımında da İngiltere yine ilk sırada yer alırken; onu sırasıyla Fransa ve Almanya izlemektedir.



**şekil 3.3 AB'ndeki ülkelere göre BT şirketlerinin Sayısı**



### 3.1.3. İngiltere

Avrupa'da BT alanında öncü ülke olan İngiltere'de, 14 000 kişinin çalıştığı toplam 270 BT şirketi bulunmaktadır. Avrupa piyasalarında halka sunulan BT şirketlerinin üçte birini İngiliz şirketleri oluşturmaktadır (DTI, 1999). Bunun yanında BT şirketlerine servis sağlayan ve 25 000 kişinin çalıştığı 200 şirket daha vardır. Ayrıca BTnin tanımı genişletilir ve biyobilimlere dayalı şirketler de bu sisteme eklenirse, şirket sayısının 460'ı bulduğu ve çalışanların da 40 000'i aştığı görülmektedir. Bu şirketlerin oluşturduğu İngiliz BT pazarının büyüklüğü 1999 yılında yaklaşık 1,8 milyar dolardır. 1989-99 yılları arasındaki on yıllık dönemde İngiltere'de bu sektöre yapılan toplam yatırımlar 1,5 milyar dolar dolayındadır. Bu miktarın gelecekte de sürekli artacağı tahmin edilmektedir. İngiltere, ABD'den sonra dünyanın ikinci büyük BT pazarıdır ve yerini korumak için de çaba harcamaktadır.

İngiliz BT şirketlerinin ağırlıklı olarak çalıştığı alan ilaçtır. Bunun yanında İngiltere'deki şirketler tanı konusunda da başarılıdır. İngiliz tanı pazarı 450 milyon dolardır ve bu konuda çalışan toplam 250 şirket vardır (DTI, 1999). Bir başka önemli BT alanı çevre BTsidir. İngiltere'de bu alanda etkinlik gösteren yaklaşık 100 şirkette 6 000 kişi çalışmaktadır. 2000 yılı verilerine göre, çevre pazarının yaklaşık %3'ünü çevre BTsi oluşturur (DTI, 1999).

İngiltere'de BTnin bu denli gelişmesini sağlayan belki de en önemli etken, ABD'de olduğu gibi BT ürünlerini kullanacak gelişmiş bir endüstriyel yapının, özellikle de güçlü bir ilaç sektörünün varlığıdır. İngiliz ilaç sektörü, 1998'de imalat sanayiinde yaratılan katma değerın %3'ünü oluşturmaktadır. İngiltere, dünya da en çok ilaç ihracatı yapan üçüncü ülkedir (örneğin 1998'de yaklaşık 9 milyar dolarlık ihracat yapılmıştır). Bu sektörde etkinlik gösteren birçok şirket, dünyanın önde gelen çokuluslu ilaç şirketleridir (örneğin Glaxo Wellcome). Dünya ilaç sektöründe yapılan Ar-Ge harcamalarının %10'unu İngiliz ilaç şirketleri yapmaktadır (DTI, 1999). Dolayısıyla teknoloji ve üretim olarak gelişmiş ilaç sektörü hem İngiliz ekonomisi için hem de BT şirketleri açısından çok önemli bir sektördür.

### 3.1.4. İsrail

İsrail, iletişim ve yazılım konularında bir dünya devi olduğu gibi yakın bir zamanda da BT devi olmaya aday bir ülkedir. Tablo 3.3'de gösterildiği gibi, İsrail'de 1988 yılında yalnızca 25 BT şirketi varken, bu sayı 1999'da 135'e çıkmıştır. Bugün bu şirketlerde 3 800 kişi çalışmaktadır. İsrail şirketleri birçok ürünle çıktıkları ulus-

lararası arenada, 1999'da toplam 600 milyon dolarlık satış gerçekleştirmiştir. İsrail Bilim ve Teknoloji Bakanlığı'nın yaptığı bir araştırmaya göre şu anda geliştirilme aşamasındaki ürünlerin, 2000 yılında yıllık 790 milyon dolar, 2003'te de 1,8 milyar dolar gelir getireceği tahmin edilmektedir.

**Tablo 3.3 İsrail'in Biyoteknolojideki Gelişimi**

1988-1999 Arası Profil	1988	1990	1993	1995	1997	1999*
Satışlar (milyon dolar)	15	50	209	249,3	336	600
Dışalım (milyon dolar)	9	37	139	161	311	md
Çalışan Sayısı	400	600	2538	2835	3525	3800
Şirket Sayısı	25	30	63	87	100	135

md- Mevcut değil. \* Tahmini sayılardır.

Kaynak: Berry, 2000.

### 3.1.5. Güney Kore e

Güney Kore, 1980'li yılların başından bu yana geleneksel üretim yöntemlerinden yüksek teknolojilere geçebilmek için sistemli bir çaba harcamaktadır. Biyoteknoloji de bunların arasında belki de en çok üzerinde durulan ve önem verilen teknolojidir (Swinbanks, 1998).

Tablo 3.4'te gösterildiği gibi Güney Kore'de BT şirketlerinde çalışanların sayısı 1997 verilerine göre, 3 000 dolayındadır ve bunun yarısını araştırmacılar oluşturmaktadır. Devlet ve araştırma kurumlarında çalışan araştırmacıların sayısı da 2 700 kadardır. 1991-97 döneminde Güney Kore'de BT pazarı 6,5 kat artmış ve 425 milyon dolara ulaşmıştır. Pazarın %70'e yakın bir bölümü, iç üretimle karşılanmaktadır. Bu oranın geliştirilme aşamasındaki ürünlerle daha da artacağı tahmin edilmektedir. 1994'te, devletin yürürlüğe koyduğu "BT 2000" adlı program çerçevesinde 14 yıllık bir yatırım planlanmıştır (Swinbanks, 1998). Programın sonunda, BT pazarının 2000 yılında 1,5 milyar dolar olacağı öngörülmüştür. Önümüzdeki 10 yıl içinde de pazarın 15 milyar dolara ulaşması amaçlanmaktadır.

**Tablo 3.4 Güney Kore'nin Biyoteknolojideki Gelişimi (milyon dolar)**

<b>Güney Kore Biyoteknoloji Pazarı</b>					
	<b>1991</b>	<b>1993</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
Ülkede Üretilen	44	119	215	279	286
Dışarıdan Alınan	21	91	112	132	139
Toplam Pazar	65	210	327	411	425
<b>Biyoteknolojide AR-GE Yatırımları</b>					
	<b>1991</b>	<b>1993</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
Kamu Sektörü	26	59	113	154	170
Özel Sektör	67	94	138	157	190
Toplam	93	153	271	311	360

Kaynak: Hahm, 2000.

Güney Kore'de BT yatırımları hızla artmakta ve bunu, yalnızca devlet değil aynı zamanda özel sektör de desteklemektedir (Tablo 3.4). 1991-97 arasında BT alanındaki Ar-Ge bütçesi 3,8 kat artmış ve 1997'de 360 milyon dolara ulaşmıştır. Bu alandaki yatırımların 1994-2007 döneminde 20 milyar dolara ulaşması planlanmıştır. Bu yatırımların yarısından çoğunu özel sektör yapmıştır. Özel sektörün bu alandaki yatırımlarının artarak sürmesi beklenmektedir.

## **3.2. Örgütler ve Kuruluşlar**

### **3.2.1. Araştırma Kuruluşları**

Biyoteknoloji, temel bilimlere dayandığı ve hâlâ gelişmekte olduğu için, yoğun bir biçimde temel bilimsel çalışmalara gereksinim duyar. Bu nedenle günümüzde BT gelişiminin en temel taşı, araştırma kuruluşları oluşturur. Bu kuruluşların başlıcaları üniversiteler, devletin araştırma laboratuvarları ya da kuruluşlarıyla teknoparklardır.<sup>12</sup> Bunların içinde özellikle üniversitelerin özel bir yeri vardır. Bunun temel nedeni üniversitelerin birçok ülkedeki temel bilim araştırmalarının önemli bir bölümünü gerçekleştirmesidir. Bunun yanında üniversiteler nitelikli araştırmacı yetiştirerek şirketlere işgücü sağlar.

Üniversitelerin BT gelişiminde oynadığı bu kritik rol, BTde en gelişkin yapıyı kuran ABD'deki üç göstergeye bakılarak da anlaşılabilir: 1) ABD'deki yeni kurulan

<sup>12</sup> Bu bölümde bahsedilen kuruluşlarla ilgili bilgiler, kuruluşların websitelerinden edinilmiştir.

BT şirketlerinin %70'i üniversite ya da akademik kurumlardan yola çıkan oluşumlardır. Yalnızca Los Angeles bölgesindeki üniversitelerde çalışan ya da üniversitelerde üretilen teknolojiyi kullanarak kurulan 170 şirket vardır. Bunlardan 64'ü Stanford Üniversitesi kaynaklıdır (CIH, 2000), 2) ABD'deki BT şirketlerinde çalışanların bir kısmı aynı zamanda üniversitelerde de çalışmaktadır (Kanavos,1998), 3) Yapılan bir çalışmanın ortaya koyduğu gibi, yeni ilaçların %27'sinin üniversitelerdeki Ar-Ge olmadan geliştirilemeyeceği; %29'unun da üniversitelerdeki Ar-Ge çalışmalarından çok büyük oranda yararlandığıdır (Kanavos,1998). Bu üç gösterge BTye dayalı bir sanayi kurmak için üniversitelerin ne denli önemli olduğunu göstermektedir.

Üniversitelerin yanında devlet laboratuvarlarında ya da enstitülerinde de önemli ölçülerde Ar-Ge çalışması yapılmaktadır. Örneğin ABD'de BTnin gelişimi için devlet, her yıl yaklaşık 6 milyar dolarlık Ar-Ge kaynağı ayırmaktadır. Bu kaynak yalnızca federal devletin verdiği kaynak olup ABD'yi oluşturan 52 eyalet hükümetinin ayırdığı özel kaynakları kapsamamaktadır (Biotechnology Australia, 1999). Ulusal Sağlık Örgütü'nün (National Institute of Health-NIH) 17 milyar dolarlık 2000 yılı bütçesinin 1 milyar doları da özellikle BT alanına ayrılmıştır (Dolven, 2000). Bu kaynağın bir bölümü devlet araştırma enstitülerindeki bir bölümü de üniversitelerdeki projelere destek olarak verilmektedir.

İngiltere'nin BT alanında AB'de lider olmasının temel nedeni de güçlü bir akademik yapısının bulunmasıdır. Nobel ödüllerini en çok alan ülkelerin başında gelen İngiltere'deki üniversitelerde tıp ve sağlık alanında yoğun Ar-Ge çalışmaları yapılmaktadır. Hem üniversiteler hem de araştırma kuruluşları için devlet özellikle 1990'lı yıllarda büyük miktarda kaynak ayırmıştır. Yalnızca 1998'de devletin biyoloji bilimleri araştırmaları için ayırdığı bütçe 900 milyar eurodur (DTI, 1999).

Biyoteknolojinin temellerini oluşturan buluşlarda, ABD'li bilim adamları kadar İngiliz bilim adamlarının da payı vardır. Biyosensörler, monoklonal antikorlar, DNA parmakizi tekniği, immünokromatografi ve DNA çipleri gibi birçok buluş İngiltere kökenlidir. İngiltere'de üniversitelerin yanı sıra, BT alanında çalışan çok başarılı ulusal laboratuvarlar ve enstitüler de bulunmaktadır. Bu altyapıda, özellikle araştırma konseylerinin payı büyüktür. Bu konseyler içinde en önemlileri BT ve Biyolojik Bilimler Araştırma Konseyi (Biotechnology and Biological Sciences Research Council), Tıp Araştırma Konseyi (Medical Research Council) ve Doğal Çevre Araştırma Konseyi'dir (Natural Environment Research Council). Bunların üçü de kendi bünyesinde BT konulu araştırmalar yapmanın yanı sıra, oluşturdıkları fonlarla, akade-

mik kurumlardaki BT araştırmalarını ve endüstri-üniversite ortaklıklarını desteklemektedirler. Bu konseylerden ilki, daha çok moleküler biyoloji, genetik ve ilgili alanlarda; ikincisi insan sağlığıyla ilgili alanlarda; üçüncüsü de ekoloji ve canlıların çeşitliliği alanlarında araştırmalar yapmaktadır. Bu üç araştırma konseyi dışında, insan ve C. Elegans genomlarının dizileri ve analizleri üzerine alışan Sanger Center'ı ve yalnızca 1999-2000 dönemindeki harcamaları yaklaşık 900 milyon dolar olan, 20 milyar dolarlık malvarlığıyla, kendini insan ve hayvan sağlığını geliştirmeye adanmış Wellcome Trust Vakfı'nı da saymak gerekir. Ayrıca, merkezleri İngiltere'de bulunan Avrupa Biyoinformatik Enstitüsü (European Bioinformatics Institute) ve Avrupa İlaç Değerlendirme Kurumu (European Medicines Evaluation Agency) da İngiltere'deki BType dayalı şirketlerin gelişiminde etkili olan önemli kuruluşlardır.

Avrupa Birliği'nin BT Ar-Ge projelerine ayırdığı bütçe zamanla artmıştır. Proje bazında üye ülke araştırmacılarına verilen ve temel bilimsel çalışmaları kapsayan bu kaynaklar, 1982-85 döneminde 20 milyon eurodan, 1994-98 döneminde toplam 460 milyon euroya ulaşmıştır. Avrupa Birliği'nin desteklediği 5. ereve Programı (Fifth Framework Programme) da bir Ar-Ge programıdır ve 1998-2002 dönemindeki bütçesi 14,96 milyar eurodur. Bu bütçenin 2,43 milyar euroluk bölümü BT, tarım, gıda ve balıkçılık alanlarını kapsayacak biçimde "Yaşam Kalitesi ve Canlı Kaynakların Yönetimi" (Life Quality and Life Resources Management) adlı programa aktarılmıştır. Bu programın alt grupları "Enfeksiyonlu Hastalıkların Kontrolü" (Control of Infectious Illnesses) ve "Hücre Fabrikası" (Cell Factory), sırasıyla 300 ve 400 milyon euroluk bütçeleriyle BT ve biyomedikal şirketlerinin ilgi odağındadır (Beta Technology, 2000).

Yalnızca gelişmiş ülkeler değil, aynı zamanda güçlü araştırma kapasitesi olan gelişmekte olan ülkeler de BT konusunda başarılı olabilmektedir. Bunun güzel bir örneği İsrail'dir. İsrail, 1999 yılı verilerine göre, dünyada eğitim için kişi başına en çok para harcayan ve yine kişi başına en çok doktor bulunan ülkedir. Genç nüfusun %35'i üniversite mezunudur. İsrail'in çok iyi eğitim veren üniversitelerinin birçoğunun bünyesinde Ar-Ge ticarileştirme grubu bulunmaktadır. Bu birimler, üniversitede geliştirilecek yeni ürünler için dünya pazarında stratejik ortaklıklar aramaktadırlar. Yayımlanan makalelerin %60'ı biyolojik bilimler ve tıp konusundadır. İngiliz biyomedikal dergisi The Lancet'e göre İsrail, kişi başına düşen yayın sayısı bakımından dünya birincisidir. Bu akademik altyapıyı kullanabilen İsrail'deki BT şirketleri, son dönemde büyük bir atılım yapmıştır (Pomerantz, 2000).

Yüksek öğrenim sistemi, güçlü bir Ar-Ge yapısına dayanmayan birçok ülke, BT alanında zorlanmaktadır. Bu açığı kapatabilmek için bazı ülkeler yeni kurumsal yapılar oluşturup, kaynak ayırmaktadır. Örneğin üniversite sistemi o kadar da güçlü olmayan Güney Kore’de, BT araştırmaları yedi farklı bakanlıkça desteklenmektedir. Bu bakanlıkların BT için ayırdığı Ar-Ge bütçesinin oranı 1992’de %2,7 iken, bu oran 1997’de %5’e yükselmiştir. Bu sayede Güney Kore’de BT Ar-Ge harcamaları 1983’de 8 milyon dolarken 1997’de 45 kat artarak 360 milyon dolara çıkmıştır. Yine benzer bir biçimde üniversite eğitimi mühendisliğe dayalı Japonya’da da temel bilim çalışmaları asıl olarak devletin araştırma kurumlarında gerçekleştirilmektedir. Bu kurumların organizasyonunu beş bakanlık üstlenmiştir. Bu amaçla 1999’da BT alanındaki araştırmalara 2,5 milyar dolar ayrılmıştır. Bunların yanında son dönemde bazı değişiklikler yapılarak da üniversitelerde temel bilimlere destek vermeye çalışılmaktadır (Hahm, 2000).

BT üretimi ve gelişimi için hayati öneme sahip teknoparklar henüz araştırma aşamasında olup üretim aşamasına geçememiş küçük ölçekli şirketlerin yer aldığı geçici mekanlardır. Teknoparkların kurulmasındaki amaç, bilim (üniversite) ve teknoloji (sanayi) ilişkisinin kurulmasıdır. Üniversitelerin yakınına kurulan teknoparklar üniversitelerde yaratılan özgün düşüncüyü ticarileştirecek ve uygulamaya dönüştürecek ortamı oluşturur. Bu mekanlarda her türlü altyapı hizmeti (örneğin laboratuvar ve kütüphane) ve servisler (örneğin sekreterlik hizmetleri) verilmekte ve ürünlerini geliştirmeye çalışan şirketlere kirası ucuz işyerleri sağlanmaktadır. Aynı tür teknolojileri geliştirmeye çalışan benzer durumdaki şirketlerin biraraya geldiği teknoparklarda, işbirliği ve ortak çalışmanın da zemini hazırlanır. Böylece küçük ölçekli şirketlerin, birlikte gelişmeleri sağlanmış olur. Teknoparklar, verdikleri hizmetler ve uzmanlaştıkları alanlar açısından çeşitli gruplara ayrılır. Bu çalışma için önem taşıyan teknopark türü, BT alanında uzmanlaşarak yalnızca BT şirketlerini barındıran biyoparklar ve BT kuluçkalarıdır.

1980’li yılların sonuna doğru, gelişmiş ülkelerde birçok biyoparkın kurulduğu gözlenmiştir. Bunların genel anlamda amaçları, gelişmekte olan BT endüstrisinin gereksinimlerini karşılamak ve bilim adamlarının buluşlarını ticari uygulamalara dönüştürmek üzere, yeni (start-up) şirketlerin kurulmasını desteklemektir. Bu anlamda kurulan birçok biyopark, yeni ve kârlı şirketlerin kurulmasına ortam oluşturmuş ve iş olanağı yaratarak amacına ulaşmıştır.

Kısacası teknopark ve kuluçkalar, üniversite ve iş dünyasının arasında geçişi sağlayan önemli organizasyonlardır. Birkaç örnek vermek gerekirse, Columbia Üni-

versitesi yakınlarında kurulan teknopark (Audubon Biomedical Science and Technology Park), Columbia Presbeterian Tıp Merkezinin (Medical Center) hemen yanbaşındadır. Edinburgh'da Roslin Enstitüsünün yanında yaklaşık 550 kişinin çalıştığı Roslin BiyoMerkezi (BioCenter) vardır. Şirketlerin böyle bir merkezde bulunmasının nedeni, hem merkezde hem de Edinburgh Üniversitesi'nde bulunan araştırma gruplarının araştırma kapasitesinden yararlanmaktır. Teknoparklar yalnızca gelişmiş ülkelerde kurulmamıştır. Örneğin, Çin'de ve Singapur'da da bilim adamlarının ve şirketlerin kümелendiği BT bölgeleri vardır (Dorlands Directory, 1999).

Biyoparklar hatta bazılarının kullandığı deyimle biyovadiler ya da biyokentler Avrupa'da da vardır. AB'nin desteklediği biyovadilerde BT şirketlerinin altyapı, teknoloji ve finans gereksinimleri karşılanmakta, şirketlerin verimli ve zengin bir ortamda kendilerini geliştirmeleri sağlanmaktadır. Hem ulusal hem de uluslararası özellikleri olan biyovadiler, Avrupalı girişimciler arasındaki ağın kurulmasına da katkıda bulunur. Bu oluşumlardan iki örnek aşağıda özetlenmektedir.

Biovalley: 1996'da Fransa, Almanya ve İsviçre'nin ortasındaki bir bölgede BT ve biyomedikal şirketleriyle üniversiteler arasındaki işbirliğini artırmak amacıyla kurulmuştur. Avrupa'nın merkezi bir bölgesinde yer alan Biovalley, şirketler, araştırma kurumları, ekonomik gelişmeyi sağlayan kuruluşlar, ticaret örgütleri ve finans şirketleri arasında, bölgedeki BT sektörünü geliştirmeye yönelik ortaklıklar kurulmasını sağlamaktadır.

Medicon Vadisi Academi Vakfı (Medicon Valley Academy Foundation -MVA): Danimarka'da bulunan ve bir bölümü Avrupa Birliği'nce de finanse edilen Medicon Vadisi, İsveç'in güneyinde ve Greater Kopenhag bölgesindeki üniversiteler, endüstri ve sağlık sektörü arasındaki işbirliğini artırmak amacıyla 1999'da kurulmuştur. İskandinavya'nın ilaç ve donanım endüstrisinin birçok alanında etkinlik gösterir. MVA Vakfı'nın para kaynağı kişilerden, küçük araştırma gruplarından ve Novo-Nordisk gibi dev ilaç şirketlerinden sağlanır. MVA Vakfı'nın görevleri şunlardır: Konferanslar ve küçük-orta ölçekli BT ve medikal şirketlerine yönelik seminerler düzenlemek; sektörle ilgili bilgi toplamak ve veri tabanı oluşturmak; bölge şirketleri için analizler yapmak ve birçok konuda (örneğin fonlar, eğitim ve temel araştırma) hükümetler düzeyinde lobicilik yapmak.

Teknoparklar ve kuluçkaların kuruluş biçimleri çok farklı olmakla birlikte, çoğunlukla devletin ya da üniversitelerin girişimiyle kurulurlar. Bazı durumlarda özel şirketlerin ya da kurumların teknopark açtığı da olur. Hem devlet hem de özel şir-

ketlerin birlikte sorumluluk olarak açtığı teknoparklar da vardır. Örneğin Bioincubator York Ltd (BYL) şirketi, York Üniversitesi ve ML Laboratories PLC şirketinin ortaklaşa kurduğu bir organizasyondur ve ticari değeri olan yeni şirketlerin oluşmasını sağlayabilecek BT projelerinin belirlenmesi ve desteklenmesini amaç edinmiştir. İngiliz Ticaret ve Endüstri Bakanlığıyla ML Laboratories PLC'nin oluşturduğu bir fonla işleyen BYL, ticaret, hukuk, teknik, pazarlama, patent konularında danışmanlık hizmeti sunar ve BT şirketlerine kuruluş aşamasında destek verir.

### **3.2.2. Finans Kuruluşları**

Biyoteknoloji şirketleri, daha önce söz edildiği gibi (Bölüm 3.1) asıl olarak Ar-Ge çalışmalarına dayanan şirketlerdir. Bu şirketlerin ürünleri, uzun süren araştırmalar sonucunda ortaya çıkacak ve ardından da piyasalarda satılabilmek için devlet kurumlarından onay alma süreçlerine girecektir. Bir başka deyişle uzun bir süre parasal desteğe gereksinimleri vardır. Örneğin bir ilacın piyasaya çıkması için ortalama 7-10 yıl kadar bir araştırma ve yaklaşık 250-300 milyon dolar da harcama yapmak gerekmektedir. Bu parasal destek; banka, borsa, devlet fonları ve risk sermayesi şirketleri gibi çeşitli yollardan karşılanabilir. BT yeni ve riskli bir teknoloji olduğu için banka yolu genelde sınırlıdır. Parasal destek, özellikle gelişmiş ülkelerde, başta risk sermayesi şirketleri olmak üzere, borsalardan ya da devletten gelmektedir.<sup>13</sup>

#### **3.2.2.1. Devlet**

Gelişmiş ülkelerin çoğunda devlet, özel fonlar ya da teşvik sistemleriyle şirketler için parasal kaynak yaratır. Örneğin ABD'de BT sektöründeki birçok yeni şirketin sermayesi, Küçük İşletme İnovasyon Araştırma Programı'yla (Small Business Innovation Research Program - SBIR), sağlanmaktadır. NIH, SBIR desteği adı altında 1999 yılı için 300 milyon dolar ayırmıştır ve bu miktarın %50'si BT sektörü için ayrılmıştır. Bu fonda BT şirketlerine 100 000 ile 1,25 milyon dolar arasında fon verilmektedir. Bu destekler, gelişme aşamasındaki teknolojilerin bir anlamda tutunmasını sağlar. NIH'in yanı sıra, Enerji, Savunma, Tarım bakanlıkları ve Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation -NSF) gibi bir çok kurum da BT şirketlerine SBIR desteği vermektedir. Birçok devlet kuruluşu (örneğin Savunma Bakanlığı ve Ulusal Bilim Vakfı) da BT şirketlerine ödenek ayırmıştır. BT sektöründeki en başarılı ilaçlar bu ödenekler sayesinde başarılı olmuştur (BIO, 2000).

---

<sup>13</sup> Bu bölümdeki tartışmaların önemli bir kısmı için Çetindamar ve Jacobsson, 2000 çalışmasından faydalanılmıştır.



ABD’de olduğu gibi Avrupa ülkelerinde de BT şirketleri için çok sayıda destek bulunur. Örneğin İngiltere’de devletin, biyolojik bilimlerdeki Ar-Ge çalışmaları için ayırdığı fon, yıllık 900 milyon dolardır (DTI, 1999). Danimarka ve İsveç 2000-3 döneminde BT projelerine 80 milyon dolar destek vereceklerdir (Gwynne, 2000). İrlanda Bilim Vakfı’nın gelecek yedi yılda Ar-Ge yatırımı için üniversitelere ayırdığı 696 milyon dolarlık kaynağın yarıya yakınının (309 milyon dolar) BT alanında harcanması beklenmektedir (Canning, 2000).

### **3.2.2.2. Borsa**

Ar-Ge harcamaları yüzünden zarar etmelerine karşın BT şirketlerinin hisseleri borsalarda iyi işlem görmekte ve bu yolla şirketlere parasal girdiler sağlanmaktadır. Zarara karşın, halkın teknolojik ilerlemeye olan inancı sayesinde borsalar BT şirketlerine iyi bir gelir kaynağı oluşturmaktadır. Buna en iyi örnek, ABD’dir. 1972’de kurulan en eski alternatif borsa konumundaki NASDAQ borsası, BT şirketlerine önemli finans kaynağı sağlayarak bu şirketlerin büyümelerine kritik bir etkisi olmuştur. Borsaların bir başka önemi de risk sermayesi şirketleri için yaptıkları yatırımlardan çıkış olanağı sağlamalarıdır. BT şirketlerine yatırım yapan ve ortak olan risk sermayesi şirketleri, her an yaptıkları yatırımdan çıkabilecekleri güveni içerisinde hareket ettiklerinden, kolaylıkla riskli yatırımlara girebilirler. Bu nedenle, düzenli çalışan bir risk sermayesi piyasası için borsaların iyi işlemesi önemlidir.

ABD’nin BT alanındaki başarısının borsa ve risk sermayesinden geldiğini gören AB üyeleri, kendi ülkelerinde de bu iki finans kurumunun oluşturulmasına girişmişlerdir. Örneğin küçük ölçekli teknoloji şirketlerinin işlem göreceği borsa, 1996’da AIM adıyla İngiltere’de, 1997’de de Neuer Markt adıyla Almanya’da kurulmuştur. Ayrıca EASDAQ adında tüm Avrupa’ya hizmet etmek üzere NASDAQ türü bir borsa 1995’te açılmıştır. Dünyanın en büyük teknoloji şirketlerinin bulunduğu NASDAQ’da yaklaşık 4 000 şirket işlem görürken, AB’nin en büyüğü konumundaki Neuer Markt’da yaklaşık 100 şirket vardır (Çetindamar, Jacobsson, 2000).

### **3.2.2.3. Risk Sermayesi**

Dünya pazarında önemli bir noktaya gelebilecek potansiyel taşıyan şirketlere hisse karşılığı yapılan yatırımlara risk sermayesi yatırımı adı verilir. Örneğin, BT alanında 1976’da kurulan ilk şirketlerden olan ve en başarılı 10 BT şirketi arasında yer alan Genentech, risk sermayesiyle kurulmuştur. Risk sermayesi çok geniş bir yelpazedeki yatırım çeşitlerini kapsar. Bunlardan bazıları: Tanıtım, gelişme, iş genişletme,

yeniden yapılanma, yeni ürün ve teknolojiler geliştirme, sermayeyi yükseltme ya da borçları azaltmadır.

Risk sermayesi şirketleri, yeni kurulan BT şirketlerine yalnızca mali kaynak sağlamaz aynı zamanda gelişme stratejilerinde ve yönetim konularında da yardımcı olur. Bu özelliği nedeniyle de diğer finans kurumlarından (banka ya da devlet) farklıdır. Bu fark nedeniyle BTnin gelişiminde kritik bir önem taşırlar. Çünkü risk sermayesi şirketleri Ar-Ge yapan ve çoğunluğu akademisyen ya da araştırmacılardan oluşan bu şirketlere danışmanlık sağlayarak piyasalara yönelik bir etkinlikte de bulunmalarını sağlarlar. Risk sermayesi şirketleri kuruluş aşamasında girişimciye destek olurken daha ileriki aşamalarda borsa aracılığıyla hisselerini satarak yatırımlarından çıkarlar.

Aşağıda değişik finans kaynaklarının BT şirketlerine sağladığı destekler, çeşitli ülkeler için gösterilmiştir (Tablo 3.5). Bu tablodan da anlaşılacağı üzere risk sermayesi kadar borsanın, devletin ve büyük ilaç şirketlerinin ortak yatırımlar ve araştırma ortaklıkları gibi anlaşmalar yoluyla sağladığı parasal desteğinin önemi vardır.

**Tablo 3.5 Ülkelere Göre Biyoteknoloji Şirketlerinin Finans Kaynakları ve Kurulan Biyoteknoloji Şirketi Sayısı, 1996 (milyon dolar)**

Ülke	Risk Sermayesi (x1000)	Halka İlk Arz	Halka Başka Arz	İlaç ve Gıda Şirketleri	Devlet Desteği	Kurulan Şirket Sayısı
ABD	1 053	913	1 548	1 000	md	131
Avrupa	200	276	154	1 700	md	md
Almanya	66	0	0	425	260	115
İsveç	md	54	0	90	md	15
Finlandiya	5	0	0	md	19	10
Fransa	22	50	46	md	md	md
İngiltere	75	165	48	md	650	5
Belçika	16	7	0	md	md	5
Hollanda	14	0	0	75	17	10-15
Danimarka	6	0	0	md	15	4
Japonya	md	0	0	md	210	5
Kore	md	0	0	157	154	md
<b>Toplam</b>	<b>1 253</b>	<b>1 189</b>	<b>1 702</b>	<b>2 857</b>	<b>md</b>	<b>316</b>

md- Mevcut değil.

Kaynak: Lähteenmäki ve Hodgson, 1998.

1996 yılı verileriyle oluşturulan bu tabloda, ABD'deki risk sermayesinin 1 milyar dolar olduğu görülmektedir. En son istatistiklere göre bu miktar 1999'da 25,3 milyar dolara yükselmiştir. Bunun 1,3 milyar doları da BT alanındaki yatırımlara yapılmaktadır. Ulusal Risk Sermaye Derneği'nin (National Venture Capital Association-NVCA) bildirdiğine göre, 1998'deki risk sermayesi yatırımının %60'ı bilgi/bilişim teknolojisi ve iletişim şirketlerine, %20'si teknolojiye dayalı olmayan şirketlere ve %20'si medikal şirketlere (%6'sı BT şirketleridir) yapılmıştır. Ayrıca yine NVCA'nın istatistiklerine göre, 1990'dan 1999'a değin, risk sermayesi şirketleri 550 BT şirketine toplam 5,8 milyar dolarlık yatırım yapmıştır (Edwards ve diğerleri, 1999).

Tabloda görüldüğü gibi ABD'de BT şirketleri, risk sermayesinden 1 milyar dolar alırken, borsadan yaklaşık 2,5 milyar dolar toplamışlardır. Ayrıca büyük ilaç şirketlerinden de risk sermayesine yakın bir finans girdisi sağlamışlardır. Aynı yıl içinde 131 yeni şirket kurulmuştur.

Avrupa'daki birçok şirketin yeterince büyüyememiş ve kâra geçememiş olmasına karşın, bu genç endüstrinin devletten ve başka kuruluşlardan maddi destek alması Avrupa'daki ticari BT sektörü için sağlıklı bir gelecek vaat etmektedir. Tablodan da görüldüğü gibi özellikle İngiltere, Almanya ve Fransa parasal destek oluşturmak açısından çok başarılıdır.

Avrupa'da risk sermayesi sistemi ABD'ye göre geç gelişmeye başlamıştır. Risk sermayesi en gelişkin ülke İngiltere'dir. Burada bile bu finans kurumundan 75 milyon dolar finans sağlanmasına karşın, BT şirketleri borsadan yaklaşık 3 kat (213 milyon dolar) ve devletten de yaklaşık 9 kat (650 milyon dolar) para almışlardır. Benzer durum Almanya için de geçerlidir. Ancak Almanya'da ilginç olan, risk sermayesinin sağladığı fonların çok daha fazlasının ilaç şirketlerinden (yaklaşık 6,4 kat) ve devletten (4 kat) sağlanmasıdır. Almanya ile ilgili ilginç olan bir başka nokta da, 1996 yılında kurulan şirket sayısı açısından ABD'den sonra ikinci sırada yer almasıdır.

Japonya ve Güney Kore'de risk sermayesi şirketleri son dönemlere kadar kurulmadığından bu iki ülkeye ait risk sermayesi verisi bulunmamaktadır. 2000 yılında Japonya'da 150 milyon dolarlık risk sermayesi fonunun olduğu, Kore'de de 30 risk sermayesi şirketinin BT alanında çalışmaya başladığı bilinmektedir (Hahm, 2000; Dolven, 2000).

Tabloda yer almayan İsrail'de risk sermayesi şirketleri, birçok Avrupa ülkesinde olduğu gibi, 1990'lı yıllarda kurulmuştur. Bununla birlikte bu ülkede risk sermayesi

yesi piyasası hızlı gelişmiş ve 1999'da 520 şirkete ve 610 milyon dolarlık fona ulaşmıştır. Bu şirketler, iletişim ve BT alanlarına önemli yatırımlar yapmaktadırlar. 1999 yılında risk sermayesi yatırımları toplamı 1 milyar dolardır. BT şirketlerine yapılan yatırım ise 21 milyon dolardır. BTye 1997-99 döneminde toplam 120 milyon dolarlık yatırım yapılmıştır (Pricewaterhouse Coopers, 2000).

### **3.2.3. Profesyonel Örgütler**

Gelişmiş ülkelere bakıldığında, inovasyon sisteminin önemli başka bir parçasının da profesyonel iş ve meslek örgütleri olduğu göze çarpmaktadır (Çetindamar, Braunerhjelm, ve Johansson, 2001). Bu kuruluşlar farklı yapıdadır; ulusal ya da uluslararası olabilirler; ayrıca etkinlik alanları da oldukça farklıdır. Örneğin BT şirketlerinin biraraya gelerek oluşturduğu örgütler ve derneklerin başlıca çalışma alanı aşağıdaki 10 maddede özetlenebilir:

- BT konulu araştırmaların geliştirilmesi için stratejilerin belirlenmesi.
- Ar-Ge birimleri, araştırma merkezleri ve kuluçkalar gibi araştırma programlarının ve ticari yönelimli BT araştırma ve geliştirme etkinliklerinin verimliliğinin artırılması.
- Özel sektörün BT araştırması için yatırım yapmasının önündeki engellerin saptanması ve özel sektörün yapacağı araştırma ve yatırımı, devletin teşvik etmesi.
- Araştırma kurumlarıyla endüstri arasındaki işbirliğini artırıcı mekanizmaların ve kuruluşların yaratılması.
- Bilgi bankasının kurulmasını sağlayarak BT alanında ve piyasalardaki gelişmelerin incelenmesi ve rapor hazırlanması.
- BT alanındaki araştırmaları parasal açıdan destekleyen kurumların koordinasyonunun geliştirilmesi.
- Ulusal ve uluslararası işbirliklerinin artırılması ve geliştirilmesi.
- BT şirketlerinin karşılaştıkları sorunlarda danışmanlık hizmetinin verilmesi, (özellikle buluştan prototipe kadar olan ticarileştirme öncesi dönemde), sınırlayıcı etkenlerin saptanması ve aşılması.
- Düzenleyici devlet kuruluşlarının üzerinde bir baskı gücü kurarak yasal düzenlemelere ilişkin söz sahibi olunması.

- Konferans ve seminerler düzenleyerek, yayınlar yaparak kamuoyunun BT konusunda bilgilendirilmesi ve güveninin kazanılması.

Bu raporda profesyonel örgüt kategorisine sivil toplum örgütleri de dahil edildiği için bazı profesyonel örgütler tümüyle başka amaçlar taşır ve BT ile ilgili etkinlikleri çok daha sınırlıdır. Bu örgütlerden bazılarından kısaca örnekler verilerek, BT üzerindeki etkileri açıklanmaya çalışılacaktır.

### **3.2.3.1. Ulusal Örgütler**

Biyoteknoloji şirketlerinin biraraya gelerek çalıştıkları profesyonel örgütler arasında en çok tanınanlardan biri ABD’de 1993’te kurulan Biyoteknoloji Endüstrisi Örgütü’dür (Biotechnology Industry Organization-BIO). 2000 yılı verilerine göre, bünyesinde 900’den fazla üye bulunduran bu örgüt, BT şirketlerine danışmanlık ve medya tanıtımı gibi hizmetleri sağlamaktadır. Üyeleri arasında BT şirketlerinin yanı sıra araştırma kuruluşları, üniversiteler, hukuk şirketleri, danışmanlık şirketleri ve risk sermayesi şirketleri de bulunmaktadır. BIO yapısında, İngiltere’deki benzer bir başka örgüt ise Biyoendüstri Derneği’dir (BioIndustry Association-BIA). Bu dernek İngiltere’de BTyi geliştirmek ve teşvik etmek amacıyla kurulmuştur ve toplam 297 üyesi vardır. Belli başlı çalışmaları şunlardır: BT endüstrisi adına uzman komiteler kurarak hükümet de dahil birçok kurum için referans noktası olmak; fikir alışverişinin sağlandığı, fırsatların ve gelişmelerin değerlendirildiği platformlar sağlamak; ilgili konularda yayınlar yapmak.

Avrupa BT sektörünün sözcülüğünü yapan profesyonel örgütlerin başında Avrupa Biyoendüstri Derneği (The European Association for Bioindustries - EuropaBio) gelir. EuropaBio, 1996’da BT Danışma Grubu (Senior Advisory Group on Biotechnology) ve Avrupa Ulusal Biyoendüstri Dernekleri’nin (European Secretariat for National BioIndustry Associations) birleşmesiyle kurulmuştur. On üç ulusal BT derneğinden oluşan bu örgüt, 40 uluslararası şirketi ve 800 küçük ve orta ölçekli işletmeyi temsil etmektedir. Avrupa BT sektörünün sağlıklı bir biçimde gelişip büyümesi için AB, hükümetler, düzenleyici makamlar, yasa yapıcılar, sivil toplum örgütleri ve kamuoyuyla ilişkilerini sürdüren EuropaBio, BTnin gelişimini teşvik eden politikaların AB’nin büyüme stratejileri arasında önemli bir yer tutmasını sağlamıştır (Barber, 2000).

Japon Biyoendüstri Derneği (Japan Bioindustry Association – JEA) AB ve ABD’deki benzer kuruluşlar gibi BT şirketlerinin bir baskı grubu durumuna gelme-

sini sağlamak üzere kurulmuştur (Dorlands Directory, 1999). Gelişmiş ülkelerin kurduğu bu tür örgütlerin benzerlerinin gelişmekte olan ülkelerde de bulunduğu gözlenmektedir. Örneğin Güney Kore'de 1982 yılında BTye ilgili şirketlerin konsorsiyumu olan Kore Biyoteknoloji Araştırmaları Derneği (Korea Biotechnology Research Association - KBRA) kurulmuştur. Araştırma ortaklıklarına dayanan bu kuruluşun dışında ticari anlamda işbirliği sağlayan Güney Kore Biyoendüstri Derneği (Bioindustry Association of Korea - BAK) de 1991 yılında kurulmuştur.

BT şirketlerinin kurduğu profesyonel örgütlerin yanında bir de sivil toplum girişimleriyle kurulan dernek ve vakıflardan da söz etmek gerekir. Çevreci grupların, tüketici derneklerinin ya da Yeşiller Partisi gibi dolaylı ya da doğrudan etkinlik alanı BT olan sivil toplum örgütlerinin de önemli işlevleri vardır. Bu örgütler kamuoyu yaratmak ve yasal düzenlemeler üzerinde etkili olmak için çaba göstermektedirler.

### **3.2.3.2. Uluslararası Örgütler**

Uluslararası alanda BTnin gelişiminde etkisi olan birçok örgüt vardır. Bu örgütlerin farklı ilgi alanları bulunmaktadır. Bunlardan bazıları BT araştırma projelerini organize ederken, bazıları da dünya çapında BT uygulamalarına yönelik yasal düzenlemelerin oluşturulmasına yönelik çalışmaktadır. Aşağıda bu örgütlerden en önemli birkaçının BT ile ilgili etkinlikleri kısaca anlatılacaktır.

*Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organization for Economic Cooperation and Development -OECD):* Uluslararası uyumu sağlayabilmek için önemli bir adım atarak 1986'da "rDNA Güvenlik Hususları" başlıklı bir rapor yayımlamıştır. Bu rapor, politikalarını saptamaya çalışan ulusal otoritelere yol gösteren ve rDNA teknolojisinin güvenli kullanımının ana hatlarını belirleyen bir belge olmuştur. OECD'nin, düzenlemelerin uyumu için ilk adımları atmaya başladığı söylenebilir. Böylece, güvenli BTnin gelişmesi için yol açılmıştır. OECD, ayrıca teknolojik ve ekonomik gelişmeyi de hareketlendirmiş; bu alandaki uluslararası ticaretin, önündeki engelleri azaltmıştır.

*Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization - WHO):* Amacı tüm insanları olabilen en yüksek sağlık standardında yaşatmaktır. WHO'nun BT ile ilgili amaçları şöyle sıralanabilir:

- BT ve sağlık konusunda yapılacak bilimsel çalışmaların geliştirilmesine yardımcı olmak,

- BT ve benzeri sağlık ürünlerinin uluslararası standartlarının oluşturulmasını desteklemek ve sağlamak,
- Tanı prosedürlerinin standardizasyonunu sağlamak,
- Sağlık konusunda uluslararası teknik işbirliğini desteklemek.

*Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization- FAO)* : Üye ülkelere (özellikle gelişmekte olan) tarımsal BTdeki gelişmelerden yararlanmaları için yardım etmektedir. Organizasyon aynı zamanda gelişmekte olan ülkelerin uluslararası tarım ürünleri ticaretinde daha etkin rol alması için de çalışmakta, ayrıca temel teknik gelişmelere ilişkin bilgi verme ve yol göstermenin yanı sıra, sosyoekonomik ve çevresel konularda küresel analizler sağlamaktadır. Gerekli durumlarda da tartışma ortamı yaratmaktadır.

*Dünya Ticaret Örgütü (World Trade Organization - WTO)* : Genetik olarak değiştirilmiş organizmalar ve BT konuları WTO'nun birçok anlaşmasında yer almaktadır. Örneğin; Fikri Mülkiyet Hakları (Intellectual Property Rights) ve Ticarete Teknik Engeller (Technical Barriers to Trade).

### **3.2.4. Devlet Kuruluşları**

Devlet kuruluşlarının, BT geliştirilmesi ve yaygın kullanımı üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı birçok etkisi vardır (Çetindamar, Braunerhjelm, Johansson, 2001). Devletin etkileri ve işlevleri dört ana grupta toplanabilir:

- Ar-Ge yapar. Hemen hemen tüm ülkelerde bakanlıklara bağlı çalışan Ar-Ge kuruluşları vardır. Bu kuruluşlar alanlarıyla ilgili araştırmaları yapar, günün bilimsel ve teknolojik bilgilerini yayınlayarak yayılması sağlar. Ayrıca Ar-Ge kuruluşunun bağlı olduğu birimlerin başka uygulama bölümleriyle birlikte çalışmasını, böylece yapılan Ar-Ge sonuçlarına şirketlerin uyum göstermesini sağlar.
- Finans desteği sağlar. Devlet hem temel bilimlere karşılıksız fonlar aktarır, hem de bilimsel çalışmaların ticarileştirilmesi ve teknoloji transferi aşamasında parasal destekte bulunur. Ayrıca Ar-Ge yapan şirketlere çeşitli teşvik mekanizmalarıyla (örneğin vergi indirimi) yardım sağlar.
- İşbirliklerinin kurulması için destek verir. Araştırma kuruluşları arasında ya da şirketlerle araştırma kuruluşları arasında organizatörlük görevi yapar. Ulusla-

rarası kuruluşların ülke içinde temsilciliklerini üstlenerek bu kuruluşların programlarının ülke içinde uygulanması aşamasında koordinatörlük yapar.

- Düzenleyici kuralları oluşturur. Şirketlerin kuruluş ve işleyiş yasaları başta olmak üzere birçok alanda devletin oluşturduğu kural ve düzenlemeler etkili olur. Bunlardan en önemlileri Ar-Ge kuralları, yatırım ve vergi yasaları, BT ürünü alışveriş (ithalat/ ihracat dahil olmak üzere) yasaları, patent ve mülkiyet haklarıdır.

Devletin bu kadar çok konuda üstlenmesi gereken rolü vardır ancak bütün devletler bu işlevlerin tümünü göremez; görevlerin birçoğu eksik ya da verimsiz biçimde yerine getirilir. Başarılı olan ABD gibi ülkeler incelendiğinde, görevleri ayrıntılı olarak tanımlanmış, çeşitli devlet kuruluşlarınca yürütülen ve aralarında koordinasyon olan güçlü bir devlet mekanizmasının kurulduğu görülmektedir. İleride (Bölüm 3.4.1) ayrıntılı olarak anlatılacak bu devlet kuruluşları, BT konusunda uzmanlaşarak bu teknolojinin ülkede sağlıklı olarak gelişmesini sağlamaktadır. Ancak ABD'deki gibi iyi işleyen devlet mekanizmalarının kurulması oldukça zordur. AB üyesi ülkelerde bile devletin işlevlerinin birçoğunun düzenlenmesi sürecinde sorunlar yaşanmıştır. AB ülkeleri BT alanında ABD'ye göre geri kalmalarında, bunun önemli bir etkisi olduğunu kabul etmektedirler. Bu nedenle 1990'lı yıllarda AB üyeleri birçok devlet programını yürürlüğe koymuşlardır.

Gelişmekte olan ülkelere bakıldığında devletin yalnızca BT alanında değil, hemen her alanda verimli ve etkin işleyen mekanizmalar kuramamaktan kaynaklanan birçok sorun yaşadığı görülür. Özellikle düzenlemeler konusunda birçok ülke BTye ilişkin hiçbir özel düzenleme geliştirememiştir. Bu durum devletin, şirketlerin patent ve fikri mülkiyet hakları da aralarında olmak üzere birçok konuda şirketlere destek olamamasına yol açmaktadır. Araştırma olanakları ve çalışmaları ne denli iyi olursa olsun bu ülkelerde altyapı ve işleyişe ilişkin temel sorunlar çözülemediğinden şirketlerin gelişmesinin zayıf kaldığı görülmektedir.

Birçok ülkede devlet kuruluşları BT konusunda organize değildir. Ancak bazı ülkeler de şaşırtıcı bir biçimde, sistemli olarak bu konuda çalışmakta ve de başarılı olmaktadır. Örneğin, İsrail'de devlet BTye Endüstri ve Ticaret Bakanlığı ve Bilim ve Teknoloji Bakanlığı aracılığıyla başta finans olmak üzere her türlü desteği vermektedir. 1989 yılından beri BT çalışmalarının gelişimini sağlamak ve girişimleri



desteklemek için çalışan Ulusal Biyoteknoloji Yönlendirme Komitesi ilgili bakanlıklara danışmanlık yapmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerden başka bir örnek de Güney Kore'dir. Bu ülkede BT alanındaki devlet politikasını belirleyen en önemli adım 1983'te çıkarılan Biyoteknoloji Teşvik Yasası olmuştur. Yasanın etkisiyle, 1985 yılında Kore Biyobilimler ve BT Araştırma Enstitüsü (Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology-KRIBB) adlı devlet araştırma kuruluşu kurulmuştur.

Benzer bir durum Küba için de geçerlidir (Elderhost, 1994). 1981'de büyük bir salgın hastalık yüzünden yüzbinlerce kişi yaşamını yitirince, başta sağlık sektörü olmak üzere, BT uygulamalarına yönelik ilk adımlar atılmış ve bu yönde bir dizi program uygulamaya konmuştur. Bu çalışmaları da Genetik Mühendisliği ve BT Merkezi (Center for Genetic Engineering and Biotechnology-CIGB) adındaki bir devlet araştırma kuruluşu koordine etmiştir. Günümüzde bu tür araştırma kuruluşlarının sayısı 200'e ulaşmıştır. Bunlar, araştırmanın yanı sıra üretim ve ihracat da yapar duruma gelmişlerdir.

Son bir örnek de Singapur'dan verilebilir. Devlet Singapur'da Ekonomik Büyüme Komisyonu adında bir komisyon kurmuştur. Singapur'un tüm BT politikalarını belirleyen bu komisyon, öncelikle bir biyopark açılmasını sağlamıştır. Bunun yanında, komisyon 1996-2001 dönemi için toplam 2,5 milyar dolarlık Ar-Ge fonu yaratarak BT projelerine destek vermiştir (Dorlands Directory, 1999).

### **3.3. İşbirlikleri ve Ağlar**

Yukarıda adı geçen tüm kuruluşlar ve organizasyonlar, BT gelişimi için olmazsa olmaz öğelerdir. Ancak, yalnızca onların varlığı bile sağlıklı bir BT gelişimi için yeterli değildir. Sistemin tam ve eksiksiz işlemesini sağlayacak olan, bu kuruluş ve organizasyonlar arasında kurulacak işbirliğidir (Brenner, 1997). İşbirliği sayesinde, birbirinden uzak adacıklar gibi duran bu kuruluşların arasında iletişim ve karşılıklı etkileşimler kurulur. Bu sayede sistem zamanla evrim geçirerek sağlam bir yapı oluşturur.

#### **3.3.1. Şirketler Arası İşbirliği**

Biyoteknoloji alanındaki şirketlerin birçoğunun niyeti, yalnızca Ar-Ge çalışması yaparak özgün teknolojiler üretmek ve üretim, pazarlama ve satış etkinliklerini ortaklığa girecekleri büyük şirketlere bırakmaktır. Bu durum özellikle ABD için geçer-

lidir. Avrupa ülkelerinde ve Japonya’da BT ile uğraşan şirketler, asıl olarak büyük ilaç ve gıda şirketleridir. Bu şirketlerin kendilerine ait üretim ve dağıtım ağları vardır. Dolayısıyla işin bu bölümünü de kendileri yapmayı yeğlemektedirler. Buna karşın son dönemde İngiltere ve Almanya gibi bazı Avrupa ülkelerinde yeni bir eğilim ortaya çıkmıştır. Bu da tıpkı ABD’de olduğu gibi, yeni kurulan küçük ölçekli bağımsız BT şirketlerinin bir süre sonra büyük ilaç şirketleriyle ortaklığa girmesidir.

Şirketler arası ortaklık ve işbirliklerinin birçok avantajları vardır. Her şeyden önce, küçük ölçekli araştırmaların yapıldığı bu şirketlerde, yeterli kaynak yoktur. Bu nedenle de birçok konuda başka şirketlerle birlikte çalışmaya gerek duyarlar. Kurulan işbirlikleri sayesinde BT şirketleri, yalnızca kendi konularında yoğunlaşıp, gerçekte işgücü ve zaman ayırmaları gereken ürün ve hizmetleri, işbirliği içinde çalıştıkları şirketlere bırakırlar. Ayrıca bu tür işbirlikleri sayesinde, piyasalar hakkında bilgi edinme, ortak Ar-Ge çalışması yaparak riskleri ve maliyeti azaltma ve satışları etkileyen yasal düzenlemelere karşı ortak müdahale edebilme olanağı doğar. Ayrıca büyük şirketlerin altyapısından ve tecrübelerinden faydalanırlar.

İşbirliklerine en güzel örnekler, BT endüstrisinin kurulduğu sanayi bölgeleri (industrial cluster) veya coğrafi merkezlerdir. Bu sanayi bölgelerinin en ünlüsü San Francisco yakınlarındadır ve milyarlarca dolarlık bir BT üretim merkezi durumuna gelmiştir. Bu bölgede yüzlerce küçük şirket vardır. Ayrıca Kalifornia ve Stanford Üniversitelerinden mezun olanlarla bu üniversitelerde çalışan araştırmacıların kurduğu Genentech ve Chiron gibi büyük ölçekli BT şirketleriyle, Roche ve Bayer gibi uluslararası şirketler de burada bulunmaktadır. Yörenin BT/biyomedikal konularında 1999’daki toplam geliri 8 milyar doların üzerinde olmuştur. Ayrıca şirketler tarafından yapılan Ar-Ge 1,6 milyar dolar ve toplam dışsatım da 1,4 milyar dolardır. Bölgenin, yüksek kapasiteli araştırma kurumları, finans altyapısı, geniş bilim adamı ağı, hukukçuları, yatırımcıları, muhasebecileri birarada barındırması sayesinde böylesine önemli bir ekonomik güç ortaya çıkmıştır (Niiler, 2000).

İşbirlikleri çok çeşitli biçimlerde olabilir. En sık rastlanan ilişki tarzı, ülke içindeki öteki tedarikçi ya da müşteri olan şirketlerle kurulan işbirliğidir. Bunun yanı sıra ortak Ar-Ge projeleri ya da yatırımları, üretim lisans anlaşmaları, dağıtım ve satış anlaşmaları ya da stratejik işbirlikleri de geliştirilir (Tablo 3.6).

### Tablo 3.6 İşbirliği Örnekleri

*Biyoteknoloji şirketleriyle ilaç devlerinin işbirliğine bir örnek:*

ArQule (ABD) şirketi, Bayer (Almanya) şirketiyle başlattığı 30 milyon dolarlık Ar-Ge işbirliğinde, Bayer'in terapötik ve tarımsal kimya maddelerinin testleri için bileşikler üretecektir. Bayer, teknik özelliklerini belirleyebildiği bu hizmetten üç yıl boyunca yararlanacak ve işbirliği sırasında elde edilen bileşiklerin hakkına sahip olacaktır (anlaşma tarihi Ekim 1999).

*Biyoteknoloji şirketleriyle tarım şirketlerinin işbirliğine bir örnek:*

Novartis Seeds (Novartis AG, İsviçre) Diversa şirketiyle birlikte çalışmak üzere yeni bir şirket kuracaktır. 61,6 milyon dolarlık ortak yatırım kapsamında her iki şirket de hayvan yemi katkı maddelerinde kullanılmak üzere yeni enzimler keşfetmek ve bulunanları optimize etmek için çalışacaktır. Ortaya çıkacak ürünleri de kurulan yeni şirket pazarlayacaktır. Novartis Seeds şirketi ayrıca ortak yatırımın gereksinim duyacağı yeni transgenik ürünleri geliştirecektir. Novartis şirketi, Diversa şirketine ilk aşamada 15 milyon dolar, 2000'in ortasında da 5 milyon dolar verirken, araştırma desteği olarak 33,9 milyon dolar ve lisans ödemesi olarak da 7,7 milyon dolar verecektir (anlaşma tarihi Aralık 1999).

*Biyoteknoloji şirketleri arasındaki işbirliğine bir örnek:*

Abgenix ve Amgen şirketlerinin oluşturduğu Ar-Ge işbirliğinde Abgenix, ND (Newcastle Hastalığı) antijenine karşı insan monoklonal antikorlarını üretmek üzere XenoMouse teknolojisini kullanacaktır. Bunun karşılığında Abgenix şirketine ön araştırma için ödeme yapılacak ve ürün satışlarından pay ayrılacaktır. Amgen de ürünün geliştirilmesinden, üretiminden ve de pazarlanmasından sorumlu olacaktır (anlaşma tarihi Nisan 1999).

*Biyoteknoloji şirketleriyle üniversite ve benzeri kurumlar arasındaki işbirliğine bir örnek:*

Angiotech Pharmaceuticals şirketiyle Pennsylvania Üniversitesi arasında bir lisans anlaşması yapılmıştır. Bu anlaşma kapsamında Alzheimer hastalığının tedavisinde kullanılan patentli bir ürünü kullanma hakkı Angiotech şirketine verilecektir (anlaşma tarihi Ocak 1999).

Kaynak: BioWorld Online, 2000.

Son yıllarda işbirliği sayısında gözlenen artış kadar şirket alımları da hızlanmıştır (Bkz. Ek 8). Büyük ölçekli şirketler kendi bünyelerinde bulunmayan ya da zayıf kaldıkları bazı teknolojileri en kısa sürede tamamlamak amacıyla o alandaki başarılı şirketleri satın almayı yeğlemektedir. ABD'deki şirket alımları 1990'lı yılların sonuna doğru hızlanmıştır. Bunun sonucu olarak da sektör içinde yoğunlaşmalar başlamıştır. Bugün ABD'li ilaç şirketleri, artık yalnızca BT alanında başarılı gördükleri büyük şirketleri alma yoluna gitmemekte, zaman zaman ABD'li olmayan uluslararası şirketlerle de birleşmektedirler.

Bazı uluslararası işbirlikleri de, BT alanında geri kalmış ülkelerdeki bazı şirketlerin, bu açığı kapatmak amacıyla, o alandaki ileri ülkelerin şirketleriyle ortak çalışmalara girmesi yoluyla da yapılmaktadır. Örneğin, Avrupa BT şirketleri, stratejik gereksinimlerini gidermek için ABD'ye büyük ilgi göstermektedirler.

Gelişmekte olan ülkeler de BT alanında, uluslararası işbirliğine büyük önem vermektedir. Bu tür işbirlikleri, şirket alımları kadar, yabancı şirketleri kendi ülkelerinde yatırım yapmaya çağırarak ya da uluslararası araştırma kuruluşlarının projelerine katılmak yoluyla olmaktadır. Bu stratejiyi izleyerek kendi BT şirketlerinin gelişmesini sağlayan ülkeler arasında, Güney Kore, Japonya ve Singapur da vardır.

Japon şirketleri genellikle şirket satın alma yoluyla teknolojiyi transfer etmeyi yeğlemektedir. Güney Kore de lisans anlaşmalarıyla ülkesine çok sayıda temel teknolojiyi transfer etmiştir. Bugün bunları kullanarak artık kendi teknolojisini geliştirmeye uğraşmaktadır. Singapur da özellikle dış yatırımlarını artırarak teknoloji transferi yapmayı başarmıştır; örneğin, 2000 yılında ABD'nin büyük BT şirketi Chiron'u Singapur'da yatırım yapmaya ikna etmiştir. Fransız Rhone Merieux ve ABD'li Monsanto da Singapur'da yatırımı bulunan öteki uluslararası şirketlerdir. Ayrıca Moleküler ve Hücre Biyolojisi Enstitüsü adlı devlet araştırma kuruluşuyla Alman Boehringer Mannheim ortak bir Ar-Ge projesinde çalışmaktadır (Dolven, 2000).

### **3.3.2. Şirketler ve Araştırma Kuruluşları Arasındaki İşbirliği**

Şirketlerin, başta üniversiteler olmak üzere başka araştırma kuruluşlarıyla ilişkilerinin, BT açısından kritik bir önemi vardır. Şirketlerle araştırma kuruluşları arasındaki işbirliği, özellikle ortak Ar-Ge projeleriyle sağlanmaktadır. Şirketlerle araştırma kuruluşları arasındaki işbirliğinin en yoğun yaşandığı ülke ABD'dir (Tablo 3.7). ABD'nin ardından Japonya gelmektedir. ABD'de kurulan şirketlerin yarısında akademi ile ilişki içinde olan araştırmacılar çalışmaktadır. Bunun yanında hem üniversitelerde çalışan hem de şirketlerle ilişki içinde olan akademisyenler de toplam akademisyenlerin üçte biridir. Ayrıca şirketlerin üniversitelerde yapılan araştırmalara ayırdığı fonlar yaklaşık 1 milyar dolardır.

**Tablo 3.7 Üniversitelerle Biyoteknoloji Şirketleri Arasındaki İlişkiler**

Ülke	BT Şirketlerinde Çalışan Akademisyenler (İşgücü Yüzdesi)	Bir BT Şirketiyle Bağlantılı Akademisyenler (İşgücü Yüzdesi)	BT Şirketlerinin Üniversite Araştırma Fonları (milyon dolar)
ABD	50,2	33,3	993
Japonya	12,6	21,1	319
İngiltere	7,5	9,7	115
Fransa	6,1	0	md
Almanya	5,8	0	210

Kaynak: Kanavos, 1998.

Bu ilişkiler yalnızca ulusal değil; uluslararası düzeyde de gerçekleşmektedir. Şirketler ilgilendikleri konuda uzman olan hangi araştırma kuruluşu varsa hangi ülkede olursa olsun o kuruluşla işbirliğine geçmeye ve bilgi transferi yapmaya çalışmaktadırlar (Brenner, 1997). Örneğin, Rockefeller Holding kurduğu vakıf aracılığıyla dünyada yürütülen bütün pirinç Ar-Ge projelerinin ana destekçisidir (Brenner, Komen, 1994). Monsanto şirketi de Meksika'da ve Kenya'da patates üzerinde araştırma projeleri yürütmektedir (Qaim, 1998).

Şirketlerle ilişkiler araştırma kuruluşları için de çok önemli hale gelmiştir. Özellikle son dönemlerde hemen her ülkedeki Ar-Ge bütçelerinin azalması yüzünden araştırma kuruluşları kendi bütçelerini oluşturmak zorunda kalmışlardır. Şirketlerle araştırma kuruluşları arasında en yoğun ilişkilerin yaşandığı ABD'de, üniversite bütçelerinin bir bölümünü endüstriden gelen fonlar karşılamaktadır. 1998'de ABD'deki üniversiteler, şirketlerden 365 milyon dolarlık lisans geliri elde etmiştir. Bunun dışında devletten ve özel şirketlerden 1,5 milyar dolarlık araştırma fonu toplamışlardır. Bu gelirlerin %80'i BTyi de içeren yaşam bilimleri alanındaki etkinliklerden kaynaklanmaktadır (PMP, 1999). Ayrıca, üniversitelerin patent alma ve satma yetkisi olduğundan, üretilen teknolojileri patent formatında koruyup, daha sonra lisans geliri elde etmek amacıyla şirketlere satabilirler. Dolayısıyla, BT alanında da araştırma kuruluşları, patent ve lisans anlaşmaları yaparak şirketlerle işbirliğine girmektedirler. Yalnızca üniversiteler değil aynı zamanda devlet araştırma kuruluşları da patent almaktadır. Nitekim 1998'de devlet kuruluşları 1 000 yeni patent almıştır (Castro, Kushan, Mydin, 1999).

Ar-Ge projesi ve üretilen patentlerin satışları dışında şirketlerle üniversiteler arasında kurulan başka bir işbirliği de teknoparklar ve kuluçkalar. Daha önce söz edildiği gibi (Bölüm 3.2.1) teknoparklar ve kuluçkalar, bilim dünyasıyla iş dünyasının buluştuğu yerler olarak görev görür ve bilimsel çalışmaların ticari dünyaya aktarımını sağlar.

### **3.4. Kurumsal Yapılar**

#### **3.4.1. Yasal Düzenlemeler**

##### **3.4.1.1. Patent, Düşünce Mülkiyeti Hakları ve Düzenlemeler**

###### **3.4.1.1.1. Patent ve Biyoteknoloji**

En basit anlamıyla patent; buluşu yapan kişi veya onun sponsoruyla devlet arasında yapılan bir anlaşmadır. Bu anlaşmaya göre, buluşu yapan kişi buluşunu ayrıntılarıyla bildirir. Eğer öngörülen şartlara uyuyorsa, devlet de buluşu yapan kişiye, başkalarının o buluştan ticari anlamda yararlanmasını engelleme hakkını verir.

Patentten başka, fikir mülkiyeti hakkının yasal korunumu; meslek sırları (ki böylece teknik ayrıntılar ve formüller, yetkisi olmayan kişilerce açıklanamaz ve kullanılamaz), marka adı ve telif hakları biçiminde de olabilir. Patent, fikir mülkiyetinin korunmasındaki en etkili araçtır. Kişilere, patent süresi boyunca<sup>14</sup> birtakım özel haklar vererek ürettiklerini ve icat ettiklerini pazarlama olanağı tanır; böylece önemli kârlar elde etmelerini sağlar. Teknolojik yenilikleri, yararlı yeni ürünlerin gelişimini teşvik eder. Ayrıca asıl üründen türetilmiş herhangi bir ürün de böylelikle korunmuş olur.

Patent sistemi, yalnızca yenilikleri değil yatırımcıların uzun dönemli, riski yüksek ve pahalı yatırım gerektiren BT benzeri araştırma alanlarına yatırım yapmasını da teşvik eder. Biyoteknolojinin ticarileşmesi büyük ölçüde, ürünler ve rDNA teknolojisiyle üretilmiş canlılar için alınan patentler sayesinde olmuştur. Şirketler, yasa ile korunmuş yeni ürünler üzerinden daha fazla kâr elde edeceklerini düşündükleri için büyük riskler almakta ve Ar-Ge çalışmaları yapmaktadırlar. Patent korumasının bulunmadığı bir ortamda şirketlerin yüksek yatırımlar yapması düşünülemez.

---

<sup>14</sup> ABD’de patent koruma süresi 20 yıldır ve bu süre tamamlandığında dileyen herkes buluşu özgürce kullanabilir.

Bugünkü uygulamaya göre, patentin sahibine verilen koruma süresince, başkaları buluştan yararlanamaz, buluştan yararlanabilmek için patent sahibine ödeme yapmak zorundadır. Patentlerle ilgili tartışmalardan biri, bu noktada, yaşamsal önemi olan birtakım buluşların insanlığın hizmetine sunulamaması konusunda ortaya çıkmaktadır. Nitekim bu yüzden bazı buluşlara patent verilmemesi yoluna gidildiği olmuştur. Örneğin Türkiye’de, tıpkı başka birçok gelişmekte olan ülkede olduğu gibi, Ocak 2000 tarihine kadar, ilaç patenti verilmiyordu<sup>15</sup>. Böylece, yerli şirketler, ilaçları daha ucuza üretilmişlerdir. Bunun yanında, kamu düzenine ve genel ahlâka aykırı buluşlarla, insan ve hayvan vücuduna uygulanan teşhis ve tedavi yöntemlerine (Kanun Hükmünde Kararname-KHK, Madde 6) de patent verilmemektedir.

Bu noktada BT ürünler açısından, dünya ikiye bölünmüştür. Bazı ülkeler her türlü BT yöntemine, yeni bitki ve hayvan çeşitlerine bile patent verirken (ABD, Romanya, Macaristan ve Avustralya), bazı ülkeler hiçbir BT yöntemine ya da mikroorganizmalar dışında hiçbir ürüne patent vermemektedir (Türkiye, Finlandiya, İtalya ve Hırvatistan). Biyoteknolojinin büyük bir hızla geliştiği ABD’de, patent yasası, BT işlemlerine (ABD Patent Yasası, Madde 103) ve bitki çeşitlerine (ABD Patent Yasası, Madde 161) patent verilebileceğini söylemektedir.

AB’nde, incelenmesi gereken düzenleme, 6 Temmuz 1998 tarihli 98/44/EC nolu "Biyoteknoloji Buluşlarının Hukuksal Korunması Hakkında Yönerge"dir. Bunun yanı sıra, 27 Temmuz 1994 tarihli 2100/94 nolu "Birlikteki Bitki Çeşidi Hakları Hakkında Yönetmelik" ile Avrupa Patenti Konvansiyonu (APK) da konuya ışık tutmaktadır. Bu düzenlemelere göre, AB’de bitki ve hayvan çeşitleriyle bunların üretimi için geliştirilen biyolojik işlemlere patent verilmez. Ancak buluşun teknik fizibilitesi yalnızca bir tek hayvan ya da bitki cinsiyle sınırlı değilse ya da böyle bir biyolojik işlem sayesinde mikrobiyolojik ya da başkaca bir teknikle bir işlem yapılıyor ya da ürün elde ediliyorsa, bunlara patent verilir (Yönerge 98/44/EC Madde 4, APK Madde 53). Nitekim, mikrobiyolojik yöntem ve ürünlere patent verilmektedir (APK Madde 53). İnsan bedenine ve (eleman) organlarına –ki buna gen dizileri de girer– patent verilemeyeceği açıkça belirtilmiştir. Ancak böyle bir organın başka bir teknikle üretilmesi halinde, buna patent verilebilecektir (Yönerge madde 5). Son ola-

---

<sup>15</sup> Bu bölümde Avukat Arzum Günelçin tarafından sağlanan bilgiler kullanılmıştır.

rak, insanın klonlanmasına, insanın genetik yapısının değiştirilmesine ilişkin işlemlere, insan embriyosunun endüstriyel ya da ticari amaçlarla kullanılmasına yönelik buluşlara patent verilmeyecektir. Ayrıca, insan ya da hayvan sağlığına yönelik bir amaç taşımayan ve hayvanların acı çekmesine yol açan, hayvanların genetik kimliklerinin değiştirilmesine ilişkin işlemler ve bu işlemler sonucu üretilen hayvanlara da patent verilmeyecektir (Yönerge madde 6).

Yönergede, üye ülkelerin bu düzenlemeleri, en geç 30 Temmuz 2000 tarihine kadar ulusal hukuklarıyla uyumlu duruma getirecekleri öngörülmüştür. Dolayısıyla bugün, Avrupa Birliği üyesi ülkeler için yukarıda anılan düzenlemeler artık geçerlidir.

Patentlerin dışındaki yasal düzenlemelerle ilgili tartışmalara geçmeden önce, ABD patent yasasıyla ilgili çok önemli bir noktaya daha değinilmesi gerekmektedir. ABD’de, 1980’de Bayh-Dole yasası diye anılan bir yasa çıkarılmıştır. Bu yasaya göre, devlet fonlarıyla yapılan araştırmaların sonucunda elde edilen fikir mülkiyeti hakları, tümüyle araştırmacılara devredilmiştir. Bu sayede araştırmacılar yaptıkları buluşları patentleme ve bu patentlerden elde edilecek gelirlerden yararlanma hakkına sahip olmuştur. Yasanın çıkışından sonra birçok üniversitede "teknoloji transfer ofisleri" kurulmuştur. Böylece araştırmacıların motivasyonları ve uygulamaya yönelik etkinlikleri hızlanmış, üniversiteyle sanayi ilişkisi yoğunlaşmıştır. Son dönemde ABD’deki üniversitelerin kendi buluşlarını kullanarak bazı şirketlerin kurulmasına önayak olduğu görülmektedir. Bu yasanın ABD’deki BT atılımının arkasında önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir.

ABD’de patenti olan şirketler genellikle başka ülkelerde de patent arama girişimindedir. Ne var ki, patent koruması ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir; patent verilecek ürünün tanımından, patent yasalarına değin birçok farklılık vardır. BTdeki hızlı gelişme nedeniyle, uluslararası patent yasaları oluşturulmaya çalışılmaktadır.

Patentli ürünlerin belirgin bir biçimde yaşamımızı etkileyeceği, yeni bir dönemin başındayız. Yeni bilgilerin ve teknolojilerin, yasaların ışığında nasıl kullanılacağıın belirlenmesi gerekmektedir. Eğer akıllıca kullanılırsa; gıda, ilaç ve kimyasal maddeler, insanların yaşam standardını yükseltebilir; tıpta ve çevre temizliğinde büyük aşamalar kaydedilebilir ve tarımsal üretkenlik artırılabilir. Eğer BT ürünlerinin olumlu etkilerinin olması isteniyorsa, modern BTnin hukuksal, etik, ekonomik ve toplumsal bileşenleri dikkatle incelenmelidir.



#### **3.4.1.1.2. Biyoteknoloji Düzenlemeleri**

ABD ve Avrupa'daki düzenleyici mekanizmalar, bilimsel gerçekler ve BTden beklenen büyük yararlar arasında bir denge kurularak geliştirilmiştir. İlk zamanlar, laboratuvar çalışmaları katı düzenlemeler altında yapılırken, daha sonraları, edinilen deneyimlerle daha verimli ve rahat bir araştırma ortamı doğmuştur. Araştırma ortamındaki görece rahatlamaya karşın, hükümetler ve uluslararası organizasyonlar, geliştirilen yeni ürünleri ve uygulamaları onaylamakta temkinli davranmaktadırlar.

Bazı farklılıklara karşın, ABD'deki ve Avrupa'daki BT düzenlemelerinin paralellikler göstermeyi sürdürmesi beklenmektedir. İki bloğun bu konuda birbiriyle yakın ilişki içinde olmaları da BTnin halka sunacağı ürünlerin çeşitliliği açısından önemlidir. Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi, gelişmekte olan ülkelerin de kendi düzenleyici kurallarını oluşturması gerekir. Bu tür düzenlemelerin olmaması ya da yeteri kadar açık olmaması BTye dayalı şirketlerin kurulması ve gelişmesi için sorun olacaktır. Ayrıca ticarete küreselleşmeye doğru gidildikçe, düzenleyici kuralların da uyumlu duruma getirilmesi kaçınılmazdır. Bu sayede, GDU organizmalar ya da ürünlerle ilgili olarak dünya genelinde eşit uygulamalar sağlanabilir; her devletin ayrıca bir güvenlik değerlendirmesi yapmasına gerek kalmayacağı için yeni ürünlere ve yeni konulara yönelerek tasarruf yapma olanağı doğacak, dünya çapında, çevrenin korunması yönünde ortak yaklaşım sağlanacaktır. Önümüzdeki yıllarda, ülkeler, BT alanında güvenli bir düzeyde gelişme gösterebilmesi için OECD ve AB gibi kurumlarla kuşkusuz işbirliği ve uyum içinde çalışacaktır.

Biyoteknoloji alanındaki düzenlemelerin çoğunu, ABD ve AB yaptığı için bu iki örnekle ilgili daha ayrıntılı bilgiler aşağıda kısaca özetlenmiştir.

#### **3.4.1.1.3. ABD ve Biyoteknoloji Düzenlemeleri**

Hükümetlerin rDNA araştırmalarını düzenleme girişimleri Haziran 1973'teki Gordon Konferansı'yla başlamıştır. Bu konferanstaki tartışmaların odak noktası, insan bağırsağında yaşamaya uyum sağlamış E.coli bakterisine tümör oluşturunca bir virüsten alınan DNA'nın aktarılmasıyla bu bakterinin insanlara zarar verip vermeyeceği idi.

Bütün bu tartışmaları, bir dizi gelişme izlemiştir. Bunlar; ABD Ulusal Bilim Akademisi'nin (NAS) bazı rDNA araştırmaları için moratoryumu gerekli görmesi, 1975'te Asilomar'da (California) uluslararası bir toplantının düzenlenmesi, NIH'nin Rekombi-

nant DNA Danışma Komitesi (RAC) kurması ve "Rekombinant DNA Molekülleri İçeren Araştırmalar İçin Talimatlar"ın taslağının yayınlanmasıdır.

Genetik araştırmalar ilerledikçe, kısıtlı koşullarda alan denemeleri yapılabilmesi için talimatlarda değişiklikler yapılmış ve 1978'de GDU organizmaların çevreye salımı konusundaki mutlak yasak kaldırılmıştır. Deneysel salım için ilk onay, 1981'de Stanford Üniversitesi'ne, genetik değişikliğe uğratılmış bir mısır bitkisi için alan denemeleri yapması için verilmiştir.

1970'lerin ortasında ve 1980'lerin başındaki bilimsel gelişmeler, bunların pazara yeni ürünleri getirmesi ve medyanın da etkisiyle, genetik mühendisliği kamuoyunun gündemine girmiştir. İlk başlarda, yeni tedavi yöntemleri gündemde olsa da bir süre sonra dikkatler yeni teknolojinin çevreye etkileri ve güvenlik konularına çekilmiştir. Artık, yeni teknolojinin biyomedikal konular dışında tarım, çevre ve endüstri gibi alanlarda da uygulanmaya başladığı ve bilim adamlarının temel araştırma yaptıkları laboratuvarlardan pazara yönelik etkinlik gösteren özel sektör endüstrisine kaydıkları yeni bir dönem başlamıştır. Bu yeni dönemde, temel araştırmalardaki artış, potansiyel BT uygulamalarının sayısındaki ani artış ve yeni ürünleri piyasaya sürmeye istekli özel sektörün de baskısıyla düzenlemelerin oluşturulması ve kuruluşların yeniden yapılandırılarak yetkilendirilmesi kaçınılmaz olmuştur.

ABD'de oturmuş bir BT bürokrasisi olduğu söylenebilir. Biyoteknolojiyle ilgili düzenlemeler konusunda etkili beş devlet kurumu vardır (Moses and Cape, 1991; Bkz. Ek 9).

- Gıda ve İlaç İdaresi ( Food and Drug Administration -FDA)
- Çevre Koruma Kurumu (Environmental Protection Agency -EPA)
- Tarım Bakanlığı (Department of Agriculture -USDA)
- Ulusal Sağlık Örgütü (National Institute of Health -NIH)
- İş Güvenliği ve Sağlık İdaresi (Occupational Safety and Health Administration -OSHA)

Ayrı yetkileri olmasına karşın tek bir ürün için bu kuruluşlardan birden çoğunun devreye girmesi ve onay vermesi gerekmektedir. Örneğin, genetik mühendisliği sayesinde virüslere karşı direnç kazandırılmış bir tarım bitkisi için üç onay gereklidir: a) USDA'dan verilen "ekimi ve yetiştirilmesi güvenli" onayı, b) EPA'dan "çevre için güvenli" onayı ve c) FDA'dan "tüketim için güvenli" onayı.

ABD’de, BT alanındaki Ar-Ge ve ticarileştirme konulu düzenlemelerde hâlâ bazı değişiklikler olsa da, temel ilkeler 1989’a gelindiğinde oluşturulmuştur. Bu nedenle, uygulamalarla ilgili yeni yasalar çıkarılması, yeni bir örgüt ve kuruluş oluşturulması ya da var olan devlet kuruluşlarının yetkilerini belirleyen yasalarda önemli değişiklikler olması beklenmemektedir. rDNA kullanımı tekniği, yani ürünün üretilme yöntemi yerine artık o ürünün olası etkileri üzerine odaklaşmanın ve bu konudaki düzenlemelerle ilgilenmenin gerektiği konusunda bir görüş birliği vardır. GDU bitkiler ve mikroorganizmalar üzerinde edinilen deneyimler birçok uygulamanın güvenli olduğunu doğrulamaktadır. Ancak bilimde yeni gelişmeler oldukça, yeni sorunlar ve sorunlar da gündeme gelmektedir. Örneğin, transgenik balık ve hayvanların geliştirilmesi, düzenlemelerin yeniden gözden geçirilmesine yol açacaktır. Ayrıca bu teknolojilerin yalnızca çevre ve güvenlik konularındaki etkileri değil, sosyo-ekonomik etkileri de sorgulanmaktadır.

#### **3.4.1.1.4. Avrupa ve Biyoteknoloji Düzenlemeleri**

Avrupa’da genetik mühendisliği konusundaki düzenlemeler ABD’dekine benzer bir biçimde gelişmiştir. Birçok Avrupa ülkesi ABD’yi örnek alarak ayrıntılı talimatlar oluşturmuştur (Gaull, 1998). Genelde düzenlemeler, söz konusu uygulamaların zararları ortaya çıktıktan sonra oluşturulur. Bununla birlikte, rDNA örneğinde talimatlar, düzenlemeler ve kontroller teknoloji daha yolun başındayken ve sonuçları görülmeden oluşturulmuştur.

1970’li yıllarda dünyadaki rDNA araştırmaları, temel araştırma kapsamındaki laboratuvar etkinlikleriydi. Geçmiş yıllardan patojen mikroorganizmalarla edinilen deneyimlerle gerekli önlemlerin alınması sağlanıyordu. 1970’lerin sonunda yeni teknolojinin daha yakından tanınmasıyla birlikte, geçmiş yıllardaki korkuların biraz abartılı olduğu görülmüştür. Zararsız bakterilerin genetik değişikliğe uğradıktan sonra patojen mikroorganizma olmasına ilişkin korkular, bakterilerin patojen özelliğinin birçok geni içeren birçok etkene bağlı olduğunun ve tek bir genin transferiyle canlının bu özelliği kazanamayacağını anlaşılmasıyla azalmıştır. Ayrıca istenmeyen gen transferlerini azaltan ya da engelleyen tekniklerin gelişmesiyle risk oranları düşmüştür. Artan deneyimler ve rDNA teknolojisi ürünlerinin, insan başta olmak üzere canlılara zararının olmadığı görülmeleriyle birlikte, rDNA araştırmalarının önü açılmıştır. Bir süre sonra da rDNA araştırmaları, mikroorganizmalarla ilgili araştırmaların bağlı olduğu türden düzenlemelere bağlanmıştır.

İngiltere dışındaki çoğu Avrupa ülkesinde 1980'li yılların başına kadar, rDNA yönetim-kontrolü ve bildirim planları zorunlu değildi. Ancak düzenlemeler konusundaki bu rahatlık, GDU organizmaların alan denemelerinin başlamasıyla bozulmuştur. Avrupa'nın düzenlemeyle ilgili kuruluşları, ABD'deki tartışmaları özellikle de "ice-minus" tartışmasını<sup>16</sup> dikkatle izliyorlardı. Alevlenen rDNA tartışmalarıyla artık gözetilen yalnızca insan sağlığı ve güvenliği değil, çevrenin doğrudan kendisi idi. Avrupa ülkeleri düzenlemelerini bir daha gözden geçirme gereği duyduğu zaman, OECD'nin raporundaki öneriler ve kararlar uluslararası bir fikir birliğinin yolunu açmıştır. Yukarıda (Bölüm 3.2.3) söz edildiği gibi OECD, 1986'da "rDNA Güvenlik Hususları" adlı raporunu yayımlamıştır.

rDNA düzenlemeleri Avrupa Komisyonu'nda da yankı uyandırmıştır. Komisyon, 1979'da kabul edilmesi durumunda AT üyelerinin kuracağı rDNA çalışmalarıyla ilgili bir ulusal tescil sisteminin yönergesini önermiştir. Uzun tartışmalardan sonra 1998'de yönerge olarak olmasa da konsey önerisi olarak kabul edilmiştir. Öneri, üye ülkeler için bağlayıcı değildir ama üyelerin birçoğu uygulamıştır. Avrupa Birliği'nin düzenleyici sistemi hem genel olarak GDU mikroorganizmaları (bu mikroorganizmaların kullanımı ve çevreye bilinçli salımı, çalışanların biyolojik ajanlar karşısında güvenliği gibi konuları) hem de ilaç ürünleri, hayvan gıdalarında kullanılan katkı maddeleri, bitki koruma ürünleri, yeni gıdalar ve tohumlar gibi ürünleri kapsamaktadır. Fikir mülkiyetinin korunması konusundaki yasalar da bu sistemin içindedir. Ayrıca BM Eğitim, Bilim ve Kültür Organizasyonu (United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization-UNESCO) 1998'de gerçekleştirilen İnsan Hakları ve Biyomedikal Konvensiyonu, 1 Aralık 1999'da AB ülkelerinde yürürlüğe girmiştir (Forsman, 2000).

GDU mikroorganizmalarla ilgili kararlar asıl olarak 1990'da alınmış daha sonraki yıllarda da gözden geçirilmişse de hâlâ bu tür mikroorganizmaların piyasalarda satışı konusunda sorunlar yaşanmaktadır. Örneğin, Kasım 1998'den bu yana AB'de onay verilen GDU mikroorganizma yoktur. Avrupa Parlamentosu'nda 2000 senesinin Mayıs ayında yeni bir düzenleme yapılmış, ancak bu düzenlemenin uygulama prosedürleri hâlâ kararlaştırılmamıştır. Gıda maddelerini içeren yasalar da en son 1997 yasalarıyla düzenlenmiştir. Bu düzenlemenin en önemli uygulaması piyasaya sürülen tüm gıdalar için etiket sisteminin getirilmesidir (Forsman, 2000).

---

<sup>16</sup> 1980'lerin ortasında, bir bilimadaminin don olayının tarım bitkilerine verdiği zararı azaltmak amacıyla bir GDU bakterisi için alan denemeleri yapmak istemesiyle başlayan tartışma. Federal, eyalet ve Yerel yönetimlerin, yasa yapıcı kurumların, mahkemelerin, medyanın ve kamuoyunun içinde olduğu tartışma sonucu, deneme beş yıl sonra gerçekleştirildi.

### 3.4.1.2. Teşvikler

Biyoteknolojinin gelişimi için hemen hemen tüm gelişmiş ülkelerde, özel teşvikleri içeren programlar uygulanmaktadır. Bu teşvikler Ar-Ge yardımıyla vergi indirimine değin çok çeşitli konulardadır (Bkz. Ek10).

Yukarıda ayrıntılı olarak anlatıldığı gibi devletler, üniversitelerde temel bilime dayalı Ar-Ge çalışması yapılması için fonlar yaratmaktadırlar (Bölüm 3.2.2). Fraunhofer Sistem ve İnovasyon Araştırma Enstitüsü'nün yaptığı bir araştırmaya (Enzing ve diğerleri, 1999) göre Avrupa ülkeleri modern BTyi desteklemek için her yıl 2 milyar euro harcamaktadır. Avrupa ülkelerinin araştırma desteği verdikleri BT alanları Tablo 3.8'de görülmektedir. Bu araştırmaların teşviki için en çok para harcayan ülkeler Almanya, İngiltere ve Fransa'dır. 1994-98 döneminde harcadığı tahmin edilen 10 milyar euronun %80'ini bu üç ülke harcamıştır; Almanya 3 milyar, İngiltere 2,5 milyar ve Fransa yaklaşık 2 milyar euro. Ayrılan fonların %50'si tıp ve ilaç alanındaki BT araştırmalarına gitmektedir.

**Tablo 3.8 Avrupa Ülkelerinin Araştırma Desteği Verdikleri Biyoteknoloji Alanları**

Ülke	Bitki	Hayvan	Çevre	Endüstriyel	Hücre	
					Fabrikaları	Tıp / İlaç
Avusturya	-	-	-	+	0	+
Belçika	+	0	-	+	0	+
Danimarka	0	-	0	0	+	+
Finlandiya	0	-	0	+	-	+
Fransa	0	0	-	-	0	+
Almanya	0	-	-	-	0	+
Yunanistan	0	0	0	0	0	0
İzlanda	+	-	-	-	+	+
İrlanda	+	+	-	0	0	+
İtalya	+	0	-	0	0	+
Hollanda	-	-	+	+	+	+
Norveç	0	+	-	+	-	+
Portekiz	0	-	0	+	+	0
İspanya	+	0	0	+	0	+
İsveç	-	-	0	0	0	+
İsviçre	+	-	0	-	+	0
İngiltere	0	0	-	0	-	+

"+" = Ülke, belirtilen araştırma alanını kuvvetle destekliyor

"0" = Ülke, belirtilen araştırma alanına öncelik vermiyor

"-" = Ülke, belirtilen araştırma alanına ilgi göstermiyor

Kaynak: Enzing ve diğerleri, 1999.

Devletler bununla da yetinmeyerek bilimsel çalışma sonuçlarının ticarileştirilmesi için finans kaynakları da yaratırlar. Örneğin, Almanya'da 1997 yılında BioRegio programı ve Ar-Ge Bakanlığı tarafından 260 milyon dolar sadece bilimsel çalışmaların şirketlere aktarılması için kullanılmıştır (Lähteenmäki ve Hodgson, 1998). Almanya "BT 2000" adını verdiği ulusal atılım programı ile BTnin gelişimi için büyük kaynaklar yaratmıştır. Almanya'nın BTnin gelişimi ve ticarileştirilmesi için 1990 yılının son döneminde toplam 1,5 milyar dolar harcadığı söylenmektedir. Bu yatırımlar devlet ağırlıklı olmakla birlikte iş dünyasının da ortaklığıyla yürütülmektedir (Lähteenmäki ve Hodgson, 1998.)

Uygulanan diğer teşviklerin başında vergi indirimi ve yatırım teşviği gelmektedir. Örneğin ABD'de ve Japonya'da Ar-Ge yatırımlarının %20'lik bölümü vergi kredisi sayılmaktadır. Bir başka deyişle, Ar-Ge yatırımının %20'sine karşılık gelen miktar, şirketin vereceği toplam vergiden düşülmektedir. Benzer biçimde Almanya ve İngiltere'de de Ar-Ge donanımına yapılan yatırımlar için vergi kredisi verilmektedir (Kanavos, 1998).

Doğrudan parasal desteklerin dışında yaratılan bazı teşvik programları da vardır. Bunlardan bazıları şirket kurma, yöneticilik eğitimi, fikir mülkiyeti haklarının kullanımını sağlamak gibi etkinlikleri içerir. Örneğin Hollanda hükümeti BT ile ilgili küçük şirketlerin kurulması için 1999-2003 dönemi için 45 milyon dolar ayırmıştır (Gwynne, 2000). Bir başka örnek, İngiltere Ticaret ve Sanayi Bakanlığı'yla Araştırma Konseyi'nin birlikte hazırladığı ve araştırmacılara fikir mülkiyetini koruma, yönetme ve kullanma konusunda yardımcı olan programdır. Bu programlarla, yeni kurulan şirketlere ve küçük ve orta büyüklükteki işletmelere (KOBİ) finans ve gelişim konularında danışmanlık yapılmaktadır. Ayrıca bakanlığın desteklediği BIO-WISE programı İngiliz endüstrisinin BT kullanarak rekabet gücünü artırmayı ve İngiltere'de BTnin tedarikçi endüstrisinin gelişimini desteklemektedir. Bu amaçla sağladıkları hizmetler arasında, BTyi üretim süreçlerinde başarıyla kullanan şirketlere finans desteği vermek, şirketlere geziler düzenleyerek başarılı uygulamaları tanıtmak, BT kullanımının ekonomik ve çevresel yararlarını tanıtıcı yayınlar yapmak ve BT sağlayıcı şirketlere danışmanlık yapmak sayılabilir.

### **3.4.2. Toplumsal, Politik ve Etik Konular**

#### **3.4.2.1. Genel Sorunlar**

Genetik malzemenin, türler arasında transferiyle (örneğin insan geninin hayvanlara transferiyle) doğada görülmeyen özelliklerde canlıların geliştirilmesi, insa-

nın klonlanması, GDU bitkilerin uzun dönemde çevre, biyoçeşitlilik ve insan sağlığı üzerindeki etkileri gibi konular bazı kaygılara yol açmıştır. Ciddi, verimli, şeffaf denetim kurallarıyla, gen teknolojilerinin araştırma ve üretim uygulamalarında insan ve çevre sağlığına dikkat edilmesi ve etik standartlara en üst düzeyde uyulması konuları gündemdedir. En geniş anlamda etik ilkeler: İnsan onurunun korunması, kişinin özgür iradesi ve bilgisi dahilinde hareket edilmesi, yarar ve zararların nesnel değerlendirilmesi, teknolojilerin deneme ve uygulama süreçlerinde ekolojik dengelerin gözetilmesi, geliştirilen BTnin üreticisini mağdur bırakmadan, ve kullanıcılar ve tüketiciler üzerinde tekel oluşturmada paylaşımlı olarak düşünülmektedir.

Etik tartışmalar özellikle insan genetiği alanınıda olmuştur. Bu bağlamda AB'nin onayladığı İnsan Hakları ve Biyomedikal Konvansiyonu, Aralık 1999'dan beri uygulanan ilk uluslararası belgedir. Bu belgeye göre (Forsman, 2000):

- Mali durumuna bakılmaksızın gerek duyan herkesin genetik servis ve hizmetlerden eşit yararlanma hakkı vardır.
- Herhangi bir genetik analiz için kişinin bilgisi ve onayı dahilinde hareket edilmesi, bu bilginin kesinlikle gizli tutulması gereklidir.
- Kişilerin genetik özelliklerine bakılarak ayırimcılık yapılamaz.
- Ciddi bir genetik hastalık taşıyıcısı olmadığı takdirde, cinsiyetine bakılarak embriyoya müdahalede bulunulamaz.
- Üreme hücrelerine hiçbir biçimde genetik müdahalede bulunulamaz.
- İnsan klonlanamaz.

Biyoteknolojinin yarar ve risk analizleriyle bunların nasıl yönetildiği, ortaya çıkabilecek etik konular konusunda toplumun bilgilendirilmesi ve katılımının sağlanması gereklidir. Ancak böylesi geniş katılımlı bir tartışma kapsamında, birçok konunun görüşbirliğiyle çözüme ulaştırılması olanaklıdır. Kapsamlıca tartışılarak yanıt aranan sorulardan bazıları şunlardır (Da Silva, Ratledge, Sasson, 1992):

- Tedavisi olmayan hastalıklar için de genetik test yapılmalı mı?
- Genetik teknolojileri kullanmada adalet nasıl sağlanmalıdır?
- Bu pahalı teknolojileri kimler kullanacak?

- Ürünlerin ticarileştirilmesi, fikir mülkiyeti hakları ve patent konuları çerçevesinde: Genlerin sahibi kimdir?

Genetik konusunda toplum bilinçlendikçe, tartışılacak ve yanıtlanması gereken konular da şunlar olacaktır:

- Sigortacılar, işverenler, mahkemeler, okullar, hukuk sistemi ve ordu, genetik bilgiyi nasıl kullanabilir?
- Genetik bilginin özelliği ve gizliliği nasıl korunabilir? Bu bilginin sahibi kimdir ve kim tarafından kontrol edilecektir?
- Genetik farklılıkların yaratacağı psikolojik etki ne olacaktır?
- Ailesinde bulunan bir hastalık için kişilere genetik testler (doğum öncesi, taşıyıcı, belirti öncesi test gibi) ve popülasyon taraması (yeni doğana, evlilik öncesi ve işe alınma öncesi) yapılmalı mıdır?
- Davranışlarımızın ne kadarının genlerce belirlendiğinin bilinmesi ne tür sonuçlar doğurabilir?
- Genetik bozuklukları saptamak ya da tedavi etmek için ileride kullanılacağı düşünülen gen terapisi için gereken ölçütler nasıl oluşturulmalıdır? Normal nedir? Bozukluk nedir? Bunlara kim karar verir?

Genetik bilginin artmasıyla birlikte, her türlü canlıdan elde edilen gen kaynağına bütün dünyada çok büyük bir ilgi gösterilmektedir. Genler, BT endüstrisinin temel hammaddesi olarak kullanıldıklarında önemli bir kârlılığa yol açmaktadırlar. Öte yandan genlerin varlığı ve korunması bir anlamda toplumun sağlığı ve gıda üretiminin garantisi olarak da düşünülmektedir.

Bitki genetik zenginliğinin, gelişmekte olan ülkelerin sınırları içinde olması, buna karşılık bunları kullanacak teknolojilerin de gelişmiş ülkelerin denetiminde bulunması konuyu karmaşık bir hale getirmektedir.

Patent yasalarıyla ilgili olarak özellikle gelişmekte olan ülkeleri ilgilendiren iki konu gündemdedir: Birincisi, yokedici genle üretilen tohumlar, öteki de yerel biyoçeşitliliğin patentlenmesidir. Yok edici genlerle ilgili tartışmadan Bölüm 2'de bahsedildiği için bu bölümde biyoçeşitlilik konusu tartışılacaktır. Ticari önemi olan genleri birkaç çokuluslu şirketin patentlemesi, uygulamada birtakım sorunlar yaratmaktadır. Çünkü, uluslararası bitki genetik kaynaklarında bulunan bitki türlerinin %91'i



güney yarımküre ülkelerinden elde edilen bitkiler olmasına karşın lisans ödemelerinin %99'u OECD ülkelerine gitmekte, hatta bunun da yarısından fazlası da ABD'ye ödenmektedir (Forsman, 2000). Bu nedenle ülkelerin, genetik çeşitliliğin korunması yönünde önlem almaları gerekmektedir. Ayrıca genetik teknolojileri az sayıda şirketin patentliyor olması ve dünya piyasasını ele geçirmek için kıyasıya bir rekabetin yaşanması, bir yandan yatırımı ve araştırmayı teşvik ederken öte yandan da maliyetleri artırmaktadır. BT yöntemlerinde, malzemelerinde ve bitki türlerinde patent uygulamaları işbirliklerini de güçleştirmektedir. Araştırma kurumları yeni bilgi ve teknolojileri paylaşmaktan çok patent ve lisans anlaşmaları yoluna gitmektedirler. Genetik değişime uğramış herhangi bir bitki türü için onlarca patent başvurusu gerekmektedir. Bitki genetik malzemesinin sahiplenilebilir bir meta olmasıyla birlikte gelişmekte olan ülkeler kendi durumlarını yeniden gözden geçirmeli ve kâr amacına yönelik uygulamaların her zaman kendilerinin özellikle de dar gelirli çiftçilerin çıkarlarını göz önünde bulundurmadığını görmelidir.

BTnin tarım, hayvancılık ya da gıda alanlarında uygulamaları çok büyük tartışmalara yol açmaktadır. Tartışmalar, çevre-ekosistem konularında ve başta GDU gıdalar olmak üzere sağlık konusunda yoğunlaşmaktadır:

1) Çevre ve ekosistem konusunda ortaya çıkan bazı tartışmalar şunlardır:

- Hastalık ve haşerelere dayanıklılık için eklenen genetik malzeme başka türlere sıçrayıp 'süper yabancı otlar', 'süper böcekler', 'süper nematodlar' ya da 'fungal pestler' oluşturabilir mi?
- GDU bitkileri, GDU olmayan bitkilerden ayırmaya yarayan, işaret olarak kullanılan antibiyotik dayanıklılık genlerinin, GDU bitkilerden hastalık yapıcı mikroorganizmalara geçmesi ve onlarda antibiyotik dayanıklılığına yol açması olası mı?
- GDU bitkilerinden çevreye bulaşacak genetik malzemenin toprak bakterilerince alınmasının gen havuzu üzerindeki etkisi ne olur? GDU mikroorganizmaları öteki mikroorganizmalara karşı üstünlük kazanarak besin zincirinde genetik çeşitliğin azalmasına yol açar mı?
- Transgenik bitkilerin yaygınlaşması genetik çeşitliliği tehdit eder mi?
- Bitkiye eklenen yabancı gen, bitki metabolizmasını etkileyerek ikincil metabolitlerin oluşmasına ve fenotip değişikliklerine yol açabilir mi?

Yatay gen transferi genetik malzemenin başka bir organizmaya geçmesi ve onu etkilemesi olarak tanımlanır. Doğal koşullarda bir bitkinin genetik malzemesi başka bir bitkiye, böcekler aracılığıyla (polenler) taşınabilir. Herhangi bir genin geçebilmesi için eşeysel olarak uyuşan bitki ile alıcı bitki arasında başarılı bir hibrid oluşması gereklidir. Her iki tür de aynı zamanda çiçek açmalı, aynı polen taşıma mekanizmasını kullanmalı ve fiziksel olarak birbirine yakın olmalıdır. Bu durumda, gen transferinin gelecek kuşakların doğurganlığını etkilemesi de taşıyıcının üzerindeki seleksiyon baskısına bağlı olacaktır.

Gen akışı, yabancı genlerin polenler aracılığıyla bir bitki türünden, direnci olmayan yakın akrabasına gitmesiyle gerçekleşir. Eğer ilgili özellik, bitkinin ekolojik bir avantaj sağlamasına yol açıyorsa, o zaman çevresel bir sorun ortaya çıkmaktadır. Bu durum aynı zamanda geleneksel yöntemlerle üretilmiş dirençli bitkiler için de söz konusudur. Gen akışı, tarlalarına yabancı genlerin gelmesini istemeyen bitki üreticilerini de yakından ilgilendirmektedir. Bazı görüşlere göre 'süper yabancı otlar'ın oluşma olasılığı ve riski çok abartılmış ve tarımda halen kullanılan stratejiler göz önünde bulundurulmamıştır. Belli bir herbiside karşı eğer direnç oluşmuşsa, bu sorun alternatif kimyasal maddeler kullanılarak çözülebilmektedir.

Tek hücreli canlılarda gen transferi, türün tüm geleceğini etkilerken, çok hücrelilerde yalnızca geçtiği hücreyi etkiler ve soyu etkileyebilmesi için de üreme hücrelerinde bilinçli genetik mühendisliği uygulamaları yapılması gerekir. Doğada gerçekleşen yatay gen transferi yalnızca değiştirilmiş ya da eklenmiş genlere özgü bir konu olmayıp evrimin bir parçası olarak değerlendirilmektedir. Burada önemli olan konu, GDU tür ve ondan ortaya çıkabilecek öteki türlerdir. Bu nedenlerle, GDU tarım ürünlerinin tümünü aynı kategoride değerlendirmek zordur. Bunların yarar ve zarar analizlerinin farklı çevre koşulları ve farklı kişilere yönelik olarak ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekir. Yeni transgenik bitkiler, uygulanan çevre koşullarında değerlendirilmeli, alan denemeleri özenle yapılmalı ve kullanıp kullanmama konusunda sağlıklı bir karara varılmalıdır. Tohum üreticisi şirketlerin yok edici teknolojisi ve antibiyotik dayanıklı gen kullanmaya yönelik çalışmalarını yeniden gözden geçirmeleri yönünde baskılar vardır. Bu baskıların sonucunda Monsanto'nun yok edici teknolojisini, ticari uygulamalardan kaldırma yönünde kararı bulunmaktadır (Moore, 1999).

Bakterilerde konjugasyon ve transformasyon gibi mekanizmalarla gen transferi gerçekleşebilir. *Agrobacterium tumefaciens* adlı bitki patojeninin plazmid DNA'sı

bitki kromozumuna eklenebildiğinden, gen transfer çalışmalarında taşıyıcı olarak kullanılmaktadır. Ancak, çürüyen bitkilerden mikroorganizmalara genetik malzemenin geçebilmesi için bakteride genetik malzemenin kopyasının üretilmesi için uygun koşulların varlığına bağlıdır.

GDU mikroorganizmaların gıda üretim zincirinde önemli bir yeri vardır. Bunların çevreye salımı; çevre sağlığı, ekosistem ve genetik çeşitlilik yönünden üzerinde durulması gereken bir konudur. İstenmeyen etkilerin görülmesi, genelde yabancı genleri bünyesine alacak organizmanın kendi biyolojisiyle ilgilidir. Taksonomik çalışmaların azlığı ve mikroorganizmalara ilişkin yeterli bilgi olmaması risk değerlendirmesi yapmanın önündeki engellerdir.

2) Sağlık konusunda ortaya çıkan bazı tartışmalar ise şunlardır:

- Antibiyotiğe dayanıklılık genleri içeren bitkilerin tüketimi sağlık sorunları yaratabilir mi?
- GDU gıdaları tüketen kişilerde yabancı genetik malzemeye karşı alerjik ve bağışıklık sistemiyle ilgili sorunlar görülebilir mi?
- Genetik değişikliğe uğrayarak kendi bünyesinde toksik madde üreten bitkileri tüketenlerde olumsuz etkiler görülür mü?

28 Şubat-1 Mart 2000 tarihlerinde G-8 ülkeleri liderlerinin çağrısı üzerine, OECD'nin, İskoçya'nın Edinburgh kentinde düzenlediği "Genetik Değişime Uğramış Organizmaların Sağlıkla İlgili Yönleri" adlı toplantıda, kaygı yaratan konular 29 ülkeden 400 kişinin katılımıyla kapsamlı bir biçimde tartışılmıştır. Konuşmalarda genetik değişime uğramış gıdaların geleneksel yöntemlerle üretilenlere göre verimlilik ve zaman açısından çok üstün olduğu, son üründe de genetik değişime uğramış malzemenin yok denecek kadar az olduğu vurgulanmıştır. Pek çok konuşmacı genetik değişime uğramış organizmaların gelişmekte olan ülkelerde yapılan tarımı ve çiftçinin sosyo-ekonomik yapısını etkileyeceğini belirtmiştir.

Bu toplantıdan yola çıkılarak, yapılan başlıca öneriler şöyle özetlenebilir: GDU ürünlerin şeffaflık ve açıklıkla ele alınması ve tarafsız bir düzenleyici çerçevede değerlendirilmesi gerekmektedir. Bunu yapabilmek için, toplumun katılımı sağlanmalıdır. Ayrıca, genetik değişime uğramış gıdaların açıkça etiketlenmesi yoluyla tüketici seçim hakkına kavuşacaktır. BTdeki belirsizlikler yüzünden "risk analizi" ve "önlem ilkeleri" gibi kavramların uygun olmadığı söylenmektedir. Dolayısıyla BTnin

gelişiminde yalnızca bilgi birikimi ve üretim önemli değildir, insan sağlığı ve çevre gibi sorunlara da çözümler getirmek gereklidir. Ayrıca, bu tür gıdaların tam güvenli olduğunun kanıtlanması için uzun dönemli biyolojik testlerin yapılması gerekmektedir.

### **3.4.2.2. Girişimcilik Kültürü**

Biyoteknolojinin gelişimi sırasında, yukarıda söz edilen toplumsal, politik ve etik sorunların dışında bir de toplumsal kültüre ait bazı sorunların aşılması gerekmektedir. Toplumsal kültür ile ilgili sorunların başında girişimcilik kültürü ve organizasyonlar arası güven sorunları gelmektedir.

En genel tanımıyla girişimcilik kültürü, girişimcilerin toplumca desteklendiği ve teşvik gördüğü bir genel toplumsal yapının varlığıdır. Bu kültür, yeni şirketlerin kurulmasını sağlayan girişimcilerin hata ve başarısızlıklarının olağan görülmesini gerektirir. Böyle bir anlayışın olduğu ortamda, girişimciler risk almaktan çekinmeyecek ve başarısız olsalar dahi iş hayatını sürdüreceklerini düşüneceklerdir.

AB ile ABD'nin BT pazarlarını karşılaştıran ve aradaki farkın nedenlerini araştıran birçok çalışma ABD'nin çok daha girişimci olduğu noktasında birleşmektedir. Her ne kadar başta İngiltere olmak üzere AB'nin birçok ülkesinde bilimsel alanda ABD kadar başarılı üniversiteler ve araştırma kuruluşları olsa da bunların endüstriyel uygulamaya dönüştürülmesi ve ticarileştirilmesi konusunda başarısız olduğu saptanmıştır. Bölüm 3.3'de de anlatıldığı gibi, ABD'de öğretim görevlilerinin şirket kurması ya da şirketlere danışman olması, olağan karşılandığı için üniversitelerden şirketlere teknoloji transferi rahat ve hızlı bir biçimde gerçekleşmektedir.

ABD ile aralarındaki farkın, girişimcilik kültüründe olduğunu farkedenden devletler, bazı programlar hazırlayarak bu kültürün değişimine katkıda bulunmaya çalışmaktadırlar. Örneğin İngiltere'de hükümetin girişimcileri yüreklendirecek birçok tasarısı arasında, kâr getirebilecek düşüncelerin korunmasına yönelik yardım, yeni kurulacak şirketlere kuluçkalarda yer sağlamak, kuruluş aşamasında danışmanlık vermek ve özel sektöre finans kaynakları konusunda yol göstermek vardır. Ayrıca, Ağustos 1999 da açıklanan mali değişikliklerle, özellikle KOBİ'lere yönelik Ar-Ge vergi kredileri sağlanmıştır. Yine son dönemde üniversite-sanayi işbirliğini artırma ve ticari şirket kurmaya yönelik teşvikler oluşturulmaktadır.

AB de girişimcilik kültürünün değişimi için uğraşmaktadır. BT şirketleri kurarak buluşlarından yararlanmak isteyen birçok bilim adamının, yönetim ve finans bece-

rilerini geliştirmesi için yoğun bir eğitimi içeren Biobiza adlı alıştay yapılmaktadır. Bu programla, girişimci bilim adamlarına, iş planlaması konusunda bilgi birikimi sağlanmaktadır. Avrupa Birliği'nden 100 000 euroluk yardım alan bu programı aynı zamanda, Arthur Andersen ve küçük ve orta boy BT şirketlerinin gelişimini destekleyen Eurobiobiz finanse etmektedir (European Commission, 2000).

Japonya ile ABD arasındaki gelişme farklarını araştıran çalışmalar da AB'ye benzer biçimde, farkların nedenini Japonya'daki girişimcilik kültürünün zayıf olmasına bağlamışlardır. Japonya da ikinci bir sorun da niversite sisteminin temel bilimleri ikinci planda tutarak mühendislik ve üretim uygulamalarına önem vermesi nedeniyle BT araştırmalarının yeterli derecede gelişememiş olmasıdır. Bunun farkına varan devlet son yıllarda temel bilimlerde atılımı amaçlayarak üniversitelerde araştırma fonları oluşturmuştur.

Toplumsal kültürde BTnin gelişmesinin önündeki ikinci engel organizasyonlar arası güvendir. Bununla anlatılmak istenen, sistemi oluşturan farklı organizasyonlar arasındaki ilişkilerin düzeyidir. Eğer AB üyelerinde olduğu gibi çok başarılı araştırma kuruluşlarının bulunmasına karşın teknoloji transferi yapılamıyorsa, bunun ardında şirketlerle araştırma kuruluşları arasında güçlü bir iletişimin kurulamamış olması yatmaktadır. Araştırma kuruluşlarında var olan aşırı bürokrasi ve araştırmacıların şirket sorunlarına uzak kalması, ilgi duymaması; şirketlerin de araştırma kuruluşlarına güvenmeyip, sıcak bakmaması gibi olgular nedeniyle bir iletişimsizlik doğmaktadır. Bu tür olumsuz ilişkiler ve güvensizlikler özellikle teknoloji transferi konusunda potansiyel gelişmeleri yavaşlatmaktadır.

# B 4 Ü M

TÜRKİYE'DEKİ GELİŞMELER



## 4. TÜRKİYE'DEKİ GELİŞMELER

BT'nin Türkiye'deki gelişimini incelemeye başlamadan önce, BTnin Türkiye için neden önemli olduğu sorusunun yanıtlanması gerekir. Bu soruyu yanıtlamanın en iyi yöntemi de bu teknolojinin Türkiye'ye sağlayacağı genel yarar ve zarar hesabını yapmaktır. Hesabın artı hanesini oluşturan, BTnin Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler açısından potansiyel olarak vaat ettiği yararlar aşağıdaki 10 temel noktada toplanabilir (Çetindamar ve Carlsson, 2001):

- Sağlık sorunlarının çözümüne katkıda bulunmak ve hastalıklarla ilgili yeni ürünlerin (tanı, ilaç ya da aşı) geliştirilmesi,
- Özellikle tarım bitkilerinin haşere, kuraklık ve hastalıklara (örneğin patatesten virüse, pamukta yeşil kurda) karşı direncinin artırılması,
- Tarımsal ilaç ve gübre kullanımının azaltılması,
- Değeri yüksek yeni tür bitkilerin üretilmesi ya da mevcut bitkilerin daha ucuz üretilmesi ve özelliklerinin artırılması,
- Hayvan sağlığına yönelik tanı kitlerinin, ilaçların ve aşılardan üretilmesi, daha verimli ve sağlıklı türlerin geliştirilmesi,
- Katı ve sıvı atıkların biyolojik olarak temizlenmesi,
- Endüstriyel üretim süreçlerinde kimyasal yöntemler yerine çevre dostu biyolojik yöntemlerin kullanılması,
- Ulaşılamayan maden minerallerinin BT yöntemleri ile çıkartılması,
- Enerji üretilmesi ve yeni enerji kaynaklarının oluşturulması (biyogaz üretimi ve biyokütleden biyoyakıtların üretilmesi),
- BT uygulamaları sonucunda oluşacak yüksek katma değerli ürünlere dayalı ekonomik büyüme nedeniyle kentlere göçün engellenmesi.

Bu potansiyellerden faydalandığı takdirde Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler aşağıdaki üç konuda ekonomik katkı elde edeceklerdir:

- İthal edilerek kullanılan ürünlerin ülke içinde üretilmesi yoluyla döviz tasarrufu sağlanabilecektir.



- Katma değeri yüksek ürünlerde önemli bir ihracat fırsatı yaratılabilecektir.
- Ülkeye özgü biyoçeşitlilikten yararlanarak ekonomik değer elde etmek mümkün olacaktır.

Dolayısıyla, potansiyellerin gerçeğe dönüştürülmesi için gelişmekte olan ülkelerin, BT alanında bilgi ve yeteneklerini geliştirmesi gerekmektedir. Biyoteknoloji konusunda geri kalması durumunda, bu ülkelerin ve Türkiye'nin de karşılaşabileceği başlıca sorunlar da yarar-zarar analizinin zararlar hanesini oluşturur. Bu zararlar da aşağıdaki dört temel noktada toplanabilir:

1. Gelişmekte olan ülkelerin kendi ülke koşullarına özgü sorunları vardır ve bu sorunların gelişmiş ülkelere çözülmesi beklenemeyeceği için gelişmekte olan ülkelerin BT çalışmaları yapmaları gerekmektedir. Örneğin gelişmiş ülkeler nüfus yapıları nedeniyle sağlık alanındaki BT uygulamalarını yaşlı nüfusun sorunlarına yöneltmişlerdir. Sadece ABD'de BT alanında yapılan Ar-Ge çalışmalarının üçte ikisi yaşlı nüfusun sorunlarına yöneliktir. Oysa gelişmekte olan ülkeler nüfusun genç olması nedeniyle daha farklı sağlık sorunları ile karşı karşıyadırlar.
2. 1960'lı yıllarda yaşanan yeşil devrimin aksine gelişmekte olan ülkelerin BT alanındaki ilerlemelerden yararlanmasının önünde yasal engeller vardır. Gelişmiş ülkelerdeki BT şirketleri ürettikleri teknolojilerin çoğunun patentini aldıkları için, bu teknolojileri kullananlardan ücret talep edebileceklerdir. Hatta bazı teknolojileri para ile bile almak mümkün olmayabilir. Bunun yanı sıra gelişmiş ülkeler, geliştirdikleri patent yasalarını WTO gibi uluslararası kurumlara kabul ettirmeye çalışmaktadırlar. Böylesi güçlü koruma sistemleri kurulduğunda, gelişmekte olan ülkelerin BTden yararlanmaları engellenecektir. Salt bu nedenle bile, gelişmekte olan ülkelerin bu teknolojilerin geliştirilmesine başlamaları ve uluslararası yasal düzenlemelerde söz sahibi olacak kadar bilgi birikimi oluşturmaları gereklidir.
3. BT uygulamaları sayesinde birçok ürünün fabrikalarda ya da gelişmiş ülkelerin topraklarında yetiştirilmesi söz konusudur. Bunun sonucu olarak, önümüzdeki dönemde, gelişmekte olan ülkelerin tarım dışsatımında önemli azalmalar ve dolayısıyla ticaret gelirlerinde düşme gündeme gelecektir. Örneğin ABD, mısırdan üretilen yüksek früktoz mısır şurubu sayesinde, kendi ülkesinde yetişen mısırdan şeker üretimi yapmaya başlamıştır. Bu da geliş-

mekte olan ülkelerde şeker kamışı yetiştiren 50 milyon üreticinin dışsatımında zorlanmasına yol açmaktadır (Fransman, Junne, Roobeek, 1995). Bu örnekte olduğu gibi, birçok ürünü (örneğin tütün, domates, patates, mısır, soya fasulyesi ve pamuk türü ürünler) gen transferi yaparak üretenlerle, doğal yöntemlerle üretenler arasındaki rekabet de gittikçe artacaktır.

4. Gelişmekte olan ülkeler BT konusunda uzmanlaşmadıkça, uluslararası araştırma kuruluşlarının yürüttüğü projelerin yönlendirilmesinde söz sahibi olmayacaklardır. Daha da önemlisi, bu projelerin sonuçlarının kendi ülkelerindeki koşullara uyarlanmasını sağlayamayacaklardır. Dünya gen kaynaklarının %80'i gelişmekte olan ülkelerde olmasına karşın, bu genlere dayalı teknolojilerin ve bunlardan elde edilen lisans gelirlerinin %99'una OECD üyesi, gelişmiş ülkelerin sahip olduğu da unutulmamalıdır. ABD tek başına bu gelirlerin yarısını elde etmektedir (Forsman, 2000). Eğer gelişmekte olan ülkeler, sahibi oldukları gen kaynaklarının veri tabanlarını hazırlayıp, bu kaynakların potansiyel uygulama alanlarını belirleyemezlerse ellerindeki hazinenin gelişmiş ülkelere alınmasına seyirci kalacaklardır.

Biyoteknolojinin özellikle sağlık, çevre, enerji, tarım, ve gıda sektörlerine katkıları olacağı öngörülmektedir. Dünya sektörel yapılarının dağılımına bakıldığında (Tablo 4.1), gelişmekte olan ülkeler için BTnin sunacağı en önemli katkının tarım ve gıda sektörlerinde olacağı söyleyenebilir. Bunun başlıca nedeni, gelişmekte olan ülkelerin büyük çoğunluğunun hâlâ tarım ağırlıklı bir ekonomiye sahip olmasıdır. Ayrıca bu ülkelerin büyük bir bölümünde, dünya nüfusun yaklaşık %20'si açlık sınırındadır ve sürekli artan nüfusun beslenme sorununun da çözülmesi gerekmektedir. Dünyada 180 milyon çocuk, yaşlarının gerektirdiği normal kiloya oranla çok daha zayıftır. Bunun yanında her yıl, 5 yaşın altında yaşamını yitiren 17 milyon çocuğun %33'ü açlıktan ölmektedir. 2020'de dünya nüfusunun 1,5 milyar daha artacağı ve bu artışın neredeyse tamamının gelişmekte olan ülkelerde olacağı düşünüldüğünde, bu ülkelerin tarım ve gıda sorunlarını çözmek için yeni teknolojilerden yararlanmaları gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Conway, Toenniessen, 1999).

**Tablo 4.1. Nüfus, Kişi başına GSMH, Tarım ve Sanayide Çalışan Sayısı (1980, 1997)**

Ülke Grupları	Nüfus 1997 (milyon)	GSMH/ kişi 1997 (dolar)	Tarım Çalışanı 1980 (%)	Tarım Çalışanı 1997* (%)	Sanayi Çalışanı 1980 (%)	Sanayi Çalışanı 1997* (%)
Düşük Gelirli Ekonomiler	2 036	370	71,0	69,0	11,1	13,1
Orta Gelirli Ekonomiler	2 857	1 893	56,6	52,5	20,6	20,5
Yüksek Gelirli Ekonomiler	827	27 628	8,0	4,5	35,1	26,7
Dünya	4 430	6 541	52,3	48,4	14,8	19,2

GSMH-Gayri Safi Milli Hasıla

\* 1990-1997 yıllarının ortalaması.

Kaynak: UN, 1999.

BT'nin gelişmekte olan ülkelere sunacağı pek çok yarar mevcuttur. Ancak, bunlardan gelişmekte olan her ülke yararlanamayacaktır (Acharya, 1999; Çetindamar ve Carlsson, 2001). Bunun nedenlerinden birisi BT'nin hâlâ yeni ve riskli bir teknoloji olmasıdır. BT şirketleri, Ar-Ge ağırlıklı olduğundan, bu alana yapılacak yatırımlar yüksek bütçeler gerektirmekte ve şirketlerin de ticari ürün üretebilecekleri zamana değin parasal olarak desteklenmesi gerekmektedir. Tüm gelişmiş ülkelerde BT şirketleri büyümelerine ve piyasa değerlerinin artmasına karşın zarar etmektedirler (Bölüm 3.1). Oysa gelişmekte olan ülkeler mali sorunları olan ülkelerdir ve böylesi riskli yatırımlara yönelmemektedirler. Üstelik uzun dönem süren bu Ar-Ge etkinliklerinin sonunda, ticari risk oluşması da söz konusudur. Birçok mali kaynak aktarıldıktan sonra dahi, elde edilen ürünler geniş pazarlarda satılamayabilir. Gelişmekte olan ülkelerin bu denli çok risk içeren yatırımlar yapması çok güçtür. Bunların dışında, gelişmekte olan ülkelerin çoğunda teknolojik gelişmeleri sağlamak bir yana, yetenek ve bilgi birikimi olmaması sebebiyle teknolojiyi yurtdışından başarıyla transfer etmek ve onu en verimli bir biçimde kullanmayı sağlamak dahi zordur.

Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'nin BT alanında durumu nedir? İzleyen bölümde bu soru ve onunla ilişkili olan aşağıdaki sorular yanıtlanmaya çalışılacaktır:

- Türkiye'nin BT alanında teknolojik birikimi var mıdır?

- Türkiye’de BT şirketleri var mıdır, varsa bunların durumu nedir?
- Türkiye’de BT konusunda mevcut altyapı koşulları nelerdir?

Bu soruları yanıtlayabilmek için önce Türkiye’de mevcut teknolojik altyapının durumu özetlenecektir (Bölüm 4.1); daha sonra BT ile ilgili teknolojik, örgütsel ve endüstriyel altyapı analizi yapılacaktır (Bölüm 4.2).

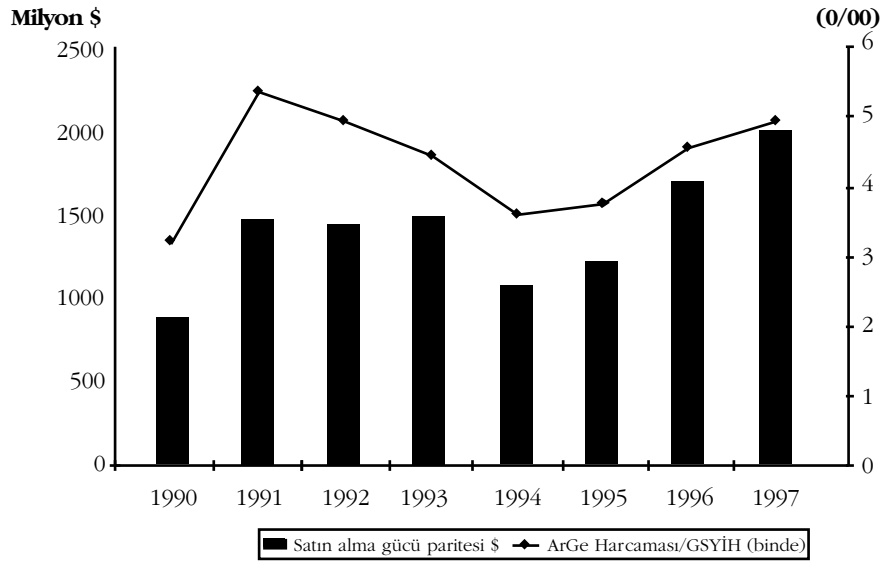
#### **4.1. Ulusal İnovasyon Sistemi**

Teknolojik gelişmeler, sadece bilimsel bir buluşun doğrudan üretime uygulandığı basit bir süreçten öte, birçok çevresel etkenin (ülke içindeki yasal düzenlemeler, şirketin teknik kapasitesi vd.) rol oynadığı karmaşık bir sürecin sonunda oluşur. Bu süreçte farklı aktörlerin, şirketlerin, endüstriyel yapının ve ülke koşullarının doğrudan ya da dolaylı olarak etkileri söz konusudur. Dolayısıyla teknolojik gelişmeler bir sistem olarak inceleyecek bütünsel kuramlara gereksinim vardır (Çetindamar, 1998; Bartholomew, 1997). Bu nedenle bu çalışmada, "ulusal inovasyon sistemi" ve "teknoloji sistemleri" (McKelvey, 1996) gibi yaklaşımlardan yararlanılarak, Türk BT sistemi incelenecektir. Daha sonra, ulusal inovasyon sistemi yaklaşımı kullanılarak, Türkiye’nin teknolojik altyapısı, var olan kurumsal yapıları, mevcut yasal düzenlemeleri, kişisel ve şirket düzeyindeki kültürel boyutlar ve şirketlerle organizasyonlar arasındaki ilişkiler incelenecektir. Bu makro yaklaşım, Türkiye’ye özgü teknolojik altyapı ve kapasiteye ilişkin genel tabloyu sunarak, teknolojik yeniliklere yol açan nedenleri ya da engel olan sorunları anlamayı kolaylaştıracaktır.

BT sistemi, Türk ulusal inovasyon sisteminin bir alt birimidir. Bu nedenle, incelemenin öncelikle ulusal inovasyon sisteminin genel özelliklerinin kısaca tanıtımıyla başlaması doğru bir yaklaşım olacaktır. Ardından da, BT sistemi ayrıntılı olarak incelenecektir.

Gelişmiş ülkelerle ve bazı hızlı büyüyen (İsrail ve Güney Kore gibi) gelişmekte olan ülkelerle karşılaştırıldığında, Türkiye’nin bilimsel ve teknolojik açıdan birçok alanda geri kaldığı gözlenmektedir. Türkiye’nin durumu, bilimsel düzeyin ölçülmesinde kullanılan bazı önemli ölçütlere göre aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Türkiye’nin 1997’deki toplam Ar-Ge harcamaları 2 milyar dolardır (Şekil 4.1) ve bu tutar, GSYİH’nın % 0,49’ini oluşturmaktadır. Başarılı ülkelerde, bu oran çok daha yüksektir; örneğin İsveç’te % 3,59; Japonya’da % 2,98; Güney Kore’de % 2,79 ve ABD’de % 2,42’dir (IMD, 1998).



**Şekil 4.1 1990-97 Arasında Dolar ve GSMH İçindeki Oran Cinsinden Türkiye’de Ar-Ge Harcamaları**

GSYİH - Gayri Safi Yurtiçi Hasıla.

Kaynak: DİE, 1998.

- 10 000 kişi başına düşen personelde Ar-Ge personeli 1997’de Türkiye’de 10, Almanya, İsviçre ve Japonya gibi gelişmiş ülkeler ve İsrail’de ise 140 dolayındadır (TÜBİTAK, 2000).
- 1997 yılı verilerine göre, üniversitelerin toplam Ar-Ge harcamasındaki payı %56 (1,1 milyar dolar), kamunun payı %12 (240 milyon dolar) ve sanayinin payı da %32 (640 milyon dolar) olarak gerçekleşmiştir (DİE, 1998). Gelişmiş ülkelerin çoğunda Ar-Ge harcamalarının %60-70 gibi bir bölümü sanayi tarafından yapılmaktadır.
- Türkiye’deki Ar-Ge harcamalarının yarısından fazlasını yapan üniversitelerde, bu harcamaların hangi bilimsel alanda yapıldığına ilişkin istatistiksel veriler çok dağınık ve eksiktir. 1997 yılı verilerine göre, yükseköğretimde Ar-Ge harcamaları aşağıdaki gibidir (DİE, 1998):

**Tablo 4.2. 1997’de Türkiye’de Yüksek Öğrenim Kurumlarında Yapılan Ar-Ge Harcamaları**

Bilimsel Alan	Ar-Ge Harcaması	
	Milyon TL	Toplam İçindeki Payı (%)
Sağlık Bilimleri	43 716 863	53,9
Sosyal Bilimler	10 690 468	13,1
Mühendislik	9 787 378	12,0
Tarım Bilimleri	6 705 918	8,2
Beşeri Bilimler	5 851 000	7,2
Fen Bilimleri	4 334 556	5,3

Kaynak: DİE, 1998.

Türkiye’de çeşitli alanlarda yapılan bilimsel yayınlar incelendiğinde, en çok yayının fen bilimleri alanında yapıldığı görülmektedir. Türkiye kaynaklı yayınların yaklaşık %94’ü, temel mühendislik, sağlık ve tarım bilimleri alanlarındadır. 1983-98 dönemine bakıldığında, Türkiye, fen bilimleri atıf indeksindeki yayınların sayısı bakımından 1990’da 41. sıradayken, 1998’de 25. sıraya yükselmiştir (Tablo 4.3). Bu gelişme olumlu görünmekle birlikte, 1998 yılı verilerine göre, Türkiye’de 12 135 kişiye bir yayın düşerken, bu oran İsviçre’de 467 kişi başına bir yayın, Yunanistan’da da 2 030 kişi başına bir yayın şeklindedir (DPT, 2000).

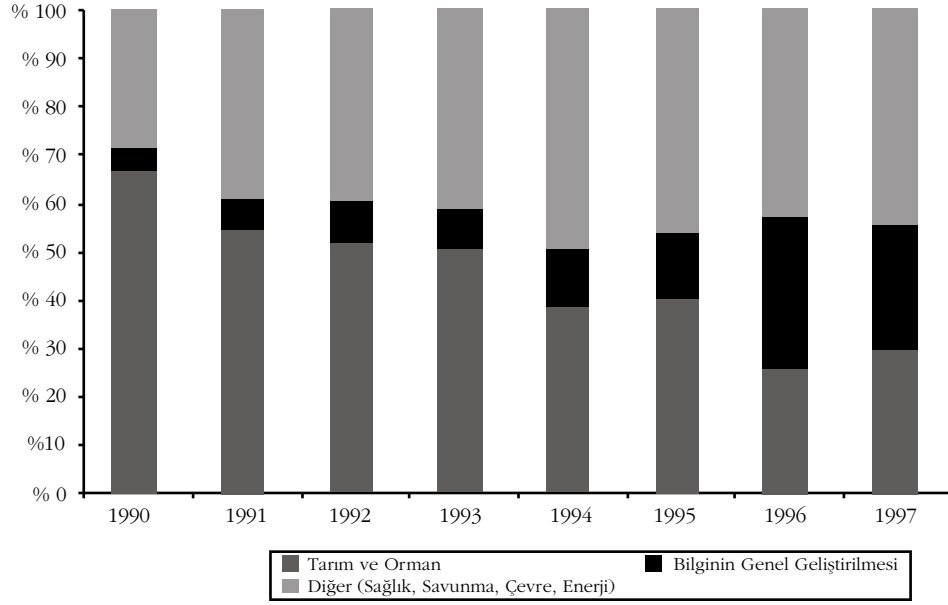
**Tablo 4.3 Atıf İndekslerine Göre Türkiye Kaynaklı Yayın Sayısı ve Dünyadaki Payı**

Yıl	Fen Bilimleri Atıf İndeksi		Sosyal Bilimler Atıf İndeksi		Sanat ve Beşeri Bilimler Atıf İndeksi	
	Yayın Sayısı	Dünyadaki Payı (%)	Yayın Sayısı	Dünyadaki Payı (%)	Yayın Sayısı	Dünyadaki Payı (%)
1975	200	0,047	26	0,025	-	
1980	380	0,067	41	0,033	18	0,017
1990	1117	0,170(41)*	79	0,066	10	0,009
1992	1651	0,224	85	0,057	22	0,019
1998	5109	(25)*				

\* Türkiye’nin dünya sıralamasındaki yeri.

Kaynak: OECD, 1995 ve TÜBİTAK, 2000.

- Aşağıdaki şekil 4.2’de görüldüğü gibi kamu sektöründe yapılan Ar-Ge harcamalarının çoğu tarım, orman ve balıkçılık alanlarında yapılmaktadır. Ancak bu alanlardaki Ar-Ge harcamaları 1990’da toplamın %66’sını oluştururken, 1997’de hızla düşerek %30’a gerilemiştir. Onun yerine bütçeden aldığı pay oranı artan harcama grubu "bilginin genel geliştirilmesi" adı altındaki etkinlikleri kapsamaktadır.



**Şekil 4.2 1990-97 Arasında Amaçlarına Göre Kamu Ar-Ge Harcamaları**

Kaynak: DİE, 1998.

- Kamudaki Ar-Ge kurumlarının sayısı az, patent ve yayın etkinlikleri zayıftır. Kamu kuruluşları içerisinde en etkin Ar-Ge çalışması yapan kurum TÜBİTAK’tır. Bu kurumun 8 trilyon liralık (1996 fiyatlarıyla, dolar olarak değeri yaklaşık 92 milyon dolardır<sup>17</sup>) bütçesi vardır (TÜBİTAK, 1997c). Kurulduğu 1964 yılından 1993’e değin geçen dönemde, TÜBİTAK’ın desteklediği toplam proje sayısı 2 631’dir. Bu projeler sonucunda 1 800’ü uluslararası dergilerde olmak üzere toplam 4 000 makale yayımlanmıştır (OECD, 1995).
- TÜBİTAK dışında Ar-Ge yapan öteki önemli kuruluşlardan biri Türkiye Atom Enerjisi Kurumu’dur (TÜBİTAK, 1997c). Ayrıca çeşitli bakanlıkların kendi Ar-

<sup>17</sup> Döviz kuru olarak 1996 yılındaki Merkez Bankası verileri dikkate alınmıştır. Buna göre 1 doların değeri 81 137 TL olarak alınmıştır.

Ge çalışmaları da bulunmaktadır. Örneğin, kamu sektöründe çalışan Ar-Ge personelinin %75'i Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı bünyesindedir (OECD, 1995). Şeker Araştırma Enstitüsü ve Makine ve Kimya Endüstrisi Kurumu da, Sanayi Bakanlığı'na bağlı olarak çalışan kurumlardır. Maden ve Tetkik Arama Genel Müdürlüğü de Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na bağlıdır. Ayrıca Milli Savunma Bakanlığı'nda da bir Ar-Ge dairesi vardır. Bazı ender durumlar dışında, bu kurumlarda yayın ve patent sayısı ya yoktur ya da çok azdır.

- Sanayinin Ar-Ge harcamaları, 1997 yılında 45 trilyon TL (yaklaşık 640 milyon dolar) olarak gerçekleşmiştir (DİE, 1998). Toplam Ar-Ge'nin %80'ini imalat sanayii, %17'sini de haberleşme ve telekomünikasyon başta olmak üzere, hizmetler sektörü gerçekleştirmektedir. İmalat sanayii içindeki en çok Ar-Ge yapan sektörler sırasıyla aşağıdaki gibidir:

- \* Makine, teçhizat, cihazlar ve ulaşım araçları - %52

- \* Kimyasal madde, kauçuk ve plastik - %10 (bunun %1,5'i ilaç alt-sektöründedir)

- \* Gıda, içecek ve tütün - %3

- \* Tıbbi aletler - %0,4

- OECD ülkelerinde uygulanan anketin Türkiye'deki ilk uygulamasında, inovasyon yapan şirketlerin, 1995-97 yıllarında bu alandaki çalışmalarına ilişkin ayrıntılı bilgi toplanmıştır. Bu bilgiler, 4 000'den fazla şirkete gönderilen ve 2 200'ünün verdiği yanıtlara dayanmaktadır. DİE inovasyon anketine (1998) göre, tüm sektörlerde yenilik yapan işyerlerinin toplam işyerleri içindeki oranı %24,6'dır. Bununla birlikte, şirketlere ne tür teknolojik yenilikler yaptıkları sorulduğunda, işyerinde Ar-Ge yapanların yalnızca %4,6 olduğu, %67,5'inin ise teknolojik yeniliği makine ve teçhizat alımı yoluyla gerçekleştirdiği anlaşılmıştır.

- Türkiye'de patent başvuruları ve verilen patentler Tablo 4.4'da verilmiştir. Görüldüğü gibi, patent başvurusunda ve verilen patentlerde bir artış gözlenmektedir. Ancak patent etkinliklerinin çoğunu, (örneğin 1998'de patent başvurularının %91,5'ini ve verilen patentlerin %96'sını) yabancılar (yabancı şirketler ya da kişiler) gerçekleştirmektedir. Oran olarak artmasına karşın, Türkiye toplam patent sayısı bakımından hâlâ çok gerilerdedir. Örneğin, 1995 yılı verilerine bakıldığında, Türkiye'ye oranla toplam patent sayısının Yunanistan'da 2,5 kat ve Güney Kore'de de 333 kat daha fazla olduğu görülmektedir (DPT, 2000).



**Tablo 4.4 1980-98 Arasında Yapılan Patent Başvuruları ve Verilen Patentler**

Yıl	Patent Başvurusu			Verilen Patentler		
	Toplam	Türkiye'de Yaşayanlar (%)	Yabancılar (%)	Toplam	Türkiye'de Yaşayanlar (%)	Yabancılar (%)
1980	661	20,3	79,7	484	6,6	93,4
1985	593	22,3	77,7	385	15,8	80,2
1990	1 228	11,2	88,8	486	10,1	89,9
1993	1 239	13,6	86,4	792	6,6	93,4
1998	2 494	8,5	91,5	799	4,0	96,0

Kaynak: TPE, 2000.

- Türk teknolojisini, başka ülkelerdeki teknolojilerle karşılaştırmak için ABD'de alınan patent sayılarına bakılabilir. 1977-98 arasında bazı ülkelerin aldığı patent sayısı, ve patent sayısındaki artışlarla ilgili veriler aşağıdaki gibidir (USPTO, 2000):

ABD	1 145 947	%101,3
Japonya	363 918	%394,1
Almanya	153 043	% 69,5
İsrail	6 229	%763,2
Türkiye	51	%100,0

Bu verilere göre, Türk şirketleri tarafından ABD'de alınan patentlerin sayısı yılda 3 adetten azken, gelişmekte olan diğer ülkelerin birçoğu için bu sayının çok daha fazla olduğu açıkça görülmektedir. Örneğin, yaklaşık 6 milyonluk nüfusa sahip İsrail'li şirketler ABD'de yılda ortalama 297 patent almışlardır.

- 1998 yılı verilerine bakıldığında, ABD 193 milyar dolar yabancı sermaye çekerek dünyada en başarılı ülke olurken, ikinci sıradaki İngiltere'de 63 milyar dolarlık yatırım gerçekleşmiştir (Işık, 2000). Gelişmekte olan ülkeler arasında en başarılı ülke Çin olurken, 1998 yılı içinde ülkeye 46 milyar dolarlık yabancı sermaye gelmiştir. Meksika'da bu miktar 10 milyar dolar, Güney Kore'de 5 milyar dolar ve Malezya'da 4 milyar dolar kadardır. Türkiye ise ancak 0,8 milyar dolarlık yabancı sermaye çekebilmiştir.

- Türkiye, bilim ve teknoloji alanında uluslararası birçok kuruluşun çalışmalarına katılmaktadır. NATO (North Atlantic Treaty Organization), OECD, BM, İslam Konferansı Örgütü, Avrupa Bilim Vakfı, Uluslararası Bilimsel Birlikler Kurumu, Uluslararası Soğutma Enstitüsü, Avrupa Moleküler Biyoloji Örgütü, Karadeniz Ekonomik İşbirliği, COST (European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research) ve Avrupa Birliği EUREKA (Europe-wide Network for Industrial R&D) programları bunlardan bazılarıdır. Bu kurumlarla ilişkileri genellikle bilim ve teknoloji alanında Türkiye'yi temsil eden TÜBİTAK yürütmektedir (OECD, 1995). Bu ilişkiler üzerinden Türkiye'ye ne kadar kaynak girişi olduğu ve bu çalışmaların sonucunda ortaya ne tür bilimsel ürünlerin çıktığı konusunda yeterli bir bilgi yoktur.
- Teknoloji politikası, Türkiye'de oldukça yenidir ve en üst düzeyde Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) tarafından yürütmektedir (TÜBİTAK, 1995, 1997a, 1997b ve 1999). Bu kurul 1983'te toplanarak 1983-2000 yıllarını içeren bir Türk Bilim Politikası belgesi hazırlanmış ancak, ortaya konan amaçların büyük bir bölümü gerçekleşmediği için 1993'te revize edilmiştir (TÜBİTAK, 1999). 1990'lı yıllarda uygulanan teknoloji politikaları çerçevesinde Patent Enstitüsü, Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA) ve Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) kurulmuş, ayrıca teknoparklara destek sağlanmıştır. Öncelik jenerik teknolojilere ve bilgi teknolojilerini destekleyecek altyapının oluşumuna verilmiştir. Belirtilen amaçların bir bölümünü, TÜBİTAK, Ulusal İnovasyon Sistemi çerçevesinde yaşama geçirmektedir. Bu amaçla kurulan kurumlardan biri, TÜBİTAK içindeki Teknoloji İzleme ve Değerlendirme Başkanlığı'dır (TİDEB). Bu bağlamda önemli olan ve 1990'larda kurulan bir başka kurum da Küçük ve Orta Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı'dır (KOSGEB). Bunlarla ilgili ayrıntılı tartışma, Bölüm 4.2.4'te yer almaktadır.

Bu bölümde bahsedilen DİE verileri ile birlikte ülkemizde her yıl yaklaşık 5 000 makale yayınlandığı ve 5 yerli patent alındığı göz önünde bulundurulursa, her bilimsel yayının 200 000 dolar, her patentin ise 1 milyon dolarlık maliyeti olduğu gibi bir sonuç çıkabilmektedir. Ancak, Ar-Ge harcamaları hesaplanırken, doğrudan Ar-Ge ile ilişkili olmayan bina harcamaları gibi harcamaların da toplama dahil edildiği unutulmamalıdır. Benzer bir durum araştırmacı sayısı hesabı için de geçerlidir. Araştırmacı sayısı hesaplanırken araştırma yapmayan, eğitim vermekle görevli üniversite çalışanları da toplama dahil edilmektedir. Fakat, unutmamak gerekir ki, DİE ve-

rileri OECD tarafından kabul gören kategorilere dayanarak toplanmaktadır ve Türkiye’de olduğu gibi diğer ülkelerde de gerçek Ar-Ge harcamalarını ve araştırmacı sayılarını göstermemektedir.

## **4.2. Türkiye Biyoteknoloji Sistemi**

Ulusal inovasyon sistemi yaklaşımını kullanarak, Türkiye BT sistemini oluşturan ögeler, Bölüm 3’te söz edildiği gibi başlıca dört grupta incelenecektir:

- 1) Şirketler
- 2) Örgütler
- 3) İşbirlikleri ve Ağlar
- 4) Kurumsal Yapı

Biyoteknoloji alanında bilimsel ve teknolojik altyapının analizi için gerekli sayıda veri olmaması nedeniyle, DPT’nin hazırladığı raporda, Devlet İstatistik Enstitüsü’nün (DİE) katılımıyla, moleküler biyoloji, biyoteknoloji ve biyogüvenlik konularında Türkiye’de var olan altyapı ve insan kaynaklarına ilişkin envanterin çıkarılması istenmiştir.

Verilerde yaşanan sıkıntılar yüzünden, Türkiye BT inovasyon sisteminin başrolünü üstlenen şirketlere, araştırma kurumlarına, finans kuruluşlarına, profesyonel örgütlere ve devlet kurumlarına, kişisel görüşmeler ve telefon görüşmeleri yoluyla ulaşılmaya ve veri toplanmaya çalışılmıştır. Yapılan görüşmelere ve ankete dayanan veriler kullanılarak Türkiye BT inovasyon sisteminin analiz edilmesi denenmiştir.

Veri toplama çalışması boyunca, BT alanında çalışan tüm şirketlerin ve kuruluşların listesi mümkün olabildiği kadar hazırlanmıştır. Başta TÜSİAD olmak üzere, birçok derneğe ve organizasyona (örneğin, Türk Tohumculuk Derneği ve Kimya Sanayicileri Derneği) danışılarak bu alanda çalışan bütün şirketlere ulaşılmaya çalışılmıştır. Ancak, ulaşılamayan ve çalışma dışında kalan şirketler de mevcuttur. Dolayısıyla, bu raporda yapılan analizler, piyasada bilinen BT ile ilgili şirketler ve kuruluşlardan elde edilen verilere dayanmaktadır. Bu açıdan genellemeler yapılırken dikkatli davranmak gerekliliği göz önüne alınarak raporda, toplanan verilerle sınırlı kalmamaya özen gösterilmiştir. Raporun ülke koşullarını gerçekçi biçimde yansıtması için özellikle elden geldiğince konuyla ilişkili akademik ve akademik olmayan çalışmalardan ve DİE verilerinden yararlanılmıştır. Ayrıca ülkemizde bu konuda çalışan 60 uzmanın ve şirket yetkilisinin katıldığı çalıştayın (6-7 Ekim 2000 tarihlerinde Sabancı Üniversitesi’nde yapılmıştır, detaylar için bakınız Ek 11) sonuçları tartış-

şılmıştır. Bu çalıştayda sunulan öneriler, rapora yansıtılmıştır. Bölüm 4.2 ve Bölüm 5, bu ayrıntılı, çok yönlü ve katılımlı çalışmada elde edilen bilgiler ışığında hazırlanmıştır.

#### **4.2.1. Şirketler**

##### **4.2.1.1. Biyoteknoloji Şirketleri**

Biyoteknoloji şirketlerinin tanımlanması, yalnızca bir tek sektöre hizmet vermedikleri için çok güçtür. Herhangi bir sektör tanımı içinde yer almadıklarından, bu şirketlerin tanımlanmasına çok zaman ayrılmış ve elden geldiğince çok şirkete ulaşılmaya çalışılmıştır (Bkz. Ek 12).

Biyoteknoloji alanında çalışan şirket ve kuruluşların listesinin oluşturulmasına başlamak için, ilk olarak TÜSİAD içinde kurulan ve 13 şirketi içeren BT komisyonunun üyeleriyle görüşülmüştür. Bunların arasından BT ile ilgili yedi şirket çalışmaya katılmıştır. Daha sonra, TÜBA-TÜBİTAK-TTGV (1996) tarafından hazırlanan raporda adı geçen 10 şirket ve BT alanında teknoparklarda kurulmuş olan iki şirket daha listeye eklenmiştir. Bunu, TİDEB ve TTGV'nin desteklediği şirketlerin listeye eklenmesi izlemiştir (Bkz. Ek 13). Şirketlerle bağlantıya geçip görüşmeler yapıldıkça, onların önerdiği ve piyasada bulunan 12 şirket daha listeye eklenmiştir. Bağlantı kurulan dört şirket ve gıda şirketleri, BT ile hiç bir ilişkileri olmadığından ve bu alanda yakın gelecekte de bir şeyler yapmayı planlamadıklarını belirtip, çalışmaya katılmamışlardır. Benzer bir biçimde, ilişkiye geçilen risk sermayesi şirketleri de şu an için BT alanında yatırım yapmadıklarını dolayısıyla çalışmaya katılmayacaklarını belirtmişlerdir.

Sonuç olarak ortaya çıkan listedeki 50 şirketten 12'sinin yetkilileriyle yüz yüze görüşme yapılırken, diğerlerine ise anket gönderilmiştir. Dört ay gibi bir süre sonunda 26 şirket ve beş devlet kuruluşundan gelen anketler toplanmıştır. On dokuz şirket ise ankete yanıt vermemiştir. Sonuçta, seçilen 50 örnekleme 31'inden sonuç alınarak %62 gibi yüksek bir yanıt oranına ulaşılmıştır.

Analizde kullanılan toplam 26 özel şirket ve beş devlet kuruluşunun coğrafi dağılımları aşağıdaki gibidir:

- İstanbul - 14
- Ankara - 8

- İzmir - 4
- İzmit - 2
- Adana - 1
- Adıyaman -1
- Bolu -1

Çalışmaya katılan şirket ve kuruluşların sektörlere göre dağılımları da şöyledir:

- Tıp alanında çalışan 22 şirket:  
11 tanı kiti üreticisi  
5 ilaç şirketi  
5 aşı üreticisi  
1 biyomateryal üreticisi
- Gıda sektöründe çalışan 5 şirket:  
2 gıda şirketi  
3 tohum üreticisi
- Endüstriyel enzim sektöründe çalışan 1 şirket:  
1 endüstriyel enzim
- Çevre alanında çalışan 1 şirket
- Diğer alanlarda 1 servis şirketi (halkla ilişkiler şirketi)

Servis şirketi olan halkla ilişkiler şirketinin projeye katılmasının nedeni, şirketin bir uluslararası ilaç şirketinin temsilcisi olarak bir Türk hastanesindeki BT ürünlerinin test edilmesini organize etmesidir. Dolayısıyla servis şirketlerinin BTnin kullanımı ve yayılması konusunda oynadığı rol açısından ilginç bir örnek teşkil etmektedir. Aynı şirket ayrıca BT alanında kamuoyunun bilgilendirilmesi konusunda da çalışmalar yürütmektedir.

Çalışmada bulunan bir servis şirketi ile bir araştırma kuruluşunun dışında, üretimde bulunan 29 şirket ve kuruluşun analizleri sonucunda elde edilen temel bulgular, aşağıda 8 grupta incelenmiştir:

1. 29 şirketten 22'sinde (%76) BType dayalı ürünler ya da üretim teknikleri bulunmaktadır. Dört şirket gelecekte bu konuda girişimlerde bulunacağını söylerken, üç şirket de BTnin getireceği yararları tam bilmediklerini, dolayısıyla bu konuda yapacakları inceleme sonucunda karar vereceklerini söylemişlerdir.

2. 24 şirket (%82) Ar-Ge çalışmalarını özel bir Ar-Ge biriminde sistemli olarak yürütürken, dört şirket Ar-Ge yapmadıkları için böyle bir bölüme gereksinim duymadığını, bir şirket ise gelecekte böyle bir birim kuracağını bildirmiştir. Çoğu şirkette, Ar-Ge'ye ayrılan bütçenin çok küçük olduğu görülmüştür. Ar-Ge harcamalarını bildiren 12 şirket arasında en yüksek harcama 1,5 milyon dolarla bir gıda şirketinde gerçekleşirken, en düşük harcama 20 bin dolarla özel sektördeki bir aşı şirketinde yapılmaktadır. Birçok büyük şirketin Ar-Ge'ye çok az harcama yaptığı, 1990'lı yıllarda kurulmuş küçük ölçekli şirketlerde bu alana yapılan harcamaların ise yüksek olduğu görülmüştür. Örneğin, büyük şirketlerden biri satışının yalnızca %1,5'ini Ar-Ge'ye harcarken (mutlak değer olarak 1,5 milyon dolar), tanı kitleri üreten küçük ölçekli bir şirket, satışlarının %60'ını Ar-Ge'ye harcamaktadır (mutlak değer olarak 450 bin dolar).
3. Sadece 10 şirketin (%34) kendi patentleri vardır. Şirketlerin patenti olmayışının başlıca nedeni olarak, lisansla üretim yapılması ve özgün teknolojilerden çok, taklit ürünlerin üretilmesi gösterilmiştir. Bununla birlikte küçük şirketlerden birinin yetkilileri, patent işlemlerinin çok pahalı olduğunu ve patent aldıktan sonra patentli teknolojiyi taklit eden şirketlerin gözlenmesi ve dava edilmesi işlemleri yapmanın kolay olmadığını vurgulamıştır.
4. Üç şirket dışında, öteki şirketlerin kendi sektörlerindeki uluslararası gelişmeleri izlemeye çalıştığı gözlenmiştir. Bu şirketler, başta yayın olmak üzere, konferans ve seminerler yoluyla bilgi toplamaya çalışmaktadırlar. 11 şirket (%41), ilişkide bulunduğu şirketleri, özellikle teknoloji satın aldıkları şirketleri de bilgi kaynağı olarak göstermiştir. Üniversiteleri BT konusunda bilgi kaynağı olarak gösteren yalnızca 10 şirket (%34) vardır.
5. 23 şirket (%79), üniversiteler ve kamu araştırma kurumlarıyla ilişkide olduklarını söylemiştir. Sekiz şirket (%27) bu araştırma kurumlarıyla bilimsel projeler yaptığını söylerken, dört şirket ilişkilerinin çok kısıtlı olduğunu, bir şirket eğitim konusunda destek aldığını, bir şirket stoklama ve ambalajlama konusunda bilgilerden yararlandığını, iki şirket yalnızca araştırma kurumlarının test ve analiz aletlerini kullandığını, bir şirket de yüksek lisans ve doktora öğrencilerinin projelerinin şirketlerinde yapılmasına izin vererek bağlantıda olduğunu belirtmiştir. Şirket yetkililerinin çoğu, araştırma kurumlarının sanayinin sorunlarından uzak olmasından, şirketlerle ilişki konusunda isteksiz davranmasından ve çeşitli bürokratik sorunlardan yakınmışlardır. Bu nedenle bu kurumlarla işbirliğinin zor olduğundan söz edilmiştir.

6. Şirketlerin başka şirketlerle yaptığı işbirliği, araştırma kuruluşları ile yaptığı işbirliğinden daha azdır. Yalnızca 15 şirketin yetkilileri (%51) kendi dışlarındaki şirketlerle ilişki içinde olduğunu söylemiştir. Bunlardan 10'unda (%34) iş ortaklarıyla ya teknoloji transferi düzeyinde ya da üretimle ilgili ilişkiler kurulduğu gözlenmiştir. Öte yandan bir şirket müşterileriyle ortak çalışmakta, bir şirket de kendilerine finans kaynağı yaratan şirketlerle işbirliği yapmaktadır. Uluslararası şirketlerle lisans anlaşması yapan ilaç şirketlerinden biri, yabancı ortaklarından birinin geliştirdiği BT ürününü Türkiye'de üretmek için girişimlere başlamıştır.
7. Biyoteknoloji konusunda yapılması gerekenler sorulduğunda, şirket yetkililerinin yanıtları arasında önemli öneriler şunlardır:
- Araştırma kurumlarında ve şirketlerde Ar-Ge'nin artırılması (21 şirket, %72)
  - Uluslararası BT araştırma kurumları ve şirketlerle ilişkiye geçilmesinin sağlanması (14 şirket, %48)
  - Finans desteği sağlanması (13 şirket, %44)
  - Dünyada ve Türkiye'deki teknolojik gelişmeleri ve şirketlere ilişkin bilgileri içeren bir bilgi bankasının oluşturulması (13 şirket, %44)
  - Biyoteknoloji alanında teknoparkların kurulması (9 şirket, %31)
  - Biyoteknoloji şirketlerinin kurulmasının teşvik edilmesi (8 şirket, %27).
  - Patent ve mülkiyet haklarının etkin bir biçimde korunması (7 şirket, %24)
8. Biyoteknoloji konusunda çalışacak bir platforma gereksinim duyulup duyulmadığı sorusuna, 26 şirket "evet" yanıtını vermiştir. "Böylesine bir platformun en önemli görevleri neler olmalıdır?" sorusuna verilen yanıtlar arasında önemli görülenler şunlardır:
- Biyoteknoloji alanındaki ve piyasalardaki gelişmeleri inceleyerek, raporlar hazırlanması, yerel şirketlere bilgi verilmesi ve bir bilgi bankasının kurulması (19 şirket, %66)
  - Üniversite-sanayi ve sanayi-sanayi işbirliğinin artırılması için çalışılması (14 şirket, %48)

- Patent ve mülkiyet haklarının etkin bir biçimde korunmasının sağlanması, toplumsal-etik konuların tartışılmasının ve bunlara ilişkin düzenlemelerin oluşumunun sağlanması (11 şirket, %38).
- Teknoloji transferi konusunda danışmanlık yapılması (9 şirket, %31)

İncelenen şirketlerin içinde hem tanı amaçlı kit üreten şirketler hem de moleküler biyoloji reaktifleri ve kitleri üreten şirket gerçek anlamda modern BT yapan şirket örneklerini oluşturmaktadır. Bu şirketlerin yanında ekmek mayası, biyomateriyal olarak protezler ve endüstriyel enzim üreten üç şirket de Türkiye'nin örnek gösterilebilecek başarılı BT şirketleridir. Bu şirketlerin hepsi Ar-Ge'ye özel önem vermektedirler. Özellikle, ekmek mayası üretim tesislerinde maya üretimine yönelik sorunların bilimsel olarak çözülmesi için kurulan ve uluslararası standartlarda işleyen çok başarılı bir BT araştırma merkezi vardır. Böylesine bir altyapı ve teknolojik üstünlüğün sağladığı avantajlar, bu şirketi dünyanın en büyük maya üreticileri arasında ilk dörde sokmayı başarmıştır.

#### **4.2.1.2. Servis Şirketlerinin ve Bağlı Endüstrilerin Varlığı**

Öncelikli iş alanları BT olmamakla birlikte BT ile uğraşan şirketleri ve onların ürünlerini destekleyen şirketlere, üretim yönetimi literatüründe "tedarik zinciri (supply chain) elemanları" denir. Bu tür BTye bağlı endüstrilerin varlığı ya da BTye destek ve servis sağlayan şirketler sayesinde BT şirketleri kendi işlerine yoğunlaşarak uzmanlaşabilirler. Şirket analizlerinde görüldüğü gibi hammadde, yarı mamül, teknoloji ve parça sağlayıcısı olan şirketler, teknolojik yenilikler için hem önemli bir bilgi kaynağı, hem de BT şirketlerinin işbirliği içine girdiği başlıca şirketlerdir. Bu şirketlerin ülke içinde etkinlik göstermesi birçok açıdan önemlidir. Şirketler arasındaki diyalog ve işbirliği geliştiğinde karşılaşılan sorunlarda ortak hareket edilir. Ayrıca, taraflardan birindeki bir gelişme bir diğerine olumlu olarak yansır ve inovasyon konusunda itici güç sağlar.

Türkiye'nin BT şirketlerine destek veren tedarik zincirindeki durumu genel olarak incelendiğinde, ortaya pek iyimser bir tablo çıkmamaktadır (DPT, 2000). Biyoteknolojiye dayalı ürünler üreten şirketlere ve imalat sanayinin öteki şirketlerine, orta kalitede ekipman ve yardımcı donanım üreten fabrikalar mevcuttur. Bununla birlikte yüksek standartta ekipman üretebilen makine fabrikalarıyla vana, boru, bağlantı elemanları ve proses kontrol sistemleri üreten tesisler yetersizdir. Bu nedenle yalnızca BT ürünleri üreten şirketlerin değil aynı zamanda kimya, gıda ve ilaç sa-



nayinde çalışan şirketlerin de üretim kalitesi olumsuz etkilenir. Buna BT şirketlerinin kullandığı malzeme ve ekipmanların çok yüksek fiyatlarla ithal edildiği de eklenmelidir. Örneğin moleküler biyoloji reaktifleri, ülkemizde ABD ve Avrupa ülkelerine göre 3-5 kat fazla fiyatlarla satılmaktadır.

Ülkemizde fermentasyon tesislerinin tasarım ve imalatını yapan kuruluşlar daha çok uluslararası şirketlerin Türkiye şubesi olarak çalışmaktadırlar (örneğin, Alfa-Laval ve Sudmo şirketleri) (Middle East Executive Reports, 1996).

Biyoteknoloji şirketleri, Şap Enstitüsü'nde var olan küçük bir kültür koleksiyonunu dışında, bir Ulusal Mikroorganizma Kültür Koleksiyonu olmaması nedeniyle mikroorganizma suşlarını yurtdışındaki kültür koleksiyonlarından ve şirketlerden satın almaktadır (DPT, 1994). Bu da maliyetleri artırmanın yanı sıra, yerli şirketlerin bu kültürlerin bulunduğu şirketlerle ortak Ar-Ge yapma olanaklarını sınırlamaktadır.

Biyoteknoloji şirketlerinin kuruluş aşamasında ve daha sonra her tür yasal (özellikle patentlerin çıkarılması ve düşünce mülkiyeti haklarının korunmasını sağlayan) ve yönetsel sorunların çözümüne yönelik hizmet veren danışmanlık şirketleri gelişmiş ülkelere oranla ülkemizde yoktur. Oysa bu tür uzmanlık gerektiren servislerin varlığı, Ar-Ge'ye yoğunlaşan yeni ve küçük teknoloji şirketlerinin yaşam mücadelelerinde güçlü bir destek sağlamaktadır.

#### **4.2.2. Örgütler**

##### **4.2.2.1. Araştırma Kuruluşları**

###### **4.2.2.1.1. Genel Durum**

Araştırma kuruluşlarını oluşturan tekil birimler olarak üniversiteler, kamu araştırma kuruluşları ve teknoparklar hakkındaki tartışmaya geçmeden önce, bu bölümde öncelikle, bir bütün olarak biyoteknoloji alanında çalışan araştırma kuruluşlarının genel değerlendirmesi yapılacaktır.

1987-95 yılları arasında Türkiye'de, üniversiteler ve TÜBİTAK araştırma laboratuvarlarından BT alanında yapılan araştırmalar sonucunda üretilen yayınların dökümü aşağıda verilmiştir (Tablo 4.5). Tablo incelendiğinde, Türkiye'de BT ile ilgili alanlarda çalışan tüm araştırmacıların yılda ortalama 31 dergi makalesi yazdığı ve yabancı dilde üç kitap yayımladığı gözlenmektedir. Sekiz yıllık dönemde yayımlan-

miş 254 yayının büyük bir bölümünün (%73) yurtdışında yayımlanan dergi makalelerinden oluşması araştırmacılarımızın yurtdışı yayınlarına önem verdiğini göstermektedir. Yayınların BT alanına göre dağılımına bakıldığında ise, biyomateryal ve biyoproses konusunda yayımlanan makalelerin çok fazla (%44) olduğu dikkati çekmektedir. Bu konunun daha çok yurtdışı yayınlar içinde ağırlıklı olduğu, buna karşın ülke içinde yapılan yayınların %46'sının bitki ve tarım BTsiyle ilgili olduğu göze çarpmaktadır. Tüm yayınlar içinde %23'lük payıyla ikinci konumda olan ve hem yurtiçi hem de yurtdışı yayınlar da eşit oranlarda dağılan alan mikroorganizmalardır.

**Tablo 4.5 1987-95 Arasında Türkiye'de BT <sup>1</sup> Alanında, Üniversitelerden ve TÜBİTAK Araştırma Laboratuvarlarından Yapılan Yayınlar**

Alanı	Yabancı Dergide Makale Sayısı (%) <sup>2</sup>		Yerli Dergide Makale Sayısı (%)		Toplam Makale Sayısı (%)		Yabancı Dilde Kitap Sayısı (%)		Yabancı Dilde Abstrakt Kitapçığı Sayısı (%)	
Bitki ve Tarım	18	%10	31	%46	49	%19	7	%26	31	%57
Hayvancılık ve Veterinerlik	3	%2	8	%12	11	%4	1	%4	8	%15
Tıp	20	%11 <sup>3</sup>	2	%3	22	%9	0	%0 <sup>4</sup>	0	%0
Mikro-organizmalar	42	%22	17	%25	59	%23	7	%26	7	%13
Biyomateryaller ve Biyoproses	104	%56 <sup>5</sup>	9	%13	113	%44	12	%44	8	%15
Toplam	187	%100	67	%100	254	%100	27	%100	54	%100

Parantez içindeki değerler yüzdeleri göstermektedir.

- 1 Biyoteknoloji, çok farklı alanları kapsayan ve disiplinlerarası bir alan olduğu için, değişik kaynakların kullanılmasına karşın, oluşturulan liste yayınların tümünü kapsamıyor olabilir.
- 2 Yabancı dergilerin SCI'ye girip girmedikleri ve impakt faktörleri dikkate alınmamıştır. Ancak bu yayınların büyük bir çoğunluğunun, SCI'ye giren dergilerde çıktığı kabul edilebilir.
- 3 Tıp alanındaki bu yayınların neredeyse tümü, genetik hastalıklarda mutasyon analiziyle ilgilidir.
- 4 Referans listesinde yer almamakla birlikte, bu kategorideki özet sayısı "0" değildir, büyük bir olasılıkla en az yayın sayısı kadar özet sayısı vardır.
- 5 Bu kategorideki çalışmaların büyük bir bölümü, polimer kimyasının biyolojide uygulanması ve biyomateryaller konusundadır.

Kaynak: Özcengiz, G. Critical Reviews in Biotechnology, 16: 53-94, 1996.

Başka bir çalışmaya göre, 1997 yılı içinde moleküler biyoloji konusundaki tüm yayınların sayısı 45'tir ve bunların 16'sı yurtdışındaki kuruluşlarla ortaklaşa yapılmıştır. Moleküler biyoloji yöntemlerinin kalıtsal hastalıkların incelenmesi ve tanısında kullanıldığı çalışmalar (23) bu yayınlar arasında en büyük grubu oluşturmaktadır. Bu grubu, nükleik asit kimyası, genetik toksikoloji, moleküler onkoloji, moleküler biyofizik ve moleküler enzimoloji gibi çeşitli konularda yapılan çalışmalarla (17) protein konformasyon analizi/konformasyon simülasyon çalışmaları (8) izlemektedir. Bütün bu yayınlar aynı yıl içinde yapılan uluslararası yayınların (3 313) çok küçük bir bölümünü oluşturmaktadır (%1,3). Bu sayının gelişmiş ülkelerde büyükçe bir moleküler araştırma enstitüsünün yıllık yayın sayısından çok daha düşük olması nedeniyle, Türkiye'nin yayın konusunda başarısız olduğu belirtilmiştir (Bermek, 1999).

Bilimsel çalışmanın başka önemli bir ölçütü de çalışmanın sonucunda elde edilen inovasyonların haklarını korumak ve lisans geliri elde etmek için yapılan patent başvuruları ve patent sayılarıdır. 1993-98 döneminde toplam patent sayısı içinde, BT ile ilişkili patentler büyük bir artış göstererek 1994'teki %1,7'lik orandan, 1998'de %10,2'ye yükselmiştir (Tablo 4.6). Bu artış sevindirici olmakla birlikte, toplam patent sayısı açısından (mutlak patent sayısı) gelişmekte olan birçok ülkeyle karşılaştırıldığında bu sayının aslında çok düşük olduğu görülür (Tablo 4.1). 1995'te yayımlanan yeni patent yasasıyla, ilaç şirketlerine patent hakkının verildiğini ve dolayısıyla bu tarihten sonra Türkiye'de etkinlik gösteren ilaç şirketlerinin, ürünlerini korumak için patent almaya başladığını unutmamak gerekir. Dolayısıyla son dönemdeki bu artışın arkasında yabancı patentlerin olduğu ve yabancılardan kendi teknolojilerini daha çok koruyacakları düşünülürse aslında çok da olumlu bir gelişme olduğu söylenemez.

**Tablo 4.6 Türkiye'de 1993-98 Arasında Patent/Yararlı Model Başvuruları**

Yıl	Yerli Başvurular	Yabancı Başvurular	Toplam Başvurular	Biyoteknoloji konusundaki Başvurular* ve Yüzdesi
1994	148	1,244	1,392	% 1,7
1995	212	1,523	1,735	% 4,6
1997	423	1,340	1,763	% 9,9
1998	430	1,979	2,409	%10,2

\* Toplam Patent Sayısına Göre Yaklaşık Değerler

Kaynak: DPT, 2000.

#### 4.2.2.1.2. Üniversiteler

Genel olarak ulusal inovasyon sisteminde görülen zayıflıklar BT alanında da gözlemlenmektedir. Her şeyden önce, bilimsel araştırmaları ve yetişmiş insan gücünü oluşturarak BTnin bilimsel tabanını oluşturacak yükseköğrenim birimleri, özellikle ‘moleküler biyoloji ve genetik bölümleri’ yenidir. Bu bölümlerin öğrenci kapasiteleri düşük olup yılda beş üniversiteden yaklaşık olarak 100 öğrenci mezun olmaktadır (DPT, 2000).

Bu konudaki ilk programlardan biri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi’nde 1989’da Fen Bilimleri Enstitüsü’ne bağlı disiplinler arası BT anabilim dalı olarak açılmıştır (TÜBA-TÜBİTAK-TTGV, 1996). Bunu, 1991’de BT anabilim dalı oluşturarak yüksek lisans ve doktora programları başlatan Ege Üniversitesi izlemiştir. Ege Üniversitesi ayrıca, mühendislik fakültesi bünyesinde ilk biyomühendislik bölümünü açan üniversitedir. Bilkent Üniversitesi de bu alanda bir bölüm kurarak "Moleküler Biyoloji ve Genetik" adını vermiştir. Boğaziçi Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi ve Bilkent Üniversitesi moleküler biyoloji ve genetik alanında lisans, yüksek lisans ve doktora düzeyinde eğitim vermektedirler. Son yıllarda Haliç, Fatih ve Sabancı Üniversiteleri ile Yıldız Teknik ve İstanbul Teknik Üniversitesi de yeni açtıkları bölümlerle moleküler biyoloji ve genetik alanında eğitim ve araştırma yapmaya başlamıştır.

Üniversiteler, eğitim veren programlardan başka, araştırma merkezleri de kurmuşlardır. Ege, Ankara, Bilkent ve İstanbul Üniversitelerinin bünyesinde BT araştırma ve uygulama merkezleri açılmıştır (TÜBA-TÜBİTAK-TTGV, 1996). Orta Doğu Teknik Üniversitesi’nde ise BT araştırma birimi vardır. Bu merkezler, hem bilimsel araştırma hem de üniversite-sanayi ilişkileri açısından oldukça önemli görevler üstlenmektedirler. Örneğin Ege Üniversitesi Biyoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi’nde, kuruluşundan bu yana geçen 10 yıllık sürede (1989-99) ulusal ve uluslararası düzeyde gerçekleştirilmiş 33 proje vardır (Ege Üniversitesi, 1999). Elli öğretim üyesinin çalıştığı bu merkezde yapılan projelerden bazıları şunlardır: Avrupa Topluluğu’na ait bir program için yapılmakta olan "Biyoteknolojiyle Temizlenmiş Suyun Akdeniz’de Kullanımı" projesi, farklı pancar genotiplerinde tuz stresine bağlı antioksidan düzeylerindeki değişimlerin araştırılması projesi ve Ayvalık Uygun Yağ Sabun Sanayi için yapılan zeytinyağı çıkartılması prosesinden elde edilen atıkların değerlendirilmesi projesi.

BT ile doğrudan ilişkili olan programların yanı sıra, üniversitelerin çoğunda kimya, kimya mühendisliği, çevre mühendisliği ve biyoloji bölümleriyle tıp ve ec-

zacılık fakültelerinde BTye yönelik lisansüstü programlar bulunmaktadır. Çukurova ve Ankara Üniversitesi'nde ziraat fakülteleriyle Ege ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi'ndeki gıda, çevre ve kimya mühendisliği bölümlerinde, BT alanında özel bölümler bulunmamakla birlikte bu alanda da çalışmalar yürütülmektedir. Bunun dışında, İstanbul Teknik Üniversitesi, Ege Üniversitesi ve Dokuz Eylül Üniversitesi başta olmak üzere, bazı üniversitelerin çevre mühendisliği bölümlerinde çevre BTsi-ne yönelik başarılı çalışmalar yapılmaktadır.

Adı geçen bu üniversitelerdeki BT araştırma ve uygulama merkezleri hakkında, yapmış oldukları yayınlar ve Ar-Ge bütçelerine ilişkin bilgiler toplanmaya çalışılmış ancak sonuç elde edilememiştir. Bunun başlıca nedeni, BT alanında yapılan Ar-Ge çalışmalarıyla ilgili bilgilerin farklı bölümler ve anabilim dalları arasında dağılması ve bunların merkezi bir yerde bulunmayışıdır. Bu kuruluşların Ar-Ge harcamalarına ait bilgilerde ise, araştırmaların ne ölçüde BT alanında olduğunu saptamak zordur. Araştırmacıların ve öğretim üyelerinin, üniversite dışındaki bir proje için (ulusal ya da uluslararası) yaptığı araştırma kayıtlarının bulunmasının çok güç olduğunu da unutmamak gerekir. Başka bir sorun da bu kuruluşlarda yıllara göre farklı performansın gösterilmesidir. Bir yıl çok yüksek Ar-Ge harcaması yapan üniversiteler başka bir yıl kaynak olmaması nedeniyle araştırma yapamamaktadır. Bu da hangi yılın verilerinin kullanılacağı konusunda bir soruna yol açmaktadır.

Tüm bu güçlüklerle karşın, bazı verilere ulaşmak mümkün olmuştur. Örneğin Ege Üniversitesi'nden yazılı olarak gönderilen 1989-99 dönemine ilişkin ayrıntılı faaliyet raporunda, yalnızca verisi olan projeler 1999-2000 yılı için yaklaşık 40 milyar TL ve 30 bin euroluk Ar-Ge bütçesine sahiptir (Ege Üniversitesi, 1999). Bütçeleri belirtilmemiş olan diğer projeler ve etkinlikler düşünüldüğünde, bu merkezin toplam Ar-Ge bütçesi doğal olarak çok daha yüksektir.

1990'lı yıllarda, moleküler biyoloji alanında doktora eğitimi yapmak üzere yurtdışına öğrenciler gönderilmeye başlanmıştır (Çetiner, Güleç, Sungur, 1997). Türkiye'deki araştırmacı sayısı az olduğundan, bu tür programların önemi ön plana çıkmaktadır. Bunların toplam sayısı bilinmemekle birlikte, 1996'da yapılan bir çalışmada, yalnızca bitki BTsi alanında 100'den fazla doktora öğrencisi olduğundan söz edilmektedir. Bununla birlikte, yüksek lisans ve doktora öğrencilerinin çalışacağı konular ve gideceği üniversiteler konusunda planlı bir çalışma yürütülmediği için, bu öğrencilerin Türkiye'nin uzun dönemli gereksinimleriyle ne ölçüde uyuşacağı bilinmemektedir. Ayrıca, bu öğrencilerin eğitimlerini tamamladıktan sonra yurtiçinde çalışacakları ve araştırmalarını yürütebilecekleri laboratuvarlarda görevlendirile-

memelerinden ve dolayısıyla bu uzmanlardan tam anlamıyla yararlanılmadığından yakınılmaktadır. Çalışmaya katılan öğretim görevlilerinin de belirttiği üzere, yurtdışına giden öğrencilerin çok azının Türkiye'ye dönmesi ve çoğunun yurtdışında kalması da bir başka sorun olarak ortaya çıkmaktadır.

Bütün yeni programlara karşın, DPT raporunda da belirtildiği gibi, genel olarak BT alanındaki eğitimin düzeyi ve yoğunluğu yetersiz kalmaktadır. Eğitimin ötesinde, moleküler biyoloji ve modern BT araştırmaları yapmak için gerekli laboratuvar altyapısı da çok zayıftır. Yine raporda belirtildiği üzere, moleküler genetik, hücre biyolojisi, protein kimyası, deney hayvanı ve bitki kültürü laboratuvarlarının tamamına sahip olan araştırma kuruluşu sayısı da çok azdır.

#### 4.2.2.1.3. Kamu Ar-Ge Kuruluşları

Türkiye'de BT konusunda uzmanlaşmış kamu Ar-Ge kuruluşu yok denecek kadar azdır (DPT, 2000). Biyoteknolojinin uygulanabileceği temel alanlarda (tarım, ormancılık, su ürünleri, sağlık, zirai mücadele, ve hayvancılık) çalışan başlıca kamu Ar-Ge kurumları şunlardır: Türkiye Şeker Fabrikaları ve Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'na bağlı gıda alanında çalışan enstitü ve il kontrol laboratuvarları.

Türkiye'de BTnin uygulanabileceği alanlarda çalışan kamu Ar-Ge kuruluşlarının sayısı, araştırmacı sayısı, doktoralı araştırmacı sayısı, uluslararası yayın sayısı, patent sayısı ve tescilli ürün sayısı gibi genel bilgiler Tablo 4.7'de gösterilmektedir. 65 kuruluşta çalışan araştırmacı sayısı toplam 1 223'tür ve bunların 242'sini doktoralı araştırmacılar oluşturmaktadır. Bu kuruluşların 1997'de sundukları raporlara göre, toplam uluslararası yayın sayısı 29'dur. Bir başka deyişle bu kuruluşlarda yılda toplam 10 uluslararası yayın yapılmaktadır.

**Tablo 4.7 1997'de Türkiye'de Biyoteknolojinin Uygulanabileceği Alanlar - da Çalışan Kamu Ar-Ge Kuruluşları**

Alanı	Kuruluş Sayısı	Araştırmacı Sayısı	Doktoralı Araştırmacı Sayısı	Uluslararası Yayın Sayısı (3 yıldaki)	Patent Sayısı	Tescilli Ürün Sayısı
Tarım, orman ve balıkçılık	64	1069	237	28	0	154
Çevre	-	-	-	-	-	-
Sağlık	1	154	5	1	0	1
Toplam	65	1223	242	29	0	155

Kaynak: DPT, 2000.

Tablo 4.7’de görüldüğü üzere, bu kurumların hiç patenti bulunmazken, bazı bakanlıkların tescilli ürünleri vardır (toplam 155). Dolayısıyla, kamu kuruluşlarının patent yerine Ar-Ge etkinliklerinden çıkan ürünleri tescillettirerek koruma sağladığı görülmektedir. Bunun arkasında başlıca iki neden yatmaktadır. Birincisi, birçok kuruluştaki yürütülen çalışmalar araştırmadan çok geliştirmeye yöneliktir; dolayısıyla özgün buluşlar yapılmamaktadır. Ayrıca, bu kurumlarda moleküler biyolojiye dayalı modern BT alanında Ar-Ge etkinliği yok denecek kadar azdır. İkinci olarak, görüülen bir kamu araştırma kuruluşu görevlisinin dile getirdiği gibi, patent başvurusunun pahalı, zor ve uzun süreçler olması, patentlenecek bir buluş olsa bile onun patentinin alınmamasına yol açmaktadır.

Kamu Ar-Ge kuruluşları arasında çok önemli bir yeri olan TÜBİTAK’ın bünyesindeki ilk BT çalışması 1982’de Enzim Teknolojisi İhtisas Komisyonu’nun kurulmasıyla başlamıştır. Bu komisyon 1985’te "Biyoteknoloji Alanında Türkiye ve Geliştirme Politikası" başlıklı bir rapor hazırlamıştır (TÜBİTAK, 1985). Ayrıca, 1983 yılında TÜBİTAK (1983) tarafından "Biyoteknolojinin Bitki Bilimi ve İmmünolojideki Uygulamaları" adlı bir çalışma da 1983 yılında tamamlanmıştır. 1992 yılında Biyoloji Bölümü, Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Araştırma Enstitüsü (GMBAE)’ne dönüşmüştür. Enstitü tarafından sağlanan verilere göre 2000 yılı verilerine göre bu enstitüde beşi doktora öğrencisi olmak üzere toplam 60 kişi çalışmaktadır. Bu enstitü 1992-2000 döneminde 65’i (%56) yurtdışı olmak üzere toplam 115 yayın gerçekleştirmiş ve altı patent başvurusunda bulunmuş ve bunlardan ikisi kabul edilmiştir. 1999’da personel giderleri hariç Ar-Ge için yaklaşık 75 milyar TL (174 bin dolar) olan bütçesi 2000 yılında 36 milyar TL (yaklaşık 60 bin dolar) düşmüştür<sup>18</sup>. Bu bütçe aynı zamanda yurtdışından ve şirketlerden gelen Ar-Ge yardımlarını da kapsamaktadır.

GMBAE, ülkemizde BT alanında çalışan önemli bir araştırma kuruluşudur. Çalışma alanları, moleküler immünoloji, proteinlerin yapı-işlev ilişkileri, bitki moleküler biyolojisi, floresans spektroskopisi, biyoinformatik, aşı, moleküler onkolojiyle transgen ve deney hayvanları laboratuvar çalışmalarını içerir. Amaçları arasında Türkiye’de BT alanında kritik kütle oluşumuna katkıda bulunmak, BT ve moleküler biyoloji alanında çalışan kuruluşlarla uluslararası kuruluşlar arasında köprü görevi

---

18 Döviz kuru olarak tahminen 1999 için 1 doların 430 000 TL, 2000 yılındaysa 1 doların 600 000 TL eşit olduğu kabul edilmiştir.

yapmak ve bu yolla ülkemizde BT alanında bir sanayinin oluşmasına ve gelişmesine yardımcı olmak vardır. Kuruluşundan bu yana, Biomar, Fürsan, Seka, Unitek, MSG, Teknogen, Eczacıbaşı ve Orba şirketleriyle ortak sanayi projeleri gerçekleştirmiştir. Bunlardan özellikle Biomar tümüyle TÜBİTAK'tan transfer edilen teknoloji ile kurulmuş ve TÜBİTAK- Marmara Merkezi (MAM) teknoparkında çalışmaya başlamıştır. Bu merkezde transgenik fare, rekombinant ve monoklonal antikor üretimi, doğum öncesi -talasemi tanısı, sentetik oligonükleotit ve peptit üretimi, transgenik kavak ağaçlarının ve arpanın yetiştirilmesi, ve penisilin asilaz enziminin üretilip saflaştırılması gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, TÜBİTAK'ın GMBAE birimi, İstanbul Üniversitesi'nin biyoloji bölümü ve çeşitli araştırma kurumlarıyla birlikte, ülke ekonomisi için önem taşıyan arpa, tütün, patates, nohut, ve kavak gibi modeller üzerinde de çalışmalarını sürdürmektedir.

Doğrudan BT ile uğraşmasa da, TÜBİTAK Gıda Bilimi ve Teknolojisi Araştırma Enstitüsü de bu konudaki önemli araştırma birimleri arasındadır. Bu enstitü, gıda bilimi ve teknolojisi alanında edinilen bilgi ve ileri düzeyde donatılmış altyapı olanaklarından yararlanarak, gıda endüstrisindeki kuruluşların teknoloji yeteneklerini yükseltmek ve dışarıya yönelik rekabet gücünü artırma yönünde teknik ve teknolojik yönden destek vermek konusunda, gümrük birliği entegrasyonunda karşılaşılabilecek sorunlar için çözüm üretmektedir. Bu enstitünün tarım teknolojilerine harcadığı araştırma bütçeleriyle BTnin bu bütçe içindeki payları Tablo 4.8 sunulmuştur. Tabloya bakıldığında, genel bütçede azalma olmasına karşın BTnin toplam içindeki payında artış olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.8 TÜBİTAK Gıda Bilimi ve Teknolojisi Araştırma Enstitüsü'nde Yapılan Ar-Ge Harcamaları**

Yıl	Toplam Taram (dolar)	Biyoteknoloji (dolar)	(%)*
1991	378 000		
1992	857 848	100 000	12
1993	708 036	49 000	6
1994	332 558	55 000	16
1995	386 902	83 000	21

\* Bu sütundaki değerler biyoteknoloji harcamalarının toplam Ar-Ge içindeki yüzdesini göstermektedir.

Kaynak: Çetiner ve diğerleri, 1997.



TÜBİTAK tarafından desteklenen ve tamamlanan projelerin yıllara ve bilimsel alanlarına göre dökümleri de Tablo 4.9'da verilmiştir. Tarım ve hayvancılık projelerinin, genel içerisinde %40'lara varan yüksek bir oran oluşturduğu görülmektedir. Ancak bunların ne kadarının BT olduğu konusunda veri yoktur.

**Tablo 4.9 TÜBİTAK'ın Desteklediği Projeler**

Bilimsel Alan	1964-83		1984-83		1964-93	
	Proje sayısı	(%)	Proje sayısı	(%)	Proje sayısı	(%)
Tarım ve Hayvancılık	628	40,7	423	38,9	1051	39,9
Temel Bilimler	351	22,7	246	22,6	597	22,7
Mühendislik	323	20,9	163	15,0	486	18,5
Sağlık Bilimleri	220	14,3	137	12,6	357	13,6
Çevre	22	1,4	118	10,9	140	5,3
Toplam	1 544	100	1087	100,0	2631	100

Kaynak: OECD, 1995.

#### 4.2.2.1.4. Teknoparklar ve Kuluçkalar

KOSGEB'in üniversitelerle birlikte Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde, Yıldız Teknik Üniversitesi'nde, Boğaziçi Üniversitesi'nde, Ankara Üniversitesi'nde, İstanbul Teknik Üniversitesi'nde, Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde ve Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde kurduğu yedi teknoloji geliştirme merkezi (TEKMER) vardır (KOSGEB, 2000).

KOSGEB'in BT ile doğrudan ilişkili çalışmaları, 1994'te Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde kurulan TEKMER bünyesinde yürütülmektedir. Bu merkezin amacı, özellikle BT ve gıda endüstrisi için, küçük ve orta ölçekli sanayicilerin ve girişimcilerin bilgi edinme güçlüklerini çözmek amacıyla güncel bilgilendirilmelerinin sağlanması ve ileri teknolojiler kullanmalarının desteklenmesidir. 2000 yılı verilerine göre, çalışmalarını bu merkezde yürüten Biogentek ve Metis adında iki BT şirketi bulunmaktadır. KOSGEB'in öteki TEKMER'lerinden Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi ve Boğaziçi Üniversitesi'nde BT ile doğrudan olmasa da dolaylı olarak ilişkili şirketler kurulmuştur. Bunlara ilişkin liste Ek 12'de verilmiştir.

Türkiye'de onaylanan teknoparklar, İzmir Serbest Bölgesinde, TÜBİTAK-MAM'da ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde bulunmaktadır. Bu serbest bölge ve teknoparklarda Biomar, Türklab ve İnova adlı şirketler BT alanında çalışmaktadırlar.

#### **4.2.2.2. Finans Kurumları**

Türkiye’de kurulmasına izin verilen risk sermayesi şirketlerinin ilki, 1996’da kurulan Vakıfbank’ın Vakıf Risk adlı şirketidir. Vakıf Risk, toplam dört yatırım yapmıştır ve bunlardan biri BT projesidir.

Vakıf Risk’in dışında, İş Bankası bir fon oluşturarak risk sermayesi statüsünde bir şirket (İş Yatırım) kurmak üzere girişimde bulunmuştur. TTGV de iki risk sermayesi fonu kurmak için çalışmalarını yürütmektedir. On beş yeni şirket girişiminin olduğu söylenen Türkiye’de, 2000 yılında risk sermayesi konusunda büyük bir atılım içine girilmiştir. Örneğin İxir şirketi, Okyanus adında risk sermayesi şirketi işlevleri gören bir birim kurmuştur. Bunun yanı sıra, risk sermaye şirketi olmamakla birlikte yatırım desteği veren kurumlar da vardır. Örneğin, Nurol Bank, Ata Invest, CFS Consulting, Demir Yatırım Menkul Değerler ve K Investment Securities adlı şirketler Avrupa Risk Sermaye Derneği’ndeki Türk üyelerdir.

Bütün dünyada BT şirketlerinin gelişiminin ardında çok güçlü parasal destek sağlayan risk sermayesi şirketleri olduğu görülmektedir. Son dönemlerde bir canlanma olmakla birlikte Türkiye bu konuda daha yolun başındadır.

#### **4.2.2.3. Profesyonel Örgütler**

Batı ülkeleriyle karşılaştırıldığında Türkiye’deki sivil toplum örgütlenmeleri hem sayıca hem de çeşit olarak çok azdır. Bu durumun BT konusunda da geçerli olduğu gözlenmektedir. Tümüyle BT konusu üzerinde çalışan başlıca profesyonel örgüt, üniversite öğretim görevlilerinin kurduğu, "Türkiye Biyoteknoloji Derneği"dir. Bu kuruluşun etkinlikleri, konferanslar düzenlemek ya da belirli aralıklarla toplanmakla sınırlıdır. Bunun yanı sıra, tıp ve kimya gibi alanlarda çalışan kişiler ya da şirketlerin kurmuş olduğu başka profesyonel amaçlı sivil toplum örgütlerinde az da olsa dolaylı olarak BT konusuyla ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Buna benzer iş kolu nedeniyle BT ile ilgilenen bir başka örgüt de Türk Tohumculuk Endüstrisi Derneği’dir.

Biyoteknoloji dışında kalan bazı örgütler, örneğin TÜSİAD, bu konuda bilgilendirmek ve üyelerini bilgilendirmek amacıyla, kendi bünyesinde araştırma projelerini desteklemekte ve bunların yayınlanması yoluyla da kamuoyunu aydınlatma görevini üstlenmektedir. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği gibi çevreyle ilgili dernek ve vakıflar da bu konuda duyarlı olmalarına karşın henüz özel bir çalışmaları gerçekleştirmemişlerdir.

#### 4.2.2.4. Devlet Kuruluşları

Biyoteknoloji konusundaki etkileri açısından devlet kuruluşları, temel olarak iki grupta değerlendirilebilir. İlk gruptaki kuruluşlar, teknoloji politikalarının oluşturulmasına yaptıkları etkiyle BT sistemini dolaylı olarak etkilerken, diğer gruptakiler yasaların oluşturulması ve teşviklerin idaresi işlerini yürüterek doğrudan BT sisteminin şekillenmesine yol açarlar. Birinci gruba Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), diğer gruba da TTGV örnek verilebilir.

DPT'nin Altıncı, Yedinci ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planlarında BT ile ilgili üretim ve araştırma politikalarına geniş yer verilmiş, BT'nin öncelikli alanlardan birisi olduğu saptanmıştır (DPT, 2000). Ancak, DPT'nin görevi yalnızca, ekonomik planlama sonuçlarını hükümetlere tavsiye niteliğinde iletmek olduğundan bu öneriler uygulamaya geçirilememiştir.

DPT gibi tavsiye niteliğinde raporlar hazırlayan ve hükümetlere teknoloji politikası açısından öneriler sunmakla görevli Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun 1993'teki toplantısında sunduğu "Bilim ve Teknolojide Atılım Projesi"nde yer alan yedi öncelikli alandan biri BT'dir. (TÜBİTAK, 1995). Bu kurul 1999 yılında yapmış olduğu toplantıda da BT ile ilgili önemli kararlar almıştır (TÜBİTAK, 1999). Örneğin, moleküler biyoloji, gen mühendisliği ve biyoteknoloji alanında ulusal politikaların belirlenmesi için TÜBİTAK koordinasyonunda bir Ulusal Biyogüvenlik Kurulu'nun kurulması önerilmiştir.

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) 1991'de, bir Dünya Bankası projesi olan Teknoloji Geliştirme Projesi çerçevesinde, Dünya Bankası ile Türkiye arasında imzalanan anlaşma doğrultusunda özel sektör ve kamu sektörü işbirliğiyle kurulmuştur. TTGV, kurulduğu tarihten bu yana Ar-Ge yapan şirketlere düşük faizli borç yardımında bulunmaktadır.

Türk sanayinde Ar-Ge faaliyetlerini artırmak amacıyla 1995 yılında TÜBİTAK Bilim Kurulu kararıyla kurulan TÜBİTAK-TİDEB, Ar-Ge yapan şirketlere proje bazında karara bağlanan miktarlarda karşılıksız olarak Ar-Ge yardımı yapmaktadır (TİDEB, 2000).

KOSGEB, küçük ve orta ölçekli sanayi işletmelerinin teknolojik yeniliklere hızla uyumlarını sağlamak, rekabet güçlerini, ekonomiye katkılarını ve etkinliklerini artırmak amacıyla 1990'da kurulmuştur (KOSGEB, 2000). KOSGEB küçük ve orta

ölçekli sanayinin gelişimi için çalışan bir kuruluş olduğundan yardım ettiği şirketlerde teknoloji bazı aramamaktadır. Bununla birlikte 1996'dan bu yana kurduğu TEKMER sayesinde teknolojiye dayalı ya da teknoloji üreten şirketlerin kurulması ve desteklenmesi alanında da çalışmalar yürütmeye başlamıştır. Bu merkezlerde bugüne değin yaklaşık 200 işletme ve bunların projeleri desteklenmiş, girişimcilerin hem kendi işletmelerini sağlıklı olarak kurmaları hem de ekonomik çarpanı yüksek yeni ürünler geliştirerek ticarileştirmelerine destek sağlanmıştır. 1998 yılında yapılan bir durum değerlendirmesi sonucunda, TEKMER oluşumlarına Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği'ne bağlı Sanayi Odaları da dahil edilerek "Duvarsız Teknoloji İnkübatörü" kavramı ülkemiz koşullarına uygun olarak geliştirilmiş ve bu çerçevede işbirliği protokolleri yapılmıştır.

DPT ve TÜBİTAK teşviklerinin envanterinin olmaması yüzünden, bu kurumlardan BT çalışmalarına aktarılan kaynakların, hangi alanlarda kullanılıp ne tür sonuçlar elde edildiğine ilişkin belgeler mevcut değildir (DPT, 2000). DPT çeşitli dönemlerde BT projelerine parasal destek sağlamıştır ama bu miktar hakkındaki bilgi çok azdır. Örneğin DPT, 1995 ve 1996 yıllarında üniversitelerde yürütülmekte olan 15 tarımsal BT projesine 1 milyon dolar aktarmıştır.

Kamu kuruluşları içinde BT alanına yapılan yardımlar konusundaki veriler yalnızca TTGV ve TİDEB'e aittir. Bu kuruluşlardan gelen verilere göre, TTGV 1991-99 döneminde toplam 148 milyon dolar değerindeki 363 projeye toplam 68,6 milyon dolar teşvik vermiştir. Toplam başvuruların %7'sini (14 proje), parasal teşviklerin de yaklaşık %7'sini<sup>19</sup> BT alanındaki projelere aktarmıştır. TÜBİTAK-TİDEB ise, 1995-99 dönemindeki yaklaşık 489 milyon dolarlık projelerin % 2'sini (17 proje) BT projelerine ayırmıştır (kaynakların eşit dağıldığı varsayımı yapılırsa toplam 29 milyon dolarlık bütçeden BT için yaklaşık 0,6 milyon dolar kaynak aktarıldığı varsayılabilir).

#### **4.2.3. İşbirlikleri ve Ağlar**

Ulusal inovasyon sisteminde şirket ve örgütlerin var olması, sistemin başarılı bir biçimde çalışması için tek başına yeterli değildir. Teknoloji bilgisinin, sistemi oluşturan çeşitli aktörler arasında paylaşılması ve dolaşması, bu bilginin en verimli biçimde kullanılması açısından oldukça önemlidir. Örneğin, bir şirket ya da örgütte çözülemeyen sorunlar, sistemdeki öteki aktörlerin katılımı ve yardımıyla çözülebi-

---

<sup>19</sup> Yaklaşık 6 milyon dolardır.

lir. Benzer biçimde, bir şirkette yapılan Ar-Ge sonucu bulunan ama o şirketin kullanmadığı kimi teknolojiler, sistemde bulunan başka bir şirket için çok değerli olabilir. Dolayısıyla kurulan iletişim ve işbirliği yoluyla bu teknolojik yenilik en etkin biçimde kullanılmış olur.

Sistemin aktörleri arasında kurulan ilişkilere ve ağlara dayalı olarak gelişecek işbirliklerini beş kategoride incelemek yararlı olabilir:

- a) Ulusal şirketlerin kendi aralarındaki işbirlikleri
- b) Uluslararası şirketlerle işbirliği
- c) Ulusal şirketlerle, ulusal araştırma kuruluşları arasındaki işbirliği
- d) Uluslararası araştırma kuruluşlarıyla işbirliği
- e) Yabancı Ar-Ge çalışmalarından yararlanma

Yapılan karşılıklı görüşmeler sırasında ulusal BT şirketleri arasında işbirliğinin gelişmediği gözlenmiştir. Şirketlerin internet sitesi kurması durumunda bu durum değişebilecektir. Görüşülen şirketlere sorulduğunda ilişki içinde oldukları diğer şirketlerin çoğunun, aslında ortakları ya da lisans anlaşmasıyla teknolojilerini satın aldıkları şirketler olduğu görülmüştür.

Uluslararası şirketlerle, Türk BT şirketleri arasındaki ilişkinin de zayıf olduğu gözlenmektedir. Türk şirketleri genellikle lisans anlaşmasıyla üretim yaptıklarından, yalnızca yurtdışından teknoloji aldıkları şirketle ilişkiye geçmektedirler. Türk şirketlerinin Ar-Ge çalışmaları daha çok "geliştirme" olarak adlandırılabilir türden, bir başka deyişle bugünün ürün ve üretiminde çıkan sorunların çözümlerine yoğunlaşmış etkinlikler olduğu için bu ilişki teknoloji geliştirme ya da yeni ürün konularında olmamaktadır (TÜBİTAK, 2000). Çokuluslu ilaç şirketlerinin lisansı ile Türkiye’de üretim yapan şirketler, asıl olarak ilaç şirketleridir. Ancak görüşülen şirketlerden biri dışında BTye yönelik çalışma yapan yoktur. Biyoteknoloji alanında dünya çapında tanınan bir şirketin yetkilileri, Türkiye’de bu alanda yatırım yapmayacaklarını açıkça söylemiş ve bunun üç nedeni olduğunu belirtmiştir: 1) Biyoteknoloji pahalı ve uzmanlık gerektiren bir teknoloji olduğu için Ar-Ge ve üretimlerini, dünyada birkaç seçilmiş merkezde yaptıklarını belirtmişlerdir, 2) Türkiye’de bugünkü BT bilgi birikiminin yok denecek kadar az olduğunu ileri sürmüşlerdir, 3) Ülkenin politik ve ekonomik istikrarının olmamasından yakınmışlardır. Görüşülen şirketler arasında, lisans anlaşması dışında, yabancı şirketlerle gerçek anlamda teknoloji alışverişi içinde olan yalnızca birkaç şirket vardır. Bunların içinde en başarılı örnek yine bir ilaç

şirkettir. Bu şirket, yurtdışındaki ilaç şirketlerinden birinin ürettiği bir BT ürününü Türkiye’de de üretebilmek için çalışmalarını sürdürmektedir.

Türk şirketlerinin uluslararası şirketlerle ilişkileri genellikle lisans ve satış anlaşmalarıyla sınırlıdır. Bu nedenle KOSGEB küçük ölçekli şirketlerin uluslararası olanaklardan yararlanmasını teşvik için Vakıfbank aracılığıyla Avrupa Bilgi Merkezi (European Information Center-EIC) gibi birçok merkezle ilişkilerin geliştirilmesine çalışmaktadır (KOSGEB, 2000). Bu ilişkiler sayesinde, yeni teknolojilerden yararlanma, kalite ve standardı yükseltme, rekabet gücünü artırma, yurtdışı pazarlara açılma ve uluslararası yatırım yapma konusunda bilgi edinme ve işbirliği yapma olanaklarının doğacağı düşünülmektedir. Bu çalışmalar ancak 1997’den sonra Türkiye’nin gündemine girdiği için şimdilik oldukça zayıftır ve bu nedenle önümüzdeki dönemde yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Ulusal şirketlerle araştırma kuruluşları arasındaki işbirliği açısından incelendiğinde görüşülen şirketler, özellikle üniversiteler ve araştırma yapan kamu kuruluşlarıyla çok zayıf ilişkiler içinde olduklarını söylemişlerdir. Toplam sekiz şirket (şirketlerin %28’i) araştırma kurumlarıyla ortak Ar-Ge projeleri olduğundan söz etmiştir. Bunlardan özellikle biri ciddi anlamda bir ilişki geliştirmeyi başaramıştır. Bu başarılı örnek Fako A.Ş.’dir ve bir üniversiteye yaptığı proje desteği sonucunda ortaya çıkan bir buluşu değerlendirip, üretime geçirmeye çalışmaktadır. Bunun için de üniversite çalışanlarıyla yoğun bir işbirliği içindedir. Bu örnek dışında şirketlerle araştırma kurumları arasında ciddi anlamda bir ilişki yoktur. Buna gerekçe olarak şirketler iki ana neden ileri sürmüşlerdir: 1) Araştırma kurumlarının şirketlerin sorunlarıyla ilgilenmemeleri ve teknolojik olarak ileri düzeyde olmamaları, 2) Özellikle kamu araştırma kuruluşlarında karşılaşılan bürokratik engeller ve bu kurumlardaki yöneticilerin işbirliğinden kaçınan tutumları.

Ulusal şirketlerle araştırma kurumları arasındaki zayıf bağ, yalnızca BT alanında değil hemen hemen tüm sektörler için geçerlidir. DİE’nin yaptığı inovasyon anketinde (DİE, 1998), şirketlerin yalnızca %4’ü üniversite ya da yüksek öğrenim kurumlarını bilgi kaynağı olarak görürken, %2,7’si kamu ya da kâr amaçlı olmayan özel kuruluşları bilgi kaynağı olarak değerlendirmektedir. Bu düşük oranlar, şirketler ve araştırma kurumları arasındaki ilişkide ciddi sorunları olduğunu ortaya koymaktadır.

Tüm bu sorunlara karşın, son dönemde kurulan kuruluşlar sayesinde, üniversite-sanayi ilişkisi gelişmeye başlamıştır. Örneğin KOSGEB’in 1991-2000 döneminde

üniversitelerde açtığı TEKMER'ler sayesinde birçok şirket kurulmuştur. Bunların üniversitelere göre dağılımları KOSGEB tarafından verilere göre aşağıdaki gibidir:

- Ankara Üniversitesi - 13
- Boğaziçi Üniversitesi - 14
- İstanbul Teknik Üniversitesi - 32
- Yıldız Teknik Üniversitesi - 16
- Orta Doğu Teknik Üniversitesi - 25
- Karadeniz Teknik Üniversitesi - 6

Uluslararası araştırma kuruluşlarıyla işbirliği konusunda üniversiteler ve araştırma kuruluşları etkin olarak çalışmaktadırlar. Genelde öğretim görevlileri kişisel ilişkilerini kullanarak yabancı araştırma kuruluşlarıyla ortaklıklara girip, birlikte proje ve yayınlar yapmaktadırlar. Ortaklıkları başaranların başında TÜBİTAK GEMBAE gelmektedir. GEMBAE, Uluslararası Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Enstitüsü'nün ve Avrupa Moleküler Biyoloji Örgütü'nün Türkiye temsilciliğini yürütmektedir. Enstitü ayrıca, Üçüncü Dünya Ülkeleri Akademisi'nin onay verdiği yetkinlik merkezlerinden (centers of excellence) biridir. TÜBİTAK bünyesinde Ulusal Biyoinformatik Merkezi (The National Bioinformatics Node) adı altında yeni bir birim kurulmuştur. Bu birim Uluslararası Biyoinformatik İşbirliği Merkezi'nin kurucu üyelerinden biri olmuştur. UNIDO, NATO, ICGEB, TOGTAG ve EUREKA projelerinde çalışan TÜBİTAK-MAM-GEMBAE, aynı zamanda ulusal araştırma kuruluşları ve üniversitelerle de işbirliği yapmaktadır. Bu işbirlikleri özellikle eğitim ve ortak proje çalışmalarını içermektedir.

TÜBİTAK dışında bazı üniversitelerde de sistemli olarak yabancı araştırma kuruluşlarıyla ilişkiye geçilmeye çalışılmaktadır. Bunlar arasında başarılı olanlardan biri, 1989'dan bu yana katıldığı uluslararası birçok proje yoluyla çok sayıda ilişki kuran Ege Üniversitesi'dir. Ege Üniversitesi ayrıca Türkiye'nin temsilcisi olarak IUPAC Biyoteknoloji Ulusal Komitesi'nde de görev yapmaktadır.

Yabancı Ar-Ge'den yararlanma konusunu incelemek için yabancı sermaye akışları araştırılmıştır. Doğrudan yabancı sermaye stoku 1996 yılı verileriyle, 6,2 milyar dolardır. Türkiye'den çok daha küçük olan İsrail'de bu miktar 7,4 milyar dolar, ekonomik yapı olarak benzer olan Brezilya'da 108,3 milyar dolardır (IMD, 1998). Türkiye'de BT alanında çalışan yabancı yatırımcı henüz yoktur. Ülkemizde bulunan potansiyel yatırımcı konumundaki uluslararası ilaç şirketleri ise Türkiye'de yatırım yapmayı düşünmemektedirler.

Bununla birlikte Türk araştırmacıları, yabancı Ar-Ge'den bir ölçüde yararlanmaktadır. Bir çalışmaya göre, 1997 yılında yurtdışında yayın yapan araştırmacıların yaklaşık %35'inin yabancı bir araştırmacıyla ortak yayın yaptığı gözlenmiştir (Bermek, 1999). Ayrıca araştırma kuruluşlarının bir bölümü uluslararası kuruluşlarla ilişkiye geçerek ortak projeler yürütmektedir. Ancak yine de yurtdışında yapılan Ar-Ge'yi Türkiye'deki üretime aktarmak konusunda önemli sorunlar vardır. Örneğin yurtdışındaki kurumlarla yoğun olarak Ar-Ge çalışmasında bulunan TÜBİTAK GEMBAE 1992'den beri geçen sürede sekiz üretici şirketle ortak proje yürütmüştür.

#### **4.2.4. Kurumsal Yapılar**

##### **4.2.4.1. Yasal Düzenlemeler**

Türkiye, yasal düzenlemeler açısından geç kalmakla birlikte, son yıllarda bu konuda yoğun bir çalışma içine girmiştir<sup>20</sup>. Özellikle AB ile 1996 yılında yapılan Gümrük Birliği antlaşması sonrasında, Türkiye yasal düzenlemelerini Avrupa'dakilerle uyumlu duruma sokma yolunda adımlar atmıştır. Avrupa yasalarının incelenerek Türkiye'ye aktarılması, başka alanlarda olduğu gibi BT alanında da yapılmaya çalışılmaktadır. Uluslararası bazı anlaşmalara katılan Türkiye, bunların bir bölümünü yasal düzenlemelerine katmaya çalışmaktadır.

BT'nin insanlar üzerindeki uygulamalarına yönelik, kabul edilmiş uluslararası üç yasal düzenlemeden hiçbirisi henüz Türkiye'de bulunmamaktadır (Forsman, 2000). Bunlardan ilki 1998 yılında yapılan Birleşmiş Milletler İnsan Genomu ve İnsan Hakları Deklarasyonu, ikincisi 1999 yılında kabul edilen Avrupa Konseyi İnsan Hakları ve Biyo-Tıp Konvansiyonu, üçüncüsü ise 1998 yılında onaylanan Avrupa Konseyi İnsanların Klonlanması Protokolü'dür. GDU organizmalar konusundaysa iki uluslararası yasal düzenlemeden birine imza atan Türkiye, ikincisini de uyumlu duruma sokmaya çalışmaktadır. Birincisi, 2000 yılında hazırlanan Birleşmiş Milletler Biyogüvenlik Protokolü, diğeri de 1998 ve 1999 yılında düzenlenen AB GDU Organizmalar Yasaları'dır. Bitkilerin genetik yapılarının korunmasına yönelik yasal düzenlemeler konusunda ise 1993 yılında Birleşmiş Milletler'de kabul edilen ve hâlâ üzerinde çalışılarak iyileştirilmesi için uğraşılan Biyolojik Çeşitlilik Konvansiyonu bulunmaktadır. Türkiye'nin de imzalamış olduğu bu yasal düzenleme henüz Türk yasalarına aktarılmamıştır.

---

<sup>20</sup> Bu bölümde bulunan Türk patent yasaları konusunda Avukat Arzum Günelçin tarafından hazırlanan bilgilerden faydalanılmıştır.



Her tür teknolojinin korunması açısından büyük önem taşıyan patent yasası, 1995'te yürürlüğe girmiştir. Patent yasasını çıkaran Türk Patent Enstitüsü de, 1994'te, Türkiye'de sanayi mülkiyet haklarının yönetimi için idari ve mali özerkliği olan ve Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'na bağlı özel bir kamu kuruluşu olması amacıyla kurulmuştur. Patent yasası bağlamında sanayi mülkiyet haklarının korunmasına çalışılmaktadır. Bu haklar, Patentler ve Yararlı Modelleri, Ticaret ve Hizmet Markalarını, Coğrafi İşaretleri, Endüstriyel Tasarımları ve Entegre Devre Topografyaları'nı kapsamaktadır. Patent Enstitüsü'nde üzerinde en yoğun çalışılan konu markalardır. Bir yılda yapılan 150 bin marka başvurusunun %60'ını yerli şirket ve kişiler yapmaktadır (OECD, 1995; TPE, 2000).

Türkiye'de ilk patent enstitüsü 1879'da kurulmuş ancak daha sonra yasalar fazla değişikliğe uğramadığı için çağdaş uygulamaların dışında kalmıştır (OECD, 1995). Örneğin eczacılık bileşimleri, ilaçlar (tarım ilaçları dışındaki), maliye ve bankacılıkla ilgili işlemler patent yasasının kapsamı dışında bırakılmıştır. Oysa BT uygulamaları özellikle ilaç sektöründe yaygın olarak kullanıldığından yeni bir yapılanmaya gidilmesi ve patent yasasının değiştirilmesi çok olumlu bir gelişmedir. Türkiye 2000 yılında Avrupa patent antlaşmasını imzalamıştır, ancak BT konusunda Avrupa patent yasalarındaki gelişmeler henüz Türk yasalarına aktarılmamıştır.

Patent konusunda ülkemizde BT ürün ve yöntemlerinin büyük bir bölümüne hâlâ patent verilmemektedir. Bugünkü patent yasaları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Patent Haklarının Korunmasına İlişkin KHK'nün 6. maddesi uyarınca, "insan ya da hayvan vücuduna uygulanacak cerrahi ve tedavi yöntemleriyle insan ve hayvan vücuduyla ilgili teşhis yöntemlerine" patent verilememektedir. [Ancak, bu yöntemlerin herhangi birinde kullanılan terkip ve maddelerle, bunların üretim yöntemleri bu yasak kapsamında değildir. Başka bir deyişle, bu yöntemlerde kullanılan terkiplere (örneğin ilaçlara) ve bu terkiplerin üretim yöntemlerine -ilaç üretim yöntemlerine 1 Ocak 2005'ten sonra- patent verilebilecektir].
- Aynı madde uyarınca, "bitki ya da hayvan türleri ya da önemli ölçüde biyolojik esaslara dayanan bitki ve hayvan yetiştirilmesi yöntemleri"ne de patent verilmemektedir.
- Mikroorganizmalara patent verilebilmektedir (Patent KHK m.46).

Ancak, mikroorganizmalar dışındaki BT ürün ve yöntemlerine patent verilmesi, uluslararası düzenlemelerle çelişmemektedir. Türkiye'nin de taraf olduğu Dünya Ticaret Örgütü'nün, Ticaretle Bağlantılı Düşünce Mülkiyeti Hakları Anlaşması'nın 27.3. maddesi de "insanların ya da hayvanların tedavisinde kullanılan teşhis, tedavi ve cerrahi yöntemler" ile "mikroorganizmalar dışında bitki ve hayvanlarla esas olarak, biyolojik olmayan ve mikrobiyolojik yöntemler dışında bitki ve hayvanların üretimiyle ilgili biyolojik yöntemler" in üye ülkelerce patent verilebilir buluşlar dışında bırakılabileceğini bildirmektedir. Nitekim, dünyada bazı ülkeler BT ürün ve yöntemlerine patent verirken, bazıları hâlâ bunları patent verilebilir buluşlar arasında saymamaktadır (Bkz. 3.2.2).

2000 yılı için, Türkiye'de BT ile ilgili yasa, yalnızca 'Transgenik Kültür Bitkilerinin Alan Denemeleri Hakkında Talimat'tır (TÜBA-TTGV, 1999). Bu yasa bitkilere yönelik olup insan, hayvan ve mikroorganizmalara yönelik genetik müdahaleleri ve bunlarla ilgili prosedürleri kapsamamaktadır. Alan denemeleriyle ilgili talimatın 1998 yılında çıkmasından bu yana, transgenik bitkilerin (transgenik mısır, patates ve pamuk) alan denemelerine izin verilmekte ve bu testler Bakanlık Araştırma Enstitüleri'nce yürütülmektedir. Transgenik bitkilerin alan denemeleri dışında, tescili, üretime sokulması ve gıda olarak kullanılmasıyla ilgili mevzuatlara gereksinim duyulmaktadır. Ayrıca, yurtdışından getirtilen bitkisel kaynaklı ham ve işlenmiş ürünlerle ilgili biyogüvenlik sorunu da unutulmamalıdır. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, ithal edilen ürünleri, GDU organizmalar olup olmadığına ilişkin test etmemektedir (TÜBA-TÜBİTAK, 1999).

Bununla birlikte, bakanlıklarda GDU organizmalar ile ilgili mevzuat çalışmaları yapılmaktadır. Risk taşıyan BT uygulamaları transgenik bitkilerle sınırlı kalmayarak gelecek 5-10 yıl içinde transgenik hayvanlar, hayvandan insana doku aktarımı, embriyonik kök hücrelerinin tıpta kullanımı gibi alanları da kapsayacaktır (DPT, 2000). Bu konuların biyogüvenlik ve biyoetik açılardan izlenerek, yasalarla düzenlenmesi ve eninde sonunda Türkiye'nin de gündemine gireceği düşünülerek, bu konulardaki eksik yasal düzenlemelerin hızla tamamlanması gerekmektedir.

Genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar ve ürünler için bilgi paylaşımı mekanizmaları, risk değerlendirme, risk yönetimi, izleme ve kontrol mekanizmaları ülkemizde henüz kurulmamıştır (TÜBA-TÜBİTAK-TTGV, 1996). Bu alanda Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'na bağlı bazı araştırma enstitülerinden yararlanılmaktadır. Birleşmiş

Milletler Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi ve Biyogüvenlik Protokolü'nün ulusal koordinasyonunu Çevre Bakanlığı yapmaktadır. BTYK'nın 1999'da almış olduğu bir ek kararla, Ulusal Biyogüvenlik Kurulunun kurulması istenmektedir. TÜBA ve TÜBİTAK'ın 1999'da hazırladığı ayrıntılı bir raporla AB yasalarına uygun GDU organizmaların kısıtlı kullanımı ve çevreye bilinçli salımı ve pazara sürülmesi konusunda düzenleyici kurallar BTYK'ye önerilmiştir (TÜBA-TÜBİTAK, 1999).

Türkiye'de BT ile ilgili art ve akreditasyon uygulamaları daha yoktur (DPT, 2000). Ayrıca ülkemizde BT ürünleri ve yöntemleriyle, bunların kontrolüne ilişkin ayrıntılı düzenlemelere de rastlanmamaktadır. Bununla birlikte, dolaylı olarak da olsa, aşağıdaki birkaç düzenleme bazı biyoteknolojik ürünlerin kontrolüne ilişkin hükümler içermektedir:

- Tohumların Tescil, Kontrol ve Sertifikasyonu Hakkında Kanun, no. 308, 21.8.1963 ve bu yasaya istinaden, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nca çıkarılan 25.5.1973 tarihli Tohumculuk Yönetmeliği.
- Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nın çıkardığı, 30.1.1985 tarihli, Sığır Sun'i Tohumlaması Yapacak Gerçek ve Tüzel Kişilerin Uyacakları Esaslar Hakkında Yönetmelik.
- Sağlık Bakanlığı'nın çıkardığı 10.06.1998 tarihli Genetik Hastalıkları Tanı Merkezleri Yönetmeliği (ki bu yönetmelik uyarınca, cinsiyete bağlı hastalıklar dışında cinsiyet belirlemesi yapılamaz).
- Sağlık Bakanlığı'nın çıkardığı 07.06.1990 tarihli Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği.
- 18.10.1952 tarihli Gıda Maddelerinin ve Umumi Sağlığı İlgilendiren Eşya ve Levazımın Hususi Vasıflarını Gösteren Tüzük.

Dünyadaki 10 000 bitki türünün %27'sinin Türkiye'ye özgü olduğu göz önünde bulundurulursa bir gen bankasının gerekliliği anlaşılabilir (TÜBA-TÜBİTAK-TTGV, 1996). Bu bitki çeşitliliğinin gen, tür, ekosistem ve işlevler düzeyinde araştırılması için öncelikle bir devlet politikasının oluşturulması ve gerekli parasal kaynağın ayrılması gereklidir. Bu gen bankasının mülkiyet hakları ve hangi koşullarda kullanılacağı ya da yurtdışına satılacağı belirlenmesi gerekir. Biyolojik Çeşitlilik Konvansiyonu'nca bu kaynakların korunması, kaynakların bulunduğu ülkeyle bu kaynakları kullanarak teknoloji üretecek ve patentleyecek ülke arasındaki özel an-

laşmalara bırakılmaktadır. Dolayısıyla elimizdeki kaynakları bilmemiz ve bu kaynakların nasıl kullanılacağına ilişkin toplum olarak bir görüş oluşturmamız gerekmektedir.

#### **4.2.4.2. Teşvikler**

Ülkemizde, BT alanında devlet teşvikleri için de ayrıntılı bir düzenleme bulunmaktadır. Ancak aşağıda anılan iki düzenlemeden, BT araştırma ve yatırımlarının öncelik verilen alanlar arasında sayıldığı anlaşıyor.

- Yatırımlarda Devlet Yardımları ve Yatırımları Teşvik Fonu Esasları Hakkında Bakanlar Kurulu Kararı (23.02.1998 tarih ve 98/10755 no.lu). Bu karara istinaden Hazine Müsteşarlığı'nca çıkarılan 06.05.1998 tarihli tebliğ, kirlilik önleme ve atık teknolojilerine yönelik "temiz BT" ile "sürdürülebilir tarım teknolojileri" konusunda ve Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nca belirlenen öncelikli yatırımlar için kredi tahsisi ve muhtelif vergi muafiyetleri düzenlenmiştir.
- İhracata Yönelik Devlet Yardımları Kararı'na istinaden Para Kredi ve Koordinasyon Kurulu tarafından 09.09.1998 tarihinde çıkarılan Araştırma ve Geliştirme Yardımı'na İlişkin Karar. Bu karar uyarınca, gen mühendisliği/BT projelerine daha fazla yardım yapılması öngörülmüştür.

Türkiye'de verilen genel amaçlı teşviklerden bazı önemlileri ana başlıklarıyla aşağıda sunulmuştur:

- Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) yardımı
- Yatırım teşvikleri
- Tarımsal ürünlerde dışsatım iadesi yardımları
- Çevre maliyetlerinin desteklenmesi
- Pazar araştırması desteği
- Eğitim yardımı
- İstihdam "yol açma" yardımı
- Yurtdışında ofis-mağaza açma yardımı
- Yurtdışında düzenlenen fuar ve sergilere katılımın desteklenmesi
- İşletme ve marka tanıtım faaliyetlerinin desteklenmesi

Bu teşviklerin ne tür şirketlere, hangi koşullarla ve ne miktarlarda verildiğiyle ilgili ayrıntılı bilgiler KOSGEB internet sitesinde bulunabilir. BT şirketleri açısından özellikle ilk iki teşvik programı önemlidir.

Türkiye teknolojiye dayalı teşvik mekanizmalarının geliştirilmesi açısından oldukça geç kalmıştır. Teknoloji teşvikleri özellikle 1990'lı yıllarda, hatta 1990'lı yılların sonlarına doğru düzenlenmeye başlamıştır. En yeni çıkan yasa, Nisan 2000'de çıkan teknoloji geliştirme teşvikleri yönetmeliğidir. Bu yönetmeliğin amacı, küçük ve orta ölçekli sanayi işletmelerine çalışma mekanı sağlamak başta olmak üzere çeşitli konularda destek olmaktır. Bu desteklerden bazıları şunlardır: malzeme, teçhizat ve hammadde temini; danışmanlık ve eğitim hizmetleri verilmesi; yurtiçi ve yurtdışı fuarlara katılım ve ziyaret olanağı vermek; Ar-Ge sonuçlarını yayınlama, tanıtmaya ve patentleme konusunda yardımcı olmak; ve İnternet sitesi tasarımı yapmak. Ayrıca, yeni düzenlenen yasalarla 'Geri Ödemesiz Destekler' kapsamında 'Danışmanlık Desteği' ve 'Entellektüel Sermaye Desteği' adı altında yeni düzenlemelere gidilmiştir.

Ar-Ge'yi teşvik için başvurulacak diğer yollar, Gelir Vergisi Kanunu ve Kurumlar Vergisi Kanunu'nun 1987 yılında yayımlanan 31 sayılı tebliğinde yer alan vergi erteleme ve muafiyetleridir. Ar-Ge etkinliklerine uygulanan vergi kredileri, Ar-Ge çalışması yapan kişi ve kuruluşların yıllık gelir vergisi ya da kurumlar vergisinin %20'sinin üç yıl süreyle faizsiz ertelenmesine ve verginin üç taksitle ödenmesine olanak vermektedir. Ar-Ge çalışmalarında vergi muafiyetinden, yalnızca Ar-Ge kurumları olarak tanımlanan kuruluşlar yararlanabilmektedir.

TÜBİTAK da bilimsel çalışma yapan araştırmacılara birtakım karşılıksız yardımlarda bulunmaktadır. Bunların büyük bir bölümü, belli alanlarda açılan bilimsel yarışmalarda başarılı olan araştırmacılara para ödülü verilmesi biçimindedir. Ayrıca, son dönemde uluslararası yayın yapan araştırmacılara da yaptıkları yayın bazında maddi destek verilmeye başlanmıştır.

#### **4.2.4.3. Toplumsal, Politik ve Etik Sorunlar**

##### **4.2.4.3.1. Genel Sorunlar**

Gelişmiş ülkelerde BTnin geliştirilmesiyle ilgili yaşanan en büyük tartışmalar toplumsal, politik, ve etik sorunlardan çıkmaktadır (Zülal, 2000). Bu tartışmalar aşağıda sunulan ana başlıklarda toplanabilir:

- Tüketicilerin GDU organizmalar ve ürünleri konusunda eğitime, bilgilendirme ve seçme hakkı olması,
- GDU organizmalar laboratuvar çalışmalarının ve üretiminin güvenliğinin sağlanması,
- Genetik mülkiyet haklarının kime ait olacağının belirlenmesi.

Toplumu ilgilendiren önemli yasal düzenlemeler, ancak geniş katılımı olarak alınacak kararlar sonrasında oluşturulabilir. Bu nedenle Türk kamuoyunun bilgilendirilmesi ve tartışmaların başlatılması gerekmektedir.

Çevre Bakanlığı'nın yayınladığı 1999 tarihli genelgeyle Tüketici Hakları Evrensel Bildirgesi'nin gereği olan yasalar çerçevesinde tüm valiliklerin, GDU organizmalar konusunda dikkatleri çekilmiş, ülkemizde daha pazara sürülmesi ve üretimi onaylanmış bir GDU organizma bulunmadığı vurgulanarak, tescilli olmayan tohumların satış ve üretiminin Çevre Bakanlığı'na bildirilmesi istenmiştir (TÜBA-TÜBİTAK, 1999). Sanayi ve Ticaret Bakanlığı kısıtlı olanaklarla tüketici derneklerine konu hakkında ön bilgi sağlamıştır. Ancak ülkemizde, halkın bu konuda bilgilendirilmesi ve seçme hakkını kullanabilmesi yönünde sistemli bir çalışma hâlâ mevcut değildir.

Ulusal Biyogüvenlik Kurulu ülkemizde henüz kurulma aşamasındadır. BM'nin Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi ve Biyogüvenlik Protokolü'nün Türkiye'deki yasalara uyarlanması da süren çalışmalar arasındadır. Uluslararası ve özellikle de AB'de çıkan yasaların Türkiye'ye uyarlanması çalışmalarının hızlandırılması gerekmektedir.

#### **4.2.4.3.2. Girişimcilik kültürü**

Bölüm 3.4.2'de sözedildiği gibi gelişmiş ülkelerde BT sisteminin işleminde toplumsal yaşamın biçimlendirdiği girişimcilik kültürünün önemli bir yeri vardır. ABD'deki gibi, toplumun girişimcileri desteklediği ve teşvik ettiği bir toplumsal yapının varlığı sayesinde araştırmacılar görevlerinden ayrılarak şirket kurma yürekliliğini bulmakta ve risk alabilmektedirler. Girişimciler sayesinde değişik teknolojilerin ve şirketlerin yarıştığı bir ortam oluşmaktadır. Piyasa koşullarında başarılı olan teknolojiler ve şirketler yaşamlarını sürdürürken başarısız olanlar piyasadan çekilirler. Batan ve başarısız olan şirketlerde karşılaşılan sorunlar da diğer şirketler için örnek oluşturur. Ayrıca başarısız şirketlerde çalışanlar başka şirketlere geçerek öğrendiklerini yeni ortamlara aktarır ve belki bu yeni ortamlarda eski bilgilerini daha farklı ürün ve teknoloji yaratılmasında kullanabilirler.

Türkiye serbest girişimcilerle, 1923'ten sonra ve özellikle 1950'li yıllardan sonra tanışmış bir toplumdur. Özel sektörde aile şirketlerinin ve birkaç büyük holdin-  
gin egemenliği söz konusudur. Ayrıca, toplam üretimin yarıya yakını hâlâ devlet ku-  
rumlarınca gerçekleştirilmektedir. Büyük holdinglerde çalışmanın tercih edilir oldu-  
ğu toplumumuzda, eğitim alan gençlerin kendi işlerini kurmaktan çok var olan bü-  
yük şirketlerde kariyer yapma planları kurması da girişimcilik kültürünün, bir baş-  
ka deyişle risk almanın yaygınlaşmadığını göstermektedir.

Ölçümü zor olan girişimcilik kültürü açısından Türkiye için varılabilecek yar-  
gı, bu konuda ülkemizin çok gerilerde olduğu ve girişimcilik anlayışının yeni yeni  
oluşmaya başladığıdır.

Girişimcilik kültürünün yaratılmasının bir yolu üniversite ile endüstri arasında  
işbirliğinin gerçekleştirilmesidir (TÜBİTAK-TÜBA-TTGV, 1997). Bölüm 4.3.3.'te söz  
edildiği gibi Türkiye'de üniversite-endüstri arasındaki ilişkiler zayıftır ve bu durum  
yalnızca BT alanında değil, tüm endüstri alanlarında geçerlidir. Bu iletişimsizliğin ar-  
dında yatan birçok neden arasında toplumsal yapıların da rolü önemlidir. Şirketler,  
üniversitelerin yeterli olmadığını düşünürken, üniversiteler de şirketlerin sorunları-  
nı önemsememekte ve onları kendi bilimsel alanlarıyla ilgili görmemektedir.

Batı ülkelerinde örneklerini çok gördüğümüz şirketler arası işgücü akışı ya da  
araştırma kurumlarıyla şirketler arasında kısa zamanlı işgücü alışverişi olarak tanım-  
lanan işgücü hareketliliği Türkiye'de gelişmemiştir. Özellikle BType ilgili çok sayıda  
şirket olmadığı için ne şirketler arasında ne de üniversite ve araştırma kuruluşları  
arasında işgücü hareketliliği olmamaktadır. Şirketlere çalışmaya gidenler genelde bir  
daha araştırma kuruluşlarına dönmemekte, şirketlerden araştırma kuruluşlarına ge-  
len işgücü ise yalnızca dışardan ders verme işlevi görmektedir ve Ar-Ge etkinliklerin-  
de bulunmamaktadır.

Girişimcilik konusunu teknoloji politikaları kapsamında düşünmek ve destekle-  
yici programlar oluşturmak gerekmektedir. Ancak Türkiye'de uzun dönemli tekno-  
loji planlamasını oluşturacak, teknoloji politikaları henüz oluşturulamamıştır. 1990'lı  
yılların ikinci yarısında teknolojiye dayalı teşviklerin oluşturulması konusu günde-  
me gelmişse de henüz oluşturulmuş uzun dönemli politikalar yoktur (Göker, 1998).

# B Ö L Ü M

## SONUÇ VE ÖNERİLER





## **5. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Raporun bu bölümü, Türkiye'nin önümüzdeki dönemde BT konusunda nasıl bir politika izlemesi gerektiğine ilişkin bir tartışmayı ve önerileri içermektedir. Bu tartışma, Türkiye ile BTnin geliştirildiği başarılı ülkelerin karşılaştırılmasına dayandırılacaktır. Raporun amacı BT sisteminin önemli aktörleri konumundaki üniversitelere, şirketlere ve devlet kuruluşlarına düşen görev ve sorumlulukları saptayarak, geleceğe yönelik stratejiler geliştirmektir. Bu amaçla önce bölüm 5.1'de Türkiye'nin bugünkü durumu ve olası senaryolar tartışılacak, ardından bölüm 5.2'de BT sistemi oluşturan tüm aktörlere ve ilgili paydaşlara yönelik bir takım öneriler gündeme getirilecektir. Son olarak bölüm 5.3'de BT konusuyla ilgili olarak önümüzdeki dönemde yapılması gereken çalışmalar önerilecektir.

### **5.1. Geleceğe Yönelik Senaryolar ve Stratejiler**

#### **5.1.1. Senaryolar**

Türkiye'nin BT alanında ne yönde gelişebileceği tartışmasına başlamadan önce, Avrupa BT şirketlerinin kurduğu "EuropaBio" adlı İşadamları Derneği'nce yaptırılan Avrupa'da BT'nin geleceğine ilişkin senaryo çalışmasının sonuçları özetlenecektir. Avrupa ülkeleri için oluşturulmuş bu senaryoların Türkiye için geçerliliği kuşkuludur, ancak bu senaryoların gözden geçirilmesinin AB'ne üye olmaya çalışan Türkiye'yi girmeye çalıştığı pazarda ne tür gelişmelerin beklediğini bilmesi ve buna göre kendi yörüngesini çizmesi açısından yararlı olacaktır.

1997'de yayımlanan senaryo çalışmasında, 1995'teki verilerle 2005 yılında Avrupa'da oluşması olası BT pazarı, sektörler bazında incelenmiş ve büyümenin ne ölçüde gerçekleşeceği tahmin edilmeye çalışılmıştır. Tablo 5.1'de üç değişik senaryoya göre oluşabilecek gelişmeler özetlenmiştir.

**Tablo 5.1 EuropaBio-Senaryo Sonuçları: BT Kullanan Ürünlerin Değeri (milyar euro)**

Sektör	1995*	2005 Temel	2005 Hızlı Büyüme Senaryosu	2005 Başarısızlık Senaryosu
Sağlık	8	32 (300%)	40 (400%)	13 (62%)
Tarım	5	60 (1100%)	105 (2000%)	0 (-100%)
Gıda	17	35 (106%)	70 (312%)	6 (-65%)
Kimya	9	12 (33%)	12 (33%)	5 (-44%)
Çevre	1	4 (300%)	11 (1000%)	0 (-100%)
Diğer	0	7	12	1
Toplam	40	150	250	25

Parantez içindeki sayılar yüzde olarak büyümeyi ya da küçülmeyi göstermektedir.

\* Burada sözü geçen BT sektör tanımı daha geniş tutulmuştur. Örneğin büyük ilaç şirketleri de bu toplam içinde yer almaktadır. Oysa bölüm 3.1'de sözedilen 5,4 milyar euro büyüklüğündeki AB BT pazarında bu şirketler dahil edilmemiş yalnızca yeni kurulmuş ve BT konusunda etkinlik gösteren şirketler kapsamıştır.

Kaynak: EuropaBio, 1997, Benchmarking the Competitiveness of Biotechnology in Europe, An independent report by Business Decisions Limited and the Science Policy Research Unit, University of Sussex.

Temel senaryoda, üretici ve tüketicilerin BT'ye alıştığı, iş dünyasının destekleyici bir atmosfer içinde olduğu ve gelişmelerin süreceği tahmin edilmektedir. Ayrıca bu senaryo, yalnızca patent ve düzenleme çalışmalarının değil, hükümetlerin BT'ye desteğinin de süreceği varsayımından yola çıkar. Beklenen gelişmelerin özellikle ilaç, tarım ve imalat sanayinde kullanılan enzimler alanında gerçekleşeceği düşünülmektedir.

Hızlı büyüme senaryosu, üretici ve tüketicilerin davranışlarının çok olumlu olduğu, düzenlemelerin BT'nin ilerlemesini destekleyici bir yönde geliştiği, ulusal sağlık politikalarının BT'ye sıcak baktığı, WTO'nun tarımda BT kullanımını onayladığı bir ortam tahminine dayanmaktadır. BT'nin temel senaryodaki gelişecek alanlara ek olarak yeni bitkiler, iyileştirilmiş hayvan yemleri ve gıda ürünlerinde kullanılacağı düşünülmektedir.

Son senaryo olan başarısızlık senaryosu ise, hem iş çevrelerinin hem de tüketicilerin BT'ye çok olumsuz yaklaşması olasılığından yola çıkmaktadır. Bu senaryo, şirketlerin BT'ye karşı olan direnci kırmak için hiçbir ekonomik motivasyonlarının olmayacağı ve ilaç sektöründe de fiyat kontrollerinin artacağı tahminine dayanmaktadır. Bu senaryoda, Avrupa'nın rekabet gücünü ABD'ye karşı kaybedeceği ve dışa-

lıma bağımlı duruma geleceği öngörülmektedir. Tüm bu olumsuzlukların sonucunda toplam BT pazarının neredeyse yarısının yok olacağı düşünülmektedir.

İngiltere’de 1999 yılında yayımlanan ve o yılki verilere göre hazırlanan raporda da belirtildiği gibi, 2000 yılında Avrupa’daki BT pazarının temel senaryoyla hızlı büyüme senaryosu arasında bir yerlerde olacağı tahmin edilmektedir (DTI, 1999). Senaryolarda dikkati çeken iki önemli nokta vardır: 1) Avrupa’daki tüm BT uygulamalarının %60’ı gıda ve tarım sektörlerinde gerçekleşmektedir ve bu durumun da sürmesi beklenmektedir, 2) Tarımda BT uygulamalarında radikal artışlar (%1100-2000 arası bir oranda) olması beklenmektedir. Dolayısıyla, Türkiye senaryolarında en önemli nokta şu olmalıdır: Tarım ve gıda sektörlerinin gelişkin olduğu ülkemizde bu uygulamalara yönelik uzun dönemli yatırımlar yapılmadığı takdirde, 2005 yılında 95 ile 175 milyar euro arasında oluşması beklenen bir pazarın dışında kalınacaktır.

Türkiye’nin önündeki senaryolar nelerdir? Çok ayrıntılı olmamakla birlikte, yapılan görüşmeler ve sektörlerle ilişkin toplanan verilerden yola çıkılarak oluşturulan tahmini ve büyük olasılıkla da gerçek büyüklüğün altında kalan pazar büyüklükleri Tablo 5.2’de verilmektedir. Oluşturulan senaryo, birçok tahmine dayanmaktadır.

**Tablo 5.2 Türkiye Senaryo Sonuçları: BT Kullanan Ürünlerin Değeri (milyon dolar)**

Sektör	1999	2010 Temel Senaryo (%85)	2010 Başarılı Takipçi Senaryosu	2010 Sürünen Takipçi Senaryosu
Sağlık	350	648	1575 (%350)	567 (%62)
Tarım	0	0	560(%85)-4800(%1,500)*	0
Gıda	450	833	1350 (%200)	158 (-%65)
Kimya	30	56	40 (%33)	17 (-%44)
Çevre	100	185	750 (%650)	0 (-%100)
Diğer	0	28	75	18
Toplam	950	1750	4350-8590	760

\* 1999 yılında, tarımda BT uygulamaları olmadığı halde, potansiyel olabilecek bir piyasa olduğu tahmini yapılmaktadır, açıklama için başarılı takipçi senaryosuna bakınız.

1996’da yapılan bir çalışmaya göre Türkiye’deki BT pazarı 1996 yılı için toplam 406 milyon dolar olarak saptanmıştır (Middle East Executive Reports, 1996). Elde başka bir veri olmadığı için geliştirilecek senaryolar açısından bu veri çıkış noktası

olarak ele alınacaktır. Belirtilen çalışmada pazar kapsamına alınan ürünler çok sınırlıdır. Bunlar, laboratuvar aletleri ve biyokimyasal maddeler, mikrobiyolojik ve moleküler biyoloji girdileridir (aşılar, kültürler, test kitleri). Buna, başka sektörlerde kullanılan ürünleri de (örneğin gıda sektörünü -yoğurt ve maya gibi) eklemek gerekmektedir. Toplam pazarın içindeki test kitleri dışındaki makine ve ekipmanın değeri çıkartılırsa<sup>21</sup> sonuçta yaklaşık 360 milyon dolar kalmaktadır. Bu miktara, geleneksel BT kullanan bira, maya, şarap, yoğurt, peynir gibi gıda sektörü ürünleri<sup>22</sup> de eklenirse 1996 yılı için Türkiye’de BT ürünleri kullanan sektörün büyüklüğünün 760 milyon dolar kadar olduğu ortaya çıkmaktadır.

1999’un verileri, Bölüm 5.1.3’te sektör stratejileri tartışılırken ayrıntılı olarak ele alınacaktır. Ancak özetle, sağlık sektörü verisinin 200 milyon dolarının ilaçtan, 100 milyon dolarının tanı kitlerinden ve 50 milyon dolarının da aşılarından oluştuğu söylenebilir. Gıda sektörünün verileri yoğurt, peynir, maya, şarap ve bira gibi BT kullanan ürünleri kapsayan 450 milyon dolarlık pazarı göstermektedir. Kimya sektörü yalnızca 30 milyon dolarlık endüstriyel enzimleri içermektedir. Çevre sektöründeki biyolojik arıtım ve biyogaz üretimi için gereken girdi maddelerine ait 100 milyon doları kapsamaktadır.

**Temel senaryo** ile amaçlanan, Türkiye’nin hem şirketler hem de devlet düzeyinde BT konusunda herhangi bir özel uygulama yapmaması durumunu betimlemektir. 1996 yılında yapılan bir çalışmayla, tahmin edilen 760 milyon dolarlık piyasanın 1999’da kendi gelişme dinamiğiyle 950 milyon dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Buradan yola çıkılarak, 2010 yılı sonuna değin de toplam pazarın %85<sup>23</sup> büyüyeceği öngörülmüştür. Bu senaryoda, Türkiye’de önemli düzenlemelerin yapılmayacağı varsayımı yüzünden, tarımda BT uygulamalarının olmayacağı düşünülmüştür. Tahmin edilen büyüme oranının da tüm sektörlerde aynı oranda gerçekleşeceği var sayılmıştır.

**Başarılı takipçi senaryo** için "pozitif senaryo" denilebilir. Bu senaryoda, sektörlerde gerçekleşmesi beklenen tahmini büyümeler, Avrupa için üretilen temel se-

---

21 Pazarın 166 milyon doları ithal edilmiştir ve bunun %40’ını satın alınan makine ve ekipmanlar oluşturmuştur.

22 Yapılan görüşmeler sonucunda 1999’da gıda sektörünün içindeki BT ürünlerine bağlı pazar için 450 milyon dolarlık bir değer hesaplanmıştır. Gıda sektörü dramatik artışlar göstermediği için bu sayının 1996 yılı için 400 milyon dolar olduğu varsayımında bulunulmuştur.

23 1996-99 dönemine ait 4 yıllık sürede %25’lik büyüme gerçekleştirdiği için yıllık büyüme ortalama %5,74 olmuştur ( $1,25^{1/4}$ ). Dolayısıyla 2000-2010 yılları arasındaki toplam 11 yılda yaklaşık %85 büyüme ( $1,0574^{11}$ ) gerçekleşecektir.

naryoyla hızlı büyüme senaryosu oranlarının ortalaması<sup>24</sup> alınarak hesaplanmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, Avrupa'da bu büyüme oranları 1999-2000 yıllarında yaşanırken Türkiye'nin Avrupa'yı 10 yıllık bir gecikmeyle izleyerek bu büyüme oranlarına ancak 2010'da ulaşacağını varsayılmasıdır. Bu senaryoda düşünülen gelişmeler şöyle özetlenebilir: Türkiye'nin Ar-Ge harcamalarının artması, moleküler biyoloji konusunda çok sayıda mezun verilmesi, yabancı şirketlerin Türkiye'de yatırım yapması ve ülkemizde Ar-Ge yapımları, ulusal BT şirketlerine çok yönlü destek ve teşviklerin sağlanması ve hem ulusal hem de uluslararası şirket ve araştırma kuruluşlarıyla işbirliğinin artması. Bu senaryoda ayrıca tarım alanında olumlu gelişmelerin olacağı da düşünülmüştür. 1999 yılında Türkiye'deki tarım sektörü yaklaşık 30 milyar dolardır. Bunun 300 milyon dolar<sup>25</sup> gibi çok küçük bir bölümünün potansiyel BT'ye uygulaması taşıdığı düşünülürse, bunun gerçekleşmesi ve büyümesi sonunda 2010 yılındaki değerinin (tarımdaki büyüme oranı olarak İngiliz senaryolarının ortalaması olan yaklaşık %1500 alınmıştır) 4,8 milyar dolara ulaşması beklenebilir. Eğer Türkiye, Avrupa kadar büyüyemezse, o zaman temel senaryoda kullanılan "kendi halinde büyüme" oranında büyümesi beklenebilir. Bu durumda BT tarım sektörü %85'lik bir artışla 2010'da 560 milyon dolara ulaşabilir. Dolayısıyla tarım alanında yaşanacak gelişmelere bağlı olarak bu senaryo, BT kullanılan ürünlerin toplam pazarının 4,3 ila 8,5 milyar dolar arasında bir büyüklüğe ulaşma potansiyeli olduğunu gösterir.

Son olarak BT alanında başarısızlığı varsayan "negatif senaryo" yani **sürünen takipçi senaryosu** mevcuttur. Bu senaryo, BT alanında hiç bir olumlu gelişmenin yaşanmadığı, tersine sektörlerin kendi doğal gelişmelerini bile gerçekleştiremediği bir durumu yansıtır. Bir başka deyişle Türkiye eğer, Ar-Ge yatırımları (şirket ve araştırma kuruluşu düzeyinde) yapmamayı sürdürür ve bu alanda çalışacak işgücünü yetiştiremezse, BT alanında hızla uzmanlaşan uluslararası şirketlerin artan rekabeti

---

24 1999 yılında İngiltere Ticaret ve Endüstri Bakanlığı tarafından hazırlanan raporda belirtildiği gibi Avrupa'da gerçekleşen büyüme sözü geçen iki senaryonun ortalamasına denk düşmektedir. Dolayısıyla Türkiye için Avrupa'da yaşanan türden bir gelişme olacağı tahmin edilmektedir.

25 Türkiye tarımsal üretiminin dörtte üçünü bitkisel, öteki bölümünü de hayvansal üretim oluşturmaktadır. Bitkisel üretimin yarısı tarla bitkilerinden gelmektedir ki bunun %45'ini tahıllar (yaklaşık 6 milyar dolar), %25'ini endüstri bitkileri (yaklaşık 2,8 milyar dolar), %20'ini yağlı tohumlar ve kök bitkiler ve %10'unu baklagiller oluşturmaktadır. Dünya üretimlerine bakıldığında tahıl bitkilerinden olan mısır ve endüstri bitkilerinden olan tütünle pamuk üretimlerinin yaklaşık %30 gibi büyük bir bölümünün (özellikle ABD'de) BT yöntemleri ile üretilmiş ürünler olduğu görülmektedir. Türkiye'de yaklaşık 2 milyar dolarlık toplam üretimi olan bu ürünlerin, %10'u BT kullanılarak üretilse 200 milyon dolarlık bir tarımsal BT pazarının oluşması beklenebilir. Üstelik bu pazar yalnızca üç ürünle sınırlanmıştır. Buna öteki ürün kategorilerinden yaklaşık 100 milyon dolar daha eklenirse toplamda potansiyel olarak 300 milyon dolarlık bir tarım pazarının BT için potansiyel oluşturduğu söylenebilir (Çakmak, Kasnakoğlu, Akder, 2000).

sonucu pazarlarını kaybetmeye başlarsa, dışarıdan alınan teknolojilere ödenen lisans ücretleri artarsa, teknoloji transferi konusunda başarılı olamaz ve alınan teknolojileri etkin bir biçimde kullanamazsa, negatif senaryo gündeme gelecektir. Eğer önlem alınmazsa, Türkiye teknolojik gelişmelerden habersiz kalacak ve gelişmiş ülkelerle arası gittikçe açılacaktır.

Türkiye'nin, BT alanında ABD ya da Avrupa gibi orijinal teknolojiler üreten iddialı bir ülke olma şansı yoktur. Ancak yeterli çaba gösterildiği takdirde en azından pozitif senaryoda bahsedildiği gibi başarılı bir teknoloji takipçisi olma şansını yakalayabilir. Türkiye'de bu senaryonun gerçekleştirilebilmesi için her şeyden önce BT sistemini oluşturan şirketlerin, devlet ve araştırma kuruluşlarının yönetim anlayışlarının ve teknolojiye bakış açılarının değiştirilmesi gereklidir. Eğer Türkiye bu yaklaşım değişimini gerçekleştirir ve sonra da ikinci önemli adım olan uzun dönemli stratejiler geliştirmeyi başarıp bu stratejileri etkin bir biçimde uygulayabilirse, o zaman elindeki potansiyel olanakları değerlendirerek yüksek teknolojiye dayalı bir ekonomik büyümeyi sağlayabilir.

### **5.1.2. Stratejiler**

Türkiye'nin izleyebileceği stratejiler neler olmalıdır? Bu, yanıtlanması çok güç bir sorudur, çünkü bu stratejilerin uygulayıcıları olan şirketlerin, araştırma ve devlet kuruluşlarının biraraya gelerek karar vermesi gerekmektedir. Bu bölümde özellikle gelişmiş ülkelerin BT alanında uyguladıkları çok genel stratejilerinden<sup>26</sup> bahsedilecektir (Bartholomew, 1997; Senker ve Vliet, 1998; Fransman, Junne, Roobeek, 1995) ve Türkiye'nin izleyebileceği olası stratejiye ilişkin kısa bir tartışma yapılacaktır.

Biyoteknolojinin en çok geliştiği ABD'de uygulanan strateji "piyasaya dayalı kendi kendine yeterlilik" stratejisidir. Buna göre ABD'de, BT için gerekli temel bilim alanlarında güçlü bir araştırma altyapısı mevcuttur. Üniversitelerin çalışmaları ve onlara destek sağlayan devlet ve finans şirketleri sayesinde, bu alandaki en ileri düzeyde bilimsel bilgi üretilir. Mevcut finans yapısının, özellikle risk sermayesi şirketlerinin varlığı, üniversiteden teknoloji transferini hızlandırır ve şirketleşmeyi sağlar. Girişimci kültürün toplumsal yapının bir parçası olması nedeniyle şirketleşme kolaydır. Bunun yanında üniversite-sanayi ilişkileri de yoğundur. Servis sektörünün gelişkinliği nedeniyle yeni kurulan ve küçük şirketlere her türlü yasal ve yönetim-

---

<sup>26</sup> Detaylı tartışmalar için bakınız Bartholomew, 1997 ve Senker ve Vliet, 1998.

sel desteği sağlayan şirketlerin varlığı da BT alanında etkinlik gösteren çoğu küçük şirketin sorunlarını kolaylıkla çözmesini sağlar. Sistemin başarısında etkisi olan bir başka etken de BT üretiminin alıcısı konumundaki sektörlerin, özellikle de uluslararası büyük ilaç şirketlerinin varlığıdır. Devlet doğrudan müdahale etmekten çok BType ilişkin her türlü yasal düzenlemenin yapılması ve temel bilimlerin desteklenmesi yoluyla dolaylı bir destek sağlar. Kısacası ABD’de, inovasyon sisteminin tüm öğeleri vardır ve başarılı olarak çalışır. Sistemin kendi kendine yeterli olmasının getirdiği tek olası negatif özellik uluslararası Ar-Ge çalışmalarının pek önemsenmemesidir.

İngiltere’nin uyguladığı strateji "buluş, deney ve çoğulculuk" olarak adlandırılabilir. İngiltere, her ne kadar serbest piyasanın en önde savunucularından olsa da, son dönemde birçok gelişmiş ülkeye göre kötü bir ekonomik performans gösterdiği için özellikle yüksek katma değerli ve teknolojik alanlara yönelik politikalar geliştirmektedir. Bunu da merkezi bir politika yerine çoğulcu bir strateji ile yapmaktadır. Bir başka deyişle her devlet kuruluşu kendi deneysel uygulamalarıyla BTnin geliştirilmesi için özel programlar ve teşvikler geliştirip, uygulamaktadır. BType yönelik yasal düzenlemeler hızla oluşturulmaktadır. Kişi başına düşen Nobel ödülü açısından dünyanın önde gelen ülkesi olan İngiltere’de, BT alanında güçlü bir bilimsel birikim vardır. Üniversiteler ve araştırma kurumları dünya çapında başarılı temel bilim üreten yerlerdir. Bununla birlikte üniversite-sanayi ilişkilerinin zayıflığı yüzünden üretilen bilimsel bilgi ve teknoloji ekonomiye sokulamamaktadır. Bu nedenle akademisyen ve araştırmacıların girişimci olmaları için birçok teşvik ve destek programı oluşturulmuştur. Finans kurumlarının zayıflığı nedeniyle yeni şirketlerin kurulması konusunda yaşanan güçlük son dönemde hızla artan risk sermayesi şirketleri ile aşılmaya çalışılmaktadır. Şirketleşmenin artmasıyla birlikte BT piyasasının artık hızla büyümesi beklenmektedir, çünkü İngiltere’de pazar mevcuttur.

Japonya’nın yanı sıra Güney Kore gibi bazı Doğu Asya ülkelerinin benimsediği strateji de "küresel stratejik öğrenme ve işbirliği"dir. Japon üniversiteleri ve araştırma kurumları asıl olarak temel bilimlere değil uygulamalı bilimlere, özellikle de mühendisliğe dayandığı için BT alanında diğer gelişmiş ülkelere oranla geri konumdadırlar. Ayrıca bu ülkede üniversite ve sanayi arasındaki ilişki de düşük düzeydedir. Risk almaktan hoşlanmayan Japonların girişimciliklerinin az olduğu, dolayısıyla BT alanında şirketleşmelerin çok az yaşandığı, bunun yerine büyük şirketlerin bu alanda var olmaya çalıştıkları gözlenmektedir. Devlet olarak her zaman teknoloji



desteği sağlanan Japonya'da, BTye y6nelik bir dizi devlet politikası uygulanmaktadır. Bunların başında, temel bilim araştırmalarına verilen parasal yardımlar gelmektedir. Bir başkası, var olan ulusal şirketler arasındaki teknoloji işbirliğinin arttırılmasına y6neliktir. Bunların yanı sıra, yasal d6zenlemeler de hızla y6r6rl6đe konmaktadır, ancak Japonya'nın BT stratejisini 6zg6n kılan uygulama, uluslararası şirketlerle ve araştırma kurumlarıyla yapılan bir6ok işbirliğinin desteklenmesidir. Yurtdışından getirilen teknolojilerin en iyi bi6imde 6lkeye uyarlanması amacıyla eğitilen Japonlar, b6y6k şirketlerin oluşturduğu işbirliklerinden yararlanarak teknoloji transferini başarıyla y6r6tmektedirler.

Alman sisteminde izlenen strateji ise "toplumsal işbirliği" olarak tanımlanabilir. Eğitim sistemi İngiltere'dekine benzer bir yapıda olan Almanya'da, araştırma ve buluşlar 6ok başarılı olmasına karşın teknoloji transferi 6ok d6ř6k d6zeydedir. Akademik alanda g6rev alanların girişimcilikten uzak olmaları ve var olan finans yapısında riskli yeni alanlara destek verecek kurumların bulunmaması y6z6nden, BT alanındaki şirketleşmeler uzun s6re az sayıda ger6ekleşmiştir. Son d6nemde, yine İngiltere gibi ama daha merkezi d6zeyde bir dizi teknoloji politikasıyla teşvik sistemi oluşturulmuş ve BT şirketlerinin kurulmasına destek verilmiştir. Genel olarak teknolojik yeniliklerin 6ok geniş bir toplumsal destek alınarak yapıldığı Almanya'da, BTye g6sterilen toplumsal diren6 nedeniyle gelişmeler 6ok yavaştır. 6lkenin g66l6 end6striyel yapısı sayesinde BT şirketlerinin kurulması durumunda, hızlı gelişimin altyapısı vardır. Nitekim BT'nin toplumda tanıtılması ve yasal d6zenlemelerin netleşmesiyle birlikte son yıllarda Almanya b6y6k bir atılım yapmış ve BT şirketi sayısında Avrupa'daki ikinci b6y6k 6lke konumuna ulaşmıştır.

T6rkiye'nin BT konusunda ileri teknolojileri geliştirmesi g66 olduğundan bu teknolojileri anlama ve kullanma konusunda beceriler geliştirmesi gereklidir. Bir başka deyişle, var olan BTleri 6lkemize başarılı bi6imde aktarmayı, aktarılanı 6đrenip ayrıntılı bir bi6imde 6z6mlemeyi, 6z6mleneni ekonominin ilgili b6t6n alanlarına yaymayı, aktarılan teknolojiyi bir 6st d6zeyde yeniden 6retme yeteneğini kazanmayı ve t6m bu yetenekleri kazandıracak bilimsel alanlardaki yetkinleşmeyi sağlaması gereklidir. Dolayısıyla T6rkiye, Japonya ya da G6ney Kore gibi "*k6resel stratejik 6đrenme ve işbirliği*" tarzı bir strateji geliştirmek zorundadır. Bu t6r bir stratejiyi ger6ekleştirmek i6in de gerekli bilimsel altyapının kurulması, ulusal ve uluslararası ilişkilerin g66lendirilmesi ve devletin de bu sistemin gelişmesine katkıda bulunacak altyapı desteklerini sağlaması gerekmektedir.

DPT'nin ve Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun planlarında söz edildiği gibi BT, Türkiye için önemli ve öncelikli bir teknolojiye buna uygun politikaların üretilmesi gereklidir. Bunun gerçekleştirilmesi için de üniversitelerden sanayicilere değin birçok kurum ve organizasyona görevler düşmektedir. Her organizasyonun yapması gereken görev ve sorumlulukların tartışmasına geçmeden önce BTnin uygulanacağı sektörlerde makro düzeyde izlenebilecek bir takım stratejiler konusundaki öneriler ele alınacaktır.

### **5.1.3. Sektör Stratejileri**

BTnin etkili olduğu alanlar: Enerji, çevre, sağlık, tarım ve endüstriyel süreçlerdir. Bu sektörlerle ilgili çok kısa bilgiler ve bu sektörlerde uygulanabilecek bazı olası stratejiler aşağıda özetlenmektedir.

#### **5.1.3.1. Tıp ve Sağlık**

Tıp ve sağlık pazarının en önemli sektörü ilaç sektörüdür. Bu sektörün, 2000 yılında toplam cirosunun 4 milyar doları bulması beklenmektedir (Erk, 2000). Bunun yaklaşık 200 milyon dolarlık bölümünün de ithal BT ürünleri olacağı düşünülmektedir. İlaç sektöründe üretim yapan şirket çok sayıda şirket arasında Türk şirketlerinin çoğu küçük ölçeklidir ve asıl olarak lisans üretimi ya da jenerik üretim yapmaktadırlar. Sektörde dünya devleri olan uluslararası şirketlerden bazıları yerli ilaç şirketleriyle ortak olarak, bazıları da doğrudan kendi üretimlerini yapmaktadırlar. İlaç şirketlerinin çoğu yerli pazar için üretim yaptıklarından bütün imalat sanayinin dışsatımı içindeki payları %1'den daha düşüktür (DPT, 1994).

BT kullanan az sayıda ilaç şirketlerinden Bunlardan biri fermentasyonla antibiyotik üreten Deva Holding A.Ş. (1991'den önceki ismi Ansa A.Ş.) şirkettir (TÜBA-TÜBİTAK-TTGV, 1996). 1980'den bu yana gentamisin üretimi gerçekleştiren bu kuruluş, 1994'ten beri de potasyum klavulanat üretmektedirler. Gentamisin üreten diğer yerli ilaç şirketi Eczacıbaşı, 1990'da bu üretimini durdurmuştur. Sifar şirketine ait rifampisin üretmeye yönelik modern antibiyotik tesisleri 2000 yılında Eczacıbaşı şirketi tarafından satın alınmıştır. Henüz herhangi bir üretim etkinliği olmayan bu fabrikada yeni yatırımlar ve üretim planları yapılmıştır. Fako ve Unifar şirketleriyse ithal ettikleri penisilinden hidroliz yoluyla 6-aminopenisillanik asit üretmekte ve bunu semisentetik penisilinlerin sentezinde kullanmaktadırlar.

Türkiye'de yalnızca antibiyotik ana maddeleri sektörü gelişebilmiş, vitaminler, hormonlar, biyomateryaller ve başka sektörlerde gelişme olmamıştır. Sektörde yeni

ürün geliştirme ve biyoproses geliştirme yönünde Ar-Ge çalışmalarıysa neredeyse hiç yoktur. 1994'te DPT için hazırlanan ara raporda da söz edildiği gibi yurtdışından, özellikle Uzakdoğu'dan gelen malların piyasaya çok ucuza girmesiyle bu alanda yerli üretim çok zor durumda kalmıştır (DPT, 1994).

Sektörde devletin uyguladığı fiyat kontrolü nedeniyle kâr paylarının az olduğu söylenmektedir. Piyasanın yanı sıra şirketlerin üretim kapasitelerinin de küçüklüğü nedeniyle Ar-Ge çalışmaları neredeyse yok denecek düzeydedir. Ar-Ge'si bu denli az olan sektörde, doğal olarak BT yatırımları da yok denecek kadar azdır.

2000 yılında yürürlüğe giren ilaç patent yasasıyla, bugüne değin lisans ödemesi yapılmayan ürünler için lisans ücreti ödemek ya da izin almak zorunda kalacak yerli üreticilerin birçoğunun zor durumda kalacağından korkulmaktadır. Böyle bir ortamda sektörün BType yönelmesi gerçekten güç görünmektedir.

İlaç sektöründeki sorunlara karşın sağlık alanında durum biraz farklıdır. Açılan yeni özel hastaneler ve tıp fakülteleri, sağlık alanında kullanılan ürünlerin pazarını, özellikle tanı pazarını büyütmektedir. 1993'te yapılan sağlık reformundan sonra sağlık kurumlarının özelleştirilmesi büyük bir hız kazanarak yalnızca 1998 yılı içinde 80 yeni hastane açılmış ve o yıl özel hastane sayısı 350'ye ulaşmıştır. 1998 yılında yapılan 2 milyar dolarlık yatırımın da yarısı yurtdışından getirtilen donanım ve tıbbi malzemelere ödenmiştir (Stat-USA, 1999). Özellikle büyük gelişmeler gözlenen tanı alanında tanı kitlerinin ve aygıtlarının çoğu ithal edilmektedir. Ankete katılan birkaç şirketin yetkilileri, tanı pazarının büyüklüğünün 1999 yılı için yaklaşık 400 milyon dolar olduğunu, bunun da 100 milyonluk bölümünün BType dayalı tanı pazarının oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Tıp ve sağlık sektöründeki önemli bir başka alt sektör aşılardır. İnsan ve hayvan aşılarının bir bölümünün üretimi Türkiye'de yapılmakla birlikte, önemli bir bölümü ithal edilmektedir. Aşı üretiminin önde gelen iki kuruluşu devlete aittir ve bunlardan Hıfzısıhha Enstitüsü eski teknolojilerle, Şap Enstitüsü de modern teknolojilerle hayvan aşısı üretmektedirler. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'na bağlı "Hayvan Araştırma Enstitüleri" adındaki sekiz Ar-Ge merkezinden yedisi aşı üretimiyle görevlidir ve yurtiçindeki gereksinime yönelik çalışmaktadırlar. Aşı üretiminde 1989'da çıkarılan kararnameyle özel şirketlere de izin verilmiştir. Böylece önce Adıyaman'da Vetel daha sonra İstanbul'da Mikrogen adındaki aşı üreticisi ilk özel şirketler üretime başlamıştır. Ankete katılan şirketler, aşı pazarının 1999 yılındaki bü-

yüklüğünün, yaklaşık 50 milyon dolar olduğunu belirtmektedirler. Aşılar da üç temel grup vardır: 1- Büyük ve küçük baş hayvanlar, 2- Kanatlılar, 3- Karnivorlar (kedi, köpek vb.). Birinci grup aşılarda toplam yurtiçi piyasa değeri 25 milyon dolardır. Bu grupta etkinlik gösteren şirketler aynı zamanda dışsatım da yapmaktadırlar. Örneğin, Vetal şirketi 2 milyon dolarlık dışsatım gerçekleştirmiştir. Kanatlılar grubunda, -Tarım Bakanlığı'ndan elde edilen bilgilere göre- aşı piyasasının toplam değeri, 20 milyon dolar dolayındadır ve bunun yarısı da ithaldir. 2-3 milyon dolarlık bir piyasası olan kedi-köpek aşılarının bir bölümü dışarıdan getirilmektedir.

İlaç ve sağlık sektörünün bir başka alt grubunu biyomateryaller oluşturmaktadır. Biyomateryeller, polimerler (plastik, fiber, elastomer), metal alaşımlar, özel seramikler, karbon ve bu materyallerden oluşan kompozit maddelerdir ve bu malzemelerin kullanım alanları ise yapay organlar, sert ve yumuşak doku protezleri, teşhis ve tedavi amaçlı aygıtlardır. Bu gruba giren ürünlerden tıbbi amaçlı gaz ve sarğı bezleri, steril katkıları, protez dişler, iğneler, şırıngalar, interoküler lensler, tıbbi plakalarla diş çimentolarının ve dolgu maddelerinin çok az bir bölümü Türkiye'de üretilmektedir. Bu şirketlerden bazıları teknolojik olarak gelişkindir. Örneğin ortopedik protez ve malzemelerini üreten Hipokrat Tıbbi Malzemeler şirketi, 1998'de TÜBİTAK-TÜSİAD-TTGV tarafından verilen teknoloji başarı ödülünü almıştır. Tümüyle ithal edilen biyomateryallerden bazıları da radyografi reaktifleri ve müstahzarlarla protez gözlerdir.

Böylesine farklı özellikler taşıyan alt sektörleri bulunan tıp ve sağlık sektöründe izlenecek stratejiler de kuşkusuz farklı olacaktır. Bu stratejiler aşağıda kısaca tartışılmıştır.

İlaç sektöründe teknolojik olarak dışa bağımlılık yüksek olmakla birlikte, sektörün uzun yıllara dayanan bir üretim deneyimi vardır. Patent yasasından sonra rekabetin hızla artacağı beklenen bu sektörde yeniden yapılanmalar gündeme gelecektir. Yerli üreticilerin belirli alanlara yoğunlaşarak kendilerine rekabet üstünlüğü sağlayacak özgün piyasalar yaratması gerekecektir. Türkiye, BT ürünleri konusunda bir varlık gösterememesine karşın bu tür ürünler de ilaç piyasasında hızla artmaktadır. Gelişmiş ülkelerde ilaç piyasasının %5'ini BT ürünleri oluşturmakta ve bu oranın hızla artması beklenmektedir. Böylesine önem kazanarak artan bir ürün kategorisinde Türk şirketleri yer alabilir mi?

Bugünkü yapıyla neredeyse hiç Ar-Ge etkinliği bulunmayan Türk ilaç sanayiinde, tümüyle Ar-Ge'ye dayanarak BT ürünleri üretmek oldukça güç görünmekte-

dir. Bununla birlikte görüŖülen Ŗirketlerden Fako Ŗirketinin yetkilileri, üniversiteye verdikleri bir proje sayesinde ortaya çıkan bir buluşu üretime aktarmak için çalıştıklarını belirtmiştir. Dolayısıyla bu tür araştırma kurumlarıyla yapılacak ortaklıklar yoluyla ilaç Ŗirketleri BT alanına geçiş yapabilir. Bu alanda var olmak istendiğı takdirde izlenebilecek bir başka yöntem de Türk Ŗirketlerinin uluslararası ilaç Ŗirketleriyle olan ortak yatırımlarını BT alanına kaydırmasıdır. Fako, bu stratejiyi izleyerek ortağının ürettiğı BT ürünlerini Türk piyasasında üretmek için çalışmalara başlamıştır. Uygulanabilecek bir başka yöntem de yurtdışında patent süresi dolan ya da ücretsiz verilen teknolojileri (örneğin insülin) Türkiye’de kullanarak yeni ürünler üretmektir. Kısacası, ilaç sektöründe BT uygulamaları çok sınırlı da olsa bir uygulama potansiyeli taşımaktadır. Bu arada unutulmaması gereken nokta ilaç üretiminin, yasal düzenlemeler ve üretim uygulamalarındaki zorluklar nedeniyle uzun dönemli bir yatırım olduğudur. Dolayısıyla BTnin ilaç sektörüne uygulamaları da uzun dönemli olacaktır. Bu alanda etkinlik göstermek isteyen ve Ar-Ge yapacak Ŗirketlere, gelişmiş ölkelerde olduğu gibi teşvik sağlamak gerekecektir.

**FAKO**

**Arif Yiğit ile Yapılan Görüşmeden Alıntı**

**Haziran, 2000**

1959’da kurulan Fako İlaçları A.Ş.’nin, 505’i üniversite mezunu, 34’ü yüksek lisanslı, 5’i doktoralı olmak üzere toplam 1 177 çalışanı vardır. Klasik farmakolojik ürünlerin yanı sıra BT ürünlerine de yönelen Fako İlaçları, bir yabancı ortağına ait BT ürününün öncelikle ölkede içinde satışını daha sonra da lisans anlaşmasıyla üretimini yapmayı planlamaktadır. Ayrıca Ŗirket, bir üniversiteyle ortaklaşa yapılan bir araştırma projesi sonucunda elde edilen BT ürününü geliştirip ilaç olarak üretilmesini hedeflemektedir. Ar-Ge’ye önem veren Fako İlaçları’nın, 1999 yılı Ar-Ge bütçesi 265 milyar TL idi.

Sağlık sektöründe kısa vadede büyük bir gelir getirebilecek alt sektör, tanı testleridir. Bu sektörün piyasasında başta insan hastalıkları gelmektedir. Bunun yanı sıra hayvancılığın yaygın olduğu ölkemizde hayvan hastalıklarının ve testlerinin yapıldığı tanı kitleri de önemli bir paya sahiptir. Hastaneler, klinikler, üniversiteler, laboratuvarlar ve kişisel olarak kullanılan birçok tanı kitleri (örneğin hamilelik testi) geniş bir pazar oluşturmaktadır. AB ile daha yakın ekonomik işbirliği sırasında hayvancılık ve gıda sektöründe de kullanılması gereken tanı ve test malzemelerine gereksinim artacaktır. İnsan ve hayvan sağlığı için kullanılan ve çoğu ithal edilen bu ürünlerin yerli üretimi yapılabilir. Görüşülen Ŗirketler arasında çok başarılı, küçük

ölçekli tanı şirketlerinin varlığı da bunun olabilirliğini göstermektedir. Ayrıca tipik bir tanı kiti üretimi için gereken 10 milyon dolarlık yatırım, bir iki yıl içinde geri kazanılabildiğinden çekici bir yatırımdır. Yalnızca yerli piyasaya değil dışarıya da satılması olası bu ürünlere yatırım yapmak Türkiye için kârlı olacaktır.

#### **DIOMED**

**Namık Yıldız ile yapılan görüşmeden alıntı**

**Haziran, 2000**

Diomed, 1994 yılında cerrahide, anestezi ve mikrobiyolojide kullanılan test ve tanı malzemelerini üretmek ve geliştirmek amacıyla kurulmuştur. Kuruluş aşamasında üniversite öğretim üyeleriyle yoğun bir işbirliği yapılmıştır. Bugün toplam 44 çalışanı (1 doktoralı ve 5 üniversite mezunu) bulunan Diomed, cirosunun yaklaşık %60'ını Ar-Ge'ye ayırmaktadır. Ar-Ge bütçesi 1999 yılı için 200 000 dolarken, 2000 yılı için 450 000 dolara ulaşmıştır. İki patenti ve beş patent başvurusu olan Diomed, Belçika'ya teknoloji transferi gerçekleştirmekte ve yabancı şirketlerle yatırım ve ortaklık ilişkilerinde bulunmaktadır. Şirket önümüzdeki dönemde tüberküloz hızlı tanı kitleri ve testleri, bunlara bağlı otomatik okuma testleri, DNA transformasyon kitleri, hızlı antibiyogram testleri gibi ürünleri geliştirmeyi ve bunları hem yerli hem de uluslararası piyasaya sürmeyi planlamaktadır.

Aşı üretimi de ilaç üretimiyle karşılaştırıldığında çok daha kolay ve kısa dönemde gelir getiren, teknolojik olarak Türkiye'nin kolaylıkla uyum sağlayabileceği bir alandır. Uzun bir süredir aşı üretimi yapılmasının getirdiği deneyim ve bilgi birikimiyle Türkiye'de, transfer edilecek yeni aşı ürünlerini üretme potansiyeli vardır. Böylece dışarıya giden kaynaklardan tasarruf yapılabilir. Örneğin görüştüğümüz bir tanı firması tarafından bahsedildiği gibi Hepatit-B'nin laboratuvarında üretim maliyeti 0,15 dolar ve fabrikada üretimi de 1,3 dolarken, bu aşı Türkiye'de 15 dolara satılmaktadır. Kızılay'ın uluslararası kuruluşlardan destek alarak Hepatit-B aşısı üretimi yapma yolunda bir girişimi olduğu söylenmektedir. Türkiye'de aşı üretimi yalnızca ithalatı azaltmak açısından değil, aynı zamanda ihracat potansiyeli taşıdığı için de önemlidir. Bu alanda başarılı şirketlerden birinin yetkilerinin söylediği gibi aşı üretimi konusunda (özellikle hayvan aşısı) Türkiye'nin Orta Doğu'da lider konuma gelmesi olasıdır.

Biyomateryaller konusunda, 4.2.2 bölümünde ele alındığı gibi araştırma kuruluşlarında ve üniversitelerde yoğun bir yayın faaliyeti gözlenmektedir. Bu araştırma kapasitesinin kullanılması için teknoloji transferi konusunda çalışmalar yapılması gereklidir. Hipokrat şirketinin yaptığı gibi bu alanda başarılı üretimler yaparak ithal edilen birçok biyomateryal ürününün Türkiye'de üretilmesi sağlanabilir.

### 5.1.3.2. Tarım ve Gıda

Tarım sektörü birçok açıdan Türkiye için önemli bir sektördür. Her şeyden önce çalışan nüfusun %42'si hâlâ bu sektördedir. Bunun yanında net dışsatımcı olan ender sektörlerimizden biridir. Tarımın GSMH içindeki payı 1960'da %40 dolaylarından 1999 yılında %16'ya düşmüştür (yaklaşık 30 milyar dolar). Bununla birlikte dışsatım içindeki önemli payını hâlâ korumaktadır. Her ne kadar tarım ve ormancılık ürünleri (1999 verilerine göre, 2,4 milyar dolar) toplam dışsatımın yaklaşık %10'unu oluştursa da, sanayi ürünleri dışsatımı olarak sınıflandırılan işlenmiş tarım ürünleri (örneğin pamuktan üretilen tekstil ürünleri ve gıda maddeleri) olarak baktığında bu pay %50 dolaylarına ulaşmaktadır (Çakmak, Kasnakoğlu, Akder, 2000). Örneğin imalat sektörünün katma değer ve dışsatımının yaklaşık %15'i, tarım ürünlerinin işlendiği gıda sektöründen gelmektedir. Gıda sektörü ülke ekonomisine yaklaşık 5,5 milyar dolarlık (1999 yılı verisi) bir katkıda bulunmaktadır (DİE, 2000).

Bitki türlerinin iyileştirilmesini, kalitesinin ve değişik koşullara direncinin artırılmasını sağlayacak BT uygulamalarının potansiyel olarak Türk tarımına önemli etkilerde bulunacağı açıktır. Bununla birlikte Türkiye'de henüz uygulama alanına girmiş herhangi bir özgün transgenik ürün bulunmadığı gibi, ithal edilerek üretimi yapılan transgenik ürün de yoktur. Yalnızca test düzeyinde sürdürülen alan denemeleri vardır ve bunlardan bazıları Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'nın izniyle pamuk, mısır ve patates için yapılan alan denemeleridir. Tarımda transgenik bitkilerin kullanımına izin verilmesi durumunda Türk Tohumcular Derneği ve Uluslararası Tohum Ticareti Federasyonu (International Seed Trade Federation) tarafından belirttiği gibi yaklaşık 170 milyon dolar (International Seed Trade Federation, 2000) olan Türk tohum piyasasının bir bölümünü, bu ürünlerin karşılaması söz konusu olacaktır.

Tarımda olduğu gibi gıda sektöründe de herhangi bir BT uygulaması yoktur. Gıda sektöründe tarım ürünlerinin dönüştürülmesi aşamasında birçok BT uygulaması yapılabilecekken ülkemizde bu yönde çalışan bir gıda şirketinin bulunmadığı tahmin edilmektedir. Gıda sektöründe doğrudan BT uygulamaları olmamakla birlikte gıda katkı maddelerinde üretim maliyetlerinin azaltılması aşamasında BT kullanılabilir. Bir de gıdalardaki patojen kontrollerinde, DNA ve monoklonal antikörelere dayalı test sistemleri geliştirilebilir.

Çok sayıda Türk gıda şirketi olmasına karşın bunların önemli bir bölümü küçük ölçeklidir; dolayısıyla yeni teknolojilerden haberleri yoktur. Büyük gıda şirketleri ise yalnızca girdi olarak kullandıkları kültürler ve aşağıda endüstriyel BT bölümünde sözü edilen enzimleri ithal etme yolunu seçmektedirler.

Maya üretmekle birlikte gıda sektöründe sınıflandırılan Pakmaya şirketi BT alanında oldukça başarılıdır. Bu şirket büyük ölçekli üretim kapasitesini ve olanaklarını kullanmış, elde ettiği geliri Ar-Ge'ye harcayarak kendi rekabet gücünü sürekli arttırmış, bulunduğu alanda yoğun dışsattım yaparak büyümüş ve dünya çapında bir şirket olmuştur.

#### **PAKMAYA**

**Levent Dağışan, Pakmaya**

**Ekim, 2000**

Şirket olarak bizim de içinde bulunduğumuz ekmek mayası endüstrisi en büyük fermentasyon endüstrilerinden biridir. Tüm fermentasyon endüstrileri içinde en ekonomik hücre üretme prosesi olarak da tanınır.

Pak BT Merkezi İzmit tesislerinde 1988 yılında, Pakmaya'nın tüketiciye daha kaliteli ve daha dayanıklı ürün ulaştırma arzusunun bir sonucu olarak kurulmuştur. Bugün dünyanın önde gelen maya üreticileri arasında yer alan Pakmaya'nın bu konuma ulaşmasını ve onu elinde tutmasını sağlayan çalışmalar dizisinde Pak BT Merkezi'nin oynadığı rol çok büyüktür.

Pak BT Merkezi'nin akademik kadrosunda yurt içinde ve yurt dışında eğitimlerini tamamlayan mikrobiyoloji, moleküler biyoloji, biyokimya, fermentasyon, kimya, gıda, elektronik ve çevre mühendisliği konularında uzmanlaşmış bilim adamları yer alır. Pak BT Merkezi'nin 17 kişiden oluşan kadrosunda 2 doçent, 2 doktoralı uzman, 5 yüksek lisanslı uzman ve 8 deneyimli teknisyen yer almaktadır. Teknolojinin en son ürünü makine, araç ve gereçler bu uzman kadronun hizmetine sunulmuştur. Ülkemizde alışılmış "Ar-Ge" kavramının tersine, kalite kontrolünün bir uzantısı olmayıp tüm elemanlarıyla tam zamanlı araştırma etkinliklerini sürdüren bir birimdir.

Yıllık bütçesinin % 1.5'a yakın bir bölümünü araştırma ve geliştirmeye ayıran Pakmaya'nın bu alandaki toplam yatırımı sekiz milyon doların üzerindedir. Pak BT Merkezi araştırma laboratuvarı, pilot tesis ve çevre laboratuvarı olmak üzere üç bölümden oluşur. İlgi alanları arasında mikrobiyoloji, moleküler biyoloji, fermentasyon mühendisliği, biyokimya ve çevre BTsi gibi konularda kısa, orta ve uzun vadeli stratejik önemi olan projeler bulunur. Pak BT Merkezi'nde yapılan araştırmalar üç ana başlık altında toplanabilir. Bunlardan birincisi temel araştırma konularıdır. Yapılan temel araştırmalar sayesinde bilgi düzeyinin artırılması amaçlanır. Temel araştırma konularının uzun dönemde ağırlıklı olarak üniversitelerle ortak sürdürülmesi planlanıyor. İkinci kategoride uygulamaya yönelik araştırmalar vardır. Uygulamalı araştırma konuları arasında, sistemi iyileştirme, maliyeti düşürme, alternatif hammaddeler ve ürünlerin üretimi bulunuyor. Uzun vadeli projeler arasında da ileri BT ürünleri, prosesleri ve proses sonrası işlemleri sayabiliriz. Bu amaçlara ulaşmak için araştırma grubuyla dışsattım, iç satış ve imalat birimleri arasın-



da kesintisiz bilgi akışı sağlanır ve sürekli olarak yapılan değerlendirmeler sayesinde araştırma konuları belirlenir. Gerekli görülen durumlarda yurtiçi ve yurtdışı üniversitelerle ortak projeler oluşturulur, yüksek lisans ve doktora öğrencilerine tez konuları ve laboratuvar olanakları sunulur. Grup içi dinamizmin sağlanması ve bilgi birikimimizin sürekli yenilenmesi amacıyla, akademik kadromuz ilgi alanımıza giren bilimsel konferanslara katılır. Grubumuzun bugüne değin yayımlanmış kırka yakın bilimsel makalesi vardır. Şirketin ilgi alanında bulunan konulara ilişkin piyasalarda olan ya da olabilecek değişiklikleri en kısa zamanda saptayıp değerlendirmek ve üst yönetime bilgi vermek Pak BT Merkezi'nin görevleri arasındadır.

1999 yılında Türkiye'deki BT uygulamaları, geleneksel üretim prosesleri olan bira, şarap, maya, süt, yoğurt, peynir gibi gıda sektörü ürünlerinde gerçekleşmektedir. Gıda sektöründe Türkiye piyasasının yaklaşık 450 milyon dolar olduğu yapılan şirket görüşmeleri sırasında ortaya çıkmıştır. Buna bir de 5,5 milyar dolarlık gıda sektörünün potansiyeli eklendiğinde, BT uygulamaları açısından gıdanın Türkiye için önemli bir sektör olduğu görülür. Bunun yanında, üniversitelerin gıda ve ziraat bölümlerinde araştırma kapasitesi de vardır. Bu potansiyelin yaşama geçirilmesinde özellikle şirketlere önemli görevler düşmektedir. Birçok gıda şirketi, özellikle büyük üreticiler, yabancı lisansla üretim yapmakta ve kendi bünyelerinde Ar-Ge çalışmaları bulunmamaktadır. Bu şirketlerin yabancı ortaklarının Ar-Ge etkinliklerinin bir bölümünün Türkiye'de yapılmasına ön ayak olunması gerekmektedir. Ayrıca, şirketler üniversitelerle ilişkiye geçerek ülke içinde gıda sektörü için gereken girdilerin üretilmesi konusunda çalışabilirler. Şirketler mevcut üretimlerinin iyileştirilmesi ve rekabet güçlerinin artırılmasına yönelik BT uygulamalarına yatırım yapmaya başlamalıdır.

Hayvancılık alanında BT uygulamaları daha çok sağlık sorunlarıyla ilgili olan aşı ve testler olarak gündeme gelmektedir. Hayvan stoğunun büyük sayılara ulaştığı Türkiye'de BT uygulamaları da önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Yukarıda sözedildiği gibi bu alanda etkinlik gösteren birçok kamu kuruluşunun yanı sıra birkaç da yerli şirket mevcuttur. Bu şirketlere verilecek destek ve teşviklerle, dışalım ürünlerinin Türkiye'de üretimi sağlanmalı; ayrıca dışsatıma yönelik olarak da strateji izlemeleri açısından destek olunması gerekmektedir.

Tarım ve gıda BTsi konusunda dikkat çekilmesi gereken nokta, tıpta ve eczacılıkta olduğu gibi piyasa geliri yüksek projelerin olmamasıdır. AB düzenlemelerini kendine temel alan Türkiye'nin bu alanlarda büyük kazanç elde etmesi kısa vadede olanaksızdır. Bununla birlikte, AB'nin hem tarım hem de gıda sektörlerinde BT

uygulamalarına uzun vadede izin vereceği tahmin edilmektedir. Ayrıca bölüm 5.1.1’de söz edilen senaryolarda da belirtildiği gibi, tarım ve gıda alanında önümüzdeki dönemde radikal gelişmeler beklenmektedir. Türkiye’nin, zamanı geldiğinde BT uygulamalarını bu iki sektörde başlatabilmesi için önceden hazırlanması ve hem teknoloji hem de üretim açısından kısa zamanda harekete geçebilecek konuma gelmesi gerekmektedir. Türkiye Cumhuriyeti’nin tarihi boyunca tarımın ekonomi içinde oynadığı önemli rol nedeniyle oluşturulmuş geniş bir araştırma ve uygulama ağı bulunmaktadır. Bu altyapının iyi değerlendirilip, BT konusuna yönlendirilmesi durumunda önemli gelişmeler sağlanabilir.

İzlenecek stratejilerden biri de uzun vadeli araştırmalarla birlikte özellikle kısa vadede yapılabilecek çalışmalar üzerinde yoğunlaşmaktır. Örneğin:

- "Birçok tarım ve orman bitkisinin gen havuzları üzerinde, modern tekniklerle çalışılmalı ve ıslah çalışmaları için veri üretilmelidir.
- Ekonomik olarak önemli bitki karakterlerinin (verim, dayanıklılık gibi) bitki genomu içinde haritalanması, önemli karakterlerin ıslahını hızlandıracaktır. Böylece klasik yöntemlerdeki süre uzunluğu kısaltılacaktır. O nedenle önemli karakterleri kodlanan genlerin izole edilmesi, başka organizmalara aktarılması ve orada açılımının çalışılması için altyapı ve program geliştirilmesi gerekecektir.
- Gen transferi için gerekli olan ve bitki ıslahı için önem taşıyan hücre, doku, organ, protoplast kültürü gibi doku kültürü teknikleri, önemli tahıl ve baklagiller, meyve ve orman ağaçları için geliştirilmeli ve araştırma altyapısı oluşturulmalıdır. Ayrıca yine ekonomik bakımdan önemli türlerde, ırklar ve türler arasında füzyon teknikleri geliştirilmelidir." (TÜBA-TÜBİTAK, 1996, sayfa 97-98).

#### **5.1.3.3. Çevre ve Enerji**

BT’nin geniş olanaklar sağladığı sektörlerden biri olan enerji sektöründe, Türkiye için yakın dönemde büyük bir gelişme beklenmeyebilir. Bunun nedeni, enerji sektöründe BT uygulamalarının (örneğin biyokütle uygulaması) Türkiye’de çok sınırlı olması ve bu yönde yatırım planlarının da az sayıda olmasıdır.

Türkiye’de çevre sektöründe çeşitli BT uygulamaları yapan küçük ölçekli birçok şirket bulunmakta, ancak var olan uygulamalar genelde şirketlerin kendi geliş-

tirdiği teknolojilerden çok, ithal edilen sistemlerin kurulmasından oluşmaktadır. Görüşülen çevre şirketinin yetkilileri, sektördeki şirketlerin hemen hiçbirinin Ar-Ge yapmadığını belirtmektedir. Bu şirketler çalıştırdıkları mühendislerle satın alınan yabancı teknolojileri uygulamakta ve gerek duydukça da projenin tasarımı aşamasında üniversitelere proje vermektedirler.

Çevre yatırımlarına talep, asıl olarak 1992 sonrasında gelişmeye başladığından bu sektör daha gelişme aşamasındadır. Çevre Bakanlığı'nın kurulması ve çıkan yasalar nedeniyle, hem belediyelerin hem de endüstri kuruluşlarının, atık sularını arıtmaları yönünde büyük baskılar oluşmuştur. Dolayısıyla bu yönde yatırımlar hızla artmaktadır. Çevre Bakanlığı'yla yapılan görüşmede bildirildiği üzere, Türkiye endüstrinin %70-80'inde tam teşekküllü olmasa da arıtma vardır. Bunların da % 90'ı biyolojik arıtma yapmaktadır. Bununla birlikte yaklaşık 2000 belediyenin yalnızca 350'sinde atık sular arıtılmakta, diğerlerinde ise atıklar doğrudan doğaya boşaltılmaktadır.

Biyolojik arıtmanın ötesinde biyogaz üreterek geri kazanım yapan çok az şirket vardır. Bu alanda etkinlik gösteren şirketlerin başında kendi atıklarından önemli bir miktarda enerji elde eden Pakmaya gelmektedir. Bu şirketin dışında bu alanda çalışmayı planlayan başka şirketlerin olduğu da yapılan şirket görüşmeleri sırasında ortaya çıkmıştır. Örneğin, Konya Ereğli'deki Devlet Şeker Fabrikası bir İsviçre şirketiyle lisans anlaşması yaparak tesislerini kurmaktadır ve birkaç ay içinde biyogaz üretimine başlayacaktır. Bu şirket aşı çamurunu Pakmaya'dan almıştır. Ayrıca Bursa Büyükşehir Belediyesi, Türkiye'de ilk kez "Çöpten Enerji" üretimi gerçekleştirerek on bin ailenin gereksinimini karşılayabilecek elektrik üretimine geçmiştir.

#### **Çevre Biyoteknolojisi Tesis Maliyetleri ve Ekonomik Katkı**

**Nuri Mol, Pakmaya**

**Kasım, 2000**

Türkiye'de anaerobik BT daha yaygınlaşma aşamasındadır. Sanayileşme ve büyük yerleşim merkezlerinin oluşmasıyla anaerobik BTnin uygulanması olanağı doğmaktadır. Türkiye'de bu konuda büyük bir potansiyel vardır. Anaerobik BT uygulamasına yatkın sanayi dalları (örneğin, şeker, süt, bira endüstrisi) ülkemizde mevcuttur ve bu kuruluşların bir bölümü anaerobik tesislerinden çıkan biyogazı enerji gereksinimleri için kullanmaktadır. Böylece tesis yatırım maliyetleri de kısa sürede kendini amortize etmektedir.

Maya üretimi yapan bir sanayi kuruluşunun, anaerobik arıtma tesisleri ele alındığında ilginç bir enerji tablosu görülmektedir:

Biyogaz üretimi	:	15 000 m <sup>3</sup> /gün
Biyogazın enerji değeri	:	6 kWh/m <sup>3</sup>
Fuel-oilin enerji değeri	:	12 kWh/kg

Buhar üretimi için bir günde yakılan 15 000 m<sup>3</sup> biyogazdan elde edilen enerji, yine bir günde yaklaşık 7500 kg fuel-oilin yanmasıyla elde edilecek enerjiye eşdeğerdedir. Bu da bir yıllık işletme süresinde 2250 ton fuel-oil tasarrufu sağlanması demektir. Günümüz fiyatları taban alındığında (1 ton fuel-oil = 107 000 000 TL = 157 dolar) her yıl yaklaşık olarak 350 000 dolar'lık bir tasarruf sağlamaktadır. Elde edilen buhar, tesisin buhar gereksiniminin (mevsime göre) % 50 – 80'ini karşılamaktadır.

Son yıllarda ülkemizde biyogaz, kombine (CHP= combined heat power) sistemlerde yakılarak elektrik ve ısı enerjileri elde edilmektedir. Geri dönüşümlü bu sistem daha ekonomik ve kazançlıdır. Ankara (Tatlar) Evsel Atıksu Arıtma Tesisleri'ndeki anaerobik çamur tesisinde kazanılan 77 000 m<sup>3</sup>/gün'lük biyogaz, 3,4 MW gücündeki gaz motorlarında yakılarak elektrik ve ısı enerjilerine dönüştürülmektedir.

Aynı şekilde Bursa (Demirtaş) çöp deponi alanında oluşan biyogaz da yaklaşık 1 MW gücündeki gaz motorlarında yakılarak değerlendirilmektedir. Bursa'da yeni açılan Hamitler çöp deponi alanında da aynı sistemin kullanımı planlanmaktadır. İstanbul Şile'deki çöp deponi alanında toplanan biyogazın da 5 MW gücündeki bir sistemle elektrik ve ısı enerjilerine dönüştürülmesi gündemdedir.

Bu örnek tesisler, çevre BTsinin Türkiye'de kullanım potansiyelini göstermektedir.

Çevre sektörünün Türkiye'deki tahmini piyasa değeri 2000 yılı için 150-200 milyon dolardır. Bu pazarın biyolojik arıtma ve biyogaz üretimine ait bölümü ise tahmini olarak 100 milyon dolardır. Biyoteknoloji olarak adlandırılabilir atık su biyolojik arıtım prosesleri ve biyogaz üretimi için gereken girdi maddelerinin %40'ı yurtdışından getirtilerek uygulanmaktadır.

Çevre sektöründe ki BT uygulamaları, çevre yatırımları arttıkça doğal olarak daha da artacaktır. Önemli olan, çevre BTsi uygulamalarına ait belirtilen yararların şirketlerce algılanması ve biyolojik arıtmanın ötesinde biyogaz üretimine geçilmesinin sağlanmasıdır. Çevre BTsi konusunda üniversitelerin çevre mühendisliği bölümlerinde yoğun Ar-Ge çalışmaları yürütülmektedir. Dolayısıyla çevre ve enerji alanlarında BTnin gelişmesi için üniversite-sanayi-devlet işbirliğinin artırılması önemli bir stratejik adım olacaktır. Bu ilişki sayesinde devlet, çevre yasalarının uygulanmasını sağlayıp kontrol mekanizmalarını güçlendirerek üretim yapan şirketleri çevre konusunda yatırım yapmaya yönlendirecektir. Çevre şirketleriyle üniversiteler ortak çalışarak, ithal edilen makinelerin ve atık su arıtım proseslerinde kullanılan girdi maddelerinin (örneğin aşı çamuru) ülke içinde üretimini sağlayabilirler. Özellikle atık-

lardan (katı ya da sıvı) enerji elde edilmesi projelerine gereksinim vardır. Bu aşamada belediyelerin teşviki ve öncülüğü önemlidir, çünkü onların kuracağı sistemler sayesinde, biyogaz üretim olanağı bulunan, bir başka deyişle atıklarında organik kirlilik olan (özellikle gıda sektöründeki) şirketlerin bu teknolojiye yararlanmaları sağlanabilir.

#### **5.1.3.4. Endüstriyel Biyoteknoloji**

Endüstriyel enzimler, katalizör olarak, ilaç, tekstil (bakteriyel amilazlar, selüloz, katalaz), deri (alkali proteaz, lipaz), deterjan (alkali proteaz, selüloz, amilaz, lipaz) ve gıda sektöründe (pektinaz, asitik proteaz, alkali proteazlar, amilazlar, glükoz izomeraz vd.) kullanılmaktadır.

Gıda sektöründe enzim, başlangıç kültürü gibi birçok BT ürünü yaygın olarak kullanılmakta ancak bu alanda endüstriyel Ar-Ge yoktur, çünkü sektörün BT girdileri ithal edilmektedir. Endüstriyel BT ürünü üreten ve üretiminde kullanan gıda firmalarından biri Fersan şirkettir. Bu şirket fermentasyon teknolojisiyle sirke üretimi yapmaktadır.

Tekstil ve deri sanayiinde girdi olarak kullanılan enzimlerden bazılarının (örneğin amilaz enzimi ve alkalen fosfataz) üretimini yapan ulusal tek şirket Orba'dır. Sanayinin büyük miktarda girdisi, büyük ölçekli üretimleriyle çok ucuz ürün üretebilen çokuluslu şirketlerden ithal edilmektedir.

Türkiye Kimya Sanayicileri Derneği'nden alınan verilerde belirtildiği gibi Türkiye'de enzim (lipoprotein lipaz, aspergillus alkalın proteaz, pepsin, malt enzimleri, trombin ve diğer enzimler) pazarı 1999'da yaklaşık 32 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Bunun 10 milyon dolarlık kısmını gıda sektöründe kullanılan enzimlerin oluşturduğu belirtilmektedir.

Türkiye bu alanda var olabilmek için Orba'nın yarattığı örnek stratejiden ders almalıdır. Orba, çokuluslu şirketlerin girmediği özgün ürün alanlarını saptayarak ve bu alanlarda yeni teknolojiler geliştirerek kendine ait bir pazar oluşturmuştur ve üretimini sürdürmektedir. Endüstriyel BT konusunda araştırma kuruluşlarının kapasitesi çok zayıf olduğundan, bu alanda şirketlere daha fazla görev düşmektedir. Nitekim Orba, Ar-Ge çalışmalarına ağırlık vermekte ve teknolojisini sürekli geliştirmektedir. Hatta ürettiği teknolojiyi yurtdışına satmayı da başarmıştır. Bu alanda bir sektörün oluşması isteniyorsa, rekabetin yoğun olması nedeniyle teknolojik yatırıma girişen şirketlerin belirli bir süre boyunca desteklenmesi gereklidir.

## 5.2. Rekabete Yönelik Makro Politika Uygulamaları Açısından Yapılması Gerekenler

Türkiye'nin BT alanında neler yapması gerektiği sorusunu yanıtlayabilmek için öncelikle Türkiye'deki bugünkü durumun başka ülkelerle karşılaştırmalı olarak analiz edilmesi gereklidir. Bu karşılaştırma için BT alanında en ileri ülke olan ABD ile Türkiye'ye benzer bir gelişme izleyen Güney Kore seçilmiştir. Çok genel olarak, göreceli bir niteliğe dayalı karşılaştırma yapıldığında, Türkiye'nin konumu, görüleceği üzere (Tablo 5.3) çok zayıftır. Karşılaştırmanın yapıldığı ölçütler tüm rapor boyunca kullanılan BT sistemi perspektifine dayanmaktadır.

**Tablo 5.3 ABD, Güney Kore ve Türkiye BT Sistemlerinin Karşılaştırılması**

Karşılaştırma Kriterleri	ABD	Güney Kore	Türkiye
<b>Şirket</b>			
Şirket Sayısı	****	***	-
AR-Ge Harcamaları	****	***	-
<b>Örgütler</b>			
Güçlü Bilimsel Altyapı	****	**	*
Temel Bilimler Ar-Ge Harcamaları	****	**	-
Eğitim sistemi	****	**	*
Finans Kaynakları	****	**	-
Servis Şirketlerinin ve Bağlı Endüstrilerin Varlığı	****	**	*
Altyapı Kurumlarının Varlığı	****	***	*
<b>İlişkiler ve Ağlar</b>			
Ulusal Şirketler Arasında İşbirliği	****	****	*
Uluslararası Şirketlerle İşbirliği	****	****	-
Ulusal Şirketler ve Araştırma Kurumları Arasında İşbirliği	****	**	*
Uluslararası Araştırma Kurumlarıyla İşbirliği	***	****	*
Yabancı Ar-Ge'den Yararlanma	**	****	-
<b>Kurumsal Yapılar</b>			
Destekleyici Teknoloji Politikası	***	****	-
Girişimcilik Kültürü	****	**	*
İşgücü Hareketliliği	****	**	*
Üniversite-Endüstri İlişkileri	****	**	-
Yasal Düzenlemelerin Varlığı	****	***	-

\*\*\*\* çok güçlü \*\*\* güçlü \*\* orta \* zayıf - yok sayılacak düzeyde.

Kaynak: Türkiye dışındaki verilerden bazıları Bartholomew (1997)'in eserinden uyarlanmıştır.

Bu tablodan yola çıkarak dört ana başlık altında, Türkiye'nin BT sistemini oluşturan aktörlerin izlemesi gereken stratejiler için öneriler geliştirilmiştir. Bu önerilerin bir bölümü, düzenlenen çalıştay sırasında ileri sürülen düşüncelerle, DPT (2000), TÜBA-TÜBİTAK(1999), TÜBA-TÜBİTAK-TTGV (1996), TÜBİTAK-TÜGAM (1986) ve TÜBİTAK'ın yaptığı farklı çalışmalarda (1994, 1997b, 1999) ele alınan önerileri de kapsamaktadır.

### 5.2.1. Şirketler

#### ***Kısa ve orta dönemde:***

- Küreselleşmenin doğal sonuçlarından biri artan rekabet ortamıdır. Özellikle AB ile ilişkilerin hızla artmasından sonra Türk şirketleri, bu yeni rekabet ortamında var olabilmek için teknoloji üretimine de yönelmelidir. Yerli şirketler kendi bünyelerinde *Ar-Ge harcaması yapmalı*, yeni ürünler ve üretim süreçleri geliştirmeye çalışmalıdır. Uzun yıllar boyunca, lisans yoluyla çalışan sanayicilerin yönetim anlayışının bu yönde değişmesi gerekmektedir.
- BT ürünlerini girdi olarak kullanan ilaç, gıda, kimya ve tarım sektörlerinde yer alan şirketler strateji oluşturmak için tek tek ya da biraraya gelerek BT uygulamalarının kendi sektörlerinde yaratabileceği olası *tehditleri ve olanakları analiz etmelidirler ve BTye yatırım yapmayı düşünmelidirler*. Patent süresi tamamlanmış ürünlerin Türkiye'de yerli üretimini sağlamalıdır ve yeni şirketlerin kurulması öncelikli olmalıdır. Şirketler, AB başta olmak üzere uluslararası araştırma projelerine katılmak yoluyla *BT alanındaki gelişmeleri izleyerek* Güney Kore, Japonya ve Singapur örneklerinde olduğu gibi *uluslararası işbirlikleri* yoluyla kendi bünyelerinde olmayan BT bilgi ve yeteneklerini bünyelerine aktarmaya çalışmalıdırlar.
- Klasik BT uygulayan şirketler verimliliklerini yükseltmeli, hammadde iyileştirme ve yeniden kullanımlarıyla ilgili olarak çalışmalıdır. Özellikle üniversitemizde ve yurtdışında bu alandaki gelişmeleri izlemeleri ve kısa zamanda kendi bünyelerine aktarmalıdırlar.
- Sanayicilerin yönetim anlayışlarının değişmesini gerektiren bir başka nokta da *araştırma kuruluşları ve üniversitelerle işbirliği* konusudur. Her ne kadar üniversitelerin bürokratik engeller olsa da gelişmiş ülkelerdeki birçok şirket-

tin üniversitelerden transfer ettiği teknolojiler sayesinde çok başarılı oldukları gerçeği unutulmamalı ve üniversitelerle ilişkilerin artırılmasına çalışılmalıdır. Şirketlerin talep yaratması, üniversitelerin sanayinin sorunlarına yönelmesi açısından yararlı olacaktır.

- Uluslararası kuruluşlar en fazla desteği tarım ve hayvancılık konularında vermektedir. GAP'ın devreye girmesiyle tarımın Türkiye ekonomisindeki yeri daha da artacaktır. Bu nedenle uzun dönemde *tarım ve hayvancılık alanında etkinlik gösterecek BT şirketlerinin kurulması* gereklidir.

### 5.2.2. Örgütler

#### ***Kısa dönemde:***

- Biyoteknoloji, temel bilime dayalı bir teknoloji olduğunda bu alanda bilgi üretimi ve araştırmacı sayısı olarak kritik kütleye ulaşılmadığı sürece başarılı olmak söz konusu değildir. Böylesine bir altyapı olmadan da yalnızca şirketlere verilecek desteklerle başarılı olmak olanaksızdır. Bilimin olmadığı yerde bu bilimi kullanarak ürünler geliştirmek oldukça eksik ve çok kısa dönemli bir proje olur. Bu nedenle, Türkiye *güçlü bir bilimsel altyapı oluşturulmalı* - *dır*. Moleküler biyoloji ve tüm ilgili disiplinlerde yetişmiş insangücü, araştırmalar, yayınlar ve patentler açısından üst seviyelere ulaşılmalıdır. Bu altyapı Türkiye için yalnızca BT alanında ilerleme sağlaması ya da özel alanlarda teknoloji yaratıcısı olması açısından değil, aynı zamanda başarılı teknoloji transferi ve çeşitli teknoloji uygulamalarını yapabilmesi için de gereklidir.
- Araştırma kapasitesinin ve yetişmiş insan gücünün hızla arttırılması için nitelikli moleküler biyoloji ve genetik lisans diploması veren bölüm sayısının arttırılması gereklidir. Bununla birlikte moleküler biyoloji ve modern BT konularında yüksek lisans ve doktora eğitiminin hızlandırılması sağlanmalıdır. Bu noktada yapılması gerekenlerden biri, *nitelikli öğrencilerin üniversitelerde kalmasını sağlamak* amacıyla özellikle araştırma görevlisi kadrolarının yaratılmasıdır. Her ne kadar Türkiye'deki üniversiteler piyasa düzeyinde maaşlar veremese de, araştırma yapmak isteyen gençler heveslendirilmeli ve laboratuvarlarda çalışmaları özendirilmelidir. Biyoloji, fizik, kimya, matematik ve de bilişim dallarının eğitim programlarına alınması ve *disiplinler arası eğitim felsefesi* uygulanması gereklidir.



- Moleküler biyoloji *araştırma laboratuvarlarının altyapılarının güçlendirilmesi*, gerçekçi bütçelere dayanan temel araştırma projelerinin artırılması gereklidir. Üniversitelerde uluslararası düzeyde *bilimsel çalışmalar ve yayınlar özendirilmeli*, bu amaçla maddi destek programları oluşturulmalıdır. Uluslararası araştırma projelerine katılmanın ötesinde bunlardan bazılarının Türkiye'ye gelmesi ve burada yürütülmesine çalışılmalıdır.
- BT, bilimsel çalışmalara bağlı olduğu ve birçok şirket için hem riskli hem de maliyetli olduğundan hemen hemen bütün gelişmiş ülkelerde, birçok destek mekanizması geliştirilmiştir. Bunları oluşturan ve uygulanmasını sağlayan güçlü ve koordine olmuş devlet kuruluşları vardır. Türkiye'nin de bu yapıya kavuşması gerekmektedir.
- DPT çalışmasında önerildiği gibi devletin olan birçok Ar-Ge kurumunun sistematik olarak değerlendirilmesi ve iyi işleyen kurumların öncelikli alanlarda yeniden düzenlenip modernleştirilmesi, başarısız olanların da kapanması ya da özel sektöre devredilmesi sağlanmalıdır.
- Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'na bağlı birçok laboratuvarın uygulamalı bilimlerde yoğunlaşması ve temel bilimsel çalışmaların üniversite ve TÜBİTAK gibi kuruluşlara bırakılarak uzmanlık alanlarını ayrıştırmaları yararlı olacaktır. Şirketler ve çiftçilerle doğrudan ilişki içindeki laboratuvarların uygulama alanlarında daha verimli olacağı düşünülebilir. Böyle bir işbölümü yapılmakla birlikte kuruluşlar arasındaki ilişki ve işbirliğinin devam etmesi de sağlanmalıdır. AB ne aday ülke konumunda olan Türkiye'nin ithal ve ihraç ettiği ürünlerde uygun analizlerin yapılacağı, sertifikaların verileceği uluslararası normlara uygun laboratuvarların kurulması ve bunun için ekspertiz geliştirilmesi son derece önemlidir.

#### **Orta dönemde:**

- BT alanında doktora eğitimiyle uzmanlaşmış araştırmacıların biraraya gelerek BT projelerini yürütecekleri *yetkinlik merkezleri kurulması* gerekmektedir. Bu merkezler konuya göre uzmanlaşmalı ve o alanda çalışan ama çalıştıkları yerler açısından dağınık durumdaki uzmanların bir araya gelerek işbirliği içinde çalışmaları sağlanmalıdır. Yeterli kaynak aktarımının sağlanacağı bu merkezlerde yüksek teknoloji uygulamalarına ağırlık verilmelidir. Merkezlerin dışındaki araştırma kuruluşlarının da yüksek teknoloji istemeyen alanlara yönelmesi sağlanmalıdır. Böylece kıt olan insan ve para kaynaklarının dağılımı da-

ha iyi düzenlenmiş olur. Doktora için ve doktora sonrası yurtdışına gidenlerin takibi için bir mekanizma kurulmalıdır.

- Araştırma kuruluşlarının ve şirketlerin BT alanında etkinlik göstermesini sağlayacak destekleyici finans kuruluşları, özellikle de *risk sermayesi şirketlerinin kurulmalıdır* . Ar-Ge etkinliklerinin ticari uygulamaya geçirilmesi açısından çok önemli bir görevi olan bu finans şirketlerinin kurulması, araştırmacıları özendirerek girişimciliğin gelişmesine katkıda bulunacaktır. Devlet, hem yapacağı düzenlemelerle hem de vereceği maddi destekle, risk sermaye şirketlerinin etkin çalışmasına yardımcı olmalıdır.
- Mevcut borsaya ek olarak teknoloji firmalarının alınıp satıldığı *alternatif borsa açılmalıdır* .
- Güçlü bir bilim ve araştırma altyapısı kurulduktan sonra, yapılması gereken artık *teknoloji transferinin başarılı biçimde gerçekleşmesini sağlayacak örgütlerin oluşturulmasıdır* . Bu köprü görevindeki örgütler gelişmiş ülkelerde çok önemli roller üstlenmiştir. Şirketlerin kuracağı bu ortak organizasyon BTye dayalı bir endüstriyel gelişmeyi desteklemeli ve teknoloji transferini hızlandırmalıdır.
- Teknoloji transferi konusunda şirketlerin kendi aralarında oluşturacakları örgütlere benzer yapıların araştırma kuruluşları tarafından da kurulması gerekmektedir. *Teknoloji transferi ve buna bağlı tüm hizmetlerle teknolojinin ticari uygulamalarına ilişkin işlemlerin yapıldığı özel kurumlar oluşturulmalı* ya da bu konuda TTGV görevlendirilmelidir. Bilimsel araştırma kurumları asıl olarak araştırma görevlerini yerine getirmelidir. Böylece hem bilimsel araştırmaları hem de teknolojik uygulamaları aynı zamanda yapmak zorunda kalan devlet kuruluşlarının işlevlerini tam olarak yerine getirmeleri de sağlanacaktır. Araştırma görevi hiç olmayan ama teknoloji yönetimini sağlayacak TTGV türü bir merkezi üst kuruluşun kurulması, yetki karmaşasını engelleyip çeşitli araştırma kuruluşları arasında eşit ve tarafsız değerlendirmelerin yapılmasını sağlayacaktır.
- Şirketlerin satın almayı düşündükleri teknolojiler ya da kullandıkları teknolojilerin geliştirilmesi konusunda danışmanlık alabilecekleri mekanizmaların kurulması sağlanmalıdır.

### 5.2.3. İşbirlikleri ve Ağlar

#### ***Kısa ve orta dönemde:***

Dünyada BT konusunda başarılı olan tüm ülkeler incelendiğinde, şirketlerin araştırma kurumlarıyla sıkı ilişkiler geliştirdikleri ve bunu yalnızca ülke içinde değil ülkelerarasında da gerçekleştirdikleri görülmektedir. Bu nedenle:

- *Üniversite-sanayi işbirliğinin artırılmasına* çalışılmalıdır. Bu amaçla, BT geliştirme enstitüleri kurularak üniversite-sanayi-kamu kuruluşları işbirliği sağlanmalıdır. BTnin endüstriyel uygulama aşamasında ölçek büyütme, reaktör tasarımı, özgün ayırma ve saflaştırma yöntemleri, proses entegrasyonu gibi konularda disiplinler arası çalışmalar yapılabilmesi için *araştırma kuruluşları arasındaki işbirliği* özendirilmelidir.
- Özel sektöre verilen Ar-Ge teşviklerinin, bu şirketlerin çeşitli araştırma kurumlarıyla ortak proje yapılması koşuluyla verilmesi, işbirliğinin artmasına katkıda bulunacaktır.
- Şap Enstitüsü'nde bulunan küçük ölçekli ulusal mikroorganizma kültür koleksiyonunun büyütülerek kullanıma açılması yararlı olacaktır. Bu sayede BT ürünlerinin üretimi sırasında, ülke doğası ve biyolojik çeşitliliği göz önünde bulundurulabilir. Ayrıca yeni ürünlerin bulunması ve var olan ürünlerin desteklenmesi sağlanabilir.
- Bilgi merkezlerinin kurulması gereklidir. Bu merkezler, araştırmacıların konularıyla şirketlerin gereksinimleri arasındaki bağı kurulmasını sağlayacaktır. Bu merkezler sayesinde Türkiye bir yandan da uluslararası bilgi toplama ve bilgi değişim mekanizmalarına katılacaktır. Örneğin UNEP (United Nations Environment Programme), UNIDO ve OECD'nin yürüttüğü bilgi paylaşımı ve genel ilkelerin belirlenmesi yönündeki çalışmalara ulusal düzeyde katılmak gerekmektedir. Bu üç kuruluş bilgi paylaşım mekanizmalarını "Biotrack Online" adı altında birleştirmiştir. Bu mekanizmayla, OECD'nin biyogüvenlik harmonizasyon dokümanlarına, alan denemeleri veri tabanına, BT ürünleri veri tabanına, OECD'nin başka çalışmalarına, UNEP biyogüvenlik kayıt sistemine, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi altında yürüten çalışmalara ve UNIDO'nun "Uluslararası Biyogüvenlik Bilgi Ağı ve Danışma Servisi"ne ulaşılabilir. Türk şirketlerinin bunlardan haberdar olması sağlanmalıdır.

- Türkiye'deki sanayi işletmelerinin birçoğu ailelerin yönetimindeki küçük ve orta ölçekli şirketlerdir. Bunların kendi araştırmalarını yapma ve hatta bir kamu laboratuvarında kendileri adına yapılan bir araştırmanın sonuçlarını uygulama kapasiteleri yoktur. KOSGEB ve Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği örneklerinde olduğu gibi şirketlerin üye oldukları örgütler yeni teknolojilerin uygulanması ve üniversite-sanayi etkileşiminin artırılması konularında çalışmalıdır.
- Özellikle tarım alanında yapılacak herhangi bir BT uygulamasının başarılı olması için çiftçilerin ve tüketicilerin bilgilendirilmesi ve eğitilmesi gereklidir. Bunun yapılması için çiftçi birlikleri ve tüketici örgütleriyle şirketlerin ve araştırma kurumlarının bir arada çalışması gerekmektedir.

#### **5.2.4. Kurumsal Yapılar**

##### ***Kısa dönemde:***

- Modern BT uygulamalarının olası olumsuz sonuçlarının önlenmesi için gerekli *yasal düzenlemelerin yapılması* gereklidir. Düzenlemelerin oluşturulması aşamasında özellikle Sağlık, Sanayi ve Çevre Bakanlıkları, DPT, Hıfzıssıhha Enstitüsü, TÜBİTAK, TÜBA ve üniversitelerimizin bir araya gelmesi sağlanmalıdır. Bu kuruluşların oluşturacağı yasaların koordinasyonu ve uygulaması için ABD'deki FDA gibi çalışan (bkz. Bölüm 3.4.1.1.3) bir otoritenin Türkiye'de oluşturulması gerekir. *Yasal düzenlemelerin yapılması* kadar, bunların *etkin olarak uygulanması* da önemlidir. O nedenle yasal düzenlemelerin izlenmesi konusunda uzman yetiştirilmesi ve kontrol laboratuvarlarının kurulması gerekmektedir. Özellikle GDU organizmaların ticareti ve kullanımı aşamasında kontrol edilmesi için gerekli teknik altyapı oluşturulmalı ve insan gücü sağlanmalıdır.

##### ***Orta dönemde:***

- *Ekonomik ve politik süreklilik* olmadığı sürece yerli ve yabancı üreticiye güvenilir bir ortam sağlanamaz. Türkiye'nin uzun dönemli yatırım gerektiren böylesine önemli bir teknolojiye dayalı bir sanayi oluşturabilmesi için kurumsal yapıların da ciddi dönüşümler geçirmesi gerekmektedir.
- Ekonomi ve politika konularında olduğu gibi teknoloji politikalarında da süreklilik sağlanmalıdır. Bu amaçla, Türkiye'nin uzun *dönemli teknoloji yol ha-*

*ritasının çıkartılarak, belirlenecek önceliklere göre teknoloji politikaları oluşturulmalıdır .*

- *Uluslararası anlaşmalara uyulmalı* ve bu anlaşmalar Türk yasalarına uyumlu hale getirilmelidir. Örneğin OECD'nin bilim ve teknoloji politikaları komitesince düzenlenen toplantı ve çalışmaların sonuçları olan ölçüt, kural ve önlemlerinin Türkiye'ye aktarılması gerekir.
- Kullanımı hızla artan tanı amaçlı uygulamalar nedeniyle her türlü tanı analizi, kanser ya da kalıtsal hastalık açısından risk belirleme ve DNA incelemesi gibi konularda, *standartlar oluşturulmalı ve akreditasyon sistemi kurulmalıdır.*
- Ülkemize ithalatı söz konusu olan ya da üretilecek transgenik bitkiler, tek tek ele alınıp incelenmeli, insan sağlığı ve biyolojik çeşitlilik açılarından taşıdığı riskler belirlenmelidir. Eğer bazı riskler taşıyorsa, riski en düşük düzeye indirmek için gerekli önlemler alınmalıdır. Bu amaçla *risk değerlendirme, risk yönetimi ve izleme-kontrol mekanizmalarının kurulması* gereklidir. Ayrıca, ithal edilen bitki ve hayvan türlerinin genetik yapısını DNA parmakizi olarak kalite kontrolünden geçirecek laboratuvarların kurulması gerekmektedir.
- Gen kaynakları ülkemizde olan *tarım bitkilerinin kataloglarının hazırlanarak, DNA parmak izleri alınmalıdır* . Böylece bu bitkilerin ülke dışında ticari amaçlı kullanımları izlenebilir ve gerektiğinde de ulusal ekonomik çıkarlar korunabilir. Kısa zaman içinde, gen bankalarının kurulmasına yönelik çalışmalar başlatılmalıdır.
- Türkiye öncelikle *elindeki insan ve bitki gen havuzunu tanımlamasını yaparak bu bilgiye sahip çıkmalıdır*. Türkiye'deki genetik çalışmalar devlet desteği ile yürütülmeli elde edilecek bilgi hazinesi uygun bir şekilde işlenmeli ve korunmalıdır.
- *Kamu alımları yoluyla iç piyasada rekabet ve talep yaratmaya* yönelik politikalar sayesinde belirli bir süre içinde yerli şirketlerin BT kullanımına mali destek sağlayacak bir mekanizma kurulabilir. Savunma Bakanlığı'nın bu yön-deki uygulamalarının yaygınlaştırılması gereklidir.

- Devlet tarafından uygulanan bazı BT ürünleriyle ilgili ithalat kısıtlamaları ve vergileri ulusal BT şirketlerinin oluşması aşamasında olumlu olmakla birlikte, BT şirketlerinin ve araştırma kuruluşlarının, Ar-Ge amaçlı kullandığı moleküler biyoloji reaktifleri ve malzemeleri gibi bazı BT ürünlerinde de geçerli olduğu için maliyetleri artılmakta ve ithalat bürokrasisi yüzünden çok zaman kaybedilmektedir. Bu nedenle, Ar-Ge amaçlı kullanılan BT girdileri için diğer ürünlerden farklı ithalat düzenlemeleri olmalıdır.
- Yabancı yatırımların Türkiye'ye teknoloji transferi yapması konusunda dikkatli olmak gerekir. Günümüzde birçok uluslararası ilaç ve kimya şirketi Türkiye'de üretim yapmakta, ancak, ülkeye teknolojik yatırım yapmamaktadırlar. Üretim yatırımlarının belirli bir yüzdesinin Ar-Ge etkinliklerine ayrılması ve çalışanların eğitimden geçirilmesi gibi taleplerde bulunulmalıdır.
- Girişimcilik konusundaki toplumsal alışkanlıkların değiştirilmesine çalışılmalıdır. Örneğin bu amaçla üniversite programlarına girişimcilik derslerinin konulması sağlanabilir. Ayrıca, KOSGEB'in 1998'de kurduğu Girişimciliği Geliştirme Enstitüsü gibi, *girişimcilere yol gösterecek ve yardımcı olacak örgütler kurulmalıdır*.
- *Araştırma kuruluşlarında çalışan araştırmacılara, buluşlarını sanayiye aktarmaları konusunda yöreklendirmek amacıyla buluşların patentleme konusunda* bilgilendirilmelidir. Ayrıca araştırmacıların belirli sürelerle şirketlere giderek çalışmalarına izin verilmeli ve teşvik edilmelidir.
- BT uygulamalarının, hem insan sağlığı hem de çevre üzerinde etkisi olduğundan *sivil toplum örgütlerinin oluşturulacak her türlü düzenlemenin oluşum sürecine katılımı ve bilgilendirilmesi* gereklidir. Toplumun BT ve biyogüvenlik konularında bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi amacıyla destek sağlanmalı ve bu alanda sivil toplum örgütleriyle üniversite ve ilgili bakanlıklar arasında işbirliği özendirilmelidir. Örneğin araştırma ve teknolojik yeniliklerden elde edilecek ekonomik ve toplumsal yararlar konusunda halkı bilinçlendirecek kampanyalar düzenlenebilir.

### 5.3. Çalışılması Gereken Alanlar

Bu son bölümde, yukarıda tartışılan stratejilerin gerçekleştirilmesine yönelik çalışma planının çıkarılması amaçlanmıştır. Bu çalışma planı şunları içerecektir: Tür-

kiye için kritik olan teknoloji alt-gruplarının saptanması ve sektör bazında çalışmaların yapılması; teknoloji transferi sorunları ve ticarileşme sorunlarının incelenmesi; ve BT şirketlerinin yönetim konularının (organizasyon ve iş yönetimi gibi) araştırılmasıdır.

- **Türkiye için kritik olan teknoloji alt-gruplarının saptanması ve sektör bazında çalışmaların yapılması**

Biyoteknolojinin her alanında başarılı olmak, birçok gelişmiş ülkede bile sözkonusu olmadığı için Türkiye'nin endüstriyel yapısını en çok etkileyecek alanların saptanması gereklidir. Bu da her alt sektördeki BT gelişmelerinin dünya çapında gözlenmesi ve bunların Türkiye'de ne tür sonuçlar doğuracağına ilişkin, ekonomik fizibilite çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Bu fizibilite çalışmaları için Türkiye'de yapılmış iki tür çalışma vardır. Birincisi, DPT'nin Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı çerçevesinde oluşturduğu Özel İhtisas Komisyonu'nun raporunda yapıldığı gibi, güçlü ve zayıf noktalarla olanaklar ve tehditlerin analizinin<sup>27</sup> tüm alt-sektörler için ayrıntılı olarak yeniden yapılmasıdır (DPT, 1994). İkinci çalışma, TTGV'nin stratejik grup çalışmalarından biri olan öncelikli tarım ürünleri ve bunların BT araştırma ve uygulamalarına ilişkin rapordur. Bu çalışmada Türkiye için kritik önemde olan 25 ürün bazında (örneğin domates, tütün, şeker pancarı, mısır, patates ve karpuz) planlar hazırlanmıştır (Gözen ve diğ., 1995). Bu çalışmalara benzer biçimde tek ürün bazında BT uygulamalarının sosyo-ekonomik etkilerinin neler olacağı konusunda ekonometrik ve senaryo teknikleri kullanılarak çalışmalar yapılabilir. Örneğin Meksika'da transgenik patates türlerinin Meksika ekonomisine ve çiftçilere yapacağı etkiler ayrıntılı olarak araştırılmıştır (Qaim, 1998).

Türkiye'de yapılması gerekenlerin başında sektörlerin ve ürünlerin stratejik planlarının hazırlanması gelmektedir. Bunun yapılabilmesi için, dünya ve Türkiye düzeyinde piyasa ve teknoloji gelişmelerinin incelenmesi gerekmektedir. Bu tür çalışmalar, bilimsel araştırmalar yürüten öğretim üyelerine de Türkiye'nin öncelikli alanlarını göstererek, onların bu yönlere odaklanmasında yol gösterici olabilir. Bunun yanında, bu çalışmalar şirketlere uzun dönemli bakış açısı kazandıracaktır. Böylece şirketlerin BT alanında hangi uygulamalara yönelmeleri gerektiğini görmeleri ve kendilerine getireceği yararlardan haberdar olmaları sağlanabilecektir.

---

<sup>27</sup> SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats) analizi.

- **Teknoloji transferi sorunları ve ticarileşme sorunları**

Teknoloji geliştirme merkezlerinin iyileştirilmesi ve yaygınlaştırılması çalışmalarına ağırlık verilmelidir. Şu anda yedi merkez bulunmaktadır ve bu merkezlerde şirketlere, teknoloji geliştirme ve ticarileştirme konularının yanı sıra teknoloji transferinde de yardımcı olunmalıdır. Ayrıca, potansiyel BT kullanıcısı şirketlerin saptanması ve bu şirketlerde ortaya çıkan sorunların incelenerek çözülmesi yolunda çalışmalar yapılmalıdır.

- **BT şirketlerinin yönetim konuları (organizasyon ve iş yönetimi)**

BT şirketleri asıl olarak araştırmaya dayalı ve küçük şirketler olduklarından, gelişim aşamasında çok yönlü yönetim konusunda desteğe gereksinimleri vardır (Çetindamar, Laage-Hellman, 2001). Bu şirketler, yeni teknolojilerle çalıştıkları için ve buluşlarının çok yönlü pazar etkilerinin olması nedeniyle, onların özgün sorunlarına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Özellikle, teknoloji yönetimi konusunda, şirket yöneticilerinin eğitilmesi gereklidir.



## KAYNAKÇA

- Acharya, R., *The Emergence and Growth of Biotechnology* Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham, UK, 1999.
- Barber, S., "Biotechnology: What is it - how can it be a part of our world today?" Biotechnology: Opportunities and Challenges-Çalıştay, 6-7 Ekim, İstanbul, 2000.
- Bartholomew, S., "National Systems of Biotechnology Innovation: Complex Interdependence in the Global System", *Journal of International Business Studies*, 28 (2): 241-266, 1997.
- Barnum, S. R., *Biotechnology: An Introduction* Wadsworth Publishing Company, Ontario, 1998.
- Berkeley Lab, <http://www.lbl.gov> 2000.
- Bermek, E., "Türkiye Cumhuriyeti'nin 75.Yılında Moleküler Biyoloji", Türkiye Cumhuriyeti'nin 75. Yılında Bilim "Bilanço 1923-1998" Ulusal Toplantısı, TÜBA, Ankara, Aralık 1999.
- Berry, O., "Biotechnology in Israel", <http://www.irc.org.il/biotech/OrnaArticle.html> #41, Innovation Relay Centre, 2000.
- Beta Technology Ltd., <http://www.betatechnology.co.uk/qol.htm> 2000.
- BIO, <http://www.bio.org>, 2000.
- Biotech Sage Report, <http://www.biotechnav.com/outlook.htm> 2000.
- Biotechnology Australia, *Developing Australia's Biotechnology Future* Discussion Paper, A Federal Government Initiative, September 1999.
- BioWorld Online, *BioWorld Biotechnology State of the Industry Report 2000* <http://www.bioworld.com>, 2000.
- Brenner, C., *Policy Brief No. 14: Biotechnology Policy for Developing Country Agriculture*, OECD, Paris, 1997.
- Brenner, C., Komen, J., *International Initiatives in Biotechnology For Developing Country Agriculture: Promises and Problems*, OECD, Paris, 1994.

- Burrill, G.S., *Biotech 2000: Changes & Challenges* Burrill and Company, California, ABD, 2000.
- California Institute of Health (CIH), *The Millenium Report: Report on the Bay Area Biomedical R&D Industry*, CIH, California, 2000.
- Canning, S., "Ireland embraces biotechnology", *Nature Biotechnology* 18(3):273-275, 2000.
- Carr, G., "Life Story", *The Economist* 356 (8177): 1-16, July 2000.
- Castro, L.A.B., Kushan, J., Mydin, Z.M., *Working Group on Biotechnology: Issues for Proposed Work Program on Biotechnology* WIPO, Geneva, 1999.
- Conway, G., Toenniessen, G., "Impacts: Feeding the world in the twenty-first century", *Nature*, 402, 2, December 1999.
- Crocker, G., Keeanan, C., Ward, M., *Ernst & Young's Seventh Annual European Life Sciences Report 2000* Ernst & Young International, London ,UK, 2000.
- Çetindamar, D., Laage-Hellman, J., "Comparative Study of Firm Dynamics in the Biomedical/ Biotechnology Cluster in Ohio and Sweden", *Small Business Economics* (basılacak), 2001.
- Çetindamar, D., "Technology As a System: Industrial and Technological Systems", *International Journal of Technology Management*, 15(5/6): 681-690, 1998.
- Çetindamar, D., "Building a Biotechnology Cluster", *PICMET'99 Konferansı* (Portland International Conference on Management of Engineering & Technology), 25-29 Temmuz, Portland, Oregon, ABD, 1999.
- Çetindamar, D., Carlsson, B., '*Biotechnology and Potential Implications for Developing Countries: Building Capability for Biotechnology*', UNESCO Encyclopedia of Life Support Systems, UNESCO, basımda, 2001.
- Çetindamar, D., Braunerhjelm, P., Johansson, D., 'The Support Structure of the Biomedical Cluster: Research, Intermediary, and Financial Organizations'. Editör Bo Carlsson, *New Technological Systems in the Bio Industries: An International Study* , Kluwer, Eindhoven, basımda, 2001.

- Çetiner, S., Güleç, K., Sungur, H., 'Policies for Agricultural Biotechnology in Turkey', C. Brenner ve J. Komen (Editör), *Integrating Biotechnology in Agriculture: Incentives, Constraints and Country Experiences*. Policy Seminar for West Asia and North Africa Raporu. Rabat, Fas, 22-24 Nisan, 1996. The Hague/ Paris: Intermediary Biotechnology Service/OECD Development Centre, 56-64, 1997.
- Da Silva, E.J., Ratledge, C., Sasson, A., *Biotechnology:Economic and Social Aspects* Cambridge University Press, Cambridge, 1992.
- DİE, *Yıllık İmalat Sanayi İstatistikleri*, DİE, Ankara, 2000.
- DİE, *Araştırma ve Geliştirme İstatistikleri*, DİE, Ankara, 1998.
- DİE, *Türkiye İnovasyon Anketi* DİE, Ankara, 1998.
- Dolven, B., "Ready for the Biotech Boom?", *Far Eastern Economic Review*, June 15, 163 (24) : 44-49, 2000.
- Dorlands Directory, *Medical & Healthcare Marketplace Guide*, Dorlands, New York, 1999.
- DPT, VIII.Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005), *Biyoteknoloji ve Biyogüvenlik Özel İhtisas Komisyonu Raporu: Ulusal Moleküler Biyoloji, Modern Biyoteknoloji ve Biyogüvenlik Atılım Projesi Önerisi* DPT, Ankara, Ocak 2000.
- DPT, VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Kimya Sanayi-Biyoteknolojik Ürünler Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT, Ankara, 1994.
- DTI - Department of Trade and Industry, *Genome Valley Report: The Economic Potential and Strategic Importance of Biotechnology in the UK* DTI, London, 1999.
- Edwards,C., Jacquot, J., Robinson, J., Ritzert, A., *Putting a Human Face on Biotechnology*, United States Senate Joint Economic Committee, USA, 1999.
- Elderhost, M., "Will Cuba's Biotechnology Capacity Survive the Socioeconomic Crisis?", *Biotechnology and Development Monitor*, No.20, p.11-13/22, 1994.
- Enzing, C.M., Benedictus, J.M., Engelen-Smeets, E., Senker, J.M., Martin, P.A., Reiss,T., Schmidt, H., Assoulin, G., Joly, P.B., Nesta, L., *Inventory of public*

*biotechnology R & D programmes in Europe - Volume 1: Analytical report*  
Luxembourg, 1999.

Ernst & Young, *The Economic Contributions of the Biotechnology Industry to the U.S. Economy*, Ernst & Young Economics Consulting and Quantitative Analysis, New York, 2000a.

Ernst & Young, *Biotech 1999: Bridging the Gap, 13th Biotechnology Industry Annual Report*, Ernst & Young, 2000.

Erk, N., "4 Milyar Dolarlık İlaç Sektörü Can Çekişiyor", *Hürriyet*, 7 Haziran 2000.

EuropaBio, *Benchmarking the Competitiveness of Biotechnology in Europe: An independent report by Business Decisions Limited and the Science Policy Research Unit*, University of Sussex, 1997.

European Commission, *Press Release: European Commission supports training to help scientists launch biotechnology companies*, Brussels, 21/02/2000.

FDF (Food and Drink Federation), *Food for Our Future : Genetic Modification and Food*, FDF, London, 2000.

Forsman, Z. K., *'Biotechnology: A Legal Challenge for Turkey'* Biotechnology: Opportunities and Challenges-Çalıştay, 6-7 Ekim, İstanbul, 2000.

Fransman, M., Junne, G., and Roobeek, A., *The Biotechnology Revolution?* Oxford, UK: Blackwell, 1995.

Gaull, G.F., *"Biotechnology Regulation in America and Europe: Viewed in a Cultural Framework"*, IEA (The Institute of Economic Affairs), London, 1998.

Göker, A., *Niçin Bilim ve Teknoloji Politikası*, TÜBİTAK, Ankara, 1998.

Gözen, A., Abak, K., Kasnakoğlu, H., Çetiner, S., Güzel, A., *Türkiye'de Bitki Biyoteknolojisi Öncelikleri* TTGV, Ankara, 1995.

Gwynne, P., "Biotechnology Europe", *Science*, 289 (5483): 1373-1387, August 2000.

Hahm, K., *"Biotechnology R&D Policy, Republic of Korea"* Biotechnology: Opportunities and Challenges-Çalıştay, 6-7 Ekim, İstanbul, 2000.

- IMD (International Institute for Management Development), *The World Competitiveness Yearbook* IMD, Lozan, 1998.
- International Seed Trade Federation, World Seed Statistics, <http://www.worldseed.org/stat.htm>, 2000.
- Işık, Y., *Türkiye'nin Gelişme Sürecinde Teknoloji ve Teknoloji Politikaları: 21. Yüzyıl için Fırsat ve Riskler*, Fredrich Ebert tarafından düzenlenen "Teknoloji ve Bilim Politikaları" adlı toplantında sunulan rapor, İstanbul, 12 Şubat 2000.
- James, C., *Global Status of Commercialized Transgenic Crops: 1999. ISAAA Briefs No:12 Preview* ISAAA: Ithaca, NY, 1999.
- Johnson, G., *The Crops Guide to Biotech* Reed Business Information, Sutton, 2000.
- Johnson, R., "The Globalization of Biotechnology; A Business and Public Policy Perspective", Biotechnology: Opportunities and Challenges-Çalıştay, 6-7 Ekim, İstanbul, 2000.
- Kanavos, P., "Determinations of Market Structure in the International Biopharmaceutical Industry", in Science Technology Industry: *Economic Aspects of Biotechnologies Related to Human Health-Part II: Biotechnology, Medical Innovation and the Economy: The Key Relationships* OECD, Paris, 1998.
- KOSGEB, <http://www.kosgeb.gov.tr> 2000.
- Lähteenmäki, R., Hodgson, J., "Investment Indicators Show US is Still Ahead", February, *Nature Biotechnology*, 16: 149-150, 1998.
- McKelvey, M., *Evolutionary Innovations*, Oxford University Press, New York, 1996.
- Middle East Executive Reports, "Biotechnology in Turkey: A Newly Developing Field", *Middle East Executive Reports* 21-26, 1996.
- Moore, S. K., "Terminating the Terminator", *Chemical Week*, 161 (38): 9, 1999.
- Moses, V., Cape, R. E., *Biotechnology: The Science and the Business*, Harwood Academic Publishers, Amsterdam, 1999.

- National Research Council, *In Situ Bioremediation: When Does it Work?* National Academy Press, 207, Washington DC, 1993.
- Niiler, E., "Biotechnology in the bay", *Nature Biotechnology*, 18(3):280-281, 2000.
- Novartis, <http://www.info.novartis.com> 2000.
- Oak Ridge National Laboratory, <http://www.ornl.gov> 2000.
- OECD, *Türkiye: Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikası Raporu* OECD, Paris, 1995.
- OECD, *The Knowledge-based Economy* OECD, Paris, 1996.
- OECD, *Biotechnology and the Trade* OECD, Paris, 1997.
- Özcengiz, G., "Biotechnological Developments in Turkey", *Critical Reviews in Biotechnology*, 16(1): 53-94, 1996.
- PMP Public Affairs Consulting, Inc., *Biotechnology in Hawaii: A Blueprint for Growth*, PMP Public Affairs Consulting, Inc., North Carolina, ABD, 1999
- Pomerantz, S., "Biotechnology: Israel's Emerging Technology Future", <http://www.irc.org.il/biotech/option3.htm> , 2000.
- PricewaterhouseCoopers, *The Kesselman & Kesselman PricewaterhouseCoopers Money Tree™ Survey*, 2000.
- Robinson, C., "Will GM technology benefit the developing world?", *The Biochemist*, 21(5):23-27, 1999.
- Qaim, M., *Transgenic Virus Resistant Potatoes in Mexico: Potential Socioeconomic Implications of North-South Biotechnology Transfer*, International Service for Acquisition of Agri-biotech Applications Briefs No.7, New York, 1998.
- Senker, J., Vliet, R. V., *Biotechnology and Competitive Advantage* Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham, UK, 1998.
- Smith, J. E., *Biotechnology* Cambridge University Press, Cambridge, 1996
- Smith, N., "Seeds of Opportunity: An Assessment of Benefits, Safety and Oversight of Plant Genomics and Agricultural Biotechnology", (transmitted to

- Committee on Science for the 106<sup>th</sup> Congress Second Session), Washington DC, 2000.
- Springham, D. G., *Biotechnology: The Science and the Business* Harwood Academic Publishers, New York, 1999.
- Stat-USA, July 15, 1999, *Industry Sector Analysis Reports: Medical and Surgical Equipment*, U.S. Department of Commerce.
- Steinberg, M.F., Raso, J., "*Biotech Pharmaceuticals and Biotherapy*", American Council on Science and Health, New York, 1998.
- Swinbanks, D., "Korea's hopes of catching up in biotechnology fade as financial woes tame ambitious R&D investment plans", *Research Technology Management*, 41 (2): 2-3, 1998.
- TİDEB, <http://www.tideb.tubitak.gov.tr> 2000.
- Toronto Biotechnology Initiative, <http://www.torontobiotech.org>, 2000.
- TÜBA-TÜBİTAK, *Türkiye'de Biyoteknoloji/ Gen Mühendisliği Çalışmalarında Düzenleyici Kuralların Belirlenmesi*, Çalışma Grubu Raporu, Ankara, Ekim, 1999.
- TÜBA-TÜBİTAK-TTGV, *Türkiye için Moleküler Biyoloji-Gen Teknolojisi-Biyoteknoloji Alanına Yönelik Politika Önerisi*, Bilim-Teknoloji-Sanayi Tartışmaları Platformu: Genetik-Gen Mühendisliği-Biyoteknoloji Alanına Yönelik Politikalar Çalışma Grubu Raporu, Ankara, 1996.
- TÜBİTAK, *Biyoteknolojinin Bitki Bilimi ve İmmünolojideki Uygulamaları*, Temel Bilimler Grubuna Sunulan Rapor, 1983.
- TÜBİTAK, *Biyoteknoloji Alanında Türkiye Araştırma ve Geliştirme Politikası*, Temel Bilimler Araştırma Grubu Biyoteknoloji İhtisas Komisyonu Raporu, TÜBİTAK, Ankara, 1985.
- TÜBİTAK, *Türkiye Üniversite-Sanayi İşbirliği Birinci Şurası: Üniversite-Sanayi İşbirliğinin Geliştirilmesi*, Strateji Tasarımı ve Uygulama Modelinin Ortaya Konulması Alt Komisyon Raporu, TÜBİTAK, Ankara, Haziran 1994.
- TÜBİTAK, *Bilim ve Teknolojide Atılım Projesi Çalışma Komitesi Raporu*, Ankara, 24 Şubat 1995.

- TÜBİTAK, *Türkiye'nin Bilim ve Teknoloji Politikası*, TÜBİTAK, Ankara, Ağustos 1997a.
- TÜBİTAK, *Türkiye'nin Bilim ve Teknoloji Politikası ve TÜBİTAK'ın Misyonu* TÜBİTAK, Ankara, Mayıs 1997b .
- TÜBİTAK, *Kamu Araştırma-Geliştirme (AR-GE) Kuruluşları: Bilgi derleme-Değerlendirme Çalışması*, TÜBİTAK, Ankara, Mart 1997c.
- TÜBİTAK, *Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu 20 Aralık 1999 Gelişmelere İlişkin Değerlendirmeler ve Kararlar*, TÜBİTAK, Ankara, 1999.
- TÜBİTAK, *Bilim ve Teknoloji Göstegeleri* <http://www.tubitak.gov.tr/btpd/btspd/diger/gosterge/yeni/turkiye.html>, 2000.
- TÜBİTAK-TÜBA-TTGV, *Bilim-Teknoloji-Sanayi Tartışmaları Platformu* , TÜBİTAK, Ankara, 1997.
- TÜBİTAK-TÜGAM, *Biotechnology-Establishment and Promotion of New Biotechnological Techniques in Turkey* TÜBİTAK-TÜGAM, 1986.
- TPE (Türkiye Patent Enstitüsü), <http://www.turkpatent.gov.tr>2000.
- Çakmak, E. H., Kasnakoğlu, H., Akder, H., *Tarım Politikalarında Yeni Denge Arayışları ve Türkiye*, TÜSİAD, İstanbul, 2000.
- UN (United Nations), *World Development Tables*UN, New York, 1999.
- USPTO (United States Patent and Trademark Office), <http://www.uspto.gov> 2000.
- Wolff , M. F., "China Gears its Investment toward Global Competitiveness in Science and Technology", *Research Technology Management*, Sep/Oct 42 (5): 2-3, 1999.
- Zülal, A., "Gen Mühendisliği ve Etik Kaygılar", *Bilim ve Teknik* Haziran, 34-38, 2000.



## SÖZLÜK

**Alan denemesi:** Atmosfere açık, fakat kontrol altına alınmış bir alan içinde özel güvenlik önlemleriyle yapılan denemeler. Bu kavram halen GDU organizmalardan olan transgenik bitkilerin belirtilen koşullarda tarla denemelerini tanımlamak için kullanılmaktadır.

**Alkalın:** Sulu çözeltilerinin pH değeri 7'den yüksek olan bileşikler. Bazik.

**Anemi:** Kanda kırmızı kan hücresi sayısının azalması ve normale göre daha az hemoglobin bulunmasıyla kendini gösteren bir hastalık.

**Antibiyotik:** Bazı mikroorganizmaları öldüren ya da onların büyümesini engelleyen maddeler.

**Antijen:** Bağışıklık sistemini harekete geçiren, genelde protein ya da protein parçalarından oluşan ajanlar. Bu ajanlar bakteri ya da vürüsün bir parçası da olabilir.

**Antikor:** Bazı beyaz kan hücrelerince üretilen ve vücuda giren yabancı ajanları (bkz. antijen) etkisiz hale getiren özgül proteinler. Antikorlar, bağışıklık sisteminin bir parçasıdır. Her yeni antijen için yeni bir antikor üretilir.

**Amilaz:** Normalde pankreasta üretilen ve nişastayı sindiren enzim.

**Bağışıklık sistemi:** Vücuttaki yabancı maddeleri ya da mikropları belirleyip onları etkisiz hale getiren hücre ve dokular.

**Bakteri:** Gözle görülemeyecek denli küçük, çekirdeksiz tek hücreli mikroorganizmalar.

**Biyoetanol:** Biyokütleden yararlanılarak elde edilen etanol.

**Biyočip:** Yarı-iletken oluşturmak için organik molekülleri kullanan elektronik aygıt.

**Biyoinformatik:** Biyoloji bilimindeki bilgi saklama ve bilgiye erişme sorunlarına, bilgisayar bilimi yardımıyla çözüm arayan disiplin. Genelde genom ve protein dizileriyle ilgili çok geniş kapsamlı elektronik bilgi bankalarının hazırlanmasını ve bunların analizini kapsamaktadır.

**Biyokatalizör:** Canlılardaki biyokimyasal olaylarda katalizör işlevi gören maddeler.

**Biyokimya:** Canlı hücre, doku, organ ve organizmaların kimyasal yapısıyla ilgilenen bilim dalı.

**Biyokütle:** Yakıta dönüştürülebilecek bitkisel kaynaklı her türlü malzeme.

**Biyoleaching:** Bakteri ya da mantar gibi mikroorganizmalar kullanılarak metallerin çözülebilir hale getirilmesi.

**Biyomateryal:** Canlı bir organizmadaki herhangi bir dokuyu, organı ya da işlevi tedavi etmek, yenilemek ya da onun yerine geçmek için kullanılan ve ilaç kapsamında olmayan materyal.

**Biyomolekül:** Canlı bir organizmanın gerekli parçası olan organik molekül

**Biyoproses:** Kimyasal amaçlı kullanım için biyolojik bir ürünün, özellikle gen mühendisliği tekniği kullanılarak, üretimini kapsayan süreçler.

**Biyoremediasyon:** Çevresel sorunların çözülmesi ya da kirliliğin önlenmesi için bitki ya da mikroorganizmaların kullanılması.

**Biyosensör:** Biyolojik materyal ya da doku kullanılarak bir kimyasal maddeyi saptayan ve miktarını ölçen aygıt

**Beta-karoten:** Bitki hücrelerinde bulunan ve hayvanların A vitamini üretmeleri için gerekli öncül madde.

**Chymosin (rennin):** Peynir yapımı sırasında sütün kesilmesi için kullanılan enzim.

**Çevreye bilinçli salım:** GDU organizma kapsamına giren bir canlının çevreye kontrollü salımını tanımlar.

**DNA (Deoksiribo Nükleik Asit):** Uzun bir nükleotid zinciri. Biyolojik bilginin kimyasal biçimi ve genlerin maddesi.

**DNA parmak izi:** Herhangi bir canlı organizmaya özgü olan genetik bilgilerin analizi ile elde edilen ve ilgili organizmayı tanımlayan moleküler parmak izi.

**Ekoloji:** Canlıların, birbirleriyle olan ilişkilerini ve cansız çevreyle olan madde ve enerji alışverişlerini inceleyen bilim dalı.

**Embriyo:** İnsanda, döllenmeden iki hafta sonra başlayan ve hamileliğin yedinci ya da sekizinci ayına kadar süren gelişim evresindeki yavru.

**Enzim:** Özel kimyasal işlevi olan protein molekülü. Katalizör görevi görerek, özelliklerini değiştirmeden tepkimeleri hızlandırırlar.

**Enzimoloji:** Enzimleri inceleyen bilim dalı.

**Faktör VIII:** Kanda bulunan ve kanın damar dışında pıhtılaşmasını sağlayan onlarca proteinden biri.

**Farmakoloji:** İlaçların tasarlanmasını, kimyasal yapısını, bileşimini, tanımlanmasını ve biyolojik etkilerini inceleyen bilim dalı.

**Fenotip:** Bir organizmanın fiziksel görünüşü, gözlemlenebilir özellikleri.

**Fermentasyon:** Bakteri, mantar ya da yosun gibi canlıların ürettikleri enzimler aracılığıyla karbonhidrat gibi organik maddelerin kimyasal olarak parçalanması. Genelde oksijensiz ortamda gerçekleşir ve çoğunlukla nişastanın şeker ya da etil alkolle dönüşmesini kapsar.

**Fotosentez:** Yeşil renkli klorofil sayesinde ışık enerjisini kullanarak, suyun ve karbondioksitin şeker ve oksijene dönüştüğü kimyasal olayların bütünü. Bitki, yosun ve bazı bakterilerde görülür.

**Früktöz:** Meyve şekeri olarak bilinen basit şekerlerden biri.

**Gen:** Kalıtımın temel yapısal ve işlevsel birimi. İşlevsel bir ürünün bilgisini kodlayan, belli bir kromozomu oluşturan DNA'nın belli bir yerinde bulunan nükleotid dizisi.

**Gen bankası:** DNA dizilerinin toplandığı veritabanı.

**Genetik mühendisliği:** Modern moleküler biyolojinin teknikleri kullanılarak (bazı genler eklenerek ya da çıkarılarak) bir organizmanın genetik meteryalinin değiştirilmesi.

**Gen terapisi:** Genetik bir hastalığı tedavi etmek ya da genetik bir kusuru düzeltmek amacıyla bir insanın hücrelerine yeni bir genin aktarılmasını kapsayan süreç.

**Genom:** Bir organizmanın tüm DNA dizisi.

**Genomik:** Genom dizileme, genom haritalama ve gen fonksiyonlarını inceleyen disiplin.

**Genotip:** Bir organizmanın genetik yapısı.

**Glikoz:** Altı karbonlu basit şeker.

**Hemofili:** Kan pıhtılaşma bozukluğuyla kendini gösteren, X kromozomuna bağlı genetik bir hastalık. Pıhtılaşma faktörlerinden Faktör VIII (Hemofili A) ya da Faktör IX (Hemofili B) genlerindeki mutasyonla ortaya çıkar.

**Hepatit (Sarılık):** Karaciğer enfeksiyonuyla başlayan, ciltte sararma, ateş, iştah bozukluğu ve mide bulantısıyla seyreden viral bir epidemik hastalık. Hepatit B, HBV virüsünün bulaşmasıyla başlayan ciddi karaciğer bozukluğu ve bazen de ölümle sonuçlanan bir hepatit çeşididir.

**Herbisit:** Bitkileri öldüren ya da üremesini kontrol altında tutan kimyasal maddeler. Bazı herbisitler yalnızca yabancı otlara etki gösterirken, bazıları da tüm bitkiler üzerinde etkili olmaktadır. Herbisitlerin kullanılması tarım verimini arttırmış ancak önemli çevre sorunlarına yol açmıştır.

**Hibridizasyon:** İki farklı tür ya da alt türden organizmanın çiftleştirilmesi, (melezleme).

**Hibridoma:** Antikor üreten akyuvarlarla bazı tümör hücrelerinin kaynaştırılmasıyla oluşturulan ve istenilen bir antikoru sürekli üreten hücre soyu.

**Hibrid tohum:** İki farklı bitki türünün ya da alt türün melezleşmesiyle oluşan tohum.

**Hidrokarbon:** Yalnızca hidrojen ve karbon elementlerinden oluşan organik moleküller.

**HIV:** İnsan bağışıklık sistemi yetmezliği hastalığına (AIDS) yol açan virüs.

**Hormon:** Bir organizmada belli hücre ya da dokuların ürettiği ve vücut sıvılarıyla taşınarak organizmanın başka hücre ya da dokularının aktivitesini etkileyen biyokimyasal madde.

**İmmünoloji:** İnsan ve gelişmiş hayvanların bağışıklık sistemlerini ve antikorlarla, antijen ve hastalıkları nasıl yendiğini araştıran, biyolojinin bir alt dalı.

**İmmünoterapi:** Hastalığa yol açan ajanları yok etmesi için bağışıklık sisteminin uyarılmasını sağlayan bir tedavi tekniği.

**İnsülin:** Pankreasta üretilen ve kandaki şekerin düzenlenmesinde rol oynayan bir hormon. Şeker hastaları insülini sürekli dışardan almak zorundadır.

**İnterferon:** İnsan kanında bulunan ve virüse karşı bağışıklık sağlayan maddeler.

**İşaretleyici gen:** Tesbit edilebilir bir fenotipi sayesinde organizmanın gen transferi yapılmamış diğer organizmalardan ayrılmasını sağlayan gen.

**Kanser:** Başka dokuları tahrip ederek ve vücuda yayılarak ilerleyen, kontrolsüz bölünen ve büyüyen hücrelerin neden olduğu hastalıklar.

**Katalizör:** Kimyasal ya da biyokimyasal tepkimeleri hızlandıran maddeler. Örneğin, enzimler biyolojik katalizörlerdir.

**Kısıtlı (kapalı/contained) kullanım:** Mikroorganizmaların genetik olarak değiştirilmesi ya da GDU organizmaların üretilmesi, saklanması, kullanılması, taşınması, fiziksel korunaklar ya da bunlarla birlikte kimyasal ve/veya biyolojik korunaklarla elden çıkarılmasına ilişkin her genel işlemin genel toplum ve çevre ile temasında uygulanan kısıtlama.

**Klonlama:** Bir hücrenin ya da canlının tek bir atadan genetik kopyalarının üretilmesi ya da bir DNA parçasının kopyalarının üretilmesi.

**Klasik biyoteknoloji:** Modern bilgi ve teknolojilerin kullanımını gerektirmeyen, insanlık tarihi boyunca deneme-yanılma yoluyla geliştirilen biyoteknoloji.

**Konjugasyon:** Bazı mikroorganizmaların gen alışverişinde bulundukları üreme işlemi.

**Kromozom:** Hücre çekirdeğinde bulunan ve DNA'dan yapılmış tüp şeklinde bir yapı. Bir insan hücresinde 46 kromozom bulunur.

**LDL (Low Density Lipoprotein):** Kandaki kolestrolü taşıyan lipoprotein (yağ ve proteinden oluşan molekül). Kandaki LDL miktarının kalp hastalıklarıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

**Lipid:** Yağ molekülü.

**Lösemi:** Kan hücresi üreten organlarda (genelde kırmızı kemik iliği) görülen kanser çeşitleri. Kontrolsüz ve anormal beyaz kan hücresi üretimiyle kendini gösterir.

**Maya:** Mantarlar aleminin en basit tek hücreli canlıları.

**Maya kültürü:** Maya hücrelerinin laboratuvar koşullarında üretilmesi.

**Mayalanma:** Bkz. Fermentasyon

**Mesajcı RNA (mRNA):** DNA'dan aldığı bilgiyi, protein üretimi için hücrenin öteki mekanizmalarına taşıyan, bir gen uzunluğunda ve RNA'dan oluşan bir ara molekül.

**Metabolizma:** Hücre içinde gerçekleşen tüm biyokimyasal olaylar, madde ve enerji dönüşümleri.

**Metabolik döngü:** Metabolizmanın, birbirine bağlı kimyasal olayları kapsayan özel bir kısmı.

**Metabolit:** Metabolizmada yer alan herhangi bir madde (metabolizma ürünü ya da metabolizma için gerekli bir madde de olabilir ).

**Mikroorganizma (Mikrop):** Bakteri, mantar, bazı gelişmiş tek hücreliler, yosunlar ve virüsler gibi çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük canlılar.

**Monoklonal antikor:** Yalnızca tek tip bir antijeni tanıyan antikorlar. Tek bir antikor üreten hücrenin kuşaklarınca üretilir. Örneğin, hibridoma.

**Mutasyon:** DNA'nın yapısının kimyasal ya da fiziksel bir etkiyle değişmesi. Mutajen, mutasyona neden olan faktördür.

**Nişasta:** Bitkilerde karbonhidratların depolanma biçimi olan karmaşık bir polisakkarit (kompleks karbonhidrat çeşidi).

**Nörolojik hastalıklar:** Gelişim bozukluğu, yaralanma, hastalık ya da toksinlerin neden olabileceği, merkezi sinir sistemindeki anormal durumlar.

**Nükleotit:** DNA molekülünün yapısal birimi.

**Patojen:** Hastalığa neden olan mikroorganizma ya da başka canlılar.

**Patoloji:** Hastalık bilimi.

**PCR:** Bir DNA bölgesinin, incelenmek için yeteri kadar çoğaltılmasını sağlayan yöntem.

**Penisilin:** Bakterilerde hücre duvarı sentezini durdurarak onların üremelerini engelleyen bir çeşit antibiyotik.

**Pıhtılaşma faktörü:** Kanda bulunan ve damar zedelenmesi sonucunda, kanın damar dışında pıhtılaşmasını sağlayarak kanamayı durdurmada görev alan enzimlerden herbiri.

**pH:** Bir ortamın asitlik derecesini belirten ve 1 ile 14 arasında değer alabilen parametre.

**Plasmid:** Bakterilerde bulunan ve bakteri hücresinin içine girip çıkma yeteneği olan, küçük, yuvarlak bir DNA parçası.

**Polen:** Çiçekli bitkilerde erkek üreme hücrelerini taşıyan küçük tanecikler. Çiçek tozu.

**Populasyon:** Belli bir alanda yaşayan ve aynı türe ait canlıların oluşturduğu topluluk.

**Protein:** Özel düzenleri olan aminoasit zincirleri. Canlıların yapısını oluşturan ve biyokimyasal işlevleri olan moleküller.

**Protein mühendisliği:** Proteinleri saflaştırma, inceleme ve onları kodlayan genleri değiştirerek istenilen özellikte protein molekülleri üretme tekniği.

**Proteomik:** Genlerin işleyişini proteinlerin tanımlanması ve karakterizasyonu yolu ile protein düzeyinde inceleyen disiplin.

**Rehabilitasyon:** Bir bölgenin -eski durumuna geri gelmesine de- ekolojik olarak iyileştirilmesi.

**Rekombinant DNA:** Değişik kaynaklara sahip iki DNA parçasının ucuca eklenmesiyle oluşturulan DNA molekülü. Örneğin, başka bir organizmanın DNA'sı bakteri plasmidine eklenerek rekombinant bir DNA molekülü elde edilir.

**Ribozom:** Bir RNA ve protein birleşimi. Transfer RNA'nın yardımıyla ve aminoasitlerin varlığında mesajcı RNA'yı okur, amino asitleri protein oluşturmaları için uygun düzende birbirine ekler.

**SCID ( Severe Combined Immunodeficiency Disease ):** Kronik ve kombine bağışıklık sistemi yetmezliği ile kendini gösteren genetik hastalık.

**SNP (Single Nucleotide Polymorphism):** Bir genin nükleotid dizisinde tek bir nükleotidin farklı olması. SNP, gen ürününün yapı ya da işlevini etkileyebilir. Bireyler arasındaki farklılığın nedenlerinden biri olan SNP, her popülasyonda doğal olarak bulunmaktadır.

**Sistik fibroz:** Sindirim ve solunum yollarında çok yoğun bir mukus salgısının üretilmesine ve bu yolların tıkanmasına, dolayısıyla nefes zorluğuna ve genç yaşta ölüme yol açan genetik bir hastalık.

**Sitokin:** Bağışıklık sisteminde, bazı hücrelerin öteki hücrelerle arasındaki etkileşimi kontrol etmek için ürettiği moleküller.

**Somatik hücre tedavisi:** Üreme hücreleri dışındaki vücut hücrelerine uygulanan tedavi.

**Suç:** Bir mikroorganizma türü içinde kendine özgü özellikleri olan mikroorganizma grubu.

**Tanı:** Belirtileri ya da başka ipuçlarını değerlendirerek bir hastalığın nedenlerini araştırmak. *DNA'ya dayalı tanı:* Hastalık genini bulmak için DNA'daki yapı farklılıklarından yararlanan teknik.

**Terapötik:** Tedavi edici etkisi olan.

**Transfer RNA:** Amino asitlerin birbirine eklenmek üzere ribozoma iletilmeden önce bağlandıkları küçük RNA molekülleri.

**Transformasyon:** Bir genin uygun bir taşıyıcı kullanılarak hedef hücreye aktarılması.

**TNT:** (Tri Nitro Toluen). Azot atomu içeren patlayıcı bir kimyasal madde.

**Toksik:** Canlı organizmayla fizikokimyasal etkileşime girerek onlara zarar veren maddelerin niteliği.

**Toksisite:** Toksik bir maddenin canlı organizmaya zarar verme kapasitesi.

**Tozlaşma:** Çiçekli bitkilerde erkek üreme hücrelerini taşıyan polenlerin, erkek üreme organından dişi üreme organına taşınması.

**Transgenik:** Rekombinant DNA teknikleri kullanılarak başka bir organizmadan gen aktarılmış canlıya verilen ad.

**Tripsin:** Proteinlerdeki belli bağları koparan ve onların sindiriminde rol alan enzim.

**Tüberküloz:** Mycobacterium tuberculosis bakterisinin neden olduğu, çoğu zaman bulaşıcı ve öldürücü olabilen bir hastalık. Tüberküloz, kemik ve akciğer dokularında sert ve ölü kütlelerin oluşmasına yol açabilir.

**Tümör:** Çok hücreli bir organizmada bulunan farklılaşmamış hücre kütlesi. Bazıları kontrolsüz bölünerek kansere yol açabilir. Vücuda yayılan ve her yerde yeni tümörler oluşturanlarına kötü huylu, vücuda yayılmayanlara iyi huylu denir.

**Virüs:** Hücrelerin doğal yapısında bulunmayan ve yalnızca canlı hücre içinde çoğalabilen biyolojik bir varlık. Virüsün yapısında yalnızca genetik madde (DNA ya da RNA) ve protein kılıf bulunmaktadır.



EKLER

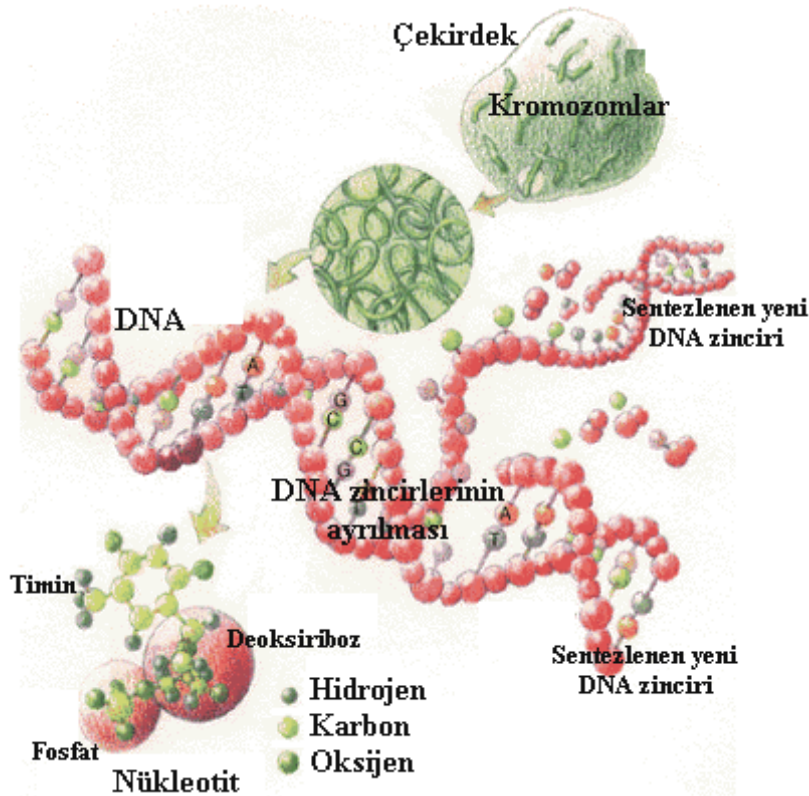


## EKLER

### EK 1. TEMEL BİLGİLER

Bir hücreye ya da canlıya yaşam boyu gerekecek hücresel işlevlerin bilgisi genomda mevcuttur. Her insanın trilyonlarca hücresinin her birinde bulunan insan genomu kromozomları oluşturmak üzere çok sıkı bir biçimde paketlenip sıkıştırılmış deoksiribonükleik asit (DNA) ipliklerinden oluşmaktadır. DNA molekülleri bakteriden insana kadar her formdaki canlı hayatın inşası ve etkinliği için gerekli bilgileri taşımaktadır.

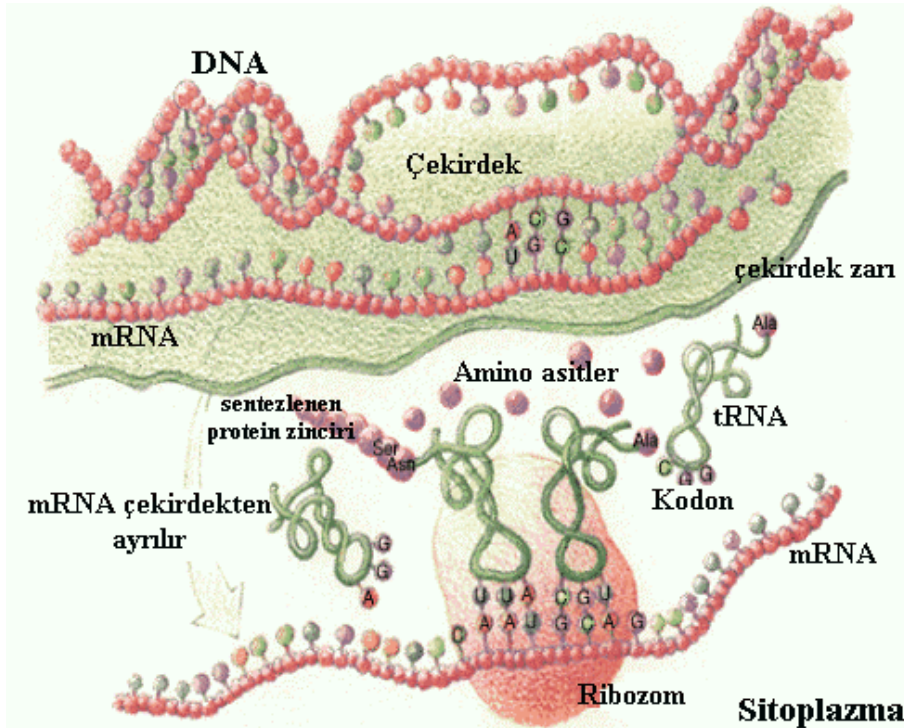
DNA molekülü, iki iplik'den oluşan ve iki tarafında şeker ve fosfat molekülleri bulunan ve ortasında bu iki tarafı birbirine bağlayan nitrojenli bazlar bulunan twist edilmiş bir merdivene benzeyen bir moleküldür. Her iplik nükleotidlerin diziliminden oluşur ve DNA'da 4 farklı baz bulunur: Adenin(A), Timin(T), Sitozin(C), Guanin(G) şeker-fosfat omurgası üzerindeki bazların dizilimi DNA dizisini oluşturur. Bu DNA dizisi, bir canlının kendine has özellikleri ile yaratılmasını sağlar.



DNA iplikleri baz çifti oluşturan ayrı ipliklerdeki bazların arasındaki zayıf bağlar ile birarada tutulur. Genomun büyüklüğü genelde baz çifti sayısı ile söylenir, insan genomu 3 milyar baz çiftinden oluşur. Hücre her bölündüğünde, genom da duplike olur. Böylece oluşan her iki hücrede de genomun birer kopyası yer alır.

Hücre bölünmesi sırasında DNA sarmal yapısı açılarak baz çiftleri arasındaki bağlar kopar. Her iplik kendi karşısına gelecek yeni tamamlayıcı ipliğin oluşumunu yönetir, boşluktaki nükleotidlerin karşısına tamamlayıcı yeni bazlar gelir. Adenin her zaman Timinle, guanin her zaman Sitozinle eşleşir. Baz eşleşme kuralı sayesinde oluşan yeni DNA molekülleri ilk DNA molekülünün kopyası olurlar.

Her DNA molekülü kalıtımın temel fiziksel ve işlevsel birimleri olan genleri içerirler. Genler, proteinlerin üretimi için gerekli olan bilginin taşındığı özgül nükleotid baz dizisidir. İnsan genomunda 39 000 ila 140 000 arasında gen olduğu tahmin ediliyor. İnsan genleri birkaç bin baz uzunluğa kadar değişik uzunluklarda olabiliyor. Bütün canlıların yapısında en ağırlıklı olarak protein vardır. İnsan vücudu yaklaşık 80 000 çeşit protein üretebilmektedir. Proteinler, 20 çeşit amino asit yapı taşlarından oluşmuş büyük, kompleks moleküllerdir. Gende bulunan her özgül üç bazdan oluşan DNA dizisi (kodon) hücrenin protein üretim sürecinde hangi aminoasitlerin



ekleneceğini belirler. Örneğin, ATG baz dizisi methionine adlı aminoasidini kodlar. 3 baz 1 amino asidi kodladığı için 3 000 baz çiftinden oluşan ortalama uzunluktaki bir gen tarafından kodlanan protein 1 000 aminoasit içerecektir. Genetik kod hangi aminoasitlerin hangi proteinlerde yer alacağını belirleyen bir kodonlar dizisi olarak da düşünülebilir.

Protein kodlama bilgisi genlerden, m-RNA adlı geçici bir ara molekül tarafından gerçekleştirilir. Çekirdekteki DNA'da bulunan genden m-RNA üretilir ve sonra protein sentezinin gerçekleşmesi için çekirdekten hücre içine geçer. Hücrenin protein üretim birimleri tarafından genden m-RNA'ya aktarılan bilgi (kodonlar dizisi) proteini oluşturacak olan aminoasit dizisine bir anlamda tercüme edilir.

Kaynak: Berkeley Lab, 2000.

## **EK 2. BİYOTEKNOLOJİNİN KISA TARİHÇESİ**

### **MÖ 1750**

Sümerler bira imal etti.

### **1863**

Gregor Mendel, bezelyelerle yaptığı çalışması sırasında, özelliklerin, kuşaktan kuşağa (daha sonra gen diye adlandırılacak olan) bağımsız birimlerle aktarıldığını keşfetti. Çalışmaları genetik biliminin temelini oluşturdu.

### **1879**

Fleming, hücre çekirdeğindeki kromozomları keşfetti.

### **1953**

James Watson ve Francis Crick'in DNA'nın çifte sarmal yapısını açıkladıkları makaleleri Nature dergisinde yayımlandı. Bu, genetik çağının başlangıcı oldu.

### **1963**

Nirenberg ve Khorana genetik kodu çözdü.

### **1964**

Filipinler'deki Uluslararası Pirinç Enstitüsü iki kat verimli yeni pirinç türleriyle "Yeşil Devrim'i" başlattı.

### **1971**

İlk biyoteknoloji şirketi, Cetus, kuruldu.

### **1973**

Stanley Cohen ve Herbert Boyer, genetik mühendislik tekniğini geliştirerek bakteride yeni tip DNA ürettiriler.

### **1975**

Kohler ve Millstein, hibridoma teknolojisini kullanarak monoklonal antikor ürettiriler.

### **1976**

ABD'deki Genentech, rDNA teknolojisini kullanan ilk şirket oldu.

### **1978**

Bakteriye insan insülin geni transfer edilerek rekombinant insan insülini üretildi.

## **1980**

Cohen-Boyer yöntemi patentlendirildi.

İngiltere’de Spinks Raporu yayımlandı.

Almanya Biyoteknoloji Planı yayımlandı.

Genentech halka açıldı.

ABD Yüksek Mahkemesi, genetik değişime uğratılmış canlıların patentlerinin alınmasını onayladı.

Exxon Petrol şirketi, petrolü kimyasal düzeyde parçalayabilen GDU mikroorganizmaların patentini aldı.

## **1981**

ABD’de ilk monoklonal antikör tabanlı tanı kiti onaylandı.

MITI, Japonya’da 1981 yılını "Biyoteknoloji Yılı" ilan etti.

Cetus şirketi halka açıldı.

İngiltere’de Celltech adlı şirket kuruldu.

## **1982**

İlk rDNA hayvan aşısı Avrupa’da onaylandı.

İlk rDNA ürünü ilaç (insan insülini) ABD ve İngiltere’de onaylandı.

Tayvan, biyoteknolojiyi sekiz öncelikli alanın içinde gösterdi.

## **1983**

İlk kez bir bitki geni başka tür bir bitkiye aktarıldı.

Tayland , Bilim ve Teknoloji Bakanlığı bünyesinde, Ulusal Genetik Mühendisliği ve Biyoteknoloji Merkezi’ni kurdu.

Biyoteknoloji araştırmalarına ve ürün geliştirilmesine büyük bir hız kazandıran ve bir genin çok sayıda kopyasının üretilmesini sağlayan polimeraz zincir tepkimesi (PCR) tekniği geliştirildi.

## **1984**

DNA parmakizi tekniği geliştirildi.

Genetik mühendisliği ürünü ilk aşı üretildi.

Genetik mühendisliği yasa tasarısı Güney Kore’de de kabul edildi.

Malezya’da Ulusal Biyoteknoloji Komitesi kuruldu.

## **1985**

Güney Kore’de Genetik Mühendisliği Merkezi kuruldu.

## **1986**

Hindistan'da, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı bünyesinde bir Biyoteknoloji Dairesi kuruldu.

Çin, biyoteknoloji atılım programını başlattı.

GDU bitkilerin ilk alan denemeleri yapıldı.

EPA, genetik olarak değişime uğramış tütünün, ekimine izin verdi.

## **1987**

Genetik değişime uğramış bakterinin ilk alan denemeleri yapıldı.

Çilek ve patatesteki don oluşumunu önleyen bir GDU bakteri için alan denemesi izni verildi.

## **1988**

Harvard Üniversitesi'nden moleküler genetikçiler, transgenik bir fare için patent aldılar.

ABD Kongresi, insanın genetik kodunun ve öteki canlıların genomlarının haritalanması ve dizilenmesi için yürütülen İnsan Genomu Projesi'ni desteklemeye başladı.

## **1990**

İnsan Genom Projesi başlatıldı.

Bir bağışıklık sistemi hastalığı taşıyan 4 yaşındaki bir kıza ilk gen terapisi başarıyla uygulandı.

Genetik mühendisliği yöntemleriyle bromoksinil herbisitine karşı dirençli hale getirilen pamuğun ilk alan denemesi yapıldı.

Sütünde insan proteinleri üretebilen ilk transgenik inek geliştirildi.

## **1990**

FDA, ilk kez, biyomühendislik ürünü bir gıda katkı maddesini (peynir yapımında kullanılan renin) onayladı.

Federal Almanya Cumhuriyeti, biyoteknoloji ile ilgili "Gen Yasası"nı çıkardı.

## **1991**

Filipinler'de biyoteknoloji programı başlatıldı.

Kenya, ulusal biyoteknoloji programının taslağını oluşturdu.

## **1992**

Biyoeşitlilik anlaşması ABD dışındaki bütün ülkelerce imzalandı.

James Watson, patent başvurularıyla ilgili anlaşmazlıklar yüzünden, İnsan Genomu Projesi Başkanlığı'ndan ayrıldı.



FDA, bundan sonra genetik mühendisliği ürünü gıdalara yeni bir test uygulanmasına gerek kalmadığını duyurdu.

Tayland'da özel sektörü hareketlendirmek için Bioservice Unit kuruldu.

Avrupa Patent Dairesi, transgenik bir fareye patent verdi.

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi bünyesinde Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Araştırma Enstitüsü (GMBAE) kuruldu.

### **1993**

ABD biyofarmasötik şirketlerinin satışlarında büyük bir düşüş yaşadı. Yalnızca 14 şirket kâr edebildi.

### **1994**

Avrupa ülkeleri biyoteknolojiye yaptıkları desteği arttırdılar.

Avrupa İlaç Değerlendirme Kurumu (EMA) kuruldu.

Londra Borsası, biyoteknoloji şirketlerinin de listelenebilmesi için bazı kurallarda değişiklik önerisinde bulundu.

### **1994**

FLAVRSAVR™ adlı genetik değişime uğratılmış ilk domates FDA'dan onay alıp piyasaya çıktı.

### **1995**

Glaxo-Wellcome, birleşmenin sonucunda dünyanın en büyük ilaç şirketi oldu. Glaxo, Affymax'ı; Sandoz da Genetic Therapy'yi bünyelerine kattılar.

Amerika'daki Nasdaq'ın bir benzeri olan Easdaq Avrupa'da açıldı.

Almanya, Gen Teknolojisi Yasası'nda değişiklikler yaptı ve Bio-Regio programını başlattı.

İngiltere, GDU ürünlerden Zeneca'nın domatesini; Belçikalı Plant Genetic Systems'in kolza yağını ve Monsanto'nun soya fasülyesini onayladı.

### **1996**

Avrupa Birliği, bazı üye ülkelerin reddine karşın, GDU soya fasülyesinin dışsatımını onayladı.

### **1997**

İskoç bilim adamları, yetişkin bir koyunu klonladıklarını açıkladılar.

ABD Başkanı Clinton, klonlamanın olası etkilerini değerlendirmek üzere Ulusal Komisyonu oluşturdu.

AB, GDU bitkilerden elde edilen gıdaların da dahil edildiği etiketlendirmenin koşul olarak sunulduğu bir "Yeni Gıda" düzenlemesini kabul etti.

### **1998**

İngiliz John Sulston ve ABD’li Bob Waterston tarafından *Caenorhabditis elegans*’ın gen dizilimi tamamlandı.

### **1999**

İsviçreli bilim adamları beta karoten ve demir içeriği bakımından zenginleştirilmiş altın pirinç projesini tamamladılar.

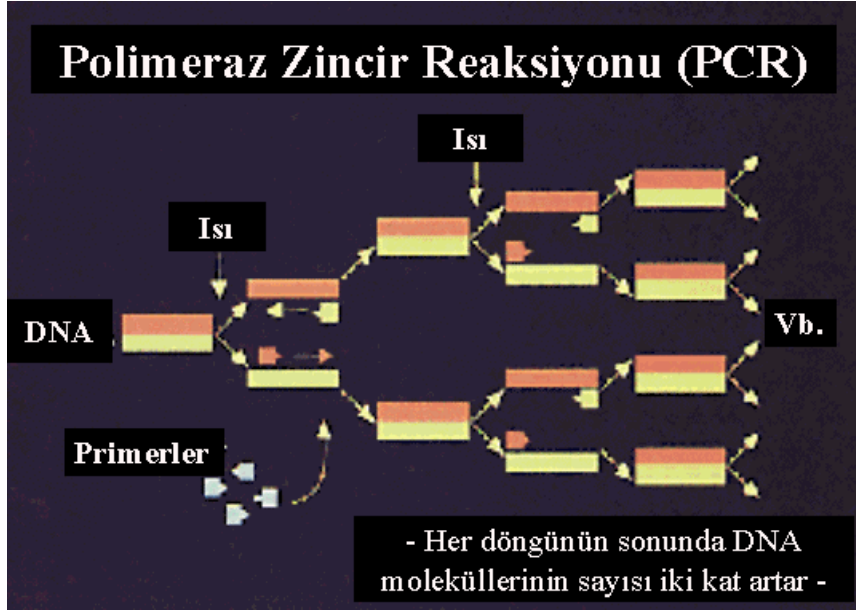
### **2000**

Genom Projesinin önemli bir bölümü, insan genomunun taslağı %99,9 doğruluk oranıyla tamamlandı.

Derleme: BIO, 2000.

### EK 3 POLİMERAZ ZİNCİR REAKSİYONU

PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyon) DNA'nın belli bir bölümünü ya da DNA'lar topluluğu içinde bir tip DNA'yı çoğaltmak için geliştirilmiş bir yöntemdir. Sıkça yapılan benzetmeyle "samanlıkta iğne aramak yerine, samanlığı iğnelerin çoğunlukta olduğu bir hale getirmek" biçiminde özetlenebilir.



Bu teknikte, sentezlenecek DNA için gerekecek yapıtaşları (bazılar:A,T,C,G) polimeraz enziminin yürüttüğü reaksiyon sonucu, DNA molekülündeki çoğaltılması istenen bölgenin kopyası olacak şekilde polimerize olur.

Çoğaltılmak istenen DNA bölümünün miktarı her döngü sonunda ikiye katlanır. Böylece bir hedef DNA molekülünün sayısı 30 döngünün sonunda, ki bu yaklaşık 2 saat sürer,  $2^{30}$  kat (1,073,741,824) artar. PCR yönteminin belki de en önemli bileşeni, **Thermus Aquaticus** adlı bakteriden elde edilen Taq polimeraz enzimidir. PCR yönteminden önce kullanılan benzer yöntemlerde E.coli bakterisinden elde edilen polimeraz enzimi kullanılıyordu. Bu enzim 90-95 derecede işlevsiz duruma geldiği için her döngünün sonunda yeniden enzim eklenmesi gerekiyordu. Cetus adlı biyoteknoloji şirketinin bilim adamlarından Karry Mullis'in bu iş için bulduğu polimeraz enzimi ise Yellowstone Parkı'ndaki sıcak su kaynaklarında yaşayan **Thermus Aquaticus** adlı bakteriden elde edildiği için yüksek sıcaklıklara dayanabilmektedir.

Kary Mullis'in moleküler biyoloji araştırmalarında devrim yaratan buluşu üzerine, böylesi etkili bir tekniğin ve bu teknikle ilgili geliştirilebilecek birçok ürünün potansiyelini gören biyoteknoloji sektörü harekete geçmiştir ve olaylar birbirini izlemiştir :

- 1985: Cetus patent başvurularının resmi işlemlerini başlatır.(K.Mullis'e PCR;Cetus'a PCR'in alt uygulamaları ve Taq Polimeraz). Cetus, konuyla ilgili teknik cihazlar için Perkin-Elmer ile anlaşır.
- 1986: (Eylül) Mullis 10.000 dolar tazminatla Cetus'tan ayrılır.Hoffman La Roche Cetus'a PCR'in hakları için 300 milyon dolar öder.
- 1989: (26 Aralık) US Patent Dairesi Taq polimeraz patentini Cetus'a verir. Taq polimeraz Science tarafından yılın molekülü seçilir.
- 1990: Madison WI daki küçük bir şirket Promega Biotech'e Taq Polimeraz'ı üretme ve satma lisansı verilir.
- 1991: Hoffman La Roche, Cetus'u satın alır ve Taq Polimeraz'ın tüm haklarını üstüne alır.
- 1992: Hoffman La Roche enzim üzerinde hak iddia eder ve Promega'nın lisansının iptali için dava açar.
- 1993: Kary Mullis kimya dalında Nobel'i alır.
- 1994-1999: Patent davaları hala sürmektedir.

### **PCR'in uygulama alanları**

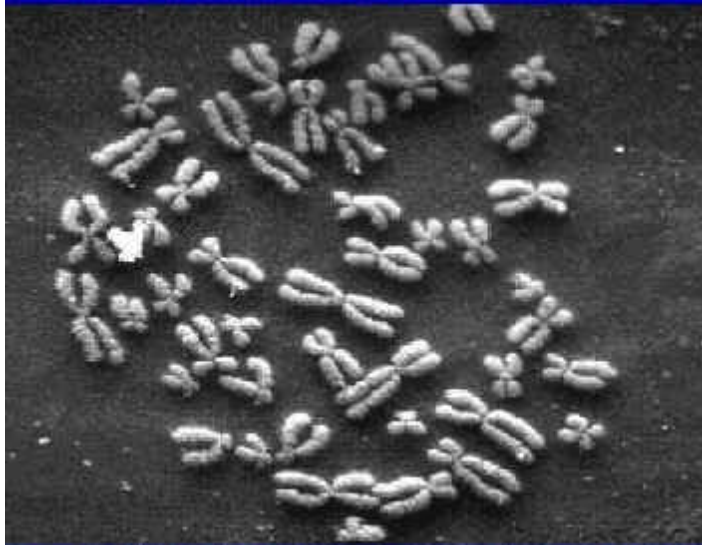
PCR tekniğı bugün birçok alanda kesinliğı, verimliliğı ve hızından dolayı birçok amaç için kullanılmaktadır. Bu amaçlar arasında bilinmeyen DNA dizilerinin çoğaltılması, bilinmeyen mutasyonların özelliklerinin belirlenmesi (karakterizasyonu), belirli ortamlarda çok az bulunan ve immünolojik yöntemlerin varlığını saptayamadığı mikroorganizmaların saptanması, fosillerden ya da antik kalıntılardan DNA analizi yapma, adli vakalarda suç mahalinde bırakılan saç, tükürük, kan gibi küçük miktarlarda doku örneğinden DNA parmakizini çıkarma, genom analizi ve her türlü moleküler biyoloji araştırması sayılabilir.

Derleme: Moses ve Cape, 1999.

## EK 4 İNSAN GENOMU PROJESİ

İnsan genomundaki 3 milyar baz çifti, fiziksel olarak birbirinden ayrı, kromozom adı verilen 24 birimden oluşmaktadır. Bütün genler kromozomlar üzerinde doğrusal olarak dizilmiştir (Resim 1). İnsan hücrelerinin çoğu iki grup kromozomdan oluşur. Bunlardan biri anneden, biri de babadan gelir. Her grupta 23 kromozom vardır (22 otozomal kromozom ve bir tane de cinsiyet kromozomu; X ya da Y).

Kromozomlar ışık mikroskobuyla gözlenebilir (karyotip analizi). Fazla ya da eksik kromozom olduğu durumlarda, örneğin 21. kromozomun bir adet fazla olduğu Down Sendromu gibi, bazı kromozomal anomaliler saptanabilir. Ancak, DNA'daki değişiklikler çok daha mikro düzeydedir ve moleküler analiz gerektirir. Mutasyon denilen bu değişiklikler, birçok kalıtsal hastalığa yol açar ya da kişiyi kansere, hatta ruhsal hastalıklara yatkın hale getirir.



ABD Enerji Bakanlığı ve Ulusal Sağlık Enstitüsü'nün birlikte koordine ettiği, İnsan Genomu Projesi (İGP) 1990 yılında başlatıldı. İGP, insanlığın, uzay projesinden sonra yürüttüğü en kapsamlı biyoloji projesidir. Başlarken projenin 15 yıl sürmesi hesaplanmıştı. Ne var ki, bilgi teknolojisi ve öteki teknolojilerdeki hızlı gelişmeler sonucunda, tüm insan genomunun taslağı, Temmuz 2000'de %99,9 doğruluk oranıyla saptandı. Bu büyük projenin amacı aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- İnsan DNA'sındaki yaklaşık 100 000 geni saptamak,
- İnsan DNA'sını oluşturan 3 milyar kimyasal bazın dizilerini bulmak,
- Bu bilgiyi veri tabanlarında saklamak,
- Veri analizi yapmak için yeni teknolojiler geliştirmek,
- Projeye ilgili olarak ortaya çıkacak etik, hukuksal ve toplumsal konuları belirlemek ve irdelemek

İGP'nin asıl amacı insan sağlığını geliştirmektir. İlk başlarda tek bir gendeki bozukluğa bağlı olarak ortaya çıkan orak hücre anemisi ya da sistik fibroz gibi hastalıklar ön plandaydı. Ama bu hastalıkların seyrek oluşu ve bozuk genin yerine, çalışan, sağlam genin konmasını içeren gen terapisi tekniklerinin umulduğu kadar gelişmemesiyle, dikkatler poligenik (birçok gene bağlı) hastalıklara çevrildi. Bu alanda bazı bulgulara ulaşıldıysa da yeterli bir sonuç daha alınamadı. Bu hastalıkla ilgili genlerin ve etkili çevre faktörlerinin bulunabilmesi için çok daha geniş araştırmaların yapılması gerekmektedir. Bir yeni alan da, DNA ya da RNA ile çalışmak yerine onların ürünü olan proteinlerle uğraşan proteomik alandır. Kimyasal açıdan çalışması daha zor olan bu alana yatırımlar şimdiden başlamıştır. En büyük genom şirketlerinden biri olan Celera, insan proteomu için bir milyar dolarlık bir bütçe ayırmıştır (Carr, 2000).

Genom biliminde ve ilgili teknolojilerdeki hızlı gelişmeler ve elde edilen bilgilerle gerçekleştirilebilecek olası uygulamalar, biyolojinin 21. yüzyılın bilimi olacağını göstermektedir. Genom araştırmalarının etkileyeceği temel alanlar aşağıdaki gibidir:

- Moleküler tıp
- Mikrobiyal genomik
- Risk değerlendirmesi
- Biyoarkeoloji, antropoloji, evrim ve insan göçü
- Adli bilimler

### **Moleküler Tıp**

- Hastalıklarda gelişmiş tanı
- Hastalıklara genetik yatkınlığın saptanması

- Daha rasyonel ilaç tasarımı
- Gen terapisi ve ilaç kontrol sistemleri
- Organ naklinde alıcı ve verici arasındaki uyumun saptanması

### **Mikrobiyal Genomik**

- Yeni enerji kaynakları
- Çevre kirliliğini saptamada yeni teknikler
- Biyolojik ve kimyasal silahlardan korunma
- Güvenilir verimli biçimde toksik atık temizliği

İGP'nin başlatılmasından sonra ABD Enerji Bakanlığı 1994'te, endüstriyel uygulamaları, insan sağlığı, çevre temizliğiyle ilgili alanlarda yararlı olabileceği düşünülen mikroorganizmaların da genom diziliminin bulunmasını uygun görerek Mikrobiyal Genom Projesi'ni başlatmıştır.

Projeden elde edilen bilgiler sayesinde, fotosentetik sistemler, uç koşullarda yaşayan mikrobiyal sistemler, atıkları metabolize edebilen organizmalar gibi enerjiyle ilişkili BT konusunda atılım sağlanacaktır. Böylece yeni ürünler, süreçler ve test yöntemleriyle daha temiz bir çevre yaratılabilecektir.

### **Risk Değerlendirmesi**

- Radyasyonun zararları ve riskleri konusunda değerlendirmeler
- Mutajenik kimyasal maddeler ve kanser yapan toksinlerin zararları ve riskleri konusunda değerlendirmeler
- Kuşaktan kuşağa aktarılabilir mutasyonların azaltılması
- İnsan genomu derinlemesine anlaşıldığında, kişilerin toksik ajanlara maruz kalması gibi durumlarda daha iyi bir risk değerlendirmesi yapılabilecektir. Bilim adamları, kimi genetik farklılıkların bazı insanları bu ajanlara karşı daha dayanıklı, bazılarını da daha duyarlı yaptığını bilmektedirler. Bu farklılığın genetik temeli de genom çalışmalarıyla belirlenirken, düşük doz etkileri ve özellikle de kanser yapan maddelerin etkileri daha iyi anlaşılabilir.

### **Biyoarkeoloji, Antropoloji, Evrim ve İnsan Göçü**

- Evrimin mutasyonlar aracılığıyla incelenmesi

- Dişı genetik kalıtımına bakarak farklı populasyonların göçlerinin incelenmesi
- Y kromozomundaki mutasyonları inceleyip erkeklerin soyunun ve göçünün incelenmesi
- İnsan genomunun anlaşılmasıyla insanın evrimi, yaşam, öteki canlılarla ortak noktalar gibi konular daha kolay anlaşılacaktır. Daha şimdiden insan ve fare arasında yapılan karşılaştırmalı genom araştırmaları sayesinde, hastalıklar ve birçok özellik konusunda benzer genler bulunmuştur.

### **Adli Bilimler**

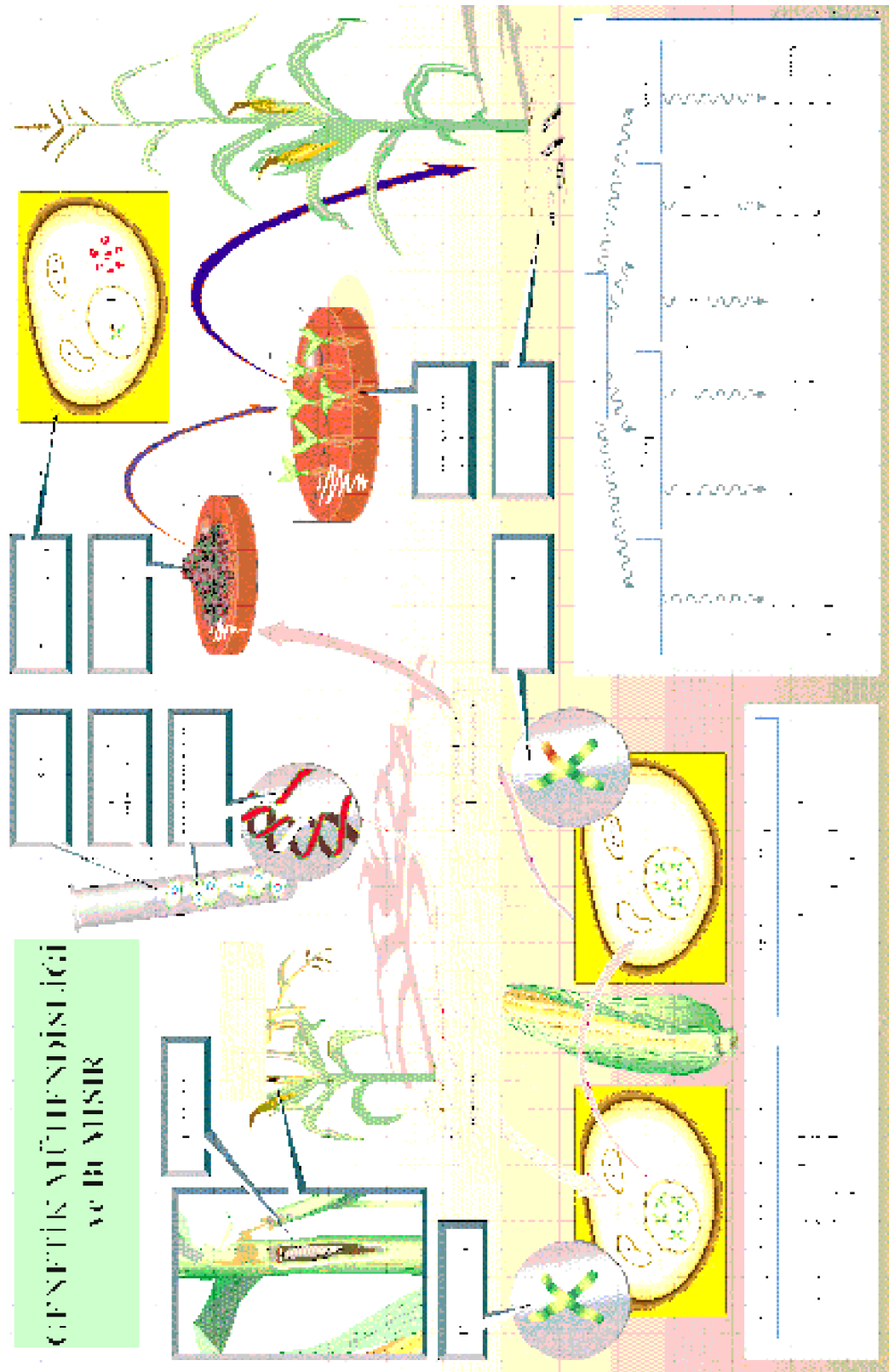
- Olay yerinde bırakılan izlerden DNA analiziyle suçlunun bulunması
- Suçlanan masum insanları temize çıkarma
- Anne-babalık davaları

Adli bilimciler, kişileri belirleyebilmek için, DNA'daki kişiden kişiye değişen 10 bölgeyi tarayıp o kişiye özgü bir profil oluşturmaktadırlar. Buna DNA parmakizi adı verilmektedir. Başka birisinin de aynı DNA profiline sahip olması olasılığı yok denecek kadar azdır. Dizileme teknikleri geliştikçe de, daha büyük DNA bölgeleri taranıp kişilerin profilleri daha kesin bir biçimde oluşturulabilecek.

Kaynak: Oak Ridge National Laboratory, 2000.



## EK 5 GENETİK MÜHENDİSLİĞİ VE BT MISIR



## EK 6 EN ÇOK SATILAN 10 BİYOTEKNOLOJİ ÜRÜNÜ İLAÇ

Tablo Ek 6. 1 En Çok Satan 10 Biyoteknoloji Ürünü İlaç (1998 dünya satışlarına göre, milyon dolar)

Sıra	Ürün	Kullanım alanı	1998 satış	Ürünü Geliştiren Şirket	Ürünü pazarlayan Şirket
1	Epogen	Alyuvar güçlendirici	1380	Amgen	Amgen
2	Procrit	Alyuvar güçlendirici	1363	Amgen	Johnson&Johnson
3	Neupogen	Akyuvar yenilenmesi	1120	Amgen	Amgen
4	Humulin	Diabetes mellitus	959.2	Genentech	Eli Lilly
5	Engerix-B	Hepatit B önlenmesi	886.7	Genentech	SmithKline Beecham
6	Intron A	Kemik iliği nakli	719.0	Biogen	Schering-Plough
7	Betaseron	Multiple sclerosis	409.2	Chiron	Berlex Laboratories
8	Genotropin	Çocuklarda büyüme geriliği	395.1	Genentech	Pharmacia&Upjohn
9	Avonex	Relapsing multiple sclerosis	394.9	Biogen	Biogen
10	Recombivax HB	Hepatit B önlenmesi	290.0	Biogen	Biogen

Kaynak: Biotech Sage Report, 2000.

## EK 7 PAZAR DEĞERİNE GÖRE BİYOTEKNOLOJİ ŞİRKETLERİ

Tablo Ek 7.1 Pazar Değerine Göre Biyoteknoloji Şirketleri (1999)

Sıra	Şirket Adı	Pazar Değeri (milyon dolar)		
		1999	1998	1997
1	Amgen	61.9	26.9	13.9
2	Millennium	55.8	11.8	8.7
3	Affymetrix	46.3	6.7	8.5
4	Genentech	35.0	10	7.5
5	Immunex	18.3	5.2	2.3
6	Biogen	12.5	6.2	2.7
7	PE Biosystems	12.5	12.5	md*
8	Medimmune	11.5	3.5	1.5
9	Elan	8.0	9.4	6.9
10	Chiron	7.6	4.7	3.1
11	IDEC Pharma	4.4	1.0	0.8
12	HGS	4.2	1.0	1.1
13	Genzyme	3.8	4.22	0.3
14	QLT Photo Thereupatics	3.8	0.7	0.4
15	Sepracor	3.6	3.2	1.5
16	ALZA	3.6	5.4	3.3
17	Qiagen	2.6	1.00	0.8
18	Shire	2.4	1.7	md*
19	Gilead Science	2.4	1.8	1.7
20	Teva Pharma	2.2	1.3	1.5

\*md: mevcut değil

Kaynak: Burrill, 2000.

## EK 8 BÜYÜK ŞİRKET EVLİLİKLERİ

**Tablo Ek 8.1 1999 Yılındaki Büyük Şirket Evlilikleri**

Şirketler	Değer (dolar)	Ayrıntılar
Pfizer/Warner- Lambert	90 milyar	Kasım 1999'da , Pfizer, American Home Products'ı engelleyerek Warner-Lambert'i aldı.
Pharmacia&Upjohn / Monsanto	50 milyar	20 Aralık 1999'da oluşturulan yeni şirket, dünyanın en büyük 11. ilaç üreticisi olacak.
Astra/Zeneca	31 milyar	6 Nisan 1999'da dünyanın en büyük 3. ilaç şirketi oluşturuldu.
Johnson&Johnson/Centocor	4.9 milyar	Johnson&Johnson Centocor'u 6 Ekim 1999'da aldı.
Roche/Genentech	4 milyar	Haziran 1999'da Roche, Genentech'in hisse- lerinin büyük bir kısmını aldı.
Warner-Lambert/Aguron	2.1 milyar	Warner-Lambert Mayıs 1999 'da, Aguron ile en çok satan AIDS ilaçlarından birini vererek birleşti.

Kaynak: Burrill, 2000

## **EK 9 ABD'DE BİYOTEKNOLOJİ ÜRÜNLERİNİN ONAYI İÇİN SORUMLU KURUMLARIN YETKİ ALANLARI**

Gıda ve Gıda Katkı Maddeleri: .....	FDA, FSIS <sup>a</sup>
İlaçlar, Tıbbi Cihazlar ve Biyolojikler:.....	FDA
Hayvan İlaçları:.....	FDA
Hayvan Biyolojikleri: .....	APHIS
Diğer Kısıtlı Kullanımlar: .....	EPA
Bitkiler ve Hayvanlar: .....	APHIS <sup>c</sup> , FSIS <sup>a</sup> , FDA <sup>b</sup>
Çevreye Salınan Pestisit Mikroorganizmalar: .....	EPA <sup>d</sup> , APHIS <sup>c</sup>

Mikroorganizmalarla ilgili başka kullanım alanları:

İnterjenerik Kombinasyon: .....

EPA<sup>d</sup>, APHIS<sup>c</sup>

İntrajenerik Kombinasyon:

Patojen Kaynak Organizma:

1.Tarım Amaçlı Kullanım: .....

APHIS

2.Tarım Amaçlı Olmayan Kullanım: .....

EPA<sup>d</sup> , APHIS<sup>c</sup>

Patojen Olmayan Kaynak Organizma:.....

EPA Raporu

GDU Patojenler:

1.Tarım Amaçlı Kullanım :.....

APHIS

2. Tarım Amaçlı Olmayan Kullanım:.....

EPA<sup>d</sup> , APHIS<sup>c</sup>

GDU Olmayan ve Patojen Olmayanlar:.....

EPA Raporu

\* FSIS: Gıda Güvenliği ve Denetim Hizmetleri (Food Safety and Inspection Services)

\* APHIS: Hayvan ve Bitki Sağlığı Denetim Hizmetleri (Animal and Plant Health Inspection Services)

<sup>a</sup>FSIS: Gıda kullanımından sorumlu.

<sup>b</sup>FDA: Gıda kullanımıyla ilgili bir durum olduğunda devreye girer.

<sup>c</sup>APHIS: Mikroorganizma, bitki zararlısı ya da hayvan patojeni olduğunda devreye girer.

<sup>d</sup>EPA: Onayı yalnızca kullanım amaçlı yeni bir çevresel salım olduğunda gerekmektedir.

Kaynak: Moses ve Cape, 1999.

## EK 10 DÜNYADA UYGULANAN TEŞVİKLERDEN ÖRNEKLER

	İngiltere	İrlanda	Almanya	Singapur
<b>Uygulana- bilir</b>	-% 30.	-%10 oranı sürmekte olan projeler için 2010 yılına kadar geçerlidir.	-%40 dağıtılmamış karlar için. -%30 dağıtılmış karlar için	-%26.
<b>Vergi</b>	-% 20 küçük ve orta ölçekli girişimciler için.			
<b>Oranları</b>	-yeni % 10 oranı Nisan 2000' den itibaren.	-%10 oranı 2003 yılına kadar yeni projeler için uygulan- abilir. -%28 standart vergi oranıdır.		
<b>Teşvik ve ödenekler</b>	-Nisan 2000' den itibaren Ar-Ge için vergi indirimi. -Belirli bölgelerde istihdamı arttıracak sermaye harca- maları için nakit ödenek (%15-30). -Eğitim teşvikleri de mevcut- tur.	-Ülkenin her yerindeki ser- maye harcamaları için nakit ödenek. -Yeni projeler için teorik ödülleri (%45-60). -Ek eğitim teşvikleri mevcut- tur.	-Belirli bölgelerde istihdamı arttıracak sermaye harcamaları için nakit ödenek (%18-35). -Eğitim teşvikleri de mevcuttur.	-Yeni ve büyüme amaçlı proje- ler için birçok vergi teşvikleri mevcuttur. -Başlangıç için vergi muafiyeti. -Gelişim ve büyüme için 10 yıl süre ile %15 vergi oranı. -Yeni yatırımlar için yatırımın vergiye tabi kısmının %50'si için vergi muafiyeti.
<b>Amortisman ve indirimler</b>	-Vergi amaçlı amortisman yoktur, bunun yerine başka sermaye tahsis oranları uygulanmaktadır: Teçhizat ve ekipman-%25 Yeni endüstriyel binalar-%4 Bilimsel araştırma harca- maları-%100	-Amortisman indirimi yoktur, onun yerine başka sabit oranlar vardır: Endüstriyel binalar- %4 Teçhizat ve ekipman-%15	-Sabit veya azalan amortisman oranları uygulanmaktadır.	-Amortisman yoktur, bunun ye- rine vergi indirimleri vardır: Endüstriyel binalar; başlangıç %25, yıllık %3. Fabrika ve makineler; başlangıç %20, yıllık %33.33 (sabit oran) -İyileştirilmiş know-how ve patent hakları.

Kaynak: DTI , 1999.

## **EK 11 ÇALIŞT AY PROGRAMI VE KATILIMCILAR LİSTESİ**

### **Sabancı Üniversitesi-TÜSİAD "Türkiye Rekabet Stratejileri: Biyoteknoloji"**

#### **Çalıştayı Programı, 6-7 Ekim, 2000**

*6 Ekim, 2000*

**9:30-9:40** Açılış konuşması

Tosun Terzioğlu, Sabancı Üniversitesi Rektörü

**9:40-9:50** Açılış konuşması

Mustafa V.Koç, TÜSİAD-Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı, Meslek

Örgütleriyle İlişkiler Komisyonu Başkanı

**9:50-10:05** "Türkiyede Biyoteknoloji Üzerine Bazı Yorumlar"

Engin Bermek, TÜBA

**10:05-10:25** "Türkiye Rekabet Stratejileri: Biyoteknoloji"- Raporun Kapsamı.

Hüveyda Başağa, Sabancı Üniversitesi

**10:45-11:30** "Biyoteknolojide Küreselleşme: Kamu ve İşçevresinin Bakış Açısı"

Richard Johnson, ABD

**11:30-12:15** "İsveç ve Biyoteknoloji Sektörü"

Stefan Holmstrom, İsveç

**12:15-13:30** Öğle Yemeği

**13:45-14:30** "İsrail' de Tarım Biyoteknolojisi: Olanak ve Fırsatlar"

İlan Chet , İsrail

**14:30-15:15** "Güney Kore'nin Biyoteknolojideki Ar-Ge Politikası"

K.S. Hahm, Güney Kore

**15:30-16:15** "Biyoteknoloji nedir ve nasıl günümüz dünyasının bir parçası olabilir?"

Simon Barber, Belçika

*7 Ekim, 2000*

**9:30-10:15** "Moleküler Biyoloji: Biyoteknolojinin Arkasındaki Bilimde Türkiye'nin Geldiği Nokta"

Mehmet Öztürk, Bilkent Üniversitesi

**10:15-10:45** "Biyoteknoloji ve Türkiye'nin Gelişim Perspektifi"

Yusuf Işık, DPT

**11:00-11:45** "Türkiye'nin Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Politikası"

Aykut Göker, TTGV

**11:45: 12:30** "Biyoteknoloji: Türkiye İçin Hukuksal Bir Çıkmaz"

Z. Kivılcım Forsman, Adnan Menderes Üniversitesi

**12:30-14:00** Öğle Yemeği

**14:00-14:45** "Türkiye'nin Biyoteknolojideki Geleceği" Dilek Çetindamar –

Sabancı Üniversitesi

**15:00-16:30** Yuvarlak Masa Tartışmaları

**16:30-16:45** Kapanış Konuşması



## Katılımcılar Listesi

### Akademisyenler

KS Hahm (Güney Kore)  
İlan Chet (İsrail)  
Doç. Dr. Ender Altıok (Kadir Has Ün.)  
Prof. Dr. Fazilet Sükan (Ege Ün.)  
Prof. Dr. Hande Çağlayan (BÜ)  
Prof. Dr. Gülay Özcengiz (ODTÜ)  
Prof. Dr. Nazlı Başak (BÜ)  
Prof. Dr. Neşe Bilgin (BÜ)  
Prof. Dr. Selim Çetiner (Çukurova Ün.)  
Doç. Dr. Ufuk Bakır (ODTÜ)  
Fusun İnci (ODTÜ)  
Dr. Halit Canatan (Fırat Ün.)  
Feyza Selçuk (ODTÜ)  
Dr. Ayşe Gözen (Yıldız Teknik Ün.)  
Kamil Oktay Sındır (Ege Ün.)  
Prof. Dr. Hüveyda Başağa (SÜ)  
Prof. Dr. Mehmet Öztürk (Bilkent Ün.)  
Zeynep Kılıncım Forsman (Adnan Menderes Ün.)  
Doç. Dr. Dilek Çetindamar (SÜ)  
Arzum Günalçın (SÜ)  
Prof. Dr. Hüseyin Avni Öktem (ODTÜ)  
Prof. Dr. Gürdal Alaeddinoğlu (ODTÜ)  
Prof. Dr. Emel Yılgör (Koç Ün.)  
Doç. Dr. Güzin Candan Gürakan (ODTÜ)  
Prof. Dr. Haluk Hamamcı (ODTÜ)  
Prof. Dr. İskender Yılgör (Koç Ün.)  
Doç. Dr. Zümrüt Ögel (ODTÜ)

### Şirket T emsilcileri

Stefan Holmstrom (Eurogene, İsveç)  
Levent Dağışan (TÜSİAD – Pakmaya)  
Nuri Mol (Pakmaya)  
İskender İşçener (Hazera- Toros Tohumculuk)  
Dr. Tamer Yağcı (Biomar)  
Ali Tetik (Monsanto)  
Ender Altıok (Biogentek)

Avni Alp (Mikrogen)  
Nevzat Yurdusev (Mikrogen)  
Elif Dönmez (Fako İlaçları)  
Ruth Rawling (Cargill)  
Ebru Baki (Hürriyet)

### Kuruluş T emsilcileri

Richard Johnson (BIO, USA)  
Simon Barber (EuropaBio, Belgium)  
Doç. Dr. İsmet Gürhan (Şap Enstitüsü)  
Dr. Ali Koç (TEAE)  
Doç Dr. Kemal Baysal (TÜBİTAK)  
Mustafa Koç (TÜSİAD)  
Dr. Haluk Tükel (TÜSİAD Genel Sekreteri)  
Nermin Akyl (TEAE)  
Ahmet Bayaner (TEAE)  
Erdal Ertürk (TEAE)  
Vehbi Eser (Tarım Bakanlığı)  
Birsan Cevher (TÜBİTAK)  
Prof.Dr.AbdulRezzak Memon (TÜBİTAK)  
Doç. Dr. Kasim Bajrovic (TÜBİTAK)  
Aylin Ozdemir (TÜBİTAK)  
Dr. Fatima Yucel (TÜBİTAK)  
Zeliha Ipekci (TÜBİTAK)  
Ali Tetik (Türk TED)  
Mehmet Mustafayev (TÜBİTAK)  
Fusun Atik (DPT)  
Ercan Boyer (DPT)  
Tamer Yalçın (TÜBİTAK)  
Aziz Babacan (TÜSİAD – DPT)  
Engin Bermek (TÜBA)  
Yusuf Işık (DPT)  
Aykut Göker (TTGV)  
Arzu Turhan (TÜSİAD)  
Mustafa Mente (TÜSİAD)  
Sinan Erhan (TÜSİAD)

## **EK 12 ŞİRKET LİSTELERİ**

### **TÜSİAD BT Çalışma Grubunda Bulunan Şirketler:**

Pakmaya, Eczacıbaşı, Özgün Kimyasal Ürünler San. A.Ş., Fako, Hidrotek, Başar Holding, Kurtsan İlaç, Hedef Holding, Novartis, Nurol Yatırım, Akyıl tarım ürünleri, Sabancı Holding, Bayraktar, Doğan Holding.

### **BT Alanında ya da BTye Yakın Bir Alanda Faaliyet Gösteren Şirketler:**

Şap Enstitüsü (Ankara), Biomar (İzmit), Ansa Antibiyotik ve İlaç (İzmit), Unifar (İstanbul), Şeker Fabrikaları AŞ., Asit San ve Tic AŞ., Fersan (İzmir), Orba, Gökhan Lab (İzmir), Diomed (İstanbul), Deva holding, Vetel (Gaziantep), Bilkent Holding (Ankara), Ege Plantek (İzmir), Refik Saydam Hıfzısıhha Enstitüsü (Ankara), Hipokrat (İzmir), Sapeksa (Adana), Türklab (İzmir).

### **KOSGEB-TEKMER'lerinde Kurulu Olan ve Biyoteknoloji ya da Biyoteknolojiye Yakın Faaliyetleri Olduğu İleri Sürülen Şirketlerin İsimleri ve Alanlarının Gösterildiği Liste:**

#### **Orta Doğu Teknik Üniversitesi**

- 1- DİZGE Analitik, Biomedikal cihaz
- 2- MEDİSPO Medikalteknik Elektronik Sistemler
- 3- KARDİOSİS Tanı Sistemleri
- 4- NİSAN Medikal Cihaz Veri Tabanı (Merkezde çalışmalarını tamamlayıp ayrılmıştır)
- 5- EFE Tıbbi/Kimyasal Malzeme Hemodiyaliz
- 6- KARUZEL Tıbbi Amaçlı Ultrasonik Buhar Üreticisi
- 7- VERİTEK Medikal Yazılımlar
- 8- BETA Biomedikal Elektronik Sistemler Yazılım- donanım -tasarım- üretim

#### **İstanbul Teknik Üniversitesi**

- 1-UCA Plazma, operasyon, kan durdurma cihazı
- 2-DALYA Diabetik Amaçlı ürün üretimi

3-TEKNOFİL Cerrahi Lazer Sistemi (alışmasını tamamlayarak merkezden ayrılmıştır)

**Boğaziçi Üniversitesi**

- 1- SESTEK Görme özürlüler için çevirim yazılımları
- 2- TEKNOFİL Sayısal EEG ve beyin haritalama sistemi tasarım ve üretimi

**Ankara Üniversitesi**

- 1- BİOGENTEK Tıbbi Tanı Kitleri
- 2- METİS Kullanıma hazır PCR Tanı Sistemleri Üretimi

## **EK 13 TİDEB VE TTGV TARAFINDAN DESTEKLENEN BİYO - TEKNOLOJİ FİRMALARI**

**Tablo Ek 13.1 TİDEB Tarafından Desteklenen BT Firmaları**

### **TİDEB'E BAŞVURAN BİYOTEKNOLOJİ FİRMALARI**

Asmek Asfalt San. A.Ş.  
Beta Ziraat ve Tic. A.Ş.  
Bilkent Holding A.Ş.  
Bioma TR Biyolojik Ürünler A.Ş.  
Biomar Biyoteknoloji ve Genetik Sanayii A.Ş.  
Çupra Besicilik Ve Su Ürünleri San. Ve Tic. A.Ş.  
Doğsan Tıbbi Malzeme San. A.Ş.  
Eczacıbaşı İlaç San. Tic. A.Ş.  
Inova Biyoteknoloji San. Ve Tic. A.Ş.  
Myra Flowers  
Orba Biokimya San.Ve Tic. A.Ş.  
Pigar Kimya San. Tic. Ltd. Şti.  
Plasset Tıbbi Teknik Malzeme San. Ve Tic. Ltd. Şti.  
Sem Lab. Cih. Paz. San. Tic. Ltd.  
Seto Sebze Tohumları Üretim ve San. A.Ş.  
Tikveşli Tarım İşletmeleri A.Ş.  
Ulusoy Tohumculuk Ziraat San. ve Tic. Ltd. Şti.  
Yedigen Biyoteknoloji Araş. Geliş. Hizm. A.Ş. (Bu Firma Kapanmıştır)

**Tablo Ek 13.2 TTGV Tarafından Desteklenen BT Firmaları**

### **TTGV'NİN DESTEKLEDİĞİ BİYO-AGROTEKNOLOJİ FİRMALARI**

Bereket Tohum Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.  
Beta Ziraat ve Ticaret A.Ş.  
Bilkent Holding A.Ş.  
Biyoteknoloji ve Genetik San. Ve Tic. A.Ş.  
Dalya Dış Ticaret ve Gıda Sanayi A.Ş.  
Düzen Laboratuvarlar Grubu  
Güçbirliği Tekstil A.Ş.  
Orba Biokimya San. Ve Tic. A.Ş.  
Petposan A.Ş.  
Tikveşli Tarım İşletmeleri A.Ş.  
Uca İletişim A.Ş.  
Yedigen Biyoteknoloji Araştırma Geliştirme Hizmetleri A.Ş.

## **TÜSİAD Rekabet Stratejileri Dizisi:**

- 1- Rekabet Stratejileri ve En İyi Uygulamalar - Türk Elektronik Sektörü, Aralık 1997 (TESİD, Türk Elektronik Sanayicileri Derneği İşbirliği ile hazırlanmıştır.)
- 2- Rekabet Stratejileri ve En İyi Uygulamalar - Türk Çimento Sektörü, Aralık 1997 (TÇMB, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği İşbirliği ile hazırlanmıştır.)
- 3- Rekabet Stratejileri ve En İyi Uygulamalar - Türk Otomotiv Sektörü, Aralık 1997 (OSD, Otomotiv Sanayii Derneği İşbirliği ile hazırlanmıştır.)
- 4- Taşıt Araçları Yan Sanayiinde Teknoloji ve Yeni Ürün Geliştirme Yönetimi, Aralık 1998 (TAY-SAD, Taşıt Araçları Yan Sanayicileri Derneği İşbirliği ile hazırlanmıştır.)
- 5- Beyaz Eşya Yan Sanayiinde Rekabet Stratejileri ve İş Mükemmelliği, Haziran 1999 (BEYSAD, Beyaz Eşya Yan Sanayicileri Derneği İşbirliği ile hazırlanmıştır.)
- 6- Moving Forward: Assesment of Competitive Strategies Excellence in the Turkish Manufacturing Industry: A Benchmarking Study, March 2000.