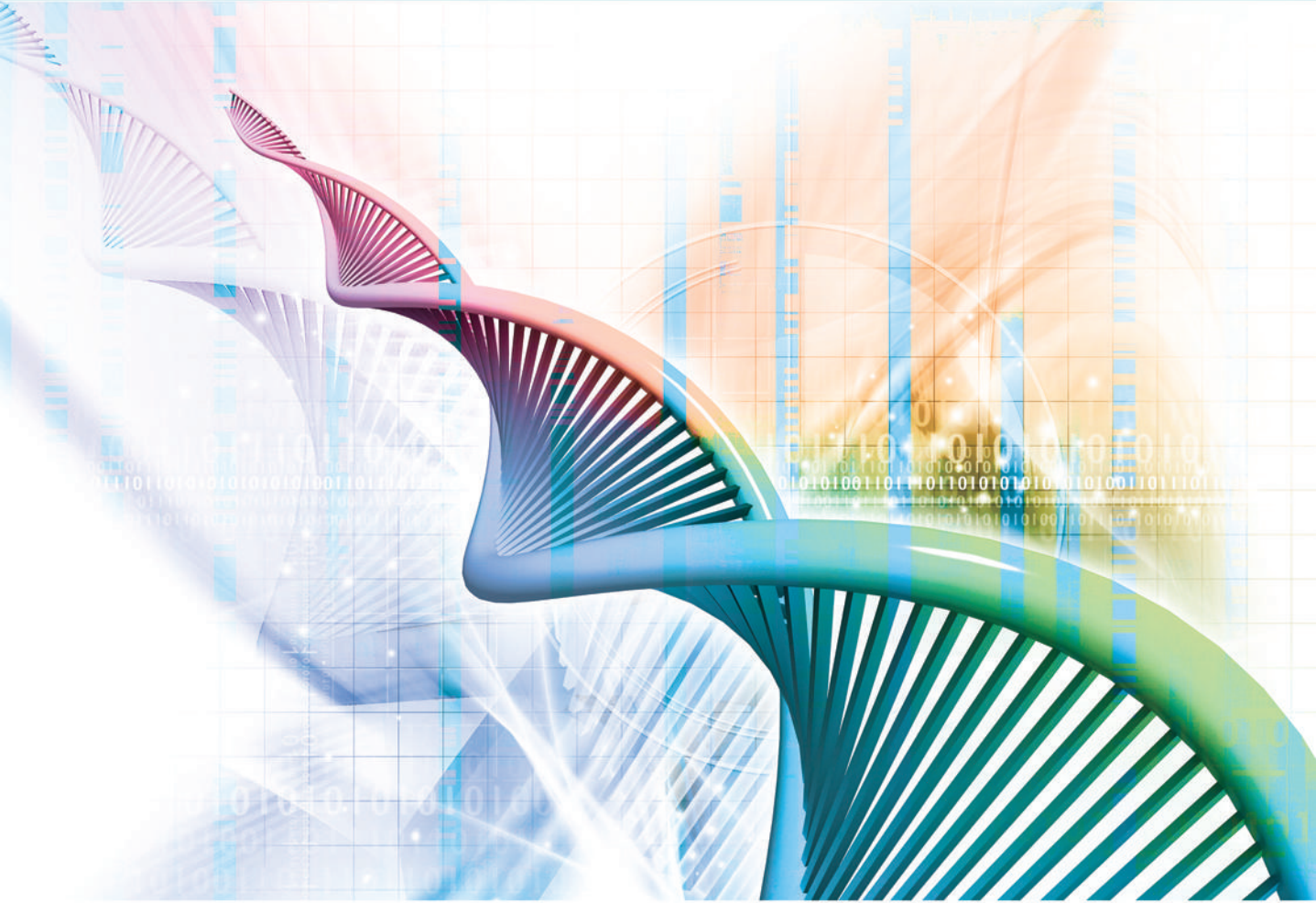


BİYOTEKNOLOJİ SEKTÖREL İNOVASYON SİSTEMİ

KAVRAMLAR
DÜNYADAN ÖRNEKLER
TÜRKİYE'DE DURUM VE ÇIKARIMLAR



BİYOTEKNOLOJİ SEKTÖREL İNOVASYON SİSTEMİ

KAVRAMLAR
DÜNYADAN ÖRNEKLER
TÜRKİYE'DE DURUM VE ÇIKARIMLAR

Editör
Mahmut Kiper

Ankara, 2013

TTGV, 2013

BİYOTEKNOLOJİ SEKTÖREL İNOVASYON SİSTEMİ

KAVRAMLAR

DÜNYADAN ÖRNEKLER

TÜRKİYE'DE DURUM VE ÇIKARIMLAR

Editör
Mahmut KİPER

Tasarım ve Dizgi
TEKAF Ajans

Kapak Tasarımı
TEKAF Ajans

Baskı
Afşar MATbaacılık

1. Baskı
Ocak, 2013

Yayın No
TTGV-T/2013/001

ISBN: 978-975-95878-7-1

Yayının telif hakları TTGV'ye aittir.
Kitrabin tümü ya da bir bölümü TTGV'nin ve yazarın izni olmadan kopya edilemez.
Ancak kaynak göstermek kaydı ile alıntı yapılabilir.

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
TTGV

Cyberpark, Cyberplaza B-Blok Kat: 5-6
Bilkent 06800 Ankara
www.ttgiv.org.tr

Bilimin gücü ile lider bir Türkiye'ye doğru...

İnsan için doğayı keşfetmek, doğanın şifrelerine hükmetmek bilim ve teknolojinin gelişiminde önemli bir ilgi odağı ve ilham kaynağı olmuştur. Uçan canlıları gözleyen ve sorgulayan insan, bilimin rehberliğinde gelişen teknolojiye hükmetmiş, yeni ulaşım araçları ile farklı insan topluluklarını yakınlaştırarak fikirlerin çok daha hızlı yayıldığı, yeni ve farklı değer ürettiği bir etkileşim ortamını oluşturmayı başarmıştır. Su tutmayan yüzeylerin geliştirilmesinden, yüksek kapasiteli yeni nesil veri depolama sistemlerinin tasarlanması na kadar pek çok uygulama ile doğa insana esin kaynağı olmaya devam etmektedir.



Son yüzyılda gelişen teknolojik olanaklar, insanın gözlem ve inceleme yetisinde de önemli gelişmelere ortam sağlamıştır. Bugün bilim, yaşamın şifrelerini anlamak konusunda önemli mesafeler kat etmiş; yapılan çalışmaların sonucunda geliştirilen çözümler, "çağ açan" yenilikler olarak pazara ulaşmış ürünlere dönüşmeye başlamıştır. Yaşamın mekaniklerine dair bilgimiz arttıkça, daha zor problemlere yönelmek de mümkün olacaktır. Bugün başta çevre, sağlık, gıda, enerji, tarım olmak üzere pek çok alanda insanlık olarak karşı karşıya bulunduğumuz problemlerin çözümünde biyoteknoloji alanı ciddi fırsatlar sunmaktadır. Örneğin sağlanan gelişmeler ile kalıtsal kronik sağlık problemlerinin çözümünde ciddi mesafeler kaydedilmektedir. Sundukları potansiyel ile biyoteknoloji alanının pek çok dalı bugün stratejik bir yetkinlik olarak nitelendirilmektedir.

Elimizdeki olanakların gelişimindeki baş döndürücü hıza paralel olarak, biyoteknoloji alanındaki çalışmaların tüm insanlığın ortak faydası ve değerlerine uygun etik çerçeveler içerisinde yürütülmesine dair kurum ve kuralların da oluşturulmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu süreçte toplumun ilgili tüm paydaşlarının entelektüel standartlarda güçlü bir diyalog oluşturması fırsat ve tehditlerin birlikte yönetilmesi açısından önem taşımaktadır. Keza, fikri mülkiyet haklarının korunmasının düzenlenmesi de büyük yatırımlar gerektiren biyoteknoloji alanında fayda ve maliyet dengesinin gözetilebilmesi açısından önem taşımaktadır.

Biyoteknoloji sektörü önemli ve kapsamlı kaynaklara ihtiyaç duymaktadır. Bilgiye dayalı bir sektör olarak başta yüksek nitelikli uzman insan kaynağı olmak üzere, ihtiyaç duyulan kaynakların geliştirilmesi ve yönetilmesinde ciddi bir koordinasyon ihtiyacı bulunmaktadır. Dünyada biyoteknoloji sektörü, diğer klasik sektörlerden farklı olarak yüksek vasıflarda istihdam yaratan, ağırlıklı yüksek Ar-Ge yoğunluğu olan küçük işletmelerden oluşan, araştırma merkezleri, üniversiteler ve hastaneler ile iç içe faaliyet gösteren bir sektör profili sunmaktadır. Sektörün bu özelliği, sektörün yönlendirilmesinde özgün ve uzman politika araçlarına ihtiyaç doğurmaktadır. Farklı sektör paydaşlarının yakın ve koordineli çalışmasını gerektiren söz konusu araçların etkin işletilmesi ise, bir sektörel inovasyon sisteminin geliştirilmesi ile mümkün olacaktır. Bu çalışmanın sektörel inovasyon sisteminin oluşumunda rol oynayacak farklı tecrübeleri bir araya getirmesi açısından önemli bir adım olduğunu düşünüyorum.

Son dönemde güçlü Ar-Ge ve teknoloji vizyonu ile küresel seviyede dikkat çeken Türkiye'nin, biyoteknoloji gibi oldukça karmaşık bir sektörel inovasyon sistemini tasarlayarak başarıyla uygulamaya geçirmesi elbette ki önemli bir aşama olacaktır. Bu süreçte oluşacak entelektüel sermayenin, Ar-Ge ve inovasyon konularında bulunduğu bölge için Türkiye'nin entelektüel bir merkez olmasına önemli katkı sağlayacağını düşünüyorum. Bu ve benzeri çalışmaların sayı ve nitelik olarak artmasının bu anlamda da desteklenmesi gerektiğine inanıyorum.

Reha DENEMEÇ

AK Parti Ankara Milletvekili

Bilimin gücünü ortak faydaya yönlendirmek için ...

Geride bıraktığımız 20. yüzyıl teknolojinin gelişimi ve yaygınlaşması açısından insanlık tarihinin en verimli yüzyılı olmuştur. Teknoloji toplumları zenginleştirmiş, ihtiyaçları çeşitlendirmiş, yaşam kalitesi beklentilerini arttırmıştır. Ulaşım ve iletişim imkanlarındaki gelişmeler sadece yeniliklerin yayılımına değil, bulaşıcı hastalıklar başta olmak üzere insan varlığı için yeni tehditlerin de daha görünür hale gelmesine neden olmuştur.

Biyoteknoloji alanı yaşadığımız yüzyılda yaygın farkındalığın git-tikçe arttığı devasa problemlerin bazılarına uygun çözümler vaad etmektedir. Cohen ve Boyer'in 1972 yılında rekombinant DNA tekniğini bulmasıyla son bulan ve biyoteknoloji endüstrisinin doğuşuna yol açan Biyolojik Araştırmalar Yüzyılı'nda gerçekleştir-

ilen hücre, kalıtım ve DNA ile ilgili temel bilime yönelik çalışmalar bu endüstrinin kuramsal temelini oluşturmuştur. Bu kuramsal temelden edinilen teknik bilgiler ile, ABD'de 1970'lerin ikinci yarısında biyoteknoloji endüstrisinin temelleri atılmış ve 2000'lere gelindiğinde biyoteknoloji endüstrisi başta sağlık, tarım, çevre sektörleri olmak üzere diğer sektörler için vaad ettiği teknoloji yayılımı ve sağlayacağı çarpan etkisi ile 21. yy'ın en önemli endüstrilerinden biri olarak algılanmaya başlanmıştır. Bununla birlikte biyoteknoloji alanının sermaye ve bilgi yoğun bir alan olması, alanın gelişiminin desteklenmesinde daha karmaşık politika çözümlerinin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. İlaç sektöründeki güncel tartışmalar bu ihtiyaca güzel bir örnek teşkil etmektedir.

Sektörün karmaşık yapısı, sektöre özel gelişmiş ve uzmanlaşmış aktörlerin yer alacağı sektörel bir inovasyon sistemini gerektirmektedir. Sektörel inovasyon sistemleri çerçevesinde, her sektöre göre farklılık gösteren bilgi ve teknoloji altyapısı, ilişkiler, ağı yapılar, oyuncular(aktörler), kurumlar, destekler ve ilgili düzenleyici mevzuatı göz önüne alınıp şekillendirilerek sektörlerin gelişim dinamikleri sistem yaklaşımıyla analiz edilmeye çalışılmaktadır. Sektörel inovasyon sistemi yaklaşımı, farklı sektörlerin farklı yapısal özelliklere sahip olduğu gerçeğine uygun olarak, belirtilen dinamikleri göz önüne almakta ve genel geçer çözümler yerine, politika yapıcılar için ilgili sektör özelinde kritik hususları belirterek çözümler sunabilmektedir.

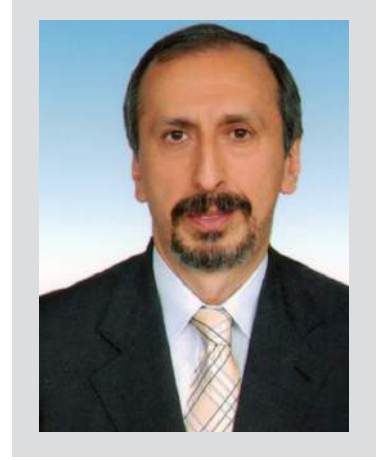
Ülkemizde güçlü bir biyoteknoloji kapasitesi bulunmasına karşın, bugüne kadar bu kapasitenin farklı bileşenlerini temsil eden paydaşları ortak bir hedefte birleştirecek sektörel inovasyon sistemi kurgusu gelişmemiştir. Farklı paydaşların biyoteknoloji alanındaki bilgi ve tecrübelerini bir araya getirerek bu yönde önemli bir adım teşkil edebilecek bu çalışmanın değerli bir fırsat olduğunu düşünüyorum. Kuşkusuz bu çalışmaya katkı sağlayan tüm uzmanlar sürdürülebilir bir sosyal sermayenin çekirdeğini oluşturmaktadır. Bu sermaye üzerine yapılandırılacak yeni çalışmaların, ülkemizde etkin bir biyoteknoloji sektörünün gelişimini desteklemesini ve yönlendirmesini diliyorum.

Bu düşüncelerle, politika yapıcılar başta olmak üzere ilgili tüm paydaşların bu kitabı okumalarını ve çalışmalarında kullanmalarını tavsiye ederim.

M. Emrehan HALICI

Ankara Milletvekili

CHP Genel Başkan Yardımcısı



İÇİNDEKİLER

Sunuş	1
Önsöz	3
BÖLÜM-1 KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE BİYOEKONOMİ	5
Kısım-1 Sektörel İnovasyon Sistemi	7
SEKTÖREL İNOVASYON SİSTEMİ	8
Giriş	8
Sektörel İnovasyon Sistemi İçin Kavramsal Çerçeve	9
Sektörel İnovasyon Sisteminin Başlıca Yapı Taşları ve Dinamikleri	11
1- Bilgi Temeli ve Teknolojiler	11
2- Aktörler ve Ağyapılar	13
3- Kurumlar ve Kurumsal Sistemler	14
4- Sektörel Düzenleme ve Destekler	15
Sektörel İnovasyon Stratejilerinde Diğer Kritik Faktörler	15
Tarihsel Gelişim Perspektifinden Farklı Sektörler için Temel Dinamikler	18
Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Sistemi	21
Türkiye’de Sektörel İnovasyon Stratejileri Kapsamındaki Bazı Çalışmalar	23
Sonuç ve Bazı Çıkarımlar	25
Kaynaklar	28
Kısım-2 Biyoteknoloji: Tanım ve Kapsam	31
Biyoteknoloji: Tanım ve Kapsam	32
Kapsam	33
1. Tıp	33
2. Gıda, Tarım ve Hayvancılık	34
3. Çevre	35
4. Endüstri (Kimya, Enerji, vb.)	36
5. Nanobiyoteknoloji	36
6. Sentetik Biyoteknoloji	37
Biyoteknolojide Kullanılan Teknik ve Araçlar	37
1. Hücreler ve Biyolojik Moleküller	37
2. Biyolojik Teknikler	38
3. Biyoenformatik	40
4. Teknolojik Prosesler	40
Sonuç ve Öneriler	40
Kaynaklar	42
Kısım-3 Biyoekonomi	43
BİYOEKONOMİ	44
1. Giriş	44
2. Biyoekonominin Önemi	46
2.1. Nüfus artışı, demografik eğilim ve gelir değişimi	46
2.2. İklim değişikliği ve enerji talebinde artış	47
2.3. Gıda ve su talebinde artış	47
2.4. Sağlık hizmeti talebi ve maliyetlerinde artış	47
3. Biyoekonominin Bileşenleri ve Küresel Eğilimler	48
3.1. Sağlık	49
3.2. Tarım	49

Kısım-3 İrlanda Biyoteknoloji İnovasyon Sistemi	97
İRLANDA BİYOTEKNOLOJİ İNOVASYON SİSTEMİ	98
1. GİRİŞ	98
2. İRLANDA BİYOTEKNOLOJİ PROGRAMLARININ KISA TARİHÇESİ VE TEMEL ÖZELLİKLERİ	98
3. İRLANDA BİYOTEKNOLOJİ SEKTÖRÜ İNOVASYON SİSTEMİ	102
a. Enterprise Ireland	102
b. Enterprise Ireland Biyoteknoloji Direktörlüğü (ElBio)	103
c. Biyoinkübatörler	104
d. İrlanda Bilim Vakfı (Science Foundation Ireland- SFI)	104
e. İrlanda Endüstriyel Kalkınma Kurumu (IDA)	105
f. NOVAUCD, İnovasyon ve Teknoloji Transfer Merkezi (NOVAUCD Innovation and Technology Transfer Centre)	105
g. UCD Conway Biyomoleküler ve Biyomedikal Araştırma Enstitüsü	108
h. İrlanda Biyoendüstri Birliği (Irish Bioindustry Association – IBIA)	109
i. Ulusal Biyomedikal Mühendislik Bilimi Merkezi (NCBES)	109
j. Ulusal Tanı Merkezi Biyoinkubatörü (The National Diagnostics Centre Bio Incubator, NDC)	111
k. Yenileyici Tıp Enstitüsü (The Regenerative Medicine Institute, REMEDI)	111
l. İrlanda Ulusal Gen Vektörü Laboratuvarı(National Gene Vector Laboratory of Ireland)	112
4. SONUÇ VE BAZI ÇIKARIMLAR	112
KAYNAKLAR:	114
Kısaltmalar Dizini	115
Kısım-4 İsrail Biyoteknoloji Sektörü İnovasyon Politikaları	117
İSRAİL BİYOTEKNOLOJİ SEKTÖRÜ İNOVASYON POLİTİKALARI	118
İsrail Hakkında	118
İsrail'in Bilim, Teknoloji ve İnovasyon (BTI) Politikası	118
İsrail'in Ekonomisi	119
İsrail'de Biyoteknolojinin Doğuşu	119
İsrail'de Yaşam Bilimleri Sektörü	119
Medikal Cihazlar	121
Biyoteknoloji	121
Farmasötikler (İlaçlar) ve Biyolojik Kökenli Farmasötikler (Biyofarma)	122
Tarımsal Biyoteknoloji	123
Sağlıkta Bilişim Teknolojileri	123
Yaşam Bilimleri Firmaları	123
İsrail Yaşam Bilimleri Finansman Kaynakları	124
İsrail Biyoteknoloji Sektör Aktörleri	124
Üniversite ve Araştırma Merkezleri	124
Teknoloji Transfer Yapılanmaları/Firmaları	125
Teknoloji Tabanlı Kuluçkalık Ağyapısı	125
Küme Yapılanmaları	125
Regülasyonlar	125
Kamu Kurumları ve Destek Programları	126
Risk Sermayesi	127
Uluslararası Firmalar	127
Disiplinlerarası İlişkiler	128
Fuar ve Konferanslar	128
İsrail Biyoteknoloji Sektörü İnovasyon Sistemi – Analiz Özeti	128
Kaynakça	130

BÖLÜM-3 TÜRKİYE'DE DURUM

131

Kısım-1 Sağlık Biyoteknolojisi: Türkiye'de Durum

133

SAĞLIK BİYOTEKNOLOJİSİ : TÜRKİYE'DE DURUM

134

1. Rejeneratif (Yenileyici) Tıp 137
 - 1.1. Biyomalzemeler 138
 - 1.2. Rekombinant İyileştirici Proteinler 139
 - 1.3. Hücresel Tedaviler 139
2. Biyoteknolojik Terapötikler-Biyofarmasötikler 141
3. Diyagnostikler 145
 - 3.1. Türkiye'deki in Vitro Diyagnostik Pazarının Durumu 147
4. Genel Değerlendirmeler ve Öneriler 150
- Kaynakça 152

Kısım-2 Türkiye'de Endüstriyel Biyoteknoloji

153

TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİYEL BİYOTEKNOLOJİ

154

1. Giriş 154
2. Türkiye'de Endüstriyel Biyoteknolojinin Tarihçesi 154
3. Türkiye'de Endüstriyel Biyoteknoloji Uygulamaları 157
4. Endüstriyel Biyoteknoloji'nin Ana Sorunları 168
5. Genel Değerlendirme 170

Kısım-3 Agrobiyoteknoloji ve Türkiye'deki Durumu

173

AGROBİYOTEKNOLOJİ VE TÜRKİYE'DEKİ DURUMU

174

GİRİŞ

174

1. BİTKİSEL ÜRETİMDE BİYOTEKNOLOJİ 174
 - a) Tarımda Girdi Olarak ve Besin Elementlerinin Artırılmasında 176
 - b) Biyolojik Azot Fiksasyonunda Organik Kaynak Olarak 180
 - c) Bitki Büyüme Faktörü Hormonların Üretilmesi: 180
 - d) Fosfor Yarıyışlılığının Artırılmasında 181
 - e) Bitkisel Üretimde Zararlı ve Hastalık ve Yabancı Ot Mücadelesi 182
 - f) Doku Kültüründe Kullanımı 187
2. HAYVANCILIK BİYOTEKNOLOJİSİ 187
 - A. HAYVAN ISLAHINDA BİYOTEKNOLOJİ 188
 - B. HAYVAN SAĞLIĞINDA BİYOTEKNOLOJİ 191
 - C. TRANSGEN TEKNOLOJİSİ İLE İLAÇ ÜRETİMİ 193
 - GENEL DEĞERLENDİRME 193
3. GIDA BİYOTEKNOLOJİSİ VE TÜRKİYE'DEKİ GELİŞMELER 203
- Kaynaklar 200

Kısım-4 Türkiye'de Biyoenformatik Bilgi ve Teknoloji Altyapısı

205

TÜRKİYE'DE BİYOEFORMATİK BİLGİ VE TEKNOLOJİ ALTYAPISI

206

1. Biyoenformatik Tanımı ve Uygulama Alanları 206
2. Biyoenformatik Alanındaki Aktörler 206
 - a. Akademik Programlar ve Biyoenformatik Eğitimi 206
 - b. Biyoenformatik Hizmeti Veren Şirketler 208
 - AG Biyoinformatik Teknogirişim Ltd. Şti. 209
 - HGM Biyoinformatik Ltd. Şti. 209
 - R-Genetik Ltd. Şti. 209
 - GENformatik Ltd. Şti. 210
 - DONE GENETİK Ltd. Şti. 210

3. Durum Değerlendirmesi	211
BÖLÜM-4 BAŞARILI UYGULAMALARDAKİ ORTAK BULGULAR VE TÜRKİYE İÇİN ÇIKARIMLAR	213
Kısım-1 Başarılı Uygulamalardaki Ortak Bulgular ve Türkiye Çalıştayı Çıktıları	215
Program	216
Katılımcılar:	217
Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Sistemi Yapıtaşları	217
I - BİLGİ ALTYAPISI VE TEKNOLOJİLER	217
Açıklama ve Örnekler	217
Bilgi Altyapısı ve Teknolojiler - Çalıştay Bulguları:	218
II - AKTÖRLER VE İŞBİRLİĞİ AĞYAPILARI	219
Aktörler ve İşbirliği Ağyapıları - Çalıştay Bulguları:	220
III - KURUMSAL YAPILAR, DÜZENLEMELER, DESTEKLER	221
Kurumsal Yapılar, Düzenlemeler, Destekler – Çalıştay Bulguları:	222
IV - DİĞER FAKTÖRLER	223
Diğer Faktörler - Çalıştay Bulguları:	223
Kısım-2 Türkiye için Çıkarımlar	225
TÜRKİYE İÇİN BULGULAR VE ÇIKARIMLAR	226

Sunuş

Yakın geçmişte yaşanan kriz, insanımız ve gezegenimiz için, yeni verimlilik sınırlarını zorlamaya ve somut katma değer yaratmaya odaklı bir dönemin habercisi. Bu dönemde ülkelerin rekabet gücünü, çoklu alan takım oyunu, bilimsel ve yenileşimci işbirliği, yaratıcı yüksek katma değeri talebin merkezine gömme becerileri belirleyecek.

Çoklu alanların içerisinde Biyoteknoloji, etkileşim ve katma değer yaratma potansiyeli en yüksek alanlardan biri olarak ön plana çıkıyor. 1950 ve 60'larda, bugün için oldukça kısıtlı bir teknoloji sayılabilecek X-ışınları ile kısmen aydınlatılmış moleküler yapıların ardında gizli DNA şifresinin çözümü ve günümüze uzanan tetiklediği uygulamalar ve katma değerler, bugünün ileri teknolojileri ile biyoteknoloji alanında zorlanacak sınırların ve ardında yatan potansiyelin önemli bir göstergesi.

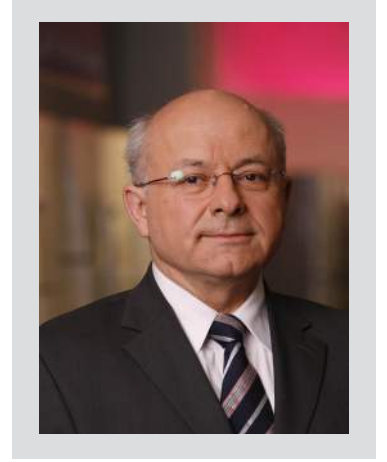
Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı – TTGV olarak, 'Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Sistemi' çalışması çerçevesinde, yurt içinden ve dışından çok sayıda değerli bilim insanımızın biyoteknolojiye ışık tutmalarına aracı olmaktan onur duyuyoruz. Bu çalışmanın, ülkemizin rekabet gücünü arttırma yolunda, birey, firma ve kurumlarımızın yenileşimci katma değer çabalarına katkıda bulunacağına inanıyoruz.

Çalışmaya çok büyük katkılarda bulunan değerli bilim insanlarımıza ve TTGV'nin değerli çalışanlarına Yönetim Kurulu olarak derin saygı ve şükranlarımızı sunuyoruz.

Cengiz ULTAV

TTGV

Yönetim Kurulu Başkanı



Önsöz

Etkileri ve öncülük ettiği buluşlar bakımından 19.asrı buhar çağı, 20.asrı elektrik çağı olarak tanımlarsak –bir öngöründe bulunmak için çok erken olmakla birlikte– 21. asır enformasyon-iletişim ve biyoteknoloji çağı olarak anılacak gibi görünmektedir.

Biyoteknoloji, 21.yüzyıl için dünyanın yeni ve en önemli araştırma alanlarından biri kabul edilmektedir. Fizik, kimya, matematik gibi temel bilimlerden, mühendislik ve sosyal bilimler ve uygulamalarına kadar geniş bir spektrumun ilgi alanına giren bu disiplin temel ve uygulamalı bilimlerin de en fazla iç içe olduğu ve birlikte çalıştığı sektörlerdendir. Bu yoğun ve derin araştırma odaklı alan için en kısa tanım doğrudan isme yansımıştır: Biyoteknoloji. Böylece biyolojik sistemlerin teknolojik uygulamaları ya da biyoloji ve teknolojinin çok değişik kombinasyonlarının en kısa şekilde ifade edilmesi mümkün olmuştur.



Bugün bir endüstri kolu ya da sektör olarak olağanüstü büyüklükte bir ekonomik büyüklüğe ulaşmış olan ve bu büyüklüğün ivmesel olarak artmasının beklendiği biyoteknolojiyi daha geniş bir pencereden çevre, enerji, ormancılık, sağlık, tarım, hayvancılık, gıda, su gibi hemen tüm alanlarda organizmalar ve hücrelerin genetik ve moleküler seviyede izolasyonu ve/veya manipülasyonu ile spesifik ürün ya da proses geliştirme uygulamaları olarak tanımlamak mümkündür.

En genel çerçevede biyoteknoloji; “Sağlık”, “Agro” ve “Endüstriyel” olarak üç temel kola ayrılmaktadır. Kuşkusuz bunların her birinin içinde ve kesişim alanlarında da önemli alt dallar mevcuttur.

Sosyal, ekonomik, ekolojik ve etik önemine paralel olarak biyoteknoloji, ülkelerin bilim, teknoloji ve sanayi politikalarında çok önemli bir yer bulmakta buna bağlı olarak da hemen her ülke araştırma, teknoloji geliştirme ve inovasyon ajandalarında bu sektöre özel bir yer açmaktadır. Bu amaçla da pek çok ülke kendilerine özel “Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Sistemi” tasarlamaya ve uygulamaya çalışmaktadır.

Ülkemizde bu amaçlı strateji ve çabalara destek olmak ve girdi sağlamak amacıyla TTGV tarafından bir proje olarak ele alınan elinizdeki bu yayının 4 bölümden oluşmaktadır. “Kavramsal Çerçeve ve Biyoekonomi” başlıklı ilk bölümde; “Sektörel İnovasyon Sistemi”nin kavramsal değerlendirmesi Mahmut Kiper; “Biyoteknoloji Sektörü Tanımı ve Kapsamı”nın genel bir açıklaması Prof. Dr. Hüseyin Avni Öktem, Doç. Dr. Füsun Eyidoğan, Dr. Remziye Yılmaz, Dr. Tufan Öz, Prof. Dr. Meral Yücel ve “Biyoekonomi” kısmı da Selin Arslanhan Memiş, Bilgi Aslankut tarafından kaleme alınmıştır.

“Dünyadan Örnekler” başlıklı 2. Bölümde bu alanda başarılı gelişme ve/veya girişimleri olduğu bilinen bazı ülkelerin “biyoteknoloji sektörü inovasyon sistemleri” incelenmiştir. Bu bölümde Prof. Dr. Banu Onaral ‘ABD’, Prof. Dr. Nesrin Hasırcı ‘Çin’, Dr. A. Hakan Özdemir, Seda Ölmez Çakar ‘İrlanda’ ve Deniz Bayhan’da ‘İsrail’in biyoteknoloji gelişimlerinin ve politikalarının önemli yönlerini ortaya koymuşlardır.

Üçüncü Bölümde Biyoteknoloji’nin başlıca kolları olan Sağlık, Endüstriyel ve Agro biyoteknoloji alanları ile önemli bir kesişim alanı olarak öne çıkan Biyoenformasyon konularında Türkiye’nin durumu ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bu kapsamda; Mete Özgürbüz, Op. Dr. Nuri Hünkar Kutlu, Prof. Dr. Emir Baki Denkbaş, Yrd. Doç. Dr. Memed Duman, Uz. Kimyager Cem Bayram “Türkiye’de Sağlık Biyoteknolojisi”; Prof. Fazilet Vardar Sukan, Dr. Esra İmamoğlu, Erdinç İkizoğlu “Türkiye’de Endüstriyel Biyoteknoloji”; Prof.Dr. Fikrettin Şahin, Prof. Dr. Sezen Arat, Prof. Dr. Metin Turan, Prof. Dr. Ahmet Eşitken, Prof. Dr. Osman Sağdıç, Doç. Dr. Zülal Kesmen, Dr. Emel Özkan Ünal “Türkiye’de Agrobiyoteknoloji” ve Yrd. Doç. Dr. Yeşim Aydın Son’da “Türkiye’de Biyoenformatik” çerçevelerindeki durumumuzu aktarmışlardır.

“Başarılı Uygulamalardaki Ortak Bulgular ve Türkiye için Çıkarımlar” başlıklı dördüncü bölümün ilk kısmında, bölümle aynı isimde 23 Kasım 2012’de yapılan çalıştayda ortaya çıkan bulgulara, 2. kısımda ise bu çalıştayın ilk aşamasında kitap yazarlarınca yapılan sunumlarda ve çalıştayda ortaya çıkan önermeler dikkate alınarak “Türkiye için Çıkarımlar” a yer verilmiştir.

Bölüm yazarlarına ve bahsedilen çalıştay katılımcılarına teşekkür ediyoruz. Onların içten katılım ve değerli katkıları ile bu yayın ortaya çıktı. Ülkemizin “Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Sistemi” strateji ve çabalarında fayda sağlamasını umduğumuz bu kitabın alanda çalışma yapacaklar için de yararlı bir kaynak olmasını diliyoruz.

Saygılarımızla,

Mahmut KİPER

Editör

**Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Sistemi
Kavramlar, Dünyadan Örnekler, Türkiye’de Durum ve Çıkarımlar**

BÖLÜM-1

KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE BİYOEKONOMİ

Bölüm-1

Kısım-1 Sektörel İnovasyon Sistemi

Mahmut KİPER

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
TTGV

SEKTÖREL İNOVASYON SİSTEMİ

Giriş

Son çeyrek asırlık dönemde inovasyon kavramına yaklaşım, doğrusal model çerçevesindeki analizlerden evrimsel modele ve sistem odaklılığa doğru evrilmiştir. İkinci nesil inovasyon teorileri olarak adlandırılabilen sistem yaklaşımı yeni teknolojilerin oluşmasının dinamiklerini araştırmanın yanında yeni teknolojilerin yayılımına ve aktörler tarafından paylaşımına da odaklanmaktadır. Çünkü, inovasyon farklı aktörlerin birbirleriyle kurdukları etkileşimin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Sistem yaklaşımına göre, inovasyonun başarısı sadece firmaların ve firma dışı kurumların nasıl hareket ettiklerine değil, bütün aktörlerin bilgi paylaşım ağı yapıları oluşturacak şekilde birlikte nasıl hareket ettiğine bağlıdır (Geels, 2004). İnovasyon sistemi yaklaşımının ortaya çıkmasında önemli bir yere sahip olan Lundvall'a göre de aktörlerin öğrenme süreçlerinde etkileşim ile öğrenme önemli bir yer tutar (Lundvall, 2008).

İnovasyon teorileri ve bunlara bağlı olarak hayata geçirilen sistemler, giderek artan bir ivmeyle ve karmaşıklıkla firma veya girişimci mikro ölçeğinden başlayıp, en uçta regülasyonlar, kurumlar, insan kaynakları, hükümet programları vb. stratejileri içeren makro sisteme dek uzanır olmuştur.

Firma bazında (mikro ölçekte) bir ürün, süreç ya da hizmetin kavram geliştirmeden satış-pazarlama ve satış sonrası hizmetlere kadar olan her bir aşamasında katma değer nasıl ortaya çıktığının ölçümünü ve iyileştirilmesini amaçlayan "Değer Zinciri Analizi" için çok değerli modeller M.Porter'la başlayarak geliştirilmiştir. (Porter,1985)

İnovasyona dayalı kalkınma literatüründe az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerde firmaların kurumsal Ar-Ge yetkinliği düzeylerinde ve sahip oldukları patent sayılarında önemli büyüklüklere rastlanmadığı ağırlıkla vurgulanmaktadır. Buna da bağlı olarak firmaların teknolojik ve inovasyon faaliyetlerinin ölçümüne yönelik çalışmalar ağırlık kazanmakta ve ülkelerin ekonomik kalkınmasında inovasyon yapan firma sayısının artışı önemli bir parametre olarak ele alınmaktadır. (OECD/EUROSTAT 2005).

Mikro seviyede firmaların daha inovatif olması ve teknolojik yetkinliklerinin geliştirilmesine yönelik ölçüm ve destek sistemleri giderek artış gösterirken, makro ölçekte de ulusal sistemlerle araştırma, teknoloji geliştirme ve inovasyon eko-sistemi oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bu kapsamda Ulusal İnovasyon Sistemi (ULİS) perspektifini, giderek artan karmaşıklıkta bilim ve teknolojik yenilikleri sağlayan aktörler, davranışlar ve akışları açıklamaya ve oluşturmaya çalışan bir sistem bütünü olarak değerlendirmek doğru olacaktır. Bu açıklamalar ışığında "Ulusal İnovasyon Sistemi"ni; küçük ya da büyük, kamu ya da özel firmaların, üniversitelerin ve kamu kurumlarının bilim ve teknoloji üretimini amaçlayarak etkileştiği ulusal sınır ve kurum, kuruluş ve firmalar arası bu etkileşim ile ortaya çıkan yeni bilim ve teknolojik gelişmelerin regülasyonu, finansmanı, korunmasını amaçlayan teknik, ticari, yasal, sosyal ve finansal çerçeve olarak tanımlamak mümkündür. (Ulusal İnovasyon Sistemi için bkz. Freeman,1987; Lundvall,1988; Lundvall,1992; Nelson,1993)

Mikro ve makro ölçek arasındaki oldukça büyük açıklığın giderilmesine ve bağlar oluşturulmasına olanak verecek şekilde, ara seviyede de (mezo ölçek) bazı inovasyon sistemleri gereksinimi ve buna bağlı "Bölgesel İnovasyon Sistemi" stratejileri ve çabaları öne çıkmış, böylece bölgesel ölçekte inovasyon politika ve planları da oldukça geniş uygulama alanı bulmuştur. (Bölgesel İnovasyon Sistemi için bkz. Cooke ve arkadaşları,1997; Braczyk ve arkadaşları,1998)

Bunları destekler nitelikte, 2000'lere girerken inovasyon sistemleri ailesine katılan "Sektörel İnovasyon Sistemi"; belli bir sektörün yapısının ve sınırlarının; aktörlerinin ve bunların birbirleriyle etkileşimlerinin; öğrenme, inovasyon ve üretim süreçlerinin; sektörün dönüşüm dinamiklerinin ;

sektördeki firmaların ya da sektörde uluslararası rekabetçi olan ülkelerin performans farklılıklarına neden olan faktörlerin daha iyi anlaşılmasına yönelik sunduğu kavramsal çerçeve ile giderek önem kazanan ve öncelikli ya da kritik sektörler için teknoloji politikalarının geliştirilebilmesinin önünü açan stratejiler tasarlanmasına olanak sağlayan yapısıyla ulusal politikaların önemli bir unsuru olarak öne çıkmaktadır. (Sektörel İnovasyon Sistemi için bkz.Breschi – Malerba,1997; Malerba,2002; Malerba,2003; Malerba ,2004a)

Bu kavramsal çerçeve tüm sektörlerin benzer olduğu ve makro politikalarla düzenlenip desteklenebileceğini savunan yaklaşımların sakıncalı yönlerini ortaya koyması, önemli bulunan her bir sektör için kritik temel unsurlar çerçevesinde sektörel inovasyon sistemi tasarlanmasının gerekliliğini göstermesi bakımından da önemlidir.

Sektörel İnovasyon Sistemi İçin Kavramsal Çerçeve

“Sektör” kavramı imalat süreçleri penceresinden en genel şekilde temel bilgilerin paylaşılarak mevcut ya da ileride oluşması beklenen talepler için ilgili ürün, süreç ve servis grupları çerçevesinde bütünleşmiş faaliyetler bütünü olarak tanımlanmaktadır. İktisat bakış açısından ise “sektör” terimini bir ekonominin ortak ve birleştirilebilen niteliklere sahip ve diğer faaliyetlerden yalıtılarak incelenebilen bölümü olarak kavramak mümkün görünmektedir.

Her geçen gün daha da popüler bir kavram olmaya başlayan ve bir önceki bölümde değinildiği gibi değişik seviyelerde sıkça karşımıza çıkan ‘inovasyon sistemi’ni ise fikirlerin fark yaratacak ve ekonomik bir değer kazandıracak şekilde ürün, proses ya da servislere dönüşmesini sağlamak üzere ihtiyaç duyulan bilgi ve teknolojilerin kişiler, firmalar, kurumlar arasında akışını kolaylaştıran ve ilgili aktörler arasında bu amaçlı etkileşimi mümkün kılan parçalar bütünü olarak tanımlamak yanlış olmayacaktır.

Bu iki tanımdan hareketle “sektörel inovasyon sistemi”ni; bir ekonominin ortak ve birleştirilebilen niteliklere sahip bir bölümünün ihtiyaç duyduğu ya da ileride duymasının planlandığı ürünleri, süreçleri ve/veya servisleri yüksek katma değerli ve rekabetçi nitelikler taşıyacak şekilde tasarlamak, üretmek ve satmak üzere gerekli bilgi ve teknoloji setlerinin oluşmasını ve ilgili aktörler arasındaki etkileşimle küresel ölçekte pazar faaliyetlerine dönüşmesini sağlayacak şekilde birbiriyle ilişkilendirilebilecek parçalar bütünü olarak açıklayabiliriz.

Sektörel sistem analizlerinin gelişmesinde, sektörleri inovasyonun kaynağına göre sınıflandıran Pavitt (1984) önemli bir yere sahiptir. Pavitt (1984) İngiltere’de 1945–1979 yılları arasında gerçekleşen yaklaşık 200 adet önemli inovasyonu inceleyerek, endüstrileri yeni teknolojilerin gelişmesine neden olan faktörlerin niteliğine ve niceliğine diğer bir deyişle teknolojik yeniliğin baskın kaynağına göre üç ana başlık altında sınıflandırmıştır.

1. Bilim Temelli Endüstriler (Science-based Industries)
2. Tedarikçi Egemen Endüstriler (Supplier-dominated Industries)
3. Üretim Yoğun Endüstriler. Bu endüstriler de Ölçek Yoğun Endüstriler (Scale-intensive Industries) ve Uzmanlaşmış Tedarikçiler (Specialised Supplier) olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

Bu yaklaşımla yenilik içerisinde bilginin nerede biriktiği ve kullanıldığı belirlenmeye ve bağlantılar hem kullanıcılar hem de tedarikçilerin faydalandığı “yenilik çarpanı” ile ifade edilmeye çalışılmıştır.

Pavitt bu yaklaşımına 1994 yılında beşinci bir sektör olarak, hizmetler sektörünü içeren, enformasyon yoğun endüstrileri eklemiştir (Tablo–1). OECD de Pavitt’ten çok küçük ölçüde fark gösteren beş endüstrili bir sınıflandırma kullanmaktadır. OECD’nin sınıflandırmasına göre sektörler;

masyon yoğun endüstrileri eklemiştir (Tablo-1). OECD de Pavitt'ten çok küçük ölçüde fark gösteren beş endüstrili bir sınıflandırma kullanmaktadır. OECD'nin sınıflandırmasına göre sektörler; kaynak-yoğun, işgücü-yoğun, uzmanlaşmış tedarikçiler, ölçek-yoğun ve bilim-temelli şeklinde ayrılmaktadır.

	Firma Kategorileri				
	Arz - Baskın	Ölçek - Yoğun	Bilgi - Yoğun	Bilim - Temelli	Uzmanlaşmış Tedarikçiler
Tipik Çekirdek Sektörler	Tarım, ev yapımı, özel hizmetler, geleneksel imalat	Çelik, cam, otomobil, dayanıklı tüketim malları	Finans, Perakendecilik, Yayıncılık, seyahat	Elektronik Malzemeler, Kimya Sanayisi	Sermaye malları, Araçlar, Yazılım
Teknolojik Birikimin Temel Kaynakları	Tedarikçiler	Üretim Mühendisliği	Yazılım ve Sistem Mühendisliği	Birleşik Ar&Ge Corporate R&D	Dizayn ve Geliştirme, Gelişmiş Kullanıcılar
Teknoloji Transferinin Ana Kanalları	Tecihazat ve ilgili diğer hizmetlerin satın alınması	Tecihazat satın alınması ve Know - how licensing	Tecihazat satın alınması ve Yazılım	Tersine Mühendislik, tecrübeli bilim adamları ve mühendislerin kiralınması	Gelişmiş Kullanıcılardan Öğrenme (Learning from advanced users)

Tablo-1 İnovasyon Kaynağına Göre Sektörel Sınıflandırma

Kaynak:Pavitt,1994(Polattaş O.,Şirketlerde İnovasyon Sisteminin Gelişimi,2009'dan alınmıştır)

Pavitt'in yaklaşımı sektörlerin inovasyonu oluşturan dinamiklerinin farklı olduğu ve bu faaliyetlerin artırılması için sektöre özgü teknoloji politikalarının geliştirilmesi gerektiğine olan vurgusu nedeniyle sektörel inovasyon sistemi tartışmalarına kaynaklık etmiştir.

Sektörel analize stratejik yönetim bakış açısından yaklaşan Porter (1990), "Ulusların Rekabetçi Üstünlükleri" çalışmasıyla neden bazı ülkelerde belirli sektörlerin uluslararası ölçekte başarı gösterdiği sorusunu sormakta ve gelişmiş on ülke bağlamında (ABD, İngiltere, Japonya, Almanya, İtalya, G.Kore, Singapur, İsveç, İsviçre, Danimarka) örnek sektörler üzerinde çalışarak genel ortak belirleyici faktörlere ulaşmaya çalışmaktadır. Porter'e göre ulusların rekabetçi üstünlüklerini oluşturan dört faktör vardır ve bu faktörler bir araya gelerek ulusların rekabetçi üstünlüklerini belirleyen elması oluştururlar. Bu dört faktör şunlardır.

1. Faktör Donanımı,
2. Talep Koşulları,
3. Benzer ve Tedarikçi Endüstriler,
4. Firma Stratejisi Yapısı Ve Rekabet.

Sektörel İnovasyon Sistemi yaklaşımı 1987 yılında İtalya'da Università Bocconi'ye bağlı olarak kurulan "Centre for Research on Innovation and Internationalization (CESPRI)", bünyesindeki çalışmalarla gelişmiştir. Bu konudaki öncü çalışma bu kurum bünyesinde çalışan Breschi ve Malerba'nın ortak çalışmasıdır. Breschi – Malerba (1997)'dan sonra Malerba literatürün oluşmasında ve gelişmesinde belirleyici katkılar yapmıştır (Malerba,2002; Malerba,2003; Malerba,2004a). Bu konudaki ilk önemli derleme çalışma Malerba'nın editörlüğünde 2004 yılında basılmıştır. Çalışma kapsamında Avrupa Birliği ülkelerinde altı temel sektör (kimya, ilaç, telekomünikasyon, takım tezgâhları, yazılım ve hizmetler) sektörel inovasyon sistemi perspektifinden analiz edilmektedir (Malerba 2004b). Bu çalışmaya göre Sektörel İnovasyon Sistemi; belirli bir kullanıma yönelik ürün grubu ile, bu ürünleri geliştirmeye, üretmeye, pazarlamaya yönelik aktörlerin piyasa ve piyasa

dışı etkileşiminden oluşan bir bütünsel yapı olarak tanımlanmaktadır.

Sektörel sistem yaklaşımının temel avantajı; sektörün yapısının ve sınırlarının; aktörlerinin ve bunların birbirleriyle etkileşimlerinin; öğrenme, inovasyon ve üretim süreçlerinin; sektörün dönüşüm dinamiklerinin; sektördeki firmaların ya da bir sektörde uluslararası rekabetçi olan ülkelerin performans farklılıklarına neden olan faktörlerin daha iyi anlaşılmasına yönelik sunduğu kavramsal çerçevedir.

Sektörel İnovasyon Sisteminin Başlıca Yapı Taşları ve Dinamikleri

Çoğu ülkenin ilerleme deneyimlerine bakınca, öndekilere yetişme stratejilerinde öncü sektörlerin ortaya çıkışının ve bunların geliştirilip büyütülmesinin doğrudan ya da dolaylı oldukça önemli etkileri olduğu görülmektedir(Malerba 2002). Bu nedenle gelişme ile ilgili problemlerin analizinde sektörel sistemlerin irdelenmesi oldukça öğretici ve yararlı sonuçlar vermektedir. Gelişmekte olan ülkelerdeki sektörel sistemlere bilgi, teknolojik yetkinlikler, aktörler ve bunlar arasındaki etkileşim ve işbirliği ağyapıları, ilgili sektöre dair politika ve stratejilerin oluşumu ve uygulanması da dahil kurumsal yapılanmalar gibi çeşitli boyutlardan bakılınca hemen her boyutun gelişmiş ülkelerdeki aynı sektöre dair sistem yaklaşımından önemli farklılıklar ve zayıflıklar gösterdiği gözlenmektedir (Malerba, 2005)

Franco Malerba'ya göre sektörel inovasyon sistem çerçevesi o sektörün doğasına, yapısına, organizasyonuna ve inovasyon ve üretim dinamiklerine odaklanmalıdır. Malerba, sektörün inovasyon yapı taşları olarak bilgi temeli ve teknolojileri, aktörleri(firmalar ve alandaki diğer kuruluşlar), işbirliği ağyapılarını, politikaları/stratejileri ve bunların oluşumu ve uygulanmasından sorumlu kurumsal yapıları öne çıkarmaktadır(Malerba 2002, 2005).

Bu çerçevede Malerba, sektörel inovasyon sisteminde üç temel yapı taşı saymaktadır. Bunlar,

1. Bilgi altyapısı ve teknolojiler,
2. Aktörler ve ağyapılar,
3. Kurumlar .

Bu yapı taşlarına ilave olarak, bir çok literatürde o sektördeki inovasyon sisteminin gelişiminde oldukça belirleyici olan başlıca düzenlemeler ve destekler de temel yapı taşlarından biri olarak değerlendirilmektedir.

Malerba bu yapı taşları arasındaki etkileşimden ve bunların eşevriminden sektörel inovasyon sisteminin ortaya çıkacağını ve/veya gelişeceğini belirtmektedir. Bu yapıtaşlarına daha yakından bakmak yararlı görülmektedir.

1- Bilgi Temeli ve Teknolojiler

Evrimsel inovasyon literatürüne göre bilgi temeli ve öğrenme süreçleri inovasyon prosesi- nin temelini oluşturur. Dahası bilgi ve öğrenme süreçleri bilgi kümeleri ve özellikleri bakımından sektörden sektöre değişiklik gösterir(Malerba & Orsenigo, 2000). Bazı sektörlerde bilim, bilginin temel ve güdüleyici kaynağı olurken, kimilerinde yaparak öğrenme bilginin artmasının temel dinamiği konumundadır. Bazı sektörlerde üniversiteler bilginin temel odağı olurken, bazılarında firmalar bilgi üretiminde oldukça baskın durumdadır.

İnovasyon sistemleri perspektifinden bilginin oluşması için gerekli üç temel boyut şunlardır: erişilebilirlik, fırsat ve biriktirilebilirlik.

Bilgi temeli, teknolojiler ve öğrenme prosesleri sektörel inovasyon sisteminin konfigürasyonunun belirlenmesinde, onun sınırlarının tanımlanmasında ve gelişiminin modellenmesinde en önemli unsurlardandır.

Bilindiği gibi, ulusal politikalarda “yetişme (catch up)” terminolojisi daha çok ileri ülkelerle gelir, verimlilik gibi unsurlardaki açığın kapanmasına gönderme yapmak için kullanılır (Fagerberg-Godinho, 2005). Literatürde yetişmeyi mümkün kılan unsurların en başında bilimsel bilgi temelli öğrenme ve öğrendiklerini fark yaratacak şekilde uygulayabilme yetkinliği gelmektedir (Bell and Pavitt, 1993, Kim, 1997; 1999, Lall, 2001).

Aykut Göker, “Bilgiye Dayalı Ekonomi ve Türkiye Açısından Durum” başlıklı çalışmasında günümüzde ekonomilerin temel dayanağı ile ilgili ‘bilginin yönlendirdiği ekonomi (knowledge-driven economy)’ vurgusuna dikkat çekerek, bilginin bu ekonomilerdeki başat rolünün iyi işleyebilmesi için, bilgiye çabuk, kolay ve ucuza ulaşabilmenin önemine değinmektedir. Göker’e göre, bu açıdan bilginin yayılımı (difüzyon) ve dağılımı son derece önemlidir. Bilginin etkin olarak yayılımındaysa, yeni unsurlarca özümsemesi merkezi role sahiptir ve yayılımın kendisi kadar önemlidir. Özümseme sürecinde örtülü (zımni; “tacit”) bilgi belirleyici rol oynar. Kodlanmış bilgiyi belli biçimlerde kaydedilmiş olarak (sayısal, ya da bilimsel makale ve patent başvurularında olduğu gibi, yazılı biçimde) bulmak mümkünken, örtülü bilgi, insanların beyinlerinde ya da organizasyonların iş süreçlerinde saklıdır.

Bilginin ekonomilerdeki bu yönlendiriciliğine bağlı olarak küresel iş ve pazar ortamlarında; teknolojilerin daha karmaşıklaşması, teknoloji ve ürün yaşam döngüsünün kısalması, yeni ve güçlü rakipler çıkması, pazarın daha talepkar müşterilerden oluşması ve tasarımdan ürünün müşteriye ulaşmasına kadar ki değer zincirinde gözlenen yoğun işbirliği ağları ve ilişkileri gibi unsurların yol açtığı önemli gelişmeler görülmektedir.

Dünyada hakim olan bu bilgi odaklı yeni yaklaşımların ve bunların teknoloji politikalarını etkileyen ana unsurlarının değerlendirilmesi sektörel inovasyon sistemleri için doğru politika ve kurguların yapılması bakımından da büyük önem taşımaktadır.

Tüm bu gelişmelere bağlı olarak bilginin üretim ve ekonomik faaliyetlerdeki başat konumu yeni boyutlar kazanmakta ve yeni ürün ve yeni iş modellerini hızla yaşamın her alanına taşımaktadır.

Gelişmelere bakıldığında, temel bilimlerin teknoloji ve üretime yönelik doğrudan etkisi giderek daha belirginleşmekte, bilginin korunmasını amaçlayan patent gibi fikri haklarda olağanüstü bir artış ve niteliklerinde de farklılıklar görülmektedir.

Tüm bunları tek tek olgular olarak değil, bilgi ekonomisinin tümleşik sisteminin önemli yapıtaşları olarak değerlendirmek doğru olacaktır.

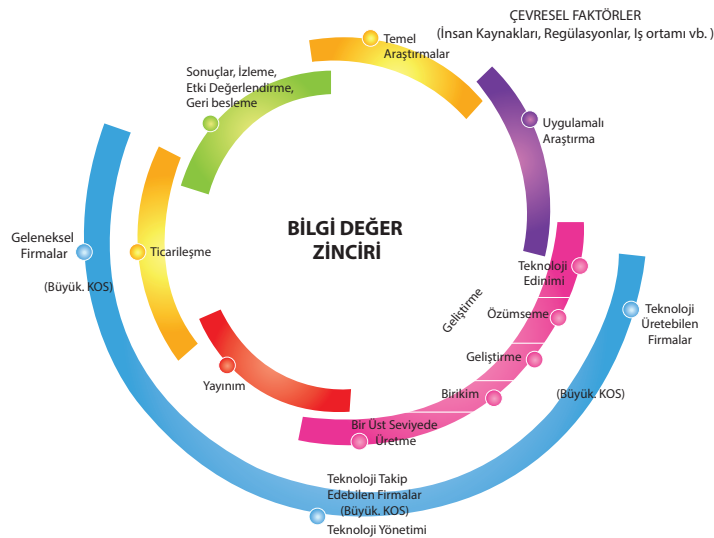
Böylesi bir yetkinlikten bahsederken çok eskilerden bu yana “teknoloji transferi” kavramının odakta olduğu görülmektedir. Eskilerde bu süreç ağırlıklı gelişmiş ülkelerden teknolojinin transferi ve mümkün olduğunca yerli firmalarca imitasyonu stratejilerine dayanırken rekabetçi sermaye unsurlarının sermaye büyüklüğü, üretim altyapısı gibi fiziksel varlıklardan entelektüel sermaye olarak özetlenebilecek fiziksel olmayan varlıklara doğru evrilmesiyle farklı bir teknoloji edinme çevrimine dönüşmüştür. Bu kapsamda teknolojinin diğer araçlarla kombine şekilde kullanılmak üzere transferi, kendine mal edilmesi ve yayılımı gibi pek çok stratejik sürecin sonucunda edinilen “gömülü bilgi” setinden söz etmek yanlış olmaz. Artık temel teknoloji yetkinlik çevrim basamakları olarak sayılabileceğimiz; Gereksinim duyulan teknoloji tanımı ve edinebilme (transfer edebilme), Kopyalama ve tekrarlar, Yaratıcı kopyalama, Tasarım yeteneği kazanma, Teknolojiyi Özümseme,

Teknoloji Geliştirme, Teknoloji Üretme, Teknoloji satışı süreçlerinin mikro ölçekte (firma bazında), mezo seviyede (sektörel bazda) ya da makro seviyede (ulusal ölçekte) tasarlanıp, yönetilmesi büyük önem taşımaktadır.

Özetle, dünyada özellikle son çeyrekte yaşanan bilgi üretimindeki hızlı değişim, rekabet unsurlarındaki radikal başkalaşma, işbirliği ağ yapılarında gözlenen evrim ile bu unsurların tetiklediği karmaşık ve kompleks yapıların sonucu olarak ulusal ya da birçok ülkenin yer aldığı bölgesel yeni teknoloji üretme ve geliştirme sistemi; temel araştırmalardan başlayarak toplumsal denetim ve refaha kadar uzanan farklı bir 'bilgi değer zinciri' yaratmıştır. Bu değişim ekonomilerin de biçimlendirici ana unsuru olmuştur. Gelişmeler artık doğrudan bilginin üretimi, yayını ve kullanımına bağlıdır. Bilgi ise ağırlıklı araştırma, teknoloji geliştirme ve inovasyon süreçlerinden doğmaktadır. Bu sistemde; eskinin doğrusal inovasyon yaklaşımında görülen sıralı ve uzun zaman alan dolaylı ilişkiler ağı yerine daha hızlı sonuç alınan ve tüm tarafların doğrudan etkileştiği süreçler ağırlıklı olmaktadır. Bu gelişmelere bağlı olarak da küme, şemsiye vb. isimlerle anlamlandırılmaya çalışılan işbirliği ağ yapıları ve açık inovasyon gibi sistem ve kavramların giderek öne çıkmaya başladığı gözlenmektedir.

Yaşamı giderek artan şekilde değiştirip yeniden düzenleyen en önemli araç durumundaki araştırma, teknoloji üretme ve geliştirme ile bunların sonuçlarının ekonomiye kazandırılması olarak adlandırabileceğimiz yenilikçilik (inovasyon) kapsamındaki gelişmeler aynı zamanda özellikle son çeyrekte yaşanan bilgi üretiminde yaşanan hızlı değişimi besleyen en önemli unsur konumundadır.

Bilgi ve bilgiye dayalı teknolojilerle ilgili bu açıklamalar ışığında temel araştırmalardan başlayarak bilgi üretim silsilesi, bundan beslenen teknoloji geliştirme süreçleri, yayını, ticarileştirme ve sonuçların ölçümü ve bu bilgi zonunda bilgiyi ekonomik değere dönüştürmenin kritik aktörleri olan firmaların teknolojik yetkinliklerine göre pozisyonlanmaları ile ilgili bir ilişki matrisi Şekil-1'de sunulmaktadır. Sektörel İnovasyon Sistemleri için kritik olan unsur, bu bilgi ve teknoloji uzayında o sektörün nasıl, hangi bileşenlerle hangi derinlikte ilişkili olacak şekilde konumlandırılmasının hedeflendiğidir.



Şekil-1 Bilgi Zonu

Kaynak: Kiper, M., "Technology Transfer and the Knowledge Economy". İçinde: Designing Public Procurement Policies How to Foster Technology Transfer and Industrialization in the Global Economy, Springer Verlag, 2011

2- Aktörler ve Ağyapılar

Herhangi bir inovasyon sistemi, birbiriyle etkileşimli olarak pazar ve pazar dışı faaliyetleri yürüten ve düzenleyen çok sayıda aktörü kapsamaktadır. Bu aktörler tüketiciler, girişimciler veya bilim adamları gibi gerçek kişilerden ve firmalar, kamu kurumları, şemsiye örgütleri gibi kurumsal yapılar ya da tüzel varlıklardan oluşmaktadır ve birbirleriyle oldukça karmaşık ilişki ve bağlantılarla etkileşmektedir. Tüm bu aktörler pazar içinde ve pazar dışında iletişim, değişim, işbirliği amaçlı ilişkileri yönetmeye ve bundan yararlar sağlamaya ve kendi misyonları doğrultusunda değer üretmeye çalışırlar.

Kuşkusuz, bilginin ekonomik değere dönüşmesinde firmalar çok önemli bir rol oynarlar. Bir önceki kısımda bahsedilen “yetişme” stratejilerinde de anahtar konumdadırlar. Yetişme süreçlerinin en önemli aşamalarından biri olan “tekrar kopyalama” fazından “yaratıcı kopyalama” fazına ve buradan da “radikal inovasyon” aşamasına geçilmesi için gerekli olan yetkinlik oluşturma ve absorpsiyon kapasitesi oluşturma gibi tamamlayıcı niteliklerin firmalar tarafından edinilmesi istenir (Kim,1997). Tayvan gelişiminde etkili olan firmaların orijinal parça üreticisi (OEM) konumundan orijinal tasarım üreticisi (ODM) ve buradan da orijinal marka üreticisi (OBM) ya da Kore’de gözlenen orijinal parça üreticisi (OEM) konumundan orijinal marka üreticisi (OBM) konumuna ulaşmaları kuşkusuz sadece firmaların tek başlarına üstesinden gelebilecekleri gelişme basamakları değildir (Mathews,2002 ve Lee,2005). Ancak, stratejiler, destekler ve diğer aktörlerin çabaları ile varılmak istenen ana hedeflerden biri büyük şirketlerin ve KOBİ’lerin yetkinlik biriktirerek küresel bazda rekabetçi ve daha fazla ekonomik değer üretmelerine dayanmaktadır. Aynı şekilde ilk başlarda yabancı yatırım ve lisans gibi araçlarla teknoloji edinme süreçlerinden zamanla yerli Ar-Ge kapasitesinin artırılarak teknolojik yetkinlik edinilmesi için firmaların diğer aktörlerle işbirliği ve etkileşimine doğru evrilmeleri ülke gelişmişlik düzeyinde kritik rol oynamaktadır. Sektörel İnovasyon Sistemi perspektifinden firmaların öğrenme süreçleri, yetkinlik alanları ve organizasyon yapıları, değerleri, beklentileri, amaçları oldukça belirleyici olmaktadır

Talep tarafında etkili olan kullanıcılar ve müşteriler, ürün kalitesinde oldukça belirleyici olan tedarikçiler yanında özellikle sektörün ihtiyaç duyduğu nitelikli insan kaynağı yetiştirmede ve Ar-Ge süreçlerinde kritik önemde olan üniversiteler ile diğer araştırma kurumları ve laboratuvarlar, finansal yapılar ve sektörel sistemlerin oluşumunda ve gelişiminde etkili olan ilgili kamu kurumları önemli diğer aktörler olarak sayılabilir. Bunlardan her birinin rolü ve önemi sektörden sektöre değişiklik göstermektedir.

Tüm bu aktörler arasındaki pazara yönelik ya da pazarın dışında, formal ya da informal etkileşim, ilişki ve işbirliği ağları sektörlerin gelişiminde çok önemli bir rol oynamaktadır.

Genellikle, bu işbirliği ağları yetkinlik, bilgi ve uzmanlaşma için tamamlayıcı entegrasyon süreçlerine erişimi ve buralardan fayda edinilmesini mümkün kılar (Lundvall,1993; Edquist 1997). Dahası, firmalar arası ve üniversite ve araştırma kurumları ile işbirlikleri en önemli inovasyon kaynakları olarak değerlendirilmektedir (Nelson-Rosenberg,1993).

3- Kurumlar ve Kurumsal Sistemler

Aktörlerin hareketleri, birbirleri ile etkileşimi ve farklı konuları kavrayışlarında kurumlar ve onlarla ilgili kanunlar, kurallar, standartlar, normlar, alışkanlıklar, kültürel davranışlar gibi unsurlar oldukça belirleyici olmaktadır. Aslında bu yapı ve oluşumlara bir inovasyon sisteminin çerçevesini belirleyen ana unsurlar olarak da bakılabilir. Bu kapsamda aktörler arasındaki ilişkilerde düzenleyici ve bağlayıcı olan sözleşmeler gibi daha katı düzenlemelerden, söze dayalı hukuksal bir boyut taşımayan toplumsal alışkanlıklara kadar çok değişik formal ya da informal uygulamadan bah-

setmek mümkündür. Yine bu kapsamda fikri haklar hukuku gibi o sektörü de ilgilendiren genel ya da ulusal/küresel düzenlemeler ya da sektöre özel finansal kurumlar ya da sadece o sektörü ilgilendiren çalışma yasaları gibi unsurlar sayılabilir. Bu tür kurumsal yapı ve sistemlerin yarattığı eko-sistem o sektörün gelişiminde ya da başarısında çok belirleyici rol oynar. Buna da bağlı olarak her ülkede bazı sektörler ağırlık kazanırken diğerleri ekonomilerde daha az etkili olurlar.

4- Sektörel Düzenleme ve Destekler

Sektöre özel hükümet programları ve destekleri pek çok yönü ile sektörün yönü ve gelişiminde kritik öneme sahiptir. Bebek sanayilerin gelişimi için özel destekleme politikaları ve stratejileri geliştirme yaklaşımı çok eskilerden beri uygulanana gelen ve bu gün gelişmiş diye adlandırılan hemen tüm ülkelerin gelişme dönemlerinde mutlaka başvurdukları bir sistemdir. Örneğin Japonya, Kore ve Tayvan'ın yarı iletken ve bilgisayar donanım alanlarını destekleme yaklaşımları, Brezilya'nın yazılım ve uçak endüstrilerine özel program ve destekler sağlaması bu konuda verilebilecek örneklerden sadece birkaçını oluşturmaktadır.

Sonuç olarak, her ülkenin sektörel öncelikleri ve sektörlerde ele aldıkları ana bileşenler farklı olmakla birlikte yukarıda sayılan dört temel yapı taşı ile ilgili yapılanlar ve bunların birbirleri ile etkileşimi, birbirini tamamlayan özellikleri ile sektörün ve bileşenlerinin eşevrimi sektörel inovasyon sistemi kurgusunun temelini oluşturmaktadır. Tüm bu unsurların oldukça dinamik olduğu ve sektörel sistemlerin bölgesel, ulusal ve küresel boyutları da dikkate alındığında bir sistem tasarımı yaparken ne denli karmaşık ve zor bileşenlerle uğraşmak gerektiği daha iyi anlaşılacaktır.

Sektörel İnovasyon Stratejilerinde Diğer Kritik Faktörler

Almanya'nın 19. Yüzyılda sanayi devriminin gelişmiş ülkesi İngiltere'yi yakalama politikalarında kimya endüstrisine özel bir önem vermesi, sektör önceliklendirmesi ve sektörel inovasyon sisteminin önemi için verilebilecek ilk ve değerli örneklerdendir (Murmahn, 2003). Japonya'nın 1970'lerde otomotiv ve elektronik sektörlerine (Goto and Odagiri, 1993), Kore'nin 1980'lerde yine otomotiv ve elektronik (Lee and Lim, 2001) sektörlerine, Tayvan'ın 1990'larda elektronik sektörüne verdiği öncelik (Amsden and Chu, 2003) ve bu sektörlerin liderliğinde kalkınma politikaları ulusal ölçekte olduğu kadar sektörel inovasyon politikaları açısından da önemli dersler içerir.

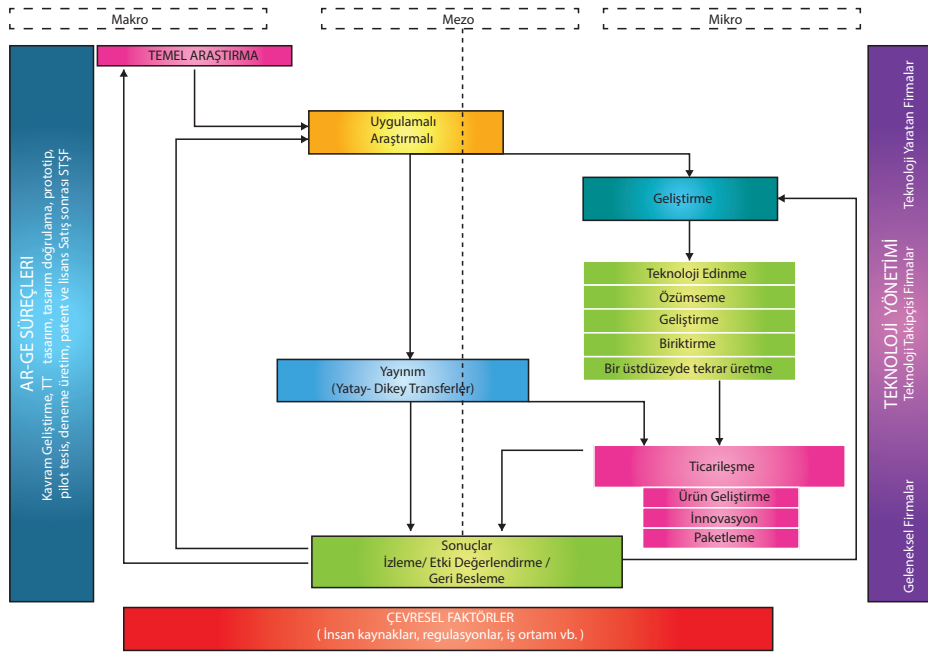
Kuşkusuz zamanla küresel bazda öne çıkan ya da ulusal önceliklerde yer alan sektörler değişiklik göstermekte hatta sektör tanım ve çerçeveleri de değişmektedir. Bu değişimde endüstrilerin ve içerdikleri teknolojilerin yaşam döngüsü yanında, inovasyon sistem ve politikalarındaki yeni yaklaşımlar da oldukça belirleyici olmaktadır.

Gerçekten de uluslararası rekabetçilikte artık önemli olan belli sektörlerin varlığından çok o alandaki kritik teknolojilerdeki yetkinlik düzeyidir. Daha geniş çerçevede ise belirleyici olan üretilen ürünler dizisi değil, o ülkenin genelde ve sektör özelinde bilim-teknoloji ve sanayi sistemini –ki buna inovasyon sistemi de diyebiliriz- nasıl kurup çalıştırdığıdır. Ancak doğru kurulup sağlıklı bir harmonizasyonla işletilen değişik seviyelerdeki inovasyon sistemleri teknoekonomik paradigma değişimleriyle atbaşı giden ekonomideki yapısal değişimleri olanaklı kılabilir.

Gerek sanayi devrimi ile gelişmelerini tamamlamış olan İngiltere ve Almanya'dan esinlenerek önemli ilerlemeler sağlayan başta İskandinav ülkeleri olmak üzere diğer bazı Kıta Avrupa ülkeleri, gerekse de Japonya'nın gelişiminden esinlenerek önemli atılımlar gerçekleştiren Güney Kore, Singapur, Tayvan ve son dönemin parlayan yıldızı Çin gibi bazı Asya ülkelerinin gelişiminde ilk kısımlarda sözü edilen makro, mezo ve mikro seviyelerde 'inovasyon yetkinlik sistemleri'ni özgün ve sağlıklı kurma başarılarının büyük etkisi vardır.

Özetle Sektörlerin bir ülkede ortaya çıkış, gelişme ve büyüme süreçlerinde bazı ortak faktörler mevcuttur. Bunların başında yerel firmaların öğrenme yetenekleri ve yetkinlik düzeyleri gelmektedir. Diğer faktörler olarak da sektöre dair aktif hükümet politikaları ve programları, sektörün gereksinim duyduğu yetkin ve yeterli insan kaynağının varlığı, sektörel girişimcilik ve dinamik KO-Bİ'lerin yanında anahtar durumda olan yeterli sayıda büyük işletmenin mevcudiyeti sayılabilir. Bu faktörleri destekler nitelikte önceki bölümlerde yapı taşları olarak belirtilen unsurlar yani gelişme ve büyümeyi tetikleyecek inovasyon ve kapasite oluşturma sistemleri ile sektör için gerekli/ilgili kurum ve kuruluşların varlığı (üniversiteler, kamu Ar-Ge ve finansman amaçlılar da dahil) büyük önem taşımaktadır.

Yukarıda sayılan tüm bu faktörler arasındaki ilişkiler oldukça karmaşık ve kaotik özellikler gösterir. Önceki kısımlarda yer verilen Şekil-1:'Bilgi Zonu'ndaki elemanların farklı seviyelerdeki (makro, mezo ve mikro ölçeklerde) göreceli şekilsel ilişkisi aşağıda sunulmaktadır.



Şekil-2 Bilgi Zonu Elemanları Arasındaki Temel İlişkiler

Kaynak: Kiper, M., "Technology Transfer and the Knowledge Economy". İçinde: Designing Public Procurement Policies How to Foster Technology Transfer and Industrialization in the Global Economy, Springer Verlag, 2011

Bu gösterimde daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi makro seviye ulusal ve/veya ulus üstü, mezo ölçek bölgesel ve/veya sektörel, mikro ölçek firma seviyesi olarak ele alınmıştır. Kuşkusuz, bilgi zonundaki ana unsurların pozisyonlandırılması ve birbirleriyle ilişkisi şekildeki gibi kesin çizgilerle belirlenmiş değildir. Ancak, inovasyon sistemlerine bakıldığında temel araştırmalar, özellikle yatay yaygınlaştırma süreçleri ve ulusal politikaları etkileyen merkezi ölçme-izleme- etki değerlendirme faaliyetlerini makro ölçekte, sektörel perspektifte etkili araştırma, teknoloji geliştirme ve inovasyon (ATGİ) sistemleri için önemli bir aşama olan uygulamalı araştırma ve bölgesel ve sektörel bazdaki bazı yatay/dikey yaygınlaştırma süreçleri, izleme ve etki değerlendirme çalışmalarını mezo seviyede ve bunların çıktılarının firma ölçeğinde sahiplenilmesi ya da kullanılmasını da mikro ölçekte değerlendirmek mümkün görünmektedir.

Kuşkusuz ATGİ fazları ve bunların başlıca aktörleri arasında oldukça kompleks teknik, sosyal

ve politik ilişkiler ve etkileşimler mevcuttur. İlave olarak araştırma, teknoloji geliştirme ve inovasyon ile ilgili her bir aşamada, pazara çıkış süresinde, yaygınlaştırma süreçlerinde tüm bu fazlar arasında çok çeşitli interaktif ve dinamik akışlar olmaktadır. Ayrıca ATGİ faaliyetlerinin çok farklı disiplinlerden üniversiteler, kamu kurumları, şemsiye örgütler, büyük ve küçük firmalar vb. çok sayıda aktörlerin içinde yer aldığı hiper işbirliği ağlarında gerçekleştirildiği düşünüldüğünde Şekil-2'deki gibi şematik bir ilişkiler matrisinin temel fonksiyonların ve ilişkilerin anlaşılması bakımından yararlı olabileceği düşünülmektedir.

Gerçekten de inovasyon ve inovasyonu besleyecek değişik ölçeklerdeki planlamalar en önemli gündemlerden biri haline gelmiştir. İlk başlarda “ürün” ve “üretim süreçleri” olarak sınıflandırılan inovasyonun, önemine paralel şekilde pek çok türü çıkmıştır. “Organizasyonel”, “servis”, “pazarlama” bunlardan başlıcalarıdır. Yeni eğilimle, önemini hep koruyacağı görülen teknolojik inovasyon dışında diğer inovasyon türlerinin “iş modeli” adı altında toplanması giderek kabul görmektedir. Bu açıdan bakıldığında 19. Yüzyılda Almanya'nın yetiştirme ve gelişme süreçlerinde çok etkili olan MaxPlanck, Helmholtz, Fraunhofer gibi temel bilimlerden pazara yakın araştırmalara kadar tüm bilgi değer zonunu kapsayan değişik tür ve yapılarıdaki Ar-Ge kurumlarının oluşumu, 20.yüzyılın hemen başında ABD'de Ford'la gelişen seri üretim modeli, 1970'lerde Japonya'da görülen Kanban, Tam Zamanlı Üretim gibi sistemler ve yakın zamanda ortaya çıkan Orijinal Ekipman Üreticisi (OEM) odaklı entegrasyon ağı yapısı ülkelerin yetkinlik geliştirmelerine olanak sağlayan parlak iş modelleri olarak değerlendirilmektedir. (Hobday, 1995).

Literatürde ve ATGİ faaliyetlerinde giderek önem kazanan bir başka inovasyon türü de pek çok yerde ‘teknoloji füzyonu’ olarak da tanımlanan çapraz inovasyondur. Nitekim, Hyun Joung No and Yongtae Park, tekno-paradigmanın; üretici firmalardan düşünen firmalara (Ar-Ge yoğun), tek bir iş dinamiğinden çoklu teknoloji tabanlılığa, rekabet üstünlüğü için kendi alanında Ar-Ge faaliyeti zihniyetinden sistematik Ar-Ge yaklaşımına, lineer ve arza dayalı teknoloji geliştirme eğiliminden talebe dayalı karmaşık teknoloji geliştirme faaliyetlerine evrildiğini belirtirler ve bu değişikliği kamçılayan ana unsurlardan biri olarak da bir çok gelişmenin anahtarı haline gelmiş olan ‘teknoloji füzyonu’nu adres olarak gösterirler. Bir inovasyon türü olarak ‘teknoloji füzyonu’nu, en az iki ya da daha çok bilinen teknolojinin, ‘hibrid teknoloji’ şeklinde çok yeni ve ilerleme sağlayan fonksiyon(lar)a öncülük eden bir yenilik ortaya çıkarması olarak tanımlamak mümkündür. Hatta, bir sektörde bilinen bir teknolojinin başka bir sektöre ‘füzyon’unu da bu kapsamda değerlendirmek yanlış olmaz.

Ülkelerin de bu inovasyon modelini özellikle sektörel inovasyon stratejilerine yansıtmaya çalıştığı görülmektedir. Örneğin, Japon yüksek teknoloji konseptinde difüzyon-temelli tanımlamaya özel bir yer verilmektedir. Bu tanımlamada ise; biyoteknoloji, yeni malzeme ve fotovoltaik hücreler (ışığa duyarlı elemanlar) gibi yeni yükselen teknolojiler ile robot, bilgisayar ve telekomünikasyon gibi geniş ölçüde yayılmış ancak katmadeğer potansiyeli fazla olan teknolojiler yüksek teknoloji olarak kabul edilmekte ve sektörler arasındaki teknolojik akışların önemi devamlı olarak akılda bulundurulurken, füzyon teknolojilere ağırlık verilmeye çalışılmaktadır.

Japonya, füzyonu sadece teknolojiler arasında değil, farklı inovasyon türleri arasında da örneğin teknoloji ve iş modeli çerçevesinde de ele almaya çalışmaktadır. Sözü edilen Japon yüksek teknoloji konsepti hem Ar-Ge yoğunluğunu hem de sistem oryantasyonunu içermektedir. Bu yaklaşım, bireysel teknolojiler yerine birçok teknolojiden oluşan bir “teknoloji paketini” öne çıkarmaktadır. Böylece izole olmuş Ar-Ge ve bağımsız Ar-Ge yoğun münferit teknolojiler dışlanmakta, mikroelektronik, biyoteknoloji ve yeni malzeme endüstrilerini içeren yeni ekonomik altyapı tesisleri oluşumu ve güçlü bir biçimde sistem oryantasyonu olan yüksek teknolojiler üzerinde odaklanılmaktadır. Japonya bu tanımlamayla, potansiyel uzun dalga yükselmeleri ile ilişkili çekirdek teknolojilere doğru yöneleceğinin işaretlerini vermektedir.

Görüldüğü gibi özellikle gelişmiş ülkelerin strateji belgeleri oluşturulurken dünyada geleceğe ilişkin senaryoların yani gelecek nasıl şekillenecek ve bu kapsamda öne çıkması beklenen temel yaklaşım, sektör, teknoloji, iş modeli vb. unsurların birlikte dikkate alındığı görülmektedir. Bu çerçevede, 20. yüzyılda başarılanlar otomobil, uçak vb. ürün veya proses odaklıyken, 21. yüzyılda beklenen gelişmelerin sistem temelli olacağı öngörülmektedir. Geleceği etkileyecek çalışmalar olarak öne çıkarılan ve hemen tüm ulusların planlarında yer verdikleri yenilenebilir enerji sistemleri, teröre karşı güvenlik sistemleri, sanal gerçeklik sistemleri, kişiye özel öğrenme sistemleri, sağlık sistemleri gibi konulara bakınca bu öngörünün oldukça anlamlı olduğu sonucuna varmak mümkündür. Bu konu birkaç nedenle çok önemlidir. Birincisi; sistem yaklaşımı, disiplinler arası bir özellik gösterir. Yani örneğin gündemde olan yeni nesil otomobiller için hibrit bir motor sisteminden bahsedeceksek, bunlar ancak kimyacıların, makinecilerin, elektrikçilerin, malzemecilerin kısacası bir sürü disiplinin hatta sosyal bilimcilerin bir araya gelmesiyle mümkün olacaktır. Böyle bir yaklaşımın temel eğitim sisteminden, araştırma ve yönetim sistemlerine kadar pek çok konuda yeni gelişmelere yol açacağını belirtmekte yarar görülmektedir.

İkinci olarak, bir sistem yaklaşımından onlarca teknoloji, yüzlerce, binlerce ürün üretmek mümkündür. Bu nedenle Japonya örneğinde de görüldüğü gibi özellikle gelişmiş ülke strateji belgelerinde belirtilen bu sistem yaklaşımının çok öne çıktığını ve buna göre kurgular yapıldığı gözlenmektedir.

Özellikle gelişmiş ülke strateji ve planlarına bakıldığında bilim, teknoloji ve sanayinin artık birbirinden çok etkilenen ve birbirine önemli girdiler sağlayan süreçler olması nedeniyle ve giderek aralarındaki sarmal ilişkinin güçlenmesine bağlı olarak olabildiğince birlikte ele alındığı görülmektedir.

Tüm bu gelişmelerin bir sonucu olarak ortaya çıkan en önemli problemlerden biri de giderek artan belirsizliklerdir. Belirsizlik yönetiminde en kritik faktörlerden biri tanımlı ve kontrollü ilişki ve sistemler tasarımıdır. Şekil-2'deki gibi inovasyon sistemi ana bileşenleri ve bunların ilişki matrisi bu açıdan da yararlı olabilecektir.

Lundvall, her bir sektör özelinde uygulanan bir "stil" in diğer başka bir "stil" den daha başarılı sonuçlar verdiğine ama bu başarının dönemselliğine değinmektedir. Özellikle radikal teknolojik değişim dönemlerinde başarıyı getiren stil ya da strateji setleri başarısızlığa dönüşebilmektedir. Bu süreçlerde belirsizlik daha da fazlalaşmakta ve her seviyede önemli tehditler baş göstermektedir (Lundvall, 1998). Bu noktada bazı sektörlerdeki kritik değişimlere tarihsel bir süreçten bakmak yararlı olacaktır.

Tarihsel Gelişim Perspektifinden Farklı Sektörler için Temel Dinamikler

Sektörler arasında pek çok yönden büyük farklılıklar olması, makro bir politika kurgusu altında tüm sektörlerin benzer düzenleme ve genel bir şemsiye altında desteklenebileceğini savunan yaklaşımları geçerli kılmamaktadır.

İnovasyon sistemleri açısından bakıldığında da sektörlerin gelişiminde etki eden faktörler bakımından oldukça farklı kulvarlar gözlenmektedir. Örneğin ilaç endüstrisi ile makina imalat sektörü bu açıdan bir karşılaştırıldığında, ilaç endüstrisinin bilgi temeli ve öğrenme proseslerinde inovasyon süreçleri ve inovasyon faaliyetlerinin gerçekleştirildiği organizasyonların çok etkili olduğu görülmektedir. 1945'lere gelene kadar yaklaşık 100 yıl bu endüstride kimyasalların ağırlığında, büyük bilimsel araştırmaların yaygın olmadığı ve daha çok lisanslı üretimlerin yoğun olduğu bir yapı gözlenmektedir. 1945'den, 1980'lere kadar ise doğal ürünlerden ve kimyasallardan türetilen bazı bileşiklerin sektörde belirleyici olduğu bir dönem yaşanmıştır. Bu dönem daha kurumsal

ve büyük Ar-Ge projelerinin önünü açmış ve 1980'lerden günümüze kadar da, belirli aralıklarla, büyük ve yaratıcı şirketlerin Ar-Ge faaliyeti sonucunda geliştirdikleri ve üretimine başladıkları ilaçlarla küresel ölçekte çok büyük paralar kazandıkları bir gelişme yaşanmıştır. Bu gelişmede ve sektördeki dönüşümde moleküler genetik ve rDNA teknolojilerinin ortaya çıkmasının büyük etkisi olmuş ve Ar-Ge faaliyetlerinde de “uzmanlaşmış” ve “jenerik” olmak üzere iki ana Ar-Ge rejimi çok belirleyici rol oynamıştır. Günümüzde bu alanda büyük firmaların her biri tarafından yapılan Ar-Ge harcamaları pek çok gelişmekte olan ülke Ar-Ge harcamasından daha büyük rakamlara ulaşmış olmakla birlikte, hiçbir firmanın ilaç alanındaki büyük araştırma uzayındaki altgrupların bir kaçı dışında kontrol sağlayamadığı ve inovasyonun giderek artan şekilde bilimsel yetkinliğe ve üniversite ve diğer bilimsel kurumlarla işbirliğindeki başarıya dayandığı belirtilmektedir. (McKelvey, Orsenigo, Pammolli 2004; Henderson, Orsenigo, Pisano 1999).

Makine imalat sektörüne bakıldığında radikal değil, daha çok artımlı ve sistemik inovasyon gelişimi gözlenmektedir. Uygulama konusundaki bilgi çok önemlidir ve üreticinin kullanıcı ve müşteri ile işbirliği gelişmelerde önemli bir yer tutmaktadır. Bilgi temeli ağırlıklı makine üretim yerlerindeki yetkin uzmanlarda birikmekte ve bu birikim hem imalat süreçlerinde teknik kalifikasyon düzeyinde hem de tasarım mühendisliği seviyesinde gerçekleşmektedir. Tasarım mühendisliği başta olmak üzere birikimler üniversitede kazanılan formasyon yanında firmada uzun yıllar bu konuda deneyim kazanmakla da oluşmakta ve usta-çırak ilişkisine dayalı iç eğitimler makine imalat sektöründe oldukça etkili olmaktadır.

Bu alanda çalışan küçük firmalarda Ar-Ge süreçleri daha çok ürün geliştirme ya da iyileştirme amaçlı küçük projelerle yürütülmekte ve firmalar arası ve üniversitelerle Ar-Ge işbirliklerine pek rastlanmamaktadır. Yakın zamana kadar sadece mekanik konusuna dayanan bilgi temeli artık mekanik, mikroelektronik ve enformasyon yoğun disiplinlere doğru kaymış ve disiplinler arası ve sistem odaklı bu gelişmelere paralel şekilde formal ve proje yönetimine dayalı Ar-Ge çalışmaları ağırlık kazanmaya başlamıştır. Son ürünlerde modüler ve standart parça yaklaşımları öne çıkar olmuştur. Anahtar rol, lazer, malzeme, ölçüm ve kontrol gibi farklı teknolojik alanlardan doğru gelen bileşen ya da tamamlayıcı parça gruplarından (komponent) kaynaklanan bilgi akışlarına ve bu alt bileşenlerde uzmanlaşan ana tedarikçilere kaymaktadır. Günümüzde artık büyük makina imalatçıları, farklı ülkelerdeki üretim yerlerinde özel bilgi kaynakları ve tedarikçileri ile uluslararası bir yaklaşımla operasyonlarını sürdürmektedirler. (Wengel ve Shapira, 2004; Mowery ve Nelson, 1999).

Franco Malerba, yukarıdaki ilaç ve makine imalat sektörleri ile ilgili sektörel inovasyon sistemlerinde belirleyici olan temel unsurlar ve farklılıklara dair açıklamaların da alındığı “Catch up in different sectoral systems: some introductory remarks, 2006” başlıklı çalışmasında değişik yazarlara atıflarda bulunarak kimya, bilgisayar, yarı iletken ve yazılım başta olmak üzere diğer bazı sektörel inovasyon yaklaşımlarında ki temel özellik ve birbirlerinden farklılıklara da değinmektedir. Bu kapsamda kimya sektörünün büyük firmalar etrafında şekillendiği ve inovasyon kaynaklarının uzun dönemlere dayalı çalışmalarla elde edildiği vurgulanmaktadır. Bu özelliklere de bağlı olarak büyük Ar-Ge bütçeli çalışmalar gerektiği, ölçek ekonomisine dayalı bu sektördeki teknik ilerlemelerin birikimli olduğu açıklanmaktadır. Büyük firma ölçeklerine paralel büyük Ar-Ge departmanları kurulduğu ve üniversitelerle giderek daha yakın ve derin ilişkiler geliştirildiği gözlenmektedir. 1920’lerde polimer kimyasının da ortaya çıkmasıyla birlikte pazarda segmentasyon daha da önem kazanmış ve bu alanda büyük kimya şirketleri ile dikey entegrasyon içinde uzmanlaşmış mühendislik firmaları oluşmaya başlamıştır. Tüm bu gelişmelerin sonuçlarından olarak yeni disiplinler ortaya çıkmış, bilginin bu disiplinlere göre ayrışması ile yeni kimya teknolojileri ve bunların transferi prosesleri önem kazanmış ve bu kapsamda lisans sayılarında büyük artışlar gözlenmiştir.

Bilgisayar sektörüne gelince, bu sektörün evriminde farklı ürünlerin geliştirilmesi ve bu süreçlerde farklı aktör ve işbirliği ağlarının fonksiyonları belirleyici rol oynamıştır. Bu sektörde ana bilgisayarlar bu alanda birikime dayalı teknik üstünlüğe sahip büyük firmalarca geliştirilmiş ve sunulmuştur. 1960 ve 1970'lerde IBM örneğinde olduğu gibi ilişkiler de bu ana firma ile dikine entegrasyon türünde olmuş ve IBM bu büyük bilgisayarlara dair hem komponentlerin ve hem de sistemlerin geliştirilmesi, üretimi, pazarlaması, satış ve dağıtımı gibi tüm prosesleri kendisi üstlenmiştir.

Minibilgisayarların piyasaya sunulması ile birlikte bu sektörde komponent ve sistemler bazında ihtisaslaşma görülmeye başlanmış ve buna bağlı yeni firmaların giriş ve büyüme süreci yaşanmıştır. Benzer bir süreç yakın zamanda mikrobilgisayarların piyasaya sunulmasında da gerçekleşmiştir. Ancak bu dönemde rekabet farklı platformları üreten uzmanlaşmış firma grupları arasında yoğunlaşmıştır. Her bir platform farklı firmalar arasında bölünmüş teknik liderliklerle karakterize olmaya başlamış ve inovasyon faaliyetlerinde giderek merkezi yapıdan çevreye doğru yayılma artmıştır. Böylece, gidişatta tek firmanın belirleyici olması oldukça güçleşmiştir. Yakın zamanda bu alanda modülerlik ve bağlantılılık ile yerel gelişme ve yerel geri besleme, işbirliği ağyapılarının oluşumunda öne çıkan özellikler olmaya başlamıştır (Bresnahan-Greenstien 1999; Bresnahan-Malerba, 1999).

Yarı iletken sektörü; küçük üreticilerden, dikey entegrasyonlu büyük üretim yapılarına kadar değişen bir yelpazede oldukça farklı aktörlerle karakterize edilmektedir. Bu sektörün evrimleşme sürecinde aktörler dönemden döneme ve ülkeden ülkeye önemli farklılıklar göstermiştir. ABD'de yeni firmalar ve uzmanlaşmış üreticiler sektörün biçimlenmesinde etkili aktörler olurken, Avrupa ve Japonya'da dikey entegrasyonla büyük üreticiler ana aktörler olmuştur. Bu sektörde belirleyici konumdaki aktörlerden biri de savunma kurum ve kuruluşlardır. ABD, diğerlerine göre teknoloji odaklı yeni firmaların girişini teşvik eden tavrıyla bu alanda inovasyonun gelişimine daha fazla katkı koymuştur. Özellikle 1970'lerde Japonya'da Uluslararası Ticaret ve Endüstri Bakanlığı (MITI) uyguladığı özel destek yaklaşımıyla bu alandaki Japon büyük işletmelerinin gelişimine ön ayak olmuş ve özellikle hafıza devreleri alt sektöründe ABD ile aranın kapanmasında belirleyici ve başarılı bir rol oynamıştır.

Yazılım sektörü hem küresel oyuncular ve hem de yerel üreticilerin uzmanlaşmasıyla önemli gelişmeler yaşamıştır. Ayrıca, değişen bilgi temeli ile büyük yazılım platformları geliştirenlerin yanında uzmanlaşmış alt yazılım sağlayıcılarının gelişmesi de mümkün olmuştur. Bununla birlikte yazılım sektöründeki platform projelerini firma ölçeğinde kritik uygulamalara dönüştürerek, işletmelere yararlı kılacak şekilde dağıtımlarını sağlayacak şirketler oluşmadan bu sektörün inovasyon sisteminin eksik kalacağı söylenmektedir. Mevcut durumda, bu alandaki pek çok uygulamanın işletmelerin kendi bünyelerinde platformun parçası olarak üretildiği ya da bu amaçlı pazarlardan sağlandığı belirtilmektedir (Steinmueller, 2004).

Sektörden sektöre farklılık gösteren unsurlardan biri de küresel ve/veya uluslararası regülasyon, spesifikasyon, standart ve direktiflerdir. Örneğin ilaç sektöründe ulusal sağlık sistemi ve regülasyonları teknik değişiklikler ve inovasyon faaliyetleri bakımından en önemli belirleyicilerdendir. Hatta bazı durumlarda inovasyonu engelleyen ya da ilerlemesini bloke eden etmen durumundadır. Fikri haklar ve bu kapsamda da özellikle patent, uygunluk süreçleri ve inovasyonun getirileri bakımından kritik rol oynar. Yazılım sektöründe standartlar ve standart belirleyiciler çok etkilidir. Bununla birlikte giderek öne çıkan açık kaynak yazılımları ile ilgili gelişmeler, yeni dağıtım metodları ve işbirliğine dayalı geliştirme faaliyetleri gibi süreçleriyle önemli bir yenilik alanı olarak ortaya çıkmaktadır. Makina imalat sektöründe bölgesel bazda insan kaynakları ve bölgesel bazı kurumlar (yerel bankalar gibi) alt alanlarda uluslararası rekabetçilik bakımından değerli girdiler olmaktadır. Telekomünikasyon sektöründe küresel ölçekte gözlenen özelleştirme, liberalizasyon,

regülasyon ve standartlar sektörün organizasyon yapıları ve performansında anahtar rol oynamıştır.

Sonuç olarak, sektörel inovasyon sistemleri tasarlanırken o sektöre ilişkin küresel ölçekteki mevcut ve gelecekte beklenen temel eğilimler ve dinamikler değerlendirilerek özgün stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir.

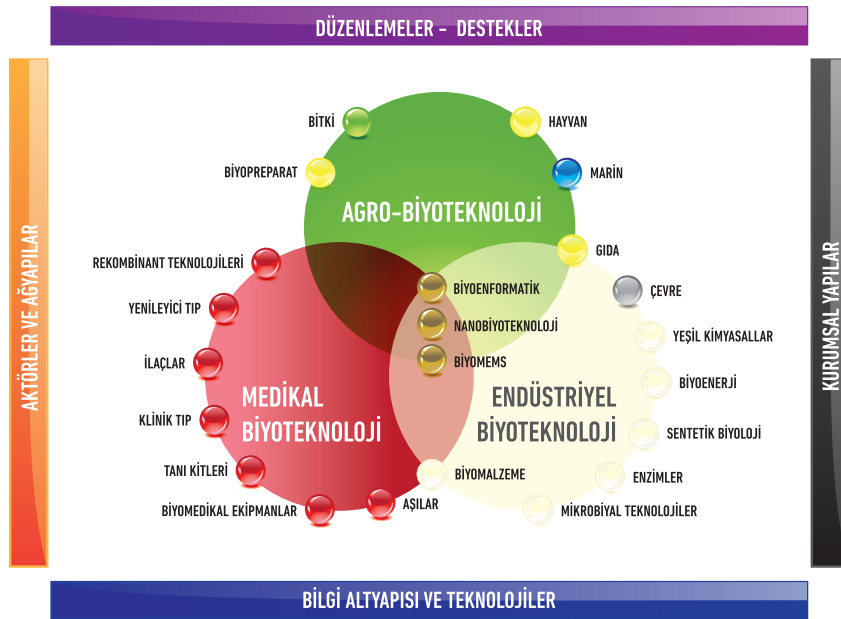
Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Sistemi

Biyoteknolojinin oldukça geniş kapsama alanında genetik, biyokimya, mikrobiyoloji, immünoji, viroloji gibi sağlık ve tıp bilimine giren konular yanında tarım, hayvancılık, ekoloji, hücre biyolojisi ve biyo istatistik gibi çok sayıda disiplini saymak mümkündür.

Bugün bir endüstri kolu ya da sektör olarak olağanüstü büyüklükte bir ekonomik büyüklüğe ulaşmış olan ve bu büyüklüğün ivmesel olarak artmasının beklendiği biyoteknolojiyi daha geniş bir çerçevede çevre, enerji, ormancılık, sağlık, tarım, hayvancılık, gıda, su gibi hemen tüm alanlarda organizmalar ve hücrelerin genetik ve moleküler seviyede izolasyonu ve/veya manipülasyonu ile spesifik ürün ya da proses geliştirme uygulamaları olarak tanımlamak mümkündür.

Biyoteknolojinin kapsamını belirlemek pek kolay görünmemekle birlikte temel alt dallar olarak; biyokimya, medikal biyoteknoloji, farmakoloji ve farmogenetik, mikrobiyoloji, moleküler biyoloji, moleküler modelleme ve ilaç tasarımı, hücre biyolojisi, immünoloji ve immünoteknoloji, endüstriyel biyoteknoloji, biyoproses ve kontrol sistemleri, biyoenformatik, biyometrik, biyoelektronik, genetik, gen analizi ve klonlama, genmühendisliği, DNA teknolojisi, adli tıp bilimi gibi pek çok disiplini saymak mümkündür ve her geçen gün yeni biyoteknoloji alanları ortaya çıkmaktadır.

En genel çerçevede biyoteknolojiyi sağlık, tarımsal ve endüstriyel olarak üçtemel kola ayırmak mümkündür. Kuşkusuz bunların kesişim alanlarında da önemli alt dallar mevcuttur.



Şekil-3 Biyoteknoloji ve İnovasyon Sistemi Çerçevesi

Kaynak: Malezya Biyoteknoloji Odak Alanları (BiotechCorp,2006 Report) Şeması'ndan esinlenerek geliştirilmiştir.

Sosyal, ekonomik ve ekolojik önemine paralel olarak biyoteknoloji sektörü ülkelerin inovasyon politikalarında da çok önemli bir yer bulmakta ve hemen her ülke bu sektör için özel bir sektörel inovasyon sistemi tasarlamaya ve uygulamaya çalışmaktadır.

Herhangi bir sektörel inovasyon sisteminin yapı taşları olan “Bilgi Altyapısı ve Teknolojiler”, “Aktörler ve Ağyapılar”, “Düzenlemeler ve Destekler” ile “Kurumsal Yapılar” unsurları ile yukarıda sayılan temel biyoteknoloji alanları, onların başlıca alt dalları ve biyoenformatik gibi önemli kesişim kollarını birlikte ele almaya çalışan şematik bir gösterim Şekil-3’de sunulmaktadır. Biyoteknolojinin giderek genişleyen kapsamı ve alt alanları, ülkelerin ve uzmanların bakış açılarındaki ve önceliklendirmelerindeki yaklaşım farklılıkları gibi nedenlerle biyoteknoloji çerçevesi henüz kesin ve üzerinde mutabakata varılmış şekilde tanımlanamamakla birlikte, Şekil-3’deki “Biyoteknoloji ve İnovasyon Sistemi Çerçevesi” denemesinin, bu alanın ve olası strateji ve politika yaklaşımlarında ele alınması gereken temel unsurların kavranmasında yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Biyoteknoloji ile ilgili sektörel inovasyon sistemi yaklaşımlarında bu alanın ancak bilimsel temelli faaliyetlerle gelişebileceği ve bunun için de özellikle üniversite ve kamu araştırma ve test kurumlarının gücüyle doğrudan ilişkili olduğu belirtilmektedir (Niosi,2011)

Genel olarak biyoteknolojiyi ilaç üretimi, tarım gibi bir endüstri dalı olarak değil bir çok endüstride kullanılabilecek teknoloji setleri bakışıyla değerlendirmek doğru olacaktır. Bu alanda yapılan araştırma sonuçlarından doğan teknolojilerin yaygın kullanım alanları bulunmaktadır. Kuşkusuz, biyoteknoloji ile ilgili bir konuda başarılı olmak için ülkenin temel araştırmalardan başlayan bir araştırma, teknoloji geliştirme ve inovasyon (ATGI) kapasitesinden başlayarak, araştırma sonuçlarını absorbe edebilecek yetkinlikte güçlü sanayi yapısına kadar oldukça geniş ve kompleks sistemler bütününe gereksinimi vardır. Bu nedenle ülkeler çok geniş bir spektrumu olan biyoteknolojide rekabetçi olabilecekleri alan ya da alt dalları belirleyerek, güçlerini bu konulara yoğunlaştırmaktadırlar.

Biyoteknolojinin her hangi bir alanında kritik büyüklüğe ulaşılabilmesi için aşağıda belirtilen şu kurumsal yetkinliklerin oluşturulması gerektiği belirtilmektedir (Bartholomew,1997):

- Temel Araştırmalarla ilgili ulusal fonların seviyesi ve kapsamı
- Alanda önemli yabancı araştırma kurumları ile ilişkiler
- Temel bilimler ve diğer bilimsel alanlarda ulusal eğitim seviyesi
- Araştırma enstitülerinin araştırmalarını ticarileştirme yetenekleri
- Üniversite ve sanayi arasında uzmanların hareketliliği
- Risk sermayesi pazarı büyüklüğü
- Teknoloji yayınında hükümetlerin ve kurumlarının başarısı
- İlgili alanlarda teknoloji biriktirme düzeyi

Biyoteknoloji ile ilgili kimi alanlarda başarılı olmuş ülkeler incelendiğinde yukarıdaki kurumsal yetkinliklere ek olarak biyoteknoloji inovasyon sistemlerinde aşağıdaki şu yapılarda da belli bir yeterliliğe sahip oldukları görülmektedir:

- Dünyada söz sahibi araştırmacılara sahip, ileri konularda teknolojiler geliştirebilen üniversiteler ve bünyelerinde yıldız akademisyenler,
- Aktif ve başarılı risk sermayesi yapıları
- Hızlı ve başarılı patent ofisleri
- Gelişmelere ayak uydurabilen düzenleme kurumları
- İleri biyoteknoloji konularında işbirlikleri
- Kamu test ve araştırma laboratuvarları
- Biyoteknoloji ürünlerine duyarlı, bilinçli tüketiciler
- İleri tarım uygulamalarına yatkın çiftçiler
- Biyoteknoloji alanında çok sayıda ileri teknoloji KOBİ'leri
- Gelişmeleri hızlı test edip uygunluk verebilen sağlık ve değerlendirme kurumları
- Bilim parkları, bölgeleri

Sonuç olarak, önemi ve yarattığı ekonomik büyüklük nedeniyle “biyoekonomi”; hızla çeşitlenen alanlarına atanan renklerin yol açtığı “biyorenkler” (medikal biyoteknoloji kırmızı, endüstriyel biyoteknoloji beyaz, agrobiyoteknoloji yeşil, marin biyoteknoloji mavi, biyoterörizm siyah, çevresel biyoteknoloji gri, biyopatent mor, biyoenformatik altın rengi vb.), canlılar ve çevre için yarattığı etkiler bakımından “biyogüvenlik” gibi kendi ekosistemini ve terminolojilerini yaratma yolunda dev adımlar atmakta olan biyoteknoloji alanında hemen her ülke kendi ulusal stratejilerini ve buna uygun sektörel inovasyon sistemini kurmak ve güçlendirmek peşindedir. Sayılanlardan da görüleceği gibi bu sistem, kompleks, evrimsel ve geleceğin planlanmasında geçmiş birikimlerden de azami yararlanılmasını (path dependent) gözetken oldukça zor bir alandır. İlave olarak, ilgili tüm aktörlerin bir arada çalışmasını gerekli kılan özellikler göstermektedir. Bunları yapabilenler mesafe kat ederken, geride kalanlarla ilerleyenler arasındaki ara giderek açılmaktadır. Bu alanda geride kalanları biyogüvenlik gibi kritik unsurlarda da telafisi güç bedeller beklemektedir.

Türkiye’de Sektörel İnovasyon Stratejileri Kapsamındaki Bazı Çalışmalar

Sektörel İnovasyon Sistemi odaklılıktan daha çok sektörel makro politika ve planlama yaklaşımına daha yakın olsa da DPT’nin ilk sekizinde 5 yıllık, 2007-2013’ü kapsayan 9. ile birlikte 7 yıllık Kalkınma Planları çerçevesinde oluşturulan sektörel özel ihtisas komisyon raporları gerek içerdiği planlama yaklaşımıyla ve gerekse de komisyonların oluşumunda gözetilen katılımcılık anlayışıyla önemli bulunmaktadır ve bu kapsamda akla gelen ilk çalışmalardır. Şimdilerde bu görevi DPT’nin yerine kurulan Kalkınma Bakanlığı yapmaktadır.

Katılımcı tekniklerle ve sektörel inovasyon strateji kurgusu çerçevesine daha uygun bir içerikle gerçekleştirilen bir diğer değerli proje de TÜBİTAK koordinasyonu ile 2003’de gerçekleştirilen Vizyon 2023 çalışmasıdır. Bu kapsamda önemli alanlar olarak belirlenen Bilgi ve İletişim, Enerji ve Doğal Kaynaklar, Savunma-Havacılık ve Uzay, Sağlık ve İlaç, Tarım ve Gıda, Makine ve Malzeme, Ulaştırma ve Turizm, Kimya, Tekstil ve İnşaat ve Altyapı olmak üzere bir çok başlıkta farklı aktörlerden katılımcılarla oluşturulan panellerde bu alanlar için stratejik teknolojiler ve teknoloji

yol haritaları çıkarılmıştır. Biyoteknoloji ve Gen Teknolojileri de stratejik teknoloji alanları içine alınmış ve bu çerçevede; Yüksek Ölçekli Platform Teknolojileri:Yapısal ve İşlevsel Genombilim, Transkriptomiks, Proteomiks ve Metabolomiks, Rekombinant DNA Teknolojileri, Hücre Tedavisi ve Kök Hücre Teknolojileri, İlaç Tarama ve Tasarım Teknolojileri, Terapötik Protein Üretim Teknolojileri ve Kontrollü Salım Sistemleri önemli konu başlıkları olarak öne çıkarılmıştır.

Yapıldığı dönem itibarıyla ülkelerin Bilim-Teknoloji politikalarını belirlemede oldukça yaygın şekilde kullandıkları popüler bir mekanizma olan Teknoloji Öngörü Stratejisi yaklaşımı ile yapılan bu çalışmada her bir Panel, Delfi anketi sonuçlarını da kullanarak çalışmalarını tamamlamış ve ülkemizin bilim ve teknoloji geleceğinin belirlenmesinde öncelikli görülen toplam 94 teknolojik faaliyet konusu için hazırladıkları yol haritalarını da kapsayan raporlarını 24 Temmuz 2003 tarihinde TÜBİTAK'a sunmuşlardır.

Bu çalışma, belirlenen teknolojik öncelikler baz alınarak, ülkemiz için stratejik öneme sahip teknoloji alanlarını ve bu teknoloji alanlarında yetkinleşebilmeye ilişkin hedefleri ve bu hedeflere ulaşabilmeyi sağlayacak politika ve stratejilerin belirlenmesini amaçlayan oldukça önemli bir proje olmasına rağmen, akibeti benzer dokümanlardan çok farklı olmamıştır.

Türkiye’de ayrıca değişik kurum ve kuruluşlarca değişik sektörler için çok fazla sayıda raporlar ve çalışmalar yayınlanmış ancak bu dokümanlar da genellikle çok doğru tesbit ve öneriler içermesine rağmen yaygın şekilde uygulama ya da dikkate alınma şansı bulamamışlardır.

Kitabın ana temasını oluşturan biyoteknoloji alanında; TÜBA-TÜBİTAK-TTGV’nin 1996 yılında hazırlamış olduğu “Genetik-Gen Mühendisliği-Biyoteknoloji Alanına Yönelik Politikalar Çalışma Grubu Raporu” ve bu rapordaki Doç.Dr.Gülay Özcengiz’in hazırlamış olduğu ‘Türkiye’de Biyoteknolojide Gelişmeler: Bilimsel Altyapı” kısmı ile TÜSİAD ve Rekabet Forumu ortak çalışması olarak Prof. Hüveyda Başağa ve Prof. Dilek Çetindamar tarafından yazılan ve TÜSİAD tarafından Aralık 2000’de basılan “Uluslar arası rekabet Stratejileri: Biyoteknoloji” ile aynı yazarlarca yine aynı iki kurum işbirliği ile Haziran 2006’da yayınlanan “Türkiye’de Biyoteknoloji İşbirlikleri” kitabı bu kapsamda anılabilecek değerli çalışmalardandır.

Son dönemde bu kapsamda en önemli çalışma, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’nca 2011-2014 dönemi için oluşturulan “Türkiye Sanayi Strateji Belgesi” odaklı bir program çerçevesinde gerçekleştirilen farklı sektörler için ‘Sektör Strateji Belgeleri’ ve bunların gerçekleştirilmesi hedefiyle ve ilgili tüm kurum ve kuruluşların katılım ve katkılarıyla sürdürülen ve periyodik toplantılarla gelişmelerin takip edilmeye çalışıldığı uygulama, izleme ve değerlendirme faaliyetleridir. Bu belgelerde, eksikliği önemli ölçüde hissedilen ATGİ amaçlı altyapıların ve işbirliklerinin kurulmasına dair de pek çok eylem planının olması bu çabaları daha da önemli bir hale getirmektedir.

Sektörel inovasyon stratejisi oluşturulurken yapılması gereken önemli çalışmalardan biri de o sektörün değer zinciri dikkate alınarak (kavram geliştirmeden satış-pazarlama faaliyetlerine kadar olan süreç) o ülke için kritik olabilecek ürün ve/veya servis grupları için (örneğin ihracat ve ithalat değerleri yüksek olanlar) ortak parça ve sistemlerin, yüksek katma değerli parça ve sistemlerin, tasarım, tasarım doğrulama ve üretim yetkinliklerinin ve ilgili yönetim teknolojilerinin belirlenmesidir. Bu kapsamda teknolojik yetkinlik parametrelerinin doğru ve küresel ölçekte rekabetçilik esasları dikkate alınarak ortaya çıkarılabilmesi de önem arzeder.

Bu tür bir çalışma, ilgili verilerin eldesinden, bu verilerin yorumlanmasına kadar kompleks, dinamik ve özel uzmanlıklar isteyen bir yetkinlik değerlendirme metodolojisi tasarlanmasını gerektirir. Tülay Akarsoy Altay’ın 2003 yılında Otomotiv alanı için bazı ana üreticileri de katarak yaptığı çalışma ve geliştirdiği “Sektörel Teknolojik Durum Değerlendirme Modeli” dışında bu tür

sektörel tabanlı dinamik teknoloji haritası çıkarılmasına ilişkin fazla bir çabaya ülkemizde rastlanmamaktadır.

Sonuç ve Bazı Çıkarımlar

Bu çalışmada da bir çok kez değinildiği gibi, çoğu ülkenin kalkınma deneyimlerinde öncü sektörlerin oluşumunun ve özel bir şekilde desteklenerek gelişimlerinin sağlanmasının öndekileri yakalama ve küresel rekabetçilik politikalarında kritik bir rol oynadığı bilinmektedir. Bundan dolayı kalkınma stratejilerinin odağında duran yetiştirme unsurunu kavrayabilmek için sektörel perspektifle yapılan analizler ana problem konularının öğrenilmesini olanaklı kılmaktadır (Malerba 2002).

Nasıl ki tüm sektörleri benzer sanıp, makro politikalarla yapılacak genel düzenlemelerle sektörlerin toptancı bir yaklaşımla desteklenebileceğini savunmak artık geçerli değilse, bir sektör için başka bir ülkenin başarılı olmuş stratejisini alıp, kopyalayarak o sektörde ulusal bazda önemli gelişmeler beklemek de mümkün değildir.

Başta kültürel ve yerel özellikler, durumlar, normlar ve değerler olmak üzere organizasyonel, yönetsel ve kurumsal alışkanlıklar da dikkate alındığında başka ülkelerden alıntı replika programların başarı şansı pek olmayacaktır. Her ülkenin o sektör için kendine özel inovasyon stratejisi geliştirmesi gerekmektedir.

Bununla birlikte sektörel ölçek de dahil hemen her seviyedeki inovasyon sistem tasarımlarında ele alınması gereken kritik temel bazı ortak unsurlar bulunmaktadır. Kuşkusuz bu ortak unsurlar bir önceki paragrafta açıklanan yerel ve sektöre özel durum ve hedefler dikkate alınarak ele alınmalıdır.

Bunların başında, artık gelişmelerin ve tüm unsurların evrimsel özellikler taşıdığının anlaşılması ve kabulü gelmektedir. İnovasyon bakımından evrimsel değişim, sistemlerin zaman içinde kendi kendine sürekli dönüşümünün bir sonucu olarak ve ağırlıkla değerli yeniliklerin ortaya çıkması ve bu yeniliklerden elde tutulabilenlerin belirleyici olduğu süreç ya da süreçler şeklinde gerçekleşmektedir. Ve genellikle birbirini takip eden şu üç fazla karakterize edilmektedir: yeni nesil değerli yeniliklerin ortaya çıkması-seçme/adaptasyon- yeniliklerin çeşitlenmesi ve bunlardan kendine mal edilebilenler(Foster ve Metcalfe, 2001).

Bu çerçevede, evrimsel değişimlere ayak uydurabilecek dinamiklikte bir “uygun politika karması” tasarımı önem kazanmaktadır. Bu politika karmasında da özellikle bizim gibi genellikle dışarıdan bilgi ve teknoloji ithal eden ülkeler için yukarıda belirtilen temel fazları yani; “sindirme ve özümseme kapasitesini” ardından “asimilasyonunu” diğer bir deyişle kendimize mal etmeyi ve ardından bilgi ve teknolojiyi daha ileri götürme ve geliştirme süreçlerini planlayan ve hedefleyen stratejilere ağırlık verilmesi beklenmektedir. İlave olarak, bilginin ekonomik değere dönüştürülmesi yani inovasyon becerisi kazanma ve inovasyona olan talebi uyarıcı politikaların da dikkate alınmış olması gerekmektedir. Bu politikalara nasıl işlerlik kazandırıldığına ilişkin hemen tüm ülkelerin ağırlık verdiği AR-GE’ye dayalı yerli tedarik politikalarının anlamlı bir örnek olabileceği düşünülmektedir. Ülkemizde de epey gecikmeyle de olsa savunma sanayi ile başlayan teknoloji tabanını ve aktörlerarası işbirliğini geliştirecek şekilde kendi sanayi ve araştırma kuruluşlarımızdan daha çok yararlanma ve giderek bu yöndeki gelişmeleri ivmelendirme stratejisi bu yönde umut vermektedir.

Kritik bir husus da yetkin insan kaynakları planlamasıdır. Buna uluslar arası ilişkilerin giderek hız kazanmasıyla yabancı insan kaynaklarını ve beyin göçünü tersine çevirmeyi de dahil etmek gerekir.

Böylesi inovasyon sistemleri için önemli bir unsur da işlerlik kazandırma süreçlerinde ilgili aktörlerin “motivasyonu” yani sistemin hayata geçirilmesi ve işletilmesi ile ilişkili kurumlarda ve aktörlerde stratejilere dair bilinirlik, sorumlu hissetme, sisteme entegre olabilme için yaratılan istektir ve başarının ön koşullarından sayılmalıdır.

Kurumsal entegrasyon olarak adlandırılan süreçlerde görev alacak kurumları olabildiğince aynı şemsiye altında toplamaya çalışmak, bu stratejilerde temel hedeflerdendir. Benzer şekilde “düzenlemelerde entegrasyon”un da ağırlık kazandığı görülmektedir. Bir başka deyişle dünyada esnek “şemsiye düzenlemeler” giderek yaygın hale gelmektedir.

Sonuç olarak hemen tüm inovasyon sistem tasarımlarında bu amaçla oluşmuş ya da oluşması istenen bir ekosistemden bahsetmek ve bu ekosistemin de genel olarak insan kaynakları sağlayıcıları, finansman sağlayıcıları, bilim ve teknoloji sağlayıcıları, teknoloji kullanıcıları, son kullanıcılar ile politika yapıcılardan oluştuğunu belirtmek yanlış olmayacaktır.

Ayrıca, başarılı bir ekosistem için gerekli olan unsurların sosyal ve kültürel olgulardan çok etkilendiği ve evrimsel özellikler gösterdiğini tekrar hatırlamak yararlı olacaktır. Buna bağlı olarak hedeflenen değişimlerin uzun zamanlar alacağı ve biçimlendirmede kritik bir unsur olan devlet desteklerinin başarı için yeterli bir unsur olarak değil, destekleyici bir unsur olarak görülmesi ve buna bağlı olarak politika ve uygulamaların politika yapıcılarca sil baştan yapılmaması, uzun soluklu ve sürekli olması başarı şansını artıran unsurlardandır.

Unutulmamalıdır ki; düşük teknolojiden yüksek teknolojiye direk sıçrama mümkün değildir ve uzun dönemli, kararlı ve planlı yaklaşımlar gerektirir. Bu kapsamda, sektörel inovasyon stratejilerinde Türkiye’nin mevcut durumda ekonomisinin dayandığı ana sektörlerden olan geleneksel tekstil, geleneksel seramik, demir-çelik gibi alanlarda geleneksel üretim sistemleri ve düşük katma değerli ürünlerden bu sektörlerde daha yüksek katmadeğer sağlayacak yapısal ve fonksiyonel ürünlere doğru evrilmeyi sağlamak üzere ‘seviye yükseltme (upgrading)’ stratejileri için mekanizmalar geliştirilmesinin de sektörel inovasyon stratejilerinde önemli bir hedef olarak dikkate alınması yararlı görülmektedir.

Stratejilerin başarıları uygulamaya, başarılı uygulamalar da ölçme, izleme ve değerlendirmeyle bağlıdır. Bu nedenle, “inovasyon stratejileri” seviyesinden, “işlerlik kazandırma” aşamalarına inilmesinde ve uygulamaların kalitesinin artmasında izleme ve etki değerlendirme sistemlerinin varlığı kritik bir eşik olarak görülmelidir.

İnovasyon strateji belgelerinde sıkça karşılaşılan katmadeğer terminolojisinden neyin kastedildiği ve bu unsurun nasıl ele alınacağı iyi tanımlanmalıdır. Bu noktada da değer zinciri analizlerinin dünyadaki bu tür sistemlerde önemle ele alındığı görülmektedir.

Örneğin, varlıklar değer zinciri perspektifinden bir analiz yapılırken 20. yüzyılın başlıca üretim unsurları olan fiziksel sermayenin yani emek, sermaye gibi unsurların yerine 21. Yüzyılda “entelektüel sermaye” olarak adlandırabilecek unsurların çok öne çıktığı görülmektedir. Entelektüel sermaye bileşenleri olarak da insan sermayesi, sahip olunan fikri mülkiyet hakları ve bunların süreçleri, “sosyal sermaye” yani ilişki ağları, marka, müşteri sadakati gibi değerler sayılmaktadır.

Bilindiği gibi “bilgiye dayalı teknoloji” yani teknolojinin gücünü ve değerini bilgiden alması yaklaşımı ekonomipolitiğin ana eksenlerinden birini oluşturmaktadır. Küresel değer zincirine bu açıdan bakıldığında zaman ise karşımıza; Temel araştırmalar, Uygulamalı araştırmalar, Entegrasyon ve geliştirme, Üretim ve imalat, Uygunluk değerlendirme (test ve validasyon) gibi “Bilgi Değer Zinciri” olarak adlandırabilecek bir süreçler bütünü çıkmaktadır.

Ya da “Üretim Değer Zinciri” olarak tanımlanabilecek fikirden başlayarak kavramsallaştırma, spesifikasyonların belirlenmesi, fizibilite, projelendirme, tasarım ve tasarım doğrulama, prototipleme, üretim süreçleri, tanıtım-satış-pazarlama, satış sonrası hizmetler ve destek hizmetleri gibi pek çok aşamanın analizi önemli görülmelidir. Kısaca, farklı değer zincirlerinin her bir bileşeninin nasıl ele alındığı ve hangilerinde derinlik kazanılmak istendiği bu tür strateji belgelerinin ana ruhunu oluşturmaktadır. Çünkü değer zinciri analizleri o ülkenin mevcut konumundan vizyon olarak ortaya koyduğu geleceğe nasıl gideceğinin kavramsal yapı taşlarını barındırmaktadır.

Dünyada hakim olan yeni yaklaşımlara bakınca artık ileri teknoloji, karmaşık ve özgün ürünlerle yönelik gelişmelerin belirleyici olacağı anlaşılmaktadır. Bazı konulardaki ilerlemeleri toplumsal beklenti ve pazar yönlendirir. Bunları ‘pazar çekmeli (market pull)’ ya da ‘pazar yönlendirmeli (market led)’ olarak adlandırmak mümkündür. Bazı alanlarda ise toplum ya da pazarın gelişmelerle ilgili çok büyük beklenti ve yönlendirmesi yoktur. Ancak, potansiyeli görüp, teknolojik gelişmeler sağlanarak pazar oluşturulmaya çalışılır. Bu kapsamdaki çalışmalara ise ‘teknoloji itmeli (technology push)’ demek yanlış olmaz. Gelecek için yapılan tahminlerde bu ikinci kategori ağır basmakla birlikte, bu kitabın ana konusu olan biyoteknoloji ile ilgili gelişmelerde toplumsal talep ve beklentilerin oldukça belirleyici olacağı görülmektedir.

Herhangi bir sektör şekillendirilirken, yeniliğe dayalı gelişim refleksiyle büyüyen, olabildiğince geniş bir şekilde ulusal sanayiye harekete geçirebilen, eş zamanlı olarak da ulusal ve uluslar üstü bilim ve teknoloji tabanıyla etkileşebilen ve sonuçlar itibarıyla de dünyadaki mevcut ya da gelecekteki yeniliklere göre konumlanacak şekilde küresel sistemle uyumlu ama küresel ölçekte rekabet üstünlüğünü hedefleyen bir vizyon konulmalıdır. Bu vizyon için gerekenlerin başında da zaman, çaba ve ortak akıl gibi tersinir olmayan yani yerine konulması pek mümkün görünmeyen önemli değerlerin geldiği hep akılda bulundurulmalıdır. Unutmamalıyız ki, ulusların bilim-teknoloji ve sanayi politikaları ve modelleri; ekonomik büyüme ve kalkınma karakteri ve stratejisi yanında dünya ilişkilerindeki yerini ve gücünü de belirler olmuştur. Biyoteknolojiye özel bir sektörel İnovasyon Sistemine de bu açıdan bakılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR:

- 1 Akarsoy T., (2004), "Sektörel Teknolojik Durum Değerlendirme Modeli" içinde Teknoloji, TMMOB 50 .Yıl Yayınları.
- 2 Amsden A., Chu W. (2003), "Beyond Late Development", MIT press.
- 3 Antonelli C.,(1995),"The Economics of Localized Technological Change and Industrial Dynamics", Kluwer Academic Pub. ,Netherland
- 4 Bartholomew S.,(1997), "National Systems of biotechnology innovation:complex inter-dependence in the global system", Journal of International Business Studies, 28(2),241-267
- 5 Başağa H.,Çetindamar D., (2006), "Türkiye'de Biyoteknoloji İşbirlikleri", TÜSİAD-REF
- 6 Başağa H.,Çetindamar D.,(2002),"Uluslar arası rekabet Stratejileri: Biyoteknoloji", TÜSİAD-REF
- 7 Bell M. and K, Pavitt (1993), "Technological accumulation and industrial growth", Industrial and corporate Change 2(2)
- 8 Braczyk, H-J, Cooke, PN & Heidenreich, M (1998), "Regional Innovation Systems: The Role Of Governa nces In A Globalized World", UCL Press, London.
- 9 Breschi, S., Malerba, F. (1997), "Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries", in C Edquist (ed.), Systems Of Innovation: Technologies, Institutions, And Organizations, Pinter, London, pp. 130-56.
- 10 Bresnahan T. and Greenstein S.,(2001), "The economic contribution of information technology: towards comparative and user studies", Journal of Evolutionary Economics, 11: 95-118.
- 11 Bresnahan T. and Malerba F., (1999), "Industrial dynamics and the evolution of firms and nations competitive capabilities in the world computer industry", in Mowery D. and Nelson R. (eds), The Sources ofIndustrial Leadership, Cambridge University Press, Cambridge.
- 12 Chang Y., and Chen M., (2004), "Comparing Approaches to Systems of Innovations: The Knowledge Perspective", Technology in Society, 26, pp. 17-37.
- 13 Cooke PN., Gómez Uranga M., Etxebarria G. (1997), "Regional Innovation Systems: Institutional And Organisational Dimensions", Research Policy, vol. 26, no. 4, pp. 475-91.
- 14 Edquist C. (ed) (1997), "Systems of Innovation: Technologies Institutions and Organizations", London: Pinter.
- 15 Fagerberg -Srholec (2005) "Catching Up: What are The Critical Factors For Success?" Background Paper For The UNIDO.
- 16 Foster, J. and Metcalfe, J.S. (2001), "Modern Evolutionary Economic Perspectives: An Overview." In Foster and Metcalfe (eds.) Frontiers of Evolutionary Economics. Competition, self-organization and innovation policy. Cheltenham: Edward Elgar; 1-16.
- 17 Freeman C. (1987), "Technology policy and economic performance: lessons from Japan", F. Pinter, London.
- 18 Geels, F.W.,(2004), "From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory" Research Policy 33, pp. 897-920.
- 19 Göker A., (2000) "Bilgiye Dayalı Ekonomi ve Türkiye Açısından Durum", ODTÜ Verimlilik Topluluğu Sunumu.
- 20 Henderson R., Orsenigo L. and Pisano G. (1999), "The pharmaceutical industry and the revolution in molecular biology", in Mowery D. and Nelson R. (eds.), The sources of industrial leadership, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 267-312
- 21 Hobday M. (1995), "Innovation in East Asia: the Challenge to Japan", Edward Elgar, Aldershot.
- 22 Hyun Joung N., ve Yongtae P., (2009), "Trajectory patterns of technology fusion: Trend analysis and taxonomical grouping in nanobiotechnology" , Elsevier.

- 23 Kim L. (1997), "Imitation to Innovation: the Dynamics of Korea's Technological Learning", Harvard Business School Press, Boston.
- 24 Kim L. (1999), "Learning and Innovation in Economics Development", Edward Elgar, Cheltenham.
- 25 Kiper, M.,(2010), "Dünyada ve Türkiye'de Üniversite Sanayi İşbirliği", TTGV Yayını.
- 26 Kiper, M.,(2011), "Technology Transfer and the Knowledge Economy". İçinde: Designing Public Procurement Policies How to Foster Technology Transfer and Industrialization in the Global Economy, Springer Verlag.
- 27 Lall S. (2001), "Competitiveness Technology and Skills" Cheltenham, Elgar.
- 28 Lee K. (2005), "Making a Technological Catch-up: Barriers and Opportunities", Journal of Technology Management.
- 29 Lee K., Lim C. (2001), "Technological Regimes, Catching-up and Leapfrogging: the Findings from Korean Industries", Research Policy, 30, 459-483.
- 30 Lundvall, B. Å. (1988) "Innovation as an Interactive Process: from User-Producer Interaction to the National System of Innovation", in Dosi, G. et al. (eds.), Technical Change and Economic Theory, London: Pinter, pp. 349-369.
- 31 Lundvall, B. A. (ed.) (1992), "National Systems of Innovation: Towards a Theory of
- 32 Innovation and Interactive Learning", London: Pinter Publishers.
- 33 Lundvall B.A. (1993), "National Systems of Innovation", Frances Pinter, London.
- 34 Lundvall B.A. (1998), "The Globalising Learning Economy : Implications for Innovation Policy" VBN, Aalborg University
- 35 Lundvall B.A. (2008), "Higher education and development" Annual World Bank Conference on Development Economics.
- 36 Malaysian Biotechnology Corporation [BiotechCorp] Report (2006).
- 37 Mathews J. A. (2002), "Competitive Advantage of the Late-comer Firms: a Resources Based Account of Industrial Catch-up Strategies", Asia Pacific Journal of Management, vol. 19, no4, pp. 467-488.
- 38 McKelvey M., Orsenigo L., Pammolli F., (2004), "Pharmaceuticals Analyzed through the Lens of a Sectoral Innovation System" in Malerba F. (ed.), Sectoral Systems of Innovation. Concepts, Issues and Analyses of six major Sectors in Europe, Cambridge University Press, Cambridge.
- 39 Murmann P., (2003), "Knowledge and competitive advantages" Cambridge University Press.
- 40 Malerba F., (2002), "Sectoral Systems of Innovation and Production", Research Policy, 31: 247-264.
- 41 Malerba F.,(2002), "New Challenges for Sectoral System of Innovation", DRUID Summer Conference, Denmark.
- 42 Malerba, F., (2003), "Sectoral System and Innovation and Technology Policy", Revista Brasileira de Inovacao, 2, pp. 329-374.
- 43 Malerba, F., (2004a), "Sectoral system of Innovation Basic Concepts" in Malerba Franco (Ed) (2004) Sectoral system of Innovation :Concepts Issues and Analyses Six Major Sector in Europe , Cambridge Univ. Press ,UK.
- 44 Malerba, Franco (Ed), (2004b) "Sectoral system of Innovation: Concepts Issues and Analyses Six Major Sector in Europe" , Cambridge Univ. Press ,UK.
- 45 Malerba F. (2005), "Sectoral systems of Innovation: a framework for linking innovation to the knowledge base, structure, and dynamics of sectors", Economics of Innovation and New Technology, 14 (1-2), 63-82.
- 46 Malerba F. (2006) "Catch up in different sectoral systems: some introductory remarks", Globelics India Conference

- 47 Malerba F. and Orsenigo L. (2000), "Knowledge, innovative activities and industry evolution", *Industrial and Corporate Change*, 9: 289-314.
- 48 Malerba F., Orsenigo L., (2002) "Innovation and market structure in the dynamics of the pharmaceutical industry and biotechnology: towards a history friendly model" *Industrial and Corporate Change*.
- 49 Metcalfe S. (1998), "Evolutionary economics and creative destruction", Routledge, London
- 50 Mowery, D., Nelson, R., (1999), "The Sources of Industrial Leadership", Cambridge University Press.
- 51 Munoz F.F., Encinar M.I., (2008) "Sectoral System of Innovation: A Proposal On Its Microfoundations", DRUID Conference, Denmark
- 52 Nelson R. (1993), "National Innovation Systems: a comparative study", Oxford University Press, Oxford.
- 53 Nelson R. (1994), "The coevolution of technology, industrial structure and supporting institutions", *Industrial and Corporate Change*, 3: 47-64.
- 54 Nelson R. (1995), "Recent evolutionary theorizing about economic change", *Journal of Economic Literature*, 33: 48-90.
- 55 Nelson R. and Rosenberg N. (1993), "Technical innovation and national systems" in Nelson R. (ed.), *National Innovation Systems* Oxford University Press, Oxford.
- 56 Niosi J. (2011), "Complexity and path dependence in biotechnology innovation systems", *Industrial and Corporate*, volume 20, Number 6, pp.1795-1826
- 57 Odagiri H., Goto A. (1993), "The Japanese System of Innovation: Past, Present and Future", in Nelson R. (ed), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford University Press, pp. 76-114.
- 58 OECD & EUROSTAT (2005), "Oslo Manual. Guidelines for collecting and interpreting innovation data".
- 59 Özcengiz G., (1996), "Türkiye için Moleküler Biyoloji-Gen Teknolojisi-Biyoteknoloji Alanına Yönelik Politika Önerisi" İç.TÜBA-TÜBİTAK-TTGV Bilim-Teknoloji-Sanayi Tartışmaları Platformu Genetik-Gen Mühendisliği-Biyoteknoloji Alanına Yönelik Politikalar Çalışma Grubu Raporu,
- 60 Pavitt K., (1984) "Sectoral patterns of innovation: Towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, 13: 343-374.
- 61 Polattaş Oğuz, "Şirketlerde İnovasyon Sisteminin Gelişimi", Mesleki Yeterlilik Tezi, Maliye Bakanlığı, 2009
- 62 Porter, M.E. (1985) "Competitive Advantage", Free Press, New York,
- 63 Porter, M.E. (1990) "The Competitive Advantage of Nations", Free Press, New York
- 64 Rosenberg N. (1982), "Inside the Black Box", Cambridge University Press, Cambridge
- 65 Steinmueller E., (2004), "The European Software Sectoral System of Innovation" in Malerba F. (ed.), "Sectoral Systems of Innovation. Concepts, Issues and Analyses of six major Sectors in Europe", Cambridge University Press, Cambridge.
- 66 TÜBİTAK Biyoteknoloji ve Gen Teknolojileri Stratejisi Vizyon 2023 Projesi, Biyoteknoloji ve Gen Teknolojileri Strateji Grubu Raporu 2004, Ankara
- 67 Wengel J., Shapira P., (2004), "Machine Tools: the remarking of a traditional Sectoral Innovation System" in Malerba F. (ed.), "Sectoral Systems of Innovation. Concepts, Issues and Analyses of six major Sectors in Europe", Cambridge University Press, Cambridge.

Bölüm-1

Kısım-2 Biyoteknoloji: Tanım ve Kapsam

Prof. Dr. Hüseyin Avni ÖKTEM

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Biyolojik Bilimler Bölümü
NANObiz Tic. Ltd. Şti.

Doç. Dr. Füsun EYİDOĞAN

Başkent Üniversitesi Eğitim Fakültesi

Dr. Remziye YILMAZ

Orta Doğu Teknik Üniversitesi,
Merkezi Laboratuvar, Moleküler Biyoloji Biyoteknoloji AR-GE Merkezi

Dr. Tufan ÖZ

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Biyolojik Bilimler Bölümü

Prof. Dr. Meral YÜCEL

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Biyolojik Bilimler Bölümü
ODTÜ, Merkezi Laboratuvar, Moleküler Biyoloji Biyoteknoloji AR-GE Merkezi

Biyoteknoloji: Tanım ve Kapsam

Biyolojik süreçlerin insan yaşamında kullanımı çok eski bir tarihe sahiptir. Başlangıçta farkında olmaksızın kullanılan bu süreçler temel biyolojik bilimlerde ortaya çıkan gelişmeler ve bunlara paralel bilimsel ve teknolojik yeniliklerle daha kontrollü olarak uygulanmaya başlamıştır. Yirminci yüzyılın sonlarında ve yirmibirinci yüzyılın başlarında biyoteknoloji, genom bilimi, rekombinant DNA teknolojisi gibi uygulamalarla daha da hızlı gelişim göstermiştir. Genellikle bazı hücrelerin büyük ölçekte üretiminin güç olması, doğal kaynakların kullanımının sınırlı olması, doğal kaynaklardan izole edilen bir ürünün kontaminasyon riski taşıması ve maliyet gibi faktörler biyoteknolojinin gelişimine duyulan ihtiyacı arttırmıştır.

İlk defa, Karl Ereky tarafından kullanılan biyoteknoloji teriminin o zamanki tanımı ve kapsamı, günümüze kadar gelişen modern tekniklerin bu alana uygulanması ile, önemli ölçüde değişikliklere uğramıştır. Karl Ereky, biyoteknolojiyi “Biyoteknolojik sistemler yardımıyla hammaddelerin yeni ürünlere dönüştürüldüğü işlemlerdir” şeklinde tanımlamıştır. O yıllarda biyoteknolojik sistemler herhangi bir değişikliğe uğratılmadan kullanıldığı için bu tanım, o zamanki geleneksel biyoteknolojik uygulamalar için geçerliydi. Ancak moleküler düzeyde başlayan çalışmalarla biyoteknolojinin kapsamı genişleyerek bir çok açıdan farklı tanımlanan modern biyoteknoloji ortaya çıkmıştır.

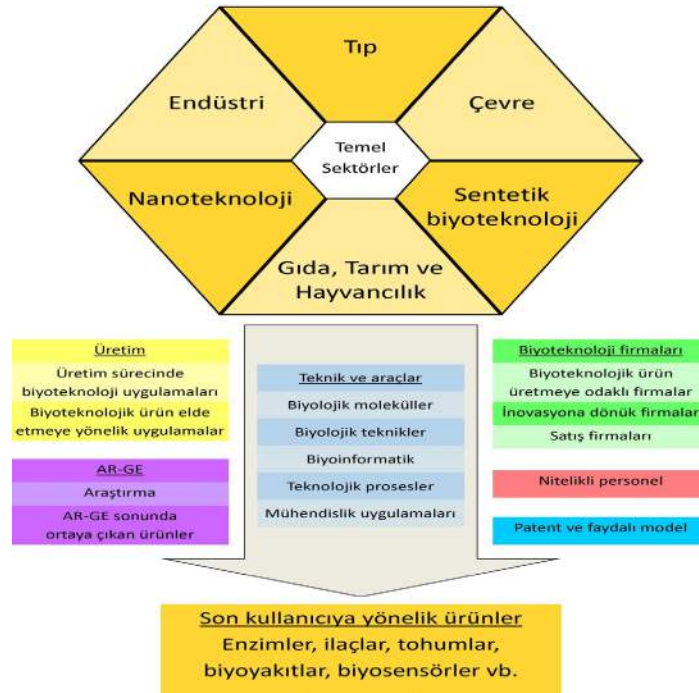
Birleşmiş Milletler Biyolojik Çeşitlilik Konvansiyonuna göre biyoteknoloji “Ürünlerin ya da süreçlerin üretimi veya modifikasyonu için biyolojik sistemlerin veya canlı organizmaların kullanıldığı teknolojik uygulamalar” olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir anlatımla biyoteknoloji “Belirli bir kullanıma yönelik olarak, ürün ve süreçler geliştirmek veya varolanları değiştirmek için, biyolojik sistemler, yaşayan organizmalar veya türevlerini kullanan her türlü teknolojik uygulama olarak” tanımlanmaktadır. Günümüzdeki biyoteknolojik çalışmalarda genetik, mikrobiyoloji, hayvan doku kültürü, moleküler biyoloji, biyokimya, embriyoloji, hücre biyolojisi gibi biyolojik bilimlerin yanı sıra kimya mühendisliği, biyoproses mühendisliği, biyoenformatik gibi farklı alanların bilgileri ve yöntemleri kullanılır.

Tarihsel evrime göre biyoteknoloji üç temel döneme ayrılmaktadır. Bunlar,

1. Geleneksel Biyoteknoloji: Karl Ereky’nin tanımladığı biyoteknoloji kapsamında, biyolojik sistemler (genellikle bakteri, maya, mantar) hiçbir modifikasyona uğratılmadan kullanılmaktaydı. Sütün peynir veya yoğurda çevrilmesi, bira ya da şarap fermentasyonu gibi işlemler biyoteknolojinin geçmişten bugüne kullanılan yaygın uygulamalarından bazılarıdır. Bu dönem ‘fermantasyon teknolojisi’ne yönelik üretimi kapsamaktadır.
2. Ara Dönem: 1940-1975 yılları arasını kapsayan bu dönemde, biyolojik sistemlerin endüstride kullanım alanları genişletilmiş ve bazı küçük tekniklerin ilavesiyle de üretim geliştirilmiş ve artırılmıştır. Bu ara dönem içerisinde antibiyotik, enzim, protein, karbonhidrat, organik asitler, alkol vb. maddeler fazlaca üretilmiştir. Bu ara dönem de birincisi gibi fermentasyon teknolojisine dayanmaktadır.
3. Modern Biyoteknoloji: Modern biyoteknoloji kapsamında organizmanın yaşamı için gerekli bütün bilgilerin toplandığı ve kodlandığı genom kitaplığının kurulması ve arzu edilen genin izolasyonu, nükleotit dizisinin saptanması ve bu dizilerde değişiklikler yapılması veya başka organizmalara aktarılması, gen regülasyonunun saptanması, hibrit hücreler elde edilmesi mümkündür. Bu teknikler yardımıyla biyoteknolojik aşılarda, proteinler, enzimler, antibiyotikler, hormonlar, sitokinler, monoklonal antikorlar, teşhis koruma ve tedavi araştırmalarında kullanılan tanı maddeleri ve kimyasalların üretilmesi gerçekleştirilmektedir. Modern biyoteknoloji yenilikçiliğe (inovasyon) açık, yüksek büyüme potansiyeline sahip bir teknolojidir.

Kapsam

Türkiye 9. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda araştırma ve geliştirmeye dayalı üretim yeteneğini güçlendirmek amacıyla öncelikli alan olarak belirtilen biyoteknoloji, yeni nesil araştırma teknolojilerinin ya da yöntemlerinin kullanıldığı çeşitli sektör veya uygulama alanlarını kapsamaktadır. Biyoteknolojinin sağlık, gıda, tarım ve hayvancılık, çevre, endüstri gibi sektörlerde yer almaya başlaması ile birlikte bu sektörleri alt yapı, personel niteliği, araştırma ve geliştirme olanaklarının kullanımı, elde edilen ürün niteliği ve miktarı gibi konularda değiştirdiği görülmektedir. Geleneksel olarak sıralayabileceğimiz sektörlerin yanı sıra hormon, antibiyotik ve bazı diğer ilaç aktif maddesi olan kimyasallar, rekombinant protein ve proenzimlerin üretimi, artık ve atık maddelerin yeni enerji kaynaklarına dönüştürülmesi gibi özel konu başlıkları alt sektörler olarak sıralanabilir. Bu sektörlerin tümü, verimlilik ve inovasyon açısından bugün biyoteknolojiyi ve biyoteknolojinin gerektirdiği araştırma teknolojileri ya da yöntemlerini göz ardı edememektedirler. Şekil 1'de verilmeye çalışılan biyoteknoloji kavramsal modelinden de anlaşılacağı üzere biyoteknolojinin kapsadığı sektörlerin temelinde altı alan saymak olasıdır (Şekil 1).



Şekil 1. Biyoteknoloji kavramsal modeli.

1. Tıp

Biyoteknoloji tıp alanında, yeni tanı teknikleri ile yeni aşılar da dahil olmak üzere yeni ilaçların üretimi arayışının sürekliliği nedeniyle önemli bir yere sahiptir. Bu alandaki bilgi kaynakları incelendiğinde, otizm gibi spesifik olarak bir hastalık için geliştirilmiş olan; kanser hastalığını kaynağına ve türlerine göre test edebilen ya da çok özel metabolik rahatsızlıkların tanısını yapabilen çoklu gen test panellerinin kullanımı yaygınlaşmıştır. Mikrodizi ya da eş zamanlı polimeraz zincir reaksiyon teknikleri kullanılarak tanı ve tedavi için genetik test panellerinin uygulanması, elde edilen bilginin yönetimi ve buna bağlı olarak kişiye özel tedavi danışmanlığının yapılması tıbbi genetik klinikleri ve tıp alanında çalışan nitelikli personelin önemini ortaya koymaktadır.

Yakın bir gelecekte biyoteknolojik ilaçların dünya ilaç pazarının %50'sine sahip olacağını bugünden söylemek mümkündür. Örneğin, diyaliz hastalarında ortaya çıkan ve çeşitli organlarda kalsifikasyon ve kemiklerde ciddi hasara yol açan “hiperfosfatemi”nin tedavisinde hücre kültürü ve rekombinant DNA teknikleri aracılığıyla üretilen bir ilaç kullanılmaktadır. Öte yandan nadir görülen genetik hastalıklar, çocuklarda insan büyüme hormonu eksikliği tedavisi, osteoartrit ve bağışıklık bozuklukları gibi sayısı daha da arttırılabilecek hastalık tedavilerinde biyoteknolojik ilaçların kullanıldığı görülmektedir. Bu ilaçlar, zorlu aşamaları içeren bir geliştirme süreci sonunda elde edilmesine karşın, kimyasal yöntemlerle elde edilen ilaçlar tarafından tedavi edilemeyen birçok hastalık için tedavi imkanı sağlamakta ve tedavi maliyetlerinin düşmesini sağlamaktadır.

Tıbbi biyoteknoloji altında söz edilebilecek başka bir başlık olan gen terapisi, hastalıklara neden olan mutasyona uğramış genlerin tedavisini temel almaktadır. Özellikle otoimmün rahatsızlıklar ve kanser gibi hastalıkların tedavisi için yoğun çalışmaların olduğu gen tedavisinde viral vektörler, lipozomlar ya da plazmidler normal bireylerden alınan genleri hasta bireyin hücre ve dokularına taşımakta kullanılmaktadır. Örneğin şeker hastalığı tedavisi adenovirüsler kullanılarak fare karaciğerinde gen terapisi yöntemiyle pankreatik hormonların üretilbildiği bugün kanıtlanmıştır. Çalışma ilkeleri hedef hücreye kendi genlerini yerleştirmek olan adenovirüsler gibi taşıyıcılar sayesinde mutasyona uğramış genlerin yerini normal genler alabilmektedir. İnsan genom projesi gibi araştırmalarla bir bireyin tüm gen diziliminin ortaya çıkarılabildiği günümüzde mutasyona uğramış genlerin belirlenip düzeltilmesi yoluyla kişiye özel tedavilerin de yine gen tedavisinin amaçlarından olduğu görülmektedir.

Aşılar, insanda aktif bağışıklığı uyarak enfeksiyonlara karşı koruma sağlayan biyolojik maddelerdir. Aşılar ile kazanılan bu bağışıklığın mekanizmasının anlaşılması ile konvansiyonel aşılardan yanı sıra rekombinant antijenleri, rekombinant canlı organizmaları veya sentetik peptidler gibi maddeleri içeren biyoteknolojik aşıların yoğun kullanım kazandığı görülmektedir. Konvansiyonel aşılarla göre riskleri ve yararları tartışılan biyoteknolojik aşılar tetanoz, difteri, hepatit A ve B, grip, menenjit, kızamık, kızamıkçık, kabakulak gibi hastalıkların önlenmesinde veya egzema gibi deri lezyonları bulunan hastalıkların tedavisinde uygulama alanı bulabilmektedir. Bugün geniş popülasyonlara kısa zamanda ve kolayca ulaştırılabilecek nitelikte genetik yapısı değiştirilmiş meyve ve sebze aşılarından söz etmek de mümkündür.

Bilginin yoğun olarak kullanıldığı hizmet sektörlerinden biri olarak değerlendirilen ve ülkemizde 2012 yılının ilk yarısında genel istihdamın % 5,6'sını kapsayan sağlık alanında özellikle tedavi giderleri sürekli artmaktadır. Kişi başına düşen sağlık harcamalarının gayri safi yurtiçi harcamalara oranının % 7-8'e kadar yükseldiği görülmektedir. Bu bağlamda biyoteknolojinin, hastalık kontrol ve tedavisinde kullanılan ilaçların, tanı ve saptama kitlerinin, aşıların ve gen terapisi ile ilgili ürünlerin üretimi ve bu alanda hizmet verecek özel kuruluşların kurulması gibi başlıklar altında tıp alanında verimliliği ve yeniden üretimi artırma olanakları bulunmaktadır.

2. Gıda, Tarım ve Hayvancılık

Tüm canlıların değişen çevre koşullarına uyum sağlamak için doğal olarak kendini geliştirmek gibi bir yeteneği vardır. Bununla birlikte herhangi bir saptanabilir iyileşme elde edilmesi yüzlerce yıl sürebilir. İnsanlık bu nedenle ihtiyaç duyduğu gıda, bitki ve hayvanları geliştirmek ve üretmek için çeşitli geleneksel ve modern biyoteknolojik araçları kullanarak ihtiyaçlarını karşılamayı öğrenmiştir. Ürünlerin ya da süreçlerin üretimi veya modifikasyonu için biyolojik sistemlerin kullanıldığı teknolojik uygulamaları içeren tarımsal biyoteknoloji bu noktada karşımıza çıkmaktadır. Tarımsal biyoteknoloji temel olarak gıda biyoteknolojisi ile bitkisel ve hayvansal biyoteknolojiyi kapsamaktadır. Bitki biyoteknolojisi bir dizi geleneksel ve modern biyoteknoloji teknik ve araçlarını kullanan konvansiyonel bitki ıslahı, doku kültürü ve çoğaltım, moleküler ıslah ve markör yardımcı selek-

siyon (marker assisted selection), genetik mühendisliği ve genetik yapısı değiştirilmiş bitkiler, moleküler tanı gibi alt araştırma alanlarını içermektedir.

2011 yılında küresel düzeyde % 4,9 olarak gerçekleşen enflasyon oranı ile birlikte son yıllarda dünya genelinde tarımsal üretimde yaşanan sorunlar gıda fiyatlarının artmasına yol açmıştır. Tarımsal emtia fiyatlarında gözlenen artışlar işlenmiş gıda fiyatları ve dolayısıyla enflasyon üzerinde yukarı yönlü risk oluşturmaktadır. Gıda güvenilirliği konusunda belirsizliği artıran bu gelişmeler gıda biyoteknolojisinin konu ile ilgili çözüm önerilerini gittikçe daha fazla önemli kılmaktadır. Gıda biyoteknolojisinden söz ederken 8 bin yıldan fazla bir süredir biyoteknolojinin ekmek, alkollü içecekler, sirke, peynir ve yoğurt gibi bazı fermente ürünlerin üretimi için kullanıldığı vurgulanmalıdır. Biyoteknoloji, bugün hala üretim süreçlerini iyileştirmek ve maliyetlerini düşürmek amacıyla gıda sektörünü önemli düzeyde etkilemeye devam etmektedir. Gıda kalitesi ve beslenme değerinin artırılması, gıda güvenliği ve gıda kaynaklarının zenginleştirilmesi gibi gıda endüstrisinin temel sorunlarında olduğu gibi biyoteknoloji tek başına üretim teknikleri, hammadde ve yeni son ürün eldesinde de çözümler üretebilmektedir. Bugün gıda biyoteknolojisi,

- Genetik yapısı değiştirilmiş bitkiden (mısır veya soya gibi) veya bu bitkiden üretilmiş gıda bileşeninden oluşan/içeren (mısır unu, soya yağı, soya proteini gibi) gıdaları,
- Gıda üretimlerinde genetik yapısı değiştirilmiş mikroorganizma kullanımı veya gıda katkı maddesi/teknik yardımcı madde üretiminde genetik yapısı değiştirilmiş mikroorganizma kullanımlarını (genetik yapısı değiştirilmiş *Aspergillus niger* veya *Kluyveromyces lactis*'in ürettiği kimozin (rennet) enzimi) ayrı kategorilerde incelemektedir.

Rekombinant DNA teknikleri ve klonlama gibi tekniklerle biyoteknoloji hayvancılık alanında da etkin rol almaya başlamıştır. Biyoteknoloji bu sektörde hayvan sağlığı alanında iyileştirme ve yeni hayvansal ürünlerin üretimi gibi ekonomik değeri yüksek olan yeni olanaklar sağlamaktadır. Ayrıca transgenik hayvan çalışmaları muhtelif rekombinant proteinlerin büyük ölçekte üretimleri açısından da potansiyel taşıyan uygulamalar arasındadır.

3. Çevre

Küresel düzeyde kamuoyunun ve basının sağlık ve tarım alanında biyoteknoloji konusundaki tartışmaları sürerken çevre biyoteknolojisinde gelişmelerin geleneksel üretim süreçlerini değiştirmesi dikkat çekicidir. Bugün bir üretim sürecinin devamlılığı, çevre biyoteknolojisi uygulamalarının bu endüstriyel üretim prosesinde ne kadar ve nasıl kullanıldığına bağlıdır. Çevre biyoteknolojisi uygulamaları yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını arttırmak, kirlilik seviyeleri düşük olan prosesleri dizayn etmek, toksik atıkların azaltıldığı veya geri dönüşümlerinin planlandığı ve atıkların yeniden üretime katıldığı üretim süreçlerini geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Toksik atıkların arıtımı ve kirlilik kontrolü amacıyla mikroorganizmaların ve bunlardan elde edilen enzimlerin kullanımı esasına dayanan uzun süreçli arıtım prosesleri olarak tanımlanabilecek biyoremediasyon çevre kirliliğinin bertarafında ve önlenmesinde etkili bir biyoteknolojik yaklaşım olarak önem kazanmaktadır. Örneğin bir fungus kağıt endüstrisinde toksik bileşenlerin arıtılması amacıyla kullanılmaktadır. Yine geniş alana yayılmış olan petrol ve petrol türevleri, gazolin, tetra-kloretilen (TCE) ve klorlu aromatik hidrokarbonlar gibi organik ya da inorganik bileşiklerin mikroorganizmalar tarafından kolayca detoksifikasyona uğratılması biyoremediasyon dahilinde değerlendirilmektedir. Mikroorganizmaların yanı sıra bazı bitkilerden de arıtma işlemlerinde faydalanılmaktadır. Örneğin ağır metalleri depolayarak uzaklaştıran bitkilerin kullanım olanakları üzerine çalışmalar devam etmektedir.

4. Endüstri (Kimya, Enerji, vb.)

Endüstriyel biyoteknolojiden faydalanan sektörler arasında yukarıda açıklanan sağlık, gıda ve hayvancılığın yanı sıra kimya, tekstil ve enerji gibi endüstrileri de saymak mümkündür. Bugün kimya endüstrisi yeni bileşikler elde etmek, üretim sürecinde artık ve atıkları azaltmak ve kimyasal saflık düzeyi yüksek ürünler/bileşenler üretmek amacıyla biyoteknoloji teknik ve araçlarını yoğun olarak kullanmaktadır. Örneğin plastik üretimindeki petrol kullanımının azaltılması amacıyla mısır ya da soya gibi yenilenebilir bitkilerden “yeşil plastik” üretimi, kağıt üretiminde hamur işleme sırasında toksik atık ve artıkların bertarafı ve tekstil endüstrisinde kumaş üretiminde bazı boyaların toksik etkilerini ortadan kaldırmak için enzimlerin kullanımı sayısı kolayca arttırılabilecek önemli uygulama örneklerinden bazılarıdır (Tablo1). Son yıllarda ise özellikle yenilenebilir enerji kaynakları (biyo yakıtlar) konusunda biyoteknoloji içerikli yoğun araştırma-geliştirme faaliyetlerinin olduğu gözlenmektedir.

Sektör bazında endüstriyel biyoteknoloji uygulama örnekleri

✓ Biyohidrojen	✓ Kiral bileşenlerin sentezi
✓ Biyoteknolojik ilaç	✓ Tekstilde kullanılacak sentetik lifler
✓ Otomobil endüstrisi için biyopolimer üretimi	✓ Gıda aroma bileşikleri
✓ Yeşil plastik	✓ Biyoetanol
✓ Deri sanayiinde yağların uzaklaştırılması	✓ Biyopolimerlerin paket üretimi
✓ Antibiyotik üretimi	✓ Aşı üretimi
✓ Kimyasal/biyolojik savaş ajanlarının dekontaminasyonu	✓ Selüloz ve kağıt ağartma
✓ Özel tekstil uygulamaları	✓ Enzim üretimi
✓ Metal rafineri	✓ Vitamin üretimi
✓ Yüksek fruktoz içerikli mısır şurubu üretimi	✓ Tekstil endüstrisi çamur susuzlaştırma

Tablo 1. Biyoteknoloji uygulama örnekleri

5. Nanobiyoteknoloji

Nanobiyoteknoloji, nano (10⁻⁹) boyutlarda ölçme, üretim ve işlevli yapıların oluşturulması amacıyla kullanılan teknik ve araçların biyoteknoloji ile işbirliğinin sonucudur. Nanobiyoteknoloji, nano ölçeğe yapıların ve bileşenlerin değişen kimyasal/biyolojik özellikleri ve sonuçta oluşan sistemlerle ilgilenir. Nano ölçeğe belli bir işleve sahip yapıları ve yapı unsurlarını kontrollü bir şekilde üretmek, bu yapı ve yapı unsurlarının özelliklerini ve işlevlerini belirleyecek teknik ve araçlar geliştirmek, bu teknik ve araçları uygulamada kullanılabilir hale getirmek nanobilim ve nanobiyoteknolojinin amacıdır. Nanobiyoteknoloji biyoteknoloji kapsamındaki sektörler için verimli ve yeni uygulama alanları tanımladığı gibi var olan uygulama alanlarının teknolojik boyutunu daha hassas ve esnek hale getirerek değiştirmiştir. Moleküler tanı sınırlarını genişleten bu teknoloji kullanılarak üretilen biyoçipler ve biyosensörler bugün yoğun olarak kullanılmaktadır. Belli bir maddenin varlığını veya aktivitesini ölçen bir çok biyolojik testin yerini işaretlenmiş nano ölçeğe partiküller kullanılarak yapılan ölçümler almaktadır. Örneğin özel nanopartiküller eklenmiş kısa DNA parçaları genetik modifiye organizma varlığını belirleyecek spesifik bir genetik dizi veya enfeksiyon ya da kontaminasyonu saptayacak bir mikroorganizma tespiti için kullanılabilir. Biyolojik görüntüleme ve ilaç salınımı uygulamalarındaki potansiyelleri nedeniyle farklı materyallerle kaplanmış kuantum noktacıkları nanobiyoteknolojik açıdan son yıllarda büyük ilgi görmektedir.

Nanobiyoteknoloji ürünü olan ve özellikle paketlenme endüstrisinde kullanılan biyofilm, hücrelerin birbirine ve/ya da bulundukları yüzeye yapıştıkları bir mikroorganizma kümesidir. Birbirine bağlı bu hücreler genellikle kendilerince üretilen hücre dışı polimerik bir maddenin (DNA, protein, polisakkaritler) içine gömülüdürler. Bir yandan var olan tanı/teşhis yöntemlerini daha hızlı ve hassas hale getiren nanobiyoteknoloji, diğer yandan tüm endüstrinin dikkatini çeken işlevsel biyonano yapılar geliştirmelisine izin vermektedir.

6. Sentetik Biyoteknoloji

Sentetik biyoteknoloji yeni bir DNA dizisi, biyolojik araç veya sistemi tasarlayıp üretilebilir veya varolan bu dizi, araç ve sistemlerden yeniden yararlanım için varolanı yeniden tasarlayıp oluşturabilir. Bu kapasitesi nedeniyle başta rekombinant protein üretiminden oldukça faydalanan ilaç endüstrisi gibi bir çok sektörü etkilemektedir. Bu teknoloji ile bir DNA dizisinin hızlıca fiziksel olarak oluşturulması ve istenilen proteinin üretimi olasıdır. Böylece, oluşturulan bu sentetik genler ile geleneksel klonlama yöntemlerinin sınırları aşılmaktadır. Moleküler biyoloji ve mühendislik teknik ve araçlarına birlikte sahip olan sentetik biyoteknoloji elde ettiği ürünlerin ve süreçlerin verimli ve yararlı bir şekilde kullanılabileceğini öngörmektedir. Tasarım ve mühendislik yeteneği olan sentetik biyoteknolojinin yenilikçi ürün ve hizmetleri önümüzdeki on yıl içinde enerji, gıda, sağlık gibi sektörlerde de hızla yer alacaktır.

Biyoteknolojide Kullanılan Teknik ve Araçlar

Biyoteknolojinin sağlık, endüstri, tarım ve çevre gibi yukarıda verilen kapsamlardaki uygulamaları için kullanılan temel teknik ve araçlar; biyolojik moleküller ve teknikleri, teknolojik prosesleri ve bilişim teknolojilerine dayalı biyoenformatiği içermektedir. Burada, biyoteknolojide sıklıkla kullanılan bu teknik ve araçlar ve ilgili temel kavramlar özetlenmektedir..

1. Hücreler ve Biyolojik Moleküller

Biyoteknoloji canlı organizmalar, hücreler ve DNA, RNA ve protein gibi biyolojik moleküller ile bunların üretim yetilerini kullanan teknik ve teknolojilerin toplamıdır. Tüm yaşayan organizmaların temel yapıtaşı olan hücreler çok büyük çeşitlilik göstermesinin yanısıra son derece benzerdir. Hücresel bilginin saklanması ve devamlılığını sağlayan DNA, belirli prosesleri gerçekleştiren protein ve enzimler ile bu proteinlerin üretimini sağlayan mekanizmalar tüm hücrelerde aynıdır ya da son derece büyük benzerlikler göstermektedir. Hücresel düzeyde olan bu benzerlik ve bütünlük biyoteknolojinin temel dayanaklarından biridir.

Tek hücreli organizmalar diğer bir deyişle mikrobiyal hücreler biyoteknolojinin en önemli araçlarındandır. Günümüzde penisilin ve streptomisin gibi önemli antibiyotikler, yoğurt, peynir ve bira gibi gıda ürünleri, insülin, çeşitli biyopolimerler ve daha birçok ürün mikroorganizmalar kullanılarak üretilmektedir. Mikroorganizmalara ait hücrelerin yanısıra çeşitli bitki ve hayvan hücreleri de biyoteknolojide ve çeşitli uygulamalarında kullanılmaktadır.

Biyolojik moleküller arasında DNA ve proteinler biyoteknolojik uygulamalarda kullanılan en önemli araçlardır. Hücre çekirdeklerinde bulunan ve kalıtsal bilgiyi taşıyan DNA, deoksiribonükleotitlerden oluşan ve genetik bilgiyi şeker fosfat omurgası üzerinde adenin, guanin, sitozin ve timin bazları ve bunların dizilişi ile kodlayan bir makromoleküldür. Bazlar arasındaki hibridizasyon çift zincirli sarmal DNA yapısını oluşturur. DNA dizisi üzerinde proteinleri kodlayan belirli bölgeler gen olarak isimlendirilmektedir. Bir proteinin kodlanması ve sentezi sırasında öncelikle tek zincirli bir molekül olan RNA hücre çekirdeğinde gen dizisi kullanılarak sentezlenir ve çekirdek dışına çıkan RNA taşıdığı dizi bilgisi ile hücre sitoplazmasında protein sentezinde kullanılır. Yapıtaşları

olan amino asitlerin zincirler halinde bir araya getirilmesi ile sentezlenen proteinler hücre içinde hemen hemen tüm yaşamsal olayları gerçekleştiren moleküllerdir.

Tüm hücreler aynı genetik dili konuştukları için DNA biyoteknolojinin temellerinden biri haline gelmiştir. Bu özellik bir çok biyoteknolojik ürün, protein ve enzimin üretiminde kullanılmaktadır. Örneğin insan insulin geni mayaya aktarılarak tek hücreli bir organizma olan mayanın insulin hormonunu sentezlemesi sağlanmıştır. Hatta bilim insanları son yıllarda insulinin bitki hücreleri kullanılarak üretimini gerçekleştirmişlerdir. Bilimsel gelişmeler, teknolojiler ve DNA gibi biyolojik moleküller önemli birçok ürünün ucuz, hızlı ve güvenilir şekillerde üretimine olanak sağlamıştır.

Proteinler biyoteknolojik ürünler olabildiği gibi diğer ürünlerin hızlı ve ucuz üretiminde kullanılan araçlar da olabilmektedir. Tıbbi biyoteknoloji uygulamalarında biyoteknolojik yöntemlerle üretilen önemli ürünlerden bazıları monoklonal antikorlar ve terapötik ilaçlardır. Çeşitli antikorlar, aşılar ve hormonların yanısıra lipaz, proteaz ve izomeraz gibi enzimler gıda, endüstri ve çevre gibi sektörlerde önemli uygulamalara sahip biyoteknolojik ürünlerdir. Bu enzimler çeşitli endüstriyel proseslerin düşük sıcaklık ve basınçlarda gerçekleşmesine olanak sağlayarak üretim maliyetlerini düşürmektedir.

Biyoteknolojinin araçlarından olan biyolojik moleküller arasında sayılabilecek diğer önemli bir grup aptamerler, sentetik enzim ve proteinleri kapsar. DNA'nın yapıtaşı olan nükleik asitlerden oluşan aptamerler protein, karbohidrat ya da hücre gibi farklı hedeflere yüksek etkinlik ve özgünlükte bağlanabilen DNA ve RNA molekülleridir. Bu özgün oligonükleotitlerin hedeflerine yüksek etkinlikte bağlanmasının sebebi hibridizasyon değil, baz dizilerine bağlı oluşturdıkları üç boyutlu yapılarıdır.

Aptamerler zeptomolar (10-21 molar) gibi çok düşük konsantrasyonlardaki hedef molekülleri algılayabilecek hassasiyete sahiptirler. Son yıllarda aptamerler, sentezleme hız ve kolaylığı, elverişsiz çevresel koşullara dayanıklılığı, hedef grubunun çeşitliliği ve raf ömrünün uzunluğu bakımlarından biyolojik algılama, hastalık teşhisi, gıda teknolojileri ya da savunma sanayilerinde kullanılan önemli biyoteknolojik araçlar olmuşlardır. Diğer yandan protein mühendisliği, biyofarmatik ve sentetik biyoteknoloji gibi araçlar ile geliştirilen sentetik enzim ve proteinler, normal şartlarda gerçekleştirilemeyen biyolojik proseslerin ve sistemlerin kurgulanmasına ve inşasına olanak sağlamaktadır.

2. Biyolojik Teknikler

Modern biyoteknolojinin temellerini oluşturan en önemli tekniklerden biri rekombinant DNA teknolojisidir. Bu teknoloji DNA moleküllerinin bir araya getirilmesi, laboratuvar koşullarında modifikasyonu ve canlı organizmalara aktarılması dolayısı ile canlıların genetik modifikasyonlarını kapsamaktadır. Moleküler biyolojinin çeşitli tekniklerini kullanan rekombinant DNA teknolojisiyle değişikliğe uğratılmış canlılara transgenik (genetiği değiştirilmiş) organizma denmektedir. İnsanoğlu binlerce yıldır bitki ve hayvanların evcilleştirilmesi sırasında bir çok organizmanın genetik yapısında modifikasyonlar yapmıştır. Ancak rekombinant DNA teknolojisi ile bu genetik değişiklikler tek bir gen ya da gen bölgesi kullanılarak yapılabilmekte ve beklenmedik sonuçlar en aza indirilerek istenen özellikler hızlı, en hassas ve doğru şekillerde elde edilebilmektedir.

Rekombinat DNA teknolojisi ve moleküler klonlama olarak adlandırılan genlerin çeşitli moleküler biyoloji araç ve teknikleriyle izolasyon, modifikasyon ve çoğaltımı, biyoteknolojinin uygulama alanlarında sıkça kullanılmaktadır. Günümüzde rekombinant DNA teknolojisi farmasötik ilaçlar, proteinler, antibiyotikler ve aşılarda üretiminde, tarımda verimin artırılmasında ve maliyetlerin düşürülmesinde, gıda kalitesinin artırılmasında ve gıda katkı maddelerinin üretiminde, su, hava

ve toprakta çevresel kirliliğin azaltılmasında, biyolojik ürünlerin hızlı ve güvenilir yollarla üretiminde ve çeşitli hastalıklara yönelik gen tedavilerinde kullanılmaktadır.

Canlı hücre ya da organizmaların ve hücre içi mekanizma ve moleküler bileşenlerin kullanıldığı biyolojik prosesler biyoteknolojinin en eski araçlarındandır. En yoğun kullanılan canlı hücreler maya ve bakteri hücreleri, biyolojik moleküller ise DNA ve enzimlerdir. Biyolojik proseslerden biri olan mikrobiyal fermantasyon geleneksel biyoteknolojik yöntemler ile binlerce yıldır ekmek, bira ve şarap yapımında kullanılmaktadır. Günümüzde ise mikrobiyal fermantasyon; antibiyotikler, aşılar, vitaminler, pestisitler, biyolojik olarak yıkılabilen plastikler ve polimerler, gıda katkı maddeleri ve biyoyakıtlar gibi biyolojik bir çok ürünün eldesinde kullanılmaktadır. Biyolojik proseslerin ya da biyoproseslerin biyoteknolojide kullanımı beraberinde biyomühendisliğin gelişmesini sağlamıştır. Biyomühendislik biyolojik teknikler ve mühendislik ilkelerinin canlı sistemlere uygulandığı ve biyoproseslerin kullanıldığı ve biyolojik maddelerin üretildiği alanlarda karşılaşılan sorunların çözümünü araştıran bir bilim dalıdır.

Protein mühendisliği, enzim ve proteinlerin modifikasyonu bu biyolojik moleküllerin özelliklerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesini amaçlayan bir teknolojidir. Kimya, tekstil, kağıt ve enerji gibi endüstriyel sektörler ile gıda ve sağlık sektörlerinde kullanım alanı bulan protein ve enzimler protein mühendisliğiyle geliştirilmekte dolayısı ile biyoproseslerde maliyetlerin düşürülmesi, çevreye duyarlı proseslerin geliştirilmesi ve biyoteknolojik uygulama alanlarının artırılması sağlanmaktadır.

Mikrodizi teknolojileri ile hibridizasyona dayalı DNA çipleri, nükleik asit ve protein mikrodizileri biyoteknolojinin son yıllarda geliştirilen en önemli araçlarındandır. Nükleotit bazları arasındaki hibridizasyona dayalı olan mikrodizi tekniği aynı anda bir genomda bulunan tüm genler ve bunların ifade edilmiş ürünleri olan RNA seviyelerinin kantitatif analizine izin verir. Katı bir yüzey üzerine sabitlenmiş, prob olarak adlandırılan nükleotit dizileri ile işaretlenmiş, solüsyon içindeki hedef diziler arasındaki hibridizasyon, floresan boyalar, nanoparçacıklar ya da enzim reaksiyonları gibi çeşitli tekniklerle sayısallaştırılır. Ayrıca mikrodizi platformlarında, katı yüzeye sabitlenen probun yüksek özgünlükte bağlanma gösteren aptamerler ile değiştirilmesiyle aptamer tabanlı bir sistem oluşturulabilmektedir. Böylece mikrodizi platformları, nükleik asit dizilerinin yanı sıra protein ve hücrelerin belirlenmesinde de kullanılabilmektedir. Sonuç olarak güvenilir, hassas, düşük maliyetli ve pratik ürünlere dönüşme potansiyeline sahip çip formatında nükleik asit ve aptamer bazlı biyosensör platformları oluşturulmaktadır. Bu platformlar genotiplendirme, tek nükleotid değişim analizleri, mutasyon analizleri, gen regülasyon araştırmaları ile çeşitli teşhis ve terapötik uygulamalarda kullanım alanları bulmuştur.

Doğal olarak nano boyutlarda olan DNA, protein hatta yağ molekülleri nanobiyoteknolojinin çeşitli uygulamalarında omurga ya da mekanik bir iskele olarak kullanılmaktadır. DNA ve RNA gibi biyolojik moleküllerin belirli, bilinen düzenler içinde yüksek atom bağlama potansiyellerinin yanı sıra yüksek hacimli bilgi taşıyabilme özellikleri de kullanılmaktadır. Örneğin bilgisayarlarda bulunan mikroişlemciler ve mikrodevreler, nanoişlemciler ve nanodevrelere doğru evrimleştikçe geleneksel elektrik devreler ve silikon bileşenler yerine DNA zincir ve molekülleri kullanılacaktır. Bu uygulamalar hem saklanan ve işlem gören bilgi miktarlarını hem de işlem hızlarını son derece arttıracak ve silikon işlemcilerin limitlerini ortadan kaldırma potansiyeline sahiptirler..

Mikroakışkan sistemler ve mikrofabrikasyon; biyoteknoloji ve nanoteknolojide uygulanan önemli teknikler arasında yer almaktadır. Son yıllarda mikro ya da nano boyutlarda tasarlanan ve üretilen çipler ve sensörler ya da daha geniş tanımla mikro-elektro-mekanik sistemlerin (MEMS), mikroakışkan uygulamalar ile birleştirilmesi özellikle biyoteknoloji, genetik mühendisliği, tıp, savunma, çevre, orman ve tarım endüstrisindeki ihtiyaçlar doğrultusunda bir çok yeni mikrosistemle-

rin geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Mikropompalar, mikrokapakçıklar ve mikrokarıştırmacılar gibi elemanları olan mikrototalanaliz sistemleri (μ TAS), kimyasal ya da biyolojik analiz mikro-laboratuvarları (lab-on-a-chip) ve mikro-plastik kart sistemleri bu mikroakışkan sistemlerinden bazılarıdır.

3. Biyoenformatik

Biyoteknolojinin son yıllarda hızla önem kazanan araçlarından biri olan biyoenformatik, biyolojik bilginin bilgisayarlar ve istatistiksel teknikler kullanılarak analiz edilmesidir. Bu bilimsel disiplin biyolojik ve biyoteknolojik araştırmaları ve ürün elde etmeye yönelik uygulamaları iyileştirmek ve hızlandırmak için bilgisayar veri tabanları ve algoritmalar geliştirmeyi ve onlardan yarar sağlamayı amaçlamaktadır.

Biyoenformatik, moleküler biyoloji ve bilişim teknolojilerinin tek bir disiplinde birleşmesiyle oluşmuş bir alandır. Bu alanın nihai hedefi yeni biyolojik keşiflere olanak sağlamak ve biyolojide evrensel bir bakış açısı yaratmaktır. Biyoenformatikte üç adet alt disiplin bulunmaktadır ve bunlar şöyle sıralanabilir:

- yüksek hacimli veri grupları arasındaki ilişkileri belirleyecek yeni algoritmaların ve istatistiklerin geliştirilmesi,
- nükleotit ve amino asit dizilimleri ve protein yapıları gibi çeşitli verilerin saklanması, erişime açılması ve aynı zamanda hızlı analizi ve yorumlanması,
- farklı türde bilginin yönetimi ve bu bilgiye etkili erişime olanak sağlayacak araçların geliştirilmesi ve uygulanması.

Biyoteknoloji üretim süreçlerinin geliştirilmesinde, ürünlerin tasarlanmasında ve benzer çeşitli alanlarda uygulanabilen modellemelerde biyoenformatik araçları kullanmaktadır. Özellikle son yıllarda bir çok organizmanın genom DNA dizilerinin belirlenmesi, mikrodizi gibi yüksek hacimli deneysel platformların geliştirilmesi ve bunlar kullanılarak elde edilen verilerin tüm araştırma ve geliştirme sektörlerine açılması ile biyoteknolojik uygulamalarda biyoenformatiğe duyulan ihtiyaç artmıştır. İlerleyen yıllarda bu ihtiyacın katlanarak artacağı ve paralel olarak biyoenformatiğin sağladığı imkan ve çözümlerin de gelişeceği düşünülmektedir.

4. Teknolojik Prosesler

Biyoteknoloji biyolojik molekül ve tekniklerin yanı sıra kimya, fizik, matematik gibi temel bilimleri ve kimya mühendisliği, elektrik ve elektronik, bilgisayar, metalurji, yazılım ve endüstri mühendisliği gibi mühendislik alanlarını da kullanır. Üretim süreçlerinin geliştirilmesi ve tasarlanmasında kimya mühendisliğinin, gerekli elektronik araç ve tekniklerin geliştirilmesinde elektronik mühendisliğinin, ürünlerin tasarlanmasında kimya, fizik ve metalurji mühendisliğinin ve tüm proseslerin girdi, çıktı ve etkileri ile düşünüldüğünde endüstri mühendisliğinin kullanımı verilebilecek örneklerden sadece birkaçıdır.

Sonuç ve Öneriler

Bir teknolojiye küresel düzeyde geleceğe dönük beklentiler genellikle farklı rekabet değişkenleri ile ölçülebilir. Verimlilik, inovasyon, yeni iş yaratma olanakları, sürdürülebilirlik gibi anahtar kelimelerle tanımlanabilecek bu değişkenler düşük iş maliyetleri, bilginin önemi ve paylaşımı, alt yapı, personel niteliği, araştırma ve geliştirme olanaklarının kullanımı, elde edilen ürün niteliği ve miktarı gibi etkenlere bağlıdır.

Biyoteknolojinin, hızla gelişmesi, birçok sektörde uygulama alanı bulması ve temel olarak yaşam bilim teknik ve araçlarının tamamını kullanabilmesi gibi özellikleri ile önümüzdeki süreçte küresel ekonomi üzerinde yaygın etkileri olması beklenmektedir. Bu etkileri hızlandırmak ve verimliliğini artırmak için dünyada üreticiler, tedarikçiler, üniversiteler, ticaret birlikler ve ilgili devlet kuruluşlarının da yer aldığı biyoteknoloji alanında birbirleriyle bağlantılı şirketler ve ilgili kurumlardan meydana gelen biyokümeler oluşturulmaya başlanmıştır. Kümelenmenin sağladığı iş birliği ile araştırmacıların sektörle ilgili ileri teknoloji bilgileri ve deneyimi ile araştırma geliştirme faaliyetleri sonunda ortaya çıkan ürünlerin üretimi kolaylaşacaktır. Biyoteknoloji sektöründeki biyokümelerin gelişmesi ve son kullanıcıya yönelik ürünlerin elde edilmesi ve ticarileşmesi diğer sektörlerin gelişmesine imkân sağlayacaktır.

Bunun yanı sıra gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler bu alanda araştırma ve inovasyonu desteklemek ve gelişmeyi dinamik bir yapıya kavuşturmak için strateji planları yapmakta ve uygulamaktadır. Biyolojik moleküller ve teknikleri kullanan, yeni teknolojik prosesler yaratabilen biyoteknoloji kapsadığı sağlık, gıda, tarım ve hayvancılık, çevre, endüstri gibi alanlarda biyoteknolojik ürün üretmeye odaklı veya inovasyona dönük firmalar özellikle desteklenmektedir.

Türkiye biyoteknoloji alanındaki resmi politikasını; olası beklenmeyen etkilere karşı biyolojik çeşitlilik, insan ve hayvan sağlığının korunmasının temel ilke olmasını benimsemekle birlikte ulusal gereksinimler doğrultusunda şimdi ve gelecek için modern biyoteknoloji ve elde edilen ürünlerden yararlanılması olarak açıklamıştır. Bunun yanı sıra ulusal biyoteknoloji stratejisinin biyokümelenme ve inovasyonun desteklenmesi, projelere yönelik destekler, nitelikli eleman temini olduğu bildirilmiştir.

Türkiye’de biyoteknoloji alanında araştırma, geliştirme çalışmalarının ve inovasyonun desteklenerek dinamik bir yapıya kavuşturulması önem taşımaktadır. Öncelikli öneme sahip biyoteknolojik ürünlerin belirlenmesi ve üretimine yönelik etkin ve dinamik proje desteklerinin sağlanarak, araştırmacı ve sanayici işbirliğinin kurulması da büyük önem taşımaktadır. Ayrıca bir çok bilimsel disiplini içinde barındıran biyoteknoloji sektöründe ihtiyaç duyulan nitelikli ve deneyimli eleman sayısının artırılmasına yönelik önlemlerin alınması son kullanıcıya yönelik ürünlerin üretimine kolaylık sağlayacaktır.

Biyoteknoloji konusunda ulusal nitelikte bütünleşik bir strateji hayata geçirilmesi ve araştırma çıktılarının ticarileşmesinin desteklenmesi, biyoteknoloji alanında yeni şirketlerin kurulmasına ve mevcut şirketlerin patent ve faydalı model üretmesine neden olacaktır. Böylece biyoteknoloji kapsamındaki sektörlerin rekabet gücü ve kapasitesi hızla artacaktır.

Burada en önemli hususlardan biri özel sektörün Biyoteknoloji alanındaki Ar-Ge faaliyetleri konusunda ilgisinin artırılması ve Ar-Ge faaliyetlerine girmesidir. Bu amaçla özel sektörün Ar-Ge faaliyetlerine özendirilmesi konusundaki desteklerin Avrupa Birliği seviyesine çekilmesi (%120 destek) büyük önem taşımaktadır. Dikkat çekilmesi gereken bir diğer husus ise, yerli malı Biyoteknoloji ürünlerinin alım ve tüketiminde ulusal teşvik ve destek sistemlerinin geliştirilmesi ve son kullanıcıların bu ürünlerin tüketimi konusunda özendirilmeleri ve bilinçlendirilmeleri husunda önlemlerin geliştirilmesi ve uygulamaya konulmasıdır.

KAYNAKLAR:

- 1 Bhopale GM ve Nanda RK (2005) Recombinant DNA expression products for human therapeutic use. *Current Science* 89(4): 614-622.
- 2 Boothe J, Nykiforuk C, Shen Y, Zaplachinski S, Szarka S, Kuhlman P, Murray E, Morck D, Moloney MM (2010) Seed-based expression systems for plant molecular farming. *Plant Biotechnology Journal* 8(5): 588-606.
- 3 Bucko M, Mislovicova D, Nahalka J, Vikartovska A, Sefcovicova J, Katrlík J, Tkac J, Gemeiner P, Lacík I, Stefuca V, Polakovic M, Rosenberg M, Rebroš M, Smogrovicova D, Svitel J (2012) Immobilization in biotechnology and biorecognition: from macro- to nanoscale systems. *Chemical Papers* 66(11): 983-998.
- 4 Carstoiu D, Dyck EV, Glenn B, Littlehales C, Massey A, Strickland D (2007) The guide to biotechnology. The Biotechnology Industry Organization (BIO) 1-140.
- 5 Cooke P (2002) Biotechnology clusters as regional, sectoral innovation systems. *International Regional Science Review* 25(1): 8-37.
- 6 DaSilva EJ (2004) The colors of biotechnology: Science, development and humankind. *Electron. J. Biotechnol.* vol. 7 no.3.
- 7 DPT (2006) Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2007-2013) Biyoteknoloji ve Biogüvenlik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Ankara.
- 8 Glover D (2012) Biotechnology and agricultural development. Transgenic cotton, rural institutions and resource-poor farmers, *Journal of Agrarian Change* 12(4): 616-619.
- 9 Gurevich Vsevolod V, Gurevich Eugenia V (2012) Synthetic biology with surgical precision: Targeted reengineering of signaling proteins. *Cellular Signalling* 24(10): 1899-1908.
- 10 Hong KK ve Nielsen J (2012) Metabolic engineering of *Saccharomyces cerevisiae*: a key cell factory platform for future biorefineries. *Cellular and Molecular Life Sciences* 69(16): 2671-2690.
- 11 Lin Haiying (2012) Cross-sector alliances for corporate social responsibility partner heterogeneity moderates environmental strategy outcomes *Journal of Business Ethics* 110(2): 219-229.
- 12 Lipshutz RJ, Fodor SPA, Gingeras TR, Lockhart DJ (1999) High density synthetic oligonucleotide arrays. *Nat. Genet.* 21: 20-24.
- 13 Loveridge D, Dewick P, Randles S (2008) Converging technologies at the nanoscale: The making of a new world. *Technology Analysis & Strategic Management* 20(1): 29-43.
- 14 Niosi J, Hanel P, Reid S (2012) The international diffusion of biotechnology: The arrival of developing countries, *Journal of Evolutionary Economics* 22(4): 767-783.
- 15 Nykiforuk CL, Boothe JG, Murray EW, Keon RG, Goren HJ, Markley NA, Moloney MM (2006) Transgenic expression and recovery of biologically active recombinant human insulin from *Arabidopsis thaliana* seeds. *Plant Biotechnology Journal* 4(1): 77-85.
- 16 Toumey C (2012) Lessons from before and after nanotech. *Nature Nanotechnology* 7: 611-612.
- 17 TTGV (2006) İrlanda Biyoteknoloji Çalışma Gezisi Raporu.
- 18 TÜSİAD (2000) Rekabet Stratejileri Dizisi Uluslararası Rekabet Stratejileri: Biyoteknoloji.
- 19 Zarogoulidis P, Karamanos NK, Porpodis K, Domvri K, Huang H, Hohenforst-Schmidt W, Goldberg EP, Zarogoulidis K (2012) Vectors for inhaled gene therapy in lung cancer. Application for nano oncology and safety of bio nanotechnology. *International Journal of Molecular Sciences* 13(9): 10828-10862.

Bölüm-1

Kısım-3 Biyoekonomi

Selin ARSLANHAN MEMİŞ

Bilgi ASLANKUT

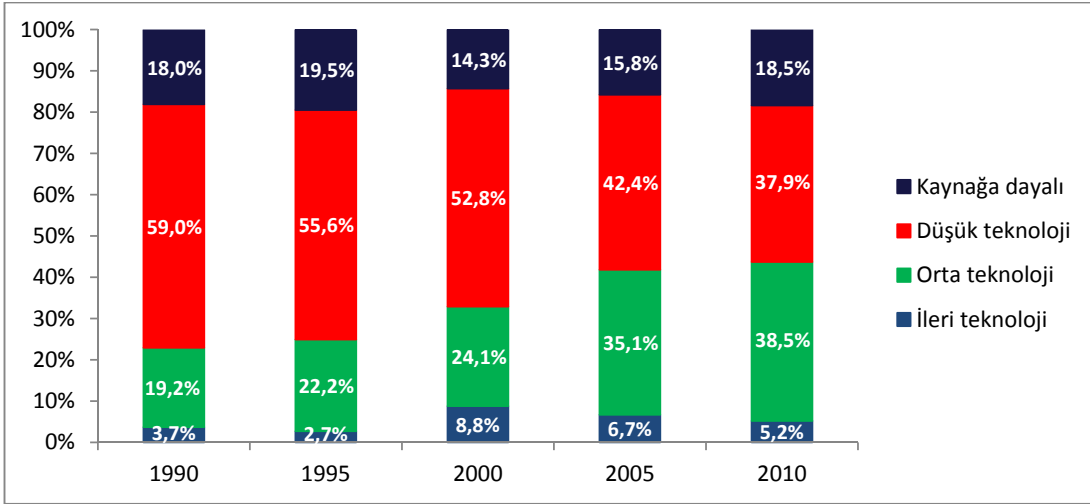
Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı
TEPAV

BİYOEKONOMİ

1. Giriş

Türkiye ekonomisi, 1980'lerden itibaren hızlı bir dönüşüm sürecine girmiş, dünyanın 17. büyük ekonomisi konumuna gelmiştir. Bu dönüşümün arkasındaki nedenler arasında, uygulamaya konulan yapısal reformlar, artan verimlilik ve özel sektörün ekonomi içindeki payı ve ürün deseninin çeşitlenmesi öne çıkmaktadır. Türkiye'nin özellikle 2001'den sonraki büyüme performansı her ne kadar oldukça etkileyici olsa da, kişi başı gelirin halen AB ortalamasının yarısı, ABD'ninkinin de dörtte biri kadar olması, 2023 hedeflerine ulaşılması için ekonominin ihtiyacı olan dönüşüm sürecinin halen tamamlanmadığı anlamına gelmektedir.

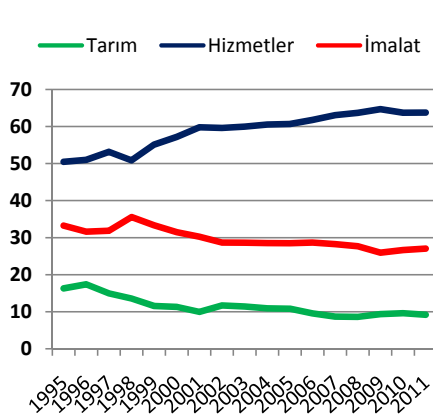
Türkiye son dönemde üretim yapısı ve ihracat kompozisyonunda geçirdiği değişimle, düşük teknoloji bir yapıdan orta teknoloji bir yapıya geçiş yapmıştır. Fakat ileri teknoloji payı hala çok düşüktür (Şekil 1). Önümüzdeki dönem hedeflerine ulaşabilmesi ve küresel pazarlarda rekabet gücünü artırabilmesi için üretim ve ihracatta ileri teknoloji ürünlerin payını artırması kritiktir.



Şekil 1: Türkiye İhracatının Teknoloji Seviyesine Göre Evrimi (1990-2010)

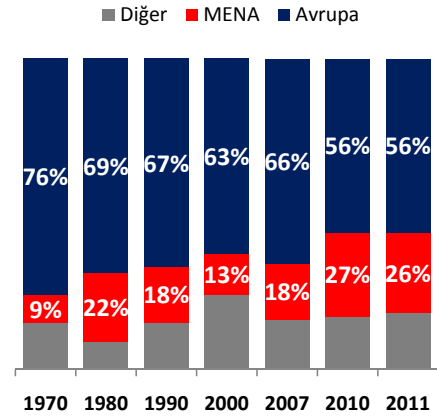
Kaynak: UN COMTRADE ve TEPAV hesaplamaları

Türkiye ekonomisinin geçirdiği yapısal dönüşüm incelendiğinde, sektörlerin milli gelir içindeki payının önemli bir eğilime işaret etmektedir. Tarım sektörünün hem istihdam hem de katma değerdeki payı azalırken, hizmetler sektörünün payının arttığı, imalat sektörünün de 2000'li yıllarda ivme kaybettiği gözlenmektedir (Şekil 2). Katma değeri İmalat sektörünün ekonomik büyüme içindeki payının azalması, oldukça düşündürücüdür. Türkiye ihracatının coğrafi dağılımına bakıldığında, son 10 yılda Avrupa'daki ülkelerin payı azalırken, MENA (Middle East and North Africa – Ortadoğu ve Kuzey Afrika) ülkelerinin payının artmış olduğu gözlenmektedir (Şekil 3). 2000 yılında Türk firmalarının yaptığı toplam ihracatın yüzde 13'lük bölümünün MENA ülkelerine yapılırken bu oran 2011 yılında yüzde 26'ya çıkmıştır. Aynı dönemde AB ülkelerinin payı ise yüzde 63'ten yüzde 56'ya gerilemiştir. Bu durum, bir yandan Türk firmalarının MENA ülkelerinde artan talep koşullarını fırsata çevirdiğini gösterirken, diğer yandan katma değeri yüksek, kaliteli ürün talebi görece daha fazla ve standartlarla korunan AB pazarına yönelimin de azaldığını bir işaretidir.



Şekil 2: Milli Gelirin Sektörel Dağılımı
(%, 1995-2011)

Kaynak: World Development Indicators

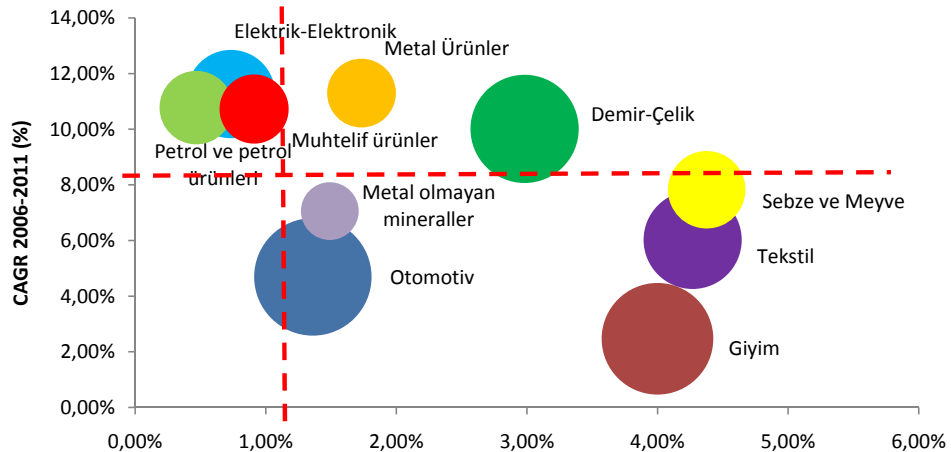


Şekil 3: Türkiye İhracatının Coğrafi Dağılımı
(1970-2011)

Kaynak: UN Comtrade

Firmaların kullandığı bilgi ve teknolojinin artan bir hızla ve sürekli olarak yenilenmesi gerektiği bir dünyada rekabet gücünün artırmak için temel şart, firmaların teknolojiye yatırım yaparak yenilikçilik kapasitesinin geliştirilmesidir. Yenilikçilik ve AR-GE faaliyetleri son yıllarda Türk firmaları için daha fazla önem kazanmışsa da, bu faaliyetlerin boyutu ve niteliği, henüz istenilen seviyeye ulaşamamıştır. İmalat sektöründe faaliyet gösteren birçok firma, basit veya orta düzeyli teknolojik altyapı ile sınırlı kalmıştır. Özel sektörün AR-GE harcamalarını artırmasını kolaylaştıracak ve teşvik edecek tedbirlerin alınması, kadar AR-GE faaliyetlerinin ticarileşmesine olanak sağlayacak yasal, kurumsal ve ekonomik açıdan elverişli bir ortamın sağlanması, bu nedenle önemlidir.

Hem ihracat, hem de büyüme performansı açısından bakıldığında, demir-çelik ve metal ürünleri sektörlerinin imalatla Türkiye'nin yıldız sektörleri olduğu gözlenmektedir (Şekil 4). Yıldız sektör tanımlaması, sektörün dünya içindeki hem ağırlığı olması hem de ağırlığı hızla artmakta olması ile ilişkilidir. Türkiye'nin ekonomik dönüşümünü sürdürülebilir kılması ve hızlandırabilmesi için ileri teknoloji yıldız sektörler ihtiyacı vardır. Dünyada büyüyen biyoekonomi, Türkiye için de bu anlamda bir fırsat yaratabilir mi diye bakmak faydalı olacaktır.



Şekil 4: Sektörlerin İhracat Performansı

Kaynak: UN Comtrade

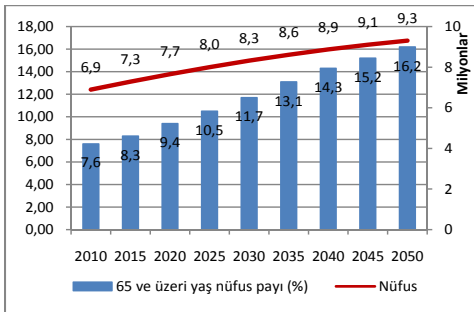
2. Biyoekonominin Önemi

2050 itibariyle dünya nüfusunun 9,3 milyara ulaşması ve 65 yaş üzeri nüfus payının dünyada yüzde 16 olması beklenmektedir. Ayrıca kişi başına gelir seviyesinde beklenen artış ile birlikte sosyal küreselleşme etkileri de daha fazla hissedilecektir. Bu değişimlerin etkisiyle yaşam süresi ve kalitesini arttıran sağlık hizmetlerine talep artacağı gibi, gıda, yem, temiz su, enerji, barınma ve giyim için malzeme gibi doğal kaynak taleplerinde de artış olacaktır. Doğal kaynak kısıtı, son dönemde fazlasıyla hissedilmeye başlamış, iklim değişikliği gibi faktörlerin de etkisiyle dünyadaki ekosistemlerin sürdürülebilirliği oldukça zorlaşmıştır. Gelenen bu noktada, sadece sağlıkta değil, enerji, gıda gibi yaşamın tüm alanlarındaki etkisiyle 21. yüzyıl, “Yaşam Bilimleri”nin yüzyılıdır. İhtiyaçların çözümüne yönelik üretilen inovatif süreç, ürün ve hizmetler ekonomileri doğrudan etkilemekte ve bilgi ve inovasyon temelli yeni ekonomilerin en önemli bileşenlerinden birisinin “Yaşam Bilimleri” olması beklenmektedir.

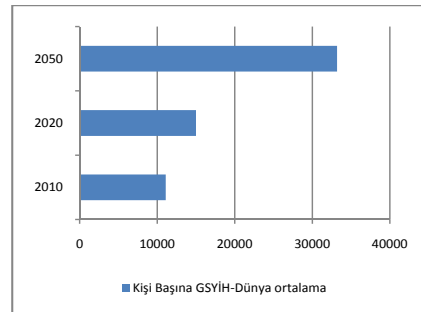
21. yüzyıl ile hem ekonomilerin yapıları ve büyüme stratejilerinin değiştiği hem de küresel problemlerdeki değişimin belirginleştiği farklı bir dönem başlamıştır. Bilgi temelli sektörlerin ön plana çıktığı yeni ekonomiler, nüfus artışı, yaşlanma, hastalık yapılarındaki değişim, doğal kaynaklara talepteki artış gibi trendlerin de etkisiyle ciddi sosyal, ekonomik ve çevresel problemler ile karşı karşıyadır. Önümüzdeki dönemde biyoekonomiyi etkilemeye devam edecek eğilimler aşağıda detaylandırılmaktadır. Nüfus ve gelir seviyesi trendlerinin en fazla tarım gibi ana üretimde kullanılan biyoteknoloji için önemli olması beklenirken, demografik değişimin sağlıkta biyoteknolojide, iklim değişikliği ve çevresel değişimlerin endüstriyel biyoteknolojide etkili olması beklenmektedir

2.1. Nüfus artışı, demografik eğilim ve gelir değişimi

Dünyada birçok ülkede büyük bir demografik geçiş süreci yaşanmaktadır. Demografik değişim artık gelişmekte olan ülkelerin de temel meselelerindendir. Birleşmiş Milletler tarafından yapılan projeksiyonlara göre 2050 yılında dünya nüfusunun 9,3 milyara yükselmesi beklenmektedir (Şekil 5). Toplam nüfus artışının yüzde 97’si gelişmekte olan ülkelere kaynaklanmaktadır. Azalan doğurganlık oranları nedeniyle 2050 sonrasında dünya nüfusunda önce durağanlık hemen sonrasında ise azalma görülmesi beklenmektedir. Artan yaşam beklentisi ve azalan doğurganlık oranlarının etkisi ile yaşlı nüfus payı artmaktadır. 2050 yılında 65 yaş üzeri nüfus payının dünyada yüzde 16 olması beklenmektedir (Şekil 5). Nüfus ve demografik değişime ek olarak kişi başına gelir seviyesinde beklenen görece artışın önümüzdeki dönemde biyoekonomiyi etkileyen temel faktörlerden olacağı tahmin edilmektedir (Şekil 6). Yükselen gelir seviyesi ve sosyal küreselleşmenin etkisiyle daha kaliteli ve etkili sağlık hizmetlerine talep artacağı gibi, gıda, yem, temiz su, enerji, barınma ve giyim için malzeme gibi doğal kaynak taleplerinde de önemli artışlar olacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 5. Nüfus ve 65 üzeri yaş yüzdesi projeksiyonları
Kaynak: UN İstatistik Birimi



Şekil 6. Kişi başına gelir projeksiyonu
Kaynak: OECD

2.2. İklim değişikliği ve enerji talebinde artış

Önemli politika değişimleri ve alternatif kaynak kullanımlarının gerçekleşmediği bir dünyada 2030 yılında fosil yakıtlara olan talebin yüzde 44 artmış olacağı beklenmektedir.⁰¹ Fosil yakıt talebi ve dolayısıyla tüketiminin artması durumunda da sera gazı emisyonlarının artmaya devam edeceği ve daha da ciddi bir hal alacağı tahmin edilmektedir. Doğal kaynak kısıtı ve iklim değişikliği gibi faktörlerin de etkisiyle dünyadaki ekosistemlerin sürdürülebilirliği gittikçe zorlaşmaktadır. OECD 2050 Çevre Tahmin Raporu'na göre 2050 yılında bugüne göre dört kat daha büyük bir dünya ekonomisinin yüzde 80 daha fazla enerji tüketmesi beklenmektedir. Daha etkili politikalar benimsenmediği takdirde, küresel enerji bileşimi içinde fosil enerjinin payı hala yüzde 85 civarında olmaya devam edecektir. Ayrıca daha fazla sorunlar getiren iklim değişikliklerinin kalıcı bir hal alması muhtemel olup, esas olarak enerji bağlantılı CO2 emisyonlarının yüzde 70 artması nedeniyle küresel sera gazı emisyonlarının yüzde 50 oranında artması öngörülmektedir.⁰²

2.3. Gıda ve su talebinde artış

BM Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), 2050'de nüfusun gıda ihtiyacının yeterli şekilde karşılanmasının sağlanması için yüzde 70 daha fazla gıda ürünleri üretilmesi gerektiğini tahmin etmektedir.⁰² Artan nüfus beraberinde gıda ve ayrıca hayvan yemi ihtiyacını getirmektedir. Dünya nüfus artışının büyük kısmı az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerden kaynaklanmakta ve bu artış karşısında gıda yetersizliği problemleri ile karşı karşıya kalma endişesi doğmaktadır. Artan diğer bir önemli ihtiyaç temiz sudur. OECD raporuna göre⁰³, küresel politikalar değişmezse dünyayı karanlık bir tablo beklemektedir. Raporda küresel su ihtiyacının yüzde 55 artacağı belirtilirken 2050'de dünya nüfusunun yüzde 40'ının su sıkıntısı çekeceği vurgulanmaktadır. Giderek kısıtlı hale gelen su kaynaklarına talep hızla arttıkça, tarımda kullanılan su miktarı kısıtlanmakta ve dünya gıda güvenliği tehlikeye girmektedir. Dünya nüfusunun 1950'de 2,5 milyardan bugün 6,5 milyara gelmesiyle, sulanan alan iki, çekilen su üç katına çıkmıştır. Mevcut üretim deseni bir değişiklik olmazsa tarımda kullanılan su 2050'de yüzde 70-90 artacaktır. Tarımda kullanılan su miktarı bugün 7130 km³ olup, 2050'de yaklaşık iki katına 12000-13500 km³'e çıkacağı öngörülmektedir.⁰⁴

2.4. Sağlık hizmeti talebi ve maliyetlerinde artış

Yaşlanan nüfus, çevresel etkiler, genetik faktörler gibi durumların da etkisiyle hastalık yapıları değişmekte ve sağlık hizmetlerine talebin niteliği de farklılaşmaktadır. Bulaşıcı hastalıkların görülme sıklığı azalırken kardiyovasküler hastalıklar, kanser, diyabet gibi hastalıkları içeren "Bulaşıcı olmayan hastalıklar" grubu dünyada birincil ölüm nedenini oluşturmaktadır. Bu grupta yer alan kronik hastalıkların prevalansı her geçen gün artmaktadır. Kronik hastalıklar hastaneye başvuru nedenlerinin dolayısıyla harcamaların yaklaşık yüzde 70'ini oluşturmaktadır.⁰⁵ Kronik hastalıklar 60 üzeri yaş grubunda daha sık görülmekte ve bu nedenle yaşlı nüfusun artışı ile birlikte yaygınlığın daha da hızlanması beklenmektedir. Hızla artan hastalıklardan olan kanser, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, solunum hastalıkları en yüksek tedavi maliyetine sahip 10 hastalık içerisinde yer almaktadır. Bu hastalıkların artışı tedavi maliyetlerine önemli bir yük getirmektedir. Türkiye'de de artan kanser vakalarının önümüzdeki yıllarda demografik değişimin de etkisiyle hızlanması ve bu artışın ilaç harcamalarındaki yükselişin temelini oluşturması beklenmektedir.

Bunların yanı sıra sosyal küreselleşmenin de etkisiyle sağlıkta talep niteliği değişmektedir. Sosyal küreselleşme ile birlikte daha kaliteli sağlık hizmeti talebi artmaktadır. Kişilerin gelir düzeyi

01 OECD, "The Bioeconomy to 2030", 2009.

02 BM Gıda ve Tarım Örgütü (FAO).

03 OECD 2050 Çevre Tahmin Raporu, 2011.

04 Cakmak, B. Ve Gökalp Z. 2011. "İklim Değişikliği ve Etkin Su Kullanımı Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 4 (1).

05 World Health Organization, 2011.

arttıkça sağlık hizmetlerinden beklentileri de farklılaşmakta ve talep yapısı değişmektedir.⁰⁶ Yaşam beklentisinin artması ile birlikte uzun dönemli bakım hizmetlerine olan talepte de artış gözlenmektedir. Buna ilişkin bir yapılanma ihtiyacı söz konusudur. OECD raporunda⁰⁷ bütün OECD ülkelerinin uzun dönemli bakım sistemi ve bu sisteme ait finansman mekanizması tasarım ihtiyacı vurgulanmaktadır. Farklı ülkelerde buna yönelik çalışmalar yoğunlaşmış durumda olup, bu konudaki ihtiyacın özel sektör yatırımları ile karşılanmasına ilişkin çalışmalar vardır.

3. Biyoekonominin Bileşenleri ve Küresel Eğilimler

Biyoekonomi, biyolojik kaynakları üreten ve kullanan ekonomik faaliyetleri kapsamaktadır. Biyoteknoloji, dünyanın karşı karşıya kaldığı birçok sağlık, doğal kaynak ve ekosistemlerin sürdürülebilirliğine ilişkin soruna teknolojik çözümler sunmakta ve farklı endüstrilerdeki kullanımları ile verimlilik artışına katkı sağlamaktadır. Bu nedenle artan ihtiyaçlar ve kaynakların sürdürülebilirliğindeki kısıtlar ile birlikte biyoekonomideki büyümenin önümüzdeki yıllarda daha da hızlanması beklenmektedir. Birçok ülke biyoteknolojiyi ekonomik büyüme ve küresel rekabet gücü kazanmada fırsat olarak görmektedir. Çin ve Hindistan gibi büyük biyoteknoloji yatırımlarının yapıldığı ülkelerin yanı sıra Endonezya, Brezilya gibi ülkelerde biyoteknolojide Ar-Ge ve inovasyon kapasitelerini geliştirmeye yönelik girişimlerde bulunmaktadır. Malezya'nın 2005 yılında GSYH'sı içindeki biyoteknoloji payı sıfıra yakinken, 2010 yılında yüzde 2,5 olmuştur.⁷ Tablo 1'de bazı ülkelerin GSYH içindeki biyoteknoloji payına ilişkin tahminleri verilmektedir.

Ülke	2010 Biyoteknoloji Gelirleri	2010 Büyüme tahmini	2020 Hedef Biyoteknoloji Gelirleri
Malezya	2.5%	25%	10%
Çin	2.5%	20%	5–8%
ABD	>2%	10–15%	NA
Hindistan	0.24–0.40%	20%	1.6% (2015)
Avrupa	<1.0%	5%	NA

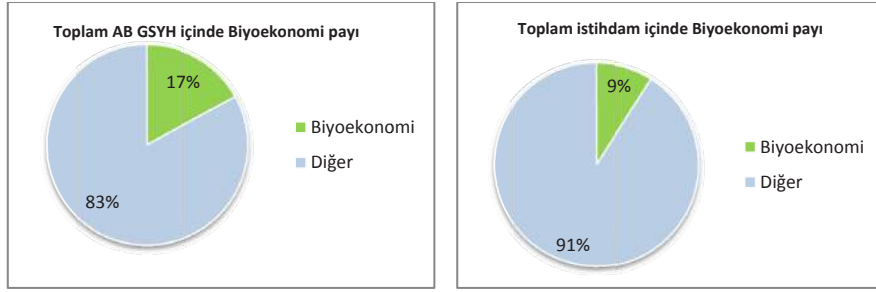
Tablo 1. GSYİH İçerisinde Biyoteknoloji Gelirlerinin Payı
Kaynak: *Biodesic*

Biyoekonomiyi ayrıştırabilmek ve ölçülebilir veri haline getirmek oldukça zor olsa da, son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda büyüklüğe ilişkin veriler yer almaktadır. Avrupa'da ise "The European Bioeconomy in 2030" raporuna göre aşağıda da görüldüğü gibi biyoekonominin toplam AB GSYH'si içindeki payı yüzde 17, toplam istihdam içindeki payı yüzde 9'dur.

06 Arslanhan, S. 2012. "Biyoekonomiye Doğru: Türkiye Bu Sürecin Neresinde" TEPAV Politika Notu. http://www.tepav.org.tr/upload/files/1328686209-6.Biyoekonomiye_Dogru_Turkiye_Bu_Surecin_Neresinde.pdf

07 OECD, *Help Wanted? Providing and Paying for Long-Term Care*. 2011.

08 "The European Bioeconomy in 2030", 2010. *European Knowledge-Based-Bioeconomy (KBBE)*.



Şekil 7. Biyoekonominin toplam GSYİH ve istihdam içinde payı

Kaynak: *European Knowledge-Based-Bioeconomy (KBBE), 2010*

Biyolojik süreç ve organizmaları üreten/kullanan birçok sektörü kapsayan biyoekonomi trendleri aşağıda sektörel olarak detaylandırılmaktadır.

3.1. Sağlık

Biyoekonominin en önemli bileşenlerinden birisi sağlıkta. Biyoteknoloji süreçlerinin kullanımı ile keşfedilen ve/veya üretilen ilaçlardan elde edilen gelir ve dolayısı ile biyoekonomiye katkısı her geçen gün hızla artmaktadır. Bu gelirin yaklaşık yarısı ABD kaynaklıdır ve 2010'da ABD kaynaklı kısım yaklaşık 75 milyar dolardır.⁰⁹ Son yıllarda bu tip biyolojik ilaçların patent ve ruhsat başvurularında da artışlar meydana gelmiş ve 2010'da toplam onay başvurularının yüzde 28'ini biyolojik ilaçlar oluşturmuştur.

Sağlıkta biyoteknoloji uygulamalarına baktığımızda, genetik testler, tanı kitleri, ilaçlar, tanı ve tedavi araçları, doku mühendisliği uygulamaları karşımıza çıkmakta ve kullanımları her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Tedavi şekilleri ve kompozisyonları da hızla değişmekte olup günümüzde birçok tedavi biyolojik süreçlerin kullanımı ile üretilen proteinlere, antikorlara, aşılarla dayanmaktadır. Genetik test uygulanabilen hastalık sayısı 1993'ten 2008'e kadar 17 kat artarak 1700'e ulaşmıştır. Tanımlanan gen-ilâç ilişkileri ise 1990'da yok denecek kadar az iken 2007'de 510'a çıkmıştır. Bu tür uygulamalar erken tanıya olanak sağlayarak hastanın yaşam kalitesini arttırdığı ve tedavi sürecini kısalttığı gibi, tedavi maliyetlerini düşürmekte ve sağlık hizmetlerinde verimlilik artışını sağlamaktadır. Kardiyovasküler hastalıklar, kanser, diyabet gibi tedavi maliyetleri en yüksek hastalıkların dünyada giderek artması ve kronik hastalıkların birincil ölüm nedeni olması bu tür çözümlerin önemini daha da arttırmaktadır.¹⁰ Değişen hastalık yapıları ve sağlık hizmetleri niteliği ile birlikte artan sağlık hizmetleri talebi, harcamaları da arttırmaktadır. Bu da sektörde maliyetin kontrolü ve verimlilik arayışlarını beraberinde getirmektedir. Yeni biyoteknoloji uygulamaları ile geliştirilen ürün ve hizmetler, ileride karşılaşılabilecek maliyetlerin önlenmesini ve verimlilik artışını sağlamakta da önemlidir.¹¹

3.2. Tarım

Biyoteknolojinin tarımda, kullanılabilir tarım alanlarının artırılması, tarımda kullanılan su gibi kaynakların etkin kullanımının sağlanması, çevreye uyumlu şekilde bitkisel zararlıların kontrol altına alınarak kimyasalların kullanımının azaltılması gibi uygulamaları vardır. Artan dünya nüfusunun büyük kısmı az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerden kaynaklanmakta ve bu artış karşısında gıda yetersizliği problemleri ile karşı karşıya kalma endişesi doğmaktadır. Biyoteknoloji uygulama-

⁰⁹ *Biodesic 2011 Bioeconomy Update* http://www.biodesic.com/library/Biodesic_2011_Bioeconomy_Update.pdf

¹⁰ *World Health Organization, 2011.*

¹¹ *TUSIAD, "Türkiye'nin Avrupa Birliği Üyelik Sürecinde. Sağlıkta İnovasyon", 2011*

malarının tarımda yeni bir dönem başlatarak kompozisyonu geliştirilen ürünlerin besin yetersizliğine çare olabileceği düşünülmektedir.¹²

Modern biyoteknoloji süreçlerinin üretimde kullanıldığı tarım ürünlerinin küresel ekonomiye yaptığı katkı da her geçen gün artmaktadır. 2010 yılında genetiği değiştirilmiş tarım ürünlerinden elde edilen gelir ABD'de 110 milyar dolar olup küresel gelirlerin yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Son yıllarda tarımda biyoteknolojiden kaynaklı gelirlerin büyük kısmı üç üründen gelmektedir. Bunlar; mısır, soya ve pamuk olup şeker pancarında da artış gözlenmektedir.¹³

3.3. Sanayi ve Enerji

Endüstriyel biyoteknoloji uygulamaları biyomalzeme, biyoenzim, biyoyakıt, biyosensör çalışmaları ve üretimlerini kapsamaktadır. Bu uygulamalar biyoekonominin son yıllarda en hızlı büyüyen alanları olup önümüzdeki yıllarda da bu endüstriyel biyoteknoloji alanlarında çalışan firma sayısında önemli artışlar beklenmektedir. Fakat sağlık ve tarımdakine göre ekonomiye katkılarının ilişkin veri elde etmek daha zordur. ABD'deki endüstriyel biyoteknoloji gelirlerinin 2010'da 115 milyar dolar olduğu yapılan anket çalışmalarına dayalı olarak tahmin edilmektedir.¹³

Deterjan, tekstil, kağıt gibi endüstriler için biyoenzim üretiminin yaygınlaştığı, ABD, İtalya, Fransa, Çin, Brezilya gibi ülkelerde de biyoplastik üretiminin arttığı görülmektedir. Ayrıca çevresel uygulamalara bakıldığında biyosensörlerin ve biyoremediasyonun önemi gittikçe artarken, enerji kısıtı ve kullanılan enerji kaynaklarının iklim değişikliğine ciddi etkisi nedeniyle yenilenebilir biyoyakıtlar da kritik bir gündem oluşturmaktadır.

4. Türkiye'de Biyoekonomi

Biyoteknolojide üniversiteler ve araştırma merkezleri tarafından yürütülen temel araştırmalar oldukça önemli olduğu gibi, bir ülkenin biyoteknolojide küresel etkiye sahip olabilmesi bu araştırmaların inovatif süreç, ürün ve/veya hizmete dönüştürülmesi ve ticarileştirilmesine bağlıdır. Bu da, ülkenin biyoteknoloji sektörü odaklı politikaları, kamu destek mekanizmaları, yasal düzenlemeleri ve fikri mülkiyet hakları yapısı ile yakın ilişkilidir. Ayrıca sektörün gelişiminde etkili olan ve gelişmenin başlaması ile birlikte hızla artan birleşme ve satın almalar, büyük yabancı şirketlerin küçük yerli şirketler ile yaptığı işbirliği anlaşmaları gibi durumlar için de ülkenin yatırım ortamı ve sektöre ilişkin düzenlemeleri önem taşımaktadır.¹⁴ Türkiye'de ise 7. Kalkınma Planı ile kurulan Biyoteknoloji İhtisas Komisyonu oluşturulması ile başlayan çabalar var olmakla birlikte henüz biyoteknoloji spesifik bir yol haritası oluşturulamamıştır.

Dünyada, ABD biyoteknoloji sektörünün lideri olarak görülmekle birlikte son yıllarda İrlanda, İsrail, Singapur, Güney Kore, Çin, Hindistan gibi ülkelerde sektör hızla büyümektedir. 2000 yılından itibaren gelişmiş ülkelerin biyoteknoloji pazarları yıllık yüzde 17 büyürken, Asya'daki gelişmekte olan ülkelerde bu büyüme yüzde 36 olmuştur.¹⁵ Bu ülkelerde, biyoteknolojinin stratejik sektör olarak belirlenip biyoteknoloji spesifik programlar ve girişim sermayesi fonları gibi finansal sistemler tasarlandığı görülmektedir. Aynı zamanda biyoteknolojinin hızla geliştiği ülkelerde nite likli işgücü yetiştirilmesine yönelik özel eğitim programlarının yoğunlaştırıldığı, yasal düzenlemelerin kolaylaştırıcı şekilde yapılandırıldığı dikkat çekmektedir.^{16, 17, 18, 19}

¹² OECD, "Assessing Agricultural Biotechnology in Emerging Economies", 2003.

¹³ Biodesic 2011 Bioeconomy Update http://www.biodesic.com/library/Biodesic_2011_Bioeconomy_Update.pdf

¹⁴ Arslanhan, S. 2012. "Biyoekonomiye Doğru: Türkiye Bu Sürecin Neresinde" TEPAV Politika Notu. http://www.tepav.org.tr/upload/files/1328686209-6.Biyoekonomiye_Dogru_Turkiye_Bu_Surecin_Neresinde.pdf

¹⁵ TUSİAD, "Ülular arası Rekabet Stratejileri: Türkiye'de Biyoteknoloji İşbirlikleri", 2006.

¹⁶ THORSTEINSDOTTIR, H.; QUACH, U.; DAAR, A.S., and SINGER, P.A. (2004). Conclusions: promoting biotechnology innovation in developing countries. *Nature Biotechnology*. Vol. 22

Türkiye'nin 2023'te dahil olmak istediği dünyanın ilk 10 ekonomisinde biyoteknolojinin durumuna baktığımızda, ilaç ve biyomedikal sektörleri önemli ileri teknoloji sektörlerinden olduğu fakat Türkiye'nin bu sektörlerin toplam ihracatından aldığı payın ancak binde 1'e ulaşabildiği görülmektedir. Ayrıca Türkiye'nin biyoteknoloji, ilaç ve biyomedikal patent sayılarındaki (USPTO) yetersizlik dikkat çekicidir (Tablo 2).

		Nominal GSMH (milyar USD)	Dünyadaki toplam biyoteknoloji patentle- rinden alınan pay(%)	Dünya ilaç ihracatın- dan aldığı pay (%)	Dünya medikal ih- racatından aldığı pay (%)
1	ABD	14582	41,54	8,4%	24,7%
2	Çin	5879	2,32	1,2%	4,1%
3	Japonya	5498	10,91	0,8%	4,6%
4	Almanya	3310	7,26	15,0%	13,3%
5	Fransa	2560	4,54	7,2%	3,4%
6	İngiltere	2246	4,06	7,0%	2,7%
7	Brezilya	2088	0,38	0,3%	0,2%
8	İtalya	2051	1,59	4,1%	2,0%
9	Hindistan	1730	0,93	1,8%	0,5%
10	Kanada	1574	2,92	1,2%	0,7%
11	Rusya	1480	0,52	0,1%	0,0%
12	İspanya	1407	1,62	2,6%	0,5%
13	Meksika	1040	0,10	0,4%	4,9%
14	Kore	1014	3,24	0,2%	1,2%
15	Avustralya	925	1,88	0,8%	0,4%
16	Hollanda	783	2,63	3,4%	8,5%
17	Türkiye	735	0,02	0,1%	0,1%
18	Endonezya	707	0,01	0,1%	0,1%
19	İsviçre	524	1,95	11,5%	3,0%
20	Polonya	469	0,17	0,5%	0,4%

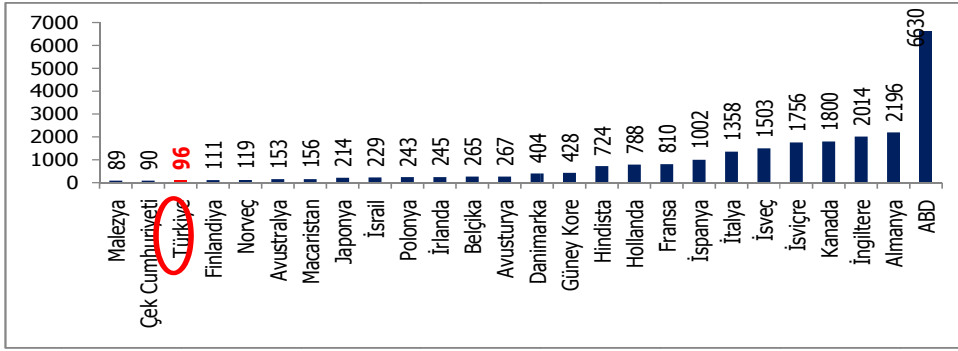
Tablo 2. Dünyanın ilk 20 Ekonomisinde Biyoteknoloji
Kaynak: WDI, ITC ve OECD Patent Veritabanı

Türkiye'de özellikle son 10 yılda biyoteknolojide akademik çalışmalar yoğunlaşmış, üniversitelerde açılan Moleküler Biyoloji ve Genetik bölümleri sayısı artmıştır. Aynı zamanda özel sektörde de bir hareketlenme olmuş, teknoparklarda girişimciler tarafından kurulan biyoteknoloji firma sayısında da artış yaşanmıştır. Firma sayısında yaşanan artışa rağmen 2012 yılında 96 olan biyoteknoloji süreçlerini kullanan firma sayısı diğer birçok ülkelerin oldukça altındadır (Şekil 8). Aynı zamanda Şekil 9'daki biyoteknoloji patentlerinin dağılımından da görüldüğü üzere Türkiye'nin biyoteknolojideki mevcut durumu oldukça yetersizdir.

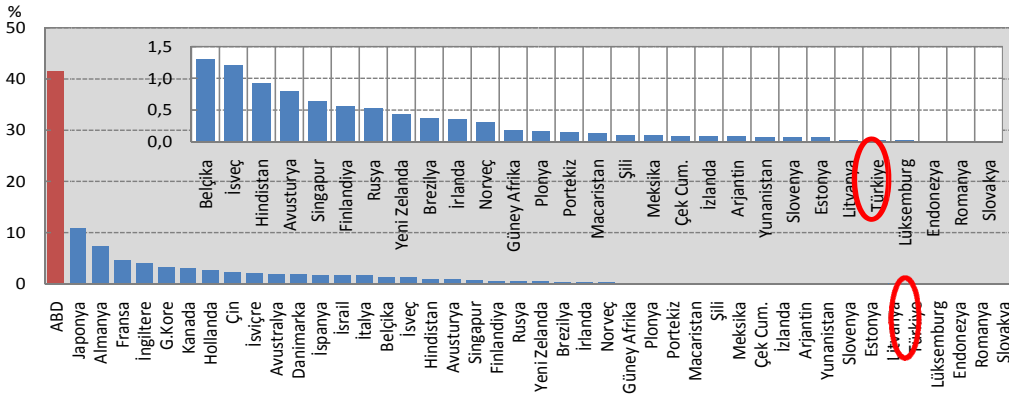
17 TAE-SUN, M. (2009). *The biotechnology research and development supported by the Korea science and engineering foundation, New Biotechnology*, Vol 25.

18 LEE, J.; and PARK, C. (2006). *Research and development linkages in a national innovation system: Factors affecting success and failure in Korea. Technovation*, Vol 26, Issue 9, p.1045-1054.

19 TTGV, "İrlanda Biyoteknoloji Çalışma Gezisi Raporu", 2006.

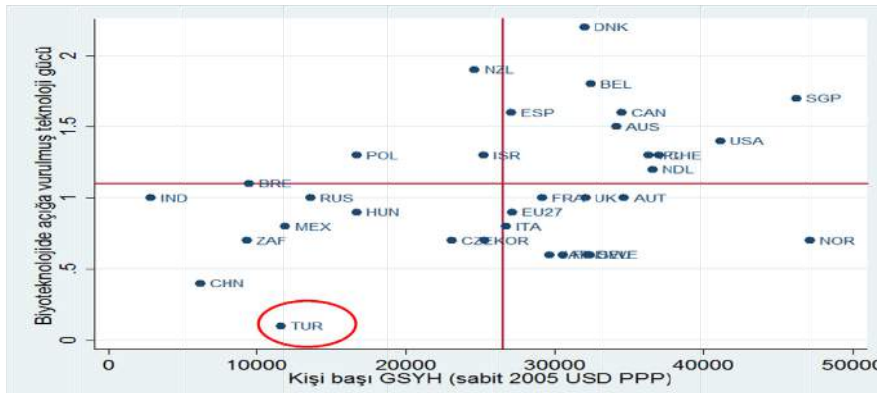


Şekil 8. Biyoteknoloji Firma Sayısı, 2012
Kaynak: Biotechgate.com



Şekil 9. Dünyadaki Biyoteknoloji Patentlerinin Ülkelere Dağılımı (%), 2007-09
Kaynak: OECD Key Biotechnology Indicators, 2011

Ülkenin biyoteknoloji patentlerinin dünyadaki toplam biyoteknoloji içindeki payının, ülkenin toplam patentlerinin dünyadaki toplam patentler içindeki payına oranı olarak hesaplanan biyoteknolojide açığa vurulmuş teknoloji gücü ile ülkelerin kişi başına düşen GSYH'ları birlikte değerlendirildiğinde Türkiye'de biyoteknolojiye ilişkin ve dolayısıyla küresel biyoekonomiye yapılan katkıdaki yetersizlik daha da dikkat çekici hale gelmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Biyoteknolojide Açığa Vurulmuş Teknoloji Gücü ve Kişi Başına GSYH, 2010²⁰
Kaynak: OECD Key Biotech Indicators, WDI

²⁰ Biyoteknolojide açığa vurulmuş teknoloji gücü, ülkenin biyoteknoloji patentlerinin dünyadaki toplam biyoteknoloji içindeki payının, ülkenin toplam patentlerinin dünyadaki toplam patentler içindeki payına oranı olarak hesaplanmıştır.

5. Sonuç

Türkiye, geçtiğimiz otuz yıllık sürede üretim yapısı ve ihracat kompozisyonundaki değişimlerle birlikte kapsamlı bir ekonomik dönüşüm geçirmiştir. Önümüzdeki dönem hedeflerine ulaşabilmesi ve küresel pazarlarda rekabet gücünü arttırabilmesi için üretim ve ihracatında yüksek teknoloji ürünlerin payını arttırması gerekmektedir. Nüfus artışı, yaşlanma, kaynakların yetersizliği gibi faktörlerin etkisiyle artan ihtiyaçlara cevap olarak kullanımı birçok alanda hızla yaygınlaşan biyoteknoloji uygulamaları, dünyada büyüyen bir biyoekonomi oluşturmuştur. Bu büyümenin farkında olan ve yol haritalarını buna göre şekillendiren gerek gelişmiş gerekse bazı gelişmekte olan ülkelerde, biyoteknolojinin ekonomiye etkisi hissedilebilir derecede artmaktadır.

Türkiye, biyolojik kaynaklar ve genetik çeşitlilik açısından birçok ülkeden daha büyük bir zenginliğe sahiptir. Aynı zamanda kendi ihtiyaçları ve büyüyen pazarının yanı sıra, coğrafi konumu itibarıyla sağlık ve ilaç talebinin arttığı pazarlara yakınlık açısından kritik bir konumdadır. Bunları kullanabilmek ve büyüyen biyoekonomide bir yer bulabilmek ise çeşitli politika ve uygulamaları gerektirmektedir. Biyoteknoloji spesifik finansal mekanizmalar oluşturmak, yol haritaları tasarlamak, yasal düzenlemeleri yapılandırmak, gerekli insan kaynağı alt yapısını geliştirmek ve fikri mülkiyet haklarını düzenlemek bunlardan bazılarıdır. Türkiye'nin büyüyen biyoekonomide kendine niş alanlar yaratabilmesi kritiktir.

Gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkenin, biyoteknolojiyi stratejik alan olarak belirleyerek Ar-Ge ve üretim yatırımlarını çekmeyi başardığı ve her geçen gün rekabetin arttığı bir ortamda, Türkiye'nin yaşam bilimleri politikasını ve bu sektörlerdeki stratejisini kapsamlı analizler sonucu belirlemesi ve rekabet gücü elde edebileceği odak alanlara yönelmesi kritiktir. Bu nedenle, 2023 hedeflerine yönelik strateji ve yol haritası tasarlanırken küresel eğilimler ile birlikte alt sektörlerin ve değer zinciri aşamalarının analiz edilmesi, buradan odak alan ve aşamaların seçilerek yatırım potansiyelinin ortaya konması önem taşımaktadır. Kısa, orta ve uzun vadede hangi alt sektörler ve değer zinciri aşamalarına odaklanılması gerektiğinin analizler sonucu ortaya konması ve biyoekonomide küresel bir oyuncu olabileceği niş alanların yaratılması kritik öneme sahiptir. Yol haritaları, teşvik programları ve işbirliklerinin de bu alanlara göre tasarlanması ve yasal düzenlemelerin yapılandırılması 2023 hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi açısından da anlamlı olacaktır.

**Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Sistemi
Kavramlar, Dünyadan Örnekler, Türkiye’de Durum ve Çıkarımlar**

BÖLÜM-2

DÜNYADAN ÖRNEKLER

Bölüm-2

Kısım-1 ABD Biyoteknoloji Sektörü İnovasyon Strateji Bileşenleri

Prof. Dr. Banu ONARAL

Drexel Üniversitesi Biyomedikal Mühendislik,
Biyomedikal Bilim ve Sağlık Sistemleri Fakültesi,
ABD

ABD BİYOTEKNOLOJİ SEKTÖRÜ İNOVASYON STRATEJİ BİLEŞENLERİ

Özet

Bu bölüm, ‘yenileşim’ (inovasyon) akımına genel bir bakışla başlıyor, biyomedikal ar-ge çalışmalarını sürdürdüğüm Amerika Birleşik Devletleri’nin (ABD) yenileşim ortamının doğasını bir uygulamacı açısından irdeliyor. Bu gerçeğin ardında yatan tarihsel, sosyal ve ekonomik koşullara değiniyor, ABD’de sağlık ve savunma sektörleri arasındaki yoğun ilişkiyi vurguluyor. Son on yılda yaratıcılığı azalan ve etkin teknoloji aktarımı yetenek ve hızını yitirme tehlikesi ile karşılaşan ABD’n-de ivedilikle aranan çareler ve alınan tedbirlerden bahsettikten sonra, biyoteknoloji destekleri için ülkedeki stratejik bazı kurumsal yapılar, biyoteknoloji alt sektörlerine ilişkin açıklamalar ve bu alandaki bazı iyi örnek sayılabilecek işbirliği ağ yapıları hakkında bilgiler sunuluyor. Son kısım ise Türkiye’de son yıllarda yaygınlaşan yenileşim seferberliğine odaklanıyor. Bu bölümde Türkiye’nin bilgi çağına ayak uydurabilmesi ve dünyayla eşzamanlı hareket edebilmesi için önemli gördüğüm unsurları ele alıyor, ABD örneğinden alınabilecek bazı derslerin bu hamleye katkısını ileri sürüyorum. Dünyayı sarmış olan beyin ağımızın yenileşime dayalı kalkınmamıza etkisini, kurulmakta olan bilgi ve bilim köprülerinin güçlendirilmesi için atılması gereken adımları paylaşıyorum. Üstünde durduğum kavramların iki ülke arasında sürdürülebilir yenileşim köprüleri kurulmasına yardımcı olacağını öne sürüyorum. Yaşam bilim ve biyoteknoloji sektörü için geçerli olan inovasyon sisteminin diğer sektörlerle de uyulanabileceği ve önerilen yaklaşım ve çıkarımların yararlı olacağını umuyorum.

Giriş

Bilgi, bilim ve teknolojiye dayalı çözümlerin toplumsal yarar ve ekonomik değere dönüşmesini ‘yenileşim’ (inovasyon) sözcüğüyle ifade ediyoruz. Yenileşimi, toplumları tehdit eden tüm güçlere karşı en etkin ‘savunma yöntemi’ olarak da düşünebiliriz. Hatta sağlık, gıda, enerji, çevre, savunma ve güvenlik gibi yüksek öncelikli toplumsal gereksinimlere en etkin cevap veren yaklaşım olarak algılayabiliriz. Demek ki yenileşimi, toplumsal kalkınmanın özünü oluşturan, modern ekonominin temelini sağlamlaştıran, rekabet gücümüzü artıran ve ulusal bağımsızlığımızı sağlayan akım olarak irdelememiz de mümkündür.

Sağlık sanayiinin toplumsal yenileşimdeki rolünü, bu geniş bakış açısından incelediğimiz takdirde, toplumun her kesimiyle ilişkilendirebiliriz. Nitekim batı ekonomilerinde ve özellikle Amerika Birleşik Devletleri’nde Savunma Bakanlığı ve savunma sanayii, biyomedikal bilim ve teknoloji eğitimine kapsamlı destek sağlayan ve araştırma-geliştirmeye (ar-ge) geniş çaplı yatırım yapan önemli ve güçlü bir sektör olarak kabul edilmektedir. Birinci Dünya Harbinden itibaren bilim ve teknolojinin toplumsal kalkınmadaki önemi vurgulanmış, uzun vadeli yüksek eğitim ve ar-ge programları kamu ve sanayii tarafından desteklenmiştir. Savunma, havacılık ve uzay ar-ge’sinden doğan çift veya çok kullanımlı teknolojik çözümlerin özel sektöre aktarımıyla yeni biyomedikal sanayi doğmuş ve güçlenmiştir. Örneğin biyoteknoloji ve biyomedikal girişimde öncü kabul edilen Boston kenti, Amerikan savunma sanayii yatırımlarının çevre üniversitelerini, özel sektör ve yerel idareleri güçlendirmesiyle bugünkü konumuna ulaşmış, yaşadığım ve çalıştığım Philadelphia gibi eşdeğer eğitim ve özel sektör yapısına sahip fakat savunma sanayi fonlarını değerlendirememiş yöreleri geride bırakmıştır. Son yıllarda bu birikimlerini etkin ve doğru zamanlı stratejileriyle bir çok kere katlamış, bilgi ekonomisinin fırsat ve nimetlerinden azami oranda yararlanabilen bir küresel çekim merkezine dönüşmüştür. Küresel rekabete rağmen halen en nitelikli bilim-insanlarını, girişimcileri ve yatırımcıları cezbetmekte ilk sıraları korumaktadır. Bu yükseliş çizgisinde savunma sanayiinin akademik, özel ve diğer kamu sektörleriyle ortaklık ve paydaşlıklara açık olması kritik bir etken olarak ortaya çıkmaktadır.

Türkiye’nin nitelikli insan ve yeraltı zenginlikleri, ekonomik gücü ve jeopolitik konumu, küresel

rekabet açısından incelendiğinde, kritik dönüşüm noktasına yaklaştığımızı görmekteyiz. Stratejik alanlarda akademik, özel, kamu ve sivil toplum kaynaklarımızı birleştirip, heyecan verici ve evrensel kıstasları barındıran büyük hedef projelerine girişmeye hazırlanıyoruz. TÜBİTAK tarafından derlenen Vizyon 2023 belgesinde vurgulanan “Bilim, teknoloji ve yenilikte yetkinleşmiş, üreten, net katma değerini kendi beyin gücüne göre arttırabilen bir Türkiye” uzgörüsünü yakalayabileceğimize inanıyoruz²¹. Bu bağlamda, Türkiye’de diğer sektörlerle kıyasla daha olgunlaşmış olan savunma sanayinin farklı bilgi ve bilim öncüleriyle girişebileceği etkileşim düzeninin oynayacağı birleştirici veya tamamlayıcı rolün, kurulabilecek ortaklıklar ve paydaşlıkların, sağlıktaki filizlenmekte olan yenileşim hareketlerini olumlu yöne itme gücüne sahip olduğu ortaya çıkıyor.

Yenileşim kavramlarını aşağıda kısaca gözden geçirdikten sonra, ABD’nin yenileşim sürecini özetliyorum. Türkiye’de yaygınlaşmakta olan yenileşim hareketi ile ilgili gözlemlerimi paylaşıyor, yurtdışında çalışan bilim insanlarımızın bu akıma kazandırabilecekleri hız ve ivmeyi vurguluyorum.

Temel Yenileşim Kavramları

Bilgi Çağında ‘Aslolan İnsan’: Geride bırakmakta olduğumuz ‘sanayi çağı’, sermaye, teknoloji ve işgücü yönetimine dayanmaktaydı. ‘Bilgi çağı’nın ana eksenleri ise beyin gücü ve bilgi paylaşımından oluşuyor²². Bilginin akışı, yayılması, kullanımı ve tüketimi bu yeni ‘inovasyon çağı’nı tanımlıyor. Toplumun her kesiminde etkisi giderek artıyor. Yenileşim süreçleri kurumlaşırken, yaşam tarzımız, toplumsal alt ve üstyapılarımız, kurumsal düzenlerimiz ve özellikle dünya görüşümüz süratle değişiyor²³.

Yenileşimde ‘Olay Ortam’: ‘Yenileşim Ekosistemleri’ kavramıyla andığımız zengin etkileşim ortamları bilgi toplumunun oyun sahasını oluşturuyor. Bireyleri yaratıcı ve üretken kılmak için gerekli kaynakları tümleşmiş şekilde sunuyor. Hızla ilerlemekte olan bilişim, iletişim ve ulaşım teknolojilerini azami derecede kullanıyor. Bu nedenle bilgi ve insan dolaşımı artık zaman ve mekan tanımıyor; denizler aşırı, kıtalar arası işbirlikleri ve güçbirlikleri oluşuyor. Bilgi ve bilimle donanmış bireyler, yenilikçi fikirlerini ve bu fikirlerden doğan çözümleri, ağıyapıları, güçbirlikleri ve diğer ortaklıklar sayesinde paylaşıyor, pekiştiriyor, olgunlaştırıyor ve hayata geçiriyor. Çözüm bekleyen büyük hedefler etrafında fiziksel veya sanal olarak birleşen beyin gücü etkin işbirlikleri kurabiliyor. Bireyler arasındaki etkileşimde saklı olan değer, özendirici stratejiler, politikalar ve yasal düzenlemeler sayesinde ekonomik sonuçlara süratle dönüşüyor.

Küresel Çekim Merkezleri: Bilgi çağının özkaynağı olan bilim insanları, özgün fikirlerini açık ve etkin bir şekilde paylaşabildikleri çekim merkezlerine, coğrafya gözetmeksizin yöneliyorlar. Fikirlerinin yenilikçi çözümlere dönüşmesinde kendi yetilerini tamamlayan iş insanlarına, girişimcilere, hukukçulara, risk yönetiminde deneyimli bilirkişilere, yatırımcılara ve diğer kaynaklara kolayca erişebildikleri yöre ve kurumları tercih ediyorlar. Yenilikçi bilim insanlarını ve girişimcileri risk atımlarına gönüllendiren yerel, yöresel veya ulusal ortamların başlıca özelliği, alışlagelmiş önleyici, kısıtlayıcı ve cezalandırıcı politikalar yerine yönlendirici, destekleyici, özendirici ve ödüllendirici yaklaşımları benimsemeleridir. Çoğunlukla gelişmiş ülkelerde bulunmakla beraber, beyin gücünün toplumsal kalkınmadaki önemini idrak eden gelişmekte olan ülkeler de süratle uluslararası ‘bilgi kentleri’ kurmaktalar. Coğrafya kısıtlaması tanımayan teknoloji bölgeleri, bilim kentleri ve benzer çekim noktaları Brezilya, Çin, Hindistan, Singapur, Tayvan veya Güney Kore gibi ülkelerde, hatta Orta-Doğu’da, petrol sermayesinin finansmanı ile, hızla yükseliyor^{24, 25}.

21 Ulusal İnovasyon Girişimi: www.ref.sabanciuniv.edu

22 Margeret Pugh Omara (2005). *Cities of Knowledge: Cold War Science and the Search for the Next Silicon Valley*. Princeton University Press.

23 John Kao (2007). *Innovation Nation*. Free Press: A Division of Simon & Schuster, Inc.

24 Hao Xin (2009). *China-Help Wanted: 2000 Leading Lights to Inject a Spirit of Innovation*. Science, vol. 25, pp 534-536.

25 Stephen Glain (2009). *Desert Advance*. Prism Magazine, January 2009, pp 38-41.

Yenileşim Kültürü: Bilginin akışkanlığı, gerek sektörler arası, gerekse küresel işbirlikleri ve güçbirliklerine yol açıyor. Özel sektörde 'rekabet öncesi', savunma sanayiinde 'gizlilik öncesi' olarak tanımladığımız aşamada, üniversiteler, özel ve kamu kuruluşları, meslek, sektör veya sivil toplum örgütleri arasındaki sınırlar eriyor. 'Yenileşim kültürü' diyebileceğimiz, farklı sektörden bireyleri ve kurumları buluşturan bu melez çalışma ve yaşam şekli modern hayata damgasını vuruyor. Aynı hedefi benimseyen ve başarılı sonuca farklı yetenek, yetkinlik, kaynak, sermaye gibi değerleri katanların birlikteliğinden mucizeler doğacağına inanç sonsuz. Öne çıkan örneklerden biri olan 'Fusionopolis', Singapur'da daha önce yaşam bilim cazibe merkezi olarak kurulmuş olan 'Biopolis'in, girişimcilik ve risk yatırım ve yöneticiliği açısından tamamlayıcı bir rol oynamak üzere yeniden tasarlanması sonucu Kasım 2008'de işletmeye açıldı.

Risk Paylaşımı ve Yenileşimin Finansmanı: Yenileşim ortamlarında yeşeren yüksek riskli/yüksek kazanımlı fikirler, ticarileşme sürecine bilimsel ve teknolojik olarak kendilerini kanıtlayarak başlıyor. Eş zamanlı olarak, fikri haklar, mevzuat engelleri, prototipleme, ürün tasarım ve üretime dönüşüm aşamaları, iş geliştirme ve pazara giriş stratejileriyle sınanarak riskin azalması sağlanıyor. Elbirliği ile ortaya çıkan 'iş planı' sayesinde 'risk eşiği'ni aşabilen çözümler, toplumun gereksinim duyduğu ürün, hizmet, süreç veya diğer çözümlere dönüşmek üzere hızla ticarileşme sürecine giriyor. Genellikle ekosistemin üniversite, teknopark veya ar-ge merkezi ayağında doğan ve ön kanıtlanma basamaklarını başarıyla aşan fikirler, kurulu şirketler veya kamu kurumlarına sunuluyor. Bu aşamada lisanslanmayan veya başka bir şekilde sahiplenilmeyenler, girişimcilerin kurdukları başlangıç firmalarının temelini teşkil ediyor, 'firma fidanlıkları'nda ekonomik kalkınma ajanslarının ve iş meleklerinin girişim sermaye yatırımlarıyla filizleniyorlar. Bu serpilme süreci ürün veya firmaların riskini asgariye indirecek deneme ve çalışmalara odaklanıyor. Geleceğin endüstrisinin temelini oluşturan bu 'filiz firmalar' ortaklıklar kurarak büyüme yolunu seçiyor veya 'risk iştahı'nı tatmin edebilecekleri sektör şirketlerine satış için pazarlanıyor.

Yenileşimin Harcı Bilim: Özellikle biyoteknolojilerde yenilikçi çözümleri besleyen ve filizlendiren toprak temel ve uygulamalı yaşam ve doğa bilimlerinden oluşuyor. Bilim dağarcığını pekiştiren insan ve fiziksel altyapıya yapılacak uzun vadeli, kapsamlı, sürekli ve stratejik yatırım özellikle yükselen ekonomilerde vurgulanması gereken bir öncelik. Aşağıda inceleyeceğimiz ABD örneğinde de görüleceği gibi 'yenileşimin olmazsa olmazı bilim'.

Amerika Birleşik Devletleri'nde Yenileşim

Amerika Birleşik Devletleri'nin ekonomik süper gücüne bilim ve teknoloji rüzgarlarını arkasına alarak eriştiği biliniyor. Daha yakından incelediğimiz taktirde, asıl sihirli formülü, Amerikan toplumunun girişimci ruhunu ve risk alma güdüsünü bilim ve teknolojiye dayanan yenileşim iradesiyle birleştirebilmiş olduğunda buluyoruz²⁶. Diğer yandan, aşağıda kısaca değindiğim gibi, bilim ve teknolojiyi her türlü iç ve dış tehditlere karşı bir savunma yöntemi olarak benimsemeleri de, bugünkü ar-ge yapılanmasının ardında yatan gerçek olarak karşımıza çıkıyor. Son yarım asırda dünyanın her köşesinden gelen bilim insanlarını ve girişimcileri cezbetmesi ve kucaklamasının diğer ülkeleri imrendiren birçok başarı öyküsünün temelinde yattığını görüyoruz. Bilime dayalı kalkınmayı ağırlık merkezine oturtmuş olan bu düzenin artık toplumun genlerine işlemiş olduğunun farkına varıyoruz.

ABD'de endüstri devrimi İngiltere'yle eşzamanlı olarak 18. yüzyılın ortalarında başlamış ve ilk üniversitelerin kurulmasıyla paralel gelişmiştir. Bağımsızlığını kazandığı 1776 yılından itibaren büyüyen ekonomik gücünü eğitime ve bilime yatırım yaparak pekiştirmiştir. 19. Yüzyılın son çeyreğinden itibaren, özellikle İç Savaş sırasında, teknolojinin savunmadaki önemini kavrayan ABD, o devirde kurulan eyalet üniversitelerine toprak hibe ederek benzeri görülmemiş bir akade-

26 Carl Schramm (2006). *The Entrepreneurial Imperative: How America's Economic Miracle Will Reshape the World*. Kauffman Foundation.

mik seferberlik tetiklemiştir. Bu dalgayı aynı yüzyılın sonlarında çok sayıda özel üniversitenin (Stanford Üniversitesi'1881, Drexel Üniversitesi'1891, Rensselaer Politeknik Enstitüsü'1894 vb.) kurulması takip etmiştir. 100 yılı aşkın bir süre önce yaşanan bu süreç, ülkemizde 90'lı yıllardan itibaren sayıları artan devlet ve vakıf üniversitelerinin ardı ardına kurulmasını andıran ilginç bir tarih sayfasıdır. Dikkat çeken husus yeni üniversitelerin kurucularının pek çoğunun bilgi ve bilimin toplumsal refaha dönüşeceğine inanmış girişimcilerden oluşmasıdır.

Birinci Dünya Harbi'nde bilim ve teknolojinin savunmada öneminin öne çıkmasından ders alan ABD Cumhurbaşkanı Franklin D. Roosevelt ilk Bilim Danışma Kurulunu 1933'de kurmuştur. Bu kurul 'Büyük Buhran'a (Great Depression) bilime yatırım yaparak cevap verilmesini ileri sürmüş fakat öneri yasalaştırılamamıştır²⁷. İkinci Dünya Harbi'nin kazanılmasında bilim ve teknolojinin oynadığı can alıcı rol²⁸, 1945 yılında Vannevar Bush'un ABD Cumhurbaşkanı'na sunduğu 'Bilim, Sonsuz Sınır' adlı raporla²⁹ (Science, the Endless Frontier), ABD devlet politikalarında temel ve uygulamalı bilimlerin önemini perçinlemiş, 1950 yılında çalışmaya başlayan Ulusal Bilim Kurumu (National Science Foundation) gibi akademik ve özel sektöre araştırma ve geliştirme fonu sağlayan çeşitli kurumların temellerinin atılmasına neden olmuştur. 1958 yılında Sovyetler Birliği'nin Sputnik uydusunu başarıyla uzaya fırlatması ABD'nin uzayda üstünlüğünü kaybetme telaşı içinde, Savunma İleri Araştırma Proje Ajansını (Defense Advanced Research Projects Agency – DARPA) kurmasını tetiklemiştir. DARPA bilimsel ve teknolojik sürprizleri öngörmek, hatta bilimsel sürprizler yaratabilecek yüksek riskli/yüksek kazanımlı ar-ge takımlarını ve projeleri mimlemek ve süratle karar verip işe girişmek için gerekli çevik yapıda kurulmuştur. İnternet ve GPS dahil olmak üzere bugün yaşamımızın ayrılmaz parçası olan çözümlerin pek çoğu DARPA fonlarıyla yola çıkmıştır. Son ekonomik krizde de bilime yapılan yatırım [American Recovery and Reinvestment Act 2009] alışlagelmiş boyutları dahi aşmıştır³⁰.

Diğer bir bakış açısından, ABD'nin ekonomik başarısı 'işe girişme' iradesini, stratejik öncelikler çerçevesinde planlanmış, uzun vadeli ve yeterli kapsamda yatırımlarla, tutarlı ve kararlı bir şekilde desteklemesi, bilim, teknoloji ve girişimciliği özendiren, destekleyen ve ödüllendiren politika ve yasal düzenlemeleri hızla hayata geçirebilmesinde saklıdır.

Amerikan toplumunun merkeziyetçi yaklaşımlara direnci, serbest düzene yatkınlığı zaman içinde çok sesli ve zengin içerikli bir yüksek eğitim, bilim ve teknoloji ar-ge alt ve üstyapısının evrimine neden olmuştur. Dağınık ve dağınık görüntüsüne rağmen ar-ge işlev, yönetim, standardizasyon-kalite, ölçme, izleme, denetim, düzenleme veya finansmanını yüklenmiş olan federal, eyalet veya yerel sektör ve meslek kurum ve örgütlerin birbirlerini tamamlayıcı görevleri yüklediklerini ve büyük hedefler, özellikle tehditler veya sürprizler karşısında disiplinler arası, bir çok kurum ve sektör paydaşlarından oluşan uyumlu güçbirlikleri kurabildiklerini izliyoruz.

Duruma ayak uydurabilen esnek ve çevik örgütlenme kabiliyetini, deneyimlerle evrilmiş yönetim (governance) yöntemlerinde ve kurumların sürekli kendini yenileyebilen ve hakketme kıstaslarına dayanan kadrolarında arayabiliriz.

Diğer can alıcı husus ise bu ekosistemi oluşturan tüm kurum, kuruluş ve örgütlerin bilimsel izleme, ölçme, denetleme ve değerlendirme kıstas, ölçüt ve gösterge standartlarını benimsemiş olmaları, bu nedenlerle uyum içinde hareket edebilmeleridir.

27 Matt Mahoney (2009). *The Great Depression Occasioned A Battle Over Federal Funding of Science*. *Technology Review*, July-August 2009, pp 88.

28 Richard-Rhodes (1995), *Making the Atomic Bomb*, Simon & Schuster

29 Vannevar Bush (1945) *Science, The Endless Frontier*: <http://www.nsf.gov/about/history/vbush1945.htm> ; Vannevar Bush (ed edition June 11, 1999) *Endless-Frontier*, MIT Press

30 Jeffrey Mervis (2009). *Amid the Gloom, Researchers Prepare for a Boom in Funding*. *Science*, vol 323, pp. 1274-76

Amerikan kültürünün risk alan ve yenilgiye uğrayan bireye gösterdiği hoşgörüyü de unutmamalıyız. Son yarım asırda, imrendirici yenileşim öykülerine imza atmasının ve bilim-insanlarının ve girişimcilerin çekim merkezi olmasının en önemli nedeni, ‘girişim sermayesi’ni beceriyle kullanabilen ve değerlendirebilen bir neslin yetişmesi ve risk yatırımlarının kurumsallaşmış bir sektör haline gelmiş olmasıdır. ‘Yenileşimin finansmanı’ konusunda ABD küresel anlamda en etkin ve yetkin kuşağı yetiştirmiştir.

Biyoteknoloji ve sağlık sektörüne odaklandığımızda, bu alanın ABD ekonomisinin stratejik öğelerinden birini oluşturduğunu görüyoruz. 18. Yüzyıldan itibaren sağlık eğitimine ve hizmetlerine, 19. Yüzyılın başından itibaren yaşam bilim, teknoloji ve tıbbın kesiştiği alanlara yapılan uzun soluklu yatırımlar 1950’lerden itibaren büyük bir ivme kazanmış ve ABD’nin küresel önderliğini sağlamıştır. Günümüzde ABD biyoteknoloji sektör istatistikleri diğer ülkeleri gölgede bırakmaktadır. [Select USA-The Biotechnology Industry in the United States; The Health and Medical Technology Industry in the United States: <http://selectusa.commerce.gov/>]

Amerika Birleşik Devletleri’nde Yenileşim Hızını Kesen Koşullar ve Önlemler

Yarım asırı aşkın sürecin 2000’li yıllarda yavaşlaması ve ekonomik göstergelerin ABD’nin küresel rekabette mesafe kaybettiğine işaret etmesiyle, Ulusal Yenileşim Girişimi (National Innovation Initiative), Rekabet Konseyi (Council on Competitiveness) ve benzer örgüt ve kurumlar devreye girmiştir. Halen yenileşimi olumsuz etkileyen yapısal engeller ve kısıtlamalar gözden geçiriliyor ve çareler aranıyor. Örneğin, disiplinler arası ve kurumlar arası ortaklıkları ve sektörler arası paydaşlıkları özendiren ar-ge fonları hızla artıyor. Fikir hakları ve mülkiyetleri gibi yenileşimin hassas dengelerini koruyan yasalar bilgi toplumunun şartlarına göre tekrar ele alınıyor³¹.

Üniversitelerin ve araştırma merkezlerinin 1980’de çıkan bir kanun sayesinde devlet fonlarıyla geliştirilen teknolojilerin fikri mülkiyetine sahip çıkmasıyla kurulan Teknoloji Aktarım Ofislerinin girişimci yapıya kavuşmaları için çeşitli modeller deneniyor³². Üniversiteler ve araştırma kurumlarında yapılan buluşların hızla ticaretleşebilmesi için farklı öz yetenek ve yetkinlikleri birlikte çalışmaya özendiren programlar devlet³³ ve özel vakıflar³⁴ tarafından destekleniyor. Görüldüğü gibi yenileşim seferberliğiyle Amerikan toplumu, kaybetmekte olduğu üstünlüğünü tekrar kazanmak için azimle çalışıyor.

Bu bağlamda son yıllarda hazırlanan bir çok rapor tedbirler öngörüyor ve çözümler irdeliyor. Özellikle ‘etkin teknoloji aktarımı’ ile ilgili önerilerin ivedilikle işlevselleştirmeleri ve uygulanmaları sanayi ve meslek örgütleri ve kamu kuruluşları tarafından dillendiriliyor. Biyomedikal bilim ve mühendislik derneklerini şemsiyesi altında toplayan Amerikan Medikal ve Biyolojik Mühendisler Enstitüsü’nün Eylül 2011 tarihli raporundan alıntılarla can alıcı bazı konuları özetleyebiliriz. [A Call to Action: Defining the Industry-Academic Relationships for Effective Technology Transfer in Medical and Biological Engineering, June 13-14, 2011, Palo Alto, CA - American Institute for Medical and Biological Engineering Report dated September 13, 2011]

Haziran 2011’de Amerikan Medikal ve Biyolojik Mühendislik Enstitüsü (AIMBE), Kaliforniya, Palo Alto’da “Bir Eylem Çağırısı: Medikal ve Biyolojik Mühendislikte Etkili Teknoloji Transferi için Sanayi-Akademik İlişkilerini Tanımlamak” başlıklı toplantıya ev sahipliği yaptı. Toplantı, sanayi ve akademi liderlerinden yaklaşık eşit sayıda temsilciye ek olarak hükümetten de temsilcilerin olduğu 80 katılımcıyı bir araya getirdi. Amaçları arasında a) medikal ve biyolojik mühendislik alanında-

31 Robert J Kuntz (2009). *Paradigm Lost*: http://www.prism-magazine.org/jan09/last_word.cfm

32 Carl Schramm (2006) *Five universities You can Do Business With*. Inc Magazine, Feb 2006.

33 National Institutes of Health - Clinical Translational Science Award: www.nih.gov, www.ctsaweb.org

34 Coulter Translational Research Partnership Program: www.whcf.org

ki teknoloji transferindeki engelleri teşhis etmek ve b) üniversitelerden iş sektörüne ve son olarak da hastalara ulaşan verimli, etkili ve pürüzsüz bir inovasyon süreci yaratmak için en iyi uygulamaları belirlemek bulunuyordu. Teknoloji transferi süreçleri, projelerin belirlenmesi ve akademik laboratuarlardaki buluşların tanınmasıyla başlar. Üniversitelerde teknoloji transferi araştırmacıdan teknoloji transfer ofisine ve muhtemelen oradan patent korumaya ve nihayetinde kurumsal veya bir başlangıç firmanın lisanslamasına doğru akar. Ancak, bilimsel araştırmacıların 'laboratuardan hastaya gidiş' olgusuna genellikle aşına olmasına rağmen üniversite inovasyonunu elde tutmak kolay değildir. Öncelikleri araştırma olan akademisyenlerin, fakülte buluşlarının ticarileşmesini ve lisanslanmasını kolaylaştırması gereken teknoloji transfer ofislerinin ve bir yandan rekabet koşullarında karlılığı gözetirken öbür yandan yeni bir ürünün yaratılmasına (inovasyona) yön vermesi gereken sanayinin misyonları ve görevleri arasında büyük farklılıklar vardır. Farklı görevler, sürdürülebilir ve hevesli ortaklıkları sekteye uğratan engellere, farklı beklentilere ve yanlış anlamalara neden olur. Sonuç olarak fikirlerin ticarileşmesi yavaşlar veya tamamen durur.

Akademideki ve sanayideki bütün taraflar arasındaki iletişimi ve anlayışı geliştirmek toplantının odak noktasıydı. Sanayi, üniversitelerle fikri mülkiyet (FM) "satın alma"nın ötesinde bir etkileşim içinde olmakla ilgilenir. Ayrıca her ne kadar akademik kuruluşun kuralları bu denli yakın ve erken bir bağlantıya engel olsa da sanayi, inovasyonun başlangıç aşamalarında kavramlar geliştirmek üzere bireysel araştırmacılarla ortaklık yapmaya ihtiyaç duyar. Sanayi ekonomisi, hasta, yönetmelik ve tazminat açısından fizibilite ve risk dahil olmak üzere potansiyel inovasyonun bütün yönlerinin değerlendirmesini yönetmek üzere kendini bütünüyle sorumlu ve donanımlı görmektedir. Bunu en iyi şekilde yapmak için sanayi bu süreçte fakülte üyelerine daha fazla erişmeyi ve onların da sürece daha fazla dahil olmalarını arzular. Ancak sanayinin akademiyle etkileşimi araştırmanın başlangıç aşamasından bitiş aşamasına kadar teknoloji transferine, sponsorlu araştırmalar için hukuki ilişkilere, başlangıç girişimlerine, iş gücü geliştirmeye (stajlar, kariyer ofisi, mezunların işe alımı) ve danışma kurullarına uzanmaktadır. Önerilerden biri, üniversite bünyesinde sanayi, yatırım toplulukları, teknoloji transfer ofisleri ve araştırmacılar arasında bir bağlantı noktası görevi görecektir. İnovasyon Birimi de denen bir Sanayi Programları Ofisi kurmak olmuştur. Bu İnovasyon Birimleri projelere üniversite içindeki ve dışındaki karmaşık ilişkilerde rehberlik edecektir.

Sanayi açısından, iyi iletişim akademiyle, özellikle fakülte üyeleriyle ve teknoloji transferi (TT) ofisleriyle ilişkileri geliştirmenin anahtarıdır. Sanayi, ilişkileri sürecin erken evrelerinde kurmanın ve engeller çıktığında ilişkileri düzeltmeyi kolaylaştırması açısından karşılıklı güven oluşturmının önemini bilmektedir. Akademi ve sanayi arasındaki müzakerelerde çekişmeli noktalar; değerlendirme, fikri mülkiyet (FM), patent yığılması, tazminat, lisans hakları ve çıkar çatışmalarında ortaya çıkabilir.

Sanayi ve belirli akademik kurumlar arasındaki iletişimi ve etkili ortaklıkları teşvik etmek için, sanayi ile üniversitelerin bilim insanları ve öğrencileri arasında daha düzenli bir etkileşimin olması iyi bir ilk adımdır. Bu amaçlı olası formatlar; forumlar, danışma kurulları, ilgili bilim insanları, sanayi günleri, internet yayınları, sosyal medya kanalları ya da birlikte yenen öğle yemekleri gibi basit etkinlikler dahi olabilir. Bu birlikteliklere teknoloji transferinde genel olarak eksikliği hissedilen bir konu olan klinik ihtiyaçları yakından bilen klinik katılımcıları da dahil etmelidir.

Esas zorluklardan biri teknoloji transferi için bir başarı ölçüsü belirleme ihtiyacıdır. Üniversitelerde teknoloji transferinin kritik yanı TT ofislerinin nasıl ölçüleceğidir. Ama yukarıda anılan forum, ölçülerin sadece TT ofisiyle sınırlı tutulmasından ziyade bir bütün olarak akademik kurumla ilgilenmesi gerektiğine karar verdi. Fikri mülkiyetin uyarlanması veya etkisi, nihai ticarileşme, yatırımın geri dönüşü (YGD), patentler, yayınlar, lisanslar, başlangıç aşamasındaki şirketler, öğrenciler üzerindeki etki ve istihdam yaratma, kullanılabilecek sağlam ölçülere bu forumda verilen örneklerdi.

Medikal ve biyolojik inovasyon ekosistemlerini etkileyen esas konular olarak birbiriyle ilişkili iki konu birkaç kez gündeme geldi. İlk olarak, FDA'nın düzenleme süreci herkes tarafından genel olarak git gide daha katı, şeffaf olmayan ve ortaya çıkan yeni teknolojilerle ilgili hasta çıkartıyla hasta riskini dengeleyen kuralları açık olmayan bir süreç olarak tarif edildi ve sonuç olarak bunların hastaların medikal inovasyonlara erişimini yavaşlatacağı hatta durdurabileceği vurgulandı. Teknolojinin artan sağlık maliyetlerine yol açtığına dair yaygınlaşan kamu algısı da bununla ilgiliydi. Çalıştay katılımcıları teknolojinin nasıl bakım kalitesini arttırarak maliyetleri düşürme sorununun çözümündeki esas unsur olduğuyula ilgili daha net bir açıklama yapma zorunluluğunda olduğunu şiddetle hissettiler.

Gelenek, coğrafya, devlet politikaları ve sermayeye erişim gibi birçok etken TT ofislerini etkilediğinden teknoloji transferi için her kuruma uygun bir standart mevcut değildir. Ne var ki, sıra dışı fırsatlar da mevcuttur. En iyi TT ofisleri, rollerini inovasyonun önündeki engelleri kaldırmak olarak görülmektedir. Üniversitelerdeki başarılı TT ofisleri; en başarılı teknoloji transferi ilişkisi uygulamalarını bir araya getirir, yayar ve bu bilgiyi inovasyonu ve daha iyi teknoloji transferini yürüten kamu politikalarını, düzenlemelerini ve fonlarını savunmak ve desteklemek için kullanır. Dolayısıyla şirketlerin, stratejik çıkarlarının farkında olan üniversitelerle yakın ilişki kurmaları doğaldır.

ABD'de Biyoteknoloji Alanını Sürükleyen Başlıca Kurumlar

ABD'de genelde araştırma ekosistemine ve özelde de biyoteknoloji sektöründeki ar-ge ve inovasyon süreçlerine en önemli destekleri sağlayan kuruluşlarla ilgili kısa bir bilgi aşağıda sunulmaktadır.

Ulusal Sağlık Enstitüsü (NIH) <http://www.nih.gov/>

Ulusal Sağlık Enstitüsü'nün görevi yaşayan sistemlerin doğası ve davranışıyla ilgili temel bilgileri araştırmak ve bu bilgileri sağlığı iyileştirmek, yaşam süresini uzatmak ve hastalıklar ve fiziksel engellerin yükünü azaltmak için uygulamaktır.

Ulusal Sağlık Kurumu'nun kökleri 1887'ye, ABD Kamu Sağlığı Servisi'nin (ABD KSS) önceli Deniz Hastanesi Servisi'nin (DHS) içinde tek odalı bir laboratuvarın kurulduğu zamana kadar gider.

DHS, deniz tüccarlarına sağlık hizmeti vermek üzere 1798'de kuruldu. 1880'lerde DHS salgın hastalıkları önlemek için Kongre tarafından, gelen gemilerdeki yolcuları bulaşıcı hastalıkların, özellikle kolera ve sarıhumma gibi korkunç hastalıkların, klinik belirtileri için muayene etmekle görevlendirildi. Günümüzde bu kuruluş tarafından sağlık alanındaki çalışmalara yılda yaklaşık 30 milyar ABD doları destek sağlanmaktadır

Kurumun amaçları:

- Nihai olarak sağlığı koruma ve iyileştirmenin bir temeli olarak ana yaratıcı keşifleri, yenilikçi araştırma stratejilerini ve onların uygulamalarını teşvik etmek;
- Ülkenin hastalıkları önleme kapasitesini güvence altına alacak bilim insanı kaynağını ve fiziksel kaynakları geliştirmek, korumak ve yenilemek;
- Ülkenin ekonomik refahını arttıracak tıptaki ve ilgili bilimlerdeki bilgi tabanını genişletmek ve araştırmaya yapılan kamu yatırımından sürekli yüksek verimlilik elde edilmesini sağlamak ve

- Bilimin yürütülmesinde en üst düzey bilimsel bütünleşmenin, kamuya hesap verme zorunluluğunun ve sosyal sorumluluğun örneğini teşkil etmek ve bunları teşvik etmek.

Ulusal Sağlık Enstitüsü bu amaçları gerçekleştirirken,

- insan hastalıklarının nedenleri, teşhisi, önlenmesi ve tedavisi;
- insanın büyümesi ve gelişmesi;
- çevreyi kirlletici maddelerin biyolojik etkileri;
- zihinsel, bağımlılık yaratan ve fiziksel rahatsızlıkları anlama;
- tıp kütüphanelerinin geliştirilmesi ve desteklenmesi ve tıbbi kütüphanecilerin ve diğer sağlık bilgisi uzmanlarının eğitimi dahil olmak üzere, tıp ve sağlık alanında bilgi toplanması, yayımlanması ve alışverişi için programlar yönetme;

alanlarında araştırma yaparak veya bu araştırmaları destekleyerek, ülkenin sağlığını iyileştirmeye yönelik programlara liderlik eder, onlara yön gösterir.

Ulusal Bilim Kurumu (NSF) <http://www.nsf.gov/>

Ulusal Bilim Kurumu (UBK) 1950'de Kongre tarafından "bilimin gelişmesini desteklemek; ulusal sağlığı, zenginliği ve refahı geliştirmek; ulusal savunmayı güvence altına almak için" oluşturuldu. 2010 yılı için 6.9 milyar dolarlık bütçesiyle, o yıl için Amerika'nın yüksek okullarında ve üniversitelerinde yürütülen bütün federal destekli temel araştırmaların %20'sini finanse etmiştir. UBK, matematik, bilgisayar bilimi ve sosyal bilimlerde federal desteğin ana kaynağıdır.

Birleşik Devletler'in bilimsel keşiflerde ve yeni teknolojilerin gelişimindeki liderliğini korumakla görevlendirilmiş olan UBK, bu misyonuna uygun şekilde Nobel Ödülü Sahipleri de dahil olmak üzere binlerce seçkin bilim insanına ve mühendise, çığır açan araştırmalar yapmaları için fon sağlamıştır.

Savunma İleri Araştırma Projeleri Birimi (DARPA) <http://www.darpa.mil/>

DARPA, ABD ulusal güvenliğine gelecek stratejik baskını önlemek ve ABD ordusunun teknolojik üstünlüğünü koruyarak ABD'nin düşmanlarına karşı stratejik baskılara hazır olması amacıyla 1958'de kuruldu.

Görevini yerine getirmek için Birim, hem temel araştırmayla bilgiyi genişletmek hem de uygulamalı araştırmayla mevcut pratik sorunları çözen yenilikçi teknolojiler geliştirmek için çok disiplinli yaklaşımlara destek sağlamaktadır. DARPA'nın desteklediği bilimsel araştırmalar, biyoloji, tıp, bilgisayar bilimi, kimya, fizik, mühendislik, matematik, malzeme bilimleri, sosyal bilimler, nörobilimler ve daha birçok alanda laboratuvar çalışmalarından geniş çaplı teknoloji gösterimlerinin (demo) yaratılmasına uzanan çok geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Savunma Bakanlığı'nın (DoD) ana inovasyon makinesi olarak DARPA süre açısından sonlu ancak kalıcı devrimsel değişiklik yaratan projeleri üstlenmektedir.

ABD Biyoteknoloji Sektörü

ABD dünyada biyoteknoloji ürünlerinin en büyük pazarı ve önde gelen tüketicisidir. Bu sanayi- de 1300'ün üzerinde firmaya ev sahipliği yapmaktadır. Ernst and Young'ın bir anketine göre ABD,

dünyada bu alandaki teknoloji firmalarında çalışan iş gücünün %60'ından fazlasına istihdam sağlamaktadır ve dünyadaki araştırma-geliştirmenin %70'ine ev sahipliği yapmaktadır. 2008'de ABD'de biyolojik bilim araştırma ve geliştirme faaliyetleri için 32 milyar dolar harcanmıştır (kaynak: Battelle/BIO State Bioscience Initiatives, Mayıs 2010).

ABD'de 1,3 milyonu doğrudan biyolojik bilimlerle ilgili olan 5,5 milyondan fazla bilim insanı, mühendis ve teknisyen vardır ve buna ek olarak 5,8 milyon çalışan da biyoteknoloji ile ilgili sektörlerde çalışmaktadır. Küçük ve orta ölçekli girişimler, üniversiteler ve araştırma enstitüleri için ABD'de bu alandaki iş fırsatları yaygındır.

Sağlanan devlet desteği hacmi ve sürekliliği, dünyanın en büyük bilimsel tabanının oluşmasına kaynaklık etmiş, aynı zamanda biyomedikal ve diğer biyoteknoloji ar-ge ve ticarileşme girişimleri için rekabetçi bir ortam sağlamıştır.

Biyoteknoloji Alt Sektörleri

Medikal Biyoteknoloji:

Biyoteknoloji endüstrisinin en büyük bileşenidir. Sağlık hizmetleri alanına ek olarak, medikal ekipmanlar ve diğer ürünler endüstrisi, ilaç ve aşılar bu alanda sayılabilecek başlıca bileşenlerdir.

a) Sağlık Hizmetleri

Birleşik Devletler dünyanın en büyük sağlık hizmetleri pazarına sahiptir ve bu pazar ABD ekonomisinin önemli bir kısmını oluşturur. 2010'da sağlık hizmetleri endüstrisi yaklaşık 1,75 trilyon dolarlık bir gelir elde etti, 14 milyon kişiye yani ABD iş gücünün %9'una istihdam sağladı. ABD İşçi İstatistikleri Bürosu 2008 ve 2018 yılları arasında bu endüstrideki büyümenin 3,2 milyon yeni iş sağlayacağını tahmin ediyor. Evdeki sağlık hizmetleri ve teşhis laboratuvarlarındaki istihdamın önümüzdeki 10 yıl en yüksek hızda (%40'a kadar) artması bekleniyor.

Endüstri, uzmanlaşmış hekimler, hemşireler ve teknisyenlerden oluşan çok yetenekli ve iyi eğitilmiş iş gücüyle destekleniyor ve hastalara tıbbi bakımda seçenekler sunan güçlü bir özel sektör sağlık sigortası endüstrisini arkasına alıyor. Ayrıca sağlık hizmetleri endüstrisi ve biyoecezacılık ve tıbbi cihaz endüstrileri arasındaki bağlantılar büyüme ve inovasyon için ilave kaynakları temsil ediyor.

Sağlık Hizmetleri alanının alt bileşenleri olarak şu servisler öne çıkmaktadır:

Akademik tıp merkezleri: Birleşik Devletler, uzmanlaşmış klinik bakımı sağlayan ve sağlık uzmanları için eğitim kurumu görevi gören yüzlerce akademik tıp merkezine sahiptir. Bu merkezler çoğunlukla en gelişmiş tedavileri sunar ve yerel yaşam bilimleri grubunun dayanak noktası olarak rol alır. Birçok akademik tıp Merkezinin, Ulusal Sağlık Enstitüleri'nden ve uluslararası ortaklıklardan sağlanan yıllık 20 milyar doları aşan fonlarla desteklenen önemli araştırma gündemleri de vardır.

Hemşirelik ve evde bakım hizmetleri: Hemşirelik ve evde bakım hizmetlerine 2010'da yaklaşık 190 milyar dolar harcanmıştır. ABD'de, yaklaşık 1,7 milyon yataklı ve %80'i aşan doluluk oranıyla 16000 bakım evi vardır. Genellikle her endüstride olduğu gibi hizmetler hem kar amaçlı hem kar amacı gütmeyen modellerle yürütülmektedir.

Hastanede yatan hasta bakımı: 2010 yılı boyunca hastaneler 809 milyar doları aşan bir gelir

elde ettiğini açıklamıştır. Ülke, 1000'den fazlası özel bir hastalık veya hasta üzerinde uzmanlaşmış olmak üzere 5000'den fazla hastaneyi barındırmaktadır. Bunların çoğu kar amacı gütmeyen kuruluşlar olmakla birlikte Hospital Corporation of America, Tenet Healthcare Corporation ve Universal Health Services gibi zincirlerde yatırım fırsatları da mevcuttur. Geçen on yıl boyunca yıllık gelir artışı düzenli olarak %5'i geçmiştir.

Gezici bakım: 2010 yılında, doktor ve diş hekimi hizmeti ve tanı laboratuvarlarını içeren ayakta tedavi hizmetlerine 750 milyar dolar harcanmıştır.

b)İlaçlar:

Bu alan en fazla araştırma yapılan endüstrilerden biridir. Önemli ürün alanları biyolojik ilaçlar, aşılar ve in vitro tanılardır. Araştırma ve geliştirme için esas hedefler kanserler, bulaşıcı hastalıklar, otoimmün durumları, HIV/AIDS ve etkili tedavisi bulunmayan diğer hastalıklar için tedavilerdir. Biyoteknolojiyle geliştirilmiş ilaçlar 2010'da 67milyar dolar değerindeydi (Kaynak: IMS Health) ve bugün klinik test süreçlerinde veya Gıda ve İlaç Kurumu'nda onay bekleyen yeni ilaçların dörtte birini oluşturarak eczacılık sektörünün büyüyen bir bileşeni oldu. Birleşik Devletler sağlık hizmetlerinde dünya lideri ve çığır açan teşhisler ve tedavilerde öncüdür. ABD hastaneleri, akademik tıp merkezleri, klinikler ve laboratuvarlar teknolojik olarak gelişmiş bakım sağlar ve biyomedikal inovasyon için bir platform oluşturur.

c)Tıbbi Cihazlar ve Diğer Ürünler:

Birleşik Devletler medikal teknolojilerin üretiminde dünyaya liderlik etmektedir, aynı zamanda endüstrinin en büyük tüketicisidir. Pazar 2010'da küresel medikal teknoloji endüstrisinin %40'ını temsil eden 100 milyar doları aşan bir değer göstermiştir. ABD'nin Ticaret Bakanlığı'nın (DoC) belirlediği anahtar ürün kategorilerindeki medikal teknoloji ihracatı 2010 yılında, 32,73 milyar dolar değerindeki ithalatı aşarak yaklaşık 39,09 milyar dolar değerinde olmuştur. Pazara giren yeni ve yenilikçi teknolojilerle ABD medikal teknolojisi gelecekteki gelişmesi açısından iyi bir rekabet gücüne ve güçlü bir konuma sahiptir.

ABD medikal cihaz şirketleri, buluşları ve yüksek teknoloji ürünleriyle büyük ölçüde küresel şirketler olarak kabul edilirler. Medikal cihazlar için araştırma ve geliştirme yatırımları 1990'larda 2 kattan fazla artmış ve yurt içindeki araştırma ve geliştirme yatırımı hala bütün ABD üreticilerinin ortalamasının iki katı fazla olmayı sürdürmektedir. Birleşik Devletler ayrıca medikal teknoloji endüstrisinin dayandığı, mikroelektronik, telekomünikasyon, enstrümantasyon, biyoteknoloji ve yazılım geliştirmeyi içeren birçok endüstride de rekabet avantajına sahiptir.

Medikal cihaz sektörü, nanoteknoloji ve mikro-elektro-mekanik sistemler gibi Birleşik Devletler'de geliştirilen yeni nesil malzemeler, üretim süreçleri ve teknolojilerden yararlanmaya devam etmektedir.

Tarım Biyoteknolojisi:

Mısır, soya fasülyesi, pamuk ve kanola gibi biyotek tarım ürünleri anahtar ürünlerdir. Tarımsal Biyoteknoloji Uygulamaları için Uluslararası Hizmetler Enstitüsü'ne (ISAAA) göre Birleşik Devletler dünyadaki biyoteknoloji ürünlerinin yarısından fazlasına sahiptir ve 2008'de toplanmış biyoteknoloji tarım ürünlerinin küresel değeri 130 milyar dolardır. Bu miktarın her yıl %10-15 oranında artması beklenmektedir. Araştırma ve geliştirmenin esas hedefleri yeni biyoteknoloji ürünleri, kuraklığa karşı dayanıklılık gibi yeni özellikleri olan ürünler, ileri özelliği olan ürünler ve biyoteknolojik hayvansal ürünler (örneğin somon) yaratmaktır. Biyoteknoloji ürünleri pazarı, ABD'de sadece

2008 yılında 2 milyar doların üzerinde bir ihracatla, tarımsal biyoteknoloji endüstrisinin en hızlı büyüyen bileşenidir.

Endüstriyel Biyoteknoloji:

Bu alt sektördeki anahtar ürünler diğer sanayi sektörleriyle de kesişen çok sayıda sanayi uygulamasını kapsar. Başlıca ürün kategorileri nanoteknoloji, enzimler ve biyoyakıtlardır. Çoğunlukla mısır temelli ABD etanolünün üretimi düzenli olarak artmaktadır. Yenilenebilir Yakıtlar Birliği'ne (YYB) göre, 200 ABD etanol rafinerisi 2009'da, 2008 yılına göre %34'lük bir artış göstererek, 10,6 milyar galonluk etanol üretmiştir. YYB, kapasitenin 2010'da gıda dışındaki tarım ürünlerinden üretilen selülozik etanol üretecek yeni tesisler de dahil olmak üzere 11,9 milyar galona çıkacağını tahmin etmektedir. ABD'deki etanol talebindeki esas etmenlerden biri Yenilenebilir Yakıt Standardı'dır. 2004'te Amerika İstihdam Yaratma Yasası kapsamında oluşturulan Hacimsel Etanol Gider Vergisi (HEGV) petrol şirketlerini ekonomik nedenlerle etanolü benzinle karıştırmaya teşvik etmiştir. ABD biyodizel endüstrisi de yıllık 2,6 milyar galonluk -2000'deki üretim kapasitesinin 350 katı - üretim kapasitesiyle hızlı bir büyüme kat etmiştir. Biyodizel Kurulu biyodizel üretim hacminin yakın zamanda, 2010'da kurulacak veya genişletilecek 30 fabrikayla iki katına çıkacağını tahmin etmektedir.

Bölgesel İnovasyon İşbirliğinde İyi Uygulamalar:

ABD dünyada en çok sayıda yenileşime odaklı küme ve benzeri işbirliği ağı yapısına sahip ülkedir. Aşağıda açıklanan inovasyon odaklı bölgesel ortaklık örnekleri ve iyi uygulamaların birçoğu kendine özgü modeller yaratmış ve önemli inovasyon sonuçları elde etmişlerdir. (Kaynak: Kutner S., Onarak B., "Health Innovation Partnership - Philadelphia Region Road Map and Action Plan-HIP-PR" July, 2012)

1. Kurumsal İşbirliği Komitesi (KİK)

Yatırım, inovasyon ve fikir geliştiren 11 üniversitenin bölgesel ortaklık örneği olan ve merkezi Midwest'te bulunan Kurumsal İşbirliği Komitesi (KİK), Chicago Üniversitesi'nin de içinde bulunduğu 13 üye üniversiteden oluşan bir konsorsiyumdur. Yarım yüzyıldan uzun bir süredir bu birinci sınıf araştırma kurumları akademik misyonlarını ilerletmiş, öğrenciler ve öğretim üyeleri için eşsiz fırsatlar yaratmış ve tecrübelerini paylaşarak, kampüs kaynaklarını geliştirerek ve yenilikçi programlarla işbirliği yaparak kamu yararına hizmet etmişlerdir. Bu programlardan bazıları şunlardır: Kütüphane Girişimleri Merkezi, Teknoloji İşbirlikleri, Satın Alma ve Lisanslama, Liderlik Geliştirme, Ortak Dersler, Küresel İşbirlikleri.

KİK Üye Üniversiteleri şunlardır: Chicago Üniversitesi, Illinois Üniversitesi, Indiana Üniversitesi, Iowa Üniversitesi, Michigan Üniversitesi, Michigan Devlet Üniversitesi, Minnesota Üniversitesi, Nebraska-Lincoln Üniversitesi, Northwestern Üniversitesi, Ohio Devlet Üniversitesi, Pennsylvania Devlet Üniversitesi, Purdue Üniversitesi ve Wisconsin-Madison Üniversitesi.

2010-11 döneminde işbirliklerinin konsorsiyum üyelerine 18 milyon dolarlık getirisi olmuştur. <http://www.cic.net/Home.aspx>

2. Tıp ve Yenilikçi Teknolojileri Tümlleştirme Merkezi (CIMIT/TYTTM)

Boston bölgesinde tıbbi cihazlar odaklı benzersiz ve etkili bir konsorsiyum olarak nitelenebilecek olan TYTTM, teknoloji aktarımı, ürüne dönüşebilir araştırma, tıp, bilim ve mühendislikte birinci sınıf uzmanlar arasında disiplinler arası işbirliğini endüstri, vakıflar ve hükümetin gereksi-

nimlerine uygun ve uyum içinde yürüten bir merkezdir. Yenilikçi sağlık çözümlerini ilerletmek için geliştirilmiş, önde gelen eğitim hastanelerinin ve üniversitelerinin kar amacı gütmeyen konsorsiyumudur. TYTTM hasta bakımını geliştirmek için yeni cihazlara, prosedürlere ve yenilikçi çözümlere odaklanmıştır. Hastanelerin, araştırma laboratuvarlarının ve mühendislik fakültelerinin bir ağı olan TYTTM, kurumlar arası işbirliğini sağlayan bir altyapı olarak varlığını sürdürmektedir. Sadece klinisyenleri, mühendisleri ve bilim insanlarını bir araya getirmeye odaklanan; onları işbirliğine ve önemli sağlık sorunlarına yenilikçi teknolojik çözümler bulmaya teşvik eden ve kavramdan uygulamaya kadar (Bul, Finanse Et, Kolaylaştır) yol boyunca her adımda onları destekleyen ve onlara yönderlik yapan ilk örgüttür. TYTTM üyeleri: Beth Israel Deaconess Tıp Merkezi, Boston Tıp Merkezi, Boston Üniversitesi, Brigham Kadın Hastanesi, Boston Çocuk Hastanesi, Charles Stark Draper Laboratuvarı, Harvard Tıp Okulu, Massachusetts Genel Hastanesi, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü, Newton-Wellesley Hastanesi, Northeastern Üniversitesi, Partners Sağlık, VA Boston Sağlık Sistemi. TYTTM'in başlıca ortakları Savunma Bakanlığı (Destekçi), Teletıp ve İleri Teknoloji Araştırma Merkezidir (İş Ortağı). TYTTM'in modelini Manchester'da uygulayan bir şubesi (MIMIT) ve Singapur'da bir anlaşması vardır (A*STAR). 1988'de başlangıcından 2006'ya kadar fon sağlanan 362 projeden çok değerli sonuçlar alınmıştır.

<http://www.cimit.org/about.html>

3. TİM - Tedavi İnovasyon Merkezleri (Pfizer)

Bu merkez, biyoloji tabanlı ilaçlar alanında bölgesel ve ulusal düzeylerde akademi-endüstri işbirliği için bir kazan-kazan inovasyon modeli özelliği göstermektedir.

Tedavi İnovasyon Merkezleri (TİM), Pfizer Inc. bünyesinde yeni oluşturulmuş, temel bilimin biyoloji tabanlı ilaçlara dönüşümünü hızlandırmak için Akademik Tıp Merkezleri (ATM'ler) ile Pfizer arasında küresel ortaklıklar kurulmasına adanmış bir araştırma birimidir. Tedavi İnovasyon Merkezleri'nin temel bir unsuru Pfizer'in, Pfizer bilim insanlarının bir dizi hastalığı hedef alan yeni biyolojikler bulmak için üniversite araştırmacılarıyla yan yana çalışmalarına izin veren her ortak bölgede yerel merkezler kurma vaadidir. Her merkez, liderlik edecek ve her programın başarısını keşif ve erken aşama klinik gelişmeyle değerlendirecek Pfizer ve Akademik Tıp Merkezi (ATM) temsilcilerinden oluşan bir Ortaklaşa Yönetim Kurulu (OYK) tarafından yönetilir. OYK programın ilerleyişinde genel sorumluluk sahibidir. Yüksek kalite projeler seçmek, zaman akışını ve kilometretaşlarını denetlemek, potansiyel çıkar çatışmalarının yönetimini denetlemek ve önde gelen araştırmacıları programa cezbetmek gibi görevleri vardır. Karar verme sürecinde eşit söz hakkına sahip olan Pfizer güçlü bir ortaklık ve iletişim stratejisi kurmayı amaçlar. Başarılı projeler, Pfizer'ın klinik öncesi ve klinik gelişim programlarına fon sağladığı, yayın haklarının yanında eşit fikri mülkiyet hakkı verdiği risk sermayesi destekli biyoteknoloji başlangıç firma kurma modelini izler. Başarılı firmalar OYK tarafından belirlenen şartlara uygun şekilde ilerlerse Pfizer patent ücreti ve lisans ödemelerini yapar. Merkezler en iyi akademik araştırma kurumlarının yeteneğiyle Pfizer'ın ilaç geliştirme yetenekleri ve araştırma teknolojilerini birleştiren yeni bir açık inovasyon programını temsil eder³⁵.

2010'dan bu yana TİM 20 önder tıp merkezi ile ortaklıklar kurmuş, Boston, New York City (New York'taki yedi büyük araştırma-tabanlı tıp merkezinin Pfizer'la yaptığı ortaklık), San Francisco ve San Diego'da projelere tahsis edilmiş dört laboratuvarındaki (300 öneri içinden seçilmiş) 20 işbirliği projesi desteklenmiştir.

http://www.pfizer.com/research/rd_works/centers_for_therapeutic_innovation.jsp

³⁵ Allarakhia, M., Pfizer's Centers for Therapeutic Innovation. (Nisan 2011). Published @CanBiotech Inc. http://www.bioen_deavor.net/CommonData/NewsFiles/Pfizer.pdf

İlaç geliştirme alanında denenmiş olmasına rağmen, TİM akademi-sanayi işbirliği açık inovasyon modeli diğer biyomedikal teknoloji alanlarına da uyarlanabilir.

4. CONNECT:

Bu program, bir üniversite tarafından başlatılan ve desteklenen en iyi bölgesel işbirliği ve ekonomik gelişme uygulaması olarak gösterilmektedir.

CONNECT, San Diego County'de yenilikçi teknolojilerin yaşam bilimleri ürünlerine dönüşmesini sağlayan bölgesel bir programdır. Buluş yapanlarla girişimcileri, yüksek teknolojiye dayalı biyomedikal çözümlerin ticarileştirilmesi için gerekli kaynakları buluşturan dünyanın en başarılı örgütlerinden biri olarak kabul edilir. 1985'ten bu yana CONNECT 10 milyar dolardan fazla gelir elde eden 3000'i aşkın şirketin kuruluşuna ve gelişmesine yardımcı olmuştur. CONNECT'in başarısı bölgesel sanayi, sermaye kaynakları, profesyonel servis sağlayıcıları ve araştırma örgütleri arasında geliştirdiği eşsiz işbirliği kültürüne dayanır. CONNECT, esasen San Diego'da bulunan California Üniversitesi (UC)'nin bir bölümü olarak, 1980'lerin ortasında bölgede çok az sayıda araştırma enstitüsü mevcutken ve henüz sanayi yokken kuruldu. O zamandan beri CONNECT San Diego bölgesinin dünyanın en büyük teknoloji ve yaşam bilimleri merkezine dönüşmesine yardımcı oldu. CONNECT'in programı dünyada 50'den fazla bölgede model alındı. Bölgedeki çeşitli değerleri geliştirerek CONNECT çabalarını yeni teknoloji ve yaşam bilimleri ürünlerinin ticarileşmesinin hızlandırılmasına yönlendirdi. Temel hedefine sadık kalmakla beraber, CONNECT örgütü ve programları bölgenin ekonomik kalkınmasına orantılı tarzda evrimini sürdürdü.

2005'te araştırma topluluğunun tamamına daha iyi hizmet vermek için CONNECT California Üniversitesi (UC) San Diego'dan ayrıldı ve bir meslek örgütü olan CONNECT Derneğini ve bir yardım vakfı olan CONNECT Vakfı'nı kurdu. UC San Diego'dan kopmasından itibaren üyelerinin adına iş geliştirmekte ve yenileşimi sürecini hızlandırma için gerekli çeşitli programları ve hizmetleri sunmaktadır.

<http://www.connect.org/>

5- Sağlıkta Yenilik Ortaklığı – Philadelphia Yöresi (HIP-PR)

Yukarıda aktarılan iyi uygulamalardan esinlenerek Philadelphia Bölgesi için bir stratejik plan ve yol haritası oluşturulmuştur. Bu çalışma ile ilgili vizyon, misyon, stratejiler ve öngörülen eylemlerle ilgili bir açıklama aşağıda sunulmaktadır.

HIP-PR VİZYONU: Philadelphia yöresini biyomedikal yenilikleri toplumsal yarar ve ekonomik değere dönüştüren öncü bir bölge olarak geliştirmek.

HIP-PR MİSYONU: Philadelphia bölgesindeki klinik sonuçları ve biyomedikal araştırmanın ticarileşmesini azami düzeye getirmek için gereken kolaylaştırıcı ekosistemi yaratmak.

Yukarıda sözü geçen HIP-PR misyonunu gerçekleştirmek için gerekli stratejiler ve eylemler aşağıdır:

STRATEJİ	EYLEM
1. BAĞLANTI KUR – İLETİŞİM KUR – İŞBİRLİĞİ YAP Yerel/küresel biyomedikal topluluğunun üyeleri arasındaki iletişimi kolaylaştırmak için sanal bir platform oluşturmak ve bölgesel değerler ve yeteneklerle ilgili farkındalık yaratmak.	Eylem 1: Kapsamlı bir bilgi altyapısı oluşturun; örneğin Philadelphia bölgesindeki biyomedikal değerlerin ve kaynakların bütün bölgesel biyomedikal taraflarının, akademik/araştırma değerleri vurgulanarak, tek bir formattaki ilgili bilgilerini içeren bir veri tabanı (HIPortal). Eylem 2: Bölgedeki tek bilgi durak noktası işlevi görecektir etkileşimli bir web sayfası ve topluluğun sanal ağı yapısı ve platformunu geliştirin. Eylem 3: HIPortal'ın karşılıklı bağlantı kurmak, fikir alışverişi yapmak, bilgi paylaşmak ve işbirliği için kullanımını arttıracak etkin tanıtım, sosyal yardım ve farkındalık programlarına katılım.
Zaman dilimi: Hemen başlayabilir-kısa vade.	
2. BİLGİLENDİR – UYGULA – BAŞLAT Yerel akademik/araştırma kurumlarında ürüne dönüşebilir araştırmaların uygulanmasındaki iyi uygulamaları ve girişimci teknoloji aktarımı kültürünün benimsenmesini teşvik etmek.	Eylem 4: Biyomedikal uzmanları iş/girişim deneyimiyle Dönüşebilir Program Direktörleri olarak üniversitelerde/araştırma enstitülerinde buluşturan çerçeveler tasarlanması. Eylem 5: "laboratuardan hastaya" inovasyon sürecinin her yönünü kapsayan Coulter Dönüşebilir Araştırma Süreci'nden esinlenen biyomedikal dönüşebilir araştırma ve girişim konusunda eğitim ve danışma programları geliştirilmesi. Eylem 6: Bölgesel dönüşebilir araştırma/ticarileşme teknoloji transferi forumu oluşturulması.
Zaman dilimi: Hemen başlayabilir-kısa vade.	
3. İŞİ KÖPRÜLERİ Sanayi ve yerel üniversiteler/araştırma enstitüleri arasındaki ar-ge ve teknoloji ilişkilerini/işbirliklerini geliştirmek.	Eylem 7: Girişimci teknoloji aktarımına odaklı üniversite-sanayi forumu oluşturulması. Eylem 8: Şirketler ve yerel üniversiteler/araştırma enstitüleri arasında ortak ar-ge'yi kolaylaştıran bir platform geliştirilmesi.
Zaman dilimi: orta vade	
4. YÖRESEL VE KÜRESEL ORTAKLIKLAR Bölgesel, ulusal ve uluslararası ortaklıklar ve programlar geliştirmek.	Eylem 9: Ortak projeler için tohum yatırımı fırsatları da dahil olmak üzere, girişimci teknoloji aktarımı projelerini teşvik eden işbirliği çerçevesi ve süreçleri tasarlanması. Eylem 10: Bölgesel kurumları ve ulusal/uluslararası ortakları da kapsayan sinerjik projeleri teşvik etmek üzere uluslararası sempozyumlar ve buluşmalar düzenlenmesi.
Zaman dilimi: orta vade	

Bu modele göre HIP-PR, Drexel Üniversitesi tarafından yönetilen bir platform kuruluşu olarak çalışacaktır. Bilginin, programların, iyi uygulamaların ve fikirlerin karşılıklı paylaşılabilirliği, ilişkilendirildiği ve geliştirilebildiği kurumlar ve sektörler arası bir işbirliği kavşağı olarak öngörülmektedir. Farklı üniversiteler, kurumlar, şirketler, vakıflar ve yatırım firmalarından seçilen üyelerden oluşan kurul ortaklığı idare edecek ve stratejik plan, ve süreçlerinden yönetiminden sorumlu olacaktır.

Türkiye’de Yenileşim Seferberliği ve Yurtdışındaki Beyin Gücümüzün Katkısı

Dünyanın 17. büyük ekonomisi olan Türkiye’nin küresel yenileşim ölçütlerinde ilk 50 arasına girememesi endişelendirici bir durum arz etmekle beraber, toplumsal araştırmalar, halkımızın yenileşime heves ve yatınlığının akranlarımızdan üstün olduğunu kanıtlayan umutlu sonuçlar veriyorlar. Ar-ge harcamalarının GSMH içindeki payı hala %1 altında fakat artış hızı ümit verici ve %2 civarında seyreden Avrupa ortalamasına doğru tırmanması planlanıyor. Halk arasında ve medyada giderek artan çözümücü, olumlu ve yenilikçi ifadelerin, soruna odaklı çaresiz ve kötümser söylemin yerini süratle alması belki de en umut verici yön olarak görülüyor. Diğer yandan özgün ve özerk sanayinin, toplumsal kalkınma ve ulusal egemenliğimizin vazgeçilmez şartı olduğu toplumun her kesiminde kabul görüyor.

Güçlü Türkiye'ye Doğru Yenileşim Seferberliği ve Yurtdışındaki Beyin Gücümüz: Yurtdışından izleyebildiğimiz kadarıyla, son yıllarda zenginleşen yenileşim altyapımızı oluşturan sivil toplum, meslek ve sektör örgütleri, üniversiteler, kamu kurumları, basın ve yayın organları yenileşim kavramlarının yaygınlaşması için başarılı kampanyalar başlatıyorlar^{1, 36, 37}. Yenileşimin toplumsal kalkınmamızın can damarı olduğu bilinci süratle yerleşiyor.

Güçlü Türkiye'ye giden yolun rüşünü ispat etmiş, özgün tasarımları ve yüksek kaliteli üretimi ile küresel rekabete soyunmuş 'bilgi toplumu'ndan geçtiği artık toplumsal benliğimize işlemiş durumda. Bu aşamayı ulusal çıkarlarımız doğrultusunda, toplumsal gerçeklerimizi gözönüne alarak, sanayi devrinde yapılmış yatırımları ve birikimleri sahiplenerek, kendimize özgü yaklaşımlarla ve kendi uzmanlarımızla gerçekleştirmenin en sağlıklı ve sürdürülebilir yol olduğu konusunda hemfikiriz³⁸.

Bilgi toplumuna geçişimizin gelişmiş ülkelere benzemeyeceğinin de bilincindeyiz. Başlangıç noktamızın farklı olması bize özel strateji ve politikaları arayıp bulmaya zorluyor. Küreselleşmenin fırsatları kadar tehditlerini de sağduyulu ve bilime dayalı yöntemlerle, ortak aklımızla, tüm kaynak ve birikimlerimizi birleştirerek lehimize çevirmek zorundayız.

Bu bağlamda, yurtdışında oluşmuş olan beyin gücümüzün bilgi, beceri, yetenek ve deneyim dağarcığını bu geçişte azami şekilde değerlendirmemizin bize stratejik avantaj sağlayacağı ortada.

Söylemden Eyleme: Demek ki toplumumuz yenileşim seferberliğine hazır ve bir an evvel söylemden ulusal kapsamda eyleme geçme arzusunda. Bu atılım Ata'mızın "En hakiki mürşit ilimdir" ilkesini benimsemiş, bilgi ve bilimle donanmış, yetkin, aydın ve çağdaş genç kuşağımız sayesinde başarıya ulaşacak. Gençlerimizi verimli kılacak ortamları hazırlamak, kurumsal ve yasal engelleri, kısır mevzuatı ve bürokrasiyi söküp atmak, özendirici, ödüllendirici ve düzenleyici politikaları ivedilikle yerleştirmek, özel ve kamu sektöründe birikmiş sermayemizi biraraya getirip yenileşim seferberliğine adanmak birincil görevimiz.

Övgü Dolu Cumhuriyet Tarihimiz: Tarihimiz halkımızın mucizeler yaratma yeteneğini tüm dünyaya ispatladığı örneklerle bezenmiş. 90 yıl önce Kurtuluş Savaşını zaferle noktalayan Mudanya Mütarekesinin imzalanmasının hemen ardından büyük önderimiz Mustafa Kemal ve silah arkadaşları, öğretmenlerimizle Bursa Şark Tiyatrosunda bir araya gelerek 'eğitim seferberliği'ni tetiklemişti. Bu olay çağdaş toplumlar arasında hakkettiğimiz konuma doğru ilerlememizin miladı sayılabilir. Cumhuriyetin ilk on yılında toplumsal kalkınma yolunda ulusal eğitim, altyapı ve sanayileşmede kaydedilen ilerleme efsanelere konu olabilecek inanılmaz özveri ve başarı öyküleriyle doludur³⁹. İkinci on yıl, yani 30'lu yıllarda, piyasa dinamiklerini göz önünde bulundurarak kurulan Kamu İktisadi Teşekküllerinin yanı sıra Ata'mızın 'sanayi neferlerim' diye andığı girişimcilerinin de katkılarıyla hızlanan 'sanayi seferberliği' benzeri görülmedik bir toplumsal dönüşüm serüvenine sahne olmuştur. Savunma sanayii dahil bir çok sektörde özgün tasarım ve üretime dayalı endüstrinin temelleri atılmıştır⁴⁰. Ekonomi ve sanayide yabancı tekelini bir bir kırmak için büyük emek sarfedilmiştir.

Dış Güdümlü Dönem: İkinci Dünya Harbinden sonra hızını yitiren kalkınma sürecimiz, dış güdümlü bir modele sürüklenmiş, savunma sanayimiz dahil olmak üzere bir çok sanayi kolumuz yabancı devlet ve şirket tekellerinin boyunduruğu altına girmiş, revaçtan düşmüş lisanslarla dü-

36 Yenileşim Derneği: www.yenileşim.org

37 İnovasyon Derneği: www.inovasyonderneği.org

38 Mahmut Kiper (2009). *Üretim Ekonomisi İçin Sanayi ve Teknoloji Politikaları*, Dünya Yayıncılık.

39 10. Yıl Nutku, Mustafa Kemal Atatürk, Ankara, 29 Ekim 1933

40 Türk Savunma Sanayii Tarihi (2008). Ed. Ayşe Akalın, İmge Yayınları.

şük katma değerli üretim yapmak zorunda kalmış, montaj ve fasona mahkum olunmuş veya tamamıyla ortadan kalkmıştır⁴¹. Özellikle Savunma Sanayimizin dışa güdümlülüğünün sakıncaları 1974 Kıbrıs Buhranı ile açığa çıkmıştır. 80'li yıllarda hızlanan Türk Silahlı Kuvvetlerini güçlendirme çalışmaları sonucu 1989 yılında kurulan 'Savunma Sanayii Müsteşarlığı' savunma bilim ve teknolojilerinde yetenek ve bilgi dağarcığı geliştirme ve üretimi arttırma sorumluluğunu yüklenmiştir.

Aynı yıllarda eğitim ve bilim dünyamız da benzer bir dönem yaşamış ve batıdan alınan yüzey-sel modeller toplumsal gerçeklerimize ve değerlerimize uyarlanmadan kabullenilmiştir⁴². Hazır çözümler bilim ve teknolojide özgün katkılar yapmanın zahmetine, yeni tasarımın kendini kabul ettirme sürecinde verilen çetin mücadeleye yeğlenmiştir. Bu yıllarda hayli biliminsanımız yurtdışında çalışmayı tercih etmiş, eğitim için gidenlerin büyük kısmı dönüşlerini ertelemişlerdir. Geride bıraktığımız bu devrin izleri hala öğretim sistemimizi etkilemekte ve reform çağrıları giderek artmaktadır⁴³. Küresel sıralamalarda sadece beş üniversitemizin dünyadaki ilk beşyüz üniversiteler listesine girebilmiş olması da yukarıda değindiğimiz dışa bağımlılık devrinin sonuçlarıdır. Gerek yüksek eğitimde kendini ispat etmiş üniversiteler, gerekse son yıllarda hizmete giren vakıf ve devlet üniversiteleri özgün yaklaşımlarla, çağdaş akademik kıstasları yakalamaya çaba göstermekte ve iyi örneklerin sayısı hızla artmaktadır. Yüksek öğretimde kurumsal yapının özerkleşmesine paralel olarak girilecek yenilikçi akademik atılımlar ile küresel konumumuzun süratle iyileşeceği açıktır.

Başarı Öykülerimiz: Gerek bilim ve teknoloji geliştirmede gerekse sanayide yukarıda bahsettiğimiz dönemde uğradığımız kan kaybına rağmen dünyada ses getiren başarılar sergilenmiştir. Yurtdışından ilgi ve bazen gıpta ile izleyebildiğimiz örnekler arasında Eskişehir'de Anadolu Üniversitesi ve Osman Gazi Üniversitesi'nin yörede kümelenmiş seramik ve malzeme sektörü ve yerel sanayi ve ticaret odalarıyla kurduğu işbirliği sayesinde sunduğu sanayi ar-ge'siyle tümleşmiş 'endüstriyel doktora' programı, Ortadoğu Teknik Üniversitesi'nin Teknoparkında Savunma Sanayii fonları ile desteklenen genç firmaların yabancı medyada konu edilen başarıları öyküleri, Avrupa Birliği tarafından desteklenen EBİLTEM (Ege Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi) mükemmeliyet merkezini sayabiliriz. Sağlıkta yenileşim konusuna odaklanırsak, bir bilim köprüsü örneği olarak 'Sağlık için İzmir' teması altında kurulan İNOVİZ'den söz etmek yerinde olabilir. İNOVİZ, Ege Serbest Bölgesi A.Ş., İzmir Kalkınma Ajansı, Ege Bölgesi Sanayi Odası ve yöresel sağlık sektörünün Ege ve Dokuz Eylül Üniversitesi ve İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nün kurduğu konsorsiyumla birleşmesi ve Türk Amerikan Biliminsanları ve Akademisyenleri Derneği (TASSA) üyelerinin katılımıyla 2009 yılı başlarından itibaren çalışmaya başlamıştır [<http://inoviz.ege.edu.tr/>]. Program odakları sağlık bilim ve teknolojilerinde ar-ge, teknoloji transferi ve uluslar arası yüksek lisans ve doktora derecesinden oluşmaktadır. İstanbul Yaşam Bilim ve Teknolojileri İşbirliği Platformu İNOVİTA [<http://www.inovita.org/>] ve İNOVAnkara Sağlıkta Yenilik Hareketi [www.inovankara.com] ise 2011 yılında hayata geçmişlerdir.

Son yıllarda sanayimiz kalite devrimini başarıyla gerçekleştirmiş, öncü sektörlerimiz ar-ge'ye dayalı özgün ürünlerle yurtdışı pazarlarına açılmaya başlamıştır. TÜBİTAK, T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, T.C. Kalkınma Bakanlığı ve T.C. Ekonomi Bakanlığı farklı açılardan yenileşimi körükleyen ve birbirlerini tamamlayan yönlendirici ve destekleyici programları devreye sokarak bu yöndeki gelişmeleri çeşitlendirmiştir. SAN-TEZ (Sanayi Tezleri), Tekno-Girişim ve İŞBAP (Bilimsel ve Teknolojik İşbirliği Ağları ve Platformları Kurma Girişimi Projeleri) gibi yenilikçi kavramlarla şekillenmiş programlar akran ülkeleri imrendiren düzenlemelere yol açmakta, sanayicilerimizin ar-ge'ye dayalı ihtiyaçlarının, üniversite-sanayi işbirliği ile çözüme kavuşturulmasını hedeflemektedir.

41 Fatih Dervişoğlu Nuri Demirağ: Türkiye'nin Havacılık Efsanesi, Ötügen Neşriyat A.Ş.

42 Kemal Gürüz (2008). Yirminci Yüzyılda Türk Eğitim Sistemi, İş Bankası Yayınları.

43 İstanbul Politikalar Merkezi. Yüksek Öğretimde Reform Neden Gereklidir? : www.sabanciuniv.edu

Yenileşim Seferberliği

Güçbirlikleri: Küresel rekabette mücadelemiz birbirimizle değil, dünyadaki rakiplerimizle. Ekonomimiz bir bütün olduğuna göre, toplumsal kalkınmamız sağlık ve gıda, enerji, çevre, ulaşım, savunma ve güvenlik gibi toplumsal önceliklerimize yönlendireceğimiz yatırımlarla orantılı olacaktır. Ulusal önceliklerimiz ve stratejik çıkarlarımız doğrultusunda heyecan verici büyük hedef atılımlarını, akılcı stratejilerle ve doğru politikalarla, tüm güç ve kaynaklarımızı seferber ederek gerçekleştirebileceğimiz açıktır.

Evrensel ölçme, izleme, değerlendirme ve denetleme kıstaslarını benimseyerek, öz kültür ve değerlerimizi dikkate alarak geliştireceğimiz hakketme ve liyakata dayalı yöntemleri kullanarak şeffaf, açık ve katılımcı yönetim ile biraraya gelebilmemiz mümkündür. Yenileşimde kendini ispat etmiş ülkelerle inovasyon ortaklıklarımızı eşitlik ve çift taraflı etkenlik ilkelerine dayandırarak birikim ve deneyimlerini hızla aktarabilir, karşılıklı dayanışma ağları kurabiliriz⁴⁴.

Savunma Ar-Ge Fonları ve Çok Kullanımlı Teknolojiler: Teknoloji platformlarının uygulama ayırtetmediği gerçeğini kabul edersek, savunma sanayiini sivil sanayiden soyutlayamayız. Bilgi ve bilimsanlarımızın sanayide dolaşımı sayesinde sektörler arası karşılıklı beslenme güçlü bir ekonominin birincil koşulu sayılabilir. Savunma sanayiinin diğer sektörlerde gelişen teknolojilere, özellikle çift veya çok kulanıma istidadı olan çözümlere yatırım yapması yeni sanayi kollarının kurulmasına yol açabilir ve toplumsal kalkınmamıza ciddi bir ivme kazandırabilir. Özellikle sağlık ve enerji çözümlerinin geri kazanımı önemli boyutlara ulaşabilir.

Yukarıda da değindiğim gibi savunma sanayi ar-ge yatırımlarının bir kısmını çok kullanımlı teknolojilere doğrultarak bilime dayalı ekonomiye geçişimizi hızlandırabiliriz. Bu konuda çevik hareket edebilen, yetenek ve çözüm avcılığı yapabilen, diğer ar-ge destek kurumlarını tamamlayan bir yapının tercih edilmesi yararlı olacaktır. Teknolojinin ‘derin tetkik’i (due diligence) ve değerlendirilmesi (assessment), yatırım sermaye ve risk yönetimi ve ticari sürdürülebilirlik konularında deneyimli kadroların kurulması ve yetişmesi sadece savunma sanayiinin değil, tüm ülkenin çıkarıdır.

Yeni Kuşağın Eğitimi ve Yenileşim Ortamları: Kalkınmanın öz cevheri olan yenilikçi neslin eğitime, yenileşim ekosisteminin geniş yelpazesini göz önünde bulundurarak destek sağlamak gerekmektedir. Yeteneklerini pekiştiren ve verimliliklerini arttıran ortamların hazırlanmasında üniversiteler, özel sektör kurumları, kamu ve yerel yönetimlerle işbirliği yapmalıdır.

Endişe verici bir istatistik, sanayide bağımsız ar-ge yapma yetisine sahip, sosyal ve temel bilimlerden uygulamalı konulara ve mühendisliğe kadar uzanan bir spektrum üzerinde doktoralı veya benzer deneyimli gençlerimizin sayısının küresel normlara göre hayli düşük olmasıdır. Bu açığın kapatılması için, özellikle teknoloji geliştirme ve yönetimi, yenileşim hukuku (fikir hakları, iş hukuku ve mevzuat vb.) ve finansmanı konularında yetkinlik dağarcığımızın zenginleşmesi için hiçbir yatırımdan kaçınmamamız gerekmektedir.

Yurtdışındaki Beyin Gücü: Yukarıda aranan uzmanlık konularında eğitim görmüş ve deneyim kazanmış pek çok genç veya yetişkin yurttaşımız halen yurtdışında bulunmaktadır. Bazı tahminlere göre sadece Kuzey Amerika’da yaşayan bilim insanlarımızın sayısı 15000’i bulmuştur. Ayrıca çeşitli kademelerde okuyan geniş bir öğrenci kitlemiz bulunmaktadır. Yenileşim seferberliğinde bu cevherimizi işlemek ve toplumsal kalkınmamızda değerlendirmek görevimizdir. Bilimsanlarımızın ve girişimcilerimizin yurtdışında kurdukları dernek ve vakıflarla bağlantı kurmak, Ticaret Ataşelerimizle ve son yıllarda sayıları artan Bilim ve Teknoloji Ataşeleri ile ilişkilerini arttırmak ve

44 B. Onaral. Science Translational Medicine Editorial - Innovation: Emergig Economies, Enduring Partnerships, 31 October 2012. <http://stm.sciencemag.org/content/4/158.cover-expansion>

pekiştirmek verimli olacaktır.

Tayvan, Güney Kore, Çin ve Hindistan gibi ülkeler kalkınma hamlelerinde bu cevheri akılcı yaklaşımlarla kullanarak kritik avantaj sağlamıştır. Halen yurtdışında çalışan bilim insanlarımızın birikim ve deneyimlerinden sürdürülebilir bilgi ve bilim köprüleri kurarak yararlanmalıyız.

Üniversiteler, özel sektör, kamu kuruluşları ve özellikle TÜBİTAK, T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, T.C. Kalkınma Bakanlığı, T.C. Ekonomi Bakanlığı, Türk Odalar ve Borsalar Birliği ile ortaklaşa bu beyin gücümüze ulaşmak ve ülkemize geri dönüşlerini kolaylaştırmak için yapılacak fedakarlıklar yerinde olacaktır. İlk aşamada TÜBİTAK'ın ARBİS veya benzer veritabanı uluslararası bilgiyi derleyen, konu ve uzmanlık anahtar sözcükleriyle, meslek aşaması ve-veya yöreye göre taranabilen bir altyapıya dönüştürülebilir. Bu bilgi ve bilim dağarcığımıza etkin bir şekilde erişebilmemiz, bilim köprülerini yenileşim girişimlerinde etkin bir şekilde değerlendirmemiz çığır açabilir.

Davamız: Davamız Türkiye'nin kültür ve tarih zenginliklerini, yurtiçinde ve yurtdışındaki beyin gücümüzü bilgi, bilim ve yenileşimle harmanlıyarak ulusal kalkınmada değerlendirmektir. Ata'mızın akıl ve bilimden oluşan manevi mirasını hakkettiğimizi yenileşim seferberliğinin başarısıyla kanıtlamalıyız. Bu yolda sabır, sebat, dayanma gücü ve inançla yürümeliyiz ve gelecek kuşakların adına geleceği yakalamalıyız.

Hedefimiz yenileşimi olumsuz etkileyen tüm engelleri kaldıran, ABD dahil dünyanın diğer yörelerinde özlenen yenileşim sistemini hızla yerleştirip işlevselleştiren bir Türkiye'dir.

(Türkiye ile ilgili tespitler için Kaynakça: A. Banu Onaral, Kurtuluş İzzetoğlu. Yenileşim Seferberliği ve Küresel Beyin Gücümüz, Savunma Sanayi Gündemi, Ekim 2009 pp 75-82)

Bölüm-2

Kısım-2 Biyoteknoloji Alanında Çin Modeli

Prof. Dr. Nesrin HASIRCI

ODTÜ Kimya Bölümü, Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı

BİYOTEKNOLOJİ ALANINDA ÇİN MODELİ

Çin Halk Cumhuriyeti, dünyanın alan olarak en büyük üçüncü (Rusya ve Kanada'dan sonra), ve yaklaşık 1.5 milyar nüfusu ile dünyanın en kalabalık ülkesidir. Dünya nüfusunun yaklaşık altıda biri Çin Halk Cumhuriyeti'nde yaşamaktadır. Çin'in yazılı tarihi, yaklaşık 5000 yıl geriye uzanır, ancak yaklaşık 6000 yıl öncesine ait ve üzerinde ideografik çizimlerin olduğu tarihi kalıntılar da bulunmuştur. Bu gün medeniyetimizin en temel basamaklarını teşkil eden kâğıt, barut, pusula ve matbaa gibi pek çok buluşun kökenleri Antik Çin medeniyetine dayanır. Çin, özellikle son 10 yıldır istikrarlı bir şekilde sürdürdüğü kalkınma hızıyla 'yüzyılımızın yeni küresel gücü' olarak anılmaya başlanmıştır. Bu yazı Çin'in teknoloji ve özelden de 'Biyoteknoloji' alanında yaptığı atılımlar ve teknolojik modellemesi konusunda bilgi vermek amacıyla hazırlanmıştır.

Çin Tarihine Bakış:

Çin'deki bilimsel ve kültürel gelişime girmeden önce onun tarihsel gelişimine göz atmakta fayda vardır.

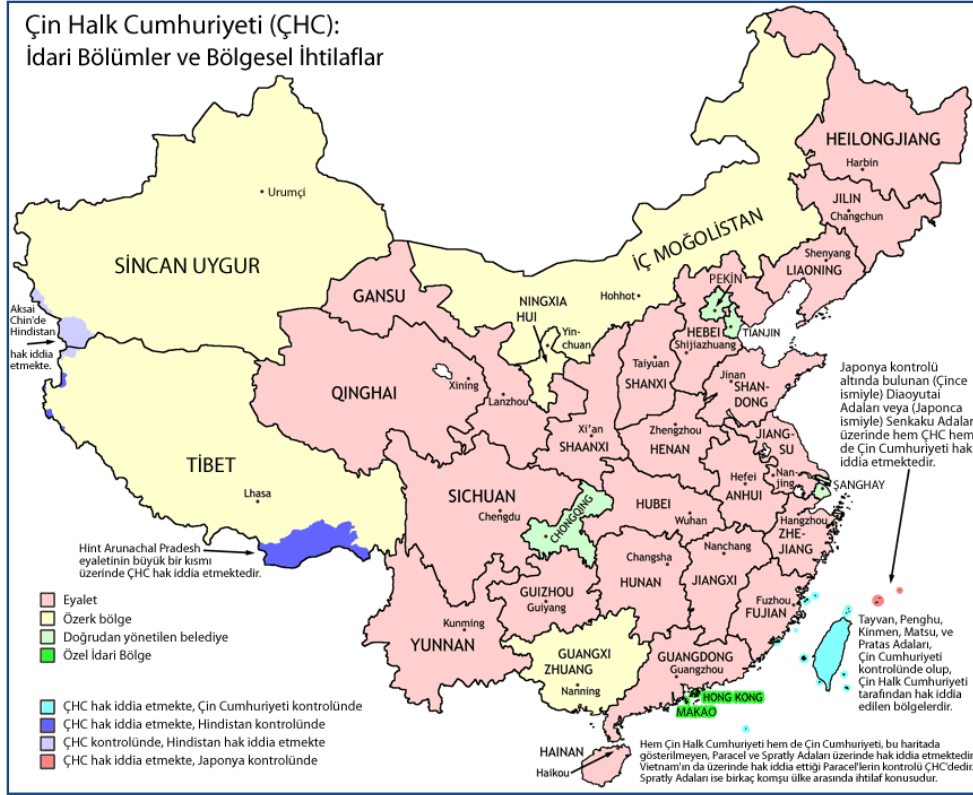
6000 yıllık Çin tarihinde binlerce yıl süren hanedanlar yönetimi 1912'de son bulur. 1800'lü yılların sonlarından itibaren Cumhuriyeti kurma hareketlerinin içinde aktif olarak rol alan devrimci Sun Yat-sen, 29 Aralık 1911 tarihinde 'Geçici Başkan' seçilir, 1 Ocak 1912, 'Çin Halk Cumhuriyeti' nin kuruluş günü olarak ilan edilir. Ancak, elinde ordu gücü bulunan Yuan Shikai, 12 Şubat 1912'de Qing Hanedanlığının tahttan çekilmesini sağladığı için Sun Yat-sen görevini Yuan'a devreder. Böylece, Yuan, 10 Mart 1912'de Çin Cumhuriyeti'nin ikinci 'Geçici Başkan'ı olur. 1912-1928 yılları arasında, merkezi Beijing olan devlet, uluslararası arenada 'Çin Cumhuriyeti' olarak kabul görür. Ancak, Yuan, 1914'te parlamentoyu fesheder ve kendini imparator ilan eder. Bu arada, Yuan hükümetinin monarşi idaresine karşı olan Sun Yat-sen milliyetçi grupları toplayarak Kuomintang (KMT) partisini kurmuştur ve Yuan idaresine karşı direnebilmek için Sovyetlerden gelen yardımı kabul etmiştir. Böylece, 1923'lerde Çin'de komünist ideoloji yerleşmeye başlar ve 'Çin Komünist Partisi' (ÇKP) kurulur. 1924'te, KMT ve ÇKP nin katıldığı il parti kongresinde, Sun'un hazırladığı 'Halkın Üç Prensibi' (ulusalcılık, demokrasi ve kaliteli yaşam) kabul edilir.

1925'te Sun Yat-sen öldükten sonra, Sun'un teğmenlerinden Chiang Kai-shek, Kuomintang parti lideri olur ve 1928-1949 arasında Çin'i kontrolünde tutar. Bu dönem Çin endüstrisinin ve modernleşmesinin erken basamağı olarak görülebilir. Ancak, Japonlarla yürütülen savaşlar, 1937-1945 arasında ulusun yapılandırılması ve kalkındırılması hareketlerini dururur. Bu yıllarda, Kuomintang ile Çin Komünist Partisi arasında da anlaşmazlıklar başlar. Chiang Kai-shek, Çin Kültürüne ve geleneklerine bağlılık gösteren bir liderdir ve ABD'nin yardımı ile komünist idareye son vermek ister. Ancak, Mao Zedong liderliğinde bulunan komünist Çinliler Kuomintang kuvvetlerini yenerek ülke yönetimini ele geçirirler.

1949'da, Chiang Kai-shek ve taraftarları Tayvan adasına geçerler. Bu grup, asıl 'Çin Cumhuriyeti'nin Tayvan ve civarındaki adalarda kendileri tarafından temsil edildiğini ilan ederler. Kurulduğu yıllarda bu devlet, Dünya devletlerinin çoğunluğu tarafından kabul görmüş olmasına karşın daha sonraki yıllarda ekonomik dengelerin değişmesi neticesinde, 1971 yılında Birleşmiş Milletler'den çıkarılır ve yerine 'Çin Halk Cumhuriyeti' olarak bilinen kıta Çin'i kabul edilir.

Günümüzde, Çin Cumhuriyeti (Tayvan) sadece 23 ülke tarafından resmen tanınmaktadır, fakat aralarında Türkiye'nin de bulunduğu pek çok ülke gayri resmi olarak ekonomik ve kültürel ilişkilerini sürdürmektedir. Tayvan, uluslararası kuruluşlara, Çin Taypei (Chinese Taipei) adı ile üye olmuştur. Nüfusunun % 90'ından fazlası Han Çinlisi olan bu ada ile kıta devleti birbirlerine karşı silahlanma durumunda olmalarına rağmen özellikle 2008'lerden sonra iki ülke arasında yo-

ğün ticari ilişkiler başlamıştır. Tayvan'ın en fazla mal ihraç ettiği ülke Çin Halk Cumhuriyeti'dir. Buna karşın, Tayvan'ın bağımsızlık ve tanınma çabaları ile BM üyeliği istekleri, Çin Halk Cumhuriyeti tarafından veto edilmektedir. Çin Halk Cumhuriyeti ile Çin Cumhuriyeti (Tayvan) arasında, karşılıklı yapılan anlaşmalar sonucu, Çin haritasında halen idaresi kesin belli olmayan bölgeler bulunmaktadır. (Şekil 1)



Şekil 1: Çin Halk Cumhuriyeti idari bölümler haritası

Çin Halk Cumhuriyeti'nin kurucusu Sun Yat-sen (12 Kasım 1866 – 12 Mart 1925), Çin Cumhuriyeti tarafından 'Milletin babası', ve Çin Halk Cumhuriyeti tarafından 'Demokratik akımın öncü atası' olarak kabul edilmiştir. Hem kıta hem ada Çin halkı tarafından benimsenen ve sevilen Sun Yat-sen, her iki ülke tarafından da ülkenin geleceğine şekil veren lider olarak kabul edilmektedir. Sun Yat-sen'in hazırladığı 'Halkın üç prensibi', yani 'ulusalcılık, demokrasi ve kaliteli yaşam' prensipleri, Çin halkının hür, zengin, ve güçlü bir ulus olmasında büyük rol oynamıştır.

Mao Dönemi

1949'da başa geçen komünist lider Mao, ülke çapında devrimlere başlamıştır. 1958'de 'Büyük İleri Atılım' projesini başlatır. Bu proje, Sovyet sanayi modelinin dışındadır ve bu yüzden parti içinde muhalefetle karşılaşır. Bu atılım ile, Çin tarımı kolektivize edilecek ve kırsal alanda endüstri özendirilecektir. Büyük İleri Atılım hareketi başlangıçta gerçekten büyük başarı gösterir, ancak bu atılım sırasında çok sayıda köylü, kalkınma uğruna tarım yerine çelik üretimine kaydırılır ve ülkede kıtlık başgösterir. Tahminlere göre ülkede 13 milyon kişi açlık nedeniyle ölür. Amaçlanan çelik üretimi gerçekleşmiştir, ancak üretilen çelik kalitesi çok düşüktür ve başka değerler telef olmuştur.

Mao, moral yükseltmek ve yeni bir atılım yapmak amacıyla ve özellikle köylüleri kapitalizme

karşı uyarmak için 1962’de, ‘Sosyalist Eğitim Hareketi’ni başlatır. Mao’nun büyüklüğünü vurgulayan posterler, etiketler, müzikler köylülere dağıtılır ve sistemin tezlerine dayanan görüşlerin yaygınlaşması için olağanüstü propaganda yapılır. Mao ordu tarafından desteklenen ve halk tarafından benimsenen bir liderdir ancak parti içinde ayrışmalar başlamıştır. Hem parti içi muhalefeti durdurması hem de inandığı yolda gitmesi için yeni bir devrim gereklidir. 1966 Kasım ayında, ‘Kültür Devrimi’ ni başlatır. Bu devrimin amacı ‘Dört Eski’yi (eski düşünceler, eski kültür, eski alışkanlıklar ve eski adetler) yok etmek ve tek tip insan oluşturmaktır. Çin’de okullar kapanır, şehirlerde bulunan gençler, bilim adamları ve aydın kişiler köylere tarlalarda çalışmaya gönderilir. Karar yetkisi Kızıl Muhafızlar’a verilir. Bu dönemde, ölen ve öldürülenler çok sayıda olmuş ve çabuk moderleşme uğruna pek çok eski değer tahrip edilmiştir. Olumsuz gelişmeler sonucu, Mao, 1969’da, Kültür Devriminin sona erdiğini açıklar. Resmi Çin tarihi ise Kültür Devriminin Mao’nun 1976’da ölümüyle sona erdiğini iddia eder. Gerçekten de, 9 Eylül 1976’da 72 yaşında ölene kadar bu uğraşın içindedir ve düşüncelerini “Küçük Kırmızı Kitap” başlığıyla yayınlr.

Mao, planladığı atılımlar ve hareketler ile, tarım ve sanayinin gelişmesinin yanı sıra, maddi ve manevi değişim ve dönüşümlerin oluşmasını ve bunların sürekli olması gerektiğini vurgulamıştır. Zira, o, çoğunluğun katıldığı ve rol aldığı “daimi devrim” hareketi olmadan kültür devriminin yerleşemeyeceğine inanmıştır. Yaptığı devrimler ile de, sonucu beklediği gibi olmasa da, yüzmilyonların kitle inisiyatiflerini ayağa kaldırmıştır.

Mao, modern Çin’in kurucu babası olarakta bilinir. Zira, bu dönemde Çin’de çok olumlu gelişmeler olmuştur. Okul sayısını artırarak okur-yazarlık oranını yükselttiği, kadınların statüsünü artırdığı, işsizliği ve enflasyonu azalttığı, barınma yeri ve iş sağladığı, sağlık hizmetlerini her yere ulaştırdığı, ülkeyi dış saldırılardan kurtarıp tek ulus olarak topladığı, Çin’i güçlü devlet statüsüne getirdiği, ve Çin halkına şeref ve özgüven kazandırdığı için halk tarafından çok sevilmektedir. Bu dönemi, Çin’in dönüm süresi olarak kabul edenler vardır. Gerçekten de Çin’de büyük ilerlemeler olmuş, ilk hidrojen bombası yapılmış (1967), ilk uzay aracı Dong Fang Hong indirilmiş (1970), ilk nükleer denizaltısı yapılmış, bilim ve teknolojiye sayısız atılımlar gösterilmiş, halka bedava sağlık hizmetleri sağlanmış, ve toplumun yaşam standartları geliştirilmiştir.

Mao’dan Sonra:

Mao’dan sonra Çin Komünist Partisi içinde “ılımlılar” ve “radikaller” olmak üzere iki kutup oluşur. Radikalleri; 82 yaşındaki Mao Zedong’un eşi Chian Chin yönetir. Ancak, Başbakan Hua, hem parti başkanlığını ve hem de Askeri Komite Başkanlığını ele geçirir. Bu, radikallerin mücadeleyi kaybetmesi demektir. Şubat 1978’de, Çin Milli Kongresi, “Dört Modernizasyon Programı”nı kabul eder. Bu program ile; ‘Tarım, Endüstri, Bilim ve teknoloji ile Savunma’ alanlarının, 1985’e kadar çağdaş şartlara kavuşturulması öngörülmektedir. Fakat, programın maliyeti 600 milyar doları bulmaktadır. Bu maliyet Çin’i yabancı sermayeye yöneltir. Şubat 1978’de Çin ile Japonya arasında 60 milyar dolarlık ticaret antlaşması ve Ağustos 1978’de ‘Barış ve Dostluk’ antlaşması imzalanır. Ekim 1978’de Deng Xiaoping Japonya’yı ziyaret eder. Böylece, Çin ve Japonya arasında 1937’den beri devam eden savaş hali sona erer. Mao’nun ölümünden iki yıl sonra Çin, batıya açılmaya başlamıştır. 1978 yılından itibaren Amerika ile de ticaret anlaşmaları yapan Çin, bu ülkeden de silah satın alımını başlatır. Böylece, 1978’de Deng Xiaoping tarafından başlatılan ‘Açık Kapılar’ politikası ile Çin, ‘Devlet planlı ekonomi’ modelinden tümüyle ‘Pazara yönelik ekonomi’ ye kayar.



Şekil 2: Çin’de hızla ilerleyen Ar-Ge çalışmaları

Çin Halk Cumhuriyeti, son yıllarda, yapmış olduğu atılımlarla ve politikalarla, dünyanın en önemli ekonomik güçlerinden biri olmuştur. Bulunduğu bölgede ve tüm dünyada, etkisini askeri alandan çok ekonomik alanda hissettirmektedir. (Şekil 2). 2020'lerde Çin Halk Cumhuriyeti'nin dünyanın en zengin ekonomisi olacağı öngörülmektedir.

Çin'de Biyoteknoloji

Çin'de biyoteknoloji gelişimini, farklı yenilikçilik ve ekonomik modeller üzerinden incelemek mümkündür. Bunun için önce yenilikçilik modellerinin neler olduğuna bakmak gerekir.

Yenilikçilik Modelleri

Yenilikçiliğin 3 modeli olduğu belirtilir. Bunlar; Girişimci Model, İşbirliği Modeli ve Kamu Geliştirici Model'dir. Bu modeller, aynı zamanda ekonomik gelişim modelleri ile de ilgilidir. Bunlar da; Pazar Odaklı Liberal Model, Düzenleyici Model ve Devlet Merkezli Ekonomi modelleridir. Bu modeller; ekonomik koordinasyon, emek pazarı, eğitim sistemi, kapital, finans pazarı ve Ar-Ge sistemleri açısından farklılık gösterir. Aşağıda bu modeller hakkında kısa bilgi verilecektir.

- **Girişimci Model:**

Bu model, liberal pazar ile ilişkilidir. Ekonomi koordinasyonunu belirleyen başlıca etmen pazardaki mekanizmalardır. Emek pazarının esnek olması, firmalar arasında iş hareketliliğini sağlar. Girişimci Modelde, fikri mülkiyet hakları ile korumaya alınan yaratıcılık ve bilimsel özgünlük önemle vurgulanır. Bu model, rekabete dayanan kültürel ve ahlaki değerler ile ekonomik bireycilik ve kazanç üzerine kurulmuştur. İş hareketliliği, bölgedeki fırsatların bereketliliği ve bunları görüp risk alma atılımına dayanır. Ar-Ge, genelde, araştırması çok güçlü olan üniversiteler tarafından yapılır. Ancak belli ve güdümlü alanlarda Ar-Ge devlet tarafından desteklenir. Örneğin, ABD'de, üniversitelerin yanı sıra, devlet-tarafından desteklenen sağlık ve savunma Ar-Ge birimleri bulunmaktadır. Ancak, Devlet programları, pazarın belirleyeceği ani değişim ve yeni alanlara ait aktiviteleri karşılayamayabilir. Dolayısıyla kurumsal yönetim özel mülkiyet temeline oturur ve özel sektör kendi Ar-Ge'sini oluşturur. Bu durum, pazardaki sinyallere göre hızla yön değiştirmek ve gereksinim duyulan alana kaymak esnekliği getirir. İleri teknoloji ürünlerinde, rekabet gücünü artırabilmek ve maksimum etkinliği sağlamak için dış kaynak veya alt taşeron kullanmak oldukça yaygındır. ABD, girişimci model için tipik bir örnektir.

- **İşbirliği Modeli (Kamu-Özel Sektör İşbirliği Modeli):**

Bu model, kural ve kanunlara bağlı ekonomik aktivitelere dayanır. Özel kuruluşların sosyal ve ekonomik girişimleri devletin delegasyonu ve anlaşmaları ile sağlanır. İş ve sanayi dernekleri, iş ortakları arasındaki rekabetçiliğin ayarlanmasını ve firmalar arası ortaklıkların kolaylaştırılmasını sağlayan önemli arabulucu kurumlarıdır. Ekonomik kurumların işbirliğini oluşturduğu bu modelde, kararlar, devlet-sanayi-ve-işçi sendikaları arasında ve farklı çıkarların tartışıldığı görüşmeler sonucu oluşan anlaşmalara bağlıdır. Pek çok Avrupa ülkesinde (örneğin; Almanya, Fransa, İsviçre, ve kuzey Avrupa Ülkeleri) bu model uygulanır. Kamu ve özel sektör kurumlarının bir araya geldiği bu model, büyüme hedeflerini vurgulayarak ve kurulu teknolojilerdeki bilgiyi devamlı kullanarak, paydaşlar arasında uzun süreli ilişkileri güçlendirir. Firmalar arasında risk paylaşımı yaygındır. Eğitim ve teknik destek konularında, rekabetçi kurumlar ile diğer sanayi kuruluşları ve Ticaret Odaları arasında işbirliği vardır. Kapital pazarı, bankalar, firmalar veya yönetim kurulları tarafından belirlenen kredilere dayanır. Bankalar, düşük riskli ve uzun süreli yatırımlara destek verirler, ancak riskli projelere ve yeni girişimcilere yaklaşımları tereddütlüdür. Ar-Ge, genellikle üniversite ve araştırma birimlerinde, ve onların ortak çalışmaları olarak yürütülür. Devlet, bölgesel

gereksinimlere uygun olan yenilikçilik politikalarını belirleme konusunda çok etkindir. Avrupa'da AB projeleri çerçevesinde desteklenen 'Gate2Growth' girişimi ile Avrupa'da bulunan girişimciler cesaretlendirilmekte, 'bireysel inovasyon' desteklenmekte, bilginin yayılması ve bilgi ekonomisi alanındaki Avrupa'nın rekabetçiliğinin artması sağlanmaktadır.

• Kamu Geliştirici Model

Gelişmekte olan ülkelerde, bu model 'Batı Ekonomisini Yakalamak' olarak algılanabilir. Bu model, liberal ve düzenli koordine sistemlerden farklı olarak 'devlet merkezli'dir. Japonya ve Güney Kore ekonomileri bu modeldedir. Kamu geliştirici model, pazarın gereksinimlerinden ziyade, devletin güçlü otoritesi ile yaptığı planlara bağlıdır. Büyük girişimciler ve sanayiciler desteklenir. Ekonominin ana kaynağı ihracattır. Ancak, zaman içinde, politikalar değişmiş, önce ticaret desteklenirken bu durum sanayiye kaymış ve daha sonra da inovasyon destekleri öne çıkmıştır. Japonya 'Devlet liderliğinde', Güney Kore ise 'Devlet organizasyonunda' olan sistemlerdir. Bu modelde devlet kapital pazarını kontrol eder. Bankalar devletin elindedir ve krediler büyük yatırımcıları destekler. Bilginin üretildiği üniversiteler ve ulusal araştırma merkezleri rekabetçi değildir. Akademik spin-of firmalar, teknoloji bazlı start-up firmalar ve küçük ölçek firmalar azdır.

Üç model karşılaştırılacak olursa, Girişimci Model esnek ve pazar sinyallerine çabuk uyum sağlayabilen bir yapıdadır. İşbirlikçi Model ekonomik istikrar ve dayanıklı global market şablonu oluşturur. Kamu Geliştirici model büyüme ve endüstrileşme yolunda belli anahtar sektörleri tanımlar.

Çin'de Ar-Ge ve Biyoteknoloji Gelişimi

Çin'de, modern biyoteknoloji alanındaki atılımlar, Hükümetin, yeni ve yüksek teknoloji konularında uygulamalı araştırmaları desteklemek için karar aldığı 863 Planı ile olmuştur. Bu kararların alınması, 1986 yılının Mart ayında yani üçüncü ayında olduğu için bu adı verilmiştir. 863 Planı çerçevesinde, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (BTB), stratejik alanlarda İleri Teknoloji (Hi-Tech) Ar-Ge'sini desteklemiştir. İlk başlarda, Batı ülkelerinin ürünlerini 'incele ve kopyala' anlayışı ile başlayan çalışmalar artık yaratıcı ve yenilikçi olmaya başlamış, ve 1986 yılından itibaren geçen 25 yıl içinde büyük gelişme göstermiştir. 863 planı, özellikle biyofarmasötik ve biyoteknolojik ziraat sektörlerinde yeni ve yüksek teknoloji oluşumuna ve araştırma ürünlerinin pazarlanmasına ağırlık vermiştir Çin'in, Dünya Ticaret Örgütüne katılımı ile teknolojik gelişimi büyük hızla artmıştır.

Çin Bilim ve Teknoloji Bakanlığı'nın 2003 Haziran'ında yayınladığı 'İleri Teknoloji Ürün Kataloğu'nda, biyotıp, biyomedikal cihaz, yeni malzeme, çevre koruma, modern ziraat gibi alanları da kapsayan 11 teknik alanda 900 den fazla ürün listelenmiştir.

Nüfusunun çok büyük olması, ve bu nedenle 'tek çocuk' politikası uygulaması sonucu, hem yaşanan halkın sağlık sorunları ile başedebilmek hem de artan nüfusu doyurabilmek amacıyla Çin'in öncelikli alanları, sağlık ve ziraat olmuştur. Çin, bu alanlardaki problemlerini biyoteknoloji ile çözeceğine ve bu yolla halkının gereksinimlerini karşılayacağına, sürdürülebilirlik için de bunun şart olduğuna inanmıştır.

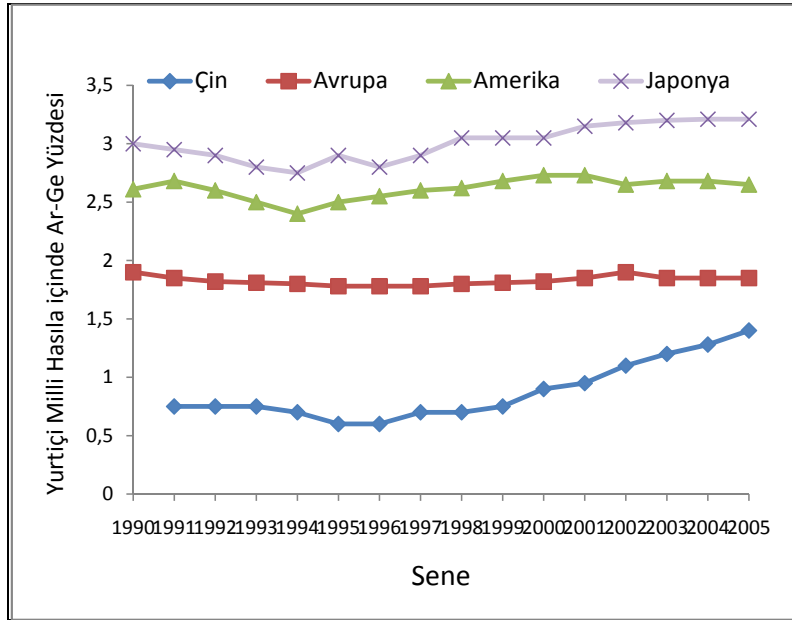
Çin Ar-Ge'de yaptığı aktiviteler ile dünyanın en büyük ekonomisi olma yolundadır. Satın alma gücü paritesi (PPP) olarak değerlendirildiğinde, Ar-Ge'ye yaptığı yatırım, 1996 yılında 17 Milyar dolar iken 2006 senesinde 136 Milyar dolar olmuştur ve ABD'den sonra ikinci ülke olarak gelmektedir (Tablo 1). Çin'de Ar-Ge yatırımı, Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) yüzdesi olarak, 2005 yılında %1.4 ile Amerika, İngiltere, Almanya, Japonya, İsviçre gibi pek çok ülkenin oldukça gerisinde bulunmaktadır. Ancak, Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'nün 2007'deki raporuna

göre (OECD Raporu), Avrupa ve Amerika'nın Ar-Ge yatırım yüzdesi GSYİH içinde, hemen hemen sabit iken, Çin'in ki her sene artış göstermektedir (Şekil 3). Bu nedenle, 2020'lerde Çin Halk Cumhuriyeti'nin dünyanın en zengin ekonomisi olacağı öngörülmektedir.

Ülke	GSYİH SAGP (milyar ABD Doları)-2005	GSYİH içinde Ar- Ge Yüzdesi, 2005	Ar-Ge SAGP (milyar ABD Doları)-2005	Ar-Ge SAGP (milyar ABD Doları)-2007
Çin	8859.0	1.4	124.03	149.80
Amerika	12 192.0	2.6	319.60	335.50
Japonya	3890.0	3.2	124.48	131.29
Almanya	2388.6	2.5	59.68	60.75
İngiltere	1933.3	1.9	36.72	38.06
Fransa	1879.9	2.2	41.36	42.86
Kanada	1033.9	2.0	20.66	21.88
İsveç	283.5	3.9	11.04	11.64
İsrail	154.5	4.5	6.95	7.69
Singapur	124.3	2.2	2.73	3.10
Dünya	50 002.0	2.0	978.34	1051.75

GSYİH: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla; SAGP: Satın Alma Gücü Paritesi;

Tablo 1. Dünya'daki Ar-Ge Yatırımları



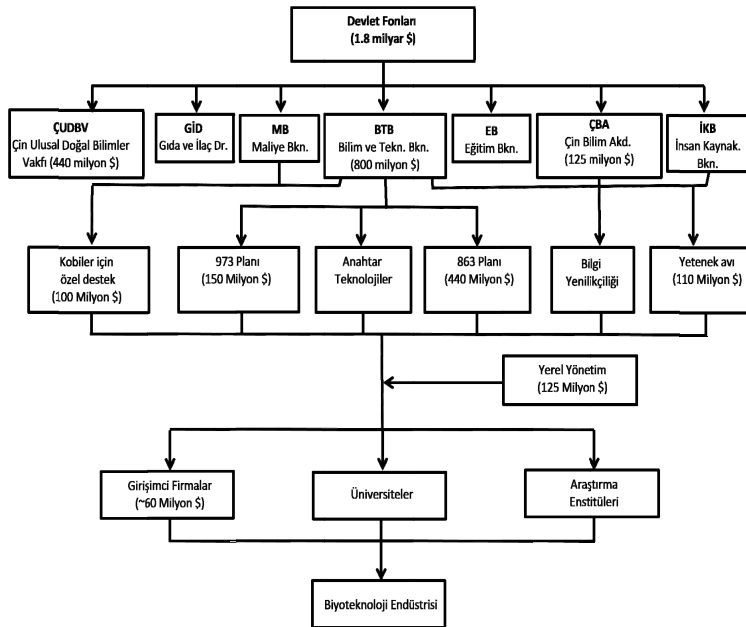
Şekil 3: Belli ülkelerde ve Çin'de 1990-2005 yılları arasında Ar-Ge yatırımları

Kaynak: Duga & Studt (2006), OECD (2007)

Çin'de AR-Ge yatırımlarını etkileyen iki faktör vardır. Birinci faktör, gelişen bir ülke olarak Ar-Ge yatırımlarına ağırlık vermesi ve teknolojiyi yakalamak istemesidir. Ekonomik gelişim; emek yoğun

işçilikten bilgi yoğun yatırımlara geçmiştir. Ar-Ge politikaları 'iç kaynaklı inovasyon kapasitesi'nin artırılması yönündedir. Dolayısıyla Çin, fikri mülkiyet hakları kendine ait olan buluş ve ürünler istemektedir. Bu patentli buluşların üretime geçmesi yabancı ortaklı yatırımlar yolu ile olabilir. Ar-Ge'yi etkileyen ikinci faktör; Ar-Ge'de büyük ilerleme olmasına karşın, Ar-Ge için maddi desteğin sürdürülebilirliğinin sağlanabilme zorluğudur. Tek desteğin Devlet'ten gelmesi durumunda bu desteğin uzun süre devam ettirebilmesi zor olabilir. 2000-2005 yılları arasında, biyoteknoloji alanında, devlet 1.8 milyar dolar, kuruluşlar 60 milyon dolar yatırım yapmıştır. Bitoteknoloji satışlarının değeri ise 2.1 milyar dolar olarak verilmiştir. 2007 yılının ilk sekiz ayında ise bu satış değeri 30.2 milyar dolar olarak verilmiştir. Gelişmekte olan ülkeler arasında Çin ve Hindistan biyoteknoloji alanında en hızlı ilerleyen ülkeler olarak yer almaktadır. Çin'in hedefi 2020 yılına kadar Ar-Ge yatırımlarını, Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) içinde %2.5 oranına çıkarabilmektir. Ar-Ge'de çalışan eleman ve firma sayısı ABD'den sonra gelmektedir.

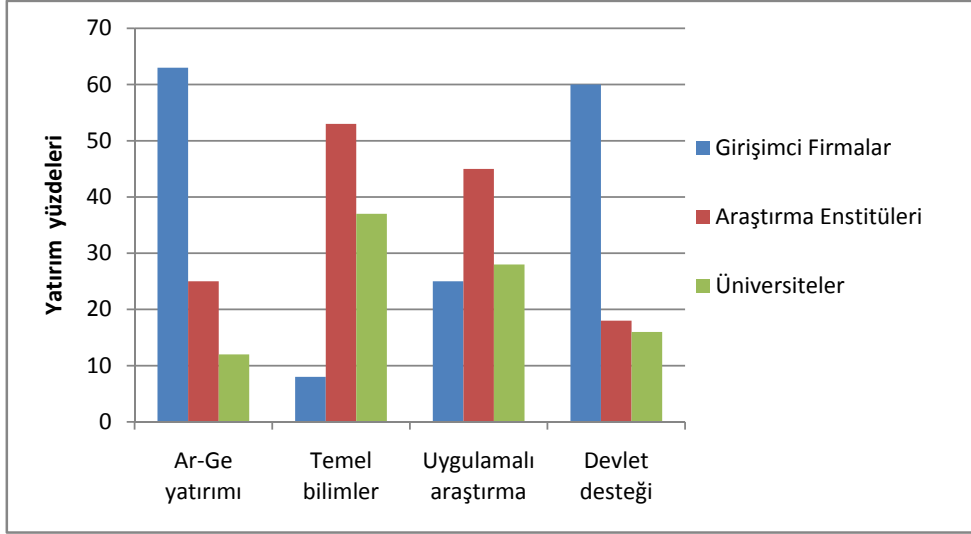
Çin'de, biyoteknoloji alanında karar verecek olan en üst kurul, kordinasyonu sağlayan 'Bilim, Teknoloji ve Eğitim Devlet Konsülü Yürütme Kurulu'dur. 'Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (BTB), diğer bakanlıklar ve kuruluşlar (Eğitim Bakanlığı, Ulusal Doğal Bilimler Vakfı, Çin Bilimler Akademisi gibi) ile işbirliği oluşturan çok önemli bir bakanlıktır. BTB, zirai biyoteknolojiyi geliştirmek amacıyla Ziraat Bakanlığı; ilaç biyoteknolojisini geliştirmek için Gıda ve İlaç Yönetimi; yurt dışından beyinleri çekebilmek için İnsan Kaynakları Bakanlığı; yatırımcıların inovasyona geçmelerini teşvik etmek için Maliye Bakanlığı ile birlikte çalışır. Tüm kurumlar arasındaki akış şeması Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Biyoteknoloji alanında Ar-Ge konusunda kurumlar arası iş birliği

Yerel yönetimler, yukarıdan-aşağıya inovasyon politikalarının gerçekleşmesine, kurallar kaynaklar ve özellikle maddi katkılar ile destek verirler. Ar-Ge alanındaki toplam desteğin %40'ını yerel idarelerin karşılaması beklenir. Biyoteknoloji programlarında bölgesel idare desteği 125 milyon dolardır. Ar-Ge'de rol alan üç kol, yatırımcı şirket, üniversite ve araştırma enstitüleridir. Ar-Ge'de şirketlerin rolü büyüktür. 2003 yılı için özellikle teknoloji geliştirme ve teknoloji pazarlama konularındaki total Ar-Ge'nin %62'si ve total patentlerin %63'ü yatırımcı şirketlere aittir. Devletten de en büyük desteği %60 ile yatırımcılar alırken, devletin üniversitelere verdiği destek %18 de kalmıştır (Şekil 5). Ar-Ge'nin yaratıcıları, ABD'de daha ziyade küçük ve orta ölçek kuruluşlar iken,

Çin’de büyük ve orta ölçek firmalardır. Şekil 5, Ar-Ge, temel bilimler, ve uygulamalı bilimler alanlarında, girişimcilerin, araştırma enstitülerinin ve üniversitelerin ve de devlet yatırımlarının paylarını göstermektedir.



Şekil 5. Kurumlar arası Ar-Ge fonlarının dağılımı (2003)
Kaynak: OECD (2007)

1980’lerin ikinci yarısından sonra, araştırma kalitesini yükseltebilmek amacıyla kamu araştırma enstitülerinin çoğu küçültülmüş veya özel şirketlere devredilmiştir. Bunun yerine, devlet tarafından, özellikle saygınlığı bilinen araştırma üniversitelerine destek verilmiştir. Bugün var olan araştırma üniversiteleri ve enstitüleri, uygulamalı araştırma ve teknoloji transferi konularına yoğunlaşmışlardır ve özellikle doğal bilimler ve yüksek teknoloji alanlarında güdümlü projeler üzerinde çalışılmaktadır.

Üniversiteler genellikle ‘bilimsel araştırma’ üzerine yoğunlaşmıştır, teknoloji ve pazarlama konularında yeterince aktif değillerdir. Diğer taraftan, üniversitelerin ‘ileri teknoloji’ konularında evrensel boyutta araştırma yürütmesini ve buluşlar yapmasını bekleyen Devlet, saygınlığı ve araştırma kapasitesi ile tanınan ve üst düzeyde olan belli Üniversitelere – örneğin Beijing ve Tsinghua Üniversitelerine – desteğini artırmıştır. Ar-Ge’ye verilen bu destekler Dünya çapında ses getirmiş ve 2005 senesinde Çin ‘atıf indekslerinde’ beşinci sıraya çıkmıştır. Ayrıca, araştırmaların uygulama yönüne kayması sonucu, üniversiteler ve teknoparklar içinde yeni kuluçka şirketler kurulmuştur.

Çin hükümeti, Ar-Ge’yi hızlandırmak amacıyla 1980’lerden itibaren pek çok ‘Kıvılcım’ ve ‘Meşale’ programları hazırlamıştır. Bilim ve Teknoloji Bakanlığı’nın (BTB) başlattığı ‘863 Programı’, ulusal yüksek teknoloji ve uygulamalı bilim üzerine yoğunlaşmış bir programdır. Biyoteknoloji, bu programın destek verdiği hedefli alanların başında gelmekte ve o günden beri biyoteknolojinin geleceğinin ulusun moderleşmesinde önemine inanılmakta ve bu dal desteklenmektedir. Biyoteknoloji alanını destekleyen diğer bir kuruluş ‘Çin Ulusal Doğal Bilimler Vakfı (NSFC)’ dir. 1997 senesinde yapılan ‘973 Programı’, temel araştırmayı desteklemiş ve maddi katkılar özellikle bilim-politika-sanayi ağlarına sahip sistemlere dağıtılmıştır.

1995’te Eğitim Bakanlığı, ‘211 Projesi’ni kabul etmiştir. Bu projenin sloganı, ‘21.Yüzyılda 100 Üniversite’ dir. Özellikle en ileri düzeyde araştırma yapan 100 üniversiteye daha fazla destek verme kararı almıştır. 1998 senesinde yapılan ‘985 Programı’ ile, Dünya’nın en iyi üniversitelerini oluşturabilmek amacı ile, ilk sıralarda bulunan 34 üniversiteye özel destekler verilmiş, bu sayı

daha sonra 38 üniversite olmuştur. 1983-1998 yılları arasında, Çin Hükümetinin oluşturduğu Ar-Ge programları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Program	Sene	Konu	Toplam Destek (milyar Çin Yuanı)
Anahtar Teknolojiler	1983	Endüstri ve sosyal yaşam için önemli anahtar teknolojileri desteklemek	1498
Ulusal Anahtar Labs	1984	Temel ve uygulamalı araştırma	95
Ulusal Doğal Bilim Vakfı	1986	Temel ve uygulamalı araştırma	100
863 Programı	1986	İleri teknoloji Ar-Ge faaliyetlerini desteklemek	929
Kıvılcım	1986	Teknolojilerin kırsal bölgelere yayılması	1475
Meşale	1988	Yeni teknolojilerin pazarlanması, inkübatörler ve bilim parkları ile girişimcilik destekleri	2899
Tırmanış	1992	Temel araştırma	17
973 Programı	1997	Seçilmiş alanlarda temel araştırma destekleri	103
985 Programı	1998	İleri araştırma üniversitelerinin desteklenmesi	bilinmiyor
Kıvılcım	2004	Teknolojilerin kırsal bölgelere yayılması	2057
Meşale	2004	Yeni teknolojilerin pazarlanması, inkübatörler ve bilim parkları ile girişimcilik destekleri	7131

Tablo 2. Çin Hükümeti Tarafından Oluşturulan Ar-Ge Programları
Kaynak: Hu ve Jefforson (2004), OECD Raporu (2007)

Çin’de Devlet Destekli Ar-Ge Modeli

Çin hükümeti, son 25 yıldır aldığı kararlar ve istikrarlı destekler ile Çin’in teknolojik alanda büyük atılım yapmasını ve Dünya çapında söz sahibi olmasını sağlamıştır. Bu bölümde, Çin’in yaptığı atılımlar değişik başlıklar altında (Ar-Ge konusunda strateji formülasyonu, devlet desteklerinin egemenliği, araştırmacıların diğer ülkelerden geri dönmeleri için verilen devlet destekleri, araştırmanın pazarlanması, teknoparkların oluşturulması ve ulusal Ar-Ge gelişimi) ele alınacak ve incelenecektir.

Ar-Ge konusunda Strateji formülasyonu: 2006 yılında yayınlanan, ‘Orta ve Uzun Vade Bilim ve Teknoloji Geliştirme Planı’ bu alanda önemli bir kilometre taşı olmuştur. Bu plan özellikle ‘yerli ve iç kaynaklı kapasite’ geliştirilmesinin Çin Ar-Ge’si için önemini vurgulamaktadır. Daha da spesifik olarak, bu plan, ‘yabancı patentlere çok fazla güvenmemeyi, ülkede kendi özgün teknoloji çekirdeklerini geliştirmeyi, Dünya sıralamasında üst düzey olacak üniversite ve araştırma birimleri oluşturmayı’ hedeflemiştir. Buna yönelik olarak destekler, ilgili kurumların Ar-Ge aktivitelerine yönlendirilmiştir. Bu tür eğitim ve inovasyon sistemleri, üniversitelerin sanayi ile iletişime geçmeleri ve buluş yapma kapasitelerini yükseltmeleri konusunda cesaretlenmelerini sağlamıştır. Çin adresli patent sayısını yükseltebilmek amacıyla, bu planda 11 anahtar alan, 8 ileri teknoloji, ve 69 öncelikli konu belirlenmiştir. Biyoteknoloji, ileri teknoloji olarak belirlenen 8 alanın içinde tanımlanmıştır. Bu plan, yabancı teknolojiye güvenmenin getirdiği problemleri özellikle işaret etmiştir.

Örneğin, enformasyon ve iletişim teknolojileri (ICT), yeterli yerli buluş olmadığı için Çin’de sorunlu bir sektör olmuştur. Biyoteknoloji sektörü ise, ‘Orta ve Uzun Vade Bilim ve Teknoloji Geliştirme Planı’ na dolayısıyla yenilikçiliğe ve buluşlara en yatkın alan olmuştur. Bu plan içinde belirlenen biyoteknoloji dalları, özgün ilaç hedefleme sistemleri, ilaç tasarımları, gen ve protein mühendisliği, kök hücre temelli doku mühendisliği, sanayi biyoteknolojisi gibi alanları kapsamıştır (Tablo 3).

Devlet Desteklerinin Egemenliği: Özellikle biyoteknoloji alanında Ar-Ge için Devlet desteği çok önemlidir. Amerika ve gelişmiş Avrupa ülkelerinde, özel yatırımcı kapital ve iş melekleri destekleri, biyoteknoloji alanındaki başlangıç şirketleri için büyük önem taşımaktadır. Ancak, Çin’de biyoteknoloji alanındaki desteği devlet programları sağlamaktadır. Özellikle Ar-Ge’yi desteklemek için hazırlanan 863 Programı, 2001-2005 yılları arasında, her sene bütçesinin %20-30 kadarını biyoteknoloji için ayırmıştır. Ayrıca, Çin Ulusal Doğal Bilimler Vakfı (ÇUDBV), bütçesinin üçte birini biyoteknoloji için ayırmıştır. Bu destekler, ‘ulusal inovasyon’ içinde biyoteknolojinin ne kadar büyük önem taşıdığını göstermektedir. Devlet hem yatırımcılara ve hem de araştırma ürünlerini markete sunmaları için araştırmacılara teşvik vermiştir. Ayrıca yerel idareler, örneğin ‘Şangay Belediyesi’de biyoteknoloji alanındaki Ar-Ge ve yatırımlara destek olmuştur.

İlaç Hedefleme	Fonksiyonel ve hastalığa spesifik ilaç ve gen tasarımı, ilaç hedefleme taranması ve onaylanması
İlaç Tasarımı, Hayvan ve Bitki Modelleri	Analitik ve biyo-enformasyon yardımı ile ilaç tasarımı ve metabolizması, bilgisayar destekli ilaç tasarım ve sentezi, kimyasal bazında ilaç kütüphanelerinin taranması
Gen mühendisliği, Protein Mühendisliği	Kromozom yapısı ve bölge hedefli bütünleşme, protein kodlama genlerinin tasarım ve kontrolü, polipeptid zincir modifikasyonu, protein yapısı çözümü ve büyük ölçek saflaştırılması
Kök Hücre Temelli Doku Mühendisliği	Terapötik amaçlı klonlama, yönlü farklılaşma, <i>in vitro</i> ortamda fonksiyonel organ üretimi, kompleks organların çoklu hücre tipleri ile tedavisi
Yeni jenerasyon Endüstriyel Biyoteknoloji	Fonksiyonel mikropların büyük ölçek taranması, biyokatalizörlerin modifikasyonu ve üretimi, endüstriyel işletim için biyodönüşüm ortamları ve sistemleri

Tablo 3. Orta ve uzun vade için gelişimi planlanan stratejik Biyoteknoloji alanları

Çin’deki temel bilimlerin güçlü olması, özellikle sağlık biyoteknolojisi ile bitki ve ziraat biyoteknolojisi alanlarında yoğun araştırmalar yapılmasına olanak sağlamıştır. Çinli araştırmacılar, 1965 yılında diyabet tedavisinde kullanılan insülini kimyasal olarak sentezlemişlerdir. Çin, gelişmekte olan ülke sıfatıyla, ‘İnsan Genom Projesi’nde yer alan tek ülkedir. Şangay ve Beijing’de bulunan ‘genomiks’ enstitüleri Çin için çok önemli olan pirinç gen dizilimini çözmüşlerdir. Ayrıca, Çin’li araştırmacılar, aşı, tanı ve tedavi sistemleri, SARS hastalığı tedavisine yönelik araştırmalar, antikör, gen, kök hücre tedavileri konularında çok ileri düzey araştırmalar yürütmektedirler. Embriyonik ve olgun kök hücre araştırmalarının yanı sıra, hücre programlama araştırmaları da ileri derecede devam etmektedir. 2003 yılında, ‘Shenzhen SiBono Gen Tech’ firması, ‘Gendicine’ adlı ilaçları ile ‘rekombinant gen terapisi’ alanında lisans alan ilk firma olmuştur. Gendicine, baş ve boyun kanserinin tedavisine yönelik bir ilaçtır. Bu ilacın klinik deneyleri 5 yıl tutmuş, firmaya maliyeti yaklaşık 10 milyon dolar olmuştur.

Bitki biyoteknolojisi alanında hemen hemen tüm destek devlet tarafından sağlanmaktadır. Bitki ve ziraat biyoteknoloji alanında, genetik oynanmış ürün üretiminde Çin ilk sıralarda yer almaktadır. Toplumun ihtiyacını karşılamak, üretimi artırmak ve çiftçinin gelirini yükseltmek amacıyla zirai biyoteknoloji uygulanmaktadır. ‘Bt cotton’ olarak adlandırılan ve gen mühendisliği ile elde

edilen ‘böceklere dirençli pamuk’ üretimi büyük başarı göstermiştir ve Çin’deki toplam pamuk üretiminin yarısını oluşturmaktadır. Bilim ve Teknoloji Bakanlığı, bitki biyoteknolojisi ile ilgili olarak araştırma enstitülerine yaptığı yatırımı, 1986 yılında 8 milyon dolar iken 1999 da 48 milyon dolara çıkarmıştır. 2000’li yıllarda bu desteğin %400 artması beklenmektedir.

Araştırmacıların geri dönmeleri için verilen devlet destekleri: Çin’de biyoteknolojinin atılım yapmasında, devletin başka ülkelerde bulunan uzman elemanlarını geri dönmeye teşvik etmesi çok etkin olmuştur. Yurt dışında bulunan Çin’li öğrenci sayısının 300.000 civarında olduğu ve bunun üçte birinin biyoteknoloji alanında çalıştığı tahmin edilmektedir. Belli konularda uzmanlaşmış Çin’li biyoteknologların yurda dönmeleri, kendi araştırmalarını yürütmeleri ve kendi firmalarını kurarak üretime geçmeleri konusunda devlet büyük destek vermiştir. Dönenlerin pek çoğu silikon vadi firmalarında çalışan Çinliler olmuş ve oralarda öğrendikleri teknolojileri ülkelerine getirmişlerdir. Dönüş yapanlar tarafından sadece Şangay’da 1700’den fazla firma kurulmuştur. Beeijing Genomics Enstitüsü direktörü olan Dr. Huanming Yang, Danimarka Fransa ve Amerika’da çalıştıktan sonra yurda dönüş yapmıştır. Çin hükümeti, 2009 yılında ‘Binlerce Yetenek’ politikası ile özellikle ileri teknoloji alanında çalışan vatandaşlarını çekmeye çalışmakta, onlara çift maaş gibi avantajlar sunmaktadır. Yetenekleri geri çekmek, özellikle biyoteknoloji gibi fazla elemanın bulunmadığı alan için çok önemli olmuştur. Diğer taraftan, geri dönenlerin kendi firmalarını kurmaları ve de sürdürebilmeleri için Devlet tarafından verilen destekler bazen yetersiz kalmaktadır. Zira, tüm destek devletten gelmektedir ve özel sektör destekleri yok denecek kadar azdır. Her şeye rağmen, Çin’de, biyoteknoloji Ar-Ge’sinde, devlet desteği ile insan kaynağı oluşturma politikası çok önemli bir adım olmuştur.

Araştırmanın pazarlanması: Araştırma ürünlerinin pazara sürülmesi de devlet tarafından desteklenmektedir. Araştırmanın ürüne dönüşümünde iki yol olabilir. Birincisi, yerli teknolojiyi kullanarak biyoteknoloji şirketi kurmadır. Araştırmanın ticari ürüne dönmesi konusunda, 863 Programı, kamu ve özel işbirlikliği ve bunun devlet tarafından desteklenmesini vurgulamıştır. Örneğin, 1986’da Biocentury firması ‘Bt geni’ni bulmuştur ve bu gen pirinç üretiminde kullanılmaktadır. İkinci yol, ortak girişimler ile pazara girmektir. Örneğin, Dünya’daki en büyük zirai biyoteknoloji firması olan Monsanto bölgesel tohum firmaları ile ortaklıklar kurmuştur. Ancak, yabancı teknolojiye bağlılığın doğuracağı risklere karşı Çin hükümeti bu tür çok uluslu firmaları kontrol etmektedir. Yönetim, servis alanlarına giriş, yatırım boyutu ve paylaşımı, ve prosedürlerin onayı konularında kısıtlamalar yapmaktadır. Örneğin, lokal tohum firmalarını koruyabilmek amacıyla, devlet belli bölgelerde bulunan tohumların diğer bölgelere satışını kısıtlamış veya yasaklamıştır.

Teknoparkların oluşturulması: Çin’de Teknoparkların kurulması, Ar-Ge aktivitelerinin buralarda yapılmasını sağlamıştır. ‘İleri ve yeni teknoloji geliştirme bölgeleri’ olarak belirlenen bölgelerde teknoparklar kümelenmiştir. Ülkede ulusal düzeyde 53 bölge bulunmaktadır. Yatırımlar, ülkenin ekonomik düzeyi ile paralellik gösteren kıyı şeridi boyuncadır. Beijing, Jiangsu, Sangay, Guangdong, gibi bölgeler bu yatırımların yapıldığı yerlerdir. İç kısımlarda da Chengdu, Chongqing, Wuhan bölgeleri araştırma ve inovasyon konusunda öne çıkan alanlardır. Beijing’de kurulan Zhongguancun Bilim Parkı, araştırmanın ticarileşmesi yönünde de işletme içermekte ve burada bulunan yedi biyoteknoloji araştırma enstitüsü, çok uluslu yabancı yatırımcılara Ar-Ge lerini Çin’de kurmaları konusunda cazip gelmektedir. Özellikle Beijing, Shanghai, Guangzhou ve Shenzhen, üç ana merkez olarak biyoteknoloji konusunda öne çıkmaktadır. Shenzhen’de bulunan SiBono, Dünya’daki ilk gen terapi ilacını geliştirmiştir.

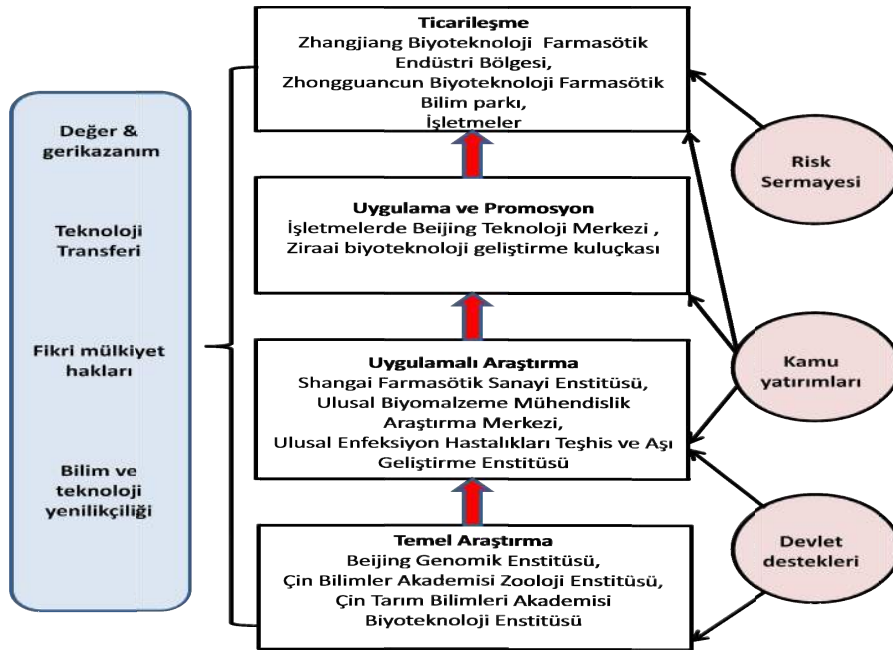
Beijing’in gücü, akademi ve üniversitelerinin çok sayıda olmasından gelmektedir. Çin Bilim Akademisi, Çin Medikal Bilim Akademisi, Çin Geleneksel Tıp Akademisi, Beijing Üniversitesi, Tsinghua Üniversitesi, Çin Ziraat Üniversitesi bunlardan sadece bir kaçıdır. Shanghai’nın gücü, Nature, Science, Cell gibi çok iyi dergilerde yayın yapan araştırma enstitüleri ve üniversitelerden

gelmektedir. Guangzhou güney Çin’de medikal araştırmalar alanında çok ileridir, Baiyun ve Guangzhou Pharmaceuticals gibi yerel ecza firmaları bulunmaktadır. Biyoteknoloji bilim parklarının kurulmasında yerel belediyelerin rolü kritiktir. Çin’de, Ar-Ge parkı olarak bilinen bu bölgelerin üretim ve kazanç değerleri Tablo 5’te verilmiştir. Çin’deki biyoteknoloji inovasyon sistemi Şekil 6’da şematik olarak gösterilmiştir.

Merkezzler	Üretim değeri (milyar Çin Yuanı)	Kazanç (milyar Çin Yuanı)
Beijing	19.2	2.8
Shanghai	29.3	2.7
Guangzhou	22.5	4.7
Shenzhen	26.6	2.3
Changsha	24.2	2.6
Chengdu	35.1	3.7

Tablo 5. Çin’deki Bazı Önemli Biyo-Endüstri Merkezleri

Kaynak: National Development and Reform Commission, High-Tech Industry Department (NDRC-HID), 2007



Şekil 6. Biyoteknoloji alanında yenilikçilik sistemi

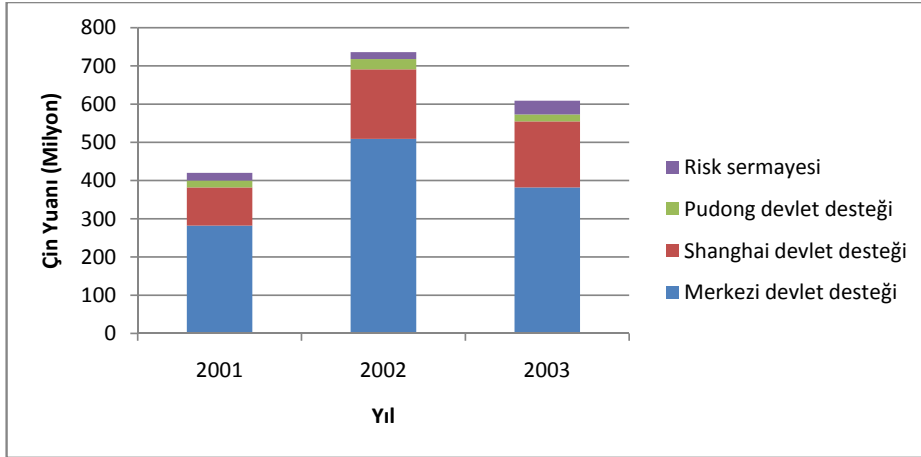
Mali ayarlamalar, insan kaynakları, proje onayı, alan tahsisi, yabancı kapital çekimi, kültürel aktivitelerin oluşturulması gibi pek çok konuda yerel belediyeler destek vermektedir. Burada amaç, şehrin kapasitesini ‘birinci sınıf bilim parkı’ yapımında kullanmaktır. Tüm destek devlet tarafından geldiği için, belli konularda, araştırma geliştirme ve sanayi arasında çok güçlü bağlar kurulamamaktadır. Toplumda, Ar-Ge’nin etkisi veya ürüne dönüşümde yayılması zayıf kalabilmektedir. Dolayısıyla, araştırma ve endüstri arasında bağların güçlendirilmesi konusunda adımlar atılmaktadır. Örneğin Fudan Zhangjiang, Fudan Üniversitesinin bir firmasıdır. Üniversite, araştırmacı ve teknoloji koymuş, bölgesel yönetim araştırma sonuçlarının ürüne dönmesi için kapital koymuştur.

Ulusal Ar-Ge Gelişimi: Devletin inovasyona verdiği önem ve yapacağı politikalar Ar-Ge'nin yönünü belirler. Çin'de, araştırma birimlerinin hemen hemen hepsi, enstitüler ve firmalar arasında olması gereken yatay etkileşimlerden ziyade devlet ile dikey etkileşim içindedir. Özel yatırımcı hiç risk almamaktadır. Araştırma enstitüleri, ürünlerini pazara sürebilmek için, bulundukları teknoparkların dışında ortak bulmak zorunda kalabilmektedir. Bir kaç örnek dışında, üniversiteleri, firmaları, araştırma enstitülerini bir yerde toplamak ve bir araya koymak, otomatik olarak büyük bir etki oluşturmamıştır. Başarı için, kuruluşların arasında, inovasyon politikaları ile desteklenen çok sıkı bağ oluşmalı, ve Ar-Ge sonuçları pazara sunulabilmelidir.

Çin'de Devlet Destekli Model Uygulamasında Karşılaşılan Kısıtlayıcı Faktörler

- Ar-Ge Konusunda Zayıf Yönler:

Devlet destekli Ar-Ge modelinde ve özellikle biyoteknoloji konusunda desteklenen husus 'buluş' kısmı olmakta, ancak üretim zincirini oluşturma ve pazara çıkma kısmı yeterli desteği bulamamaktadır. Teknolojide güçlülük otomatik olarak sanayide güçlülüğü getirmemektedir. Çin'in gereksinimi yabancı patentlerden azami faydalanarak üretim gücünü artırmasıdır. Özellikle ilaç sektöründe yeni bir ilaç geliştirmek için yatırımcı kapitali bulmak çok zordur. 2002 yılında, Şangay'da tüm yatırımcı kapitalinin ancak %20'si biyoteknoloji alanında olmuştur. Girişimciler, biyoteknolojik ilaç üretimine yatırım yapmak konusunda çok çekimser olmaktadır. 2007 yılına kadar, girişimci yatırımları ile üretilen tek ürün rhEGF (Shenzhen Watsin Genetech Co.) olmuştur. Çin'de, Amerikada'ki Genentech ve Amgen gibi öncü bayrak firmalar yoktur, onun yerine çok sayıda küçük teşebbüs bulunmaktadır. Çin'de 20-30 milyon hepatit B ve hepatit C hastası bulunduğu ve dolayısıyla ilaç konusunda Çin pazarının potansiyelinin büyük olduğu bilinmektedir. Ayrıca firmalar yatırım için yaptıkları yüksek giderleri ilaç fiyatlarını da yüksek tutarak karşılamaktadırlar. Şekil 7, Zhangjiang High-tech Park için esas desteğin devletten geldiğini, girişimci firmaların destek payının çok küçük olduğunu göstermektedir.



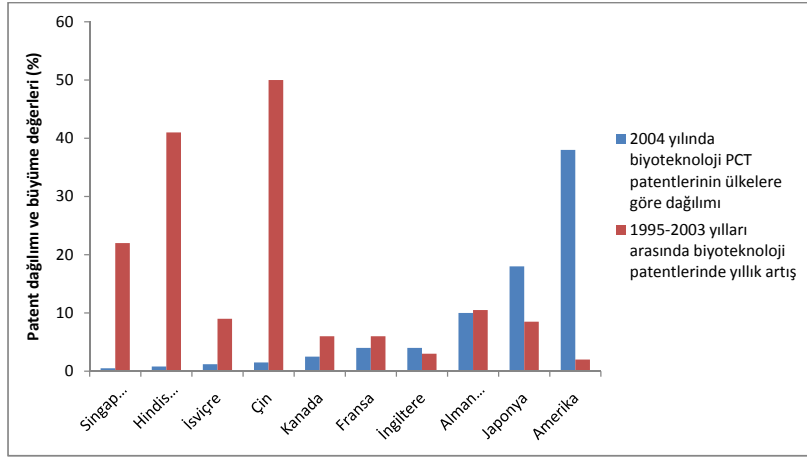
Şekil 7. Zhangjiang High-Tech Park destekleri

Devlet destekli model, Çin'de insan kaynakları potansiyelini tam olarak ortaya çıkaramamış ve iş gücü ücretleri avantajını tam olarak faydaya döndürememiştir. Ucuz iş gücü ve çok iyi bilim insanların varlığı bilimsel ilerlemelere katkı yapıyorsa da, biyoteknoloji alanında Çin'de halen 'yetenek' gereksinimi vardır. Araştırmacıların, yatırımcıları cezbedilmesi, araştırma alanlarını yönlendirebilmesi, araştırma programlarını değerlendirebilmesi gerekir. Çin, 'yetenek havuzu'nu büyütebilmek amacıyla yurt dışından Çin'li uzmanların dönüşünü destekleyen programlar baş-

latmıştır. Yine de, yetişmiş elemanların çoğu araştırmacı ve bilim insanıdır. Programların, sanayi yönlü olması, ürün ve pazarlama basamaklarına da destek vermesi gerekmektedir.

- **Fikri Mülkiyet Haklarında Zayıf Yönler:**

Bir ülkenin inovasyon konusunda yerini patent istatistikleri verir. Ekonomi işbirliği ve organizasyonu (OECD) istatistiklerine göre, 2004 yılında biyoteknoloji konusunda en çok patent Amerika (%39), Japonya (%18) ve Almanya (%10)'dan olmuştur. Çin sadece %1.4 değerindedir. Ancak, 1995-2003 yılları arasında, biyoteknoloji patentlerinde en hızlı artışı %50 ile Çin göstermiştir (Şekil 8). Amerika'nın artışı %2.4'tür. Çin'deki patentlerin çoğunun sahibi yabancı firmalar veya yabancı ortaklı olan buluşçulardır. Çin'deki patentlerin %50'si yabancıdır.



Şekil 8. Biyoteknoloji patentlerinde ülkelerin payları ve artış hızları

Çin'de, biyoteknoloji alanında, bir taraftan çok büyük gelişmeler yaşanırken diğer taraftan yerli Ar-Ge kapasitesinde de eksiklikler olduğu görünmektedir. Devlet desteğinin büyüklüğüne karşın, biyoteknolojideki buluşların yarısının sahibi yabancılardır. Bu da desteklerin, inovasyona geçişten ziyade temel araştırmada olduğunu göstermektedir.

Girişimciler de, devlet desteğinin %60'ını almış olmalarına rağmen, bunu teknoloji geliştirmek yerine teknolojiyi satın almaya yönlendirmişlerdir. Desteklerin büyük kısmı, fiziksel mekanların, bilim parkları ve bilim kuşakların oluşturulmasına harcanmıştır. Uluslararası kurumlar, Çin'de bulunan güçlü bilgi birikimini ve ucuz iş gücünü kullanarak yeni teknolojilerin gelişmesinde çok daha başarılı olmaktadır. Çin'de fikri mülkiyet hakları (IPR) regülasyonlarının tam kesinleşmemiş olması, Uluslararası firmaların Çin'de büyük yatırımlar yapmasına engel olmaktadır. Ancak, 2001'de Dünya Ticaret Örgütü (WTO)'ne katıldıktan sonra Çin, IPR regülasyonları konusunda daha dikkatli olmaktadır.

Biyoteknoloji Gelişimi:

Çin'deki devlet destekli Biyoteknoloji Ag-Ge modeli statik değildir. Desteklerdeki sınırlamalar, firmaları devlet kaynakları dışında da destek bulmaları için zorlamaktadır. Çin'de, üstün becerideki bilim insanlarına verilen ücretlerin Amerika'ya göre 5-10 kat ucuz olması, her türlü cihaz ve aletin bulunduğu araştırma merkezlerinin bulunması, ve pahalı klinik deneylere gereksinim duyan hasta sayısının çok olması gibi nedenlerden dolayı, uluslararası biyofarmasötik firmaları Çin'i kendi laboratuvar araştırmaları için baz olarak kullanmaya başlamıştır.

Çin'de biyoteknoloji modelinde üç yeni değişim aşağıdaki gibi açıklanabilir:

- 1) Çin'deki araştırma enstitüleri yabancı farmasötik firmalar ile, lisans firmada olarak, ilaç gelişimi konusunda ortak çalışmalara başlamışlardır. Çin biyoteknoloji firmaları, klinikte kullanılmak üzere yeni aday ilaç bileşimleri geliştirme konusunda uzmandır. Genellikle teknolojinin odağı, gen terapi ve antikor gelişimi ile geleneksel Çin tıbbi odaklıdır. İlaç buluşlarında, geleneksel Çin tıbbında kullanılan aktif bileşimlerden yola çıkılmaktadır.

Çin nüfusunun çok büyük olması, geliştirdikleri ilaçları denemeleri konusunda yabancı firmalara cazip gelmektedir. Fransız 'Hybrigenics' ilaç firması, 'Shanghai Malzeme ve İlaç Enstitüsü' ile yaptığı anlaşmada, Enstitüde yapılan ilaçlarının taramasını yapmak üzere ortak bir proje imzalamıştır. Amerikan 'Cephalon' firması, 'Beijing Med-Pharma'da bulunan araştırma birimi ile, ağrı giderici 'Fentora' ilacının Çin'de denemesi konusunda anlaşma yapmıştır. Prizer, Glaxo Smith Kline, Novartis, Roche, Merk gibi büyük firmalar da, Çin'de araştırma merkezlerini kurmuşlardır. Pek çok firma, Çin'de sağlık alanında bulunan firmalar ile ortaklıklar kurmuştur. Dünya firmalarının Çin'e gelmesi, biyoteknoloji konusunda hem bilgi hem de maddi destek açısından önemlidir. Ayrıca, buralarda çalışan Çin'liler de ticarileşme ve pazarlaşma konularında edindikleri tecrübeler ile insan kaynaklarının kapasitesinin gelişimine katkı sağlamaktadır.

- 2) Biyoteknoloji sektöründe diğer bir strateji, birleşme ve satın almadır. Uluslararası biyotek firmaları ile ortaklığa giren Çin firmaları, onlara, çok ucuza, yüksek bilgi düzeyli ve maharetli servis sağlamaktadır ve bu sonunda şirketler satın alma veya birleşmeye gidebilir. 2004 yılında Invitrogen firması, Çin'deki hizmet kapasitesini idare etmek ve yaymak amacıyla, Şangay'daki BioAsia firmasını satın almıştır. Çin'de bulunan bazı firmalar Dünya'ya açılmıştır. Örneğin, Beijing Genomics Enstitüsü, tüm Dünya'ya 'gen sıralaması' sağlamaktadır. Pek çok firma, biyolojik sarf malzemeleri, kimyasallar ve cihazlar konusunda tüm Dünya'ya hizmet vermektedir. Bazı firmalar, ileri teknoloji cihazları ve yazılımları üretmektedir.
- 3) Biyoteknoloji sektöründe üçüncü strateji, Çin'in dünya firmalarına üretim merkezi olmasıdır. Devlet, 2005 yılına kadar geçen zamanda, 130 biyofarmasötik firmaya 'İyi Üretim Uygulamaları' (GMP) sertifikası vermiş ve 20 civarında biyofarmasötik malzemeyi de onaylamıştır. Çin'deki biyofarmasötik üreticiler, fazla üretim ve ucuz fiyat ile, uluslararası firmalar için iyi ortak görünmektedir. Kanada'lı Dragon firması ve İngiliz GeneMedix Plc. Firması, Çin'de üretim merkezlerini kurmuştur. Ancak, Avrupa ve Amerika pazarlarına giriş kuralları çok sıkıdır. Dolayısıyla, ihracata yönelik iş modeli kurmak halen güçtür. Çin, tekstil ve elektronikte gösterdiği başarılı ihracatı, biyotek sanayi için henüz gösterememektedir.

Ar-Ge Modellerinin Karşılaştırılması:

Ar-Ge için verilen maddi destek, yatırım, üretim, ortaklıklar ve çevre açısından, Amerika, İngiltere ve Çin karşılaştırması Tablo 6'da belirtilmektedir. Amerika ve İngiltere modelleri benzerlikler içermektedir. Dolayısıyla, Amerika ve Çin'e bakarsak, Amerika'daki biyoteknoloji firmaları, yeni bir buluş veya keşif olan spesifik teknolojiye yatırım yapar. Yatırımcı kapitalini çekebilmenin yolu, pazara sürülebilecek bir ürün çıkarmaktır. Pazara sürmeden önce yapılacak olan klinik testler çok büyük maddi destek ister. Bu basamakta, bazı firmalar çok daha büyük devletlerce satın alınır, bazıları ise ortadan kaybolur. Amerika'daki pazar ağlarının iyiliği ve bankaların verdiği borç krediler, Amerika'yı biyoteknoloji alanında bir numaralı oyuncu yapmıştır.

Ülke	ABD	İngiltere	Çin
Maddi destek	NIH, İş melekleri, girişimci kapital, borsa, borç finansmanı	İş melekleri, girişimci kapital, borsa	Devlet desteği, devlet destekli yatırımcı
Ar-Ge Yatırımı (milyar ABD doları)	28.36 (2004 yılında)	2.11 (2004 yılında)	1.8 (2000-2005 arası)
Satış Hacmi (milyar ABD doları)	56.18	6.02	2.40
Ar-Ge yönetimi	NIH, NSF, Vakıflar	BBSRC, DTI, WT	MOST, NSFC
Ar-Ge performansı	Üniversiteler, araştırma enstitüleri ve şirketler	Üniversiteler, şirketler ve az sayıda araştırma enstitüleri	Üniversiteler, araştırma enstitüleri ve şirketler
Ar-Ge işbirlik-teliği	Çok güçlü, ortak araştırma, ortak patent, ve ortak yayın	Ortak araştırma, ortak patent, ve ortak yayın	Üniversite ve şirketler arası zayıf iletişim
Şirket boyutları	Amgen ve Genentech gibi etkin bir kaç çok büyük şirket	KOBİ'ler	Biocentury, Sinov, Sunway gibi bazı biyoteknoloji firmaları
Ar-Ge çevresi	Üniversiteler, fazla sayıda kümeler, ve biyoteknoloji parkları	Üniversiteler, kümeler, ve az sayıda biyoteknoloji parkları	Üniversiteler ve Shanghai gibi biyoteknoloji parkları
Vizyon	Biyoteknoloji alanında Dünya'da bir numara olmak	Biyoteknoloji alanında AB içinde bir numara olmak	2020 de Dünya'da ilk 5 içinde olmak
Güçlü Yönler	Esnek finans sistemi, etkin girişimcilik	Güçlü bilim temeli, bölgesel idare destekleri	Devlet desteği, ucuz yetkin işgücü
Sınırlı Yönler	Çok esnek finans piyasası	Orta düzey girişimcilik bilinci, büyük biotek firmalarının eksikliği	Yetersiz finans sistemi, yönetici eksikliği, yetersiz fikri mülkiyet kuralları
NIH: National Institutes of Health; NSF: National Science Foundation; BBSRC: Biotechnology and Biological Sciences Research Council; DTI: Department of Trade and Industry; WT: Wellcome Trust; MOST: Chinese Ministry of Science & Technology; NSFC: National Science Foundation of China; KOBİ: Küçük ve Orta Büyüklükte İşletmeler.			

Tablo 6. Amerika, İngiltere ve Çin Biyoteknoloji sektörünün karşılaştırılması

Çin'de, biyoteknoloji, üniversiteler ve araştırma enstitülerinde başlamış veya yurda dönüş yapan araştırmacılar ile gelişmiştir. Bazı buluşlar ithal edilmiş veya satın alınmış, veya firmanın teknolojik payı olarak kabul edilmiştir. İlk maddi destek 'Devlet destekli araştırma programları'ndan gelmiştir. Yeni kurulan firmalar için 'kuluçka destekleri'de bulunmaktadır. Devlet kuluçka firmaları teşvik etmektedir. Teknoloji test edildikten sonra onay, lisanslama, fikri mülkiyet hakları, ve patentleme gündeme gelir. Bundan sonrası üretim basamağına geçiştir. Fakat Çin'de bunu alıp üretecek yerli fimasötik firma sayısı çok azdır. Yabancı üreticilerin alması için de uluslararası patentleme yeterli değildir. Borsa yeni başlamıştır, ve Borsa'da yatırımcılar da, biyoteknoloji gibi risk faktörü yüksek ve dönüşü uzun süreli olan alanlar yerine, düşük riskli ve kısa sürede dönüşü

olan sektörleri tercih etmektedir. Desteklerin sürdürülebilir olmaması ve Ar-Ge'nin küreselleşmesi, Çin biyoteknolojisini, yabancı şirketler için çalışmaya ve onlara hizmet vermeye yoluna itmiştir.

Tablo 7, girişimci, işbirliği, ve Kamu Geliştirici olan üç model için Çin biyoteknolojisini karşılaştırmaktadır. Girişimci modelde pazarlama çok yüksektir ancak devlet kontrolü altındadır. Yurtdışından, cazip tekliflerle, yetenekleri cezbetmeye çalışır. Teknoloji, özel firmalar veya alt taşeron firmalar ile pazara çıkmaktadır. Ancak, uzun süreli bilim ve teknoloji planları devlet tarafından formüle edilir. Dolayısıyla pazar odaklı liberal model ile uyumlu değildir. Kamu Geliştirici modelde de, desteğin çok büyük kısmı devletten gelmektedir ve toplum için uygun rasyonel plan kullanır. İşbirliği modelinde Çin, daha az düzenlidir ve iş kuruluşlarından fazla etkilenmez. Ancak, bölgesel idareler, teknoparkların kurulmasına mekan, maddi destek ve yapılaşma yardımı sağlayarak yardım ederler. Çin modelinde, firmalar ve bankalar arasında sürdürülebilir bağlar, sanayi kuruluşları arasında yatay bağlar, ve üniversite sanayi arasında geçişli bağlar zayıftır. Bu bakımlardan, risk paylaşma ve güven temelli ortaklıklar oluşmamaktadır. Kamu Geliştirici model olarak bakıldığında da, destek devletten gelmektedir, ve bankalar risk almaktan biyotek firmalarına yatırım yapmaktan çekinmektedir.

Model	Teoretik Durum	Çin'deki Durum
Girişimci Model	- Liberal pazarın güçlü etkisi - Esnek iş gücü pazarı - Özel mülkiyet - Dış kaynak ve taşeron kullanımı	- Ekonominin Devlet yönetiminde pazara açılımı - Yüksek maaş ve pay vererek yetenek avı - Özel biyoteknoloji firmalarının pazara girişi - Sözleşmeli araştırma kurumları
İşbirliği Modeli	- Düzenlenli ve kurallı piyasa - İleri Tekn. Parkların oluşumunda etkin iş ortaklıkları ve Ticaret odası varlığı - Risk paylaşımı - Üniversite, Kamu araştırma birimleri ve Sanayi arası güçlü işbirliği	- Daha az düzenli piyasa - İleri Tekn. Parkların oluşumunda bölgesel idarelerin etkisi - Devletin risk yüklenmesi - Üniversite ve Kamu arasında güçlü fakat Sanayi ile yatay ve zayıf işbirliği
K a m u Geliştirici model	- Rasyonel ve mantıklı planlama - Devlet ve Devlet Bankaları destekli kapital - Devlet kontrollü mülkiyet	- Strateji oluşturmada Devletin etkinliği - Bilim ve Tekn. programlarında etkin Devlet desteği - Etkin olmayan Kamu mülkiyeti

Tablo 7. Çin'de Biyoteknolojinin Teorik Gelişim Modelleri ile Uyumluluğu

Çin modelinin hibrid olduğu söylenebilir. Kamu Geliştirici model benzeri olarak 'devlet destekli' bir modeldir. Devlet aynı zamanda iş gücü hareketliliğini de desteklemektedir. Küçük biyotek firmaları birleşme yoluna gitmektedir. Genelde, üniversite ve sanayi arasındaki bağlar zayıftır, ve çok güçlü iş kuruluşları ve yerel pazarlama organizasyonları azdır. Buna karşın belli bölgelerde biyoteknoloji odakları bulunmaktadır. Bunlarda bazılarını aşağıda sayabiliriz.

- 1) Shenzhen Ekonomi Kuşağı: Hong Kong yakınlarında 1980'lerde kurulmuş ve ihracat yapacak derecede hızla büyümüştür. Risk alan girişimciler, esnek ucuz iş gücü, ve esnek

kuralları nedeniyle 1990'larda geri dönen araştırmacılarca özellikle tercih edilmiştir. Bilhassa Amerika'dan dönen uzmanlar buralara teknolojiye getirmişlerdir. Geri dönenlere, kendi firmalarını kurmaları için destek, yüksek maaş, vergi muafiyeti ve şirketlerden pay gibi avantajlar sağlanmıştır. Shenzhen teknolojisi pazara yöneliktir. Bölgesel idare, Shenzhen'de yeterli üniversite olmadığını görüp, üst düzey üniversiteleri araştırma enstitülerini Shenzhen'de kurmaları için davet etmektedir. Teknoloji, Shenzhen'e hem dışardan hem de içeriden Beijing ve Şangay gibi büyük şehirlerden gelmektedir.

- 2) Shanghai Zhangjiang Biyotek Odağı: Şangay belediyesi tarafından kurulmuştur. Devlet, Beijing'den 'Çin İnsan Genom Merkezi'nin ve Şangay'dan 'Çin Tıp Üniversitesi'nin bu bölgeye kurulmasını sağlamıştır. 2007'ye kadar 30 araştırma enstitüsü, 10 yabancı Ar-Ge merkezi ve 265 küçük ve orta boy işletme (KOBİ) kurulmuştur. Devlet desteklerinin sürdürülebilir olmaması sonucu pek çok yerli kuruluş yabancı firmalar ile anlaşmıştır. Bu kuruluşlar, araştırmalarını, yabancı ortaklığı ile, ucuz emek ve çok hasta avantajını kullanarak yapmaktadır. 2006 yılında Şangay, maddi gereksinimi görerek, özellikle yeni kuruluşlar için, yatırımcıların desteklerini almıştır. Bu fon, 2.5 milyon dolar desteği amaçlamıştır. Bu şekilde, ileri teknoloji yatırımı amaçlanarak, kamu ve özel sektör arasında risk paylaşımı uygulanmıştır.
- 3) Beijing Bilim Parkı: Beijing, çok iyi üniversitelerde bulunan zengin insan kaynakları, kuvvetli bilim temeli, maddi destekler ve idarenin teşvikinden yararlanmaktadır. 1985'teki 'Bilim ve Teknoloji' reformundan sonra, teknolojik girişimler başlamıştır. Kuruluşların çoğu, teşebbüscülerin kuluçka (spin off) firmasıdır. Araştırma enstitüleri ve kuluçka firmalar arasında bağlantı vardır, ancak araştırma teknolojisinin satışa geçişi zayıftır. Bazı özel kuruluşlar, üniversite veya enstitülerden gelen bir grup bilim adamına aittir. Araştırma çok iyi olduğu halde yatırımcılık, yönetim ve pazarlama tarafı zayıftır. Biyoteknoloji pazarlaması, bilimsel, klinik, finans, hukuksal, üretim, pazarlama, ve yönetim konuları gibi çok farklı alanlarda yetenekli kişilere gereksinim duyar.

Özet olarak, Çin devleti biyoteknoloji alanını öncül alan olarak seçmiş ve bu konuda yapılan Ar-Ge'ye destek vermiştir. Yeni kurulan firmalar için başlangıç fonları vardır. Ucuz iş gücü ayrı bir avantajdır. Ancak, verilen destekler, araştırmanın pazara geçişi için yeterli olamamaktadır. Ayrıca, pazarlama ve yönetim konularında yetişkin eleman kıtlığı vardır. Belki de en büyük eksik, biyoteknolojinin pazara geçmesini sağlayabilecek beceride büyük farmasötik şirketlerin olmamasıdır. Biyoteknoloji halen başlangıç dönemindedir ancak çok hızla ilerlemektedir. Çin'de biyoteknolojik metodlarla üretilen yeni ilaçlar çok daha ekonomik olmaktadır. Ancak, yurt dışı pazara geçişte, onay, lisans, ve patent durumlarında sorun çıkabilmektedir.

Çinde bulunan belli başlı İleri-Teknoloji bölgeleri harita üzerinde belirtilmiştir (Şekil 9)



KAYNAKLAR:

- 1) Zhang, F., Cooke, P. and Wu, F. State-sponsored Research and Development: A Case Study of China's Biotechnology, Regional Studies, Vol. 45.5, pp. 575–595, 2011
- 2) Wang, K., Zhu, L., Hong, J. and Marinova, D. 'Analysis on the evolution and governance of the biotechnology industry of China' in: MODSIM07 - Land, Water and Environmental Management: Integrated Systems for Sustainability, Christchurch, 10-13 December 2007,
http://www.mssanz.org.au/MODSIM07/papers/48_s41/AnalysisOns41_Wang_.pdf
- 3) Festel, G. 'Biotechnology in China', Journal of international biotechnology law, JIBL 4: 127-30, 2007
- 4) Qing Vicky Xia, Analysis of Future Directions and Growth of Biotechnology in China, www.asiabiochem.com, Volume 12 > Number 14 > p:1-6, 2008
- 5) Li Zhe and Zhu Xinghua, CHINA'S BIOTECHNOLOGY INDUSTRY BARRIERS TO OVERCOME AND OPPORTUNITIES TO EXPLOIT, TECH MONITOR, Mar-Apr 2011
- 6) Chen, Y. and Ely, A. (2011) Health Biotechnology Innovation for Social Sustainability - A Perspective from China, STEPS Working Paper 47, Brighton: STEPS Centre Health Biotechnology Innovation for Social Sustainability - A Perspective from China
- 7) Yijian Tang, Biotechnology in China, A Guide to the Chinese Biotechnology Industry, 2004

KISALTMALAR:

863 plan: Hi-Tech Research and Development Program of China	863 Planı: Çin'in İleri Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Planı
973 Plan: National Basic Research Program of China	973 Planı: Çin Ulusal Temel Araştırma Planı
CAS: Chinese Academy of Sciences	ÇBA: Çin Bilim Akademisi
CDC: Center for Disease Control	HKM: Hastalık Kontrol Merkezi
CNCBD: Chinese National Center for Biotechnology Development	ÇUBGM: Çin Ulusal Biyoteknoloji Geliştirme Merkezi
CNRRI: China National Rice Research Institute	ÇUPAE: Çin Ulusal Pirinç Araştırma Enstitüsü
MOH: Ministry of Health of China	SB: Çin Sağlık Bakanlığı
MOST: Chinese Ministry of Science & Technology	BTB: Çin Bilim ve Teknoloji Bakanlığı
NNSFC: National Natural Science Foundation of China	ÇUDBV: Çin Ulusal Doğal Bilimler Vakfı
SFDA: State Food and Drug Administration	DĞİD: Devlet Gıda ve İlaç Dairesi

Bölüm-2

Kısım-3 İrlanda Biyoteknoloji İnovasyon Sistemi

Dr. A. Hakan ÖZDEMİR

Seda ÖLMEZ ÇAKAR

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
TTGV

BİYOTEKNOLOJİ İNOVASYON SİSTEMİ

1. GİRİŞ

Biyoteknoloji, İrlanda Hükümeti tarafından İrlanda ekonomisinin gelecekteki başarısında hayati öneme sahip ekonomik alanlardan biri olarak değerlendirilmektedir. İrlanda, devlet politikası olarak halen üretime dayalı ve küresel rekabete çok açık olan biyoteknoloji sektöründe sağlanan gelişmeleri, Ar-Ge ve stratejik ticarileştirme yeteneği ile kalıcı bir üstünlüğe dönüştürme stratejisini benimsemiş ve uygulamaya dönüştürmüştür. Özellikle ilaç, sağlık, gıda ve tarım sektörlerinde güçlü ve sürdürülebilir bir biyoteknoloji yapısı kurarak küresel bir oyuncu olmayı amaçlamaktadır.

İrlanda, küresel ilaç endüstrisi için önemli bir bölgedir. Dünyanın en büyük 15 ilaç firmasından 13'ünün önemli yatırımlar yapmaları sonucu İrlanda ilaç endüstrisi 2000'lerin başında dünyanın büyük ilaç ihracatçılarından biri konumuna gelmiştir. 2002 yılında 34 Milyar Avro'luk bitmiş ve ara ürünün dünya pazarına satıldığı bilinmektedir. 2006 yılında, dünyada en çok satılan 10 ilacın 6'sı, toplamda en çok satılan 25 ilacın 12'si İrlanda'da üretilmiştir. Yine bu yıllarda dünyanın önde gelen 25 medikal firmasının 15'ini ülkeye çeken İrlanda'da medikal cihazlar sektörü yıllık 4 Milyar Avro'un üzerinde cirosu ile 110 firmada 22.000 çalışan ve % 10 civarında yıllık büyüme hızına ulaşarak bu yönüyle Minnesota ve Massachusetts'teki en büyük biyomedikal kümeleri ile boy ölçüşebilir özellik kazanmıştır.

İrlanda'nın biyoteknoloji çabaları, biyomedikal ve biyoteknoloji firmalarının yoğun olduğu bölgelerde, sağlık bilimleri ve mühendislik fakültelerinin eğitim kalitesini artırma, yeni bölümler açma faaliyetlerinin yanı sıra, bilimsel araştırmaların ticarileşmesini sağlayacak, yeni kurulacak ve mevcut genç biyoteknoloji firmalarını destekleyecek kurumlar ve destek programları üzerine yoğunlaşmış bir şekilde sistemli bir gelişme yakalamıştır.

Her ne kadar ülke, Avrupa'daki son yıllardaki krizden oldukça fazla etkilenmiş ve zora girmiş olsa da özellikle 1987-2007 arasındaki bir dönemde biyoteknoloji alanında gerçekleştirilen stratejik yaklaşım ve buna bağlı büyük atılımlar İrlanda biyoteknoloji politikalarının ve bunlara işlerlik kazandırma çabalarının incelenmesini önemli kılmaktadır. Çünkü bir inovasyon sistemi için pek de uzun sayılmayacak 15-20 yıl gibi bir sürede İrlanda hükümetinin tespit edilmiş olan ulusal öncelik ve hedeflere ulaşılabilmesi için yürüttüğü kararlı gelişim ve ülkedeki biyoteknoloji sektörünün son kriz öncesi ulaştığı aşama özellikle Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Stratejisi bakımından örnek oluşturmaktadır.

Bu çalışmada da Mayıs 2006'da yapılan bir gezi ile yakından inceleme fırsatı bulunan İrlanda Biyoteknoloji Sistemi'nin gelişiminin kısa öyküsü anlatılarak genel bir değerlendirmesi yapılmaya çalışılmıştır.

2. İRLANDA BİYOTEKNOLOJİ PROGRAMLARININ KISA TARİHÇESİ VE TEMEL ÖZELLİKLERİ

Biyoteknoloji sektörünün küresel düzeyde erken evreleri yaşadığı ve ağırlıklı olarak temel ve uygulamalı araştırma faaliyetlerine yoğunlaştığı 1980'ler ve 1990'ların başında bugün biyoteknoloji konusunda aşama kaydetmiş pek çok diğer ülke gibi, İrlanda da bu alanda dikkate alınan bir oyuncu değildi. O dönemlerde İrlanda ekonomisinin krizde olması, altyapının yetersizliği, vergilerin yüksekliği ve yatırım teşviklerinin olmaması, enflasyonun yüksekliği ve yüksek beyin göçü gibi nedenlerle hükümetin, biyoteknoloji gibi geleceğe yönelik bir sektöre kaynak aktararak yatırım yapması pek mümkün görünmüyordu.

1990'ların başında İrlanda'nın yaşadığı hızlı ekonomik gelişme ile girişimcilik teşvik edildi ve üretim sektöründe ülke tarihinde görülmemiş büyüme yaşandı. Yaşanan ilerlemeler ve AB fonlarının sağladığı imkânlar, İrlanda'nın geleceğe dönük stratejiler oluşturması için bir fırsat oluşturdu; gündem ve öncelikler, küresel seviyede rekabet edebilecek iddialı bir ekonominin geliştirilmesi için politika ve stratejilerin belirlenmesine odaklandı.

Biyoteknoloji politika ve stratejilerinin belirlenmesine yönelik girişimlerden ilki olarak, 1987 yılında yapılan Ulusal Biyoteknoloji Programı ile üniversitelerde ticarileşebilir biyoteknoloji araştırmalarının teşvik edilmesi ve desteklenmesi öngörülmüş, bu amaçla 1988 yılında İrlanda Biyo-araştırma Kurumu (BioResearch Ireland- BRI) kurulmuştur. Devlet ile üniversite arasında bir ortaklık şeklinde kurulan bu araştırma kurumu, mevcut biyoteknoloji projelerinin ticarileştirilmesi ve gerekli altyapının kurulması için araştırmalar yapmıştır. Ayrıca, üniversitelerin endüstriye yönelik bilgi üretmesi ve yeni firmaların kurulması için de çalışmalar yürütmüştür. Bu kurum Enterprise Ireland'ın çatısı altında faaliyetlerini sürdürmüştür.

İrlanda'da biyoteknoloji konusunda yatırım yapma fikrinin ortaya çıkmasının arkasındaki asıl dönüm noktası, geleceğe yönelik sanayi kalkınma planını yapılabilir hale getirmek için biyoteknoloji sektörünün stratejik bir girdi olması gerektiğini söyleyen ve 1996 yılında yayınlanan Forfas (Girişimcilik, Ticaret ve İstihdam Bakanlığı'nın altında faaliyet gösteren, girişimcilik, ticaret, bilim, teknoloji ve inovasyon konularında ulusal politika danışma kurulu) raporudur (Forfas 1996 – 21. yüzyılda İrlanda'daki Girişimler için Strateji)(1).

Bu raporun yayınlanmasının ardından 1990'ların sonlarında İrlanda hükümeti bir biyoteknoloji stratejisi geliştirmiştir. 1999 yılında yayınlanan İrlanda'nın Teknoloji Öngörü Raporu'nda(2) bu strateji bir miktar eleştiriye uğramış (bilim merkezlerine mali açıdan yeteri kadar destek aktarılmaması eleştirilmiş) ve mevcut ve yeni kurulacak şirketlerin Ar-Ge yeteneklerinin geliştirilmesi önerilerek biyoteknoloji sektörünün gelişimi için bir yol haritası çizilmiştir. Teknoloji Öngörü çalışmasında biyoteknoloji, ileri bilişim teknolojileri ve ileri üretim teknolojileri ülke için öncelikli üç teknoloji alanı olarak belirlenmiştir.

1999 yılında yayınlanan İrlanda Teknoloji Öngörü Raporunda, biyoendüstrinin İrlanda'da başarılı olması için, devlet, üniversite ve sanayi işbirliğinin çok güçlü olması gerektiği ifade edilmiştir. Yapılan diğer öneriler arasında:

- Önde gelen önemli araştırmaların desteklenmesi için kaliteli bir Ar-Ge programının geliştirilmesi,
- Yapılan araştırmaların ticarileşmesine odaklanılması,
- Yerel sanayinin gelişiminin ve yabancı yatırımcıların gelmesinin teşvik edilmesi,
- Gelişiminin başında olan biyoteknoloji şirketlerine yatırım yapmak amacıyla bir başlangıç sermayesi fonunun kurulması,
- Farkındalığı artırmak, bilginin yayılmasını sağlamak ve biyoteknoloji sektörüne yönelik güveni artırmak amacıyla iletişim stratejisinin geliştirilmesi

yer almaktadır.

İrlanda hükümeti, biyoteknoloji sektörünün gelişmesine engel olarak tespit edilmiş iki konu üzerinde yoğunlaşmıştır:

- a. Modern biyoteknoloji konusunda halkın kaygılarını gidermek (özellikle genetik mühendisliği konusunda),
- b. İrlanda'da uygun bir bilimsel temel oluşturmak (biyoteknoloji konusunda bilgilendirmek amacı ile çeşitli yayınlar hazırlanmış ve dağıtılmıştır).

Teknoloji Öngörü Raporu'nun bir sonucu ve Ulusal Kalkınma Planı'nın bir parçası olarak, İrlanda'nın Teknoloji Öngörü Fonu'nu idare etmek amacıyla 2000 yılında İrlanda Bilim Vakfı (SFI) kurulmuştur. Bilim ile uğraşan kişileri desteklemek, akademik araştırmaların ticarileşmesini sağlamak ve nitelikli işgücünün artmasında katkıda bulunmak amacıyla ödüller veren İrlanda Bilim Vakfı'na İrlanda hükümeti 2000-2006 yılları arasına araştırma ve geliştirme için toplam 648 Milyon Avro tutarında kaynak ayırmıştır. Sadece 2005 yılında SFI'nın biyoteknoloji için ayırdığı kaynak 170 Milyon Avro'dur. SFI'nın öncelikli olarak destek verdiği konular biyoteknoloji ile bilgi ve iletişim teknolojileridir.

Genel bir kalkınma planı olan ve Avrupa Birliği Yapısal Fonları'ndan faydalanmak amacıyla hazırlanan 2000-2006 Ulusal Kalkınma Planı (NDP), sağlık hizmetleri, konut, eğitim, ulaşım, kırsal kalkınma, su ve altyapı hizmetleri konularında yatırımlar yapmayı öngörmektedir. Plana göre kaynağın % 90'ı yerel fonlardan karşılanacak, geri kalan ise AB fonları tarafından desteklenecektir. Ulusal Kalkınma Planı'na göre, hükümet araştırma, teknolojik gelişim ve inovasyon için kullanılmak üzere toplam 2,5 Milyar Avro tutarında kaynak ayırmıştır. SFI da fonlarını bu kaynaktan almıştır. Planda ayrıca üniversitelerde araştırma yapılmasını sağlamak için bir program da yer almış ve bu programa ayrılan fon da Yüksek Eğitim Kurumu (HEA) tarafından yönetilmiştir.

2003 yılında yayınlanan "İrlanda'nın Bilgi Ekonomisini İnşa Etmek, 2010'a kadar Ar-Ge Yatırımlarını Teşvik Etmek için İrlanda'nın Hareket Planı" (3) raporunda hükümet tarafından İrlanda'da bilimsel temeli oluşturmak için yapılması gerekenler ortaya konmuştur. Bu raporda biyoteknoloji kümeleri kurmak için gereken ve halen var olan yetenekler arasında büyük farklar bulunduğu, özellikle üniversite seviyesinde bilim ile ilgili derslere ve bölümlere olan ilginin gittikçe azaldığı tespit edilmiştir. Raporda, üniversitelerin kamu kaynaklarını kullanmak yerine daha girişimci özellikler kazanmaları ve kendi kaynaklarını yaratmaları önerilmiş ve bu sayede nitelikli eleman arz/talebi arasındaki farkın kapatılabileceği ifade edilmiştir.

İrlanda biyoteknoloji sektörü, bu dönemde SFI, Enterprise Ireland, Yüksek Eğitim Kurumu (HEA), Sağlık ve Araştırma Kurulu ve Avrupa Birliği'nin sağladığı farklı programlardan dağıtılan toplam 1 Milyar Avro tutarındaki fondan yararlanmıştır. Fonların çoğunluğu, biyoteknoloji konusunda temel ve uygulamalı araştırma temelini oluşturulması için yatırım ve projelere harcanmıştır.

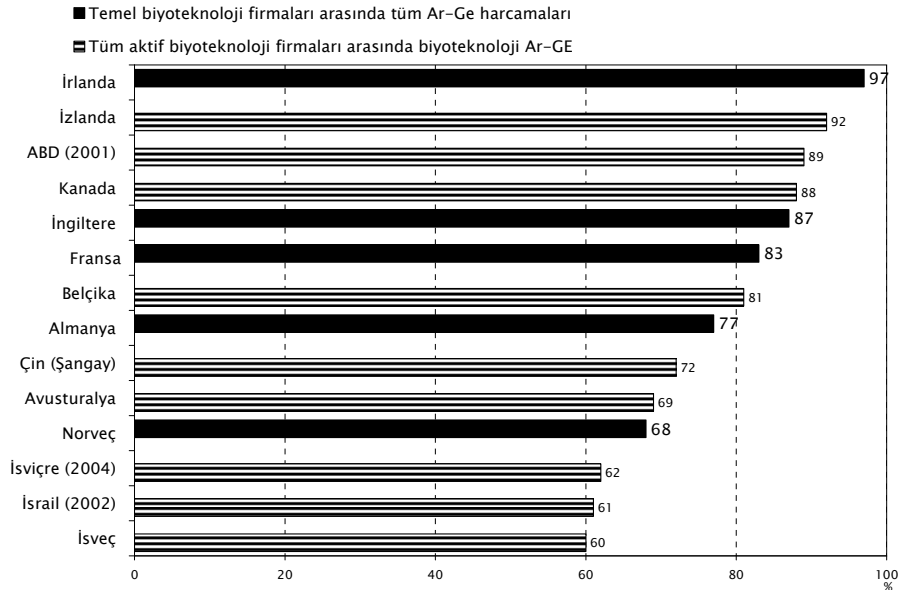
Biyoteknoloji sektörü, İrlanda'da risk sermayesi fonlarının yatırım yapmayı en fazla tercih ettikleri üç sektörden biri olsa da, 2003 yılı OECD verilerine göre İrlanda'da biyoteknoloji risk sermayesi yatırımları GSYİH'nin % 0,001'i seviyesinde kalmıştır. (Bu oran aynı yıl için lider ABD'de % 0,031, Kanada'da % 0,026 ve Danimarka'da % 0,024 seviyesinde gerçekleşmiştir.) 2001 yılından bu yana Enterprise Ireland'nin başlangıç ve risk sermayesi fonlarının desteklenmesi için kullandığı 133 Milyon Avro tutarındaki fonun % 19'u yaşam bilimlerinde yatırım yapacak fonlara tahsis edilmiştir. Enterprise Ireland'ın başlangıç ve risk sermayesi fonlarına yönelik programı, özel risk sermayesi fonlarına sermaye katkısı sağlamaktadır. Enterprise Ireland'ın sermayedar olduğu Seroba(4) ve Growcorp(5) biyoteknoloji fonları, uluslararası risk sermayesi şirketlerinin faaliyetlerini İrlanda'ya çekmekte etkin aktörler olmuşlardır⁴⁵. Seroba tarafından yönetilen ve ülkenin ilk yaşam

45 İrlanda'nın ilk girişim sermayesi fonu olan 'Biyoteknoloji ve Yaşam Bilimleri Fonu' Enterprise Ireland ve Seroba BioVentures ortaklığı ile kurulmuştur.

bilimlerine yönelik fonu olan İrlanda Biyobilim Risk Sermayesi Fonu (IBVCF) 20 Milyon Avro'luk bir kaynağı, özel bir risk sermayesi şirketi olan Growcorp ise Avrupa Biyobilim Fonu'nun da desteklediği biyoteknoloji sektörüne yönelik bir yatırım fonunu yönetmiştir. Başlangıç seviyesindeki şirketlere 1,27 Milyon Avro'ya kadar destek sağlayan Growcorp, ayrıca strateji optimizasyonu, fon bulma, takım kurma ve ticarileşme konularında da danışmanlık hizmeti vermiştir. İrlanda Risk Sermayesi Birliği (Irish Venture Capital Association) verilerine göre, yerel olarak yatırılan her 1 Milyon Avro, 2 Milyon Avro tutarında yabancı yatırımı tetiklemiştir (6).

Özetlemek gerekirse; İrlanda'nın bugünkü biyoteknoloji programlarının temeli 1987 yılında başlatılmış olan 'Ulusal Biyoteknoloji Programı'na dayanmaktadır. Bu tarihte başlatılmış olan biyoteknoloji atılımı, yıllar boyunca sistematik ve entegre bir ulusal program olarak devam ettirilmiş ve biyoteknoloji sektörü, İrlanda hükümeti tarafından gelişim ve yatırım için, ileri bilgi ve iletişim teknolojileri ve ileri üretim teknolojileri ile beraber öncelikli sektör olarak belirlenmiştir. 1996 yılında Forfas ve 1999 yılında İrlanda Teknoloji Öngörü Raporunda biyoteknoloji sektörünün gelişim yol haritasının çizilmesi ile stratejik hedeflerin somut programlara ve kurumsal organizasyonlara dönüştürülmesi süreci başlamıştır. Avrupa Birliği'nin yapısal fonlarının koordinasyon içinde kullanılabilmesi amacı ile hazırlanmış olan İrlanda Ulusal Kalkınma Planı (NDP) biyoteknoloji alanında yapılan çalışmalarda da bir ana plan işlevini görmüştür.

İrlanda barındırdığı önemli üretim kapasitesine rağmen araştırma sonucunda üretilen bilginin aktarımı ve ticarileşmesine dayalı olan biyoteknoloji sektöründe gelişimin erken aşamalarında sayılmaktadır. Nitekim, Ernst&Young'un 2002 yılındaki Global Biyoteknoloji Raporu (7) da İrlanda'yı dünya biyoteknoloji sektöründe 25. sıraya yerleştirmiştir. Ayrıca, 2003 yılında İrlanda'da da bulunan biyoteknoloji şirketlerinin toplam 972 Milyon ABD Doları olan satışları o yılki İngiltere'deki şirketlerin toplam 5.759 Milyon ABD Doları olan satışlarının yanında oldukça düşük seviyede



kalmıştır. Ancak, yine o dönemlerdeki OECD 2003 yılı verilerine göre İrlanda, sağlık uygulamalarında şirketlerin yaptıkları Ar-Ge yatırımlarında %97 ile birinci sırada yer almıştır. (Şekil-1).

Şekil 1: Biyoteknoloji Sağlık Uygulamaları Alanında 2003 Ar-Ge Yatırımları Yüzdesi

3. İRLANDA BİYOTEKNOLOJİ SEKTÖRÜ İNOVASYON SİSTEMİ

Biyoteknolojinin stratejik ticarileşmesinin desteklenmesi hedefi ile oluşturulmuş olan “İrlanda Biyoteknoloji İnovasyon Sistemi”, araştırma ve inovasyon değer süreçleri üzerinde farklı görevler yerine getiren değişik kurumların ortak ve koordinasyon içinde çalışması ile yürütülmüştür. Bu sistemde yer alan ve İrlanda’nın biyoteknoloji temel ve uygulama altyapısının ve kapasitesinin geliştirilmesi, gerekli projelerin desteklenmesi, biyoteknoloji araştırma sonuçlarının teknoloji transferi veya firmalaşma yolu ile stratejik ticarileşmesi ve mevcut biyoteknoloji firmalarının birlikte ve araştırma kurumlarının katılımı ile yürütecekleri ortak projelere destek sağlanması amacıyla yürütülen programlar ve görevli kurumlar aşağıda detayları ile anlatılmıştır.

İrlanda’da biyoteknoloji inovasyon sistemini oluşturan bu kurumlar arasında fon sağlayıcı kurumlar, biyoinkübatör merkezleri, üniversiteler, araştırma merkezleri, enstitüler, vakıflar ve devlet kurumları yer almıştır. Özellikle Enterprise Ireland ve İrlanda Bilim Vakfı (SFI) başta olmak üzere sistem içerisinde yer alan bütün kurumlar projeleri farklı safhalarda ve faaliyetlerde desteklemek için beraber çalışmış ve koordinasyon ve iletişimi sağlayacak mekanizmaları idame etmişlerdir.

a. Enterprise Ireland

Enterprise Ireland (EI), İrlanda’nın endüstriyel kapasitesinin gelişimini desteklemek amacı ile kurulmuş bir kamu kuruluşudur. Kuruluşun temel vizyonu, küresel boyutta rekabet edecek İrlandalı firmalar yaratarak, İrlanda’nın dünya pazarlarında önemli bir oyuncu olmasını sağlamak ve bu sayede bölgesel ve ulusal refahı artırmaktır.

Enterprise Ireland, İrlanda’da kurulu bölgesel ofisler ve dünya üzerinde mevcut 30’dan fazla uluslararası ofis ile faaliyet göstermektedir. Enterprise Ireland tarafından sunulan destekler arasında:

- Yüksek Potansiyele Sahip Girişim Destekleri
- Firma Büyütme Destekleri
- Araştırma – Geliştirme Destekleri
- Standart Geliştirme Destekleri
- İhracata Yönelik Destekler

bulunmaktadır.

Biyoteknoloji ile ilgili olarak bahsedilmesi gereken öncü bir program olan Biyoendüstri Gündümlü Araştırma Programı, Enterprise Ireland ve Irish Bioindustry Association’ının (IBIA), İrlanda’daki üniversiteler ile biyoteknoloji endüstrisinin işbirliğinde yürütülen stratejik hedefli araştırmaları teşvik etmek amacı ile ortaklaşa geliştirilmiştir. 2 Milyon Avro’luk ve 1,5 yıllık programın genel amacı; İrlanda biyoteknoloji endüstrisinin karşılaştığı problemleri en son teknolojileri uygulayarak çözüme kavuşturmak ve sektöre katma değer sağlamak olarak belirtilmiştir. Bu program İrlanda’daki şirketlerin stratejik ve yenilikçi Ar-Ge çalışmalarını geliştirmek ve desteklemek yönünde çaba göstermiştir. Programın özel hedefleri şunlardır:

- İrlanda biyoendüstrisinde Ar-Ge projeleri gerçekleştirmek, buralardaki Ar-Ge eksikliklerini gidermek,

- Üniversitelerin, endüstrinin Ar-Ge ihtiyaçları konusunda farkındalıklarını artırmak,
- Üniversite-sanayi işbirliğini sağlamak için platform oluşturmak,
- Sanayi-sanayi işbirliğini artırmak ve Ar-Ge fırsatları yaratmak için teşvikler sağlamak,
- Sanayiye yönelik teknik yetenekleri olan bilim adamları yetiştirmek,
- Şirketlerin içindeki Ar-Ge faaliyetlerinin gelişimini desteklemek,

Enterprise Ireland ve IBIA, çeşitli bilim adamları ve yöneticilerden oluşan bir danışma kurulu kurarak programa danışmanlık desteği sağlamışlardır.

Bu program, İrlanda biyoendüstrisine üretim süreçlerinin güvenilirliğinin artırılmasını sağlayarak belirgin bir ekonomik avantaj sağlamak yönünde önemli gelişmeler sağlamıştır. Bu programın diğer bir önemli yönü de üniversite ve sanayi arasında bir sinerji yararak ortak araştırmalar yapılmasına yardımcı olmak olmuştur.

b. Enterprise Ireland Biyoteknoloji Direktörlüğü (ElBio)

Enterprise Ireland Biyoteknoloji Direktörlüğü, Enterprise Ireland bünyesinde ve daha önce kurulmuş olan Bioresearch Ireland'ın⁴⁶ devamı niteliğinde, biyoteknoloji araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin stratejik düzeyde ticarileşmesini desteklemek misyonu ile kurulmuştur.

Enterprise Ireland Biyoteknoloji Direktörlüğü, teknoloji transferleri ve üniversite temelli girişimleri destekleyerek, İrlanda'nın gıda, sağlık ve yaşam bilimleri sektörlerinde küresel seviyede rekabet edebilir yeni ürünleri geliştirecek firmaların ortaya çıkmasını desteklemeyi hedeflemiştir. Bu kapsamda Enterprise Ireland'ın destek ve faaliyetleri araştırma sonuçlarının ticarileştirilmesini destekleyecek nitelikte olmuştur.

Destekler, konularında uzman olan kişilerden oluşturulan 5 stratejik proje takımı üzerinden yürütülmüştür. Bunlar:

- İlaç ve Sağlık
- Gıda ve Tarım
- AB Programları
- Enterprise Ireland fonları dışında diğer devlet yardımlarının kullandırılması
- Biyo-inkübasyon

Bu takımlar, biyoteknoloji araştırmalarının ticarileşmesi süreçlerinde önemli bir halkayı oluşturmuşlardır. Faaliyetler araştırmacıları, girişimcileri, sanayicileri ve biyoteknoloji araştırmalarını kıymetlendirebilecek firmaları bir araya getirmek temel hedefini taşımıştır. Takımlar, faaliyetlerinde ilgili tüm diğer paydaşlarla da sürekli işbirliği içinde olmuşlardır. Enterprise Ireland'ın destek fonları kapsamında Biyoteknoloji Direktörlüğü'nün kullandığı ticarileşme fonunun 3 aşaması şunlardır:

⁴⁶ Bioresearch Ireland (BRI), 1988 yılında devlet ve 5 adet üniversite arasında bir ortaklık olarak kurulmuştur. İrlanda Biyoteknoloji araştırmalardan elde edilecek sonuçların stratejik ticarileşmesinde görev üstlenmiştir. Daha sonra yerini aynı kurum altında faaliyet gösteren El Bio'ya bırakmıştır.

- Proje fikrinin doğrulanması aşaması: Bu aşamada, proje fikirlerini geliştirerek, kavramsal olarak ticarileşebilir bir ürün ortaya koymalarını sağlamak için destek sağlanmıştır. Burada beklenen, ürünün destek sonunda hemen ticarileşmesi değil, ticarileşebilmesi için atılması gereken adımların belirlenmesidir. Destek sonunda uygun bir prototipin yapılması, pazarın tamamen anlaşılması ve patentlerin incelenmiş olması beklenmiştir. Destek kapsamında personel, malzeme, ekipman ve seyahat giderleri 90.000 Avro'ya kadar tamamen hibe şeklinde karşılanmıştır.
- Teknoloji Geliştirme Aşaması: Bu aşamada, mevcut teknolojiler kullanarak yeni teknolojiler geliştirmek veya yeni teknolojilerin farklı uygulama alanlarını bulmak üzere gerçekleştirilecek araştırmalara destek sağlanmıştır. Destek kapsamında, personel, malzeme, ekipman ve seyahat giderleri 400.000 Avro'ya kadar tamamen hibe şeklinde karşılanmıştır.
- İş Geliştirme Aşaması: (Ar-Ge'nin Ticarileşmesi –(CORD)) Bu aşamada, kampüs firmaları ve akademik girişimciler gibi eğitim kurumları bünyesinde faaliyet gösteren kişi veya kuruluşların yeni ürün veya iş fikirleri ortaya çıkarmaları için destek sağlanmıştır. Pazar araştırması, ürün denemeleri, pazar değerlendirmeleri, ortaklarla bağlantı kurma, maliyet analizi, mali öngörü ve tahminler konularında, toplam masrafların % 50'si 38,000 Avro'ya kadar desteklenmiştir.

Biyoendüstri konusunda yapılan akademik araştırmalar için fırsatları belirlemek amacıyla EIBio ve İrlanda biyoteknoloji sektörü temsilcileri, ortak bir çalışmayla Biyoendüstri GÜdümlü Araştırma Ağı'nı (Bioindustry-Led Research Networks) kurmuşlardır. Bir danışma kurulu tarafından yönetilen ve Irish Biotechnology Association tarafından da desteklenen bu ağa sanayiden ve üniversitelerden geniş bir katılım olmuştur. Projenin ilk altı aylık evresinde disiplinler arası ve kurumlar arası çalışmalar ile belirlenen bazı konularda yapılabirlik etüdü gerçekleştirilmiştir. Sektörün ihtiyaçlarına göre karşılıklı olarak belirlenen bu konularda yapılan etüt sonucunda yaklaşık 2 sene sürecek 2. faz araştırma - geliştirme çalışmalarına geçilmiştir.

c. Biyoinkübatörler

EIBio, çeşitli üniversitelerde toplam 6 adet mevcut binanın yenilenerek 20 tane başlangıç seviyesindeki şirkete laboratuvar ve ofis imkânı sağlayacak yeterlilikte kuluçka merkezlerinin kurulması için mali destek sağlamıştır. Bu laboratuvarlarda biyoteknoloji ile ilgili araştırmaların yapılması için gerekli ekipmanların kurulması uygun tesisatın döşenmiş olması, yani ıslak zeminlerin hazır olması gerekmektedir (wet-labs). Bu amaçla, Entepriise Ireland tarafından üniversitelerde ıslak zemini hazır laboratuvarlar kurulması için 2005 yılına kadar toplam 4 Milyon Avro harcanmıştır.

Üniversite ve firma çıkışlı firmalardan (spin-off), deniz ötesi girişimciler, yabancı girişimciler ve İrlanda'ya şube açmak isteyen yabancı firmalara kadar çok geniş bir müşteri portföyüne sahip olan EIBio'nin biyoinkübatör merkezlerinde profesyonel araştırma ve ticarileşme hizmetleri, finansal, hukuki ve pazarlama danışmanlıkları ve şirket kurulumu ile ilgili hizmetler sağlanmıştır.

d. İrlanda Bilim Vakfı (Science Foundation Ireland- SFI)

İrlanda Bilim Vakfı, 2000 yılında, Endüstri Geliştirme Hareketi kapsamında (Industrial Development Act) İrlanda'nın Teknoloji Öngörü Fonu'nu yönetmek üzere kurulmuştur. Teknoloji Öngörü çalışmasının tamamlanmasından sonra da fon faaliyette kalmış olup, fon kapsamında biyoloji, biyoteknoloji, bilgi ve iletişim teknoloji konularının gelişmesi için çalışan bilim adamları ve araştırmacılara proje finansmanı, burslar ve ödüller verilmiştir. SFI, İrlanda'da araştırma yapacak yabancı araştırmacılara da farklı kapsamlarda hibe araştırma desteği sağlamıştır. SFI, yetenek bazın-

da verdiği bu ödüllerle, İrlanda'da bu konularda çalışan ve başarılı buluşlar gerçekleştirebilecek araştırmacıları işe almak ve bunların başka ülkelere gitmesini önlemeyi (beyin göçünün önüne geçmeyi) amaçlamıştır. SFI 2000–2006 yılları arasında bu tip araştırmacılara, Teknoloji Öngörüsü fonu kapsamında 646 Milyon Avro'dan fazla destek sağlamıştır.

SFI çatısı altında biyoteknolojiden sorumlu Biyobilim ve Biyomühendislik Direktörlüğü çok çeşitli hibe ve ödül programını yürütmüştür. Bunlardan en önemlisi, yıllık 1 ile 5 Milyon Avro arasında, toplam 10 yıl süre ile destek sağlanan, üniversite – sanayi işbirliğinin desteklenmesi amacı ile faaliyet gösteren Bilim, Mühendislik ve Teknoloji Merkezleri'dir (Centres for Science, Engineering and Technology, CSET). Bugüne kadar yaşam bilimleri ile ilgili toplam 4 adet merkez SFI'dan destek almıştır. İrlanda için stratejik önem taşıyan bu merkezler birer araştırma mükemmellik merkezi olup bu merkezlerde endüstri ile stratejik işbirliği yapılmakta ve uluslararası rekabet gücüne sahip disiplinler arası çalışmalar yapılması hedeflenmektedir. 5 yıl içinde merkezlere 25 Milyon Avro'dan fazla destek sağlanmış olup sadece 2003'te 3 biyoteknoloji merkezi desteklenmiştir. (Alimentary Pharmabiotic Centre, Biomedical Diagnostics Institute, Regenerative Medicine Institute)

e. İrlanda Endüstriyel Kalkınma Kurumu (IDA)

IDA, İrlanda devletinin yatırım destekleme ajansıdır. Doğrudan yabancı yatırımları ülkeye çekerek gelişmelerini sağlamak üzere kurulmuştur. Birçok ulusal paydaş ile ortaklaşa hareket ederek İrlanda'yı yenilikçi ve bilgi tabanlı bir ekonomi olarak küresel yatırımcılara cazip hale getirmek üzere çalışmaktadır. Mali destekler, hibeler, danışmanlık hizmetleri ve çeşitli teşvikler veren IDA'nın belirlediği yatırım için öncelikli sektörlerin başında ilaç, biyo-ilac ve medikal teknolojiler gelmektedir. IDA'nın da fonları yine Ulusal Kalkınma Planı (NDP) kapsamında sağlanmaktadır.

f. NOVAUCD, İnovasyon ve Teknoloji Transfer Merkezi (NOVAUCD Innovation and Technology Transfer Centre)

NOVAUCD, İnovasyon ve Teknoloji Transfer Merkezi (10), University College Dublin'deki (UCD) 2003 yılından beri faaliyet göstermekte olan bir merkezdir.

NOVAUCD'nin modern bir inovasyon ve teknoloji transfer merkezine dönüşmesi örnek bir devlet-özel sektör işbirliği ile gerçekleşmiştir. NOVAUCD tarafından sunulan destek programlarına gerekli tecrübeyi sağlamak amacı bir araya getirilmiş altı özel sponsor (AIB Bank, Arthur Cox, Deloitte, Ericsson, Goodbody Stockbrokers, ve Xilinx) planlanan 8000 m²'nin 3750 m²'sinin tamamlandığı ilk 2 aşamayı finanse etmişlerdir. (10 Milyon Avro'nun % 75'ini). Enterprise Ireland ve UCD, ilk iki aşamanın tamamlanması için geriye kalan tutarı ve biyoteknoloji start-up firmaları için gerekli ofislerin (1 Milyon Avro) kurulması masraflarını karşılamışlardır.

Bir firma, merkezde faaliyet göstermek istediğinde, üniversite ve firma arasında bir ortaklık sözleşmesi yapılmaktadır. Bu sözleşmeye göre üniversite, firmanın % 15 hissesine sahip olmaktadır. Üniversite, bu % 15 hissenin % 6'sını sponsor firmalar arasında paylaştırmakta, sonuç olarak her sponsorun faaliyet gösteren firmalarda hissesi bulunmaktadır. Bu hisseler sembolik olup, sponsorlara hiçbir şekilde yönetime karışma ya da firma adına karar verme hakkı vermemektedir. Sponsorların bu firmalardan pay alma hakları, üniversite ile sponsorlar arasında yapılmış olan anlaşmaya göre 20 yıldır. Daha önceden kampüs dışında kurulmuş olan bir firmanın, üniversite ve NOVAUCD'nin olanaklarından yararlanmak amacıyla merkeze gelmesi durumunda ise firma hisselerinin % 6'sı NOVAUCD'ye devredilmektedir.

Merkeze sponsor olan firmalar, merkezde bulunan firmalara ücretsiz danışmanlık desteği sağ-

lamışlardır. Normal şartlarda yeni kurulmuş bir firmanın ulaşamayacağı bu danışmanlık hizmeti ile hem firmaların doğru kararlar alması için yardımcı olunması hem de sponsorların firmaların faaliyetleri hakkında bilgi sahibi olmaları amaçlanmıştır.

Merkez, UCD, sponsorlar, sanayi ve Enterprise Ireland temsilcilerinin yer aldığı bir yönetim kurulu tarafından yönetilmiştir. NOVAUCD, inovasyon ve teknoloji transferini teşvik etmek amacıyla,

- UCD bünyesinde temel araştırmalarından elde edilen fikri mülkiyetleri tespit etmek ve korumak,

- Bilgi tabanlı girişimleri, girişimcileri ve kampüs firmalarını korumak,

- İnovasyon ve girişimcilik kültürünü teşvik etmek,

- Üniversite-sanayi işbirliğini destekleyen güdümlü araştırmaları teşvik etmek

görevlerini üstlenmiştir.

NOVAUCD ve onun öncüsü Üniversite Endüstri Programı (The University Industry Programme) ile UCD teknolojisinin ticarileşmesi ve yeni firmaların kurulması konusunda birçok girişim desteklenmiştir.

NOVAUCD'nin en önemli başarı öyküsü merkeze 1,5 Milyon Avro'nun üzerinde gelir getiren Deli Dana Hastalığı (BSE) için tanı testinin geliştirilmesi ve lisanslanması olmuştur. Bu test, UCD ve adı Protherics Ltd. olan bir İngiliz firmasının 1993 yılında BSE'nin de aralarında bulunduğu bir takım hayvan hastalıklarına karşı tanı testleri ve aşı geliştirmek üzere ortak bir firma (Pharmapro Ltd.) kurmaları ile ticarileştirilmiştir. BSE ile ilgili araştırmalar UCD'de gerçekleştirilmiştir. UCD'de yapılan araştırmalar sonucunda bir İrlanda firması olan Enfer Ltd. tarafından geliştirilen test ile BSE teşhisi 14 günden 3,5 saate indirilmiştir. 1999 yılında bu test Avrupa Komisyonu tarafından BSE tanısı için kullanılacak 3 testten biri olarak kabul edilmiştir.

NOVAUCD, UCD'nin fikri mülkiyetler konusundaki politikasının oluşturulması ve UCD'deki araştırmalardan elde edilen fikri mülkiyetlerin belirlenmesi, korunması ve kullanılması konularında sorumluluk sahibidir. UCD'nin kampüs firmaları ve NOVAUCD'nin sanayi ve iş çevrelerindeki müşteri firmaları tarafından kullanılabilir, lisanslanabilir teknolojileri konusunda gittikçe büyüyen bir portföyü vardır.

NOVAUCD teknoloji merkezinde bulunan NOVAUCD'nin seminer, eğitim danışmanlık hizmetlerinden ücretsiz olarak faydalanırlarken, firmalar ofis kirası, elektrik ve telefon giderleri için ücret ödemektedirler. Firmaların prensip olarak 2 yıl 9 ay sonra NOVAUCD'den ayrılmaları istenmiştir. Fakat biyoteknoloji firmaları merkezde 4 yıl kalabilmektedirler. NOVAUCD, önceliği risk taşıyan girişimlerde olmak üzere çeşitli alanlarda müşterilere destek sağlamıştır:

1. Arama Teknolojileri ve Bilgi Yönetimi

- Veri madenciliği, kişiselleştirme, akıllı arama ve sunum

2. Sayısal Veri İşleme

- Biyometrik güvenlik uygulamaları (Ayak ve parmak izleri, işitsel ve görsel konuşma tanımlama)
- Biyomedikal

3. Optoelektrik

- Optik kablolar ile veri iletişimi için yarıiletken lazer teknolojileri

4. Nöroterapi

- Uygulama nöroterapi araştırma grupları

NOVAUCD, girişimcilere ve bilgi tabanlı start-up firmalarına, NOVAUCD sponsorları ve ağını kullanarak, aşağıdaki konularda danışmanlık, seminer, çalıştay ve kişisel eğitimlerden oluşan yoğun bir iş desteği sağlamıştır:

- Araştırma Teklif ve Kontratlarının Ticari Değerlendirilmesi
- Gizlilik Anlaşmaların, Malzeme Transfer ve Endüstriyel Araştırma Sözleşmelerinin Hazırlanması
- Fikri Mülkiyetlerin Belirlenmesi ve Açıklanması
- Fikri Mülkiyetlerin Korunması
- İş Planı ve Ticari Planlar Geliştirme
- Lisans Kaynakları
- Lisans Anlaşmaları
- Yeni Girişimler Kurma
- Finans Kaynakları

Merkez bünyesinde fikri mülkiyetler ve ticarileşme konularında çeşitli eğitim ve sürekli profesyonel gelişim destekleri de sağlanmıştır. NOVAUCD, teknoloji transferinde öncü birçok uluslararası kuruluşun üyesidir. (Association for Research and Industry Links (AURIL), The Association of University Technology Managers (AUTM), Licensing Executives Society, (LES), ProTon Europe, UNICA gibi).

NOVAUCD, Enterprise Ireland ile yakın işbirliği içinde teknoloji transferini destekleme çalışmalarını yürütmüş, Enterprise Ireland Biyoteknoloji Direktörlüğü'nden ticarileşme uzmanları da NOVAUCD'nin personeli olarak görev yapmışlardır.

NOVAUCD tarafından yürütülen önemli programlardan olan Kampüs Firmaları Geliştirme Programı (NOVAUCD Campus Company Development Programme - CCDP) 1996 yılında başlamıştır. CCDP, akademisyenlerin ve araştırmacıların yoğun günlük programına paralel olarak devam ettirilebilecek şekilde hazırlanmış dokuz aylık, yarı zamanlı bir girişim destek programıdır. Program kapsamında, pratik eğitim ve danışmanlık hizmetinin beraber sunulduğu 10 yarım günlük seminer, birebir danışmanlık hizmetleri ve etkinlikler yer almıştır.

CCDP'nin amacı, akademik ve araştırmacı girişimcilere, bilgi yoğun girişimlerin kurulması ve gelişmesi konusunda yardım etmektir. CCDP'nin tamamlanması ile katılımcılar hazır bir iş planına ve iş fikrinin girişime dönüşmesi için uygun bir stratejiye sahip olmaktadır. Bu program katılımcıların projelerini pazara uygun gerçekçi bir biçimde değerlendirmelerini ve start-up firmalarının kurulması ve gelişmesi konusunda önemli konuları belirlemelerine yardımcı olmuştur. CCDP ayrıca katılımcılara, UCD, Enterprise Ireland ve NOVAUCD sponsorlarının olanaklarından

ve uzman tecrübelerinden yararlanma imkânı sağlamış ve programın sonunda katılımcı projelerden biri ödüllendirilmiştir.

g. UCD Conway Biomoleküler ve Biyomedikal Araştırma Enstitüsü

UCD Conway Biomoleküler ve Biyomedikal Araştırma Enstitüsü (UCD Conway Institute of Biomolecular and Biomedical Research) UCD'deki en önemli araştırma merkezidir. Enstitü, 1999 yılından beri var olmasına ve üniversite kampüsünde ve hastanesinde çeşitli araştırmalar uzun süredir yapılıyor olmasına rağmen, Enstitüsü'nün yeni binasının açılmasını takiben dünyada lider konuma sahip disiplinler arası çalışmalar gerçekleştirilebilecek niteliklere sahip hale gelmiştir.

Enstitünün nihai amacı İrlanda'nın ekonomik gelişimine katkıda bulunmaktır. Enstitü, yaşam bilimleri ve biyoteknoloji sektöründe, İrlanda'nın dünyada lider konuma gelmesini sağlayacak teknolojiler yaratmaya yönelik altyapı çalışmalarının kilit bir parçası olarak,

- Klinik problemler konusuna odaklanmış disiplinler arası araştırma yapmak,
- Temel ve klinik bilimler konusunda lisansüstü eğitim vermek,
- İnovasyon ve girişimciliği teşvik etmek,
- Bilim ve topluma destek vermek amacı ile kurulmuştur.

Enstitü, biomoleküler araştırmalar üzerine yoğunlaşmıştır; Yapılan çalışmalar ile hastalıkların nedenlerinin ve sonuçlarının daha iyi anlaşılması, daha basit ve daha güvenilir teşhislerin konulabilmesi amaçlanmaktadır. Enstitüde araştırmalar üç ana başlık altında özetlenebilir:

1. Biyomedikal Araştırmalar
 - Kanser, kardiyovasküler, ateşli hastalıklar, nörobilimler
2. Translasyonel Fokus
 - Klinik proteomik, genomik, genetik epidemiyoloji, klinik denemeler
3. Temel Teknolojiler
 - Proteomik, genomik, biyoenformatik, hücre görüntüleme ve elektron mikroskopi, biyolojik NMR

Enstitü 430 araştırmacıyı barındırabilecek olanaklara sahiptir. UCD Conway Enstitüsü, Yüksek Öğretim Araştırma Programı (Programme for Research in Third Level Institutions) kapsamında Yüksek Eğitim Kurumu'ndan (Higher Education Authority) ve özel bağışçılardan finansman desteği almıştır.

Conway'de yürütülen araştırma programı üç merkezin çatısı altında faaliyet göstermektedir:

1. Conway Sentez ve Biyokimya Merkezi (Conway Synthesis and Chemical Biology, CSCB): Biyolojik problemleri inceleyebilmek için yeni yöntemlerin geliştirilmesi ve yeni ilaçların keşfini olanaklı kılacak yeni moleküllerin yaratılması ve anlaşılması konusunda çalışmalar yapılmaktadır.
2. Conway Bütünleyici Biyoloji (Conway Integrative Biology): Moleküllerin hücre, doku ve organlardaki görevleri üzerine araştırmalar yapılmaktadır.

3. Conway Moleküler Tıp Merkezi (Conway Molecular Medicine): Hastalıkların moleküler düzeyi, önemli rahatsızlıkların sebepleri ve insan vücuduna etkileri araştırılmaktadır.

Merkezlere farklı disiplinlerden bilim adamları ve araştırmacıların takımlar olarak çalışmaları sonucu diyabet, Alzheimer hastalığı, kalp ve akciğer hastalıkları, göğüs ve prostat kanseri gibi birçok hastalığın sebep ve sonuçları üzerine önemli buluşlar yapılmıştır. Yüksek Öğrenim Kurumu'nun (HEA), Yüksek Öğrenim Araştırma Programı (Programme for Research in Third Level Institutions) kapsamında 26 Milyon Avro ile desteklenen CSCB, UCD, Trinity College Dublin (TCD) ve The Royal College of Surgeons in Ireland (RCSI) üniversitelerinde biyokimya alanında çalışan 37 araştırmacıyı bir araya getirmiştir. CSCB'de, biyokimyasal araştırmalarda "molekülden tıba" yaklaşımıyla, tasarım, sentez ve analize yönelik araştırmalar yapılmaktadır. Bu kapsamda, UCD Conway Enstitüsü'nde biyoaktif molekül sentezi, sentez, biyosentetik metodoloji, proses geliştirme, analitik kimya, yapısal kimya ve nümerik kimya çalışmaları gerçekleştirilmektedir.

Araştırmalarda kullanılan biyolojik testler, UCD Conway Enstitüsü koordinasyonunda UCD'de, TCD'de bulunan Dublin Moleküler Tıp Merkezi'nde (The Dublin Molecular Medicine Centre, DMMC) ve Royal College of Surgeons in Ireland, (RCSI)'da bulunan Biyofarmasötik Bilimler Ağı'nda (Biopharmaceutical Sciences Network, BSN) yapılmaktadır.

NOVAUCD ve Enterprise Ireland Biyoteknoloji Direktörlüğü ile yakın ilişki içinde çalışan UCD Conway Enstitüsü, araştırmacıların profesyonel eğitimlerinde devam edebilmeleri için gerekli desteği, kampüs şirketlerinin oluşması ve gelişmesi için gerekli pratik iş danışmanlığı ve kuluçka olanaklarını sağlamaktadır.

Dublin Üniversitesindeki bir diğer Enstitü de Ulusal Biyoproses Araştırma ve Eğitim Enstitüsü'dür (National Institute of Bioprocessing Research and Training, NIBRT). Belfield İnovasyon Park'ında 9000 m2'lik bir alanda, biyoproses ve biyoüretim teknolojilerine sahip olacak NIBRT, İrlanda'da hızla gelişen biyofarmasötik endüstrisine destek olacak araştırma ve eğitim olanakları sağlamıştır.

h. İrlanda Biyoendüstri Birliği (Irish Bioindustry Association – IBIA)

IBIA, İrlanda'daki biyoteknoloji endüstrisinin önde gelen temsil organıdır. 1998 yılında İrlanda İş ve İşverenler Birliği (Irish Business and Employers Association) çatısı altında kurulmuş olup, 40 üyesi ile İrlanda Biyoteknoloji Endüstrisini temsil etmektedir. Ana amacı, Biyoteknoloji sektöründe çalışan firmalar, araştırmacılar, devlet kuruluşları ve enstitüleri kapsayan geniş bir üye ağı ile İrlanda'da biyoteknoloji sektörünün gelişmesine yönelik faaliyetler yürütmektir. Avrupa Biyoendüstri Birliği (The European Association for Bioindustry – EUROPABIO) ve Amerikan Biyoteknoloji Endüstrisi Örgütü (BIO) üyesi olan IBIA, SFI'nin kurulması ve Enterprise Ireland'ın Biyoteknoloji Stratejisi'nin belirlenmesi sürecinde de aktif katkıda bulunmuştur.

IBIA aynı zamanda biyoteknoloji endüstrisini ve üniversite çevrelerini bir araya getirmek için diğer kurum ve kuruluşların desteği ile çeşitli 'iletişim' toplantıları düzenlemiştir.

i. Ulusal Biyomedikal Mühendislik Bilimi Merkezi (NCBES)

Ulusal Biyomedikal Mühendislik Bilimi Merkezi (National Centre for Biomedical Engineering Science, NCBES), Ulusal Galway Enstitüsü'nün disiplinler arası araştırma merkezidir. Araştırma merkezi 1999 yılında, 3. Seviye Enstitülerde Araştırma Programı (Programme for Research in Third Level Institutions, PRTLİ) kapsamında, İrlanda Yüksek Eğitim Kurumu fonu (HEA) ve özel bağışçıların desteği ile kurulmuştur. Farklı disiplinlerden bilim adamlarını, mühendisleri, bilgi tek-

nolojileri uzmanlarını ve klinik araştırmacıları bir araya getiren araştırma merkezinde özellikle kardiyovasküler hastalıklar, ortopedi ve kanser araştırmaları yapılmaktadır.

Ulusal Biyomedikal Mühendislik Bilimi Merkezi, İrlanda Ulusal Üniversitesi (NUI, Galway) kampüsünde, dünyadaki benzerleri ile rekabet edebilecek ulusal ve uluslararası bir araştırma merkezinin yaratılması amacı ile kurulmuştur. Araştırma merkezi özellikle Galway'de üniversitenin yaşam bilimleri alanında sahip olduğu araştırma olanakları ve Galway yakınında büyük medikal cihaz üretici firmaların varlığı nedeni ile hızlı bir gelişme göstermiştir.

Mühendislik bilimleri, tıp ve yaşam bilimleri alanlarından 50'nin üstünde araştırmacının çalıştığı Ulusal Biyomedikal Mühendislik Bilimi Merkezinde, Biyomedikal Bilimler alanında lisans ve yüksek lisans programları sunulmaktadır. Araştırma merkezinde:

- Biyomalzemeler ve Doku Mühendisliği
- Biyomekanik
- Biyofarmasötik ve Biyoprosesler
- Gelişim ve Üreme
- Gen ve Gen Terapisi
- Genom Stabilitesi
- Kanser

konularında araştırmalar yapılmaktadır.

Merkez 1999 yılından beri birçok üniversite-sanayi işbirliğinde yer almıştır. 2004 yılında Galway Üniversitesi Vakfı, firmaların NCBES veya üniversitedeki diğer araştırma merkezleri ile ortaklaşa çalışabilecekleri "Şirketlerle Yakınlaşma Programı"nı (Corporate Affiliate Programme) başlatmıştır. Roche İrlanda, NCBES'in çalışmalarını beş yıl süre ile desteklemek üzere programa katılan ilk üye olmuştur. Program, endüstri ve üniversitenin karşılıklı etkileşimlerini, bilgi alışverişini; biyoteknoloji endüstrisinin NCBES içindeki kaynaklara, insanlara ve hizmetlere ulaşımını kolaylaştırmak amacı ile oluşturulmuştur.

NCBES, ayrıca Biyomedikal Mühendisliği Bilimi Eğitim Ağı (Biomedical Engineering Science Training Network, BESTNet⁴⁷) katkısı ile üniversite yakınında bulunan medikal cihaz, biyoteknoloji, ve biyofarma firmalarının Ar-Ge eğitimi ve geliştirme programlarına destek verebilmek amacı ile oluşturulmuş bir fona sahiptir. NCBES, Biyomedikal bilimlerde uzaktan eğitimi sağlamak amacıyla bir program geliştirmektedir. Eylül 2006'da başlamış olan program, endüstrinin ihtiyaçları doğrultusunda esnek ve inovatif fırsatlar yaratacak şekilde hazırlanmıştır.

NCBES-Endüstri işbirliğinin güzel bir örneği olarak, dünyanın önde gelen ilaç firmalarından Bristol-Myers Squibb ve IDA⁴⁸ (Endüstriyel Kalkınma Kurumu) NUI Galway'deki biyoteknoloji araştırmaları için, DCU (Dublin Şehir Üniversitesi) ile beraber 9,6 Milyon Avro'luk yatırım planla-

47 BESTNet, Batı İrlanda'da bulunan girişimcilik ağıdır. BESTNet Accel Projesi bir çok firma, Avrupa Sosyal Fonu (European Social Fund) ve İrlanda Ulusal Geliştirme Programı (National Development Plan) tarafından desteklenmiştir. Skillsnet Services Limited Şirketi, Accel Programını, Girişim, Ticaret ve Bakanlığı adına takip etmiştir.

48 IDA, Girişim, Ticaret ve İstihdam Bakanlığı bünyesinde İrlanda'nın sanayinin gelişimini sağlamak amacıyla kurulmuştur.

miştir. NCBES'in Biobytes isimli yayınında, bu yatırımın İrlanda hükümetinin stratejik önem taşıyan Ar-Ge teknolojilerini İrlanda'ya taşımak amacının bir parçası olduğu ifade edilmiştir.

j. Ulusal Tanı Merkezi Biyoinkubatörü (The National Diagnostics Centre Bio Incubator, NDC)

Uygulamalı biyolojik araştırma ve geliştirme merkezi olarak 1987 yılında Bioresearch Ireland'ın bir parçası olarak kurulan NDC, 2003'ten beri sadece NUI Galway tarafından yönetilmekte ve fonlarını devletten Enterprise Ireland aracılığı ile almaktadır. 40 araştırmacının çalıştığı laboratuvarıda bağışıklık tanısı (immunodiagnostics), nükleik asit tabanlı teşhis ile gen düzenleme ve genlerin farklı dizilimi konularında araştırmalar yapılmaktadır. Araştırmalar biyo-bilimler ile ilgili yeni teknolojilerin uygulamalarını geliştirme ve yaygınlaştırma üzerinde yoğunlaşmıştır. Araştırma merkezinde temel biyokimya, mikrobiyoloji, moleküler biyoloji teknikleri ve araştırmaların ticarileşmesi konusunda uzmanlaşmış, çoğu endüstri tecrübeli uzmanlar çalışmaktadır. NDC'deki araştırmacılar NUI Galway'den akademisyenler ve diğer ulusal ve uluslararası araştırma grupları ile güçlü bir işbirliği içinde çalışmalarını sürdürmektedirler.

NDC, kurulduğundan bu yana İrlanda'nın biyo-bilim endüstrisinin gelişiminde önemli rol oynamış ve İrlanda'da biyo-bilimler konusunda yapılan araştırmaların gelişimine katkıda bulunmuştur. NDC, sanayi ile ortaklaşa yürütülen başarılı çalışmalarla İrlanda'da biyo-bilimler alanında yüksek nitelikli teknik personelin bulunduğunu ve bu personelin yerel ve uluslararası biyoteknoloji firmalarında çalışabileceklerini göstermiştir. NDC'nin araştırma faaliyetleri, lisans alınabilir ve yeni start-up şirketlerinin kurulmasında temel oluşturabilecek yeni ürün ve proseslerin gelişimine olanak tanımıştır.

Merkez ayrıca, Ar-Ge olanakları kısıtlı firmalara anlaşmalı araştırma hizmeti sunmuş, üstlendiği eğitimci rol ile de ülkedeki biyoteknoloji şirketleri için iyi eğitilmiş eleman ihtiyacını karşılamıştır.

Merkezdeki araştırmacılar, üniversite kampüsünde araştırma grupları ile arayüz teşkil etmek üzere birer EIBio temsilcisi olarak görev yapmışlardır.

k. Yenileyici Tıp Enstitüsü (The Regenerative Medicine Institute, REMEDI)

REMEDI, gen terapisi ve kök hücre araştırmaları üzerine yoğunlaşmış biyomedikal araştırma merkezidir. Araştırma merkezinde, dokuları tamir etmek ve yenilemek amacıyla gen terapisi ve yetişkin kök hücre terapisi teknolojilerinin bir araya getirildiği çalışmalar yapılmaktadır. Araştırma merkezinin en önemli özelliği, araştırma ve geliştirme programlarının iki terapi birbirlerini tamamlayacak şekilde geliştirilmesidir.

REMEDI, 2003 yılında NUI Galway'de SFI Bilim, Mühendislik ve Teknoloji Merkezi Ödülü ve özel sektör fonları ile kurulmuştur. Enstitü, Biyomedikal Mühendisliği Bilimi Ulusal Araştırma Merkezi'nde (NCBES) bulunmaktadır ve Ulusal Hücre ve Gen Vektörü Laboratuvarını (The National Cell and Gene Vector Laboratory) bünyesinde barındırmaktadır.

REMEDI'nin misyonu, doku nakli yerine, dokuya müdahaleyi en aza indiren doku ve organ tamarini/yenilenmesini benimseyen bir yaklaşım kullanarak, tıp için yeni ve gerçekleştirilebilir bir model geliştirmektir. REMEDI'de gen terapisi, lentiviral vektörler (gen terapisinde kullanılan ve genetik bilgi taşıyan viral taşıyıcılar), kök hücre terapisi konularında araştırmalar yapılmaktadır.

REMEDI, SFI tarafından akademik çevreleri ve sanayi işbirliğini sağlayan Kampüs- Sanayi Ortaklığı Programı (Centres for Science Engineering & Technology - CSET) kapsamında desteklenmektedir. REMEDI, akademik merkezlerde ve sanayide çalışan bilim adamlarının, klinik

tedavi uzmanlarının ve mühendislerin oluşturduğu bir işbirliği niteliğindedir. Bu çok taraflı işbirliği sayesinde bilginin yayılması sağlanarak araştırma-geliştirme faaliyetlerinin daha hızlı ilerlemesi için ortam yaratılmıştır.

REMEDİ'nin sanayide iki adet işbirliği ortağı da bulunmaktadır. Bunlar, medikal gereçler konusunda faaliyet gösteren Medtronic Inc. ve Charles River Laboratuvarları'dır.

Merkez, bunların dışında çeşitli eğitim ve tanıtım faaliyetleri de gerçekleştirmiştir. Özellikle yapılan araştırma programlarının halka duyurulması, halkın ilgili konularda (gen araştırmalarının ahlaki yönü gibi) tartışmalara katılımının sağlanması, farkındalığın artırılması, öğrencilerin biyoteknoloji konularına yönelmeleri için okullarda bilgilendirmeler yapılması gibi konularda eğitimler ve toplantılar düzenlenmiştir.

1. İrlanda Ulusal Gen Vektörü Laboratuvarı(National Gene Vector Laboratory of Ireland)

İrlanda Ulusal Gen Vektörü Laboratuvarı'nda, 250 m²'lik bir alanda klinik amaçlı viral vektörler ve hücre terapisi ürünleri üretilmektedir. Laboratuvar, adenoviral vektörlerin ve yetişkin mezenkimal kök hücrelerinin paralel üretimine imkân tanıyan bir dizi üretim ekipmanına sahiptir.

İrlanda Ulusal Gen Vektörü Laboratuvarı ayrıca, gen terapisini desteklemek amacı ile viral vektörlerin araştırma amaçlı üretimini de gerçekleştirmiştir. Laboratuvarada adenoviral, retroviral ve lentiviral vektörler üretilmiştir.

4. SONUÇ VE BAZI ÇIKARIMLAR

70.000 km²'lik yüzölçümü ve 4 milyonun biraz üstünde nüfusuyla 1990'ların başlarında yoksulluk ve dışa göç gibi problemlerle uğraşan İrlanda, yaptığı ekonomik patlama ile 2006'da AB'nin en zengin ülkelerinden biri konumuna ulaşmıştır.

Bugün, Avrupa'yı sarsan krizden çok fazla etkilenmiş ve zora girmiş olsa da İrlanda biyoteknoloji sektörünün inovasyon sistemi tasarımı, gelişimi ve performansı değerli ve iyi örnekler içermektedir. Bu nedenle İrlanda sektörel inovasyon sisteminin temel direklerini, yapılanları ve kritik unsurları kısaca özetlemek yararlı görülmektedir.

İrlanda Biyoteknoloji İnovasyon Sistemi'nin temel özelliklerine bakıldığında öne çıkan unsurlar şunlardır;

- İrlanda'nın biyoteknoloji sektörü kurma çalışmaları halen devam etmektedir.
- İrlanda biyoteknoloji sektörünün dönüşümünü desteklemek için "sektörel bir inovasyon sistemi" tasarımı gerçekleştirmiş ve buna göre hareket etmeye çalışmıştır.
- İnovasyon sistemi tasarımına da uygun şekilde, İrlanda'nın biyoteknoloji programları birden fazla kurumun işbirliği ile çalışan sistemik bir yapıdan oluşmaktadır.
- İrlanda'nın ulusal biyoteknoloji programı, kamu kurumları, bağımsız yatırım ve teknoloji geliştirme kurum ve kuruluşları, araştırma kurumları, üniversiteler, biyoinkübatörler ve biyoteknoloji endüstrisinin belirlenmiş rol ve sorumluluklar içerisinde yürüttükleri bir programdır.
- İrlanda'nın biyoteknoloji programının temel vizyonu bilimsel çalışmaların stratejik düzeyde ticarileşmesine dayandırılmıştır.

Kuşkusuz, bir sektörün gelişiminde belki de en önemli aşama karar verme aşamasıdır. Bu aşamada ülkenin o ana kadar gerçekleştirdiği işler, temel yetenekler ve kaynaklar ortaya konularak ülkenin geleceğine yön çecek gerçekçi hedefler ve ülke öncelikleri ortaya konulur. İrlanda'da bu çalışmalar 1996 yılında Forfas tarafından yayınlanan ve 21. yüzyılda İrlanda'daki girişimler için stratejiler önerilen rapor ile başlamıştır. Bu raporun ışığında İrlanda Hükümeti biyoteknolojinin önemini kavrayarak bir biyoteknoloji stratejisi geliştirmeye karar vermiştir. Daha sonra 1999 yılında yayınlanan İrlanda Teknoloji Öngörü Raporu'nda da biyoteknoloji, ülkenin öncelikli 3 adet teknolojik alanından biri olarak belirlenmiş ve bu sektörün gelişmesi için yapılması gerekenler ortaya konmuştur.

Biyoteknoloji sektörünün ihtiyaçları belirlendikten sonra bunların uygulanması için bir plan yapılmasına gereksinim duyulmuştur. Bu plan, 2000 yılında ortaya çıkan 2000-2006 İrlanda Ulusal Kalkınma Planı'nda (NDP) açıkça belirtilmiştir.

Hemen her ülke geleceğini belirlemek için çeşitli kalkınma planları ortaya koymaktadır. Burada önemli olan, hem planın gerçekçi ve ihtiyaçlara yönelik bir şekilde yapılmış olması hem de yapılan planın kararlılıkla uygulanmasıdır. İrlanda, ülkenin geleceğini kendilerinin belirleyebileceklerine olan inançları ile yazdıkları Ulusal Kalkınma Planı'nı büyük bir kararlılıkla uygulamaya çalışmıştır.

İnovasyon sistemi için önemli bir diğer husus da gerekli kurumların oluşturulmasıdır. İrlanda'da da sektörün gelişimi için ortaya konulan modelde, bazı faaliyetlerin yapılması için yeni bazı kurumların oluşturulması ihtiyacı doğmuştur. Aslında mevcut kurumların da yapabilecekleri işlerin, daha ziyade sadece belirli bir faaliyeti gerçekleştirmek için özelleşmiş kurumlar tarafından yapılması düşünülmüştür. İrlanda'da bunun en iyi örneği SFI (Science Foundation Ireland) olmuştur. Bu kurum, Ulusal Kalkınma Planı dâhilinde kurulmuş olup amacı, bilim ile uğraşan kişileri desteklemek, nitelikli işgücünü arttırmak ve bir bilgi ekonomisi oluşturmak için destekler sağlamak olmuştur.

Ülkede biyoteknolojinin gelişmesi için öncelikle gerekli teknik ve insan kaynakları altyapısının oluşturulması gerekmiştir. Sektörün gelişimi için belki de en önemli faktör yetişmiş insan kaynağıdır. İrlanda, eskiden beyin göçü ile ülke dışına kaçan biyoteknoloji konusunda yetişmiş bilim adamlarının ülkeye kazandırılması için çalışmalarda bulunmuştur. Yurtdışında çalışan bilim adamları tespit edilerek, ülkeye geri dönmeleri ve araştırmalarını İrlanda'da sürdürmeleri için her türlü destek verilmiştir. Bu sayede bir tersine beyin göçü sağlanmıştır. Ayrıca, yetenekli bilim adamlarının ve başarılı araştırmaların desteklenmesi çalışmaları ile biyoteknoloji konusunda araştırmalar teşvik edilmiştir.

Sektörün gelişmesi için biyoteknoloji konusunda yeni bilim adamları yetiştirmek de önem kazanan diğer bir konu olmuştur. Biyoteknolojinin popülerliğinin artırılarak öğrencilerin bu bölümleri tercih etmelerinin özendirilmesine çalışılmıştır.

Biyoteknoloji araştırmaları için belki de en önemli teknik altyapı laboratuvarlardır. Birçok üniversite ve araştırma kurumuna verilen desteklerle en son teknolojiyi içeren ıslak zemini hazır laboratuvarlar kurulmuştur.

Planlanan faaliyetlerin gerçekleşmesi için gerekli mali kaynak da Ulusal Kalkınma Planı ile belirlenmiştir. Teknoloji geliştirme ve inovasyon faaliyetleri için NDP dâhilinde toplam 2,5 Milyar Avro kaynak ayrılmıştır. Bu bütçe kapsamında SFI, HEA, EI gibi kurumlar sektörün gelişmesi için çeşitli destekler (genellikle hibe veya ödül şeklinde) sağlamışlardır. Ayrıca risk sermayesi gibi farklı destek mekanizmaları geliştirilerek sistemin nakit ihtiyaçları karşılanmaya çalışılmıştır.

Kurumlar arası koordinasyon ve bilgi akışının sağlanması ve bilginin bir yerde yığılmasını engellemek ve paylaşımını artırmak için bütün paydaşların katılabileceği iletişim ve işbirliği ağları kurulmuştur. Özellikle üniversiteleri araştırma-geliştirme faaliyetlerinin içerisine sokmak ve üniversitede oluşan fikirlerin ticarileşmesini sağlamak için üniversite-sanayi işbirlikleri kurulmaya çalışılmıştır. İnternet üzerinde oluşturulan portallarla karşılıklı iletişimi verimli ve etkin bir hale getirmişlerdir.

Doğrudan yabancı yatırımı ülkeye çekmek için de dünya ölçeğinde faaliyet gösteren küresel ilaç ve medikal firmaların İrlanda'da yatırım yapmaları teşvik edilmiştir. Bu tip yatırımcıları ülkeye çekerek onların bilgi ve tecrübelerinden yararlanılmış, onların alt projeleri yürütülerek sektörde tecrübe kazanılmış ve yeni ürünlerin ticarileşmesi için ülkeler arası bağlantılar kurulmuştur.

KAYNAKLAR:

Bu bölümün yazılmasında, bir TTGV yayını olan “Ölmez Çakar, S. ve Özdemir, A.H. (2006) 23-26 Mayıs 2006 İrlanda Biyoteknoloji Çalışma Gezisi Raporu, TTGV Yayınları, Ankara” raporundan yararlanılmıştır.

- (1) Forfas (1996) A Strategy for Enterprise in Ireland in the 21st Century
- (2) Forfas (1999) Technology Foresight Ireland Report
- (3) Government Publications (2004) Building Ireland's Knowledge Economy – The Irish Action Plan for Promoting Investment in R&D to 2010
- (4) www.seroba.ie
- (5) www.growcorp.net
- (6) Gillespie, S. And Henry, C. (2005) Growing Pains in Irish Biotechnology
- (7) Ernst&Young (2002) Global Biotechnology Report
- (8) <http://www.enterprise-ireland.com/ResearchInnovate/Wireless+Standards+Pilot+Scheme.htm>
- (9) <http://www.ndp.ie/viewdoc.asp?DocID=568>
- (10) <http://www.ucd.ie/nova/index.html>

KISALTMALAR DİZİNİ

EI	Enterprise Ireland
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organization for Economic Cooperation and Development)
FORFAS	Girişimcilik, Ticaret ve İstihdam Bakanlığı'nın altında faaliyet gösteren, girişimcilik, ticaret, bilim, teknoloji ve inovasyon konularında ulusal politika danışma kurulu
NDP	İrlanda Ulusal Kalkınma Planı (National Development Programme)
BRI	İrlanda Biyoyaraştırma Kurumu (BioResearch Ireland)
SFI	İrlanda Bilim Vakfı (Science Foundation Ireland)
HEA	İrlanda Yüksek Eğitim Kurumu (Higher Education Authority)
IDA	İrlanda Endüstriyel Kalkınma Kurumu (Industrial Development Authority)
IBVCF	İrlanda Biyobilim Risk Sermayesi Fonu (The Irish Biosciences Venture Capital Fund)
IBIA	İrlanda Biyoendüstri Birliği (Irish Bioindustry Association)
EIBio	Enterprise Ireland Biyoteknoloji Direktörlüğü (Enterprise Ireland-Biotechnology Directorate)
NUI	İrlanda Ulusal Üniversitesi (National University Ireland Galway)
DCU	Dublin Şehir Üniversitesi (Dublin City University)
TCD	Dublin Trinity Üniversitesi (Trinity College Dublin)
UCD	Dublin Koleji (College Dublin)
CSET	Bilim, Mühendislik ve Teknoloji Merkezi (Centres for Science Engineering and Technology)
NOVAUCD	Dublin Koleji NOVA İnovasyon ve Teknoloji Transfer Merkezi
AURIL	Araştırma ve Endüstri İlişkileri Birliği (Association for Research and Industry Links)
AUTM	Üniversite Teknoloji Yöneticileri Birliği (The Association of University Technology Managers)
LES	Lisanslama Uzmanları Topluluğu (Licensing Executives Society)
CCDP	Kampüs Firmaları Geliştirme Programı (Campus Company Development Programme)
CSCB	Conway Sentez ve Kimyasal Biyoloji (Conway Synthesis and Chemical Biology)
RCSI	İrlanda Kraliyet Cerrah Koleji (The Royal College of Surgeons in Ireland)
BSN	Biyofarmasötik Bilimler Ağı (Biopharmaceutical Sciences Network)
NIBRT	Ulusal Biyoproses Araştırma ve Eğitim Enstitüsü (National Institute of Bioprocessing Research and Training)
EUROPABIO	Avrupa Biyoendüstri Birliği (The European Association for Bioindustry)
BIO	Amerikan Biyoteknoloji Endüstrisi Örgütü (Biotechnology Industry Organisation)
NCBES	Ulusal Biyomedikal Mühendisliği Merkezi (National Centre for Biomedical Engineering Science)
PRTLİ	3. Seviye Enstitülerde Araştırma Programı (Programme for Research in Third Level Institutions)
NDC	Ulusal Tanı Merkezi (The National Diagnostic Centre)
REMEDI	Yenileyici Tıp Enstitüsü (The Regenerative Medicine Institute)

Bölüm-2

Kısım-4 İsrail Biyoteknoloji Sektörü İnovasyon Politikaları

Deniz BAYHAN

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
TTGV

İSRAİL BİYOTEKNOLOJİ SEKTÖRÜ İNOVASYON POLİTİKALARI

İsrail'in biyoteknoloji sektöründeki inovasyon, gelişme ve büyüme hızı küresel bazda oldukça ag- resif olarak tanımlanmaktadır. İsrail hızlı büyüyen ve geleceğe yönelik alanlardan biri olarak önemi gittikçe artan biyoteknoloji ve yaşam bilimleri alanında küresel anlamda yaşanan bu eğilimin önemli oyuncularından birisidir. Ülkede “Yaşam Bilimleri” endüstrisi kapsamında ele alınan biyoteknoloji sektöründeki kişi başına düşen start-up sayısı tüm ülkelerin değerlerinden yüksektir. Biyoteknoloji⁴⁹ alanında yer alan 180 firmanın tümü akademik deneyim ile sanayi deneyiminin ortaklığı ile kurulmuştur. Bu firmalarda üst düzeyde yetişmiş yetkin insan gücü istihdam edilmekte ve ileri düzeyde teknolojik inovasyonlar üzerinde çalışılmaktadır. İsrail'in küresel bazda önemli bir oyuncu olma nedenleri ülkenin tarihi, politik, ekonomik ve sosyal statüsüne dayanmaktadır.

Ülkedeki biyoteknoloji alanındaki gelişmeler konusunda yapılan analiz çalışmasına⁵⁰ göre İsrail biyoteknoloji sektörünün geleceğe yönelik potansiyeli inovasyon odaklı Ar-Ge kurumları ve firmaların varlığına ve destek politika ve programlarına dayanmaktadır.

İsrail Hakkında

Doğu Akdeniz kıyısında yer alan İsrail coğrafi olarak bir Asya ülkesidir. Yüzölçümü 20.325 km² olup 2012 tahminlerine göre yaklaşık 8 milyon nüfusa sahiptir. Nüfusunun 29 olan yaş ortalaması ile oldukça genç nüfusa sahip bir ülkedir. GSYİH değeri 242.928 Milyon ABD Doları ile dünya sıralamasında 50 inci olup, kişi başına düşen GSYİH değeri 31.282 ABD Dolarıdır (26ıncı).

Ülkede sanayi devrimi 1958-1965 yılları arasında gerçekleşmiştir. Toplam işgücünün % 33,4'ü sanayi alanında çalışmaktadır. Çalışan nüfusun %24'ü üniversite mezunu olup, %12'sinin daha üst düzey eğitim dereceleri bulunmaktadır. İsrail'de altyapı standartları ülke içinde oldukça farklılık göstermektedir. Telekomünikasyon sektörü dışında altyapı anlamında gelişmeler oldukça düşüktür. Gelişen sanayi sektörlerinin başlıcaları; ilaç, optik, yazılım, elektrik malzemesi, elmas işletmeciliği, silah sanayisidir.

Dünya Bankası kaynaklarına göre İsrail'deki vergiler OECD, Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerine göre oldukça yüksek olup, İsrail'de iş yapma potansiyeli 2010 yılı dünya sıralamasında 83. sıradadır. İsrail'de fikri mülkiyet hakları, endüstriyel tasarımlar ve patentler yasal olarak tanınmakta olup, ülke WTO ve WIPO üyesidir.

İsrail'in Bilim, Teknoloji ve İnovasyon (BTI) Politikası

Yol gösterici birçok rapor ve doküman olmasına rağmen BTI politikası konusunda İsrail'in dokümante edilmiş ulusal bir plan ve stratejisi bulunmamaktadır. Ulusal plan olmamakla birlikte biyoteknoloji, nanoteknoloji ve temiz teknoloji sektörleri öncelikli sektörler olarak tanımlanmıştır. Düşük teknoloji endüstrilerin performanslarını artırıcı önlemler alınması da öncelikli alan olarak belirlenmiştir. İnsan sermayesi kalitesinin geliştirilmesi özel önem verilen alanlardan birisidir.

Ülkenin bilim tabanı oldukça güçlü olup OECD'nin ilk 500 üniversitesi listesinin üst sıralarında yer almaktadır. İsrail araştırma ve geliştirmeye GSYİH'nın %4,7'sini ayıran bir ülke olarak OECD ortalamasının ve Amerika'nın önünde yer almaktadır. Ar-Ge harcamaları 2005-10 yılları arasında da yıllık %4,1 büyüme göstermiştir. Ar-Ge harcamalarının %52'si özel sektör tarafından gerçekleştirilmektedir. Ar-Ge bütçesinin %80'i KOBİ'lere kullanılmaktadır.

49 İsrail'de Biyoteknoloji Sektörü, Medikal Cihazlar ve İlaç (Farmasötik) gibi Yaşam Bilimlerinin bir alt başlığı olup; Doku Mühendisliği ve Hücre Terapisi, Tanı Kitleri, İlaçlar, Biyojenerik, İmmün Terapi ve Aşılar, Biyoenformatik, Kalıtsal ve Proteom Araştırma Alet ve Ekipmanları, Gen Terapisi ve Moleküler Biyoloji, Biyomalzeme ve Plazma Ürünleri olarak tanımlanmaktadır.

50 'Analysis of Israel's Biotechnology Cluster' by HHL-Leipzig Graduate School of Management, 2009

Girişimcilik İsrail'de öne çıkan rekabetçilik güçlerinden birisidir. Girişimcilik sıralamasında İsrail 140 ülke arasında 1. sırada yer almaktadır (IMD Sıralaması – bu sıralamada Türkiye 14. sıradadır). Start-up girişimlerini desteklemek İsrail'in BTI politikasının önemli bir boyutudur. GSYİH'nın %1'i risk sermayesi yatırımlarına ayrılmıştır. Üniversite ve kamu araştırma merkezlerinden özel sektöre teknoloji ve bilginin transfer edilmesini sağlamak üzere birçok program bulunmaktadır.

İsrail'in Ekonomisi

Ekonomi son yıllarda pozitif bir büyüme göstermekte, işsizlik oranları düşüş göstermektedir. İsrail'de GSYİH'nın %64'ü finans, turizm, eğitim, ulaştırma, iletişim gibi servis sektörü tarafından yaratılmaktadır. Sanayinin payı %32 olup, istihdamın %16'sını sağlamaktadır. Tarım %2,6'lık düşük bir paya sahiptir.

Düşük iç pazar büyüklüğü ve kısıtlı doğal kaynaklar nedeniyle ihracat ve ithalat İsrail ekonomisinin bel kemiğini oluşturan önemli unsurlardır. Savunma ve havacılık araçları, uçak motorları, medikal cihazlar, biyolojik kökenli ilaçlar ve iletişim ekipmanları gibi ileri/yüksek teknoloji ürünlerin ihracatı toplam ihracatın içinde %26'lık bir paya sahiptir. Ticaret yapılan ülkelerin başında ABD, Belçika, Çin, İsviçre ve Almanya gelmektedir.

İsrail'de Biyoteknolojinin Doğuşu

İsrail'de biyoteknoloji endüstrisinin doğuşunun 'clostridium acetobutylicum' isimli bakteriden asetonun üretildiği 1936 yıllarına uzandığı düşünülmektedir. Ancak modern biyoteknolojinin gelişimi daha uzun yıllar almıştır. İsrail'de biyoteknoloji faaliyetlerinin %60'ı medikal ajanlar, teşhis, hücre ve doku terapisi üzerine yoğunlaşmıştır.

Ares-Serono isimli bir İsveç firmasının şubeleri olarak 1981 yılında "Biotechnology General" ve "Interpharm" firmalarının kurulması, İsrail'de biyoteknoloji sanayinin başlangıcı sayılır. 1990'lara kadar hastane ve üniversitelerde yapılan araştırma çalışmaları dışında İsrail'de biyoteknoloji alanında sadece bu iki firma faaliyet göstermiştir. 1990'lı yılların başındaki ileri teknoloji dalgası yeni firmaların kurulmasını sağlamıştır.

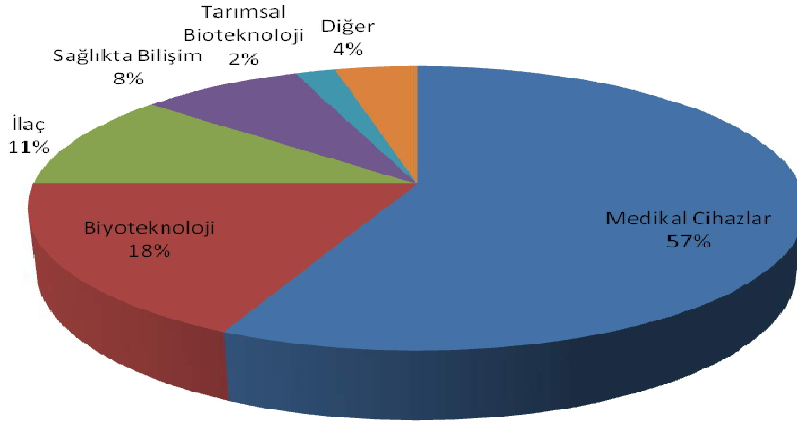
1991 yılından sonra İsrail biyoteknoloji sektörü her yıl kurulan yeni firmalarla (start-ups) büyümüştür. Firmalar Sanayi ve Ticaret Bakanlığının verdiği Ar-Ge hibe destekleri ile sektöre çekilmişlerdir. Hibe desteklere ek olarak devlet biyoteknoloji sektörünü yönlendirmek ve Ar-Ge çalışmalarını özendirmek üzere 1995 yılında 'Ulusal Biyoteknoloji Komitesini' oluşturmuştur. Bu komitede sanayi ve akademi eşit oranda temsil edilmişlerdir. Ayrıca akademisyenlerin firmalarla ortak olarak niş alanlarda rekabet öncesi (çok erken aşama) Ar-Ge çalışmaları yapmak üzere bir araya gelmelerini desteklemek üzere 'Magnet' programı uygulamaya konmuştur. İsrail Magnet Programı doğrudan biyoteknoloji alanına yönelik olmamakla birlikte, sektörde üniversite-sanayi inovasyon işbirliğinin oluşumuna katkısı olmuştur. Yaşam bilimleri alanında 1996 yılı öncesinde 186 olan firma sayısı, 2012 yılında 1,000'i aşmıştır. Firmaların %41'i son 10 yılda kurulan firmalardır. Son beş yılın verilerine bakıldığında yaşam bilimleri alanında bir yılda yaklaşık olarak 40-45 yeni firma kurulmaktadır.

İsrail'de Yaşam Bilimleri Sektörü

Biyoteknoloji ile yaşam bilimleri birbiri ile iç içe geçmiş alanlardır. Yaşam bilimleri bitkiler, hayvanlar ve insanlarla ilgili tüm bilimleri içermektedir, dolayısıyla biyoteknoloji yaşam biliminin bir parçasıdır. Rapor kapsamında İsrail'in biyoteknoloji sektörü ve ilişkili politikalar incelenirken öncelikli olarak yaşam bilimleri sektörü esas alınmıştır.

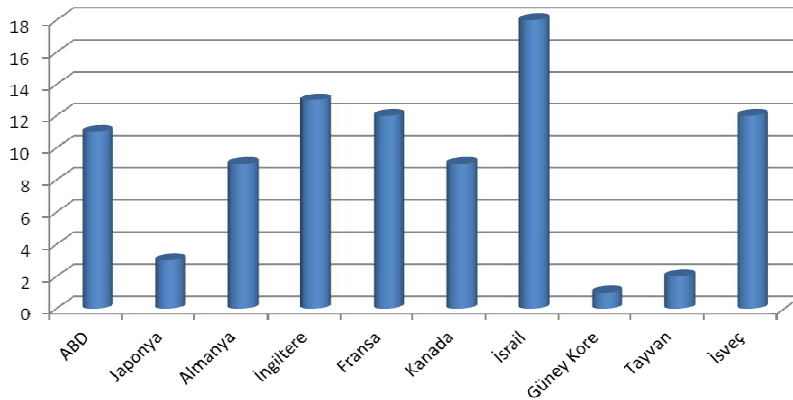
- Kök hücre araştırmalarında öncü;
- Bilimsel araştırma enstitülerinin kalitesi bakımından dünya 1. si;
- Nitelikli insan gücü bakımından dünya 1.si;
- Kişi başına düşen medikal cihaz patentlerinde dünya 1.si;
- biyo-ilâç patentlerinde dünya 4.sü;
- GSYİH'nın %4,7 si ile Ar-Ge yatırımlarında dünya 1.si;
- Risk sermayesi piyasası açısından dünya 3.sü.

2012 yılı itibariyle İsrail'de kurulan 1,000'in üzerindeki yaşam bilimleri firmasının ağırlıklı faaliyet alanları medikal cihazlar, biyoteknoloji ve ilaçtır (farmasötik) (Şekil 1). Firmaların %34'ü gelir getirmeye başlamış firmalardır ve ihracatları 2011 yılında 8,9 Milyar ABD Dolarına ulaşmıştır. Bu rakamlar İsrail'in sadece start-up firmaları için çekim merkezi değil, gelişmiş, ticari olarak tutarlı ve gelecek vaat eden işletmelerin de bulunabildiği bir ülke olduğunu göstermektedir.



Şekil 1 – İsrail'in Yaşam Bilimleri Sektör Dağılımı (1000 firma)
Kaynak: IVC Veritabanı 2012

Bugün İsrail yaşam bilimleri alanında özellikle 'biyolojik kökenli ilaç' ve 'medikal cihazlar' sektörlerine ev sahipliği yapan bir ülke konumundadır. İsrail'in yaşam bilimleri patent sayısının tüm İsrail patent sayısı içindeki yüzdesi dünya ülkeleri içinde en yüksek sırada yer almaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Yaşam Bilimleri Patentleri (Toplam Patent İçindeki Yüzdeleri)
Kaynak: www.uspto.gov (2009), ILSI 2010 Verisi

Medikal Cihazlar

İsrail medikal cihazlar sektöründe 448 firma görüntüleme, medikal lazer, elektro-medikal, tele-hekimlik, ameliyat ekipmanı, tanı kiti ve rehabilitasyon ekipmanları alanlarında dünya çapında inovasyon yapmaktadırlar. ABD Patent ve Marka Biriminin 2009 yılı verilerine göre İsrail dünyada kişi başına en fazla medikal cihaz patenti olan ülkedir. Yutulabilir kameralar, taşınabilir kardiyolojik ultrason sistemleri, görme bozukluğu olanlar için göze yerleştirilebilir cihazlar türündeki inovatif medikal cihaz ürünlerine aşağıda birkaç örnek verilmiştir.

- Given Imaging firmasının PillCam isimli yutulabilir bir kamera/hap ile mide ve bağırsakları dolaşırken devamlı resimler hatta video görüntüleri iletiliyor. Hapın görevi bitince de bünyeden atılıyor. PillCam gerek ABD’de, gerekse Avrupa’da sertifika almış bir ürün, günümüzde de kar getirmeye devam ediyor. 2011 yılı karı 181 Milyon ABD Doları olarak gerçekleşmiş.
- 2012 yılında Covidien firması tarafından 350 Milyon ABD Dolarına satın alınan superDimension firmasının geliştirdiği Elektromanyetik Navigasyon Bronoskopi (ENB) cihazı doktorların biyopsi yapmasına ve akciğerin uzak bölgelerindeki kitleleri tedavi etmesine izin verecek şekilde elektromanyetik navigasyonla gerçek zamanlı 3 boyutlu BT görüntülerini birleştiren bir teknolojidir.
- Medinol firması 1990’lı yılların başlarında kapalı hücre yapısına sahip stent tasarımı ve geliştirmesi yapmıştır. Medinol firması kalp sondalaması alanında yeni inovasyonlar geliştirmeye devam etmektedir.

Medikal cihaz alanında son teknolojiler kullanılarak yürütülmekte olan Ar-Ge çalışmalar için de aşağıdaki örnekler verilmiştir.

- Hastanın karaciğer fonksiyonlarını test edecek bir cihaz Exalenz firması tarafından geliştirilmiş ve test edilmiştir.
- Deri altına ağrısız ilaç verimi için NanoPass firması mikro-enjeksiyon yöntemi uygulaması geliştirmiştir.
- Novocure firması tarafından 2011 yılında hastaların normal aktivitlerini sürdürürken kanser terapisi uygulayacak taşınabilir bir cihaz geliştirilmiştir.

Biyoteknoloji

Biyoteknoloji alanında 180 firma bulunmaktadır. Firma sayısında yıllık olarak yaklaşık %17 artış olmaktadır. Biyoteknoloji firmalarının faaliyet alan dağılımı aşağıdaki şekil ile gösterilmektedir. Tanı kitleri, biyofarma (ilaç), doku mühendisliği ve hücre terapisi biyoteknoloji alanında en fazla sayıda firmanın olduğu alt sektörlerdir. Bilimsel tabanlı biyoteknoloji araştırmaları İsrail’de üniversiteler, hastaneler, teknik okullar ve araştırma enstitülerinde yürütülmektedir.

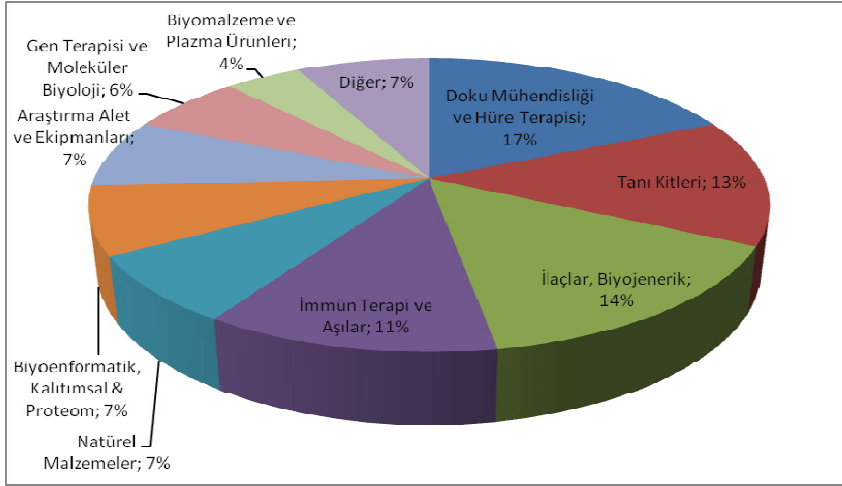
İsrail özellikle kök hücre araştırmaları alanında dünya çapında mükemmeliyet merkezi olarak tanınmaktadır ve bu alanda dünyada Amerika’dan sonra en çok yayını olan ülkedir. Araştırma ve geliştirme çalışmaları ağırlıklı olarak ülkenin önde gelen üniversite hastanelerinde yürütülmektedir. Üniversite hastanelerinin yanı sıra kök hücre alanında çalışmalar yürüten aktif 15 firma bulunmaktadır. Firmalardan dördü klinik test aşamasındadır. Klinik test aşamasına yakın olan başlıca kök hücre çalışmaları arasında kalbi yeniden çalıştıracak ve şeker hastalarında yeniden insülin üretimini sağlayacak çalışmalar örnek olarak verilebilir. Alanda araştırmadan deneme aşamasına

geçilmesinde devletin hibe destekleri ve uluslar arası işbirlikleri çok önemli rol oynamaktadır. İsrail'in kök hücre tedavilerinden öne çıkan bazı örnekler şunlardır:

- Cell Cure firmasının embriyona ait kök hücreden elde edilen OpRegen ürünü yaşlanmaya bağlı makular dejenerasyonu tedavisinde kullanılmaktadır.
- Brainstorm firmasının 'Cell Therapeutics' ürünü Parkinson tedavisinde kullanılmaktadır.

Farmasötikler (İlaçlar) ve Biyolojik Kökenli Farmasötikler (Biyofarma)

İsrail'de ilaç sektörü 76 kurumsallaşmış firma ve 30,000'e yakın istihdamı ile yaşam bilimlerinin üçüncü büyük sektörüdür. Özellikle kanser, MS ve Alzheimer tedavisi için kullanılan farmasötikler üzerinde çalışmalar yürütülmektedir. Merkezi İsrail'de bulunan ve 1901 yılında kurulmuş olan Teva Pharmaceutical Industries firması bugün yıllık 18,3 Milyar ABD Doları satışı ile dünyanın en büyük jenerik ilaç üreticisidir. İsrail kökenli jenerik ilaç üreticisi firmalara örnek olarak Taro, Dexcel/Dexxon ve Rafa sayılabilir.



Şekil 2. İsrail'in Biyoteknoloji Firmaları – Alt Sektör Kırınımı (180 firma)

Kaynak: ILSI 20120

İsrail biyolojik kökenli ilaçlarda da dünyanın önemli lider ülkeleri arasında sayılmaktadır. İlaç sektöründeki gelişim özellikle biyoteknoloji alanındaki gelişime dayanmaktadır. İsrail biyofarma alanındaki yeni patent sayısı ve alanda kurulan yeni firma sayısı açısından küresel lider konumundadır. İsrail'in biyofarma sektöründeki gelişimi pazardaki küresel devlerin de dikkatini çekmektedir. Alman Merck Serono firması 2012 yılında İsrail'in Yavne şehrindeki Inter-Lab inkübasyon merkezinde yeni bir ilaç geliştirme kuluçkalığı yatırımı yapmıştır. Firmanın onkoloji, doğurganlık, MS ve endokrinoloji alanlarında gerçekleştirilecek beş projeye 13 Milyon ABD Doları yatırması beklenmektedir. Pazardaki biyofarma ürünlerine ve ileri uçtaki Ar-Ge çalışmalarına şu örnekler verilebilir:

- Hadassah Tıp Merkezi tarafından geliştirilip daha sonra Johnson&Johnson'a satılan, yumurtalık kanser tedavisinde kullanılan kemoterapi ilacı;
- Teva firmasının Weizmann Enstitüsü ile birlikte geliştirdikleri, multiple skleroz tedavisinde kullanılan Copaxone;
- Hebrew Üniversitesindeki araştırma sonucu ortaya çıkan ve Novartis tarafından geliştirilip ticarileştirilen Alzheimer hastalığı tedavisinde kullanılan Exelon;

- Gamida Cell firmasının kök hücre doku transferi konusundaki çalışmaları;
- Vaxil Bio Therapeutics firmasının kanser aşılı ile ilgili çalışmaları;
- Mediowound firmasının enzim reaksiyonları ile aktive olacak yanık tedavisinde kullanılacak devrimsel bir jel geliştirme çalışması için Teva firması ile işbirliği yapması.

Tarımsal Biyoteknoloji

Tarımda ve bilimsel alandaki gelişmeler İsrail'de ekonomik etkileri olan karmaşık ve verimli bir tarım sistemi oluşmasını sağlamıştır. İsrail tarıma dayalı ekonomiye narenciye ihracatı ile başlamıştır. Bugün İsrail'in tarımsal biyoteknoloji ürün ve araştırmaları şu alanlarda gerçekleşmektedir:

- Toksik içeren tarım ilaçları kullanımının biyolojik kontrollere ile değiştirilmesi,
- Moleküler genetik teknoloji esaslı istenilen özellikleri içeren bitki geliştirilmesi,
- Kümes ve çiftlik hayvanları için aşı maddeleri geliştirilmesi.

Sağlıkta Bilişim Teknolojileri

İsrail sağlıkta bilişim teknolojileri uygulamasında dünya liderleri arasında yer almaktadır. En basit merkezlerde bile hasta kayıtları bilgisayar ortamında ve veri tabanında muhafaza edilmektedir. İsrail'in üstün olduğu belirtilen alandan biri de 'uzaktan tedavi'dir. Bu alanda 70 kadar firma faaliyet göstermektedir.

Sağlıkta bilişim sektörünün önde gelen firmaları arasında kurumsal hastane bilgi yönetim sistemi konusunda Roshtov, kablosuz tıbbi veri transferi konusunda Medic4All Group, sistem entegrasyonu konusunda eWave firmaları sıralanabilir.

Yaşam Bilimleri Firmaları

Yaşam bilimleri alanında faaliyet gösteren firmaların %56'sı son on yılda kurulmuş firmalardır. Yeni kurulan firmaların %34'ü gelir getiren firma konumundadır. Firmaların yaklaşık %75'i 20 çalışanından daha az çalışanı olan küçük firma büyüklüğünde olup, büyük çoğunluğunun yatırım alanı 'kalp ve damar hastalıkları' ile ilgilidir. Biyoteknoloji firmalarının ortalama ürün geliştirme süresi 10 yıldır ve yeni bir ürünü piyasaya sürmenin maliyeti 800-900 Milyon ABD Doları olabilmektedir. Ürün geliştirme süresi, maliyeti ve ürünün gelecek başarısındaki belirsizlikler nedeniyle sektör yüksek risk taşıyan bir sektördür. Klinik deneylerinin başarısızlık oranı 10 da 8'dir. İsrail'de biyoteknoloji rekabetin oldukça yüksek olduğu bir sektördür. Tüm bu faktörler dikkate alındığında finansman ve verimlilik biyoteknoloji firmaları için kritik önemde bir konudur. Firmalar karlılıklarını artırmak, risklerini düşürmek ve finansman sorunlarının üstesinden gelmek için ürün geliştirme süreçlerini kısaltmak, maliyetlerini azaltmak ve başarı oranlarını artırmak zorundadırlar. İsrail'in yaşam bilimleri alanındaki firmaların %16'sı tohum aşamasında, %10'u klinik öncesi aşamada, %21'i ise klinik aşamasındadır.

Son yıllarda İsrail yaşam bilimleri sektöründe yatırımcıların önemli "çıkış" işlemleri gerçekleştirdikleri görülmektedir. Yaklaşık 60 firma yakın zamanda Tel Aviv Menkul Kıymetler Borsası'nda halka açılmıştır. 15 kadar İsrail firması da (Omrix, Rosetta, XTL gibi) yine yabancı borsalarda, özellikle ABD Borsasında halka açılmıştır. IVC (Israel Venture Capital) Araştırma Merkezi verileri-

ne göre 2009 yılında yaşam bilimleri alanında gerçekleşen şirket birleşmeleri ve satın almaların (mergers & acquisitions) toplam değeri 822 Milyon ABD Dolarıdır.

İsrail Yaşam Bilimleri Finansman Kaynakları

İsrail’de yaşam bilimleri alanındaki Ar-Ge faaliyetlerini desteklemek için birçok fon kaynağı bulunmaktadır. 2010 yılı verilerine göre sanayi ve üniversite Ar-Ge harcamalarının toplamı yaklaşık olarak 800 Milyon ABD dolarıdır. Finansman kaynakları; kamu alımları, hibe destekler, iki uluslu devlet destekli vakıflar, risk sermayesi ve firmaların kendi kaynakları.

Tablo 1. İsrail Yaşam Bilimleri Finansman Kaynakları Dağılımı
Kaynak: ILSI Veritabanı – 2010 ve Sanayi Raporları

Finansman Kaynağı	Milyon \$	%
İsrail Hükümeti	130	16,45
Hibe Destekler	130	16,45
İki Uluslu Devlet Destekli Vakıflar	30	3,8
Risk Sermayesi	100	12,7
Firmaların Öz Kaynakları	400	50,6
TOPLAM	790	100

İsrail Biyoteknoloji Sektör Aktörleri

İsrail biyoteknoloji sektörü ‘biyoteknoloji kümesi’ olarak da tanımlanmaktadır. Kümede çeşitli aktörler ve bu aktörler arasında çeşitli ilişki şekilleri bulunmaktadır. İsrail’in biyoteknoloji sektöründeki başarısının bu küme yapılanmasına bağlı olduğu belirtilmektedir. Yaşam bilimleri ya da biyoteknoloji kümelenmesi ağırlıklı olarak Tel Aviv, Hayfa ve Kudüs şehirlerindedir. Nüfusun %90’ı birbirinden iki saat araba yolu uzaklığında bulunmakta olup, üniversite ve diğer endüstri kümelerine de yakın mesafededir. Yoğun bilgi paylaşımı sağlayan ve firmalar arası sinerji etkisi yaratan küme yapısı Şekil 3 ile gösterilmektedir.

Üniversite ve Araştırma Merkezleri

İsrail’de fonlanan akademik araştırmaların %50’si yaşam bilimleri alanında yapılan çalışmalarıdır. Sektörü akademik veya bilimsel faaliyetler ile destekleyen 11 üniversite ve araştırma merkezi vardır. Bunlardan en önemli olanı İsrail’de biyoteknoloji alanındaki araştırmaların %43’ünü yapan Hebrew Üniversitesidir. Hebrew Üniversitesini dünya çapında yaşam bilimleri alanında çalışma yapan bilim adamı sayısının çokluğu ile Weizmann Enstitüsü izlemektedir.

İnsan kaynakları açısından yaşam bilimleri İsrail’de akademik kariyerin en fazla tercih edildiği alanlardan birisidir. 2007 yılı istatistiklerine göre üniversite öğrencilerinin %6’sı yaşam bilimlerinde lisans eğitimi görmektedir. Yüksek lisans yapanların %10’u, doktora yapanların da %26’sı yaşam bilimleri alanındadır.

Technion Teknoloji Araştırma Merkezi ülkenin uygulamalı araştırmalar yapan en büyük merkezidir. Biyoilaç konusunda Ar-Ge faaliyetlerinde bulunan Amerikan menşeli Mann Enstitüsü de 100 Milyar ABD Doları ile bu alanda şube açmıştır. Enstitünün faaliyet alanı biyoilaç, medikal cihazlar ve yaşam bilimleri konularında bilgi birikimini oluşturmaktır.

Teknoloji Transfer Yapılanmaları/Firmaları

Üniversite ve araştırma merkezlerinin birçoğu bünyelerinde geliştirdikleri fikri mülkiyetlerin ticarileşmesi ve pazarlanması sürecini yürütmek üzere kendi teknoloji transfer firmalarını (Yissum, Yeda, Hadasit ve Ramot gibi) kurmuşlardır. İsrail üniversiteleri dünyada teknoloji transfer ofislerini kuran ilk üniversiteler arasında sayılırlar. İsrail’de yedisi üniversiteye bağlı, beşi araştırma hastanelerinde olmak üzere 12 teknoloji transfer yapılanması/firması vardır. Hebrew Üniversitesinin Yissum teknoloji transfer firması en büyük ve en eskilerdendir, 1964 yılında kurulmuştur. Yissum MIT ve Stanford gibi çok sayıda patent üretmektedir, 2012 itibarı ile çıkarılan patent sayısı 7,000’dir. Dünyanın üçüncü en çok kar eden teknoloji transfer yapılanması olarak tanınan Yeda Weizmann Enstitüsüne bağlıdır. Teknoloji transfer yapıları veya firmaları ulusal bir yapılanma olan İsrail Teknoloji Transfer Ağ yapısına bağlıdırlar.

Teknoloji Tabanlı Kuluçkalık Ağ yapısı

Teknoloji tabanlı kuluçkalık ağ yapısı İsrail’de yaşam bilimleri alanında Ar-Ge faaliyetlerini en verimli şekilde destekleyen sanal bir “start-up makinası” olarak tanımlanmaktadır. Ülke genelinde 24 olan kuluçkalıkların her biri 8-10 arasında firmayı barındırmaktadır. Kuluçkalık programı kapsamında firmalara riskin en yüksek olduğu ilk 2-3 yıllık yaşam süreçlerinde 500.000 ABD doları kadar hibe destek sağlanmaktadır. 1990 yıllarından beri uygulanmakta olan program kapsamında 1000 firma kuluçkalıktan mezun olmuştur. İlk başta devlet tarafından işletilen kuluçkalıkların birçoğu zaman içinde özelleştirilmiştir.

Küme Yapılanmaları

İsrail’de biyoteknoloji sektörünü şekillendiren dört küme yapılanması bulunmaktadır, bunlar; İsrail Biyoteknoloji Organizasyonu, Biolsrael, BioJerusalem ve BioNorth’dur. Tüm bu yapılanmaların başlıca faaliyetler alanları start-upları desteklemek, potansiyel yatırımcılar ile kamu kurumları ve firmalar arasında ilişkiler kurmak, küme üyeleri arasında iletişim ve işbirliğini sağlamak ve özendirmek olarak sayılabilir.

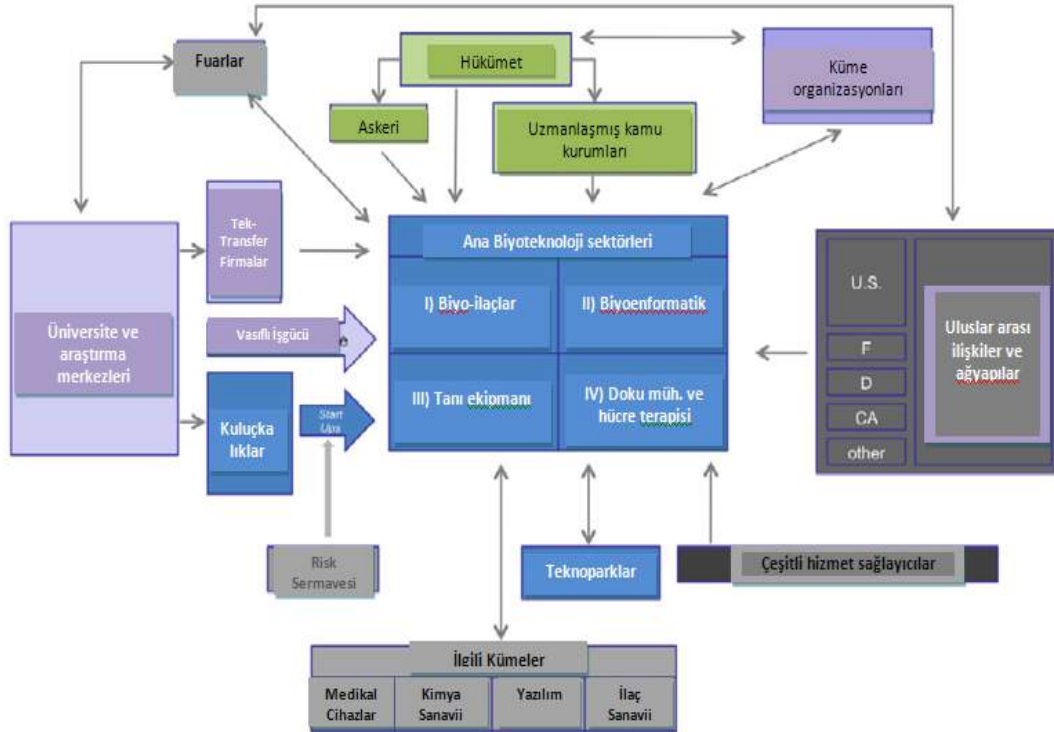
1997 yılında kurulan Biolsrael, biyoteknoloji ve medikal cihaz firmaları için önemli bir merkez (‘hub’) olup yurtdışı stratejik ortaklar ve servis sağlayıcılar ile ilgili olarak veri sağlamaktadır. BioJerusalem Kudüs’te yerleşik start-up ve biyogirişimciler için ‘işletme koçluğu’ sağlayan bir programdır. BioNorth ise ülkenin kuzeyinde yer alan biyoteknoloji firmaları ile akademik araştırmacılar arasında işbirliğini sağlamaktadır. Bu küme yapılanmalarının yanı sıra İsrail yaşam bilimleri firmalarını uluslararası arenada tanıtmak amacıyla faaliyet gösteren kar amacı gütmeyen İsrail Yaşam Bilimleri Sanayii Birliği (Life Sciences Industries Association in Israel – ILSI) isimli bir kurum da bulunmaktadır.

Regülasyonlar

İsrail’de regülasyonların açık ve esnek olması biyoteknoloji sektörünün gelişmesinde önemli katkı sağlamıştır. Örneğin kök hücre alanında İsrail’in öncü ülkelerden biri olmasının önemli nedenlerinden biri ülkedeki serbest regülasyon ortamıdır. Açık bilimsel regülasyonlar aynı zamanda çalışmaların araştırma safhasından deneme safhasına geçmesine de öncülük etmektedir. Aynı zamanda biyoteknolojik araştırmaların etik sorunları gibi hassas bir konu ile ilgili olarak İsrail Ulusal Biyo-Etik Konseyi kurulmuştur. Bu kurum biyo-ilaç ve biyoteknoloji alanında sürdürülen bilimsel çalışmalardan kaynaklanan etik konularla ilgili yasal işlemler konusunda görüş vermektedir.

Kamu Kurumları ve Destek Programları

İsrail’de hükümet önemli bir aktör olarak kabul edilmektedir. 2000 yılından itibaren biyoteknoloji ulusal ajandaya girmiş ve hibeler, vergi teşvikleri, start-up destekleri, Ar-Ge ve teknoloji ticarileştirmesi faaliyetlerini destekleyici programlar uygulamaya konmuştur. ‘Bioplan 2000’ ile biyoteknoloji esaslı kuluçkalıklar oluşturulmuştur. Doğrudan faaliyet desteklerinin yanı sıra çevre koşullarını iyileştirme konusunda da altyapı projelerini destekleyici çalışmalar yürütülmüştür.



Şekil 3. İsrail Biyoteknoloji Küme Yapısı

Kaynak: Analysis of Israel's Biotechnology Cluster, HHL - Leipzig Graduate School of Management, 2009

Biyoteknoloji sektörünün ulusal ajandaya girmesi öncesinde bir uluslararası danışmanlık firmasından (Monitor) alınan destek ile sektörünün analizi yapılmış ve sektör gelişimine engel olan ve gelişimini sağlayacak alanlar belirlenmiştir. Sektör vizyonu, hedefleri ve destek programları söz konusu analiz sonuçları esas alınarak belirlenmiştir.

Biyoteknoloji sektörüne destek veren kamu kurumlarından en önemlileri şunlardır; Bilim ve Teknoloji Bakanlığı, Uzman Bilim Adamı Ofisi – Sağlık Bakanlığı, Uzman Bilim Adamı Ofisi – Sanayi ve Ticaret Bakanlığı ve Kamu Araştırma Merkezleri. Biyoteknoloji sektörü Uzman Bilim Adamı Ofisi tarafından aşağıdaki tablodan da görüleceği gibi 'öncelikli sektör' olarak tanımlanmıştır. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'na bağlı olan Uzman Bilim Adamı Ofisi (Chief Scientist's Office – CSO) sektördeki umut vadeden girişimlerin desteklenmesi ve bu girişimlerin ticarileşen ürünleri üzerinden telif alma faaliyetlerini yürütmektedir. Bunun yanı sıra söz konusu kuruluş teknoloji tabanlı girişimciliği ve katma değer yaratan Ar-Ge projelerini de teşvik etmektedir. Destek bütçesinin yaklaşık olarak %50'si pazar odaklı Ar-Ge projelerine hibe olarak aktarılmaktadır. Devlet hibe destek ile riski paylaşmakta ve firmaların sadece ticari olarak başarı elde ettikleri ürünleri için geri ödemede bulunmaları beklenmektedir.

Sektör	Öncelikli Sektörler (Biyoteknoloji)	Diğer Sektörler
Proje esaslı hibe destek oranları	Onaylı Ar-Ge bütçesinin %50'si	Onaylı Ar-Ge bütçesinin %20-40 arası
Proje süresi	2 yıl	1 yıl
Hızlandırılmış amortisman	1. yıl için %66	1. yıl için %33
Proje başvuru zamanlaması	Tüm yıl için açık başvuru	Belirli bir tarihte yılda bir kez

Tablo 2. Destek Programı Kriterleri

MAGNET' çerçeve programı 1994 yılından beri firmalar ile araştırmacıları bir araya getirerek rekabet öncesi yeni jenerik teknolojiler geliştirilmesi türündeki projeleri %66'lara varan oranlar ile desteklemektedir. MAGNET programı teknoloji geliştiriminin yanı sıra İsrail'de sanayi-sanayi ve sanayi-üniversite işbirliği kültürünün yerleşmesini sağlamıştır. 1995 yılında kurulan Ulusal Biyoteknoloji Komitesi İsrail'de biyoteknolojinin geliştirilmesi ve teşvik edilmesi görevini sürdürmektedir. Özellikle yabancı yatırımcılara önemli avantajlar sağlayan İsrail Yatırım Merkezi tarafından yürütülen rekabetçi bir hibe programı olan 'Grants Program' ve Vergi Otoritesi tarafından yürütülen vergi indirimi programları bulunmaktadır.

Risk Sermayesi

İsrail'de risk sermayesi özellikle Ar-Ge faaliyetinde bulunan start-up firmaları için önemli bir finansman kaynağı olarak görülmektedir. Fon büyüklükleri 10-100 Milyon ABD Doları arasında değişen yirmiden fazla risk sermaye fonu bulunmaktadır. 2010 yılında yaşam bilimleri alanındaki sermaye artışı ileri teknoloji sektörlerinin tümündeki sermaye artışının %28'i ile başı çekmiştir. 2011 yılı itibarıyla yaşam bilimleri alanına yerli ve yabancı firmalar tarafından yapılan risk sermayesi büyüklüğü 395 Milyon ABD doları olmuştur. Kullanılabilir risk sermayesi büyüklüğü açısından İsrail dünyada üçüncü sırada yer almaktadır. İsrail risk sermayesi yatırımlarının %63 gibi bir oranda büyük çoğunluğu Avrupa ve ABD'nin aksine medikal cihazlar alanına yapılmaktadır. Bu eğilim medikal cihaz alanının daha az fona ihtiyaç duyduğu, daha kısa sürede geri dönüş sağlayacağı ve İsrail insan kaynaklarına ve altyapısına daha uyumlu olduğu kabul edilmektedir. Avrupa ve ABD'de fonların %70'i biyo-ilaç, %30'u medikal cihazlar alanına yatırılmaktadır.

2012 yılında İsrail Hükümeti küresel yatırım yönetim firması olan ObiMed ile birlikte yaşam bilimleri risk sermayesi fırsatlarında kullanılmak üzere bir 'yatırım fonu' inisiyatifi yürürlüğe koymuştur. 222 Milyon ABD doları büyüklüğündeki fonun 80 Milyon ABD doları devlet tarafından sağlanmıştır. Fonu yöneten ObiMed hâlihazırda iki yatırım yapmıştır; emboliyi önleyici cihaz geliştiren Keystone Heart firması ve kulak tedavisinde kullanılan köpük formülasyonları geliştiren Otic Pharma firması.

Üniversitelerden çıkan projelerin ticarileştirilmesinde yaşanan zorluklar ve risk sermayesi fonlarının bu aşamada çözüm olamaması nedeniyle 2003 yılında teknoloji transfer ofisleri Teva ve Hadasit, iki büyük risk sermayesi firması ile birlikte BiolineRX firmasını kurmuşlardır. Seçilen en iyi erken aşama projeleri önce BiolineRX firmasına lisans yoluyla devredilmekte, burada ikinci aşama klinik deneyler için geliştirilmekte, sonrasında büyük bir ilaç firması tarafından ticarileştirilmektedir. BiolineRX firması şu ana kadar 900 projeyi gözden geçirmiştir ve aktif süreçte olan 15 proje bulunmaktadır.

Uluslararası Firmalar

İsrail'de özellikle inovasyonun kaynağı olan küçük biyoteknoloji firmaları yüksek maliyetli klinik deneyleri, dolayısıyla yeni tedavi yöntemlerini piyasaya sürmek için gerekli olan sermayeye

sahip değildirler. Amerika, Kanada ve Almanya gibi ülkelerden İsrail'deki biyoteknoloji sektörüne ilgi gösteren birçok uluslararası firma bulunmaktadır. Uluslararası firmalar İsrail firmalarına Johnson&Johnson'da olduğu gibi doğrudan yatırım yaparak veya Bayer örneğinde olduğu gibi risk sermayesi yoluyla ortak olmaktadır. Bazı ülkeler de İsrail'de ortak Ar-Ge merkezleri kurma yolunda işbirliğine gitmektedirler. BIRD – 'Binational Industrial Research and Development' kuruluşu bu tür bir ortaklığa örnektir ve amacı endüstriyel Ar-Ge'yi destekleyerek, Amerika ve İsrail'in biyoteknoloji alanındaki gelişimini sağlamaktır.

Disiplinlerarası İlişkiler

Biyoteknoloji çok disiplinli ve geniş kapsamlı bir bilim dalı olduğundan disiplinlerarası ortak çalışmalar sektörün gelişiminde önem taşımaktadır. İsrail'in inovatif yaşam bilimleri ürünleri geliştirmesinde önemli etkenlerden biri de bilgi-iletişim teknolojisi, mikro-elektronik ve ileri malzemeler alanlarına verilen destekler ve bu alanlardaki gelişmelerdir. Örneğin Medinol firmasının kalp stentleri havacılık endüstrisindeki metal ve yapılar konusundaki Ar-Ge faaliyetleri aşamasında öğrenilen prensiplere dayanmaktadır.

Fuar ve Konferanslar

İsrail biyoteknoloji sektör ilişkisi yapılanmasında özel bir yer verilen 'Biyomed İsrail' ve 'Uluslararası Kök Hücre Konferansı' gibi fuarlar her yıl birçok sanayiden ve bilim alanından uzmanı bir araya getirmektedir.

İsrail Biyoteknoloji Sektörü İnovasyon Sistemi – Analiz Özeti

İsrail istikrarsız politik ortam, sınırlı doğal kaynaklar, nüfusa dayalı düşük iç pazar payı olmasına rağmen Biyoteknoloji Sektöründe son 10 yılda önemli gelişmeler göstermiş ve birçok göstergede dünya sıralamasında ilk sıralara yerleşmiştir. Bu gelişmenin arkasında ülkenin biyoteknoloji alanında oluşturduğu ve uyguladığı 'sektörel inovasyon sistemi' yatmaktadır. Raporda detaylı olarak incelenen sistemin ana unsurları aşağıda özetlenmiştir.

- Alana özel geleceğe yönelik ulusal ajanda oluşturulması ve güncellenmesi
- Akademik ve sanayi tarafının temsil edildiği Ulusal Biyoteknoloji Komitesi
- Biyoteknolojinin Öncelikli Sektör (Preferred Sector) olarak tanımlanmış olması
- Finansal ve teknolojik inisiyatifleri içeren sektöre özel kamu destek programları
- Üniversite esaslı teknoloji transfer arayüzleri
- Sektöre özel teknoloji tabanlı kuluçkalıklar
- İnovasyon esaslı girişimcilik ruhu
- Kaliteli üniversite ve araştırma merkezleri
- Nitelikli insan gücü
- Yabancı sermaye yatırımları ve uluslararası işbirlikleri

- Kümeleşme kültürü
- Yoğun rekabet ortamı
- İhracat odaklı yaklaşım
- Gelişime açık bilimsel regülasyon kültürü
- Öncü araştırma alanlarında yer alan firmalar
- Disiplinlerarası Ar-Ge kültürü
- Savunma sanayinden aktarılan bilgi ve inovasyonlar
- Yatırım ortamını kolaylaştırıcı yasal düzenlemeler
- Risk sermayesi başta olmak üzere çeşitli sermaye kaynaklarının varlığı

İsrail'in biyoteknoloji sektöründe elde ettiği başarıyı sürdürebilmesi için bürokratik süreçlerin gözden geçirilmesi, bilim-teknoloji tabanlı yapılara yeni iş modellerinin ve yönetim sistemlerinin entegre edilmesi, yükselen Asya rekabet gücünün dikkate alınarak yeni işbirlikleri oluşturulması, nanoteknoloji gibi biyoteknoloji alanındaki gelişmeleri doğrudan etkileyecek teknoloji alanlarının dikkate alınması, devletin geleneksel sektörlerle ilgili de önlemler alması ve ülkenin altyapı yatırımlarına önem vermesi gerektiği belirtilmektedir.

KAYNAKLAR:

- 1) 'Science and Innovation: ISRAEL', STI Outlook 2012, OECD
- 2) 'Life Sciences in Israel Brochure', Investment Promotion Center – Ministry of Industry, Trade & Labor, www.investinisrael.gov.il, 2012
- 3) 'Israeli Life Science Industry, 2001-2010: A Decade of Growth', Israel Advanced Technology Industries – ILSI, http://www.ilsil.org.il/industry_profile.asp, 2011
- 4) 'A Comprehensive Guide to Israel's Biotech Industry', <http://www.isrealli.org/a-comprehensive-guide-to-israels-biotech-industry/>, 2010
- 5) 'Analysis of Israel's Biotechnology Cluster', HHL - Leipzig Graduate School of Management, submitted by A.Kumar, B.Förster, D.Engel, I.Floreva, P.Hahn, S.Zureich, S.Klups, 2009

**Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Sistemi
Kavramlar, Dünyadan Örnekler, Türkiye’de Durum ve Çıkarımlar**

BÖLÜM-3

TÜRKİYE’DE DURUM

Bölüm-3

Kısım-1 Sağlık Biyoteknolojisi:Türkiye’de Durum

Levent Mete ÖZGÜRBÜZ

Biyomedikal Teknolojiler Merkezi
BİYOMEDTEK

Op. Dr. Nuri Hünkar KUTLU

Biyomedikal Teknolojiler Merkezi
BİYOMEDTEK

Prof. Dr. Emir Baki DENKBAŞ

Hacettepe Üniversitesi Kimya Bölümü

Yrd. Doç.Dr. Memed DUMAN

Hacettepe Üniversitesi Nanoteknoloji ve Nanotıp Anabilim Dalı

Uz. Kimyager Cem BAYRAM

Hacettepe Üniversitesi Nanoteknoloji ve Nanotıp Anabilim Dalı

SAĞLIK BİYOTEKNOLOJİSİ : TÜRKİYE’DEKİ DURUM

Biyoteknoloji, bilişim teknolojileri ve nanoteknoloji ile birlikte, dünyada temel ileri teknoloji alanları içerisinde görülen ve ekonomik ve sosyal yansımalarının çok önemli boyutlara ulaşacağı düşünülen bir olgu olarak hayatımızda gitgide artan bir yer tutarken, bu olgunun doğru anlaşılması hatta doğru “yönetilmesi” her geçen gün daha zaruri bir hale gelmektedir.

Teknoloji ürünlerindeki fiyatı, diğer konvansiyonel ürünlerden farklı olarak işçilik, enerji gibi maliyetler değil üretilen bilginin kalitesi belirlediği için “kritik faydayı sağlayan teknolojiyi” sunmak pazarda var olmanın temel şartıdır.

Biyoteknoloji alanında da bu temel arayış “karşılanmamış tıbbi ihtiyaca” (unmet medical need) cevap verebilecek bir ürün fikri ile başlar. Bu ihtiyaca bulunabilecek bir çözüm ise çok büyük çoğunlukla derin bir teknik bilgi altyapısı ve aşkın finans imkanlarının uygun koşullarda biraraya gelmesiyle gerçekleşir. Bu bir araya gelme, kullanıcı – yani hastalara – sunulabilecek başarılı biyoteknoloji ürünlerini garantilemek için yeterli olmaz. Doğru kurgulanmış, verimli çalışan bir teknoloji ekosisteminin varlığında bile çok sayıda projeden küçük bir miktarının başarıya ulaşması mümkün iken, ülkemizde değil sıhhatli bir ekosistemin varlığından bahsetmek, tarafların doğru bir iletişime geçmesinin bile dahi mümkün olamadığı düşünüldüğünde katedilmesi gereken uzun bir mesafe olduğu açıktır.

Ülkemizin ekonomik açıdan gelişimi dünyada dikkat çekici bir boyuta ulaşmakta ve özellikle bölgemizde çok çekici bir pazar olarak algılanmaktadır. Bu bir avantaj olarak algılanabileceği gibi aynı zamanda önemli bir tehdidi de içerisinde barındırmaktadır. Sağlık teknolojileri ciddi bilgi ve yatırım gerektiren ve ağır/kompleks regülasyon kısıtlamaları olan alanlar olduğundan pazar hakimiyeti çoğunlukla büyük ve çok uluslu firmaların tekelinde bulunmaktadır. Özellikle gelişmiş ülkelerde ekonomik sorunların devam ediyor oluşu, daralan pazarlar ve küçülen kârları beraberinde getirmekte ve bu firmaların daha yüksek büyüme ve kârlılık gördükleri bir konum olan ülkemizde daha aktif olma isteklerini kamçulamaktadır. Türkiye’de firmaların önemli bir kısmının önce ithalatçı/distribütör olarak iş hayatına atıldığı sonrasında ise edindiği sermaye birikimi ve tecrübe ile üretime soyunduğu düşünüldüğünde büyük yabancı firmaların pazarda direkt faaliyet göstermesi bu yolu önemli ölçüde kapatacağından ticari anlamda bir zihniyet değişikliği önümüzdeki dönemde zaruri gözükmektedir.

Biyoteknoloji bir sektör olarak incelendiğinde, ciddi oranda sağlık/mühendislik ve temel bilimler altyapısına dayandığından ötürü burada üretilen bilginin kalitesi bu bilgiyi ticarileştiren firmanın da rekabet düzeyini en geniş ölçüde etkiler. Bununla beraber ticarileştirme tecrübeye dayanan bir olgu olduğu gibi bu sürecin ilk aşaması olan “bilimsel bilginin fikre dönüşmesi” de öğrenilen bir süreçtir ve akademisyen bu alanda tecrübe kazandıkça ürettiği bilginin kalitesi de anlamlı düzeyde artacaktır. Ülkemizde ticarileştirme veya daha uygun bir ifade ile “çeviri” (translation) akademik platformlarda sık rastlanan bir süreç olmadığı için akademisyenlerimiz de rekabetçi fikirler üretme konusunda geçerli bir tecrübeye pek sahip değillerdir.

Laboratuvardan hastaya ulaşımı sırasında bilimsel bilginin iş fikrine dönüşmesi rekabet için en temel unsur olmakla birlikte, hem pek çok özelliği bir arada bulunduran yüksek profilli teknolo-yöneticiler hem de üst düzeyde donanımlı multidisipliner ekipler olmadan ticarileştirme sürecinin başarıya ulaşması genelde mümkün olmaz. Bu tip ekiplerin tek tük de olsa ülkemizde oluşmaya başlaması sevindiricidir.

Sağlık alanı tüketici davranışı bakımından diğer alanlardan çok farklıdır. Daha iyi anlaşılması açısından otomotiv ile kıyaslarsak; bir otomobil alırken karar verici, kullanıcı ve ödeyici aynı kişi,

yani müşteri olduğu halde biyomedikal ürünlerde genellikle müşterinin kim olduğu tartışma konusudur. Bu sektörde ihtiyaç sahibi hasta iken, karar verici hekim, ödeyici ise sigorta kurumu olduğundan, servis veya ürün sağlayıcı bu üç tarafı da tatmin etmezse ticari başarı sağlayamaz. Buna ilave olarak otomotivde resmi araçlar toplam araç sayısının %2'sinden azını oluştururken, yani devletin satın alma davranışlarına etkisi maksimum %2 iken sağlıkta bu oran %90'ların üzerindedir. Daha açık bir ifade ile sağlık teknolojileri için kamu açık ara en önemli alıcıdır ve verdiği kararlar kesinlikle en üst düzeyde tüm pazar dinamiklerini belirler.

Ülkemizde sosyal güvenlik kurumu geçmişteki gibi direk sağlık hizmeti sunucusu olmasa da ana ödeyici olarak hala en temel oyunculardan biridir. SGK, pazarı "Sağlık Uygulama Tebliği" adı verilen bir tebliğ üzerinden kontrol etmektedir. Sağlık Uygulama Tebliği, kısa adıyla SUT, sağlık yardımları kurumca karşılanan genel sağlık sigortalısı ve bakmakla yükümlü olduğu kişilerin, kurumca finansmanı sağlanan sağlık hizmetleri, yol, gündelik ve refakatçi giderlerinden yararlanma esas ve usulleri ile bu hizmetlere ilişkin Sağlık Hizmetleri Fiyatlandırma Komisyonu'nca belirlenen ödenecek bedellerinin bildirildiği, Resmi Gazetede yayımlanan tebliğ olarak tanımlanmaktadır. Bir ürünün SUT'da yayınlanması onun belirtilen endikasyonlarda kullanım bedelinin kurum tarafından karşılanacağı anlamına geldiğinden ticari olarak çok büyük bir anlam ifade eder. Özetle SUT içerisinde yer almayan bir ürün SGK tarafından ödenmeyeceğinden ve bedeli hasta tarafından karşılanacağından (ki bazı durumlarda sistem buna da izin vermeyebilir) yaygın olarak kullanımı mümkün olamaz.

Bir ürün, terapi veya teknolojinin geri ödeme kapsamına alınması genelde bir klinik/ekonomik fayda/maliyet analizi neticesinde olmaktadır. Gelişmiş ülkelerde bu analiz genelde bağımsız HTA (Health Technology Assessment) Sağlık Teknolojileri Değerlendirme kuruluşları tarafından yapılmakla birlikte ülkemizde böyle bir yapı bulunmadığı gibi bu görevi hangi bakanlığın ve/veya kurumun üstleneceği de tam bir netlik kazanmış değildir. Bu konu ilaç gibi köklü bir alanda nispeten daha aşılmışken biyoteknoloji gibi kuralları çok net olmayan gri bir alanda ciddi bir sorun olarak durmaya devam etmektedir. Daha güncel bir dille anlatırsak; sağlık teknolojileri alanında bir ürün ticarileştirmek için bir yatırım yapıp bir şirket kurdunuz ve uzun yıllar ve büyük bir emeğin ardından ürünlerinizi hasta kullanımına sunmayı başardınız, yaptığınız yatırımı geri kazanmak hatta ondan önce şirketinizin masraflarını karşılayabilmek için satış yapmanız gerekir. Biyoteknoloji ürünleri ucuz değildir ve en basit ilaçların parasının bile devletçe ödendiği bir ortamda bu ucuz olmayan ürünlerin bedelinin hasta tarafından ödenmesi pek beklenemez.

Ürünlerinizin bedelinin devletçe ödenip ödenmeyeceği konusunda basit bir takım kılavuzlar mevcut olsa da, uygulamada bu konu hala büyük ölçüde belirsizdir. Önümüzdeki yıllarda uygulamaya geçeceği beklenen kılavuzlar bulunmaktadır; ancak bu noktada da bu kılavuzlarda geçen komisyonlarda kimlerin yer alacağı bilinmemektedir. Gerek Sosyal Güvenlik Kurumu gerekse Sağlık Bakanlığı bu konuda ciddi adımlar atmak istemekle birlikte henüz üzerinde uzlaşılmış bir strateji mevcut değildir. Bu işe soyunan girişimciler riskleri bilmekte ve ona göre uygulama/tehditler çerçevesinde davranmaktadırlar; ancak geliştirdiğiniz ürünün hangi parametreleri sağladığında satın alınacağını bilememek pek az yatırımcının kabullenebileceği bir risktir.

Türkiye'de son yıllarda yaşanan gelişmeler gerçekten umut vericidir. Sağlık reformu tüm eksiklerine rağmen ülkemizdeki sağlık hizmeti sunumunu önemli oranda geliştirmiş ve hasta memnuniyetini oldukça iyi noktalara taşımıştır. Türkiye yılda gerçekleştirdiği 56 milyar dolarlık harcama ile bölgede en yüksek sağlık harcaması yapan ülke konumundadır. Her yıl GSMH'sının %7'lik kısmını buna harcamaya devam ederse 2020 yılında 100 milyar doların üzerinde bir miktarı sağlığa ayıracak konuma ulaşacaktır. Bu rakamlar büyüme ve kârlılıkta sıkıntı çeken yabancı firmalar için son derece iştah kabartıcıdır. Türkiye, ilaç sektörü bakımından dünyada 16. sırada yer almakta olup, tıbbi cihaz harcamalarında ise ilk 30 içerisinde yer almaktadır. Derin analizlere ve sağlam

bir stratejiye dayanmasa bile Türkiye sağlık hizmeti sunumunda en yeni teknolojiye sahip terapi/ cihaz kullanımında bölgesinde en üst, dünya genelinde ise oldukça imrenilecek bir performans sergilemektedir.

Pazar olarak oldukça iştah kabartıcı bir büyüklükte olmamıza karşın aynı pozitif konumlanmayı araştırma ve yenilikçilik açısından söylemek pek mümkün değildir. Her ne kadar Batı'nın en iyi eğitim kurumları ile yarışabilecek üniversitelerimiz olduğu bir gerçekse de genele vurulduğunda durumun çok parlak olmadığı açıktır. Dünya Ekonomik Forumu Küresel Rekabetçilik Endeksi sıralamasına göre Türkiye;

- İnovasyon Kapasitesinde 71.,
- Bilimsel araştırma kurumlarının kalitesinde 89.,
- Ar-Ge'de Üniversite endüstri İşbirliğinde 74.,
- Eğitim sistemi kalitesinde 94.,
- Fen Bilimleri ve Matematik eğitim kalitesinde 103.,
- Girişim Sermayesi imkanında 82. sıradadır.

INSEAD "Küresel Yenilikçilik Endeksi"nde ise ülkemiz 74. sırada yer almakta, yine aynı kurumca yapılan incelemede "inovasyon altyapısı" yönünden ülkemiz 141 ülke içerisinde maalesef 130. sırada yer almaktadır.

Diğer bir deyişle Dünya'yı 20'ser ölkelik liglere ayırırsak Türkiye pazar büyüklüğünde 1'inci ligde yer alırken bilgi üretimi/eğitim/inovasyon konularında 4,5 hatta 6'ncı ligde kendine yer bulabilmektedir.

Belki de bu verilerden yola çıkan Sağlık Bakanlığı diğer adıyla offset alım olarak da adlandırılan "kamu garantili alım programını" hayata geçirmeye çalışmaktadır. Bu programda hedeflenen kamunun satın alma gücünü en verimli şekilde kullanarak ilaç ve tıbbi cihaz sanayilerinin teknolojik seviyesini arttırmaktır.

Ülkemizde üretilmeyen ve dış alım profilimiz içerisinde önemli paya sahip ürün grupları seçilerek bunların üreticilerine Türkiye'ye yatırım/teknoloji transferi yapmaları durumunda 3-7 yıl kamu garantili alım taahhüdü verilmesi ve bu yolla bu firmalarının teknolojilerinin bir kısmını Türk firmalarına aktarmaları hedeflenmektedir.

Tüm bu çalışmaların sürmesi hem bilgi üretiminin hem de iş modellerimizin sağlık teknolojileri alanında gelişkin/ileri ürünler çıkarmamız için yeterli olmayışından kaynaklanmaktadır. İlerleyen sayfalarda okuyabileceğiniz şekilde ülkemizde üretilen, ticari olarak adlandırabileceğimiz, global standartlara ve fikri mülkiyet kurallarına uygun ürün sayısı hemen hemen yok denecek düzeydedir.

Çekirdek biyoteknoloji alanı (biyolojikler) ile ilgili üretimler gerçekten çok zor ve maliyetli olduğu için (şu an için bilinen tek ürün Oksapar/Koçak Farma) kısa vadede büyük bir gelişim beklemek çok akılcı olmasa da özellikle rekombinant teknik veya monoklonal antitadiler benzeri ana akım alanlarda akademik ve ticari başarı mutlaka aranmalıdır.

Rejeneratif tıp ve biyomalzemeler tarafı da ileri teknoloji gereksinimleri olmasına rağmen doğru stratejiler ile yatırım ve başarı şansımızın yüksek olduğu diğer bir teknoloji alanıdır.

Diagnostik ürünler son derece dinamik ve rekabeti yoğun bir alan olmakla birlikte ülkemizin başarı şansı göz ardı edilemez.

Gen terapileri, biyoinformatik/omics teknolojileri yine gelecek vaat eden ama kısa vadede Türkiye'nin araştırma alanını zenginleştirerek güç toplayacağı dallar olarak görülmesi gerektiğinden, özellikle akademik projelerin girişimcilerle yakınlaşarak bir entegre strateji ortaya konmasına imkan verildiği takdirde başarı ihtimali mutlaka artacaktır.

Türkiye'deki durumu incelemeye çalışacağımız bu bölümde Biyoteknoloji alanı pek çok alt teknoloji ve uygulamayı bünyesinde bulunduran çok geniş kapsamlı bir disiplinler bütünü olduğu için daha anlaşılabilir olmak adına bir sınıflandırmaya gidilerek,

İnsan vücudunda yenileşme (rejenerasyon) sağlamayı hedefleyen madde ve malzemeler ;

- Rejeneratifler

İyileştirme hedefinde olanlar ;

- Terapötikler

Teşhis alanında kullanılanlar ise ;

- Diagnostikler

ana başlıkları altında incelenmeye çalışılmıştır.

1. Rejeneratif (Yenileyici) Tıp

Joseph Murray'in 1954 yılında Boston'da ilk başarılı böbrek naklini gerçekleştirmesinin üzerinden geçen yarım asrı aşkın sürede tıptaki ilerlemeler ile pek çok hayat kurtarılsa da halen çok sayıda sorun çözüm beklemektedir. Organ nakli bekleyen hasta sayısı son 10 yılda Dünya genelinde ikiye katlanmasına rağmen organ bağışçıların sayısı maalesef aynı düzeylerde kalmıştır. Tıptaki gelişmeler insan ömrünün uzamasına ciddi katkılarda bulunsa da yaşlanma gerçeğine bir çözüm getirememekte, bizler yaşlandıkça organ ve dokularımız da gitgide yaşlanmakta ve yetersiz hale gelmektedir. Yenileyici tıbbın öncü isimlerinden Anthony Atala'nın ifadesi ile her 30 saniyede bir doku replasmanı ile tedavi edilebilecek bir hastanın yaşamını yitirmekte oluşu oldukça düşündürücüdür.

Doğanın en temel olgularından birisi olan yenilenme olgusuna insan vücudu açısından baktığımızda bunu sağlamamıza yardımcı olabilecek faktörleri üç grupta özetlemek mümkündür:

- 1) Yenileşmeyi sağlayacak hücreler için (yeni evlerini yani dokuyu inşa etmelerine olanak sağlayan) biyomalzemeler/ doku iskeleleri kullanmak
- 2) Hücrelerin büyümelerini hızlandıracak büyüme faktörleri veya uyarıcı moleküller kullanmak
- 3) Rejenerasyonu sağlayacak canlı hücreleri devreye sokmak

1.1 Biyomalzemeler

a) İnsan ve Hayvan Kaynaklı Ürünler

İyileştirici ürünlerin akla gelen ilk kaynağı olarak biyolojik dokuların kullanımı yaklaşık yüz yılı geçen bir süredir tıp biliminin ilgi alanı olmuştur. Ancak bu ürünlerin yasal tıbbi ürünler haline gelmesi ve kullanımının yaygınlaşması son 30 senede gerçekleşmiştir.

İnsan dokularının elde edilmesi ve kullanımı ile ilgili yönetmelik ülkemizde yenidir ve 2010 yılında yayınlanmış, 2011 yılında ise uygulamaya girmiştir. Buna rağmen halen yasa dışı bir şekilde yurt dışından ithal edilen insan kadavrası kaynaklı ürünler de kullanılmaktadır. Bu amaçla ülkemizde kadavra dokularının elde edilmesi ve işlenmesi ile elde edilen ürünlerin kullanımını teşvik eden bir yapı mevcut değildir. Evrensel normlara ve yerel yasalarımıza uygun olarak doku bankacılığının teşvik edilmesi önem taşımaktadır. Halen tıbbi uygulamalarda en sık tercih edilen rejeneratif ürünler kadavra kaynaklı ürünlerdir ancak elde edilmeleri, işlenmeleri ve kontrollü kullanımları gerçekten çok zor ve pahalı olduğu için dünya genelinde de kullanım sayıları giderek azalmaktadır.

Hayvan kaynaklı biyolojik ürünlerin kullanımı ise 1990'lı yıllarda CJD veya diğer bilinen ismiyle BSE hastalığının yaygınlaşması sonucu giderek azalmıştır. Hastalığın hayvanlardan insana bulaşmasının tespitindeki güçlükler yasal düzenlemeleri sıkılaştırmış ve bu ürünleri elde etmek giderek daha pahalı hale gelmiştir. Hayvan dokularından elde edilen iyileştirici ürünler kozmetik alanında ucuz ve rahat bir şekilde lisanslanmakta ve kullanılmaktadır. Ancak tıbbi ürün olarak elde edilmeleri pahalı ve zordur.

Ülkemizde AB normlarında yasal düzenlemeleri hazırlanmış insan kaynaklı dokuların tedavi amaçlı kullanımını sağlamak amacıyla yapılacak yatırımları teşvik etmek önemlidir. Bu durum ülkemizin kontrolünde bir bölgesel gelişmeyi de beraberinde getirebilir. Dünya Sağlık Örgütü görüşüne göre Türkiye BSE (Deli Dana hastalığına yol açan prionlar) açısından coğrafi olarak en risklinin bir altı olan 3. Bölgede yer aldığından dolayı hayvan kaynaklı dokuların işlenmesi ve yasal ürün haline getirilmeye çalışılması çok zahmetli ve gereksiz bir uğraş olacaktır. Bu hayvan kaynaklı dokuların işlenmesinin zorunluluk taşıdığı bir durum söz konusu ise, dokuların ancak Avusturalya, Yeni Zellanda gibi 1.bölge ülkelerinden ithal edilerek gerekli işlemleri gerçekleştirmek regülasyonlara uyum açısından mantıklıdır, ancak bu da kolay bir süreç değildir.

b) Sentetik ve Fabrikasyon Doku İyileştirici Matrisler

Laboratuvarlarda gerçekleştirilebilecek basit kimyasal yöntemlerle doku matrislerinin elde edilmesi ve bunun tıpta kullanımı çok eski değildir. Bir insandan diğerine veya hayvandan insana bulaşabilecek çok ciddi hastalıkların varlığı ve bunların geçmiş yıllarda tespit edilmesi sonucu bilim bu yönde hızla gelişme kaydetmiştir. Hücresel yöntemlerin tedavi etkinliğinin saptanması ve hücrelerin yeterli doku matrisleri bulunmadığı ortamlarda etkisiz kalmasının anlaşılmasından sonra hücrelerle birlikte kombine kullanılabilecek matrislerin geliştirilmesi en önemli araştırma konusu olarak tespit edilmiştir. Halen en önemli araştırma bütçeleri bu alana kaydırılmış bulunmaktadır. Tüm Avrupa kıtasında (ATMP) yalnızca 1, tüm dünyada ise 3 ürün hücre ile birlikte kullanılabilir kombine ürün ruhsatına sahiptir.

Ülkemizde doku matrislerinin üretimi henüz çok yeni ve başlangıç aşamasındadır. Türkiye'de hücresel terapileri kullanmadan rejeneratif tıp yaklaşımlarına yönelik üretim yapan tek firma Ankara'da bulunan BMT Calsis'tir ve firmanın ürünlerinin tedavi prensibi vücut içerisine yerleştirildiklerinde iyileşme sağladıktan sonra zamanla bozunarak yerini doğal dokuya bırakmalarıdır. BMT

Calsis'in kemik onarım biyomalzemeleri on bine yakın cerrahi operasyonda başarıyla kullanılmış olmakla beraber, global pazar analizleri incelendiğinde 2012 yılı sonunda bu alanda 1.2 milyar dolarlık pazar büyüklüğüne ulaşılacağı görülmektedir ve ülkemizde bu sektörde yalnızca bir üretici olması büyük bir eksikliklerdir.

Hücre laboratuvarlarının varlığını sürdürmesi ve tıbbi uygulamalarda bu matrikslerin üretiminin teşviki gelecek açısından önemlidir. Doku iyileştirici matrikslerin geliştirilmesi hücre tedavilerin başarısı açısından da önemlidir.

PLA, PGA, poliüretan, vb. gibi kimyasalların ise tıpta kullanımı geçtiğimiz 20 yılda yaygınlaşmıştır. Bu tür hidrolizle vücutta bozunabilir matrikslerin yapımı ise halen ülkemizde gerçekleştirilememektedir.

Özetle gerek biyolojik doku matriksleri, gerekse bozunabilir doku matrikslerinin geliştirilmesi iyileştirici tıbbi girişimler için çok önemlidir. Hücre tedavilerin ilerlemesi ve otolog hücre tedavilerinin daha uygun koşullarda yapılması, vücudun kendi iyileştirici kapasitesinin geliştirilmesi bu tür matrikslerin uygun koşullarda ve uluslararası standartlarda üretilmesine bağlıdır ve bu alanın ülkemizde desteklenmeye ihtiyacı vardır.

1.2) Rekombinant İyileştirici Proteinler

Halen laboratuvarlarda geliştirilen bu tür proteinlerin tedavide kullanımları çok yenidir ve uzun vadeli sonuçları tartışmalıdır. Ancak rekombinant teknikle üretilmiş protein ve büyüme faktörlerinin çok etkili olduğu bilinmektedir. İnsan vücudundan elde edilebilen ve zenginleştirilebilen proteinlerin sayısı fazla değildir ve saflaştırılmaları ticari anlamda hemen hemen imkansızdır. Oysa rekombinant teknikle bu tür proteinler etkin şekilde üretilmektedir.

Ülkemizde rekombinant teknik uygulamaları son derece kısıtlı bir alanda yapılmakta ve ilaç ve tıbbi cihaz alanında ise hiç kullanılmamaktadır. Bu nedenle bu teknolojinin ülkemize kazandırılması için Ar-Ge çalışmalarının ve sanayinin teşvik edilmesi gereklidir. Hücre tedavilerinin tamamlayıcısı ve bir ileri teknolojik adımı olarak bu yöntemler henüz araştırma aşamasında dahi ülkemizde uygulanmamaktadır.

Yukarıda kısaca özetlemeye çalıştığımız rejeneratif tıp alanında geliştirilen ürün ve ürün gruplarının hemen hiç birinin ülkemizde kullanıma hazır olarak üretilmemiş olması büyük bir eksiklik ve teknolojik geriliktir. Ülkemizde yalnızca sentetik kemik dokusu iyileştiricileri ticari olarak üretilmektedir ve başarılı sonuçlara rağmen kullanımı istenen noktalara ulaşmamıştır. Üniversitemiz tarafından yapılan bazı deneysel uygulamalar ise ticari olmaktan çok uzaktır. Bu nedenle bu alan tıbbi teknolojinin gelecek değerlendirilmelerinde mutlaka özel olarak ele alınmalıdır.

1.3) Hücre Tedaviler

Rejeneratif tedavi yollarındaki en önemli gelişmeler hücre ürünlerinin kullanıma girmesi ile atılmıştır. 90'lı yıllar kırıldak ve kök hücrelerin tedavi amaçlı kullanım araştırmaları ile geçirilmiş ve 2000 li yıllarda da bu ürünler popülerite kazanmaya başlamıştır.

Ülkemiz bu gelişmelerden uzak kalmamıştır. Kırıldak ve kök hücre laboratuvarlarının kurulması 2000li yılların başında gerçekleşmiştir. Bu konuda ABD'de yıllık olarak yaklaşık 50 milyar USD araştırma amaçlı harcanmaktadır. Ne yazık ki doku iyileşmesi konusunun yalnız başına hücreler ile çözülebileceği gibi yanlış bir kanaat nedeniyle harcanan bu paraların çoğu karşılığını bulamamıştır. Ülkemizde de halen üniversite kaynaklı hücre laboratuvarları çalışmalarını sürdürmektedir.

Bu tür yöntemlerin gelişimi hücrelerin yaşamlarını rahatça sürdürebilecekleri ve üreyebilecekleri matrislerin bulunmasını gerektirmektedir. Konunun bu şekilde ele alınmasından sonra tüm dünyada Ar-Ge bütçelerinin bu konuya ayrıldığını görmekteyiz. İdeal hücre yaşam matrislerinin bulunması bu tür tedavilerin yaygınlaşmasını sağlayacaktır ki bu konu sentetik fabrikasyon ürünlerin gelişimini gerektirmektedir.

Bunların yanı sıra kişinin kendinden alınan hücrelerin basitçe yoğunlaştırılması ve tekrar aynı kişiye nakli diye özetleyebileceğimiz hücre zenginleştirme yöntemlerinde de hızlı gelişmeler yaşanmaktadır. Kişiden alınan kan, kemik iliği, yağ dokusu vb. dokulardaki hücrelerin veya iyileştirme faktörlerinin uzun bir zaman dilimi gerektirmeyen basit metotlarla zenginleştirilmesi ve tekrar tedavi amaçlı nakli ucuz ve kolay lisanslanabilen yöntemlerdendir. Halen ülkemizde üretilmeyen bu tür yöntemlerin üretimi son derece basit ve yasallaştırılması da kolaydır.

Hücre terapileri konusunda ülkemizde 2000'li yılların ortasından beri ticarileştirme çalışmalarında önemli ilerlemeler kaydedilmekle birlikte alınacak ciddi bir yolumuz olduğu açıktır. Bilimsel perspektiften bakıldığında Türkiye'de rejeneratif tıp alanında çalışan ciddi araştırma grupları mevcuttur. Ancak diğer tıbbi teknolojiler gibi bu alandaki ürünlerinde insan kullanımına (klinik araştırmalar hariç) sunulabilmesi için çok uzun, maliyetli ve zor bir ticarileştirme sürecinden geçmesi gerekir. Hücre terapileri tüm Dünya'da gelişmekte olan bir alan olduğundan küresel anlamda genelleşmiş regülasyon ve standartlar mevcut değildir. Ancak bu gri alan geçtiğimiz 10 yıl içerisinde hızla multi milyar dolarlık bir endüstriye dönüşmüş ve bu dönüşüm beraberinde ağır ve zorlu bir ticarileştirme sürecini zorunlu kılmıştır. Ülkemizde ticari anlamda hücresel terapi ürünleri geliştiren ve üreten şirketler mevcuttur. Bunlar Trabzon'da kurulu ATICELL, İstanbul'da kurulu ONKİM ve ACIBADEM LABCELL ve ANKARA'da kurulu ARS ARTHRO firmalarıdır. Söz konusu firmaların ve ürünlerin çokluğu ve çeşitliliği umut verici olmakla birlikte bir miktar da düşündürücüdür. Örnek olarak nispeten kolay olan Otolog (hastanın kendi hücreleri kullanılarak) Kondrosit Transplantasyonu ele alındığında bu terapiyi ABD'de bir (Genzyme-FDA/CBER) ve Avrupa'da bir (Tigenix-EMA/ATMP) firma ticarileştirebilmiş olmasına karşın, 4 Türk firmasının bu tedaviyle ilgili ürünleri rutin klinik kullanıma sunmuş bulunmaları ülkemizde bu alanda pek geçerli bir düzenlemenin mevcut bulunmuyor olmasından kaynaklanmaktadır. Bu geçtiğimiz yıllarda bir avantaj gibi görülse de hem zaman zaman hasta güvenliğini tehdit etmesi hemde bu tip ürünlerin küresel pazarlara sunulamayacak olması, bu konuda risklerinden dolayı doğru irdelenmesi gereken bir yatırım ve üretim alanı doğurmaktadır. Allojenik (başka kişilerden alınan) hücre terapi ürünleri şu an piyasa değerleri milyarlarca dolar ile ifade edilen çok uluslu şirketlerin bile ürün "pipeline" larında yer almazken Türk firmalarının sınırlı imkan ve bütçeleri ile bu ürünleri ürettiklerini deklare etmeleri de bir miktar düşündürücüdür. Bu alanda geçerli olan 2001/83 EC direktifinin hükümlerini yerine getirerek ATMP belgesi almış bir Türk firması yoktur ve 30 Aralık 2012 tarihinde bu direktifin "doku mühendisliği" hükümleri de devreye girdikten sonra bu firmalarımızın bu zor ve ağır klinik yükümlülükleri tamamlamaları gerekecektir. Her ne kadar 1394/2007 regülasyonu ile ATMP lisanslama süreci küçük boyutlu şirketlerin de yenilikçi ürünler geliştirebilmesi için yumuşatılsa da Tigenix firmasının ilk ATMP belgesini 100 milyon Avro'nun üzerinde bir yatırım ile aldığı düşünülürse firmalarımızın işinin pek kolay olduğu söylenemez.

Bütün bu gelişmelere rağmen gelecekte yenileyici tıptan daha geniş kullanım alanı bulacak ve tüm sağlık endüstrisi için daha önemli bir teknoloji alanından bahsetmek pek mümkün görünmemektedir. Eğer şu an yapılan öngörüler gerçekleşirse bu teknolojiyi kullanarak hemen tüm hastalıkların tedavisine katkı koyulabileceği düşünüldüğünden ticari anlamda da yatırımın en yoğun şekilde odaklandığı alanların başında geldiği rahatlıkla söylenebilir.

Ülkemizin yenileyici biyomalzemeler ve hücrelerin bütünleşmesinden oluşan ATMP'ler başta olmak üzere tüm rejeneratif terapiler için ürün geliştirmeye ve ticarileştirmeye akılcı ve sağlıklı

bir strateji izleyerek ağırlık vermesi gelecekte faydalarını hem ekonomik hem de stratejik olarak hissedeceğimiz bir karar olacaktır.

2. Biyoteknolojik Terapötikler-Biyofarmasötikler

Farmasötik biyoteknoloji, bir başka deyimle biyofarmasötik teknoloji; biyoteknolojik yaklaşımlar ile teşhis ve tedavi edici ajanların (ya da terapötiklerin) üretiminin gerçekleştirilmesidir. Söz konusu proseslerin kullanılmasıyla elde edilen tedavi edici ajanlar “Biyofarmasötikler” olarak adlandırılmaktadır [1]. Genel olarak biyofarmasötikler başta proteinler (ki bunlar terapötik proteinler olarak da adlandırılmaktadır), nükleik asitler (DNA, RNA veya antisens oligonükleotidler) ve bakteri-virüs gibi canlı organizmaları kapsamaktadır. Biyofarmasötikler fonksiyonel özelliklerine göre aşağıda verildiği şekilde sınıflandırılmaktadır.

- Kan Faktörleri
- Trombolitik ajanlar
- Hormonlar
- Hematopoietik büyüme faktörleri
- İnterferonlar
- İnterlökinler
- Aşılar
- Monoklonal antitadiler
- Diğer ürünler (terapötik enzimler vb)

2000’li yılların başlarında yapılan analizlere ve değerlendirmelere göre biyofarmasötikler bu dönemden itibaren artan oranlarda dünya ilaç pazarında payını arttırmaya başlamıştır [2]. Yine bu dönemde yapılan projeksiyon çalışmalarına göre biyofarmasötiklerin pazar payı bugün hedeflenen değerlere ulaşmıştır. Örneğin söz konusu dönemde (2000’li yılların başında) biyofarmasötiklerin dünya ilaç pazarındaki payı yaklaşık olarak % 10 dolayında iken bugün yaklaşık olarak % 20 değerine ulaşmıştır. Türkiye ilaç pazarı ve bu pazarda biyofarmasötiklerin yeri ile ilgili olarak yapılan değerlendirmelerde 2000’li yılların başında ülkemizdeki biyofarmasötik satış rakamları yaklaşık olarak 100 milyon dolar dolayında gerçekleşmiş ve 2010 yılına kadar söz konusu rakamların ortalama 200-600 milyon dolar arasında (olası olumsuzluklar ve olumlu gelişmelere göre) gerçekleşeceği öngörülmüştür.

İlaç Enüstrisi İşverenler Sendikası (İEİS) verilerine göre Türkiye pazarında yer alan biyoteknolojik ürünler (biyofarmasötikler) ile ilgili olarak 2010-2012 yılları arasındaki değerler Çizelge 1’de sunulmuştur [3]. Çizelgeden de anlaşılacağı gibi 2010 yılı verilerine göre biyofarmasötiklerin söz konusu hedeflenen rakamlarının (bir başka deyimle yaklaşık olarak on yıl önce öngörülen rakamların) ötesine geçilmiş ve yaklaşık olarak 1,2 milyar TL (700 milyon dolar) değerini geçmiştir. Bu değerlerden söz konusu biyoteknolojik ürün pazarının toplam ilaç pazarının yaklaşık olarak % 9’luk kısmını oluşturduğu anlaşılmaktadır. Öte yandan günümüzde yapılan projeksiyonlara göre de 2020 yılında ülkemizdeki biyofarmasötik satış rakamlarının 3 milyar dolar değerine ulaşması hedeflenmektedir.

	Yıllar			Değişim	
	2010	2011	Haziran 2012*	2011/2010	2012/2011
Biyoteknolojik Ürün Pazarı (bin kutu)	10,851	12,300	13,225	13.4%	7.5%
Biyoteknolojik Ürün Pazarı (mn TL)	1,214	1,218	1,252	0.3%	2.8%
Toplam İlaç Pazarı (bin kutu)	1,426,804	1,556,312	1,576,945	9.1%	1.3%
Toplam İlaç Pazarı (mn TL)	13,795	13,982	13,399	1.4%	-4.2%
Biyoteknolojik/Toplam Pazar (Pay)	8.80%	8.71%	9.3%		
Biyobenzer Ürün Pazarı (bin kutu)	17.5	96.9	132	453.7%	36.2%
Biyobenzer Ürün Pazarı (mn TL)	2.6	14.2	17.2	446.2%	21.1%
Biyobenzer/Bioteknolojik (Pay)	0.2%	1.2%	1.4%		

Çizelge 1. Türkiye pazarında yer alan biyoteknolojik ve biyobenzer ürünler (2010-2012 yılları İEİS verileri)

*Temmuz 2011 – Haziran 2012 dönemidir.

Çizelge 1’de yer alan bir diğer önemli bilgi “biyobenzer” ya da “biyojenerik” ürün olarak adlandırılan ve patent kullanım hakkı süresi dolan herhangi bir ürünün doğrudan diğer firmalar tarafından üretilen formlarını içeren ürünlerin ilgili pazardaki büyüme oranları ve bu konudaki beklentilerdir.

Gerek biyoteknolojik ürün ve gerekse biyobenzer ürün bazında ülkemizde henüz yeni yeni üretim hatları oluşmakla birlikte söz konusu rakamların kısa zamanda hızla büyümesi beklenmektedir. Bunun en önemli işaretlerinden biri halihazırda ülkemizde 4 adet biyobenzer ürün (ithal edilen) bulunması ve bir firmanın biyobenzer ürün üretmek ve yurtiçinde satışa sunmak üzere ruhsat almış olması gösterilebilir [4]. Ayrıca dünya pazarında yer alan biyoteknolojik ürünlerin yaklaşık olarak % 40’ının 2015 yılında patent kullanım hakkı sürelerinin dolması nedeniyle söz konusu ürünlerin de biyobenzer formlarının üretim şansı hedeflenen ulusal büyüme hızlarına destek verecektir.

Yukarıda sunulan verilerin yanı sıra Sağlık Bakanlığı’nın ilgili alandaki ithalat verilerinde yer alan immünolojik ve diğer biyoteknolojik ürün değerleri konuya farklı açıdan bakabilme şansı sunmaktadır [5]. Söz konusu veriler Çizelge 2 ve 3’te sunulmuştur.

Çizelge 2’de yer alan ithalat rakamları incelendiğinde toplam biyoteknolojik ürün ithalatında (ki bu değer 2011 yılı için yaklaşık olarak on milyon kutunun üzerinde olduğu anlaşılmaktadır) insülin analogları toplam ithalatın yaklaşık % 70’ten fazlasıyla başı çekmektedir. İkinci sırada yaklaşık olarak % 10’luk bir dilimle; başta değişik kanser hastalıkları olmak üzere diğer pek çok hastalık tedavisinde kullanılan değişik antikor bazlı ürünler yer almaktadır. Geriye kalan % 20’lik dilim ise değişik kan sulandırıcılar, büyüme vb. hormonları oluşturmaktadır.

2011 YILI BİYOTEKNOLOJİK ÜRÜN İTHALAT MİKTARI	
ETKEN MADDE ADI	2011 YILI YÜZDELİK PAYI (KUTU)
TRASTUZUMAB	1.417
BEVACİZUMAB	0.578
RITUXIMAB	0.366
İNFİLİKSİMAB	1.063
ADALİMUMAB	0.532
ETANERSEPT	1.089
İNERFERON BETA 1A	0.798
FİLGRASTİM	1.02
LENOGRASTİM	1.157
İNERFERON ALFA 2B	0.302
İNERFERON ALFA 2A	1.131
İNSÜLİN ASPART PROTAMİN	21.087
İNSÜLİN LİSPRO	9.03
İNSÜLİN NPH	2.329
İNSÜLİN HUMAN BASE	0.204
İNSÜLİN NPH	0
İNSÜLİN HUMAN BASE	0
İNSÜLİN NPH	2.329
İNSÜLİN HUMAN BASE	0.0204
İNSÜLİN GLARGİN	13.938
İNSÜLİN DETEMİR	6.854
İNSÜLİN ASPART	10.618
İNSÜLİN LİSPRO PROTAMİN	3.054
İNSÜLİN GLULİSİN	2.115
İNSÜLİN NPH	1.596
BİYOSENTETİK İNSAN İNSÜLİNİ	0.453
İNSÜLİN NPH	1.139
İZOFAN İNSÜLİN	0.397
DARBEPOETİN ALFA	1.119
EPOETİN ALFA	1.292
EPOETİN BETA	0.593
EPOETİN ZETA	0.635
REKOMBİNANT FAKTÖR VIIA	0.081
NADROPARİN CALSİYUM	3.35
ALTEPLAZ	0.005
DROTREKOGİN ALFA	0
PEG İNERFERON ALFA 2A	1.269
PEG İNERFERON ALFA 2B	0.293

PALİVİZUMAB	0.324
SOMATROPİN	2.035
TERİPARATİD	0.092
GLUKAGON HİDROKLORÜR	0.397
FOLLİTROPİN ALFA	1.544
FOLLİTROPİN BETA	1.36
LUTROPİN ALFA	0.051
RANİBİZUMAB	0.221
OMALUZİMAB	0.128
DORNAZ ALFA	0.062
ABATASEPT	0.02
Toplam İthal Edilen Kutu Sayısı	10,234,103

Çizelge 2. Biyoteknolojik ürün ithalatı (2011 yılı Sağlık Bakanlığı verileri)

2010 YILI İMMÜNOLOJİK ÜRÜN İTHALAT MİKTARI	
ETKEN MADDE ADI	2011 YILI YÜZDELİK PAYI (KUTU)
Hemofilus İnfluenza tip b	0.09
Hepatit A virüsü içeren aşı	7.25
Hepatit B virüsü içeren aşı	4.58
Tetanoz Aşısı	2.37
Meningit aşısı A+C (2 suşlu aşı)	
Konjuge pnömokok aşısı (7 valanlı)	0.46
Varisella virüsü	4.59
Kuduz aşısı	
Streptococcus pneumonia serotip içeren aşı	5.39
DTB+IPV+Hib (5'li aşı)	1.75
Kızamık aşısı	
Tetanoz İG Serum	0.029
DTB+IPV (4'lü aşı)	0.54
DTB+Hib	
DT aşısı	
MMR	0.88
DTB (3'lü aşı)	0.028
İnfluenza virüsü içeren aşı	60.95
Sarı Humma virüsü	0.35
Yılan serumu	
Hepatit A ve B virüsü içeren aşı	0.05
HPV aşısı	1.2
Meningit aşısı A+C+W+Y (4 suşlu aşı)	2.13
DBT+IPV+Hib+HepB	0.27

Rotavirus aşısı	5.35
Konjuge pnömokok aşısı (10 valanlı)	1.28
Polio aşısı (OPV)	
DBT+ HepB	
Tifo aşısı	0.0007
Alerjenler	0.33
Toplam İthal Edilen Kutu Sayısı	4,273,161

Çizelge 3. İmmünolojik ürün ithalatı (2010 yılı Sağlık Bakanlığı verileri)

Çizelge 2 ve 3'te yer alan verilerden de anlaşılacağı üzere ülkemizde önemli bir protein ve benzeri bazı terapötik ürünlerin yanında aşılar başta olmak üzere önemli bir immünolojik ürün (yaklaşık olarak dört milyon kutudan fazla) ithalatı gerçekleşmektedir. Bunun en önemli nedeni hiç şüphesiz başta çocuk hastalıkları ve diğer bulaşıcı hastalıklarla ilgili olarak mevcut vakaların çokluğudur. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre bu konuda sadece ülkemizde değil tüm dünyada her yıl milyonlarca çocuk uygun aşılamalar yapılamadığından hayatını kaybetmektedir. Çizelge 3'te sunulan verilere göre ülkemizde 2010 yılı verilerine göre immünolojik ürün ithalatının yaklaşık olarak % 60'tan fazlasını grip aşıları, % 10'dan fazlasını hepatit aşıları ve kalan kısmını da diğer aşı vb ürünler oluşturmaktadır.

3. Diyagnostikler

1950'lerin başlarında çift sarmal DNA yapısının keşfedilmesi, genetik mühendisliği ve moleküler biyoloji alanındaki çalışmaların bir anda artmasına sebep olmuştur. Bu çalışmaların katkısı ile yeni bir bilim dalı olarak beliren ve yaşadığımız yüzyılın en önemli devrimlerinden biri olarak kabul edilen biyoteknolojinin etkisi, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de sağlık alanından endüstriye kadar çok geniş bir yelpazede kendini hissettirmektedir. Günümüzde biyoteknoloji, yaşam bilimlerinden ve mühendislik alanlarından yararlanılarak biyolojik sistemlerden veya genetik yapıları değiştirilmiş canlı organizmalardan yararlı ürünleri elde etmek için kullanılan teknolojilerin tümü olarak tanımlanabilir.

Son otuz yılda biyoteknoloji alanında kaydedilen gelişmeler sayesinde, çeşitli organizmaların yanı sıra insan genomunun büyük bir bölümünün 'İnsan Genom Projesi' adı altında 2000li yılların ortasında çözümlendiği bildirilmiştir. İnsan genomunun çözümlenmesi ile genlerin ve işlevlerinin tanımlanmasına gidilmiş ve böylece yaşam bilimleri, tanı, tedavi ve tıp alanlarında kullanılması yönünde önemli adımlar atılmıştır. Bu gelişmeler geleneksel biyoteknolojinin artık 'Modern Biyoteknolojiye' dönüşmesine ve insanoğlu için yepyeni ufuklar açmasına sebep olmuştur. Günümüzde modern biyoteknoloji kanser, diyabet, kalp hastalıkları ve pek çok bulaşıcı hastalığın tanı ve tedavisinde kullanılmaktadır.

Sağlık biyoteknolojisi araştırmaları aynı zamanda moleküler biyoteknoloji ve yenilikçi in vitro diyagnostik metodları, biyoafinite testlerinin analitik uygulamalarını, işaretleme teknolojilerini, rekombinant protein ve genetik olarak modifiye edilmiş antiladileri kapsamaktadır. Günümüzde bu araştırmalar daha çok insan sağlığını, besin maddelerini ve çevreyi etkileyen metod ve faktörlere yoğunlaşmış şekildedir ve temel amaçları immünokimya ve nükleik asit eşleşmesi konseptine dayalı yeni, hızlı, etkili, ucuz in vitro teşhis ve tanı kitlerinin geliştirilmesidir. Modern biyoteknoloji son 50 yılda inanılmaz bir hızla gelişmiş ve bu her alanda olduğu gibi sağlık alanına da yansımıştır. Bu teknolojinin gelişmesi her türlü tanı ve teşhis yöntemini hızlandırdığı gibi daha kesin sonuçlar almamızı da sağlamıştır.

Çok genel bir tanım yapacak olursak, teşhis ve tanı faaliyet alanında hastalıklar ve anormallikler farklı biyolojik moleküllerin kullanılması ile saptanmaktadır. Kullanılan biyolojik moleküller genellikle nükleik asitler, proteinler, antibadi ve antikorları kapsamaktadır. Bu sebepten dolayı bu biyolojik moleküllerin üretilmesi ve ilgili tanı kitlerinin geliştirilmesi sağlık ekonomisinde giderek önem kazanmaktadır.

Dünya genelinde ve ülkemizde hazırlanan raporlara dayanarak yaygın olarak gözlenen hastalıkların başında kalp-damar hastalıkları, diyabet, yüksek tansiyon ve kanser gibi kronik hastalıklar gelmektedir [6]. Bunların yanı sıra, diğer yaygın bir hastalık grubu ise enfeksiyon hastalıklarıdır. Gelişen ulaştırma teknolojileri ile bu ikinci grup hastalıkların çok kısa bir süre zarfında büyük kitleleri etkileme ihtimali ise dikkat çeken en önemli konulardan biridir. Bunun yanı sıra farklı ideolojik, politik veya maddi kazanç sağlamak amacı ile yapılması muhtemel biyoterörizm hareketleri de yine ulusları tehdit eden konulardan biridir. Yukarıda belirtilen tüm hastalıklar veya biyoterör hareketleri, etkili tanı ve teşhis kitlerinin olmadığı veya rutin kontrollerin yapılmadığı hallerde zamanında fark edilmesi mümkün değildir. İşte bu sebeplerden dolayı küresel sağlık biyoteknolojisi sektörü 2000 yılından bu yana 10 kat büyüme göstermiş ve gün geçtikçe yeni genetik testler, farklı hastalıkları ve kanser çeşitlerini belirlemek için geliştirilen tanı kitleri karşımıza çıkmakta ve kullanımları her geçen gün yaygınlaşmaktadır [7]. Genetik test uygulanabilen hastalık sayısı 1993'ten 2008'e kadar 17 kat artarak 1700'e ulaşmıştır [8]. Bu tür uygulamaların erken tanıya olanak sağlayarak hastanın yaşam kalitesini artırdığı ve tedavi sürecini kısalttığı gibi, tedavi maliyetlerini düşürmekte ve sağlık hizmetlerinde verimlilik artışını sağlamaktadır.

Günümüzde dünyada diyagnostik pazarı çoğunlukla in vitro (organizma dışında, test tüpü yada laboratuvar içinde) ve in vivo (canlı organizma içinde) diyagnostikler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. In vivo diyagnostikler daha özel bir pazar olup, General Electric, Philips, Siemens vb. gibi görüntüleme ve enstrümantasyon teknolojileri konusundaki büyük üreticileri kapsamaktadır. Kan basıncı görüntüleme cihazı, MRI, X-ray ve CT taramalarında kullanılan cihazlar in vivo diyagnostikler için en geçerli örneklerdir.

In vitro diyagnostikler ise cihazlar (kan, serum, idrar ve doku örnekleri analizatörleri, vb.) ve reaktifler (ilgili ligandı seçici olarak işaretleyen kimyasallar) olmak üzere ikiye ayrılır. Vücuttan alınan örnekler ile yapılan analizlerde kullanılan cihazları ve reaktifleri beş ana kısma ayırabiliriz. Bunlar sırası ile;

- 1- Genel biyokimya analizleri, vücuttaki temel bileşiklerin ölçümleri. (örneğin kan kimyası, serum testleri, kolesterol testleri, hızlandırılmış glukoz testleri, idrar analizleri, vb.)
- 2- İmmünokimya analizleri, antibadi ve antijen eşleşmesi yardımı ile protein miktarını belirleyici testler. (örneğin allerjen reaksiyonlar için olan testler, prostat spesifik antijen (PSA) testi, hepatit testleri, HIV antibadi testi, vb.)
- 3- Hematoloji ve sitoloji analizleri, kan, kan üreten organlar ve kan hücreleri ile ilgili çalışmalar. (örneğin CD4 hücrelerinin sayımı, tam kan sayımı, koagülasyon testleri, vb.)
- 4- Mikrobiyoloji ve bulaşıcı hastalıkların analizleri, hastalıklara sebebiyet veren biyolojik ajanların tespiti. (örneğin streptokok testleri, idrar kültürü yada idrarda bakteri testleri, kanda virus testleri, vb.)
- 5- Moleküler, nükleik asit testleri (NAT) ve proteomik ve metabolomik testleri, hastalıkların veya anormalliklerin olduğunu ve/veya olabileceğini işaret eden genetik sekansları belirleyen DNA ve RNA testleri. (örneğin göğüs kanserindeki HER2/neu fazla ekspresyon testleri, doğum öncesi anormallikler belirlenmesi için yapılan floresans in situ eşleşme (FISH) test-

leri, HIV viral yükleme testleri, vb.)

Dünya genelinde in vitro diyagnostik kit ve cihaz üreten firmalar aşağıda belirtilen üç çeşit firma türünden birine benzemektedirler.

- a) Diyagnostik test araştırma ve üretim bölümüne sahip büyük ilaç firmaları,
- b) Üretim, dağıtım ve diyagnostik kitlerin ve cihazların pazarlamasını yapan diyagnostik firmalar,
- c) Daha çok spesifik hastalıkların belirlenmesi için yeni diyagnostik metod veya testlerin geliştirilmesine odaklanmış nispeten küçük (start-up) biyoteknoloji firmaları.

Dünya genelinde 2005 yılı satışlarından elde edilen veriler doğrultusunda, in vitro diyagnostiğin 28.6 milyar dolarlık oldukça büyük bir pazar olduğu tahmin edilmektedir [9]. Bu pastanın da en büyük payı immünokimya analizleri ve basit kan testleri kapsamaktadır. Dünyada yılda 20 milyardan fazla kan testi yapılmaktadır. Ülkemizdeki in vitro diyagnostik pazarı hakkında yeterince sayısal verilerin olmamasına karşın, dünya ile aynı şekilde genel biyokimya ve immünokimya analizlerinin en çok kullanılan testler olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra yeni bir eğilim olarak, in vitro moleküler diyagnostikler ve nükleik asit testleri in vitro diyagnostik pazarındaki payları hızla büyümektedir. Bunun yanı sıra modern biyoteknoloji metodları ile bu tür testlerde kullanılan nükleik asit problemlerinin, biyomoleküllerin ve diğer kimyasalların üretimi ise bambaşka bir pazar yaratmış durumdadır. Quintiles, LabCorp, Covance, Roche, Johnson&Johnson, Abbott, Bayer, Bio-Rad ve Beckman&Coulter günümüzde bu pazarı domine eden en büyük ve önemli oyuncularlardır. Bu pazarın kullanıcılarına gelecek olursak, %60 gibi bir oran ile en büyük kullanıcı hastane laboratuvarlarıdır. Bunu %30 ile özel laboratuvarlar ve geri kalanını bağımsız doktor muayenehaneleri izlemektedir.

3.1. Türkiye'deki in vitro Diyagnostik Pazarının Durumu

Ülkemizdeki diyagnostik cihaz ve test kiti pazarı hakkında bugüne kadar hazırlanmış güvenilir bir istatistiksel veri yada kaynak olmadığından dolayı, bu rapor sektörün ileri gelen firmalarının yöneticileri ile yapılan röpotajlar ve onların sağlamış olduğu az sayıdaki yerli ve yabancı kaynaklar doğrultusunda hazırlanmıştır. Bu sebeplerden dolayı hazırlanan rapor, ülkemizdeki diyagnostik cihaz ve test kiti pazarını %100'lük bir oranda olmasa bile büyük ölçüde yansıtmaktadır. Elde edilen bilgiler doğrultusunda, ülkemizdeki görüntüleme alanındaki diyagnostik cihazların %95'i, test kitlerinin ve bu kitler için gerekli olan cihaz, biyolojik ve kimsayal bileşenlerin ise %90'ına varan kısmı yani tüm diyagnostik pazarının hemen hemen tamamı ithalat yolu ile karşılanmaktadır. Yine kesin veriler olmamakla beraber bu pazarın büyüklüğü (in vivo diyagnostik görüntüleme cihazları dahil) yaklaşık 5 milyar TL olarak hesaplanmaktadır. Bu miktarın 1.5 milyar TL'lik kısmını diyagnostik test kitleri, geri kalan 3.5 milyar TL'lik kısmı ise tanı ve teşhis amaçlı kullanılan cihazlar oluşturmaktadır. Ülkemizde de tüm dünya genelinde olduğu gibi diyagnostik test kiti pazarının %80'lik kısmını biyokimya ve immünokimya analizleri kapsamaktadır. Moleküler ve nükleik asit bazlı testler ile proteomik ve metabolomik testleri ise bu pastanın %20'lik kısmında bulunmaktadır.

Yukarıda belirtilen ve tüm dünyadaki diyagnostik cihaz ve test kiti pazarını domine eden oyuncular, ülkemizde de aynı şekilde bu pazarın en önemli isimleridir. Bunların başında Siemens, General Electric, Philips, Roche, Johnson&Johnson, Abbott, Bio-Rad ve Beckman&Coulter gelmektedir. Piyasaya daha çok diyagnostik cihaz ve in vitro test kitleri ile giren bu firmalar ile sayıları çok az olan yerli üreticilerimiz rekabet edememektedir. Bunun en büyük sebebi ise yerli sana-

yimizin yeni diyagnostik test kitlerini üretebilecek bilgi, mali kapasite ve teknik donanımına sahip olmamalarıdır. Bütün bu negatif tabloya rağmen sayıları çok az olmakla beraber bazı yerli firmalar gerek diyagnostik cihaz gerekse in vitro test kiti veya bu kitlerde kullanılan biyolojik ve kimyasal bileşenleri ülkemizde başarı ile üretebilmektedirler.

Diyagnostik cihaz ve test kiti sektöründe uzun yıllardır uzmanlaşan TOKRA Medikal Limited Şirketi, son yıllarda üretim projelerine yönelmiş ve yapmış olduğu Ar-Ge çalışmaları sonucunda, ülkemizdeki ilk CE belgeli yarı ve tam otomatik koagülasyon analizörlerini üretmeyi başarmıştır. Bugün, Türkiye’de yapılan her üç koagülasyon testinden biri TOKRA medikalın üretmiş olduğu diyagnostik cihazlar ile yapılmaktadır.

Mediko Dardanel Tıbbi Malzemeler Sanayi Ticaret ve Alaris Medikal ve Elektronik Sistemler Limited Şirketleri ise diyagnostik sektöründeki dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla, yerli üretim sedimasyon cihazlarını ülkemizde üretmeye başlamışlardır. Firmalar ürettikleri bu cihazların uluslararası piyasada da yer alabilmesi maksadı ile gerekli uluslararası standartlarda üretimi yapmakta ve bu üretimi belgelendirmektedir.

Ülkemizde diyagnostik amaçlı cihaz üretimi yapan firmaların yanı sıra yine sayıları çok az olmakla birlikte bazı diyagnostik test kiti ve bu test kitleri için gerekli olan kimyasal ve biyolojik bileşenleri üreten küçük ölçekli firmalarda bulunmaktadır. Bu firmaların üretim çalışmaları daha çok biyokimya ve hemogram kan testi analizleri üzerine yoğunlaşmıştır. Sektörde bu firmalardan üç tanesi gerek ürün gamlarının fazlalığı gerekse Ar-Ge yapılanmaları bakımından öne çıkmaktadır.

BETAMED kurulduğu tarihten itibaren edinmiş olduğu bilgi ve tecrübeyi Ar-Ge faaliyetlerine dönüştürmek için 2007 yılının sonunda Gordion Diyagnostik Şirketini kurmuştur. Gordion kuruluşundan bu yana Ar-Ge’de klinik biyokimya, klinik HPLC, İndirekt İmmüno Floresan (IFA) yöntemli otoimmün hastalıklarla ilgili kit ve reaktifleri, mikro eliza yöntemli enfeksiyon hastalıkları kitleri reaktifleri ve hücre kültürü konusunda çalışmalarını durmaksızın sürdürmekte ve hız vererek artırmaktadır.

Diasis Diyagnostik Sistemler firması ise kuruluşundan bugüne, klinik kimya ve immunotürbimetrik testler için 40’tan fazla optimize edilmiş reaktifi Türkiye pazarına sunmuş ve bunlara çok çeşitli kalibratör ve kontroller de ilave ederek bu pazarda üretimlerine devam etmiştir. Üretimini yaptıkları sadece likit, bir veya iki komponentli kimyasal ve biyolojik reaktiflerin bütün açık sistem diyagnostik cihazlara olan uyumlulukları ve kullanıma hazır ürünler olarak piyasada bulunmaları Diasis Diyagnostik Sistemler kuruluşunu bu sektörde Türkiye’nin nadir Ar-Ge ve üretim yapan bir kaç firması içinde yer almasına sebep olmuştur.

1989 yılında kurulan BOME Sanayi Ürünleri Dış Ticaret Limited Şirketi, diyagnostik alanında üretim ve yurtiçi satış faaliyetlerini sürdürmektedir. 2004 senesinde kurmuş oldukları uluslararası standartlarda üretim yapan tesislerde klinik kimya, hematoloji ve mikrobiyoloji alanlarında hem diyagnostik test kitleri hem de testler için gerekli olan kimyasal ve biyolojik reaktiflerin üretimlerini başarıyla yapmaktadırlar. Bunların yanı sıra Ar-Ge bölümlerinde geliştirmekte oldukları hızlı helikobakter tanı kitinin ise çok yakın bir zamanda Türkiye ve uluslararası pazarlarda görüleceği tahmin edilmektedir.

Diyagnostik cihaz ve test kiti sektöründeki bir başka yerli üretici firma ise RTA Laboratuvarları Biyolojik Ürünler İlaç ve Makine Sanayi Ticaret Limited Şirketi’dir. RTAL, vücut dışı tanı ürünlerinin Ar-Ge’si ve üretimine odaklanmış, aynı alanda çalışan tasarımcı, üretici ve dağıtıcılarla işbirliği içinde olan bir firmadır. RTA Laboratuvarları, özellikle klinik tanı ve moleküler biyoloji laboratuvarlarına yönelik ürünler geliştirmekte ve ürün gamlarını dahada artırmayı hedeflemektedir. Ar-Ge fa-

aliyetleri arasında DNA ve RNA izolasyon sistemleri, tanı amaçlı moleküler ve immünolojik kitlerin geliştirilmesi ve üretimi konuları yer almaktadır. Hızlı tanı kitlerinden Rota virüsü ve helikobakter, klinik mikrobiyoloji testlerinden tüberküloz tanı kiti ve moleküler tanı kiti olarak nükleik asit izolasyon ve gerçek zamanlı PCR kitleri firmanın Türkiye pazarına sunduğu diyagnostik test kitlerinin başında gelmektedir.

Sonuç olarak, ülkemizde üretim yapan yerli firmaların çoğunun diyagnostik test kitlerinin biyokimya ve immünokimya alanında kullanılan kitler ve kitler için kullanılan kimyasal ve biyolojik reaktifler olduğu görülmektedir. Bunun yanında sayıları çok az olmakla beraber diyagnostik cihaz alanında ise firmaların daha çok koagülasyon ve sedimasyon analizörleri konusunda üretim yaptıkları görülmektedir.

Geçtiğimiz yıllarda TÜBİTAK tarafından “Biyoteknoloji ve Gen Teknolojileri Strateji Grubu”nun hazırladığı “VİZYON 2023 Projesi” kapsamında Türkiye’nin sağlıkta biyoteknoloji ve gen teknolojileri kapsamındaki somut hedefleri belirlenmiştir. Bu hedeflerden birincisi ise “KORUMA, TANI ve TEDAVİDE GENOMBİLİM: Hastalıkların Genetik Bileşenlerinin Belirlenerek Koruma, Tanı ve Tedavide Kullanımının Yaygınlaştırılması”dır. Belirlenen bu hedefin alt hedeflerinden biri ise yerli diyagnostik cihaz ve test kitlerinin üretilmesi ve bunların bölgesel ya da küresel olarak pazarlanabilmesi ve çeşitli hastalık ve anormalliklerin erken tanısının etkin ve yaygın bir şekilde yapılabilmesidir. Raporda da belirtildiği gibi Bu hedef için teknoloji geliştirme aşamaları temel araştırma, çevrimsel araştırma, sınav araştırma, rekabet öncesi sınav geliştirme ve sınav geliştirme olup, teknoloji transferi de gerekebilir. Ayrıca, hedefe yönelik ve çok katılımlı (üniversite, kamu ve özel sektör) projelerin, bir proje çağrısı formatında, rekabete açık ve tarafsız değerlendirme kriterleri ile seçilip değerlendirildiği ulusal programlar uygulanmalıdır [10].

12 Aralık 2005’de Sabancı Üniversitesinde gerçekleştirilen ‘Biyoteknolojide İşbirlikleri’ konulu çalıştayda, katılımcıların 2015 yılı için ortak bir vizyon oluşturmaları ve bu vizyona ulaşmak için öncelikli hedefleri belirlemeleri istenmiştir. Üniversite, sanayi ve ortam sağlayıcıların oluşturdukları grupların ortak vizyonu “Global pazara yönelik katma değer geliştirmek üzere eko-sistemini kurmuş bir Türkiye” şeklinde özetlenmiş ve bu vizyona ulaşmak için yapılması gereken hedefler her bir grup için ayrı ayrı belirtilmiştir [11]. Bu hedefleri kısaca özetleyecek olursak; Üniversitelerin yeni ürün ve yöntemleri geliştirmesi, akredite olmuş referans laboratuvarlarını ve uluslararası kurumsal işbirlikleri için destek mekanizmalarını oluşturması, sanayinin ise Ar-Ge bütçesi ayırması, bünyesinde Ar-Ge yapması ve ürün geliştirmesi, ortam sağlayıcının da ülke envanterini, istatistiksel verileri, bilgi alışverişini, fikri sermayenin girişime dönüşmesi için gerekli düzenlemeleri yapması gerekmektedir.

Belirtilmesi gereken bir başka konu ise, ilerleyen yıllarda ülkemizin diyagnostik cihaz ve test kiti pazarında daha çok söz sahibi olabilmesi için bu sektördeki yeni eğilimleri ve teknolojileri sıkı sıkıya takip etmesi gerekliliğidir. Dünya genelindeki Ar-Ge çalışmalarına ve üretim yönelimlerine baktığımız zaman, bu pazardaki eğilimin giderek artan bir şekilde daha küçük ve etkili cihazların geliştirilmesi olduğunu görmekteyiz. Son zamanlarda geleneksel yöntemleri kullanan in vitro diyagnostik cihazlar ve test kitleri yerlerini daha basit, kendi içinde otomasyona sahip ve daha düşük maliyetli cihazlara ve kitlere bırakmaya başlamışlardır. Bugün binlerce DNA sırasının analizini tek bir kit üzerinde çok kısa bir sürede yapabilen DNA mikroçipleri bu teknolojik gelişimin en güzel örnekleridir. Bunun yanı sıra biyoçipler ve “Lab On a Chip” (LOC) gibi yeni teknolojik sistemler sayesinde tek bir örnekten DNA, protein glikosakkaritler ve lipidler gibi çoklu problemler yardımı ile çok miktarda yeni bilgilerin alınması mümkün olmuştur. Mikro akışkan (μ TAS) ve mikro elektromekanik sistem (MEMs) teknolojilerinin yarı iletken endüstrisi ile birleşmesi ile günümüzde LOC’ların çok farklı çeşitleri geliştirilmektedir ve geliştirilecektir.

İşte tüm bu sebeplerden dolayı şu anda dünyada diyagnostik cihaz ve test kiti araştırmalarda yaygın olarak kullanılmakta olan mikroçip, mikro akışkan sistemler, LOC, MEMs ve μ TAS gibi çok yeni sistemlerin ve barındırdıkları teknolojilerin, ülkemizde üretilmesi ve geliştirilmesi için gerekli alt yapının en kısa zamanda hazırlanmasının ve yatırımların yapılmaya başlamasının zorunluluk olduğu düşünülmektedir.

4. Genel Değerlendirmeler ve Öneriler

Sağlık alanında yapılan yenilikler gerek bireysel gerek ülkeler bazında kayıtsız kalınabilen teknolojiler değildir. Bugün herhangi bir grup kansere çare olabilecek bir terapi geliştirse “bu ürünü ödemeyeceğim” diyen sigorta kurum/kuruluşu veya hükümet/bakanlık bulmak güç olur. Dolaşımı ile sadece ekonomik değil stratejik önemi de yüksek olan sağlık biyoteknolojisinin önemi iyi anlatılmalıdır.

Bugün ülkemizde ortalama ömür 74 yıla ulaşmışsa bunda diğer medikal teknolojiler ile birlikte biyoteknoloji ürünlerinde önemi büyüktür. AİFD Vizyon 2023 belgesinde de ifade edildiği gibi biyoteknoloji temelli yeni tedaviler ile 350 milyon hasta iyileştirilmiştir ve kişiselleştirilmiş ilaç kullanımının da artması ile bu sayının artacağı düşünülmektedir. Bu alanda ülkemizin kullanıcı olacağı muhakkaktır, sorulması gereken soru geliştirici/üretici konumuna hangi strateji ve düzenlemeler ile ulaşacağımız olduğundan bu konuda özellikle konuyla ilgilenen bilim ve iş insanlarımızın görüşleri mutlaka dikkate alınmalıdır.

Amerika Birleşik Devletleri diğer bir çok alanda da olduğu gibi sağlık teknolojilerini de keli-
menin tam anlamıyla domine etmektedir. Ülkemizde çıkaracağı dersler olduğunu düşünerek aşağıda Price Waterhouse Coopers firmasının Ocak 2011 tarihinde yayınladığı “Medical Technology Innovation Scorecard” raporundan bazı alıntılar ülkemiz için atılması gereken adımlar ile de harmanlayarak aktarılacak istenirse özetle aşağıdaki ABD’nin alandaki başarısının anahtarı olan 5 ana sütun üzerinde yoğunlaşılmalıdır ;

- 1) Güçlü finansal teşvik: ABD sağlık harcamaları 2009 CDC verilerine göre 2,5 trilyon dolardır. Bu rakam bizim toplam GSMH’mızın 3 katından fazladır. Ancak ülkemizde sağlığa ayırdığı bütçe azımsanmayacak boyutdadır ve bu harcamanın artarak devam edeceği öngörülmektedir. Devlet bu harcamayı kesmek niyetinde olmadığına göre bu harcamadan bir miktarını üretmediğimiz teknolojik ürünlerin geliştirilmesine ayırmak akılcı bir strateji olacaktır. Bu miktar akılcı harcanırsa ve özellikle bu iş için ihtiyaca cevap veren “özel programlar” geliştirilirse başarı sağlanacağı kuşkusuzdur.
- 2) Önder inovasyon kaynakları: Bu konuda ABD’nin liderliğinde iki önemli nokta dikkat çekici olmaktadır. Birincisi Dünya Akademik sıralamasında ilk 20 sıradaki, Üniversitelerden 17’si Amerika’dadır. İkinci olarak ise bu üniversiteler akademik üstünlüklerini klinik başarıya taşımak için NIH adı verilen ulusal Sağlık Enstitüleri ağını ve bu kurumun sağladığı yıllık 25 milyar doların üzerindeki proje fonlarını çok iyi kullanmaktadır. Ülkemizde de özellikle Sağlık Bakanlığımızın sadece “klinik Ar-Ge ve çalışmaları” destekleyecek bir yapı kurması bu alandaki gelişmelerde inanılmaz bir ivme sağlayacaktır. Ayrıca diğer teknolojilerin gelişmesinde olduğu gibi en büyük eksiklerimiz olan “insan kaynağı” konusuna da ciddiyele eğilmeli ve modern iş yaşamının gerektirdiği mültidisipliner tekno-iş ekiplerine eldeki tüm imkanlar kullanılarak destek olmaya çalışılmalıdır. TÜBİTAK’ın sadece Ar-Ge yapan her firmayı desteklemek yerine daha cesur davranarak “güdümlü” programları devreye sokması sevindiricidir ve kurumumuz bu kararlılığı arttırarak sürdürmelidir. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığımızda kararlı bir adımla Sanayi Genel Müdürlüğü bünyesinde İlaç ve Tıbbi Cihaz Şubesi kurarak bu konuya verdiği önemi göstermeye başlamıştır. Bu şubemizin özellikle Bakanlığın Ar-Ge Genel Müdürlüğü ile ortak çalışarak biyoteknoloji için özel

destek programları hazırlanmasına aracılık etmesi sektör için ayrı bir ivme sağlayacaktır.

- 3) Destekleyici regülasyon sistemi: Tıbbi cihaz ve malzemeler insan sağlığını direk olarak ve hayati ölçüde etkilediği için bunların uzun klinik çalışmalar ile doğrulanıp ciddi bir takım standartlarda üretilerek kullanılması gerekliliği hemen herkesçe malumdur. FDA uzun yıllardır güvenli ve uygulanabilir tıbbi teknolojik ürünler için dünyanın temel referans noktası olma başarısını sürdürmüştür. Ancak ülkemizde yetkili otoriteler yetişmiş insan gücünün azlığını da mazeret göstererek maalesef biyoteknoloji benzeri karmaşık ve ileri alanlarda geçerli regülasyon sistem ve kuralları hazırlamaya uzak durmakta ve bu konuyu ertelemektedirler. Oysa bu konu ilgi ve kararlılık bekleyen ve sektörün gelişimini ciddi oranda engelleyen bir sorun olarak sürekli durmakta ve ülkemize uzun vadede para kaybettirmektedir. Tekrar etmek gerekirse bir teknolojinin ülkemizde üretilmemesi onu kullanmadığımız veya o alana harcama yapmadığımız değil sadece o alandan gelir elde edemediğimiz anlamına gelir. Geçtiğimiz yıl kurulan İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu kısa zamanda pek çok birikmiş sorun ile uğraşmaya çalışmış ve büyük bir kısmında önemli adımlar atmışsa da biyoteknoloji alanında kendi insan kaynaklarını geliştirmek başta olmak üzere yeni çalışmalar başlatması alan açısından ümitle beklenen konuların başında yer almaktadır.
- 4) Daha iyisini talep eden hastalar: ABD’de 1960’da %47 olan hasta payı bugün %12’ye gerilemiş olduğundan artık hastaların en son çıkan mucize tedaviyi talep eder olma alışkanlığını edinmiş olmaları pek şaşılabilecek bir durum değildir. Yeni bir cihaz veya ilacın başarılı olabilmesi için kullanılması uygulanmak için geliştirildiği endikasyon için mümkün olan en geniş ölçüde kullanılması gereklidir. Bu ise ancak geri ödeme listesine girebilmek ile mümkündür. Bu konuda İlaç ve Tıbbi Cihaz ve Sosyal Güvenlik Kurumu’nun bir araya gelerek Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığında mutabakatı ile geçerli bir strateji belgesini SEKTÖR ile uyum içerisinde hazırlaması ve şeffaf bir şekilde hangi ürün ve teknolojilerin geri ödeme listelerinde yer alacağını deklare etmesi ve bu çalışmaları ileride de kararlılıkla sürdürmesi zaruridir.
- 5) Destekleyici yatırım ortamı: Amerika Birleşik Devletlerindeki medikal teknoloji üreten firmaların bu çok ciddi başarısında ülkenin eşi benzeri olmayan girişim sermayesi yapısından oldukça faydalanmış oldukları aşîkardır. NVCA verilerine göre sadece 2006 yılında biyoteknoloji/medikal teknoloji alanına 7.2 milyar dolar girişim sermayesi yatırımı yapılmıştır. Bu başlangıç düzeyi yatırıma sektörde olgunlaşmış firmaların yatırımları (yıllık 140 milyar doların üzerinde Ar-Ge harcaması) da eklenince yapılan harcamanın sektörü dinamik tutmanın ötesinde her yıl yeni bir “mini iş dünyası” yaratacak boyutta olduğu düşünülebilir. Tarafsız, sonuçları piyasa dinamikleri ile test edilen bir yatırım yöntemi olarak girişim sermayesinin ülkemiz içinde özendirilmesi ve devlet kaynakları ile desteklenmesi çok verimli olacaktır. Unutulmamalıdır ki eğer ülkemizin akademik ve entellektüel gücünden gerçek anlamda faydalanmak istiyorsak ekonomik gücümüzü kolay taklit edilebilir web siteleri yerine sağlam biyoteknoloji şirketlerinin kurulumuna aktarmak uzun vadede en iyi yatırımlardan biri olacaktır.

KAYNAKLAR:

1. Walsh, G., Biopharmaceuticals: Biochemistry and Biotechnology, 2nd Ed., John Wiley & Sons Ltd., England, 2003.
2. Öztürk M., Altay-Salih A., Erdal-Yıldız E., Arısoy Y.E., Türkiye Biyoteknoloji Ürünü Terapötik Protein pazarı, Türk Eczacılar Birliği (TEB) Yayınları, 2005.
3. İlaç Endüstrileri İşverenler Sendikası verileri, 2012.
4. Balcı Çavdar N., “Elde Var Bir”, FORBES, 44-46, Ekim 2012.
5. Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu verileri, 2012.
6. World Health Organization, Report 2011.
7. OECD, “The Bioeconomy to 2030”, 2009.
8. “Population Division of the Department of Economic and Social Affairs Statistics”, UN 2011.
9. SS Mehta. “Commercializing Successful Biomedical Technologies”. Cambridge University Press, New York, 2008.
10. Vizyon 2023 projesi “Biyoteknoloji ve gen teknolojileri Strateji grubu raporu” TÜBİTAK, 2004.
11. H Başağa ve D Çetindamar. “Uluslararası Rekabet Stratejileri: Türkiye’de Biyoteknoloji İşbirlikleri”. TÜSİAD Rekabet Stratejileri Dizisi 9.TÜSİAD-T/2006/06-421.

Bölüm-3

Kısım-2 Türkiye’de Endüstriyel Biyoteknoloji

Prof. Dr. Fazilet VARDAR SUKAN

Dr. Esra İMAMOĞLU

Erdoğan İKİZOĞLU

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi
Biyomühendislik Bölümü

Türkiye’de Endüstriyel Biyoteknoloji

1. Giriş

OECD 1982’de Biyoteknoloji’yi, “canlılar ve/veya onlardan elde edilen biyolojik araçlar yardımı ile hammaddelerin işlenerek ürün ve hizmetlerin üretildiği proseslere bilim ve mühendislik ilkelerinin uygulanması” olarak tanımlamıştı. Ancak aradan geçen 30 yıl içinde biyoteknoloji bir uygulama alanı olmaktan çıkarak, bilişim ve nanoteknoloji gibi gerçek bir jenerik teknoloji kimliği ile sosyo-ekonomik yaşamın ortasına oturmuştur. Artık günümüzde biyoteknolojilerden yararlanmayan sektör hemen hemen yok gibidir.

Günümüzde, artan ve yaşlanan nüfus, azalan doğal kaynaklar ve çevresel kaygılar gibi küresel ve toplumsal sorunlar, tüketicilerin tercihlerini de etkileyerek daha sürdürülebilir ve daha verimli üretim süreçleri arayışlarını tetiklemiştir. Avrupa Komisyonu da bu eğilimlere paralel olarak, daha geniş bir bakış açısına fırsat veren, gıda amaçlı kullanım dışı bitkisel kaynaklı hammaddelerin biyoteknolojik teknikler kullanılarak sürdürülebilir süreçler ile yüksek katma değerli ürünlere dönüştürüldüğü “biyoekonomi” kavramını gündeme getirmiştir.

Ancak geleneksel üretim süreçlerinin ne oranda ve hangi hızla sürdürülebilir biyoekonomik süreçlere dönüştürülebileceği hem ekonomik hem de teknolojik parametrelere bağlı olacaktır. Küresel ölçekte sürdürülebilir gelişmeyi temel ilke olarak benimsemiş olan biyoekonominin üç ana unsuru vardır; biyoteknolojik bilgi üretebilme, yenilenebilir biyokütle ile biyoproseslerden yararlanabilme ve bilgiyle uygulamayı bütünleştirebilme. 2030 yılına kadar sanayideki ürünlerin üçte birinin biyoteknolojik yöntemlerle üretiliyor olması ve biyoekonomi cirosunun 300 milyar avro’ya ulaşması beklenmektedir.

Doğanın “alet kutusu”nun endüstriyel üretimde kullanılması ile sanayi sektörleri, geçmişte yalnızca çok karmaşık yol izleri ile kullanılabilir hale gelebilen ya da hiç kullanılmayan hammaddeleri artık kullanabilir duruma gelmektedirler.

Enerji verimliliklerinin artırılabilirdiği, hammadde tüketimlerinin azaltılabilirdiği, CO2 emisyonlarının ve üretim maliyetlerinin büyük ölçüde düşürülebildiği, biyoekonomi kavramı içinde “endüstriyel biyoteknoloji”, farklı sektörlerde ticari değeri olan ürünlerin biyolojik araçlar ile çevre dostu yöntemler uygulanarak üretilmesi olarak tanımlanabilir. Endüstriyel biyoteknolojinin sınırları, ürünlerin niteliği ve hangi sektöre hizmet verdiği dikkate alınarak değil, ürün üretiminde hangi tekniklerin kullanıldığı baz alınarak çizilmelidir. Bu şekilde bakıldığında, endüstriyel biyoteknolojinin son ürün ve ara ürün olarak hizmet verdiği alanların kimya, deterjan, malzeme, plastik, nişasta, kağıt, tekstil, deri, yem, ilaç aktif maddesi, aşı, kozmetik, enerji, gıda katkısı ve tarımsal preparatlar olduğu açıktır.

Selüloz, bitkisel yağlar, tarımsal atıklar ve gıda dışı bitkisel/sucul kaynaklar gibi yenilenebilir hammaddeler (biyokütle) kullanılarak kimyasallar (enzimler, aminoasitler ve vitaminler gibi büyüme faktörleri, etanol, organik asitler, pigmentler gibi), biyobozunur malzemeler, yeni polimerler, biyoyakıtlar, temizlik, biyoremediasyon biyokontrol ajanı ve mikrobiyal gübre biyopreparatları, antibiyotikler gibi, ilaç aktif maddeleri, rekombinant memeli proteinleri, aşılar, bağışıklık düzenleyiciler ile kozmetik ara girdileri üretilebilmektedir.

2. Türkiye’de Endüstriyel Biyoteknolojinin Tarihçesi

Dünyada ikinci Dünya Savaşı ile ticari uygulamaları başlayan modern endüstriyel biyoteknoloji Türkiye’de inşili çıkışlı uygulamaları ile yaklaşık 60 yıllık geçmişe sahiptir. Ancak bunlardan çok

önce de Batı'daki örneklerine paralel olarak bazı girişimler mevcuttur. İlk uygulamalar arasında 1887'de, Alexander Zoeros Paşa ve Veteriner Hekimi Hüsnü Bey İstanbul'da Daül-kelp Tedavihanesi'ni kurmuş ve dünyada 3. kuruluş olarak kuduz aşısı üretimini gerçekleştirmiş, 1892'de ise Hüseyin Remzi tarafından modern bir çiçek aşısı kuruluşu Telkikhane-i Şahane açılmıştır. Bunları; Pendik ve Etlik Veteriner Kontrol Araştırma Enstitüleri'nde 1898'de Moris Nikol, Ali Rıza Uğur, Nikolaki Mavroğlu ve Adil Mustafa Şehzadebaşı tarafından poliklonal sığır vebası serumu (ilk kez üretim ve uygulama); 1913'de Nikolaki Mavroğlu tarafından Borrel usulü çiçek aşısı üretimi; 1925'de, koyun çiçeği aşısı, koyun çiçeği serumu, keçi çiçeği aşısı, sığır vebası aşısı ve serumu; 1928 yılında Çiçek (Smallpox) aşısı ve 1938 yılında Semple tipi Kuduz, tifüs aşısı ve 1950'lerde İnfluenza (grip) aşısı ve viral bir aşı olan şap aşısı üretimleri izlemiştir.

1950'li yıllarda, Refik Saydam Hıfz-ı Sıhha Enstitüsü, beşeri aşılarda üretimine başlamış ve Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından resmi olarak Ulusal İnfluenza Merkezi olarak kabul edilmiştir.

1961'de Elazığ Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü'nde at vebası aşısı üretimi, 1968-1987 arası canlı virüs Newcastle aşısı üretimi gerçekleştirilmiştir.

1967'de Refik Saydam Hıfz-ı Sıhha Enstitüsü'nde kuru çiçek aşısı üretimine geçilmiş ancak 1971'de Tifüs hastalığının, 1980'de çiçek hastalığının tüm dünyadan eradike edilmesi nedeniyle tifüs ve çiçek aşısı üretimine son verilmiştir.

1967'den itibaren Şap aşısı üretimi Ankara'da Şap Enstitüsü'nde doku/hücre kültürü yöntemleri ile (40.000.000 monovalan doz/yıl) sürdürülmektedir. 1969'da da kısa süreli olarak aynı yöntemle büyük ölçekli sığır vebası aşısı üretimi gerçekleştirilmiştir.

1969 yılında İzmit Köseköy beldesinde Türk Ticaret Bankası tarafından melastan sitrik asit üretmek amacı ile kurulan FÜRSAN'ın yapımı 5 yıl sürmüştür. 1974 yılından itibaren limon tuzu üretmeye başlayan ve kendi alanında Türkiye'de ve Ortadoğu'da tek olan tesis, yılda 6 bin ton üretim ile Türkiye'nin ihtiyacının %40'ını karşılarken, yönetsel ve ekonomik zorluklar nedeniyle Mart 1999'da 144 işçinin işine son vererek sahibi olan Türk Ticaret Bankası tarafından kapatılmıştır.

Bu tarihlerde Adapazarı'nda yaklaşık 30 yıldır melastan asetik asit ve etil alkol üretimi yapan Asit Sanayi ve Ticaret A.Ş. adlı firma da üretimini durdurmuştur.

1971 yılında, 9 yerli ilaç firması ortaklığı ile İzmit'te kurulan ANSA Antibiyotik ve İlaç Hammaddeleri San. A.Ş.'de fermentasyon ile antibiyotik aktif maddeleri üretimine başlanmıştır. Tesis tamamen yerli mühendislik hizmeti ile yabancı teknoloji transferi yapılmadan kurulmuştur. İlk üretilen antibiyotikler, hammadde olarak nişastanın kullanıldığı tetrasiklin ve oksitetrasiklin türevleridir. Tesiste 1981 yılında gentamisin sülfat (1990 yılında durdurulmuş), 1988'de linkomisin (1992 yılında durdurulmuş), 1994'te ise dünyada dört üreticiden biri olarak potasyum klavulanat üretimine başlanmıştır. Tesis 1994'te % 100 yerli sermaye ile kurulmuş DEVA Holding'e ait DEPA A.Ş. adıyla faaliyet göstermeye başlamıştır. Ancak, 2006'da Deva Holding'in mülkiyeti, GEM Global Equities Management'in bir girişimi olan EastPharma Ltd'e geçmiştir. 2011 yılında bu tesis kapatılmıştır.

1977 yılında, Türkiye'de endüstriyel enzimlerin kullanımını teknik destek eşliğinde, amaca özel formülasyonlar uygulayarak yaygınlaştırmak amacıyla ORBA BİOKİMYA A.Ş. kurulmuştur. İlk pilot tesis 1979 yılında işletmeye alınmış ve ekmek sanayiinde ilk fungal α -amilaz kullanımı 1980 yılında ORBAMİL EL ile başlamıştır. Kuruluş orta ölçekli bir işletme olup hiçbir know-how al-

madan tümüyle Ar-Ge çalışmaları ile tasarlanmış ve faaliyete geçirilmiştir. İlerleyen yıllarda Ar-Ge çalışmaları; yeni enzimlerin katı fermentasyon yöntemleri ile üretimi, üretici mikroorganizmaların klasik mutasyon ve gen mühendisliği teknikleri kullanılarak geliştirilmeleri konularında yapılmıştır. Kuruluş 30 yılı aşkın formülasyon, üretim ve uygulama birikimiyle yurtiçinde ve yurtdışında gıda, tekstil, deri ve yem olmak üzere dört ana sanayi koluna enzim sağlamaktadır. Yeni enzimlerin katı ve derin fermentasyon yöntemleri ile üretimi, üretici mikro-organizmaların klasik mutasyon ve gen mühendisliği teknikleri kullanılarak geliştirilmeleri bazı etkinlik alanlarındandır. Deri ve deterjan sektörü için alkalen proteaz üretimini kapsayan TTGV destekli bir araştırma projesi yapılmış ve üretimine başlanmıştır. Tesis halen aktiftir.

1973'te Türkiye Biyoteknoloji sektöründe en büyük yatırım olan PAKMAYA (Pak Gıda), İzmit Köseköy'de ilk fabrikasının devreye girmesiyle ekmek mayası üretimine başlamış, 1986'da İzmir Kemalpaşa, 1990'da ise Düzce Cumayeri tesislerini devreye alarak gelişmesini sürdürmüştür. Türkiye'de toplam ekmek mayası üretim kapasitesi yıllık 400.000 ton civarındır. Tüketimi ise onda biri kadardır. Toplam üretimin yarısından fazlası PAKMAYA'nın üç tesisinde üretilmektedir. Son yıllarda yurt dışı yatırımlara yönelen PAKMAYA, Romanya'nın Paşcani şehrinde dördüncü maya fabrikasını kurmuştur. Bu tesis Romanya'nın maya ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılamakta ve civar ülkelere de ihracat yapmaktadır. Kurulduğu günden bu yana sürdürdüğü istikrarlı büyümeyle 250 bin ton yaş maya eşdeğerinde bir kapasiteye ulaşmış bulunan Pakmaya, dünyanın büyük ekmek mayası üretim firmaları arasında yer almaktadır.

PAKMAYA, 1988 yılında kurulan, iki araştırma laboratuvarı, bir pilot tesis ve bir çevre teknolojisi laboratuvarı içeren Pak Biyoteknoloji Araştırma ve Geliştirme Merkezi'nde istihdam ettiği doçent, doktor ve yüksek lisanslı araştırmacılardan oluşan uzman bir kadro ile değişen tüketici talep ve beklentilerini karşılayacak, daha kaliteli, daha dayanıklı ürünler geliştirmeyi hedeflemiştir. Burada yapılan çalışmalar ile atık sularını, yüksek potasyum derişiminde organik sıvı gübre ve yüksek protein içerikli yem katkısı olarak değerlendirip piyasaya ürün olarak sunmuş ve çevre problemlerini sıfır atıkla çözmüşlerdir.

PAK Gıda, Ar-Ge Merkezi, ülkede öncü olan atık arıtım tesisleri, "İmuneks" ticari markası ile Mustafa Nevzat tarafından piyasaya sürülen ilacın aktif maddesinin ekmek mayasından üretimiyle ve pakmaya okulundan yetişen mühendisler ve teknik elemanlar ile PAKMAYA, Türkiye'de endüstriyel biyoteknolojinin gelişimine sektörler üstü (gıda sektörü dışı) büyük katkılar vermiş bir girişimdir.

PAKMAYA'nın üretim tesisleri dışında ikisi Fransız (Amasya ve Adana'da LeSaffre ile ortaklaşa kurulmuş SAFMAYA A.Ş. ve ÖZMAYA A.Ş.), birisi Avustralya (Bandırma'da Mauri Maya A.Ş.) ortaklığı ile kurulmuş üç maya üretim tesisine ek olarak birde İstanbul'da kurulmuş Türkiye kökenli maya üretim tesisi vardır. Maya fabrikalarının hammaddesi olan melas temininde yeni şeker politikasından dolayı sıkıntı yaşanmaktadır.

1978 yılında modern fermentasyon teknolojisi ile sirke üretimi yapmak üzere kurulan FERSAN A.Ş., yaklaşık 15.000 ton/yıl kapasitesiyle İzmir'de faaliyetini sürdürmektedir.

1982 yılında Eczacıbaşı firması da İstanbul Ayazağa tesislerinde gentamisin üretimine başlamıştır. Ancak Uzakdoğu kökenli gentamisinle rekabet edilemeyince üretimi 1990 yılında durdurmak zorunda kalmıştır.

1982'de FAO desteği ile kurulmuş olan Manisa Tavuk Hastalıkları Araştırma ve Aşı Üretim Enstitüsü, 10 çeşit kanatlı aşısı (Newcastle, IBV HI20, IBDV D78, Marek THV, Marek SBI Bivalan, Marek Liyofilize) ile antijenlerin ve antiserumların (IBV HA-HI (M-41), IBV AGP, ND HA-HI, EDS76 HA-HI, AE EST, ILT AGP, Adeno-Celo AGP, IBDV AGP, Reovirus AGP, Marek AGP gibi) üretimini

gerçekleştirmiş, ancak 2004 yılında ilgili Bakanlık tarafından faaliyetleri durdurulmuştur.

1991 yılında Adıyaman'da VETAL Hayvan Sağlığı Ürünleri A.Ş. Türkiye'de ilk kez özel sektör kuruluşu olarak aşı üretimini başlatmıştır.

1994'de SİFAR adlı bir firma Çerkezköy'de modern bir fermentasyon tesisi kurmuştur. Rifampisin üretimine başlamayı planlayan tesis üretime başlayamamış, Eczacıbaşı'na satılmıştır. Eczacıbaşı Özgün Kimyasal Ürünler San. ve Tic. A.Ş., Eczacıbaşı İlaç Grubu için aktif maddeler üretmek üzere kurulmuştur. Ocak 1999'da mevcut ürünlerin ve Ar-Ge biriminde geliştirilen yeni sentez ürünlerinin üretimi için Çerkezköy'de fermentasyon ve kimyasal üretim üniteleri bulunan bir tesis satın alan kuruluş, 2001'de bu tesiste üretime başlamıştır. 2008 yılında tesis Deva Holding'e satılmıştır.

2001 yılından itibaren, EZİCİ Yağ Sanayii ve Biyodizel Üretim Pazarlama A.Ş. Kocaeli Gebze Dilova mevkiinde beş dönümlük arazide konumlandığı tesisi ile biyodizel üretimine başlamıştır. Ar-Ge faaliyetlerine önem veren firma bitkisel atık yağların toplanması ve geri kazanılarak biyoelektriğe çevrilmesi konularında Ar-Ge projeleri yürütmektedir.

2004 yılında biyoteknoloji, gıda, tarım, ilaç ve çevre sektörlerinde kapsamlı akademik ve sinai deneyime sahip ortaklar tarafından Simbiyotek Biyolojik Ürünler San. Tic. A.Ş. kurulmuştur. Organik ve sürdürülebilir tarım ve hayvancılık ile bunların devamı olan gıda sektörlerine yönelen Simbiyotek'in hedefi, Türkiye'de halen kullanılan ve gelecekte kullanılabilecek mikrobiyolojik ürünleri yerel kaynaklarla geliştirmek ve üretmektir.

2004 yılında ilk Biyoetanol tesisi Bursa'da TARKİM (Tarımsal Kimya Teknolojileri San. Ve Tic. A.Ş.) tarafından 40 milyon lt/yıl kapasite ile mısır ve buğday gibi tahıllardan üretilmeye başlanmıştır. TARKİM yakıt alkolü 2005 yılında POAŞ tarafından kurşunsuz benzine %2 oranında katılarak "Biyobenzin" markası ile piyasaya arz edilmiştir.

2007 yılında KONYA ŞEKER tarafından Çumra'da açılan 84 milyon litre/yıl kapasiteli biyoetanol tesisi melastan ve 2010 yılının Nisan ayında TEZKİM A.Ş. tarafından Adana'da açılan 36,5 milyon litre/yıl kapasiteli tesis ise mısır ve tahıldan üretim yapmaktadır. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş.'ne ait Eskişehir, Erzurum, Turhal ve Malatya tesisleri yıllık 66,5 milyon litre biyoetanol üretecek kapasitededir. Amasya Şeker Fabrikası da 20 milyon litre/yıl biyoetanol üretimi kapasitesine sahiptir. Türkiye'deki biyoetanol üretim kapasitesi 190 milyon litre/yıl seviyesine ulaşmıştır.

Bu tarihsel gelişimden de açıkça görüldüğü gibi ülkemizde çok eskilere dayanan ciddi bir bilgi birikimi ve deneyim olmasına rağmen yönetsel, politik ve ekonomik koşullar endüstriyel biyoteknolojinin istenilen hızda büyümesini ve etkin bir kapasiteye ulaşmasını engellemişlerdir.

3. Türkiye'de Endüstriyel Biyoteknoloji Uygulamaları

Bu tarihsel gelişmelere, mevcut alt yapı ve bilgi birikimine rağmen halen Türkiye'de biyoteknoloji sektörünün istenilen düzeyde olmadığı görülmektedir.

Türkiye'deki biyoteknoloji pazarı 1999 yılında 960 milyon dolar olarak kaydedilmiştir (TÜSİAD Raporu, 2000). 2030'lu yıllarda bu sayının 300 milyar avro olacağı tahmin edilmektedir.

Ülkemizde her yıl ekonomik değeri olmayan milyonlarca ton tarımsal atık elde edilmesi, yenilenebilir ve sürdürülebilir doğal kaynaklar içerisinde biyokütle'nin temel varlıklarımızdan olmasına karşın biyoteknoloji halen sektörde hak ettiği tanınırlığı elde edememiştir. Örneğin, Sanayi ve

Ticaret Odaları'nın yapılanmasında önemli yeri olan NACE kodlarına bakıldığında,

- 22-72-1101 Biyoteknoloji ile ilgili Araştırma ve Deneysel Geliştirme Faaliyeti,
- 41-20-5913 Biyodizel ve Benzeri Biyoyakıt İmalatı,
- 41-20-5302 Uçucu Yağ İmalatı,
- 41-20-5906 Peptonlar, Diğer Protein Maddeleri ve Türevleri İmalatı,
- 51-20-1405 Çam, Terbentin Esansı,
- 51-20-2013 Çimlenmeyi Önleyici ve Bitki Gelişimini Düzenleyici Ürünler

ilgili başlıklar olarak göze çarpmaktadır.

Ancak bu gruplamalara girmediği halde biyoteknolojik yöntemler ile üretim yapan birçok firmanın da var olduğu kişisel bağlantılarımız üzerinden bilinmektedir.

Türkiye’de, biyolojik hammaddelerden mikrobiyal/enzimatik dönüşüm teknikleri ile ürünler üreten firmaların endüstriyel biyoteknoloji sektörünü oluşturduğu kabul edilirse, yeşil kimyasallar (etilalkol, sitrik asit, asetik asit, karboksilik asit), ekmek mayası, starter kültür, biyopreparatlar (biyokontrol ajanları, biyogübre, biyotemizleyiciler) enzimler (tekstil/deri, deterjan ve kozmetik sanayii), biyomalzemeler (biyoplastikler, biyopolimerler), biyoyakıtlar (biyoetanol, biyodizel), çevre teknolojileri (biyogaz, biyoremediasyon), doğal ara ürünler (ilaç hammaddeleri, kozmetik ara ürünleri, uçucu bileşikler) ve aşılarda ana başlıklar olarak sayılabilir (Tablo 1).

Teknoloji Geliştirme Bölgeleri’nde yer alan firmalar dikkate alındığında, aktif 32 Teknoloji Geliştirme Bölgesi içinde sadece 19 bölgede, adında bir şekilde “biyo” ibaresi bulunan 86 firma saptanmış, bunların biyomedikal, biyoinformatik, veterinerlik, biyoteknoloji, yazılım konularında çalıştıkları ve 48 tanesinin endüstriyel biyoteknoloji sektörüne hizmet verdiği belirlenmiştir (Tablo 2). Ancak bunların kaç tanesinin gerçek anlamda aktif oldukları ve/veya tam olarak çalıştıkları alanlar konusunda güvenilir bilgilere ulaşılamadığı gibi, sadece firma adından çalıştığı alan hakkında bir fikir edinilemeyen firmaların da mevcut olduğu bilinmektedir. Bunlardan, kişisel ilişkilerimiz ile saptayabildiklerimiz listeye dahil edilmiştir. Teknoloji Bölgeleri yönetici şirketleri üzerinden daha kapsamlı bir araştırma ile daha doğru bilgilere ulaşılabilmesi mümkündür.

Akademisyenler tarafından kurulmuş 39 spin-off şirketinin, ODTÜ Teknokent’te Ar-Ge çalışması yürüttüğü bilinse de, yüzde kaçının biyoteknoloji sektörüne hizmet verdiği bilgisine ulaşılamamıştır. Üniversite desteği ile kurulan biyoteknoloji alanında 2 adet spin off firma Ege Üniversitesi bünyesinde yer almaktadır.

SEKTÖR	Kuruluş Adı	Faaliyet Alanı
Kimya	Mustafa Nevzat İlaç Sanayii A.Ş.	İlaç hammaddesi üretimi
	Metis Biyoteknoloji ve Dış Tic. Ltd. Şti.	Moleküler biyoloji reaktifleri, kit ve enzim üretimi
	Talya Bitkisel Ürünler Tic. San. Ltd. Şti.	Aromatik Yağ Üretimi
	Orba Biokimya San Ve Tic. A.Ş.	Enzim üretimi
	Didemada Ltd. Şti.	Buhar distilasyonu ve soğuk pres ile tıbbi ve aromatik bitkisel yağ üretimi
	Manolya Doğal ve Aromatik Ür. Gıda San.ve Tic. Ltd. Sti.	Uçucu yağ üretimi
	Gülbirlik	Gül yağı üretimi
	Pigar Kimya San. Tic. Ltd. Şti.	Boya ve pigment hammaddeleri , bitki özleri, proteinler, yüzey aktif maddeler
	Setaş Kimya San. A.Ş.	Kağıt, plastik, metal ve yapı sektörleri için de boya, kimyasallar
	Diper Kimya End. San. Tic. A.Ş.	Biosolvent
	Polinas Plastik San. ve Tic. A.Ş.	Biyoplastik ambalaj
	Bionorm Doğal Ürünler San. ve Tic. Ltd. Şti.	İlaç aktif maddesi
	Ar-Tu Kimya Sanayi ve Ticaret A.Ş.	Valeks (palamut özü) üretimi
	Setaş Tekstil Örmecilik San. ve Tic. Ltd. Şti.	Tekstil boya ve kimyasalları
	Scotmas Tekstil ve Tarım Ürünleri İth.İhr.San. ve Tic. Ltd. Şti.	Biyopreparatlar
	Dalan Kimya Endüstri A.Ş.	Kişisel bakım ürünleri ile gliserin, cips ve granül sabun gibi endüstriyel ürünler
Tarım	Nural Kozmetik Dış Ticaret Ltd. Şti.	Kozmetik ve kremler
	Simbiyotek Biyolojik Ürünler San. ve Tic. A.Ş.	Biyopreparat ve mikrobiyal gübre üretimi
	Alternatif Toros Tarım Tic. Ltd. Şti	Mikrobiyal gübre üretimi
	İhsan Organik Tarım Madencilik ve Gıda Mad. San. ve Tic. A.Ş.	Mikrobiyal gübre üretimi
Aşı ve Biyolojik Madde	Çağlar Doğal Ürünler Yeni Enerji Gübre Gıda ve Tarım İth. İhr. San. Tic. Ltd. Şti	Algal sıvı organik gübre üretimi
	Akuakim Medikal Kimyasal İlaç Yem Katkı Hammaddeleri ve Su Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti	3 adet balık aşısı
	VETAL Hayvan Sağlığı Ürünleri A.Ş.	Hayvan aşıları
	Dollvet Vet. Aşı, İlaç Biyol. Madde Ür. San.Tic. A.Ş.	Hayvan aşıları
	Atafen-EgeVet Hayvancılık San. ve Tic. Ltd Şti,	Hayvan aşıları
	RTA Laboratuvarları	Tanı kiti ve enzim
Gıda	TürkLab A.Ş.	Tanı kiti
	Pakmaya	Maya üretimi, ilaç hammaddesi
	Özmaya Sanayi A.Ş	Yaş maya ve sıvı maya
	Mauri Maya	Maya üretimi
	Rumeli Maya İmalat Tic. Ltd. Şti.	Peynir mayası üretimi
	Mayasan Gıda San. ve Tic. A.Ş.	Mikrobiyal rennet üretimi
	İntermak A.Ş.	Starter Kültür üretimi
	Tat Nişasta San. ve Tic. A.Ş.	Nişasta üretimi
	Sunar Mısır Entegre Tesisleri San. ve Tic. A.Ş.	Nişasta üretimi
	Cargill Tarım ve Gıda San. ve Tic. A.Ş.	Nişasta Üretimi
	Amylum Nişasta San. Tic. A.Ş.	Nişasta Üretimi
	Pendik Nişasta San. Tic. A.Ş.	Nişasta Üretimi
	Egert Doğal Ürünler Ltd. Şti.	Mikroalg katkısı maddesi (Spirulina)

Enerji	Tarkim San. Ve Tic. A.Ş.,	Biyoetanol Üretimi
	Tezkim Tarımsal Kimya İnş. San. Ve Tic. A.Ş.	Biyoetanol Üretimi
	Konya Şeker San. ve Tic. A.Ş. Çumra Şeker Fab.	Biyoetanol Üretimi
	Amasya Şeker Fabrikası A.Ş	Biyoetanol Üretimi
	Alıcı Petrol	Biyodizel Üretimi
	DB Tarımsal Enerji San. ve Tic. A.Ş.	Biyodizel Üretimi
	Alternatif Yakıt Tekn. Ltd. Şti.	Biyodizel Üretimi
	Ege Biyoteknoloji San. ve Tic. A.Ş.	Biyodizel Üretimi
	Ezici Yağ Sanayii ve Biyodizel Üretim Paz. A.Ş.	Biyodizel Üretimi
	Flamingo Bio-Diesel	Biyodizel Üretimi
	Akel San. ve Tic. A.Ş	Biyodizel Üretimi
	AlBiyoBir San. ve Tic. A.Ş	Biyodizel Üretimi
	Kolza A.Ş.	Biyodizel Üretimi
	BioTürk	Biyodizel Üretimi
	Delta Petrol Ürünleri Ticaret A.Ş.	Biyodizel Üretimi
	Çevresel Kimya San. ve Tic. A.Ş.	Biyodizel Üretimi
	Çukobirlik	Biyodizel Üretimi
	MarmaraBirlik	Biyodizel Üretimi
	TrakyaBirlik	Biyodizel Üretimi
Çevre	Ekolab Temizleme Sistemleri A.Ş.	Çevresel durum tespit, uluslararası standart ve normlara uygun ölçüm hizmetleri
	Genotek Çevresel Teknolojik Ürünler San. ve Tic.	Arıtma teknolojileri
	Hidrotek Arıtma-İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti.	Atık Yönetimi
	İstaç A.Ş.	Atık Yönetimi
	İdor Mühendislik	Atıksu arıtma ve membran teknolojileri
	İstanbul Gaz ve Akaryakıt Tedarik San. Ve Tic. A.Ş.	Arıtma teknolojileri
	Artaş biyogaz tesisleri	Biyogaz Üretimi
	Magnebac, Platon San. ve Tic. Ltd. Şti.	Biyoremediasyon işlemi
	Arbiogaz Çevre Teknolojileri İnşaat San. ve Tic. A.Ş.	Anaerobik çürütme
	Kazancı Çevre Tekniği, A.Ş.	Biyoremediasyon işlemi

Tablo 1: Türkiye'deki Endüstriyel Biyoteknoloji Firmaları

TGB	Biyoteknoloji Üzerine Faaliyet Gösteren Firmalar	Faaliyet Alan
ODTÜ Teknokent	Ankafar Tarım ve İlaç Sağlık Mühendislik Danışmanlık Biyoteknoloji Üretim Danışmanlık San. ve Tic. Ltd. Şti.	Doku kültürü ile fide üretimi, Mikoriza gübre
	Argen Sağlık ve Laboratuvar Hizmetleri Ltd. Şti.	Genom araştırması, viroloji, antibiyotikler
	Biyans Biyolojik Ürünler Ar-Ge Danışmanlık Ltd. Şti.	Tarımda biyolojik mücadele, Biyoremediasyon
	Denovo Biyoteknoloji Ar-Ge Danışmanlık Eğitim Yazılım Dış Tic. Ltd. Şti	Polimer kimyası, biyoinformatik ve yazılım alanlarında
	Enzim Biyoteknoloji Kimyasal Enzim Ar-Ge Danış. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Enzim üretimi
	İndifide Biyoteknoloji Bilişim Madencilik İnşaat Mühendislik Danışmanlık Tarım Üretim San. ve Tic. Ltd. Şti	Doku kültürü ile fide üretimi
	Nanobiz Nano-Biyo Teknolojik Sistemler Eğitim Bilişim Danışmanlık Ar-Ge San. ve Tic. Ltd. Şti.	Analiz kiti
	Neg Biyoteknoloji Ar-Ge San. ve Tic. Ltd. Şti.	
	Nehir Biyoteknoloji Ar-Ge Hiz. Dan. Bil. Paz. San. Tic. Ltd. Şti.	
	Obitek Orta Doğu Birleşik Teknolojiler Eğitim Danışmanlığı Ar-Ge San. ve Tic. Ltd. Şti.	Tanı kitleri
	Refgen Biyoteknoloji Ltd. Şti.	Analiz hizmeti
	Tümer Mühendislik İthalat İhracat San. ve Tic. Ltd. Şti.	Tıbbi sulama
	Teksis İleri Teknolojiler Kimya İmalat ve Dış Tic. Ltd. Şti.	Yenilenebilir enerjiler
Ankara Teknoloji Geliştirme Bölgesi	Ag Biyoinformatik Teknogirişim Ar-Ge Hizm. Dan. Eğ. Bil. Paz. İç ve Dış San.Tic. Ltd.Şti.	Biyoinformatik
	Ahmet Raşit Öztürk - Diagnosis	Biyoinformatik, tanı
	Analiz Ar-Ge San.Tic. Ltd.Şti.	
	Ars Arthro Biyoteknoloji A.Ş.	Doku ve organ mühendisliği alanı
	Bilkent Üniversitesi (Unam)	Nanoteknoloji alanında
İzmir Teknoloji Geliştirme Bölgesi	Ege Biyoteknoloji San. ve Tic. A.Ş.	Çamurdan enerji, algal biyodizel
	Düag Tarım Makina Bitkisel ve Mikrobiyolojik Ürünler Araştırma Geliştirme San. ve Tic. Ltd. Şti.	Biyokozmetik, gıda takviyeleri, yem katkı maddeleri, hammadde özütleri
	Biokont Biyolojik Kontrol Sistemleri Araştırma ve Geliştirme Ltd. Şti.	Biyokontrol ajanları
	Çağlar Doğal Ürünler Yenilenebilir Enerji Gübre Gıda ve Tarım San. Tic. Ltd. Şti.	Mikroalg üretim teknolojileri
	Akuakim Medikal Kimyasal İlaç Yem Katkı Hammaddeleri ve Su Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti	Balık aşısı üretimi
Hacettepe Üniversitesi TGB	Gen-Tr Moleküler Genetik ve Biyoteknoloji Ltd. Şti.	Moleküler genetik tanı kitleri
	Nanospekt Ar-Ge Yazılım Biyoteknoloji Müh. Enerji Üretimi Eğitim danışmanlık İmalatı San. ve Tic. Ltd. Şti.	
	Onkosel Biyoteknoloji Ar-Ge Ltd. Şti.	Biyomedikal, enerji ve çevre alanlarında danışmanlık ve analiz hizmetleri
	Rgenetik Ar-Ge Biyoinformatik Yazılım Dan. Ltd. Şti.	Biyoinformatik yazılım
	Ritso Elektrik Elektronik Biyomedikal Yazılım Ltd. Şti.	Biyomedikal yazılım
	SNP Biyoteknoloji Ar-Ge ve Üretim San. ve Tic. Ltd. Şti.	
	Datamed Bilgisayarlar İletişim ve Tıbbi Destek Tic. Ltd. Şti.	Tıbbi Görüntü arşivleme
	E-A Nanoteknoloji Optik Sis. Biyomedikal Cihazlar Dijital Sist. Üretim Ar-Ge İthalat İhracat Taah. San. ve Tic. Ltd. Şti.	

	E-A Teknoloji Biyomedikal Cihazlar Dijital ve Optik Sist. Nanoteknoloji Ar-Ge İthalat İhracat Taah. San. ve Tic. Ltd. Şti.	
	Nano Biyoteknoloji Ar-Ge Sağlık Med. İlaç Koz. Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti.	
	Nanodev Mühendislik Enerji Üretim Eğitim Danışmanlık İthalat İhracat ve Tic. Ltd. Şti.	Cihaz tasarımı ve üretimi
	Sentegen Biyoteknoloji Danışmanlık San. ve Tic. Ltd. Şti.	Sentetik gen üretimi
	Şükrü Atakan-Melekler Biyoloji	
İTÜ Arı Teknokent	Biot Hücre Kök Hücre Genetik Biyotek Mad. San. ve Tic. Ltd. Şti.	
Selçuk Üniversitesi TGB	Asm Hayvan ve Vet. Halk Sağlığı Biyo. Ar-Ge ve Eğ. Hizm. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Hayvancılık, ineklerden embriyo elde edilmesi ve transferi
	Biyosfer Biyokütle Enerji Çözümleri Geri Dönüşüm Mak. Müh. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Biyokütle/Biyoenjerji uygulamaları
	Diagen Biyoteknolojik Sis. Sağlık Hiz. ve Otom. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Moleküler genetik alanında problemler ve kitler
	Farmapark Ar-Ge Biyoteknoloji Mak. Kim. Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti.	Tanı kitleri, gıdalarda Aflatoxin B1 Rapid Test Kiti
Batu Akdeniz Teknokent	Morlab Biyoteknolojik Ar-Ge Dan. San. ve Tic. Ltd. Şti.	
Erciyes Üniver sitesi TGB	Kök Biotek Laboratuvar Hizmetleri, Ar-Ge projeleri ve Danışmanlık	
Trabzon TGB	Kar-Biyosit Biyoteknoloji Ar-Ge Mühendislik ve Danışmanlık Hizmetleri Kimya San. Tic. Ltd. Şti.	Biyopestisit geliştirilmesi
	Fitoera- Ersan Bektaş	
	Mustafa Cüce	
Mersin TGB	Torosgen Ar-Ge BiyoTeknoloji Ltd. Şti.	
Göller Bölgesi TGB	Biyokom Biyogaz Kompost Ltd. Şti.	Organik atıklardan biyogaz ve kompost üretimi
	Koray Limited	Organik gübre
	Proaktifsu Mühendislik Danışmanlık Analiz San. ve Tic. Ltd. Şti.	Çevre kirliliği analizi ve kontrolü, su ve atıksu arıtımı ve geri kazanımı,
Gazi Teknopark	Ada Mühendislik Ve Yazılım Hizmetleri Tic.Ltd.Şti	Bilişim sistemleri, biyometrik sensörler
	Dev Grup Biyomed Araş. Gel. Yaz. Pro. Dan. Eğt. Tic. Ltd. Şti.	Biyomedikal
	Furkan Demirsoy	Biyomedikal mühendisliği Ar-Ge
	FSF Mühensilik Danışmanlık Eğitim Ar-Ge	
	İleri Düzey Biyomed Araş. Gel. Yaz. Proj. Dan. Eğt. Ltd. Şti.	Biyomedikal mühendisliği Ar-Ge
	Kuantumek Teknoloji Biyomedikal Cıv. Dijital Ve Optik Sis. Nanoteknoloji Araş. Gel. İml. İhr. Taah. San. Ve Tic. Ltd. Şti.	Dijital ve optik sistemler geliştirilmesi
	R&D Network Ltd. Şti	Farmakoeкономи, ilaç etkileşimleri,
	Samet Demir-Biyomedikal Mühendislik, Araştırma, Geliştirme	Biyomedikal mühendisliği Ar-Ge

	Tansel Uyar-Biyomedikal Mühendislik, Araştırma Geliştirme Yazılım	Biyomedikal mühendisliği Ar-Ge
	Hydrotam Yazılım Teknoloji ve San. Ve Tic. Ltd. Şti.	Çevre sektörü için yazılım
	Teknoprom Kömür Enerji ve Kimyasal Tek. Ar-Ge Proje Dan.	Yenilenebilir enerji teknolojileri, kimyasal teknolojiler, karbon nanotüp üretimi, hümkik asit üretimi
	Tes Termoelektrik Sis. Enerji Ar-Ge Üretim Paz. Dağ. Dan. Eğt.İmalat San. Ve Tic. Ltd. Şti.	Yenilebilir enerji
Trakya Üniversitesi Edirne TGB	Nanobiz Nano-Biyoteknolojik Sist. Eğitim Bilişim Danışmanlık Ar-Ge San. ve Tic. Ltd. Şti.	Analiz kiti üretimi
	Arıteks Boyacılık Tic. ve San. A.Ş.	Boya duyarlı güneş panellerinin üretimi için komponentlerin geliştirilmesi
Fırat TGB	Mefe Biyomedikal Sist. Yazılım Bil. Hiz. Elektr. Mekatronik Sist. Ar-Ge Dan. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Biyomedikal
Erzurum Ata Teknokent	Er-Gen Biyoteknolojileri Aryet Hay Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti.	Hayvancılık
Pamukkale Üniversitesi TGB	Özlem Dayı Biyoloji	
Ankara Üniversitesi TGB	Abiyotek Ankara Biyoteknoloji Araştırma San. ve Tic. Ltd. Şti	DNA izolasyon kiti
İstanbul Üniversitesi TGB	Done Genetik Tanı Sistemleri Ltd. Şti	Mikroarray, yeninesil sekans, biyoinformatik
	Hibrigen Biyoteknoloji Ar-Ge San. ve Tic. Ltd. Şti	Mikroarray kits, moleküler genetik ve tanı kitleri
	İstanbul Biyoteknoloji ve Laboratuvar Hiz. Ltd. Şti	Bitkilerden antioksidanlar, fonksiyonel gıda üretimi
	Ngs Biyoteknoloji Ar-Ge tic. Ltd. Şti	Bitki ekstreleri üretimi
	Sativa Biyoteknoloji Ar-Ge Dan. San. ve Dış Tic. Ltd. Şti	Bitki Ekstreleri, Bitki Doku Kültürü, Mikroarray Teknolojisi, Gen Anlatımı, Proteom Analizi
	Suntet Hayvancılık Gıda ve Dan. San. ve Tic. Ltd. Şti	
	Ebittek Biyoteknoloji Ar-Ge Tic. Ltd. Şti	Bitkilerin doku kültürü teknikleri ile çoğaltılması, hızlı GDO-PCR kitleri
	Di Biyoteknoloji San. ve Tic. Ltd. Şti	Genetik tanı
	Prizma Ar-Ge Hayvancılık Eğitim Dan. Veteriner San. ve Tic. Ltd. Şti	
	Bsa İnci Teknoloji Medikal Mühendislik Elektronik San. ve Tic. Ltd. Şti	Biyomedikal
	Bsa İstanbul teknoloji Medikal Mühendislik Elektronik San. ve Tic. Ltd. Şti	Biyomedikal
	Esr Biyotek Ltd. Şti	
	Geb Biyoteknoloji ve bitkisel üretim San. ve Tic. Ltd. Şti	
	Insitogen Ltd. Şti	

	Nanoyaşam Nanobiyoteknoloji Ar-Ge San. ve Tic. Ltd. Şti	Nanobiyoteknoloji
	Nisin-O-Nunise Tuğçe Satır	
Boğaziçi Üniversitesi TGB	Engy Çevre ve Enerji Teknolojileri Biyoteknoloji Ar-Ge Ltd. Şti.	Çevre, enerji teknolojileri ve biyoteknoloji alanı
	Çevre Teknolojisi İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Atıksu arıtma, geri kazanım, biomembran ve biokütle-enerji konular
	Novatemed Innocentials İlaç Kozmetik Kimya Sağlık ve Reklam Hizmetleri San. ve Tic. A.Ş.	İlaç ve kozmetik alanında
	Boğaziçi Ar-Ge Biyomedikal Mühendislik ve Yönetim Danışmanlığı San. ve Tic. Ltd. Şti	Biyomedikal

□ Endüstriyel biyoteknoloji ile ilgili olmayanlar

Tablo 2. Teknoloji Geliştirme Bölgeleri'nde Biyoteknoloji Konusunda Faaliyet Gösteren Firmalar

Bu şekilde incelendiğinde kişisel bilgilerimize de dayanarak toplamda endüstriyel biyoteknoloji sektörüne hizmet veren 116 firma saptanmıştır. Ancak bu rakamda da eksikler bulunduğu görülmektedir.

Yenilenebilir hammaddelerden üretilen kimyasallar olan yeşil kimyasallar dünyadaki kirlilik kaynakları içinde en büyük paya sahip sektör olan kimya sektöründe özel bir yere sahiptirler. Ülkemizde de kimya sanayi son yıllarda yeşil üretime yönelmiştir. OPET A.Ş. biyoyağlayıcı, biyo-kesme yağı ve biyogres üretimi çalışmaları ile bunlar arasında örnek olarak sayılabilir. Endüstrinin neredeyse her alanında kullanılan enzimler arasında lipazlar, selülozlar, proteazlar ve amilazlar gelmektedir. İlaç hariç enzimlerden oluşan endüstriyel biyoteknoloji pazarının 30 milyon dolar olduğu tahmin edilmektedir (TÜSiAD Raporu, 2006). Tekstil biyoteknolojisinde, enzimatik modifikasyonla biyomateriyallerin veya tekstil ürünlerinin fiziksel ve/veya kimyasal özelliklerinin istenilen düzeye getirilmesi; biyo-ağartma, biyo-apreleme, biyo-yıkama veya taşlanmış-yıkama ve sentetik elyaf modifikasyonlarında daha yaygın yer edinmektedirler. Özellikle enzimlerin tekstil sektöründe kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Biyoağartma ve haşıl sökme işlemlerinde geleneksel yöntem halini almaya başlamıştır. Mikroorganizmalardan elde edilen tripsin enzimi ham derinin tüylerden temizlenmesini sağlamaktadır.

Enzimler son yıllarda kozmetik alanda da çok fazla kullanılmaya başlamıştır. Kozmetikte enzimler daha çok üst derinin soyulması yani peeling amacı ile kullanılan hidrolitik enzimlerdir. Bu enzimlerin yüksek saflıkta olması, toksik olmaması ve genetiği değiştirilmemiş bitkilerden elde edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla kullanılan enzimler: papain, bromelain, fisin, α -amilaz, tripsin, pepsin ve rennindir.

Biyolojik bazlı temizleyiciler, çevre dostu ve yüksek performanslı olan biyolojik bazlı yüzey aktif maddeler, korozif, doğada parçalanamayan ve klor içeren kimyasallara kıyasla gıda sektöründe giderek popüler olmaktadır. Enzimler lekeleri çıkarmak için çamaşır suyu (klor) yerine kullanılabilirler. Ayrıca spor bakteriler içeren preparatlar da son yıllarda pazara sunulmaktadır.

Fitoplanktonlar değişen çevresel koşullarda yaşayabilen milyonlarca tek hücreli organizmadan meydana gelmiştir. Kötü çevre koşullarına karşı savunma mekanizması olarak antioksidanlar, peptitler, vitaminler ve yağ asitleri gibi farklı biyomolekülleri sentezlerler. Fitoplanktonlar ve alglerden çok sayıda kozmetik ürünler veya ara ürünler elde edilmektedir.

Kitin, kitosan, keratin, lignin, selüloz, peptitler ve jelatin gibi Biyopolimer'ler potansiyel biyomalzemelerdir. Ayrıca bakteriyel süreçler ile üretilen PHA, PBH, PLA ve PGA gibi biyopolimerler de dokularla uyumluluk ve/veya biyobozunurluk gibi özellikleri ile ön plana çıkmaktadır.

Biyopolimer çalışmaları arasında; bitki bazlı biyo-yapışkan malzemeler, antimikrobiyal polimer kumaşlar ve çapraz-bağlanmış polietilen protez gibi çalışmalar yer almakta, gıda, tekstil, boya, kozmetik ve ilaç sektörlerine hizmet vermektedirler.

Tekstil sektörü uygulamaları arasında ayrıca, biyoaktif bileşiklerin lif yüzeyine veya polimerik tekstil ürününe immobilizasyonu; biyokompozit elyaf sağlamlaştırması ve biyo-reçine gibi tamamen parçalanabilir materyal üretimi; biyomedikal, tekstil ve teknik uygulamalarda istenen şekilde kullanılmaya hazır biyo-temelli materyallerin üretimi de bulunmaktadır.

Biyoteknoloji uygulamaları, çevre sektöründe olduğu kadar enerji sektöründe de toplam verimliliği (özellikle de kirlilik kontrolünde) artırabilmektedir. Biyodizel, biyoetanol gibi biyokütleden üretilmiş biyoyakıtlar aracılığıyla yenilenebilir kaynaklar yaratılmakta ve biyosülfürüzyon (kükürttten arındırılarak daha temiz kömür ve petrol eldesi) gibi işlemlerle enerji tasarrufu yapılmaktadır. Ayrıca daha az zararlı yan ürün oluşması sağlanmaktadır.

Türkiye’de biyoyakıtlar daha çok atık veya gıda dışı yağlardan biyodizel üretimi ile gündeme gelmiş ve bu alanda 2000–2005 yılları arasında ciddi yatırımlar ve çalışmalar yapılmıştır. Biyodizel, sıvı fosil yakıtlar içerisinde motorinin yerini alabilecek en önemli yenilenebilir enerji kaynağıdır. Özellikle ayçiçeği yağı, soya yağı, pamuk yağı ve kullanılmış bitkisel yağların da biyodizel üretiminde kullanılması mümkün olabilmektedir. Elde edilen bitkisel veya hayvansal yağların enzim gibi bir katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkol (metil alkol veya etil alkol) ile reaksiyonu sonucunda biyodizel açığa çıkar ve yakıt olarak kullanılabilir. Türkiye biyodizel ile ilgili ilk çalışmasını AB’den önce 1934 yılında “Bitkisel Yağların Tarım Traktörlerinde Kullanımı” adı altında Atatürk Orman Çiftliğinde yapmıştır. Türkiye’de biyodizel dünyadaki gelişmelerin etkisinde 2000’li yılların başında gündeme gelmiş ve üniversitelerdeki çalışmalar hızla gelişmiş, 2001 yılında Sanayi ve Ticaret Bakanlığında “Biyodizel Çalışma Grubu” oluşturulmuştur. İlk kez biyodizel ve ismi 4.12.2003 tarihinde 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu’nda harmanlanan ürünler arasında yer almıştır.

Biyodizel sektöründeki vergiler ve devlet tarafından bu alanda yapılacak yatırımlara bir sübvansiyon uygulanmaması özel sektör tarafından yapılan yatırımların hızını ne yazık ki kesmiştir. EPDK tarafından 55 firmaya biyodizel üretim izni verilmiş iken bugün yalnız iki firma (EZİCİ Yağ ve DB Tarımsal Enerji) tarafından üretim gerçekleştirilmektedir.

Bir tahıl ambarı olan ülkemizde biyoetanol üretimi konusundaki yatırımlar biyodizele göre geride kalmıştır. Benzine doğrudan katkı ile kullanılabilen biyoetanol ayrıca kimya sanayi girdi hammaddesi olarak da çok büyük önem taşımaktadır. Türkiye’de biyoetanol üretimi son yıllarda özel sektör tarafından yapılan yatırımlar sayesinde büyük ölçüde artmıştır. Halen Türkiye, biyoetanol üretiminde dünyadaki ilk 10 ülkeden birisidir. 2007 yılının sonunda Konya Şeker tarafından Çumra’da açılan 84 milyon litre/yıl kapasiteli tesis ve Tezkim A.Ş. tarafından 2010 yılının Nisan ayında Adana’da açılan 36,5 milyon litre/yıl kapasiteli tesis ile Türkiye’deki biyoetanol üretim kapasitesi 190 milyon litre/yıl seviyesine ulaşmıştır. Türkiye’de biyoetanol üretimi için kullanılan temel hammadde (substrat) şekerpancarıdır ve biyoetanol üretimi şeker sanayine paralel olarak büyümektedir. Ancak, günümüzdeki üretim potansiyeli biyoetanolün benzin alternatifi veya katkısı olarak kullanılması durumunda var olacak talebi karşılamaktan çok uzaktır.

Çevresel biyoteknolojinin önemli uygulama alanlarından biri atık suların yeniden kullanılabilmesidir. Türkiye’nin AB sürecinde, gelecek 10 yıl içinde çevre uyum projeleri için 75-100 milyar avro yatırım yapması gerekmektedir. Günümüzde en önemli çevre kirliliği etmenlerinden biri petrol ve petrol türevlerinin oluşturduğu kirliliktir. Biyoremediasyon teknolojisinin uygulanabildiği başlıca atık tipleri; petrol ve türevleri, pestisit ve solventlerdir. Türkiye’de bulunan biyoremedias-

yon şirketlerinin çoğu ABD şirketlerinin Türkiye'deki temsilcileri ve ürün satıcısıdır. Ancak bu alanda da biyopreparatların üretimi son yıllarda gündeme gelmiştir.

Biyogaz'ın gaz motorlarında kullanılarak elektrik enerjisi üretilmesi bu teknolojinin kullanımını artırmıştır. Türkiye'de az ve yetersiz tesis bulunmaktadır. Diğer taraftan Türkiye'nin doğal gaz kullanımının % 88,3 'ü biyogazdan temin edilebilir.

Organik ve sürdürülebilir tarım ve hayvancılık ile bunların devamı olan gıda sektörlerinde doğal ve çevreye dost maddelerin kullanılması artarak sürmekte, hatta bazı durumlarda tek seçenek olarak görülmektedir. Örneğin organik tarımda kimyasal ilaç kullanımı serbest olmadığı için zararlı organizmalara karşı biyolojik savunma (biyokontrol ajanları) yöntemleri kullanmak yegâne seçenek olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun gibi 2006 yılında tavukçulukta büyüme faktörü olarak antibiyotik kullanımı yasaklandığı için yine doğal mikrobiyolojik seçenekler (probiyotikler, laktik asit kültürleri) önem kazanmıştır. Tarım ve hayvancılıkta görülen çeşitli sorunların mikrobiyolojik ürünlerle giderilmesinde kullanılan kültürlerin kaynağı çok önemlidir. Belirli bir iklim ve ekolojik özellikleri olan bir bölgede oluşan bu sorunların ve hastalıkların devası da yine aynı bölgede yaşamını sürdürebilen faydalı kültürlerle sağlanabilir. Bu nedenle yerel kültürlerin izolasyonu, üretilmesi ve kullanılması ile mikrobiyolojik ürünlerin performansı artırılabilir.

Biyolojik savaşım; çevre etkenlerinin mikrobiyal antagonizma veya konakçı dayanıklılığını uyandırıcı etkisiyle birlikte bir antagonistin patojenin yoğunluğunu ya da hastalık oluşturma yeteneğini azaltması olarak tanımlanabilir. Biyolojik kontrol, pestisit kullanımı ile ilgili pek çok kaygı ortadan kaldırması nedeniyle gelecek için cazip bir alternatif olarak düşünülmektedir. Kontrol ajanı olarak asetik asit, esansiyel yağ, propolis, kitin ve kitosan gibi doğal ürünler, *Bacillus*, *Pseudomonas* gibi mikroorganizmalar ve bunların ürettikleri metabolitler kullanılmaktadır. Kitosan ve türevleri bitkilerde, işlenmiş ve işlenmemiş birçok üründe koruyucu antifungal, antimikrobiyal insektisidal özelliklere sahiptir. Hasat sonrası hastalık kontrolünde kitosan ilavesi patojenlerin degradasyonunu teşvik etmektedir. Ülkemizde biyolojik savaşım ve biyolojik savaşım ajanları ile ilgili yapılan çalışmaların geçmişi çok eski değildir. Özellikle son 10 yıldır bu konuya ilgi artmış ve çalışmalar hız kazanmıştır. Ancak henüz ülkemizde ticari olarak üretimi yapılan, patentli bir biyolojik savaşım biyoformülasyonu mevcut değildir.

Mikrobiyal Gübre/Büyümeyi hızlandırıcı ajanlar'ın tarımda kullanılması 1990'lı yıllardan sonra yaygınlaşmıştır. Son yıllarda biyolojik gübrelemenin kapsamı genişlemiş ve serbest yaşayan, bitkisel gelişimi teşvik eden veya biyogübre olarak kullanılan bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) kullanılmaya başlanmıştır. Organik gübre olarak kullanılan kompost son yıllarda farklı biçimlerde de kullanılmaktadır. Mantar yetiştirildikten sonra geriye kalan atık mantar kompostu (AMK); gübre olarak, biyogaz üretiminde, biyoremediasyon ve lignoselülozik enzim geri kazanımı amacı ile kullanılabilir.

Uçucu yağlar ve aromatik bitki ekstraktları da antioksidan, antimikrobiyal, antifungal, pestisit ve anti-tümörel özellikleri ile son yıllarda gıda, kimya, ilaç ve kozmetik sanayi aktif maddeleri, gıda koruyucu ajanları ve preparatlar olarak önem kazanmaktadır. Başta zeytinyağı olmak üzere, badem yağı, gül yağı, sıgla yağı, bergamot yağı, yasemin yağı, kayısı yağı, portakal çiçeği yağı, biberiye yağı ve bazı hayvansal yağlar genellikle cildin beslenmesi, nemlendirilmesi ve temizlenmesi için kozmetik amaçlı kullanılmaktadır.

Türkiye Isparta'da üretilen gülleri işlemek üzere kurulmuş 18 tane firma vardır. Türkiye'de gül yağı üretiminin büyük bir kısmı Gülbirlik tarafından gerçekleştirilirken, diğer firmalar ise Basmakçı ve Çevre Köyleri Kalkınma Kooperatifi, Aliköy Fabrikası, Yakarören Fabrikası, İslamköy Fabrikası, Kılıç Fabrikası, Güneykent Fabrikası, Çinef Çiçek, P. Roberted Gül Yağı Fabrikası, Biolandes Gül

Yağı Fabrikası, Erçetin Gül Yağı Fabrikası, Ünlüler Gül Yağı Fabrikası, Rozetta Gül Yağı Fabrikası, Gürkan Gül Yağı Fabrikası'dır. Bu firmaların dışında köylerde küçük kapasiteli damıtıcılarda da küçümsenmeyecek miktarda gül yağı üretimi yapılmaktadır. Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi'nde bu alanda patentli bir süreç geliştirilmiştir.

Bunun yanında, kekik, biberiye, lavanta, defne gibi bitkilerin kültivasyonu ve süperkritik teknolojiler ile dünya standartlarında kalite ile aktif maddelerin ekstraksiyonu giderek önem kazanmaktadır. Türkiye'de son yıllarda, gülyağı dışındaki uçucu yağ tesislerinin sayısında da artış gözlenmektedir. Özellikle Antalya, Manisa, Mersin, Muğla ve Hatay illerinde kurulu tesislerde kekik, defne, kır nanesi, biberiye, kimyon, mersin, limon yaprağı, anason, melissa ve sigala ağacı gibi aromatik bitkilerden uçucu yağ üretilmektedir.

Türkiye'de yılda ortalama 1 ton kadar defne yağı üretilmektedir ve bunun da önemli bir kısmı ihraç edilmektedir. Kekik ülkemizin en önemli yabancı aromatik bitkisidir. Son yıllarda önemli miktarlarda kekik tarımı da yapılmaktadır. Yaklaşık 4500 hektar alanda, yıllık olarak 7000 ton kadar kekik üretilmektedir.

Türkiye'de tarımı yapılan diğer bir aromatik bitki de lavantadır. Isparta bölgesinde 350 hektar alanda lavanta tarımı yapılmaktadır. Lavanta diğer aromatik bitkilere göre çok daha yüksek oranlarda (ortalama %3,56 arasında) yağ içermekte ve ekonomik yaşa ulaşmış 1 dekar lavanta tarlasından 20 kg kadar yağ üretilebilmektedir. Lavanta yağı dünyada ticareti yapılan en önemli yağlardan birisidir.

Söke'de büyük yatırımla kurulmuş TABIA Ltd. Şti. buğday rüşeymi yağı ve biberiye ekstresi, Edremit'te kurulmuş Kale Naturel Ltd. zeytin yaprağı (Oleo-pein) ekstresi üretmektedirler.

Aşı ve ilaç etkin maddeleri de, her ne kadar son ürünler açısından endüstriyel biyoteknoloji olarak düşünülme de, büyük çaptaki üretimlerinde hücre kültürü teknikleri ile endüstriyel biyoteknoloji yöntemleri kullanılması bakımından bu grupta değerlendirilebilir.

Günümüzde T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı enstitülerde çeşitli viral, bakteriyel ve paraziter hastalıklara karşı 20 kadar aşı ve yine 20 kadar da biyolojik madde (antijen ve poliklonal serum) üretilmektedir. Ayrıca Adıyaman, Şanlı Urfa ve İzmir'de 3 sanayi kuruluşu tarafından çeşitli hayvan hastalıklarına karşı toplam 49 aşı ve 5 biyolojik madde üretimi yapılmaktadır.

Beşeri aşılar da ise, birinci jenerasyon aşı üretimleri 1980'li yıllara kadar yapılmış ve Türkiye ihtiyacının tamamı karşılanmış ardından aşı üretimindeki yeni teknolojilere yatırım yapılması yerine ithalat tercih edilmiştir. Örneğin, 1996 yılında T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Sağlık Kurumu Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı, eski üretim binası GMP (İyi Üretim Uygulamaları – Good Manufacturing Practice) kurallarına uygun hale getirilerek, tetanos aşısı üretiminde fermentör üretimi teknolojisine geçilmeye çalışılmış, iki adet 300 litrelik fermentör sistemi satın alınmıştır. Ancak yeni aşı üretim tesisleri kurulması ile ilgili proje gerekli ve yeterli bilgi birikimi ile insan gücü olmasına karşın gerçekleştirilememiştir.

Ulusal Kültür Koleksiyonu olmayışı da ulusal eksikliklerimizden biridir. Bilim adamlarına hızlı bir şekilde sınır koymaksızın doğruluğu kanıtlanmış kültürler sağlayan kültür koleksiyonları ayrıca, kullanıcıların ihtiyaçlarına göre emniyetli saklama yerleri, patent depozit olanakları, tanımlama ve koruma gibi bir dizi bilimsel hizmetleri de sağlarlar. Türkiye'de yerel kaynaklardan izole edilen hiçbir yere kayıtlı olmayan çok sayıda orta ölçekli bireysel kültür koleksiyonu ve kısıtlı sayıda WDCM'ye (World Data Centre for Microorganisms) üye olan kültür koleksiyonları bulunmaktadır:

- (EGE-MACC) WDCM845 Ege – Microalgae Culture Collection,

- (HUKUK) WDCM765 Culture Collection of Animal Cells,
- (KUKENS) WDCM101 Centre for Research and Application of Culture Collections of Microorganisms,
- (MRC) WDCM800 TUBITAK Marmara Research Centre Culture Collection,
- (MU) WDCM833 Muğla University Collection of Microorganisms,
- (RSKK) WDCM828 Refik Saydam National Type Culture Collection.

Ancak gen havuzu olarak ciddi bir zenginliğe sahip ülkemizde Kültür Koleksiyonu konusunun hakettiği boyutta ele alınamamış olması ciddi bir zafiyettir.

4. Endüstriyel Biyoteknoloji'nin Ana Sorunları

Endüstriyel biyoteknoloji sektörü, halen yeteri kadar önemsenmemiş fakat çok büyük bir potansiyele sahiptir. Türkiye'de endüstriyel biyoteknoloji için önemli zenginlikler bulunmaktadır:

- Hammadde olarak değerlendirilebilecek zengin doğal kaynaklar (endemik tıbbi, aromatik bitkiler, gen kaynakları, yaban hayatı zenginliği) ve yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli,
- Üniversitelerde çeşitli proje çalışmaları sonucunda yerel kaynaklardan izole edilen hiçbir yere kayıtlı olmayan çok sayıda orta ölçekli kültür koleksiyonları
- Henüz geri döndürülemeyecek kadar kirlenmemiş ve bozulmamış ekosistem,
- Gelişmiş ve yeni teknolojilere açık, uyum yeteneği yüksek, genç ve dinamik nüfus ve iç pazar potansiyeli,
- Çağdaş düzeyde bilgi birikim ve deneyime sahip araştırmacı kitlesi,
- Stratejik bir konum ve coğrafya.

Ancak bilgiye dayalı performans göstergeleri olan, milyon kişi başına düşen biyoteknoloji patentleri, biyoteknoloji alanındaki yayın başına düşen atıflar, biyoteknoloji alanındaki Lisans/Lisansüstü mezunlar incelendiğinde doğru ve tatmin edici verilere ulaşılamadığı görülmektedir.

Dünyadaki biyoteknoloji patentlerinin ülkelere göre dağılımına bakıldığında Türkiye'nin oldukça yetersiz olduğu görülmektedir. 2000-2010 arası yurt içi ve yurt dışından Türkiye'ye biyoteknoloji alanında yapılan patent başvurularının sadece %10'u biyoteknoloji sektöründedir ve başvuru sayısı 2291 adettir. Dünya Fikri Mülkiyet Hakları Teşkilatı (WIPO)'na 2001–2010 arası yapılan toplam 29.925 deposit ve 15.215 örnek teslimi bulunmakta, ancak Türkiye'den hiçbir teslim kayıtlarda gözükmemektedir (<http://www.wipo.int/treaties/en/registration/budapest>). 2007-09 PCT biyoteknoloji patentlerinde Türkiye payı ise % 0.02'dir (OECD, Patent Database, May 2011).

Biyoteknoloji sektörünün paydaşlarından biri olan akademi incelendiğinde 170 üniversitenin 30'unda "Biyomühendislik, Mühendislik ve Doğa Bilimleri, Kimya ve Biyoloji Mühendisliği, Genetik ve Biyomühendislik, Biyomedikal Mühendislik, Moleküler Biyoloji ve Genetik" başlıkları altında lisans eğitimi verilmekte olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra biyoteknoloji ve ilgili alanlarda Lisansüstü eğitim veren yaklaşık 20 birim bulunduğu, Gıda, Kimya, Çevre, Su Ürünleri ve Ziraat

Mühendisliğin farklı bölümlerinde alt gruplar olduğu ve araştırmalar yürütüldüğü bilinmektedir.

Devlet Araştırma Merkezleri'nin 58'inde (34 tarımsal, 13 su ürünleri ve 11 veteriner - hayvancılık) biyoteknoloji ile ilgili alanlarda çalışmalar yapılmaktadır.

ARBİS kaynaklarına göre uygulamalı alanlardaki araştırmacıların %10'u, temel bilimlerdeki araştırmacıların %15'i biyoteknoloji ve ilgili alanlarda çalışmakta ve YÖK veri tabanına kayıtlı yaklaşık 400 tez biyoteknoloji alanında yer almaktadır. Ancak veri tabanlarında birçok tekrarlar, hatalar ve çoklu girişler olduğu gözlemlenmiştir. Anahtar kelimeler, kişisel ilişkiler ve dolaylı yollardan elde edilen bu veriler sadece genel bir fikir vermektedirler.

Yine akademik desteklerden TÜBİTAK-ARDEB Proje destekleri incelendiğinde biyoteknolojik konularda ağırlık verilen başlıkların aşağıdaki konularda yoğunlaştığı görülmektedir:

- Enzimler–üretim, optimizasyon, karakterizasyon, ayırma-saflaştırma, biyotransformasyon,
- Çevre–biyobozunurluk, biyoremediasyon, biyobirikim ve biyosorpsiyon,
- Genetik Mühendisliği–gen izolasyonu, tanımlanması, sekanslama, klonlama, genetik bilginin aktarımı,
- Sekonder metabolitler ve yeni bileşikler–antimikrobiyal, antitümör, antioksidan özellikler için tarama ve üretim optimizasyonu,
- Tarımsal biyoteknoloji–Hücre, kallus ve organ kültürü, bitki biyokimyası, mikroçoğaltım teknikleri,
- Hücre kültürü, doku mühendisliği- rejeneratif tıp, monoklonal antikor üretimi, nörofizyoloji ve kanser moleküler biyolojisi,
- Biyomalzemeler–üretim, karakterizasyon, fonksiyonel özellikleri iyileştirilmesi, nanopartiküller, lipozomlar, biyomekanik, biyoelektrik ve biyomoleküler mühendislik,
- Uygulamalar–biyoyakıtlar, biyosensörler, yavaş salınım, ilaç hammaddeleri, aşılar, biyomedikal tanı ve terapi.

Devlet insan kaynakları politikasının bir göstergesi olan TÜBİTAK-BİDEB destekleri ise:

- Nanoteknoloji ve Biyomalzemeler,
- Alternatif Enerji Teknolojileri,
- Genetik Hastalıklar ve Genetik Tedaviler,
- Kök Hücre ve Doku Mühendisliği,
- İlaç Etkin Maddesi ve Aşı Üretimi,
- Bitki ve Hayvan Genetiği ve Teknolojileri

alt başlıklarındadır.

Üniversite-sanayi ilişkileri boyutunda da eksiksiz bilgilere ulaşmak mümkün olmamakla birlikte sektörün Ar-Ge gereksinimleri için başta TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi olmak üzere, Ege Üniversitesi AB Mükemmeliyet Merkezi- BIOACE, Ankara ve Çukurova Üniversiteler Biyoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezleri ve Hacettepe Üniversitesi BiyoMedikal Teknolojiler Merkezi – BIYOMEDTEK bilinen başlıca merkezler arasındadır.

2002–2010 yılları arasında gerçekleştirilen Ar-Ge proje pazarlarında tanıtılan projelerin yaklaşık %20'sinin biyoteknoloji ve ilgili alt sektörlerde olduğu görülmektedir.

Üniversite sanayi ortak çalışmaların saptanmasına yönelik başvurulacak veri tabanlarının başında TÜBİTAK-TEYDEB, TTGV, SANTEZ ve KOSGEB destekleri ile yürütülen projeler gelmektedir. Ancak bu kurumların kamuya açık veri tabanlarında proje adları ve anahtar kelimeleri bulunmadığından sadece şirket isimlerinden yapılan çıkartımlar yanıltıcı olabilmektedir. TEYDEB proje başvurularını “kimya, gıda, yaşam bilimleri, tarımsal, tekstil” gibi ana sektör başlıkları ile sınıflandırırken yatay bir sektör olan biyoteknoloji ve onun alt başlıkları gizli kalmaktadır. Ayrıca, iş-tigal alanı biyoteknoloji olmamakla birlikte OPET'in biyolubrikantlar, TÜPRAŞ'ın yeşil dizel, Dalan Kimya'nın algal kaynaklı kozmetik katkı maddesi, ABKİM Su Şartlandırma şirketinin bitkisel bazlı soğutma suyu şartlandırma kimyasalı gibi Ar-Ge desteği sağlanmış projeleri yürütmekte oldukları kişisel ilişkiler üzerinden bilinmektedir. Sektöre Ar-Ge desteği sağlayan kurumların kamuya açık veri tabanlarında aramaya uygun portallar şeklinde bu projeleri duyurmaları hem bu yöndeki uygulamaları teşvik edici hem de tekrarları önleyici olarak büyük katkı sağlayacaktır.

Çok ayrıntılarına girmeden yapılan incelemelerde bugüne kadar desteklenmiş SANTEZ desteklerinin ortalama %25'inin TÜBİTAK-TEYDEB Ar-Ge desteğinin %27'sinin (2010) ve KOSGEB Ar-Ge desteğinin yaklaşık %7'sinin biyoteknoloji ve ilgili alanlarda olduğu saptanmıştır. Bu firmaların yaklaşık %25'i yıllık bütçelerinin %10'unu Ar-Ge'ye ayırmakta (ulusal ortalama % 0,6) ve %60'ı patent alma gayreti içindedir.

5. Genel Değerlendirme

Modern anlamı ile biyoteknoloji yaklaşık 50 yıllık bir geçmişe sahiptir ve son yıllarda dev adımlarla büyük ilerlemeler kaydetmiş ve jenerik bir teknoloji olarak tüm sektörleri etkiler bir konuma ulaşmıştır. Ancak, bu verilerden de görüldüğü gibi Türkiye'de biyoteknoloji sektörüne yönelik, odaklı, planlı ve bilinçli bir destek mevcut değildir. Genel bir bakış açısı ile biyoteknoloji sektörünün zayıf yanları ve tehditler incelendiğinde:

- Uzun vadeli/stratejik yaklaşımların ve sektörel sanayi politikalarının eksikliği,
- Ulusal veri tabanları yetersizliği,
- Teknoloji kullanımında dışa bağımlılık,
- Tarafsız uzman ve kurumların eksikliği, denetim yetersizliği,
- Kurumlar arası eşgüdüm ve işbirliğinin zayıf olması, bireysel yaklaşım ve kaygıların baskın olması, organizasyon ve takım çalışması eksikliği,
- Kısıtlı finansal kaynaklarla, gerekli koordinasyon sağlanmadan yürütülen Ar-Ge faaliyetleri,
- Modern gereksinimlere cevap veremeyen, yetersiz bir hukuk sistemi, mevzuat eksiklikleri ve düzenlemelerde popülist yaklaşımlar

başlıca sıkıntılar olarak ortaya çıkmaktadır. Endüstriyel biyoteknolojinin tarihsel gelişimine

bakıldığında, birçok alanda (antibiyotikler, aşılar, organik asitler, biyodizel gibi) insan kaynakları, bilgi birikimi ve teknoloji yatırımları olarak tam donanımlı olduğumuz üretimlerin politik ya da yönetsel kararlarla durdurulduğu gözlemlenmektedir.

Ancak tüm bunlara rağmen, her alanda olduğu gibi, farklı aktörler ve kurumlar arasında, akıllı yönetim ve politikalar ile başarılı olabilen ve rekabetçiliklerini sürdürebilmiş bireysel başarı örnekleri mevcuttur. Örneğin, bazı enzimlerin (amilaz ve alkalen fosfataz, gibi) üretimini yapan ulusal tek şirket olan ORBA'nın Türkiye biyoteknoloji alanında var olabilmek için yarattığı örnek stratejiden ders almalıdır. ORBA, çokuluslu şirketlerin girmediği özgün ürün alanlarını saptayarak ve bu alanlarda geliştirdiği yeni teknolojiler ile kendine ait bir pazar oluşturarak üretimini sürdürmekte, Ar-Ge çalışmalarına ağırlık vermekte ve teknolojisini sürekli geliştirmektedir. Sonuçta, ürettiği teknolojiyi yurtdışına satmayı da başarmıştır.

Yatırım ve süreç geliştirme giderlerinin, işletme giderlerinde sağlanan tasarruftan daha yüksek olması; geliştirilen özgün üretim süreçlerinin mevcut tesislere entegrasyonunda güçlüklerle karşılaşılması ile sosyal kabul ve çalışan teknik personelin yeniden eğitim gereksinimlerini içeren sosyolojik engeller dünyada, endüstriyel biyoteknolojinin yaygınlaşmasını engellemektedir.

Kurulu işletmelerde biyoteknolojik bir uygulamanın geleneksel bir teknoloji ile yer değiştirmesi ürün kalitesinde ve verimliliğinde dikkate değer bir artışa neden olabilir, çünkü pazarda kendini kabul ettirmiş ürünlerin pazar yerlerini kaybetmemeleri için sürekli iyileştirme ve geliştirmeye gereksinimleri vardır. Yeni ürünlerde ise rekabetçilik için piyasaya sürülme zamanı, kapsamlı proses geliştirme ve optimizasyondan daha önemlidir. Yeni teknolojilerin kullanımının yaygınlaşması için ürün farklılaşması, düşük maliyet, firma stratejisi ve yapısı, olumlu yatırım koşulları, devlet desteği ve destekleyici yasal düzenlemeler gibi ekosistemde iyileştirmeler gereklidir. Çünkü, firmalar için ekonomik çıkarlar, ekolojik üstünlükler ve kaygılardan daha önemlidir. Biyolojik bazlı ürünlere toplumsal talebi arttırmak için, sosyal kabullenişin artması ve biyo-tabanlı ürünlerin üstünlüklerinin algılanması amacıyla eğitim ve iletişim, kısa süreli düşük fiyatlarla piyasaya sunum, kamu tedarikinde pozitif ayırmacılık, tanıtıcı ve ayırıcı etiketleme (bio-labeling) ve FMH korumalarında sübvansiyonlar önerilmektedir.

Bu bilgilerin ışığı altında, biyoekonominin ulusal düzlemde güçlenebilmesi için;

- Ulusal ve bölgesel politikalar geliştirilmesi,
- Kaynakların ve zenginliklerin tespiti için doğru ve etkin veri toplama ve analiz yöntemlerinin geliştirilmesi ve uygulanması,
- Kapsamlı bir yol haritası çizilmesi,
- Hedefe yönelik güdümlü araştırma ve inovasyonun desteklenmesi,
- Üniversite ile sektörler ve araştırma ile pazar arasında köprüler kurarak sinerjiler yaratılması,
- Lisans/Lisansüstü eğitimin kalitesinin iyileştirilmesi,
- Mevcut endüstriyel tesislerin biyoteknolojik süreçleri kullanmalarının teşviki,
- Yatırımcılar arasında endüstriyel biyoteknoloji sektörünün potansiyeli hakkında farkındalığın artırılması

gereklidir.

Bölüm-3

Kısım-3 Türkiye’de Agro-Biyoteknoloji

Prof. Dr. Fikrettin ŞAHİN,

Yeditepe Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,
Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, İstanbul

Prof. Dr. Sezen ARAT,

Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Tarımsal Biyoteknoloji ve Zootečni Bölümü, Tekirdağ

Prof. Dr. Metin TURAN,

Yeditepe Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,
Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, İstanbul

Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN,

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ,

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Doç. Dr. Zülal KESMEN,

Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayseri

Dr. Emel ÖZKAN ÜNAL,

Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Tarımsal Biyoteknoloji ve Zootečni Bölümü, Tekirdağ

AGROBİYOTEKNOLOJİ VE TÜRKİYEDEKİ DURUMU

GİRİŞ

Biyoteknoloji terimi; biyolojik sistemlerin bilim ve mühendislik ilkelerine dayalı olarak mal ve hizmet üretiminde kullanılması olarak tanımlanmaktadır.

Bu terim yeni bir kavram gibi görünse de aslında biyoteknolojinin tarihçesi çok eski zamanlara kadar ulaşmaktadır. İnsanoğlunun var olduğu günden günümüze kadar gıda olarak tükettikleri yoğurt, peynir, şarap, maya, sirke ve bira gibi pek çok ürün birer biyoteknolojik üründür. Biyoteknoloji de bilgi ve iletişim teknolojileri gibi hayatın pek çok yönünü etkileyen ve etkisi hızla artarak devam eden bir süreç olarak birçok sanayi dalında üretim yapısı ve ürün çeşililiğinde önemli katkılar sağlamaktadır.

Agrobiyoteknoloji konusu bitkisel üretim, hayvansal üretim, gıda ve deniz ürünleri başlığı altında incelenecektir.

1. BİTKİSEL ÜRETİMDE BİYOTEKNOLOJİ

- Tarımda girdi olarak ve besin elementlerinin artırılmasında
- Biyolojik azot fiksasyonunda organik kaynak olarak
- Bitki büyüme faktörü hormonların üretilmesi
- Fosfor yarayışlılığının artırılmasında
- Bitkisel üretimde zararlı, hastalık ve yabancı ot mücadelesinde
- Doku kültürü alanlarında kullanılmaktadır.

Tarımsal üretim bakımından biyoteknoloji terimi; verim ve kaliteyi sınırlandıran parametreleri, etkin, ekonomik ve sürdürülebilir olarak çözümleyen hücre biyolojisi, doku kültürü, moleküler biyoloji, genetik, fizyoloji ve biyokimya gibi doğa bilimleri yanında mühendislik ve bilgisayar mühendisliğinden yararlanarak bitki, hayvan ve mikroorganizmalar geliştirmek, doğal olarak var olmayan veya ihtiyacımız kadar üretilmeyen yeni ve az bulunun maddeleri elde etmek için kullanılan teknolojinin tamamıdır.

Günümüzde gelişmiş ülkeler tarımsal teknolojiyi giderek artan bir şekilde kullanmakta olup sürdürülebilir daha ekonomik ve nitelikli ürünler elde etmektedirler. Ülkemizde tarımsal üretim açısından pek çok avantaja sahip olması yanında giridi maliyetinin yüksekliği, tarımsal alanların bilinçsiz ve kontrolsüz olarak kullanımı ve topoğrafik ve coğrafik yapı nedeniyle giderek verim gücü azalan, toprak kalite indeksi düşük alanlar oluşmaktadır. Mevcut teknolojilerle sorunların çözümüne yönelik önemli adımlar atılmış olsa da uygulama güçlüğü, uzun zaman gerektirmesi ve yüksek maliyeti nedeniyle etkin olarak uygulama şansı bulamamıştır. Bu nedenle üretilen teknolojinin sahaya aktarılması sınırlı düzeylerde kalmıştır. Tarımsal açıdan yetiştiricilikte önemli olan yetiştirme ortamının bitkisel üretim için uygun ve sürdürülebilir olmasıdır. Ülkemizde başta organik madde yetersizliği olmak üzere arazilerin üretim güçlerine göre kullanılmaması nedeniyle yüksek girdi uygulayarak düşük miktarlarda ürün eldesi nedeniyle ekonomik optimum ürün eşikleri dünya ortalamasının çok altında kalmakta bu durumda üreticilerin rekabet gücünü ve sürdürülebilir üretimi sınırlandırmaktadır.

Bu nedenle tarımsal üretimin bütün aşamalarında karşılaşılan sorunların çözümüne yönelik önerilerde biyoteknolojik yaklaşımların ortaya konması elde edilecek ürünün kalite ve sürdürülebilirliği açısından çok önemli olacaktır. Bitkisel üretimde etkin düzeyde ürün elde edilmesinde üretim sürecini etkileyen nitelikli tohum, fide ve fidan materyali üretimi başta olmak üzere; bitki hastalıklarının tanısı ve biyolojik mücadele, bitki büyümesini sınırlandıran stres koşulları ve tolerans mekanizmaları, bitki besleme ve gübreleme, su ve gübre kullanım etkinliği gibi parametreleri arasında var olan dinamik dengenin sürdürülebilirliğin sağlanması oldukça önemlidir.

Yüksek kalite ve yüksek verim sağlayan yoğun tarım uygulamaları, kimyasal gübrelerin kullanımını gerektirmektedir. Bu durum sadece maliyet yönünden değil, çevresel açıdan da sorunlara neden olmaktadır. Aşırı kimyasal ilaç ve gübre kullanımını gerektiren tarım uygulamaları ise üretim sistemlerinin sürdürülebilirliği ve insan sağlığını tehdit ederek doğal kaynakların bozulması ve kirlenmesine sebep olmaktadır. Bu yüzden, sağlıklı ve kontrollü büyümesinde çevre ve insan sağlığı için olumsuz endişeleri minimize eden etkili kontrol yöntemlerine gerek vardır. Son yıllarda bitkisel üretimde verim ve kalite parametrelerinin artırılması, ve zararlı ve hastalıklarının biyolojik kontrolü için mikroorganizmaların kullanılması sentetik veya kimyasal gübre ve ilaçlara olan ihtiyaçı azaltmaktadır. Bu nedenle çevresel açıdan uygun olan sürdürülebilir tarım uygulamaları üzerindeki ilgi giderek artırmaktadır. Sürdürülebilir tarım tekniklerinin gelişimi ve uygulanması, biyogübreleme doğal ve çevresel kirliliğin zararlı etkilerini azaltmada önemli katkılar sağlamıştır (Turan vd 2009, 2012a)

Türkiye yeni bir yüzyılda dünyadaki gelişmeleri takip ederek kendi ekonomisine katkıda bulunacak teknolojik uygulama alanlarını seçerek bu yönde stratejik planlar yapmak ve uygulamak zorundadır. Bu bağlamda biyoteknolojinin tamamen yeni ürünler, üretim yöntemleri geliştirmek ve dünya nüfustaki artışla beraber yaşanan beslenme, sağlık hizmetleri, yaşam standartları çevre koşullarına ilişkin artan sosyal ve ekonomik sorunların çözümüne katkıda bulunması bakımından oldukça önemli katkılar sağlayacaktır.

Kısaca biyoteknolojik yöntemler tarımda doğal kaynakların yetersizliğinin sonucu oluşan gıda, enerji ve temel kimyasal madde açığını kapatma potansiyeli taşıyan ve tıp, endüstri, çevre ve tarım sektörlerini doğrudan ilgilendiren teknolojidir.

Bitkilere, büyüme ve gelişmeleri ile ilgili hayatsal faaliyetlerini optimum olarak yürütebilmeleri için gerekli olan besin elementlerinin sağlanması ve alınmasında rol oynayan mikroorganizmaların tarımsal üretimde kullanılmak üzere hazırlanan ticari formülasyonlarına mikrobiyal gübre denir. Mikrobiyal gübreler fungus ve/veya bakteriyel organizmalardan hazırlanır (Nain vd., 2010). Fungal izolatlardan hazırlanan formülasyonlara Mycorhiza, bakteriyel organizmalardan hazırlanan preparatlara ise bakteriyel gübre denir (Singh vd., 2008).

Bu organizmalar topraktaki organik atıkları parçalayarak veya bitki metabolitleri ile beslenerek toprağın kimyasal ve fiziksel yapısının düzelmesinde katkıda bulunmaktadır. Bu organizmalardan bazıları hormon benzeri metabolitler üreterek bitkilerde çelik köklenmesini, çiçek döllenmesini ve bitki gelişimini teşvik ettiği gibi çeşitli patojenik bakteri ve funguslara karşı bitkileri koruduğu gözlenmiştir (Çakmakçı vd., 2009; Kotan vd., 2009; Orhan vd., 2007; Ercişli vd., 2004). Bu organizmaların bazıları, spor oluşturma özelliğine sahiptirler. Bu nedenle, uygulanma alanlarındaki kötü iklim koşullarından çok fazla etkilenmeden toprakta uzun süre canlılıklarını sürdürebilmektedirler. Ayrıca ticari preparatlarının hazırlanmasında kullanılan fermantasyon işlemi ve uzun süreli depolanma koşullarına dayanıklıdır. Bilimsel çalışmaları tamamlanan mikrobiyal formülasyonlardan hazırlanan iki adet ticari preparat (Agrobac ve Biodecal), ilk defa Türkiye'de T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü tarafından 05.04.2010 tarihi itibarıyla tescil edilmiştir. Bu formülasyonların uluslararası arenada da kabulünü sağlamak

ve dünyada geliştirilmiş diğer muadil ürünler ile performanslarının karşılaştırılabilmesi için Türkiye ninde içerisinde yer aldığı 9 farklı ülkeden bilim insanlarının ortaklaşa hazırladığı ve sunduğu bir STREP FP6-FOOD-CT-2006- 036297; Rhizobacteria for reduced fertilizer inputs in wheat Avrupa Birliği 6. Çerçeve Programı (FP6) projesi kapsamında tarla denemeleri tamamlanmıştır. Mayıs 2010 tarihinde Masstock Arable Ltd, Throws Farm, Essex, UK'de yapılan son proje toplantısı ile Rhibac projesinin çeşitli ülkelerde yürütülen araştırma sonuçları proje taraftarı ülkelerin bilim insanlarına ve basına sunulmuştur (<http://www.fwi.co.uk>; <http://meattradenewsdaily.co.uk>; <http://www.stackyard.com>). İngilterede Masstock Arable Ltd firması tarafından basına yapılan açıklamada büyük tarla parsellerinde test edilen mikrobiyal gübre preparatlarından en başarılısı Türkiye tarafından ticarileştirilen Agrobac formülasyonu içerisinde yer alan OSU-142 kodlu bakteri bulunmuştur. Sadece azot gübreleri yerine kullanıldığı takdirde ortalama 50-100kg/ha azot girdisinde azaltma yaparken %7-10 oranında verim artışı sağlamıştır. Bu sonuca göre OSU-142 içerikli bir biyolojik gübrenin farklı ülkelerin toprak koşullarında başarı ile çalıştığı ve tarımsal üretimin olmazsa olmaz girdilerinden kimyasal gübrelerin yerine başarılı bir şekilde kullanılabileceği ve market değerinin ise Milyar USA doları üzerinde olacağı ortaya konulmuştur.

Toprak varlığının sınırlı olması ve çevresel stres faktörlerinin giderek artması nedeniyle, artan dünya nüfusunun, yakın bir gelecekte yeterli düzeyde beslenemeyeceği endişesi giderek yaygınlaşmaktadır. Uluslararası Gıda Politikaları Araştırma Enstitüsü'ne (IFPRI) göre dünyada gıda güvencesinin sağlanabilmesi ve açlık sorununun ortaya çıkmaması için önümüzdeki 20 yıl içinde dünyadaki tahıl üretiminin 1.7 milyar tondan 2.5 milyar tona çıkarılması gerektiği önerilmektedir. Dünya da tarım yapılan toprakların artması söz konusu olamayacağına göre bu düzeydeki verim artışının mevcut tarım alanlarından sağlanması gerekmektedir. Dünya nüfusunun artışına koşul olarak gıda üretimindeki ve kimyasal gübre tüketimindeki artışlar önemli boyutlara ulaşmıştır. Gelişmiş ülkelerde kişi başına tahıl üretiminde 49 kg, kimyasal gübre tüketiminde ise 203 kg artış olmasına karşın, gelişmekte olan ülkelerde bu artış kişi başına tahıl üretiminde 4.9 kg, kimyasal gübre üretiminde ise 615 kg olarak gerçekleşmiştir. Başka deyişle gelişmekte olan ülkelere gelişmiş ülkelere oranla 3 kat daha fazla gübre tüketilmiş olmasına karşın kişi başına tahıl üretiminde sağlanan artış 10 kat daha az olmuştur. Diğer yandan, günümüzde toprakların büyük bir bölümü, bitkisel üretimi sınırlandıran çok değişik sorunlara sahip olup, Dünya Tarım Örgütü FAO'ya göre dünyada kültür altındaki toprakların yaklaşık % 90'lık bir bölümünde bitkisel üretimi sınırlandıran değişik fiziksel ve kimyasal problemler bulunmakta, yapılan hesaplamalara göre, tüm dünyada her 10 dakika bir işlenebilir arazinin 10 hektarı kaybolmaktadır. Bunun 5 hektarı toprak erozyonu, 3 hektarı toprak tuzlanması, 1 hektarı diğer toprak degradasyonu işlemleri, 1 hektarı da tarım dışındaki kullanımlar sonucunda meydana geldiği düşünüldüğünde, tarımsal alanların sürdürülebilir olarak kullanımı oldukça önemlidir.

a) Tarımda girdi olarak ve besin elementlerinin artırılmasında

Mikroorganizmalar toprakta bir flora olarak yaşarlar. Yaşamlarını sürdürmek için toprakta bulunan kompleks organik maddeleri parçalayarak karbon kaynağı olarak kullanırlar. Bu parçalanmadan ortaya çıkan basit yapıları organik ürünler bitkiler tarafından besin kaynağı olarak kullanılırlar.

Bitkisel üretimde verimliliğin artırılması, toprakların fiziksel ve kimyasal yapısının iyileştirilmesini sağlayan, insan sağlığının korunması ve çevre kirliliğinin önlenmesini amaçlayan organik gübrelerin kullanımının gerekli olduğu bilinmektedir. Organik gübreler içerisinde son zamanlarda üzerinde yoğun araştırmalar yapılan biyolojik gübreler oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Tarımsal uygulamalarda yüksek oranda verimin sağlanması için, fazla miktarda kimyasal gübreler uygulanmaktadır. Ancak kullanılan mineral gübrelerinde etkinlikleri toprak ve gübre özelliğine bağlı olarak çok sınırlı düzeylerde kalmakta, bu nedenle aşırı gübre kullanımına bağlı olarak hem

ürün kalitesinde azalmaya hem de çevre kirliliğine neden olmaktadır. Ancak biyolojik gübrelerin kullanımı tarımsal üretimde besin etkinliğine doğrudan ve dolaylı katkılar sağlamaktadır. Dolaylı etkileri içinde ile hem toprakta var olan mevcut kaynakların etkinliğini artırması ve ilave edilen mineral gübrelerin etkinliklerini artırılması yer alırken, sağladıkları organik ve inorganik asitler, hormonlar ve vitaminler ise bitkisel üretime doğrudan katkıda bulunmaktadırlar. Biyolojik gübre olarak kullanılacak mikroorganizmaların; üretilmesinin basit olarak uygulanması, ucuz olması, yüksek metabolik aktivite göstermesi ve uzun süre depolanma imkânı sağlaması gerekmektedir. Biyolojik gübrelerin birden fazla yararlı organizma içermesi için araştırmalar yapılmalı ve yeni kombinasyonlarının oluşturulması ile ilgili çalışmalara ağırlık verilmelidir. Yapılacak çalışmalarla, çevreyle dost olan bu mikroorganizmaların ve metabolitlerinin, endüstriyel olarak büyük miktarlarda üretilerek tarımda kullanılması gerek sürdürülebilir tarım ve gerekse organik tarım için oldukça önemli bir potansiyeldir. Toprakların doğal yapılarında bulunan ve toprakta yetişen bitki türleri ile simbiyotik ve nonsimbiyotik yaşayarak havanın serbest azotunu konukçu olduğu bitkinin hizmetine sunan *Rhizobium* spp. bakterileri ile azotobakteriler gibi bakterilerin yanında toprak fosforunu elverişli hale getiren fosfat çözücü bakteriler ve mavi-yeşil algler vb. mikroorganizmaların hepsi biyogübre olarak adlandırılmaktadır. Biyogübre olarak kullanılan bu mikroorganizmalar bitki gelişmesi için gerekli olan besin elementlerinin döngüsünde görev aldıkları için toprak verimliliğinin önemli unsurlarıdır. Gerek organik tarım gerekse konvansiyonel tarımda kullanılan organik ve mineral gübrelerin bitki tarafından etkin bir şekilde alınmasını sağlayarak, optimum ürünün eldesi için oldukça önemlidir. Söz konusu etkiye neden olan bitki kök sisteminde bulunan bitki büyümesini teşvik edici bakteriler olarak adlandırılan (Plant Growth Promoting Bacteria, PGPR) mikroorganizmalar olarak bilinirler.

Biyogübrelerin Türkiye’de Kullanımı

Tarımda biyogübrelerin kullanılması 1990’lı yıllardan sonra yaygınlaşmıştır. Son yıllarda biyolojik gübrelemenin kapsamı genişlemiştir. Toprakta serbest yaşayan ve bitkisel gelişimi teşvik eden rizobakteriler (PGPR) ve biyolojik kontrol ajanları biyolojik gübreleme amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Söz konusu bakteriler *Serratia*, *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Agrobacterium*, *Erwinia*, *Xanthomonas*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Alcanigenes*, *Arthrobacter*, *Acetobacter*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Artrobacter*, *Azotobacter*, *Clostridium*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Rhodobacter*, *Rhodospirillum* ve *Flavobacterium* spp türlerine ait suşları içermektedir. Ayrıca *Chaetomium*, *Trichoderma*, *Gliocladium*, *mycorrhizal* fungi (ectomycorrhiza ve arbuscular mycorrhizae) *Glomus*, *Aspergillus* ve *Penicillium* türlerine ait fungus izolatları da biyolojik gübre olarak kullanıldığı araştırmalar yapılmaktadır (Kaewchai vd 2009; Esitken vd. 2003; Şahin vd. 2004). En karakteristik endofitik bakteriler *Azarcus* spp., *Gluconacetobacter diazotrophicus* ve *Herbasprillum seropedicae*’ dir (Rodríguez ve Fraga, 1999). *Burkholderia* cinsine ait *Burkholderia unamae* ve *Burkholderia tropica* bakteri türleri bitki büyümesini teşvik etme potansiyeline sahip olup değişik bitki türlerine göre rizosferik ve endofitik ilişki içinde bulunurlar. *Azotobacter*, *Azospirillum* ve *Rhizobium* gibi PGPR’ler bitki büyümesini doğrudan teşvik eden metabolitler üretebilmekte ve bitki fizyolojisinde değişiklikler meydana getirmektedir. Bu grup içinde *Pseudomonas*’lar büyük dikkat toplamışlardır. *Pseudomonas*’ın pek çok suşu tohum ve köklerin büyüme ve gelişmesine yardımcı olduğu, hızlı büyümeyi teşvik etme, kök salgılarında kemotoksis ve farklı besin kaynaklarını katabolize etme gibi özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir (Rodríguez vd., 2006).

PGPR’nin çimlenme oranı, kök büyümesi, verim, yaprak alanı, klorofil içeriği, Mg, N içeriği, protein, hidrolik aktivite, kurağa dayanım, sürgün ve kök ağırlıkları ve yaprakta absisyon tabakasının oluşumunun gecikmesi suretiyle bitki büyümesine fayda sağladığı belirlenmiştir (Lucy vd., 2004).

Bitki büyümesini teşvik eden rhizobakteriler toprak ve bitki rizosferinde bulunurlar. Bu mikroorganizmalar sürdürülebilir tarım için potansiyel araçlardır. Kök gelişimini arttırmakta ve sık sık bitki patojenlerini kontrol altında tutmaktadırlar. Son birkaç yıl içinde bu alanda belirgin gelişmeler olmuştur. Bitki hastalıklarının PGPR ile biyokontrolü, bitki gelişimini teşvik etmedeki rolleri, biyogübreleme ve bitki hormonlarının üretimi gibi konular ilgi alanına girmektedir. PGPR'ler genel olarak bitkide besin elementi oranını artıran biyogübreler, bitkisel hormon üretimiyle bitki büyümesini teşvik eden fitostimülatörler, organik kirleticileri parçalayan rhizoremediatörler ve antibiyotik ve antifungal metabolit üretimiyle hastalıkları kontrol eden biyopestisitler olarak gruplandırılmaktadır.

Bitkisel üretimde kimyasal gübrelerin üretim maliyetleri ve çevre sağlığını tehdit eden etkileri nedeniyle biyolojik gübrelere olan ilgi artmaktadır. Tarımsal sürdürülebilirliğin desteklenmesi, doğal kaynakların ve çevrenin korunması ve kalitesinin yükseltilmesi için kimyasal kullanımının azaltılması ve biyolojik gübre formülasyonlarında kullanılabilecek yeni PGPR ların belirlenmesine yönelik kapsamlı çalışmalar yapılmaktadır. Farklı bakteri türlerine ait suşların izolasyonu, tanısı, karakterize edilmesi ve biyolojik gübre formülasyonlarında uygun karışımlar hazırlanmaktadır. Bu bakteriler arasından aktif olan türler etkinlik ve ortam koşullarına adapte olabilmek özellikleri dikkate alınarak seçilmekte, tekli veya çoklu tür içeren biyolojik gübrelere kullanılmak üzere saklanmaktadır. Bu bakteriler daha çok *Acetobacter*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aereobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Artrobacter*, *Azoarcus*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Beijerinckia*, *Burkholderia*, *Chromatium*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Herbaspirillum*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Paenibacillus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Rhodobacter*, *Rhodospirillum*, *Serratia* ve *Xanthomonas* cinslerine aittir. Türkiye'de üzerinde en yaygın çalışılan bakteriler *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Pseudomonas* ve *Azospirillum* türleridir (Çakmakçı vd 2001, 2007). Bitki gelişmesini teşvik eden bakteriler iki grup olarak sınıflandırılmaktadır. Birinci grup farklı mekanizmalarla bitki gelişmesini doğrudan artırırken, ikinci grup fitopatojenlerin zararlı etkilerini önlemekte veya azaltmaktadır. Dolaylı olarak bitki gelişiminin teşvik edilmesi, bitki dayanıklılığının artırılması veya engelleyici maddelerin salgılanması yoluyla bitki patojenlerinin zararlı etkilerinin azaltılmasını kapsar. Doğrudan gelişmenin teşvik edilmesi ise besin elementlerinin alımının kolaylaştırılması veya bakterilerce salgılanan bitkisel gelişmeye yardımcı maddeleri kapsar. Türkiye de yapılan bazı çalışmalar da test edilen PGPR suşlarından bazılarının auksin, sitokinin, giberallin ve etilen gibi bitkisel hormonları üreten (Çakmakçı vd., 2006; Aslantaş vd., 2007), asimbiyotik olarak N fikse eden (Şahin vd., 2004, Turan vd 2012 b), bitki enzim aktivitesini artıran (Çakmakçı vd., 2007, 2009, Turan vd 2012a), topraktaki organik ve inorganik minarelleri çözen (Turan vd 2012b); tuz stresinin bitki gelişmesi ve beslenmesi üzerine olan olumsuz etkilerini azaltan (Yıldırım vd., 2008, Yıldırım vd. 2011a, b); vitamin, siderofor, antibiyotik, enzim ve antimikrobiyal bileşikler üreten (Kotan ve Şahin, 2002; Akgül ve Mirik 2008) özellikleri olduğu saptanmıştır. Bitki gelişimini teşvik edici bakteri etkileri kompleks bir süreç olup, bakteri tür ve sayısı, bitki-bakteri kombinasyonu, bitki genotipi, gelişme dönemi, hasat tarihi, bitkisel parametreler, toprak tipi, organik madde miktarı ve çevresel koşullara bağlı olarak değişmektedir (Şahin vd., 2004; Çakmakçı vd., 2006). Bitki gelişimini teşvik edici bakteri uygulamaları laboratuvar, sera ve tarla koşullarında yürütülmekte, ancak tarla denemelerinde önceden tahmin edilemeyen bazı koşullar bazen uygun sonuçların alınmasını zorlaştırmaktadır. Toprakta ortaya çıkan enfeksiyonlar, pH değişimleri, yüksek sıcaklık, yetiştirme periyodunda düşük yağış ve nem noksanlığı, besin noksanlığı gibi uygun olmayan koşulların ortaya çıkması bakteri kolonizasyonunu azaltmaktadır (Şahin vd., 2004). Bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin etkinliği toprak ve çevre faktörlerinden etkilenmektedir. Bakteri aşılmasının, su ve sıcaklığın uygun olduğu sera koşullarında daha fazla olmak üzere, sağladığı verim artışı, mikrobiyal gübrelemenin, maliyet ve kirlilik bakımından mineral gübrelemeye alternatif olabileceğini göstermiştir (Çakmakçı, 2006).

Bu konuda yürütülen araştırmalar toplu değerlendirildiğinde; PGPR uygulamaları ile kök

sayısı, kök uzunluğu, gövde gelişmesi, hidrolik geçirgenlik, bitki besin elementi oranı ve alımı, kuru madde, yumru ve dane verimi, yaprak alan indeksi, klorofil oranı, çimlenme oranı ve enzim aktivitesi artışı ile yaprak yaşlanmasının geciktirilmesi gibi olumlu sonuçlar elde edilmektedir (Tablo 1).

Bitki	Bakteri	Etki/Artış	Kaynak
Ş. Panca- rı-arpa	B. polymxa ve B. megaterium var. phosphaticum	Verimde artış	Çakmakçı vd.,1997
Ş. Panca- rı-arpa	B. polymyxa, B. megaterium	Verim ve kalitede artış	Çakmakçı vd.,1999
Ş. Panca- rı-arpa	Bacillus BA-140, Bacillus BA-142, Bacillus M-58, B.pumilis M-13, B. megaterium M3, Ps. putida BA-8	Verim,verim komponentle- ri, kalitede artış	Çakmakçı vd., 2001
B u ğ d a y - arpa	Az. brasilense sp246 ,Bacillus sp. OSU-142	Verim ve verim öge artış	Öztürk vd., 2003
Ş. Panca- rı-arpa	Tek, iki ve üçlü karışım Bacillus OSU-140, Bacillus OSU-142, Ba- cillus M3	Verimde artış, Yaprak, kök, Şeker / danen ve sap	Şahin vd., 2004
Arpa	A. brasilense, Anthrobacter, Burkholderia spp. Bacillus, Ralstonia,, Stenotrophomonas spp.	Biomass, dane ve N artış	Turan vd, 2012b
Şeker pan- carı	B. megaterium RC07, B. licheniformis RC08, R. capsulatus RC04, P. polymyxa RC05, P. putida RC06, Bacillus OSU- 142	Erken gelişme, yaprak, kök ve şeker verimi artış	Çakmakçı vd., 2006
Arpa	Bacillus RC01, (6) Bacillus RC02, (7) Bacillus RC03, (8)Bacillus M13	P alımı, kök ve gövde ağırlık artışı	Canbolat vd., 2006a
Arpa B.	licheniformis RC04, Pb. polymyxa RC05, Ps. putida RC06, Bacillus OSU-142	Kök-gövde ağırlığı, bakteri sayısında artış	Canbolat vd., 2006b
Buğday-ıs- panak	B. cereus RC18, B. licheniformis RC08, B. megateriu RC07, B. subtilis RC11,OSU-142, Ps. putida RC06, Pbpolymyxa RC05-14	Gövde, yaprak alanı, en- zim aktivitesi artış (G6PD, 6PGD, GR, GST)	Çakmakçı vd., 2007
Domates	Bacillus FS-3	Kök-gövde ağırlık, P alımı	Turan vd., 2007
Ahududu	Bacillus OSU-142, Bacillus M3	Verim, yaprak N, P, Ca, Fe, Mn içeriği artış	Orhan vd., 2006
Çilek	Bacillus FS-3, Aspergillus FS9	Verim, yaprak N, P, K, Ca, Fe içeriği artış	Güneş vd., 2009
Roka	B. gladii BA-7, Ps. putida BA-8, B. subtilis, MFD-5,B. megaterium M3, Agrobacterium rubi	Verim, yaprak alanı, kök ağırlığı, mineral artış	Dursun vd., 2008
Turp	Staphylococcus kloosii EY37, Kocuria erythromyxa EY43	Kök, gövde ağırlık, element içeriği artış	Yıldırım vd., 2008
Nohut	Rhizobium, B. subtilis OSU-142, B. megaterium	Tohum, biomas artış	Elkoca vd., 2008
Soya	Bacillus RC01, B. megaterium RC01, Pb. polymyxa RC05	Verim, nodul sayı ve ağırlık artış	Gülümser vd., 2007

Asma	Pseudomonas BA8, Bacillus BA16, OSU 142	Kallus oranı, oluşumu artış	Köse vd., 2005
Elma	Bacillus M3, Bacillus OSU-142, Microbacterium FS01	Verim, yaprak N, P, Ca K, Fe, Mn, Cu, Zn içeriği	Karlıdağ vd., 2007
Elma	Pseudomonas BA-8, Bacillus OSU-142	Gelişme ve verim artış	Pırlak vd., 2007
Elma	Bacillus OSU-142, Bacillus M-3, Burkholderia OSU-7, Pseudomonas BA-8	Verim, gövde çapı, uzunluğu artış	Aslantaş vd., 2007
Kayısı	Bacillus OSU 142	Verim, uzunluk yaprak N, P, K, Ca, Mg içeriği artış	Eşitken et al., 2003
Kiraz	Pseudomonas BA-8 Bacillus OSU- 142	Verim, N, P, K, Fe, Mn, Zn içeriği artış	Eşitken et a., 2006

Tablo 1. Türkiye'de Biyolojik Gübre Amacıyla Yürütülen Bazı Araştırmalarda Kullanılan PGPR ve Bitki Türleri

b) Biyolojik azot fiksasyonunda organik kaynak olarak

Toprakta bazı bakteriyel organizmalar (*Rhizobium* spp.) bazı bitkiler (Baklagil türlerine ait bitkiler) ile simbiyotik ilişkide yaşarlar. Bu bitkilerin kök bölgelerinde nodül oluştururlar ve atmosferdeki serbest azotu (N_2 formunda) fikse ederek bitkilerin kullanabileceği foruma (amonyak= NH_3 ; nitrat= NO_3^-) dönüştürürler. Böylece bu tür bitkiler yetiştikleri ortamda azot içeren gübreler ile takviye edilmeye ihtiyaç duymadıkları gibi kendilerinden sonra aynı topraklarda yetiştirilecek olan bitkiler içinde azot yönünden zengin bir toprak bırakırlar. Buna ilaveten bazı bakteriyel organizmalarda topraklarda serbest olarak, düşük konsantrasyonlarda bulunurlar ve baklagil bitkileri ile simbiyotik ilişkide olmadan azot fikse etme kabiliyetine sahiptirler. Bu tür bakterilerin topraktaki popülasyonlarının artırılması veya olmayan topraklara bulaştırılması ile yetiştirilecek bitkilerin azotlu gübrelerle olan sürekli bağımlılığı ortadan kaldırmak mümkündür. Ancak bu bakteriler toprakta serbest yaşadıkları için kış sezonlarında popülasyonlarında tamamen veya kısmen azalma olur. O nedenle yıllık veya sezonluk uygulamalar ile topraktaki popülasyonları sürekli desteklenir.

Günümüzde biyogübreleme tüm dünyada bitkilere yapılan azot desteğinin yaklaşık %65'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir. En etkili azot fiske eden bakteri suşlarının *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhizobium* ve *Allorhizobium* cinslerine ait olduğu belirlenmiştir. Bu bakterilerin hepsi baklagil bitkileriyle birlikte simbiyoz oluşturmaktadırlar. Biyogübrelerin yapraktan uygulanması, azot fiksasyonunun asimilasyon bölgesine yakın meydana gelmesi ve uygun dozlarda kullanımı sonucu pek çok bitki patojenlerine antagonist etki oluşturarak avantaj sağlamaktadır (Sudhakar vd 2000).

c) Bitki büyüme faktörü hormonların üretilmesi:

Bitkilerde kök ve gövde gelişim hızı bitkinin büyümesini regüle eden hormonlar ile kontrol edilir. Bu hormonların miktarındaki artış bitkilerde hücre bölünmesini ve dolayısıyla büyümesinde hızlandırır. Bitkiler ile beraber yaşayan bazı bakteri strainleri metabolik olarak IAA üretirler (Turan vd 2011). Eğer bu organizmalar bitkilerin kök bölgesinde kolonize olurlar ise bitkilerde kök gelişimini hızlandırır ve indirekt olarak bitkinin topraktan iyon ve su alım yüzey alanı artmış olur. Bu tür bitkilerde besin elementi eksikliği görülmez. Bu organizmalar bitkilerin toprak üstü aksamalarına sprey edildiğinde daha hızlı gövde gelişimi, erken çiçek ve meyveye yatma görülür. Bu tür bakterilerin doğadaki konsantrasyonları çok düşük olduğu için mikrobiyal gübreleme ile popülasyonları artırılır. Bu bakteriler tarımda hormon kullanımının alternatifi olarakta kullanılabileceği yönünde bulgular söz konusudur (Tablo 2).

PGPR	Sekonder Metabolit	Bitki	Farklı Bitki Türlerindeki Etki
	Bitkisel Hormonlar		
Pseudomonas	Oksinler	Arabidopsis	Morfogenesis, Gelişme düzenleyici
Rhizobium	Gibberalinler	Pirinç	Gelişmeyi teşvik etme
Rhizobium	Sitokininler	Kanola	Gelişmeyi teşvik etme
Pseudomonas	Etilen	Pueraria lobata	Gelişmeyi teşvik etme
	Hücre dışı Enzimler		
Enterobacter	ACC deaminaz	Kanola	Etilen üretimini azaltma
Rhizobium	Fosfataz	Mısır	İnorganik fosfatları mineralize etme
	Organik asitler		
Pseudomonas,	Glukonik asit,	Genel	Organik fosfatları çözme
Rhizobium, Bacillus	2-ketoglukonik asit		
	Yüzey Faktörleri		
Pseudomonas	Fillagelinler	Arabidopsis	Sistemik dayanıklılık
Pseudomonas	Lipopolisakaritler	Turp ve Karanfil	Sistemik dayanıklılık
	Antibiyotikler		
Pseudomonas	Pyoluteorin, Phenazin	Genel	Konak bitkiyi koruma
	Uçucu Maddeler		
Bacillus sp.	2R,3R-Butanediol, acetoin	Arabidopsis thaliana	Gelişmeyi teşvik etme
Bacillus sp.	2R,3R-Butanediol, acetoin	Arabidopsis thaliana	Sistemik dayanıklılık

Tablo 2. PGPR ler tarafından üretilen hormon, enzim, organik asit ve diğer sekonder metabolitlerin farklı bitki türleri üzerindeki etkileri

d) Fosfor yarıyışlılığının artırılmasında

Toprakta fosfor eksikliğinin giderilmesinde fosfor çözücü mikroorganizmaların kullanımı, sürdürülebilir tarım ve çevreye dost tarım sisteminde bitkinin fosfor alımına önemli derecede etki etmektedir (Narsian and Patel 2000, Turan vd., 2006, 2009, 2012 a,b).

Organik fosfor doğal ortamlarda işlenen alanlara göre daha hızlı olur ve serbest kalan P miktarı daha fazladır. Organik substratlardaki fosforu açığa çıkaran enzimler genel olarak fosfatazlar olarak bilinir. Örneğin fitaz enzimi fitik asitten veya onun Ca-Mg tuzlarından fosfatları serbest hale getirir. Aspergillus, Penicillium, Rhizopus, Cunninghamella, Arthrobacter, Streptomyces, Pseudomonas ve Bacillus türleri bu enzimi sentezleyebilme kapasitesine sahiptirler.

İnorganik P: çözünmeyen inorganik P bileşikler bitkilere büyük ölçüde yarıyışsız durumdadır. Fakat birçok mikroorganizma fosfatları çözerek yarıyışlılığını arttırabilir. Bu tür bakteriler çoğunlukla kök yüzeyi üzerinde yaygındırlar. Pseudomonas, Mycobacterium, Micrococcus, Bacillus, Flavobacterium, Penicillium, Sclerotium, Fusarium, Aspergillus gibi birçok tür çevrimde aktif rol oynar. Bu mikroorganizmalar $Ca_3(PO_4)_2$, apatit veya benzeri çözünmeyen kayaçları ana fosfat kaynağı olarak kullanıp yarıyışlı fosforu serbest bırakırlar. Çözünmeyen fosfor bileşiklerinin çözünmesinde mikroorganizmaların ürettikleri organik asitlerin etkilerinin olduğu bilinmektedir (Turan vd., 2006).

Fosfor noksanlığı yada fiksasyonu özellikle toprak pH'sı yüksek, $CaCO_3$ miktarınca zengin topraklarda görülmektedir. Bu topraklarda mevcut fosfor miktarının yeterli olması durumunda bile fosfor yarıyışlılığının sınırlı olması ve kireç miktarındaki fazlalıktan dolayı fosfor elverişliliği azalmaktadır. Bu özelliklere sahip büyük toprak gruplarında fosfor yarıyışlılığını ve fosfor fiksas

yonunu azaltacak önlemlerin alınması ve buna bağlı olarak uygun gübre yönetiminin uygulanması gerekmektedir. Fosfor etkinliğini artırmak için bugüne kadar yapılan organik madde düzeyini artırıcı kültürel önlemler yanında, ahır gübresi, münavebe, gübre uygulamaları gibi (serpme, ocak usulü vs.) pek çok kültürel uygulamalar yapılmaktadır. Ancak bu uygulamalar sonucunda elde edilen sonuçlar bitki ve toprak özelliklerine bağlı olarak değişmekle birlikte arzu edilen seviyelere ulaşılmamıştır. Bu nedenle özellikle son 15 yıldır kullanılan temel gübre parametrelerinden özellikle P etkinlik parametrelerinin artırılması için farklı yaklaşımlar ortaya konmuştur. Bu yaklaşımlardan biriside kök rizosfer bölgesinde etkin olan bazı yararlı mikroorganizmaların biyolojik gübre olarak kullanımıdır.

Türkiye’de en yaygın çalışılan bakteri grubu, azot fikse edici, fosfat çözücü ve bitkisel hormon üretici *Bacillus* cinsine ait türlerdir (Güneş vd 2009; Turan vd 2012b). Bitki ve topraklardan izole edilen bazı mikroorganizmalar, organik ve inorganik formda bulunan ortofosfatları çözme yeteneğine sahiptirler (Kucey et al. 1989). Bu fosfat çözücü mikroorganizmalar, hidroksi ve flor apatit içeren Ca-fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) ve kaya fosfatı ile Fe ve Al fosfatları kolaylıkla çözebilme yeteneğine sahiptirler. Bu kaynaklardan çözünen fosfor miktarı fosfor kaynağı ile mikroorganizma grubuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Yapılan birçok araştırmada; inorganik veya organik fosfat çözebilen bakterilerin toprağa veya bitki tohumlarına inokülasyonu ile bitki büyümesinin teşvik edildiği rapor edilmiştir. Ayrıca bu mikroorganizmaların fosfat çözücü rollerinin yanısıra, oluşturdukları bitki hormonları, antibiyotikler, sideroforezler (siderophores) gibi faydalı metabolitler ile de büyümede spesifik bir rol oynadıkları belirlenmiştir.

Tarımda biyogübrelerin kullanımının bitki gelişimine artırıcı etkisinin belirlenmesi üzerinde yapılan çalışmalarda, Esitken vd. (2003, 2006) kayısı ve kiraz ağaçlarında, Orhan vd. (2006) ahududu bitkisinde, Pırlak vd. (2007) ile Karlıdağ vd. (2007) elma ağacında, Turan vd. (2007) domates bitkisinde, Güneş vd. (2009), çilek bitkisinde uygulanan biyogübrelerin verim ve verim parametreleri üzerine önemli derecede etki ederek büyük oranlarda artış sağlamışlardır.

e) Bitkisel üretimde zararlı ve hastalık ve yabancı ot mücadelesi

Türkiye’de bitkisel üretimi sınırlayan faktörlerin başında çok çeşitlilik taşıyan hastalık ve zararlılar gelmektedir. Özellikle buğdayda sarı pas, süne ve kımıl; elma ve armutta ateş yanıklığı bu alanda bilinen en tipik örneklerdir. Sürdürülebilir kalkınma için çevreye duyarlı tarımsal tekniklerin benimsenmesi ve uygulanması büyük önem taşımaktadır. Ancak, gerek bitki hastalık ve zararlılarıyla mücadele için kullanılan kimyasalların gerekse yüksek verim için kullanılan inorganik gübrelerin genelde çevre, özelde biyoçeşitlilik üzerindeki olumsuz etkileri gittikçe artmaktadır. Ayrıca, son yıllarda organik tarıma olan talebin giderek artıyor olması, bitkisel üretimde kimyasal mücadele ilaçlarıyla kimyasal gübrelere alternatif çözümlerin oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır. Türkiye sadece bitkisel biyoçeşitliliği değil mikroorganizma zenginliği açısından da şanslı bir komumdur. Bu itibarla, hastalık ve zararlıların kontrolü için kimyasal mücadele ilaçlarına alternatif olarak biyolojik mücadele amacıyla kullanılabilecek fungus, bakteri ve avcı böceklerin zengin flora ve faunamız içerisinde tanımlanarak ticari olarak uygulanabilir hale getirilmesi öncelikle ele alınacak hedefler arasında yer almalıdır.

Türkiye’nin bitki türlerinin yanında mikroorganizmalar açısından da zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahip olması bunların ekonomik yarara dönüştürülmesi için önemli bir avantaj oluşturmaktadır. Ancak, bu biyoçeşitlilik tarımsal üretimde önemli ekonomik kayıplara neden olan hastalık etmeni mikroorganizmalar ve zararlı böcekler için de geçerlidir. Ayrıca karantina sistemindeki boşluklar nedeniyle, ülkemize yurt dışından da bir çok hastalık ve zararlılar girmiştir ve girmek

tedir. Bu nedenlerle, çok çeşitli hastalık ve zararlıların teşhis ve kontrolünde modern biyoteknolojik yöntemlerin kullanılması ve ülke çapında yaygınlaştırılması öncelikle ele alınmalıdır. Günümüzde moleküler tanı, tıp ve hayvancılıkta olduğu kadar, tarım sektöründe de geniş uygulama alanları bulmaktadır. Bilindiği gibi bir çok hastalık etmenin belirlenmesinde ELISA, PCR, ve Mikroarray tanı sistemleri rutin olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde de yaygın olarak kullanılmakta olan bu tip tanı sistemlerinin tamamı yurtdışından temin edilmektedir. Bahsi geçen tanı sistemlerinin ülkemizde de üretilmesi ekonomik olduğu kadar stratejik anlamda da önem taşımaktadır. Bu hedef için, temel ve çevrimsel araştırma, teknoloji transferi gereklidir. Sınai geliştirme de gerekli olabilir.

Tarım ürünlerinde yıllara, bölgelere, iklim koşullarına, ekim materyaline, uygulanan tarım teknik ve pratiklerine bağlı olarak bitki hastalıklarından dolayı ortalama verim kaybı %25-30 olarak bilinmektedir. Buna ilaveten bazı bitki hastalıkları tarım ürünlerinde önemli derecede kalite kayıplarına neden olurlar. Bu hastalıklara neden olan patojen etmenler bitkilerin kök, toprak üstü aksamı veya depolanmış ürünler üzerinde bulunur ve enfeksiyon oluştururlar. Bu tür patojen mikroorganizmaların biyolojik mücadelesinde mikrobiyal organizmalar kullanılabilir (Berg 2009; Kotan ve ark., 2009). Bu tür mikroorganizmalar bulundukları ortamlardaki patojen mikroflora ile rekabet eder ve ürettikleri metabolik ürünler (antimikrobiyal kimyasallar, sideroforlar, SAR bitki aktivatörleri) ile patojenleri elemine eder ve bitkilerin savunma mekanizmaları teşvik edilerek doğal dayanıklılık sağlarlar. Mikrobiyal gübrelerin bu tür organizmaları içermesi hastalıklardan dolayı oluşacak tarımsal üretimde karşılaşılabilecek verim kayıplarını güvence altına alır.

Kötü çevre koşulları (don, dolu, rüzgar, kuraklık vs.) ve/veya patojenik mikroorganizmaların (fungus, bakteri, virüs, viroid, ve fitoplazma gibi) saldırısına maruz kalan bitkilerin normal hayatsal faaliyetlerindeki bozulma ve buna bağlı olarak gelişen, doğrudan veya dolaylı zararlanmalar bitki hastalığı olarak tanımlanmaktadır. Mikroorganizmalardan, bakteri ve fungal etmenlerin birçoğu hasattan sonra depolanmış tarım ürünleri üzerinde ve endüstriyel gıda ürünleri üzerinde de mikrobiyal bozulmalar sonucu ilgili ürünlerin verim ve kalitelerinde önemli kayıplarına neden olurlar. Nitekim, günümüzde tarım ürünlerinde görülen verim ve kalite kayıplarının en önemli sebeplerinden biri mikrobiyal etmenlerdir. Food and Agriculture Organization (FAO) tarafından yayınlanan 1993 yılı istatistiklerine göre, her yıl dünya tarım ürünlerinin en az %12'lik bir bölümü (tarla ve depo şartlarında) patojen mikroorganizmaların neden olduğu bitki hastalıklarından dolayı kaybedilmektedir (Anonymous, 1993). Bu oran, az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde daha da fazladır (Agrios, 1997). Ayrıca, bazı bitki patojenleri ile bulaşık tarım ürünleriyle beslenen insan ve hayvanlarda gıda zehirlenmeleri görülmektedir (Agrios, 1997). Yapılan araştırmalar, bitki hastalıklarına % 60-75 oranında fungus ve bakteriler, % 10-15 oranında virus ve viroidler, % 10 oranında ise diğer patojenler ve çevresel faktörlerin sebep olduğunu göstermektedir (Agrios, 1997). Diğer taraftan, işlenmiş et ve süt ürünlerindeki mikrobiyal bozulmalar sonucu verim kaybının %20-45 arasında olduğu tahmin edilmektedir. Dünya da sürekli artış gösteren insan nüfusuna paralel olarak artan gıda açığını karşılamak amacıyla mevcut tarımsal ürünlerin verim kapasitesinin artırılmasının yanı sıra, bu ürünlerin verim ve kalitesini azaltan faktörlerin de mümkün olduğunca asgariye indirilmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Mikrobiyal etmenlere bağlı olarak tarım ürünlerindeki nicelik ve nitelikteki azalmayı ortadan kaldırmak için, etkili mücadele metodlarının uygulanması zorunludur. Son yıllarda, yaygın olarak kullanılan yöntemleri dört ana başlık altında incelenebilir.

A- Kimyasal mücadele: Aktif içerikleri farklı olan kimyasal pestisitler kullanılarak, bitkilerin toprak altı ve toprak üstü aksamında veya ekim materyalleri (tohum, yumru, soğan, çelik, vb) üzerinde bulunan patojenlerin çoğalmasını engelleyen veya bu patojenleri yok etmeyi hedefleyen bir mücadele yöntemidir. Bu metod ile kısa vadeli uygulamalarda, özellikle fungal bitki hastalıklarına karşı etkili ve başarılı sonuçlar alınabilmektedir. Ancak, virüs, viroid ve bakteri gibi birçok

bitki patojenlerine karşı etkili olan kimyasalların geliştirilememiş olması, sürekli olarak kullanılan kimyasallara karşı patojenlerin direnç kazanması, kullanılan kimyasalların uzun vadede insan ve hayvan sağlığını tehdit etmesi, doğal dengeyi bozması ve üreticiler için pahalı bir mücadele metodu olması gibi birçok olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Endüstriyel gıda ürünleri üzerinde direkt kimyasal kullanımı kabul edilemez. Ancak, bu tür ürünlerin üretim, ambalajlanma ve depolama ortamlarının hijyenik şartlarının korunmasında kimyasallar yaygın olarak kullanılır.

B- Dayanıklı bitki varyetelerinin geliştirilmesi ve kullanılması: Bitki patojenlerine karşı etkili, güvenilir, zararsız ve ekonomik bir zirai mücadele şeklidir. Fakat birçok patojene karşı kullanılabilecek dayanıklılık genlerinin kaynağının bilinmiyor olması en önemli sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde klasik ıslah teknikleri kullanılarak, bilinen dayanıklılık genlerinin bir bitki varyetesinden diğer bir varyeteye aktarılması, oldukça uzun zaman aldığı gibi, çoğunlukla başarısızlıkla sonuçlanmaktadır. Şimdiye kadar tek bir patojene karşı dayanıklı bitki varyeteleri geliştirilmesine rağmen, aynı anda değişik birçok bitki patojenlerine karşı dayanıklı olan bir bitki varyetesi geliştirmek mümkün olamamıştır.

C- Kültürel mücadele: Patojenik organizmaların bulaşık olmadığı, gıda üretim, proses ünitelerine veya tarım alanlarına yeni patojenlerin bulaşmasını engellemek veya bulaşık olan bölgelerde patojen popülasyonunu baskı altına almak için kullanılan tedbirlerin tamamını içerir. Açık tarım alanlarında ekim ve dikim için kullanılan tarım makinelerinin dezenfekte edilmesi, patojenlerden arındırılmış tohum kullanılması, nöbetleşe ekim ve nadas gibi uygulamalar kültürel mücadele metodu olarak tanımlanır. Ancak, kültürel yöntemlerle bitki hastalıklarının kontrolü, diğer zirai mücadele metotları gibi tek başına etkili ve başarılı değildir.

D- Biyolojik ve Biyoteknolojik mücadele: Doğal veya genetik yapısı değiştirilmiş mikroorganizmalar (biyokontrol ajanlar = genellikle fungus ve bakteri) ya da onların ürettikleri metabolitler kullanılarak patojen mikroorganizmaların ortadan kaldırılması veya popülasyonlarının baskı altına alınmasını amaçlayan bir tarımsal savaş yöntemidir.

Son yıllarda kimyasal mücadelenin insan ve hayvan sağlığı ile çevre üzerindeki olumsuz etkileri her geçen gün daha iyi anlaşılmaktadır. Buna bağlı olarak, tarımsal üretimde kimyasal pestisitlerin kullanımını azaltan veya yasaklayan yeni tarım politikalarının (organik tarım ve sürdürülebilir tarım) geliştirilmesi ile, tarımsal savaş stratejileri içerisinde biyolojik mücadele oldukça fazla ilgi görmeye başlamıştır.

Biyolojik mücadelenin temel prensibi ve hedefi; insan ve çevre üzerine olumsuz etkileri olmayan, maliyeti düşük, geniş spektrumlu ve her türlü çevre şartlarında kullanım imkanı olan biyolojik ajanların belirlenmesi ve bunların işlenmiş gıda üretim birimlerinde, tarla, sera ve depo koşullarında bitki hastalıklarının kontrol edilmesinde veya proses edilmiş gıdaların bozulmadan muhafaza edilmesinde kullanılmasıdır. Bu nedenle, özellikle gelişmiş ülkelerde biyolojik kontrol ajanlarının tespiti ve bu ajanların değişik çevre şartlarına adaptasyonu, sera ve tarla şartlarında etkinlikleri, uzun vadeli depolama ve taşıma şartlarına dayanıklı formülasyonların geliştirilmesi üzerine çok sayıda bilimsel çalışmalar yapılması dikkat çekmektedir (Şahin vd., 2000). Ülkemizde, organik tarım yapmak veya tarımsal üretimde kimyasal kullanımını azaltacak entegre hastalık mücadele programları oluşturmak için biyolojik savaş stratejilerini geliştirmeyi hedefleyen bilimsel çalışmaların çok fazla olmadığı dikkat çekmektedir.

Biyolojik mücadelenin dört temel prensibi vardır: Biyokontrol organizma ile patojen ve çevredeki diğer mikrobiyal organizmalar arasındaki ilişkiye göre; 1) Antibiyosis, 2) Besin elementleri ve yaşama yeri yönünden rekabet, 3) Hiperparazitizm, 4) Konukçu bitkilerin sistemik dayanıklılık mekanizmalarının teşvik edilmesi olarak sınıflandırılır (Handelsman ve Stabb, 1996). Türkiye de

bitkisel üretimde ekonomik kayıplara neden olan hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı biyolojik mücadele için çok sayıda bilimsel araştırma tamamlanmıştır. Ancak bugüne kadar geliştirilmiş her hangi bir biyolojik mücadele ajanı Türkiye de ticari olarak markete sunulamamıştır. Türkiye de biyolojik mücadele veya bitki koruma ürünlerinin ticarileştirilmesinin önündeki en önemli engel ise T.C Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının BİTKİ KORUMA ÜRÜNLERİNİN RUHSATLANDIRILMASI hakkındaki yönetmenliğidir. Bu yönetmenliğin 11. Madde g) bendine göre “Türkiye’de ilk kez ruhsatlandırılacak bitki koruma ürünü aktif maddesinin Avrupa Birliğinde veya G8 ülkelerinde ruhsatlı olması gerekir” (Resmi Gazete Tarihi: 25.03.2011 Resmi Gazete Sayısı: 27885).

Günümüzde bitkisel üretimde verim ve kalite kayıplarına neden olan zararlı, hastalık ve yabancı otlara karşı dayanıklı bitki türlerinin geliştirilmesinde modern biyoteknoloji yöntemleri geliştirilmiştir. Normal çaprazlama veya doğal rekombinasyon teknolojileri ile gerçekleştirilmesi mümkün olmayan, ancak genetik mühendislik veya rekombinant DNA teknolojileri kullanarak genetik yapısında değişiklik oluşturulmuş organizmalara (mikroorganizma, bitki veya hayvan) GDO denir. GDO organizmalardan veya bu organizmaların ilavesi ile elde edilen ürünlere ise GYD-Gıda/Yem denir. Modern biyoteknoloji yöntemleri ile üretilen tarım ürünlerine Biyoteknolojik (biotech) ürün adı verilmektedir. Bitkisel üretimde verim ve kaliteyi artırmak, biyotik (patojen veya böcek) veya abiyotik faktörlere (don, tuz, sıcaklık, kuraklık, ağır metaller gibi) dayanıklı veya toksik artıkları metabolize etme yeteneği olan bir çok transgenik bitki çeşidi geliştirilmiş ve üretim sektöründe yerini almıştır (Şahin ve Telci, 2010). 2011 yılı ISAAA istatistiklerine göre dünyada üretilen GDO bitkilerin toplam ekim alanı 160 M ha ulaşmıştır. ABD 69 milyon hektar (M ha) GDO bitki üretim alanı ile dünyadaki en büyük ve lider GDO üreten ülke konumundadır. GDO bitki üretiminde üretim alanına göre sıralamada diğer önemli ülkeler ise Brezilya (30.3 M ha), Arjantin (23.7 M ha), Hindistan (10.6 M ha), Kanada (10.4 Mha), Çin (3.9 M ha), Paraguay (2.8 M ha), Pakistan (2,6 M ha), Güney Afrika (2.3 M ha) ve Uruguay (1.3 M ha) dir. Üretim alanı 1M ha dan daha az olan ülkeler ise Filipinler, Avustralya, İspanya, Meksika, Şili, Kolombiya, Almanya, Mısır, Bolivya, Çek Cumhuriyeti, Honduras, Portekiz, Romanya, Polonya ve İsveç’dir (James, 2011). Yine 2011 yılı verilerine göre Dünya da 16.7 milyon çiftçi biyoteknolojik veya transgenetik bitki üretimi yapmaktadır. Türkiye de ise biyoteknolojik ürünlerin üretimi yasaktır. Ancak gıda ve yem olarak ihtiyaç olması durumunda biyogüvenlik kurulunun onayı ile yurtdışından ithal edilebilir (BİYOGÜVENLİK KANUNU. 5977, 18/3/2010).

Türkiyede Biyo Gübre Üretimi Olarak Mevcut Üretim

TÜGEM 2011 yılı verilerine göre, 2003-2010 yılları arasında 306 adet firma organik gübre üretim, pazarlama ve ithalat izni almıştır. Türkiye’de organik tarımda kullanılan organik gübrelerin üretim miktarları Tablo 3’da verilmiştir. Tablo incelendiğinde, organik gübre ve özel gübrelerin üretiminde yıllar itibariyle artış olduğu görülmektedir. Organomineral gübreler ve toprak düzenleyicilerin üretimi azalırken; mikrobiyal gübrelerin üretiminin değişmediği görülmektedir.

Yıllar	Organik Gübreler	Organomineral Gübreler	Özel Gübreler	Toprak Düzenleyiciler	Mikrobiyal Gübre
2006	6.348.70	772.60	3.391.10	10.152.80	0.60
2007	9.820.30	1.098.30	5.054.50	7.006.00	0.20
2008	13.958.50	284.70	5.270.20	7.179.00	0.50
2009	8.234.90	63.40	7.850.40	4.231.00	0.50
2010	11.493.10	58.50	8.545.50	4.809.40	0.50
2011	14.225.90	27.90	9.358.80	4.073.70	0.70

Tablo 3. Türkiye yıllara göre organik gübre üretim durumu, ton (BÜGEM, 2012).

Organik tarımda kullanılan organik gübre tüketim miktarları Tablo 4’de verilmiştir. Buna göre, yıllar itibarıyla, organik gübre ve özel gübrelerin tarımda kullanımı artarken, organomineral gübreler ve toprak düzenleyicilerin organik tarımda kullanma miktarlarının azaldığı, mikrobiyal gübrelerin kullanım miktarlarında ise önemli bir değişme olmadığı görülmektedir.

Yıllar	Organik Gübreler	Organomineral Gübreler	Özel Gübreler	Toprak Düzenleyiciler	Mikrobiyal Gübre
2006	5.224.20	925.60	1.964.10	7.114.80	0.60
2007	9.979.10	1.169.30	5.746.10	6.704.10	0.20
2008	13.945.50	433.30	5.636.60	7.352.20	0.70
2009	8.320.30	263	7.825.50	4.085.70	0.50
2010	11.591.80	250	6.843.70	4.571.00	0.50
2011	10.694.20	131.10	9.366.80	3.810.90	0.70

Tablo 4. Türkiye yıllara göre organik gübre tüketim durumu, ton (BÜGEM, 2012).

Organik gübre ithalat miktarları Tablo 5 de verilmiştir. Buna göre, organik gübre, organomineral gübreler ve toprak düzenleyicilerin ithalatının giderek azaldığı, özel gübrelerin ise 2006 yılından sonra ithal edilmediği görülmektedir.

Yıllar	Organik Gübreler	Organomineral Gübreler	Özel Gübreler	Toprak Düzenleyiciler
2006	293.40	206.60	18.40	120.30
2007	213.60	622.10	0	239.40
2008	123.30	297.10	0	50.60
2009	107.80	99.60	0	42.50
2010	129.30	133.70	0	55.30
2011	209.50	148.30	0	29.50

Tablo 5. Türkiye yıllara göre organik gübre italat durumu, ton (BÜGEM, 2012).

Türkiye organik gübre ihracat durumu Tablo6’da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, organik gübre ihracatının oldukça sınırlı olduğu ve bu durumun yıllar itibarıyla değişmediği görülmektedir.

Yıllar	Organik Gübreler	Organomineral Gübreler	Toprak Düzenleyiciler
2006	0	0	0
2007	0.20	1.40	3
2008	0.30	2.30	3.20
2009	0	0.50	0
2010	1.60	0	7.00
2011	0.30	0	13

Tablo 6. Türkiye yıllara göre organik gübre ihracat durumu , ton (BÜGEM, 2012).

Türkiye organik gübre ihracat durumu Tablo6’da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, organik gübre ihracatının oldukça sınırlı olduğu ve bu durumun yıllar itibarıyla değişmediği görülmektedir

Türkiye’de organik tarımda kullanılan organik gübre ve benzeri verim artıcı girdilerin üretim, tüketim, ithalat ve ihracat durumu incelendiğinde; organik tarımda organik gübre kullanım oranının, Türkiye’de organik tarım sektörünün gelişmesine paralel olarak giderek arttığı ve bu kullanılan

organik gübrelerin büyük bölümünün yurt içi üretimden elde edildiği ancak yeterli düzeylere ulaşmasında biyoteknolojik olarak biyo gübrelerin üretiminin oldukça önemli olduğu görülmektedir.

f) Doku kültüründe kullanımı

Ülkemizde 1980'li yıllarda üniversitelerimizde araştırma konuları içerisinde girmeye başlayan bitki doku kültürleri 1990'ların ikinci yarısından itibaren ticari boyutlara taşınmaya başlamıştır. Gerek dünyada ve gerekse ülkemizde yapılan AR-GE çalışmaları ile elde edilen veriler bazı firmalar tarafından ticari amaçlarla kullanılmıştır. Başlangıçta genellikle yabancı şirketlerin Türkiye temsilciliği şeklinde kurulan firmalara ilave olarak zaman içerisinde tamamen yerli sermayeli yeni firmalar eklenmiştir. İlk zamanlarda sadece mevcut bilgilerle üretim yapmakta olan bu firmalar daha sonra kendi bünyelerinde AR-GE birimleri oluşturmuşlar ve bilgi üretir olmuşlardır. Bu şekilde bitki doku kültürleri teknolojisini kullanan firmalar genellikle mikroçoğaltma ve virüsten arı bitki üretimi konularında faaliyet göstermektedir. Bu firmaların üretimde en fazla kullandıkları bitki materyali meyve türlerinin anaçları ve çeşitleri, süs bitkileri, tıbbi-aromatik bitkiler ve patatestir. Meyve türlerinin anaçlarında özellikle sert çekirdekli meyve türleri önemli bir paya sahiptir. Bu amaçla üretimde en fazla kullanılan sert çekirdekli meyve türü anaçları GF677, Garnem, Cadaman ve Maxma 14'dür. Bunun yanı sıra armut (OHF333) ve elma gibi diğer türlerin anaçları da üretilmektedir. Ayrıca muz, zeytin ve mavi yemiş gibi türlerin önemli çeşitleri de doku kültürü şartlarında üretilmektedir. Yabancı sermayeli firmalardan olan Agromillora-Türkiye İzmir Torbalı'da kurduğu tesislerinde zeytin, mavi yemiş ve sert çekirdekli meyve türlerinin anaçlarını doku kültürü şartlarında üretmektedir. Çamlıca Kültür ve Yardım Vakfı bünyesinde İzmir Dikili'de kurulan BA-GEM armut ve sert çekirdekli meyve türlerinin anaçlarını, süs bitkileri, muz, patates tohumluğu, tıbbi-aromatik bitkilerin üretimini yapmaktadır. Adana'da kurulu olan Beta Fidancılık özellikle sert çekirdekli meyve türleri anaçlarının üretimini yapmaktadır. Adana'da kurulu bir diğer firma olan Vitroplant yumuşak ve sert çekirdekli meyve türlerinin çeşitlerini ve anaçlarını üretmenin yanı sıra mikro aşılama yöntemini kullanarak doku kültürü ortamında aşılı fidan üretimi yapabilmektedir. Adana'da kurulu Yaltır firması çilek konusunda uzmanlaşmış olup özellikle doku kültürü şartlarında çilek fidesi üretimini yapmaktadır. İstanbul-Silivri'de üretim ve AR-GE tesislerini kurmuş olan Algen Tarım özellikle sert çekirdekli meyve türleri anaçlarının üretimini yapmaktadır. Kırklareli-Lüleburgaz'da kurulmuş olan Biotek Tarım sert çekirdekli meyve türleri anaçları, süs bitkileri ve tıbbi-aromatik bitki üretimi yapmaktadır. Mersin'de kurulu olan Pulp Tarım firması da değişik meyve türlerinin çeşit ve anaçlarının üretimini yapmaktadır. Masterplant yabancı ortaklı bir firma olup farklı meyve türlerinin çeşit ve anaçlarını üretmektedir. Yine Bursa'da kurulu olan İrgeler Tarım özellikle meyve türlerinin çoğaltılması konusunda faaliyet göstermekte olup anaç ve çeşitlerin doku kültürü şartlarında üretimini yapmaktadır. Samsun'da faaliyet gösteren Aksa Tarım ağırlıklı olarak yumuşak ve sert çekirdekli meyve türlerinde çeşit ve anaç üretmektedir.

2. HAYVANCILIK BİYOTEKNOLOJİSİ

Dünya ticaretinde biyoteknolojik ürünlerin pazar payı hızla artmaktadır. Modern biyoteknoloji yöntemleri ile elde edilen ürünlerin yaklaşık %74 ABD, %15 Arjantin, %10 Kanada da üretilmektedir. Tüketicilerin büyük çoğunluğu ise üçüncü dünya ülkeleri veya gelişmekte olan ülkelerdir. Bu nedenle bu teknolojik ve bilimsel gelişmeler karşısında sağlık, çevre ve etik bakımdan toplumun bilinçlenmesi ve hükümetler tarafından gerekli yasal düzenlemelerin yapılması kaçınılmazdır. Sanayileşmiş aynı zamanda tarımda ileri olan ülkelerle kıyaslandığında, ülkemizde tarım sektörü içerisinde hayvancılık faaliyetlerinin yeri oldukça geridir. Kişi başına hayvansal ürün tüketimi gelişmiş ülkelerin oldukça altındadır. Et ve et ürünlerinin tüketim oranı %3 ile diğer gıda grupları içerisinde en az olanıdır. Oysa beslenme dengesi bir ülkenin refah düzeyinin en önemli göstergesidir. Gıdasının %85'ini bitkisel ürünlerden sağlayan Türkiye, gelişmiş ülkeler ile kıyaslandığında refah düzeyinde çok alt sıralardadır. Coğrafi yapısı ve iklim koşullarının yatkınlığı ile bir hayvancılık

ülkesi olan Türkiye bu alanda kaybettiği mesafeyi kısa sürede kapatmak için modern teknolojileri hayvancılık alanında en kısa zamanda ve en yaygın şekilde uygulamaya sokmak durumundadır.

A. HAYVAN ISLAHINDA BİYOTEKNOLOJİ

TÜBİTAK Vizyon 2023 Bilim ve Teknoloji Öngörü projesinde bu alanda belirlenen hedeflerin birinci “Hayvan Islahında Moleküler Biyoloji ve Biyoteknolojik Yöntemlerin Kullanılması ile Ekonomik Değeri Yüksek Hayvanların Geliştirilmesi” olarak geçmektedir. Alanın daha iyi anlaşılabilmesi ve değerlendirilebilmesi için aşağıda görüldüğü şekilde “Hayvan Genetiği, Gen Kaynaklarının Korunması, Üreme Biyoteknolojisi olarak 3 alt başlıkta sunulmuştur.

1. Hayvan Genetiği

Hayvan ıslahı ve üretiminin daha karlı hale getirilmesi için yeni teknolojilerin kullanımına ilişkin çalışmalar yetersizdir. Türkiye’de hayvancılığın temel problemlerinden biri büyük ve küçük baş hayvanlarda verim kapasitesi yüksek hayvanların oransal olarak azlığıdır. Ülkemizde klasik ıslah yöntemleriyle hayvan üretiminde belirli bir mesafe alınmış ancak yeterli sayıda damızlık seviyesine ulaşamamıştır. Islah çalışmalarında bireylerin genetik değeri kendisinin veya akrabalarının performanslarına göre yapılmakta olup, oldukça zahmetli ve zaman gerektiren bir işlemdir. Bu bakımdan klasik hayvan ıslah yöntemlerinin yanında modern biyoteknolojik yöntemlerin üretim çalışmalarına katılması zorunludur.

Moleküler ıslah çalışmalarına başlanabilmesi için öncelikle kayıt sistemlerinin, damızlık değer tahmin tekniklerinin geliştirilmesi ve bunlardan veri tabanlarının oluşturulması zorunludur. Moleküler ıslah yöntemleri; etkili birey ve ebeveyn tayini, verim özellikleri ve hastalıkları kontrol eden veya hastalıklara dirençliği belirleyen genlerin moleküler düzeyde tespiti (MAS-marker destekli ıslah yöntemi) gereklidir. Bugün hayvanlarımızın verimlerinin düşüklüğü ve hayvancılık alanında kendi materyalimiz yerine yurt dışına bağımlı olmamızın sebebi ıslah çalışmalarına önem vermemiz ve gelişen teknolojileri ülkeye transfer edemememizdir.

Çiftlik hayvanlarının genomları üzerinde gerçekleştirilen çok sayıda yeni gelişme hayvansal üretimi yakın gelecekte değiştirecek ve geliştirecektir. Sığır, koyun ve domuz gibi bir çok çiftlik hayvanı için genetik haritalar geliştirilmiştir. Bu haritalar bilim adamlarına ekonomik önemi olan özellikleri etkileyen kromozomal bölgelerin tanınmasına (Kappes, 1999; Faber ve ark., 2003) ve bu bilgilerin genetik olarak üstün hayvanların damızlık amacıyla seçilmesine olanak tanımaktadır. Bu yolla sığırlarda; boynuz gelişmesi, kıl rengi, kas hücrelerinin çoğalması (muscle hyperplasia), süt üretimi ve çeşitli hastalıklara karşı hassaslık gibi üretimi etkileyen özelliklerin kromozom üzerinde yer aldığı bölgeler belirlenmiştir. Koyunlarda da aynı şekilde kas hücrelerinin hacminin artması (muscle hypertrophy, alınan yemi %30 daha etkin bir şekilde kasa çevirme), yumurta ve spermanın birleşmesi gibi özelliklerin kromozom üzerinde yer aldığı bölgeler belirlenmiştir. (Kappes, 1999). Çiftlik hayvanlarında ekonomik önemi olan özelliklerin bulunduğu bölgeleri belirlemek için sığırlarda 1425, domuzlarda 1250 ve koyunlarda 500 DNA işareti (marker) geliştirilmiş ve bunlar kullanılarak kantitatif karakterleri etkileyen genlerin kromozom üzerindeki yerleri tespit edilebilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda haritası çıkarılan gen bölgeleri toplamı sığırlarda 2850, domuzlarda 1774 ve koyunlarda 1245 dir (Kappes, 1999; Cunningham, 1999). Son 5-6 yıldır ise üstün verimli hayvanı daha isabetli seçebilmek için 50-700.000 SNP marker taşıyan chipler geliştirilmiş ve kullanıma başlanmıştır. Islah çalışmalarında bu markerları kullanarak hayvansal verim artışını sürekli ileriye taşıyan gelişmiş ülkeler hem kendi ihtiyaçlarını karşılamakta hemde tüm dünyaya geliştirdikleri damızlıkları, spermalarını, dişi ve erkek materyalleri hatta onların ürünlerini pazarlamaktadır. Maalesef ülkemizde bu pazarın yıllardır değişmez müşterisi olarak yer almakta milyonlarca dolar yurt dışına akmakta, buna karşın ülke içinde hayvansal ürün fiyatları da gittikçe artmaktadır.

Türkiye de durum: Alanın başta gelen aktörü T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı koyunlarda 2005 yılında koyun ırklarımızda verim artışını sağlamak amacıyla “Halk Elinde Küçükbaş Hayvan Islahı Ülkesel Projesi” adı altında büyük bir proje başlatmıştır. Ancak bu proje klasik ıslah yöntemi ile yapılmaktadır. Bakanlık Büyük Baş Hayvanlar için Lalahan Hayvancılık Merkez Araştırma Enstitüsü’nde Biyoteknoloji Laboratuvarı alt yapısını kurmuş, Küçük baş hayvanlar için ise Bandırma Koyunculuk Araştırma İstasyonunda benzer bir laboratuvarı kurma çalışmalarına henüz başlamıştır. Ancak buralarda yeterli yetişmiş personel mevcut değildir ve bu nedenle de faaliyete geçememişlerdir. Kısa sürede çok daha iyi sonuçların alınması için bu ıslah projesine Modern Biyoteknolojik yöntemlerin dahil edilmesi ve DNA markerları ile ıslah programının desteklenmesi gerekmektedir. Benzer çalışmalar büyük baş hayvanlarda da uygulanmalı ve kırmızı et ihtiyacında dışa bağımlılık ve et fiyatlarındaki artışın önüne geçilmelidir. Aynı şekilde kanatlı sektöründe de damızlık ihtiyacının yurt içinde sağlanabilmesi ve hatta ihraç edilmesi için DNA marker destekli ıslah programlarına geçilmelidir.

Aynı zamanda bu moleküler (ebeveyn tanı, MAS kiti) tanı kitlerinin yurt içinde geliştirilmesi dışa bağımlılığı azaltacak teknolojinin yaygınlaşmasını kolaylaştıracaktır.

Yurt içindeki çeşitli Üniversitelerde ve araştırma enstitülerinde dağınık ve küçük çaplı moleküler çalışmalar yürümüş ve halen yürümektedir ancak hiçbiri ihtiyacı karşılayacak sonuca ulaşmamış veya nerde ne sonuç alındığı bilinmediği için değerlendirilememiştir. TÜBİTAK bu yıl bu alana özel sektörün ilgisini çekmek için TEYDEB-1511 programında “Yerli büyükbaş ve küçükbaş hayvan ıslahı” başlıklı bir çağrı açmış, bu çağrıya birçok biyoteknoloji firması başvuru yapmıştır. Bu alana desteklerin devam etmesi gereklidir.

2. Gen Kaynaklarının Korunması ve Tanımlanması

TÜBİTAK Vizyon 2023 Bilim ve Teknoloji Öngörü projesinde ikinci hedef “Yaban ve Evcil Hayvan Gen Kaynaklarımızın Korunması ve Genetik Olarak Tanımlanması” olarak geçmekte hayvan genetik kaynaklarının muhafaza edildiği bir merkez bankası veya enstitünün ve bunlara bağlı bölgesel bankaların kurulması, ayrıca ülke içinde materyal ve bilgi paylaşımını sağlayacak bir ağ sisteminin oluşturulmasının gereği önemle vurgulanmıştır. TÜBA Moleküler Yaşam Bilimleri ve Teknolojileri Öngörü Projesinde (2003-2023) ulusal öncelikli teknoloji alanı olarak belirlenen “Biyoteknoloji ve Gen Teknolojileri” alanı içinde “Biyçeşitlilik Koruma Programı” öncelikli faaliyet alanı olarak tespit edilmiştir.

İlk evcilleştirme ürünü olan ata popülasyonların günümüzde yaşayan en yakın temsilcileri olan yerli sığır, koyun ve keçi ırkları sahip oldukları yüksek genetik çeşitlilikleri nedeni ile korunmada çok öncelikli bir yere sahiptirler (Bruford ve ark., 2003). Sığır, koyun ve keçide yapılan moleküler çalışmalar bu türlerin Anadolu üzerinden Avrupa’ya yayıldığını çok açık bir şekilde göstermiştir (Loftus ve ark., 1999; Troy ve ark., 2001, Bruford ve Townsend, 2004, Lenstra ve ark., 2005). Evcilleşme merkezinden yayılma esnasında yayılan gruplarda kaybolmuş bir çok kullanılmakta olan veya kullanılmayı bekleyen önemli genetik bilgi yerli ırklarımızda mevcuttur. Bu ırklar ve bilgileri ciddi tehditler altındadır. Örneğin Avrupa Birliği için hazırlanan 2004 raporunda (Oskam ve ark., 2004) son 30 yılda koyun popülasyonunun %50 oranında azaldığını bildirilmektedir. Yetiştiricilikte özellikle kültür ırklarının tercih edilmesi yerli ırkların olumsuz olarak etkilenmesine neden olmaktadır.

Hayvan gen kaynakları, varyasyonun herhangi bir şekilde azaldığı durumlarda bu genetik varyasyonu tekrar sağlayabilmek, bölgesel yada özel hat veya ırkları ve endemik hayvanların sahip oldukları özel genleri saklamak amacıyla koruma altına alınmalıdır. Yararlı ya da ileride yararlı olabilecek gen ya da gen kombinasyonlarını saklamak, heterosizin üstünlüklerinden yarar-

lanmak, seleksiyon platosunun üstüne çıkmak, geleceğe yönelik sigorta kaynağı olarak kültürel sebeplerden ve araştırma materyali olarak yararlanmak için hayvan gen kaynakları korunması mutlaka gereklidir.

In-situ yöntem, hayvanları bulundukları ortamda canlı olarak korumaktır. Ex-situ yöntem ise hayvanları bulundukları ortam dışında, bir hayvanat bahçesinde ya da bir devlet çiftliğinde canlı olarak bulundurmak ya da soğuk saklama olarak bu hayvanların gamet, embriyo, hücre ya da DNA'larını koruma altına almaktır. Soğuk saklama yöntemlerinde moleküler genetik ve biyoteknolojik yöntemler bulunmaktadır. Soğuk saklama ile bir popülasyondan en geniş anlamda örnek toplama olanağı olduğu gibi, aynı zamanda genetik materyalin uzun bir süre korunması da sağlanabilmektedir. Var olan teknoloji ile bazı türler (sığır, koyun, keçi, at, domuz, kanatlı) için soğuk saklama olanağı söz konusudur.

Spermanın soğukta saklanması ile sadece popülasyondaki dişi materyal kullanılarak, o popülasyonu birkaç jenerasyon sonra genetik açıdan yeniden başlangıçtaki durumuna getirmek olası olabilir. Yine embriyo ve spermanın soğukta saklanması ile canlı hayvanlardan yararlanılmadan özgün ırk yeniden yerine konulabilir. Sağlıklı gamet ve embriyo saklanması ileride hayvan sağlığı ile ilgili çıkabilecek sorunları da ortadan kaldırmaya yararlı olacaktır. Moleküler genetik tekniklerle koruma altındaki hayvanların ebeveyn testi yapılması saklama ve yetiştirme açısından önemlidir. Irklar arasındaki filogenetik ilişkilerin belirlenmesi, gen kaynakların korunması sırasında önceliklerin ve stratejilerin belirlenmesi açısından yol gösterici olacaktır. Genetik işaretleyicilerin belirlenmesine yönelik çalışmalar bazı özel genlerin varlığını belirlemek açısından gerekli ön bilgileri sağlayacak ve bunların kullanımı konusunda çalışmalar yapılmasına olanak sağlayacaktır. Bu konuda yapılan çalışmalar yavaş seyretmesine ve pahalı olmasına karşılık popülasyondaki varyasyonun saptanması ve ender genetik stokların oluşturulmasına neden olacaktır. Gen haritalamasına yönelik çalışmalar ekonomik açıdan önemli nicel karakterlerin üzerinde büyük bir etkisi olan nicel karakter lokusların genomik bölgelerinin tanımlanmasına olanak sağlayacaktır. Hayvan gen kaynakların korunmasına yönelik transgenik hayvan ve embriyo klonlanması tekniklerinden de çeşitli amaçlarla yararlanma olanağı söz konusu olabilir. Bunlara ait teknolojiler geliştikçe yararlanma olanakları da artacaktır.

Türkiye de durum: Bu bağlamda 2007 yılında başlayan TÜBİTAK Kamu projesi çerçevesinde T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Enstitüleri, TÜBİTAK, MAM ve 10 üniversitenin katılımı ile 30 yerli çiftlik hayvanı ırkı moleküler olarak karakterize edilmiş, üreme biyoteknolojisi yöntemleri ile bu ırklardan elde edilen çeşitli materyaller dondurularak 2012 yılında ülkemizdeki ilk hayvan gen bankalarının kurulumu tamamlanmıştır.

Bu bankaların devamlılığı sağlanmalı, muhafaza edilen ırk ve saklanan materyal sayısı yeni çalışmalar ile artırılmalıdır. Bankada saklanan yerli ırklarda daha ayrıntılı genetik çalışmalar yapılarak hastalıklara dirençlilik, verim, coğrafi ve iklim koşullarına uyumluluk gibi özellikleri tanımlanmalıdır.

3. Üreme Biyoteknolojisi

TÜBİTAK Vizyon 2023 Bilim ve Teknoloji Öngörü projesinde bu alanda belirlenen hedeflerin birinci "Hayvan İslahında Moleküler Biyoloji ve Biyoteknolojik Yöntemlerin Kullanılması ile Ekonomik Değeri Yüksek Hayvanların Geliştirilmesi" olarak geçmekte, bu hedefe ulaşmak için gerekli teknolojiler "In vitro ve in vivo embriyo üretimi, embriyo transferi, embriyo dondurulması manipulasyon ve cinsiyet belirleme teknolojileri ile ıslah edilmiş genotiplerin geliştirilmesi" ve "genetik olarak ıslah edilmiş ve üstün niteliklere sahip hayvan sürülerinin klonlama teknolojisi ile çoğaltılması" olarak önerilmektedir.

İn-vitro ve in-vivo embriyo üretimi, embriyo transferi, embriyonun dondurulması, manipülasyonu, cinsiyetinin belirlenmesi ve yönlendirilmesi teknolojilerinin yaygın kullanımı gibi teknikler klasik üretim sürecini önemli ölçüde kısaltabilmektedir. Bu tekniklerle hayvanların verim kapasiteleri yükselterek hayvancılığın ülke ekonomisindeki katkı payı artırılabilir. Hayvancılığı geliştirmek amacıyla, düzgün olarak kayıtların tutulduğu ve yaygın bir suni tohumlama uygulaması yapılan gelişmekte olan ülkeler için, çekirdek sürülerde MOET uygulamaları salık verilmektedir. Bu nedenle moleküler ıslah yöntemleri öncelikle ülkemiz açısından ekonomik önemi olan hayvan türlerinden başlamak üzere, son günlerde önemi artan arı, ipek böceği, balık gibi diğer türlerin yetiştiriciliğinde kullanılmalıdır.

Damızlık Sığır yetiştiriciliğinde ve süt üreticiliğinde önemli bir etken olan ıslah, ülkemizde de önemini giderek arttırmaktadır. Ülkemizin 2011 yılı ilk sekiz aylık verilerine baktığımızda \$7.679.000 ithalat yaptığı görülmektedir. Yani Türkiye, 2011 yılı ilk sekiz ayında 2010 yılı rakamlarını geçtiği belirgin olarak görülmektedir. Ülkemizin sperma ithalat pazarının sürekli bir artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Yine Ülkemizin Sperma ithalatında uyguladığı vergi oranlarına baktığımızda % 0 vergi uygulandığını görmekteyiz. Bu veriler de bize ülkemizin sperma ithalatını istediğini göstermektedir. Gittikçe artan ihtiyaç aynı oranda dışa bağımlılığda artırmaktadır.

Türkiye de durum: Son birkaç yıldır ülkemizde Boğa istasyonları da bu paralelde gelişmektedir. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığına bağlı Lalahan Hayvancılık Merkez Araştırma Enstitüsü Boğa İstasyonu, Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine bağlı Menemen Boğa İstasyonu ve bunların yanında özel sektör boğa istasyonları da faaliyet göstermektedirler. Ülkemizde yerli boğalardan doğan damızlık sığırların verimlilik istatistikleri Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği ve T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın ortaklaşa yürüttüğü Döl Kontrol projesi kapsamında yeni yeni gelişiyor. Döl Kontrol projesi ile Yerli boğa spermalarından doğan dişi sığırların laktasyonda süt verimleri, sütün yağ, kuru madde, protein ve somatik hücre sayıları, sınıflandırma standartlarına göre fiziksel özellikleri bilinmeye başlamıştır. Tabii ki bunu Avrupa ve Amerika ülkeleri başta olmak üzere bir çok ülke yıllar önce başarmış ve denemiş boğa spermalarını dünya ülkelerine ihraç etmeye başlamışlardır.

Hayvancılık alanındaki en önemli hedeflerimizden biri ithalatdaki bu bağımlılıktan kurtulmak için hem moleküler marker teknolojilerini ıslah programlarına yaygın olarak dahil etmek ve aynı zamanda üreme biyoteknolojisinde son gelişmeleri takip ederek döl verimini artırmak için daha iyi sperma dondurma, cinsiyeti belli sperma ve embriyo üretimi gibi yöntemleri geliştirmek olmalıdır.

Ülkemizde klonlama teknolojisi üzerine çalışmalar yakın zamanlarda başlamıştır. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nde 2007 yılında koyun, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'nde 2009 yılında sığır başarı ile klonlanmıştır. Özellikle sığır klonlamasında kullanılan materyal gen bankasında dondurulan hücreler olduğu için bankada saklanan materyal ile gelecekte kaybolan türlerin geri getirilebileceğini göstermesi bakımından önemlidir.

Bu teknoloji gelişmiş ülkelerde halen üzerinde çalışıldığı ve yakın bir tarihte çiftlik hayvanı üretim programlarına dahil edilme ihtimali yüksek olduğundan dolayı ülkemizde de çalışılması desteklenmelidir.

B. HAYVAN SAĞLIĞINDA BİYOTEKNOLOJİ

TÜBİTAK Vizyon 2023 Bilim ve Teknoloji Öngörü projesinde bu alanda belirlenen hedeflerin birinci "Biyoteknoloji ve Gen Teknolojilerine Dayalı Moleküler Tanı, Hayvansal İlaç ve Aşıların Geliştirilerek Kullanıma Sunulması" olarak geçmektedir.

Hayvancılığın beklenen düzeyde gelişmesi, hayvansal ürünlerin kalitesinin iyileştirilmesine ve insanların, hayvanlardan geçen hastalıklardan korunmasına bağlı olduğu kadar, hayvanların da uygun koşullarda yetiştirilmesi ve hastalıklardan korunmasına da bağlıdır. Bölgemizin sosyo-ekonomik yapısı ve komşu ülkelerle ilişki niteliği bir çok egzotik hastalıkların (sığır vebası, mavi dil, PPR, şap gibi) bölge komşularımızdan ülkemize bulaşmasına neden olmaktadır. Hayvanlar arasında seyreden ve bunlardan insanlara da geçebilen salgın ve bulaşıcı hayvan hastalıkları (bruselozis, salmenolozis ve antraks gibi zoonozlar) insan sağlığını ve ülke ekonomisini olumsuz yönde etkiler. Değişen çevre koşulları, iklim değişikliği ve bilinmeyen birçok değişken doğal ekosistemi bozarak virüsler, bakteriler, mantarlar ve diğer patojen organizmaların neden oldukları hastalıkların çok hızlı yayılmasına katkıda bulunmaktadır. Son yıllarda tüm dünyada çıkan ani salgınlar (BSE, kuş gribi, domuz gribi) binlerde hayvanın imhasına dolayısı ile ekonomik kayıplara sebep olurken insan sağlığı içinde ciddi riskleri beraberinde getirmiş ve korku yaratmıştır. Ülkemizde bu duruma maruz kalanlar arasında olmuştur. Küresel ısınmanın dünyayı parazitler için daha iyi bir yer haline getireceği, daha önce karasal iklim bölgelerinde görülmeyen tropikal parazit hastalıklarının buralarda yaygınlaşacağı söylenmektedir. Sıcaklıktaki artışlar genellikle değişken sıcaklı (Poikloterm) arakonakları kullanan parazitlerin gelişme sürelerini azaltmaya başlamıştır. Küresel ısınma hastalık vektörü olarak hizmet eden ısırıcı sinekler veya kenelerin büyük ihtimalle yıl boyunca canlı kalmasını sağlayarak hayvan hastalıklarının veya Kırım-Kongo kanamalı ateşi hastalığı gibi insan hastalıklarının ortaya çıkma riskini arttırmaktadır. Değişen şartların oluşturduğu ortamda seyir değiştiren hastalıklar, ani salgınlar, beklenmeyen bölgelerde ortaya çıkan hastalıklar gelecek içinde risk oluşturmaya devam edecektir. Ülke olarak bu riskleri öngörmek, bunlardan korunmak veya zararlarını en aza indiregebilmek için teknolojilerimizi yenilemek veya hiç olmayanları transfer etmek zorundayız. Ülkemizde hayvan hastalıklarıyla yeterli ölçüde mücadele edilememektedir. Bu durum birim hayvandan elde edilen verimin azalmasında etkin bir faktördür. Bu sorunlarımızın çözümü için hayvan hastalıklarının erken ve hızlı teşhisi ile zamanında müdahalesine imkan sağlayan, ülke dışından gelebilecek hastalıkları ve ülke içindeki bölgesel yayılmaları önleyen, koruma ve tedavi amaçlı ilaç, aşı ve hormon vb. maddelerin fazla kullanımını engelleyen yöntem ve teknolojilere ihtiyaç vardır. Bu amaçla teşhis, tedavi ve aşılama yöntemi geliştirmek ve aşılama etkinliği ve kolaylık sağlamak, kalıntı bırakmayan kısa sürede parçalanan ve ürünlere geçmeyen ilaç üretmek çözülmesi gereken önemli teknolojik sorunlar arasında yer almaktadır. Aşıların etkinliğini artırmak ve bağışıklık süresini uzatmak amacıyla yeni biyoteknolojik yaklaşımlar (yeni adjuvantlar, rekombinant aşı teknolojileri, suşa veya hayvana uygun aşılama geliştirme vb) yakından takip edilmeli ve ülkeye aktarılmalıdır. Ayrıca hayvan hareketlerinin kontrolünde kullanılacak hızlı moleküler tanı yöntemleri geliştirilmelidir. Türkiye'deki salgın hastalıkların moleküler epidemiyolojik yöntemlerle haritalandırılması, hastalık etkenlerinin moleküler ve genetik profilleri çıkartılarak dağılımlarının tam olarak belirlenmesi, komşu ülkelerdeki durum göz önüne alınarak olası salgınlara karşı acil önlem plan ve programlarının hazırlanması ve bunların uygulanması gereklidir. Çıkan salgınlarda özellikle etkenin tiplendirmesini, mutasyon analizlerini kısa sürede güvenilir olarak belirleyen Modern Biyoteknoloji ile donatılmış referans tanı laboratuvarlarının kurulması gereklidir.

Türkiye de durum: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı bu bağlamda Bornova (İzmir) ve Etlik Veteriner Kontrol Araştırma Enstitülerinde referans laboratuvarları tanımlamıştır. Bunların alt yapısının güçlendirilmesi, yetişmiş eleman istihdamının sağlanması ve üniversitelerden konunun uzmanlarından oluşan bir ağ yapısı ile desteklenmeleri gereklidir. Geçtiğimiz yıllarda Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Viroloji A.B.D altında DPT destekli moleküler tanı laboratuvarı kurulmuştur.

Aslında ülkemizde 60 yıllık bir geçmişe sahip olan ve bakanlık enstitülerinde üretilen hayvan aşıları, kurumların alt yapılarının yenilenmesi, eleman yetiştirilmesi ve yeni teknolojilerin transferi yerine üretim tesislerinin kapatılması ile bir süre geri gitmiştir. Bakanlığın aşı üretimi ile uğraşan birkaç enstitüsü kalmıştır (Pendik Veteriner Kontrol Araştırma Enstitüsü, Şap Enstitüsü). Aşı üre-

ten özel sektör kuruluşlarında mevcuttur. Bunlar VETAL Hayvan Sağlığı Ürünleri A.Ş. , Dollvet Vet. Aşı, İlaç Biyol. Madde Ür. San.Tic. A.Ş., Atafen-EgeVet Hayvancılık San. ve Tic. Ltd Şti, Akuakim Medikal Kimyasal İlaç Yem Katkı Hammaddeleri ve Su Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti olarak sıralayabiliriz. Hayvan sağlığında hizmet veren bazı biyoteknoloji firmalarında sınırlı olsa üretim yaptıkları web sayfalarındaki bilgilerinden anlaşılmaktadır. Bunlar Diagen Biyoteknolojik Sis. Sağlık Hiz. ve Otom. San. ve Tic. Ltd. Şti.(hayvan sağlığı tanı ürünleri üretiyoruz), Genox moleküler biyoloji ve biyoteknoloji , Er-Gen Biyoteknolojileri Aryet Hay Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti.

C. TRANSGEN TEKNOLOJİSİ İLE İLAÇ ÜRETİMİ

Rekombinant protein üretimi için çok farklı sistemler; bakteriler, mayalar, transgenik bitkiler, baculoviruslar, memeli hücreleri ve transgenik hayvanlar kullanılmıştır. Ancak, bu üretim sistemlerinin bazılarında post translasyonel modifikasyon sistemleri mevcut olmadığından veya yetersiz olduğundan yabancı proteinlerin üretimi ya mümkün olamaz veya miktarı az olur. Örneğin, bakterilerde bazı post translasyonel modifikasyon sistemleri mevcut olmadığından (özellikle glikolizasyon mekanizmasının olmayışı gibi) bazı rekombinant proteinlerin üretilmesi mümkün değildir. Transgenik hayvanlar (tg) ile memeli hücre sistemleri protein üretimi açısından karşılaştırıldığında, bu hayvanların miktar açısından dört misli daha fazla üretim kapasitesine sahip olduğu bilinmektedir. Bu nedenlerden dolayı, tg hayvanlar yabancı proteinlerin üretimi için alternatif bir üretim sistemi oluşturmaktadır.

Tg çiftlik hayvanlarının üretimi sonucunda yılda bir tona yakın rekombinant protein bu biyoreaktörlerin sütünden izole edilebilir. Tıbbi öneme sahip terapötik proteinlerin kullanımının sağlanması ile milyonlarca insan bunlardan çok daha kolay faydalanacak ve herhangi bir kontaminasyon riski ile karşı karşıya kalmayacaktır. Aynı şekilde hayvan hastalıklarında kullanılan proteinler de bu teknoloji ile üretilir. Dünyada tg teknoloji kullanılarak bazı rekombinant ilaçlar tg keçi ve ineklerin sütünden izole edilmiş ve tıbbi alanda kullanıma girmiştir (Anti-trombin III vs). Amerika'da bulunan Genzyme Transgenik Şirketi bu teknolojileri kullanarak bazı rekombinant proteinleri üretmiş ve piyasaya sunmuştur. Yakın gelecekte bu teknoloji ile üretilen rekombinant proteinler ilaç sanayinde büyük bir pazar payı bulacaktır.

Türkiye de durum: Bu alanda çalışan kişi sayısı parmakla sayılacak kadar azdır. Farklı kurumlarda transgenik hayvan üretimi tecrübesi olan bilim insanları bir araya getirilerek çekirdek bir ekip oluşturulabilir.

GENEL DEĞERLENDİRME

Ülkemizde Hayvan Biyoteknolojisi 10 yıl içinde çok küçük adımlarla ilerlemiş ve önemi son birkaç yıl içinde anlaşılmaya başlamıştır. Genellikle üniversiteler bünyesinde kurulan Biyoteknoloji Merkezleri, veya merkez laboratuvarlarının çok azı hayvan biyoteknolojisi üzerinde çalışma yürütmektedir. Bazı küçük çaplı çalışmalar birkaç üniversitenin Veteriner ve Ziraat Fakülteleri'nin bazı bölümlerinde, birkaç üniversitenin biyoloji bölümünde yürütülmektedir. Hayvan Biyoteknolojisi adı altında ilk araştırma grubu 2004 yılında TÜBİTAK, MAM'da kurulmuştur. Çok iyi bir alt yapıya sahip olan araştırma grubunda yetişmiş personel sayısı yetersizdir. Yine 2009 yılında 8 üniversite'nin Ziraat Fakültelerinde Tarımsal Biyoteknoloji Bölümleri altında Hayvan Biyoteknolojisi Anabilim Dalları açılmıştır. Ancak bu bölümlerin gerekli alt yapısı ve yetişmiş personel sayısı yeterli değildir. Bakanlığın 58 araştırma enstitüsünün sadece iki tanesi modern biyoteknolojiyi hayvancılık için kullanmak üzere dizayn edilmiştir. Özel sektör kuruluşlarının pek azı bu alana hizmet etmektedir.

Bu alanda destek veren kuruluşlar TÜBİTAK, DPT, TTGV, SANTEZ, T.C. Gıda Tarım ve Hay-

vancılık Bakanlığı tarafından desteklenen büyük ölçekli hayvansal biyoteknoloji alanındaki proje sayısı diğer sektörlerden çok çok azdır. Genel olarak bakıldığında hayvan biyoteknolojisine yönelik yatırımların diğer sektörlerle göre çok geri olduğu görülmektedir. Sektörün ihmal edildiği, hem yapılan yatırımların düşüklüğünden, hemde bu alanda yetişmiş AR-GE personelinin azlığından anlaşılmaktadır. Bir tarım ülkesi olan ülkemizde insan gıdasının temelini oluşturan hayvansal proteinde bu derece dışa bağımlılık kaygı vericidir.

Hayvan biyoteknolojisinde en önemli problemler;

1. Hayvancılık politikası oluşturmada yetersizlik
2. Hükümetlerce oluşturulan politikalarda devamsızlık
3. Organizasyon yetersizliği
4. Kurumlar arası (Üniversite, Kamu, Özel Sektör) işbirliğinin olmaması
5. Dağınık alt yapılar
6. Alt yapısı olan kurumlarda yetişmiş eleman istihdamının sağlanamaması
7. Teknolojilerdeki gelişmelerin takip edilmemesi
8. Alanda yetişmiş kalifiye eleman yetersizliği
9. Alana desteklerin azlığı

Yapılması gerekenler:

1. Ülkesel hayvancılık politikalarının belirlenmesi
2. Bölge düzeyinde strateji belirlenmesi
3. Her bölgede konunun gerçek uzmanlarından (sadece teorik değil pratik bilgisi olan yani bizzat teknolojileri uygulayan) oluşan bir kurulun oluşturulması
4. Mükerrer projeler yerine bölge aktörlerinin hepsini içeren çok katımlı bölgesel projelerin desteklenmesi
5. İşbirliği artırmak için teknoloji platformları veya işbirliği ağları kurulması ile bölgesel alt yapı ve bilgi birikimlerinin bir araya toplanması
6. Hayvan biyoteknolojisi alanında eleman yetiştirilmesi
7. Hayvan biyoteknoloji alanına yatırımların artırılması
8. Kamu, üniversite, sanayi işbirliğinin özendirilmesi

3. GIDA BİYOTEKNOLOJİSİ VE TÜRKİYEDE'Kİ GELİŞMELER

Gıda biyoteknolojisi, gıdaların kalite, verim ve güvenilirliğini artırmak, işlenmesini kolaylaştırmak ve ekonomik bir üretim gerçekleştirmek amacıyla biyoteknolojik tekniklerin bitkisel ve hayvansal hammadde ve mikroorganizmalara uygulandığı bilimsel bir alandır. Bu alan ekmek, turşu ve peynir gibi geleneksel gıdaların üretiminde kullanılan fermentasyon yönteminden, genetik mühendisliği, genetik manipülasyon ve/veya rekombinant DNA teknolojisi olarak bilinen modern biyoteknolojinin en yeni uygulamalarına kadar birçok üretim prosesini içine alır.

Fermentasyon, gıdaların besin değeri, raf ömrü ve mikrobiyal güvenilirliğini artıran, tat, aroma ve tekstür gibi özelliklerini geliştiren mikrobiyal inokulantların kullandığı biyoteknolojik bir prosesdir. Spontan olmayan kontrollü fermentasyonlarda, fermentasyon işlemini başlatmak ve/veya hızlandırmak amacıyla, yüksek konsantrasyonlarda canlı mikroorganizma içeren ve starter kültür olarak adlandırılan inokulantlar gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Yeni starter kültür geliştirme ve mevcut starter kültürlerin özelliklerini iyileştirme hem gelişmiş ve hem de gelişmekte olan ülkelerin güncel araştırma konuları arasındadır. Bu amaçla son yıllarda fermentasyon prosesinin daha iyi anlaşılması ve kontrol edilmesi ve bu prosesler için uygun potansiyel starter kültürlerin belirlenmesi amacıyla geleneksel fermente gıdalardan izole edilen mikroorganizmaların moleküler yöntemler kullanılarak identifikasyon ve karakterizasyonuna yönelik yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Diğer taraftan mevcut starter kültürlerle arzu edilen özelliklerin (gıdaların raf ömrünün ve duyu kalitesini artırma, anti mikrobiyal bileşenler üretme ve antinutrisyonel faktörleri inaktive etme) kazandırılması için yapılan çalışmalar da devam etmekte, bu amaçla klasik mutagenesis, konjugasyon ve hibridizasyon gibi geleneksel yaklaşımlara ilave olarak rekombinant DNA teknolojisine dayalı modern biyoteknolojik yöntemlerden de yararlanılabilmektedir. Bugün birçok ülkede bu yöntemler kullanılarak üretilen çok sayıda transgenik mikroorganizmanın gıda ve içecek sektöründe starter kültür olarak kullanımına izin verilmiştir.

Günümüzde geleneksel gıda fermentasyonlarında aktif rol oynayan mikroorganizmaların diğer fonksiyonel özelliklerinden de yararlanmak amacıyla yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin ekmek, bira, şarap ve diğer alkollü içeceklerin üretiminde geçmişten bugüne kullanımı devam eden mayaların günümüzde hücre ve ekstraktlarından, pigmentlerin, probiyotik ve tıropatiklerin üretiminde yararlanılmakta ayrıca gıda ve yemlere besin takviyesi olarak katılmaktadır.

Son yıllarda artan sağlıklı yaşam bilinci, tüketicilerin fonksiyonel gıdalara ve özellikle probiyotik ürünlere olan talebini artırmıştır. Probiyotikler insanlar için yararlı etkilerde bulunan canlı mikroorganizmalar olup genellikle güvenli olarak kabul edilirler (GRAS). Probiyotik ürünler bağırsak mikrobiyotasının dengelenmesine yardım ederek genel sağlığın korunmasına ve bağışıklık sistemini güçlenmesine katkıda bulunurlar. Gittikçe büyüyen küresel probiyotik gıda pazarında, probiyotik süt ürünleri en yüksek paya sahiptir. Pazarın potansiyelinin çok yüksek olması bu alanda faaliyet gösteren şirketleri yatırım ve yeni ürün geliştirme konusunda teşvik etmektedir. Türkiye'de ise probiyotik süt ürünleri pazarında beş firma; Danone, Süttaş, Pınar, Ülker ve Nestle çeşitli ürünleriyle faaliyet göstermektedir. Probiyotiklerin gelişimini seçici olarak destekleyen, fermente olabilen fakat sindirilemeyen gıda ingredientleri olan prebiyotikler de, gittikçe büyüyen fonksiyonel gıda pazarının diğer büyük kolunu oluşturmaktadır.

Fonksiyonel gıda endüstrisi için potansiyel bir teknoloji durumunda olan enkapsülasyon, gıda bileşenlerinin çeşitli materyellerle kaplanarak korunması, stabilizasyonu ve kontrollü salınımı için kullanılmaktadır. Gıdalarda daha çok tat, aroma ve rengin korunması, raf ömrünün, besin değerinin ve sindirilebilirliğinin artırılması gibi amaçlarla uygulanan bu teknoloji, son yıllarda probiyotik

mikroorganizmaların canlılığının koruması ve konakçı sağlığı üzerinde beklenen olumlu etkilerin artırılması için de kullanılabilir.

Gıda formülasyonlarında yaygın olarak kullanılan enzimler, amino asitler, vitaminler, organik asitler, çoklu doymamış yağ asitleri, bazı kompleks karbonhidratlar ve lezzet verici ajanların son yıllarda GM mikroorganizmalar kullanılarak üretimine yönelik yoğun çalışmalar yapılmaktadır.

Geçmişte bitkisel ve hayvansal kaynaklardan yüksek maliyetlerle izole edilen enzimler, günümüzde bakteri ve fungal kaynaklardan büyük bir çeşitlilikte elde edilebilmektedir. Mikrobiyal enzimler aktivitelerinin yüksek olması daha stabil olmaları ve yüksek saflıkta ve büyük ölçeğe üretilibilmeleri nedeniyle daha çok tercih edilmektedir. Bu amaçla birçok mikroorganizma suşu farklı ekosistemlerden seçilerek veya genetik olarak modifiye edilerek çeşitli enzimlerin üretiminde kullanılmaktadır. Peynir yapımında kullanılan sığır kimozi, ABD Gıda ve İlaç İdaresi tarafından onaylanmış, gıdalarda kullanımına izin verilen ilk rekombinant enzimi olmuştur. Günümüzde mikroorganizmalar tarafından üretilen rekombinant kimozi peynir yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Diğer taraftan transgenik *Aspergillus oryzae* tarafından üretilen fosfolipaz enziminin de süt endüstrisinde yaygın bir kullanımı bulunmaktadır. Ayrıca yüksek fruktozlu mısır şurubu üretiminde de genetik modifikasyonla termostabilitesi artırılmış α -amilazlardan yararlanılmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda enzim üretiminde, kullanılan mikrobiyal suşların verimini artırmak ve toksik metabolit üretimini azaltmak veya ortadan kaldırmak için yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Günümüzde genetik ve protein mühendislerinin ortak çalışmaları ile ekstrem koşullarda çalışabilen, yüksek aktiviteye sahip enzimleri düşük bir maliyet üretmek mümkün olmaktadır.

Tat ve aroma bileşenleri, organik asitler, vitaminler, bazı kompleks karbonhidratlar ve amino asitler, mikroorganizmaların fermentasyon yolu ile ürettikleri metabolitlerdir. Gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan bu ingredientler, çeşitli fermentasyon prosesleri kullanılarak ticari olarak üretilmektedir. Son yıllarda bu ingredientlerin üretiminde verim ve kaliteyi artırmak veya alternatif yeni ürünler geliştirmek amacıyla kullanılan rekombinant DNA teknolojilerinin yanında, metabolik yolların manipülasyonunu hedef alan metabolik mühendislik uygulamalarından da yararlanılmaktadır. Bu şekilde aspartam ve thaumatin gibi tatlandırıcıların üretim verimliliğini artırmak veya sukroz ve glukoz vb. şeker kaynaklarından *Corynebacterium glutamicum* ve *Escherichia coli*'nin yüksek performanslı suşları ile glutamat gibi aroma artırıcıları üretmek mümkün olabilmektedir.

Rekombinant DNA teknolojisi yirmi beş yıldan daha uzun bir süredir bitkisel ve hayvansal ürünlerin kalitatif ve kantitatif kalitesini artırmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu teknoloji sayesinde, başta tarım, gıda ve ilaç endüstrisi olmak üzere, birçok alanda üretici ve tüketicilerin ihtiyaçlarına uygun olarak, hammaddelerin genetik yapıları değiştirilmiştir. Bununla birlikte rekombinant DNA teknolojisi en geniş kullanım alanını tarımda bulmuştur. Genetiği değiştirilmiş bitkiler üzerine yapılan çalışmalarda başlangıçta; hastalıklara ve zararlılara karşı dayanıklı transgenik çeşitler geliştirmek, bu hastalık ve zararlılarla mücadelede tarım ilacı (pestisit ve herbisit) kullanımını azaltmak sureti ile tarımsal üretim maliyetlerini ve tarımsal ilaç kullanımından dolayı kimyasalların çevreye verdiği zararı en aza indirmek ve abiyotik stress (kuraklık, soğuk, tuzluluk vb.) şartlarını tolere edebilen bitkiler elde etmek gibi genel amaçlar hedeflenmiştir. Ancak son yıllarda elde edilecek ürünün renk, tat ve aroma gibi duyuşal özelliklerini, besin değerini, işleme veya muhafazaya ilişkin özelliklerini iyileştirmek suretiyle ürün kalitesini artırmak, bitki bünyesinde koruyucu veya tedavi edici maddeleri üretmek gibi daha spesifik amaçlara yönelik çalışmalar yapılmıştır. Hayvansal üretimde ise, transgenik hayvan üretim teknolojileri kullanılarak, verimin artırılmasının yanında, bu ürünlerin besin değerinin ve işleme özelliklerinin geliştirilmesi ve gıdalar yoluyla hayvanlardan insanlara geçebilen zoonoz hastalıkların önlenmesi amacıyla yoğun çalışmalar yapılmıştır.

Biyoteknolojik araştırmalar içerisinde, bir organizmanın geniş veya tam genom bilgisine dayalı gen ekspresyonu ve bu genlerin birbirleri ve çevre ile etkileşimini belirlemeyi amaçlayan genomik araştırmalar, nispeten yeni bir bilimsel alandır. İnsan genom dizisinin aydınlatılmasına yönelik çalışmalar beslenme ile insan genomu arasında karşılıklı ve dinamik bir etkileşim olduğunu ortaya koymuştur. Nutrigenomik besin öğelerinin, gen ekspresyonu düzeyindeki etkilerini ve bunun sağlık üzerindeki etkilerini inceleyen yeni bir bilimsel alan olup kişiye özel beslenme biçimi geliştirilerek bireysel ve toplumsal sağlığın korunması ve kronik hastalık oluşumun önlenmesini amaçlamaktadır. Mikrobiyal genomik ise, endüstriyel süreçlerde kullanılan mikroorganizmalarda, değişen çevre koşullarına karşı oluşan tepkinin birçok genin aynı anda ekspresyonu gözlemleyerek genetik düzeyde anlaşılmasını sağlamakta ve böylece teknolojik süreçleri iyileştirmek için koşulların optimize edilmesine yönelik bir potansiyel oluşturmaktadır.

Gıda kaynaklı patojenler, tüm dünyada her zaman toplum sağlığı için önemli bir tehdit unsuru olmuştur. Patojen bakterilerin tespitinde kullanılan geleneksel metotlar uzun zaman almasının yanında, fenotipik özelliklerin ortaya çıkmasındaki yetersizlikler ve kültüre alınamamış canlı hücrelerin belirlenmesinin imkansız oluşu gibi ciddi dezavantajlara sahiptirler. Geleneksel metotlarda karşılaşılan bu tür zorlukların üstesinden gelmek amacıyla polimeraz zincir reaksiyonuna (PCR) dayalı alternatif metotlar geliştirilmiştir. Patojen mikroorganizmaların tespitinde PCR'a dayalı pek çok yöntem bulunmakla beraber hızı, hassasiyeti, seçiciliği, hedef mikroorganizmanın kantitatif olarak belirlenmesine imkan tanınması ve otomasyona uygun olması gibi nedenlerle real-time PCR tekniği öne çıkmaktadır. Real-time PCR tekniği ve bu tekniğe dayalı test kitleri patojen mikroorganizmalar dışında gıdalarda kullanılan hayvansal ve bitkisel kaynaklı bileşenlerin orijininin belirlenmesi, genetik modifiye organizmaların ve alerjenlerin tespiti için de kullanılmaktadır.

Mikroarrayler, çok sayıda hibrid reseptörlerinden (DNA, proteinler, oligonükleotidler) oluşan biyosensörlerdir. Bioçip, DNA çip veya DNA mikroarray olarak da adlandırılan mikroarraylere dayalı tanı ve test kitleri, gıdaların rutin kontrollerinin yanında, kalite ve güvenliğinin artırılması ve üretim proseslerinin izlenmesi amacıyla yapılacak çalışmalar için de önemli bir potansiyele sahiptir.

Son yıllarda biyoteknolojik gelişmeler, gıda kalitesi ve güvenliğinde riske dayalı daha etkin bir denetim için yeni fırsatlar sağlayacak güçlü transkriptomik yöntemler ortaya koymuştur. Transkriptomik veya diğer "-omik" stratejilerinin temel prensibi, sağlık üzerinde muhtemel olumsuz etkileri olabilecek kalıntı ve kontaminantların, genlerin ifadesinde oluşturduğu spesifik değişikliklerden yola çıkarak anlaşılmasıdır.

Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de biyoteknoloji farklı sektörleri önemli şekilde etkilediğinden dolayı stratejik çalışmalarda öncelikli alanlardan biri olarak gösterilmektedir. Biyolojik kaynaklar ve genetik çeşitlilik bakımından oldukça zengin bir ülke olarak Türkiye'nin, biyoteknoloji sektörü için taşıdığı bu potansiyeli kullanması ulusal kalkınma için oldukça önemlidir.

Ülkemizin biyoteknoloji ile ilgili araştırmalar üniversiteler ve T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı Araştırma Enstitüleri ve bazı bilimsel araştırma kuruluşlarında yapılmaktadır. Özel sektörde de biyoteknolojiye yönelik AR-GE faaliyetleri henüz yeni yeni oluşmaktadır.

Türkiye'de teknoloji tanımlı şirket listesi mevcut olmadığı için biyoteknoloji alanında faaliyet gösteren firmaları bulmak oldukça güçtür. Firma sayısı ile ilgili güncel ve kesin bir liste bulunmadığı gibi firma profilleriyle ilgili de yeterli ve düzenli derlenmiş bilgi bulunmamaktadır. Gıda ürünlerinden yoğurt, peynir, maya, şarap ve bira bazında bakıldığında biyoteknoloji uygulamalarının şu anki haliyle yaklaşık 500 milyon dolar düzeyinde olduğu düşünülmektedir. Teknoparklarda faaliyet gösteren biyoteknoloji firmaları incelendiğinde 2010 yılı itibarı ile 120 biyoteknoloji firmasından %5' gıda alanında faaliyet gösterirken, bu firmalarda yapılan Ar-Ge çalışmalarının sektörel

dağılımı incelendiğinde tarım ve gıda sektörünün payı %9'dur. Tablo7'de gıda biyoteknolojisi alanında faaliyet gösteren firmaların listesi verilmiştir.

Firma Adı	Faaliyet Alanı
İstanbul Biyoteknoloji	Fonksiyonel gıda üretimi
Biogenecs - Biyoteknoloji A.Ş.	Fonksiyonel gıda üretimi
Simbiyotek Biyolojik Ürünler Sanayi	Maya üretimi
Pak Holding	Maya üretimi
Özmaya Sanayi A.Ş.	Maya Üretimi
Mauri Maya	Maya üretimi
Rumeli Maya İmalat Tic. Ltd. Şti.	Peynir mayası üretimi
Mayasan Gıda San. ve Tic. A.Ş.	Mikrobiyal maya üretimi
İntermak A.Ş.	Starter Kültür üretimi
Genoks - Moleküler Biyoloji ve Biyoteknoloji	Gıda kalite kontrolüne yönelik test kiti
Orba Biokimya San Ve Tic. A.Ş.	-amilaz enzimi
Egert Doğal Ürünler Ltd. Şti.	Spirulina üretimi

Tablo 7: Gıda biyoteknolojisi alanında faaliyet gösteren firmalar

Elde edilen veriler ışığında, gıda biyoteknolojisi alanında öncelikle ele alınması gereken hususlar ve kısa vadede yapılması gerekenler özetlenecek olursa;

- Gıda biyoteknolojisi konusunda ulusal strateji ve öncelikli hedefler belirlenerek üniversiteler ve araştırma merkezleri tarafından dağınık ve birbirinden bağımsız şekilde yürütülen bilimsel çalışmalar, bu ortak strateji ve hedefler doğrultusunda hazırlanacak büyük çaplı projeler kapsamında organize edilmeli ve kurumlar arası işbirlikleri geliştirilerek ortak çalışmalara yönlendirilmeli
- Bilimsel çalışmalar sonucunda elde edilen verilerin ürüne dönüştürülmesini sağlayacak multidisipliner çalışmalar teşvik edilmeli
- Gıda alanında faaliyet gösteren firmalarla üniversite ve/veya araştırma merkezleri buluşarak ve biyoteknoloji alanındaki yeni gelişmelerin sektörel seviyede uygulanmasına imkan sağlayacak işbirlikleri oluşturulmalı
- Fermentasyon prosesleri ve bu proseslerde aktif rol oynayan fermetatif flora genom, transkriptom ve proteom seviyesinde analiz edilerek bu ürünlerde verim ve kalite artışına yönelik yeni araştırmalar yapılmalı
- Fonksiyonel gıdalar ile ilgili Ar-Ge faaliyetleri yapılarak geliştirilen ürünler sanayiye aktarılmalı
- Fermente gıdaların üretiminde Türkiye florasına özgü suşlar moleküler yöntemlerle saptanarak korunmalı ve bu mikroorganizmalara ait veri tabanları oluşturulmalı
- Gıda kaynaklı patojen mikroorganizmaların virulans faktörleri ve toksik etkileri genom,

transkriptom ve proteom seviyesinde analiz edilerek, gıdalara uygulanan yeni muhafaza teknikleri ve antimikrobiyal bileşenlerinin etkileri de bu seviyede değerlendirilerek modellenmeli

- Gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan, starter kültür, enzim vb. mikrobiyal ürünlerin ve pazar payı her geçen gün artan probiyotik kültürlerin yüksek kalite ve verimde üretimine yönelik çalışmalar yapılmalı
- Gıda ambalaj materyali olarak kullanılabilecek biyopolimerin ve akıllı ambalajların üretimine yönelik çalışmalar teşvik edilmeli
- Dışa bağımlı bir yapı gösteren gıda katkı maddelerinin, üretimi teşvik edilmeli, yeni ve/veya alternatif gıda katkı maddelerinin üretiminde veya mevcut katkı maddelerinin özelliklerinin iyileştirilmesinde, genetik ve protein mühendisliğine dayalı yöntemlerin kullanımı artırılmalı
- Bireysel ve toplumsal beslenme stratejilerinin belirlenmesine yönelik olarak nutrigenomik çalışmaları teşvik edilmeli, konu koruyucu sağlık kapsamı içinde değerlendirilerek öncelikli olarak ele alınmalı
- Gıda kalite ve güvenliğinin sağlanmasına yönelik olarak gıda zincirinin tüm aşamalarında kullanılabilecek hızlı tanı kitleri geliştirilmeli
- Gıda biyogüvenlik takip sistemi oluşturularak hammaddelerinde GMO tespit ve izlemesine yönelik stratejilerinin oluşturulması ve uygulanması öncelikle ele alınmalı
- Bugün genetik modifiye organizmalar (GMO) ile ilgili araştırmaların, dağınık ve birbiriyle irtibatı olmayan küçük araştırma grupları tarafından yürütülmesi, bu alanda yapılan çalışmaların başarısını azaltmaktadır. Bu nedenle genetik modifiye organizmaların üretimi, tespiti, sağlık üzerine ve çevreye olan etkilerinin tüm yönüyle araştırılacağı, yetişmiş personel ve gerekli alt yapıya sahip bir referans merkez oluşturulmalı
- Üretici ve tüketicilerin biyoteknoloji, genetik olarak değiştirilmiş organizma (GDO) ve biyogüvenlik konularında bilinçlendirilmesi ve bu konudaki bilgi kirliliği temizlenmeli

KAYNAKLAR:

- 1 Agrios, G. N., 1997, Plant Pathology. Department of Plant Pathology, University of Florida, Academic Press, p635
- 2 Akgul, D. S. and Mirik, M., 2008. Biocontrol of Phytophthora capsici on pepper plants by Bacillus megaterium strains. Journal of Plant Pathology, 90,29-34
- 3 Anonymous, 1993, Food and Agricultural Organization (FAO). 1993. Production year book. FAO. Rome.
- 4 Anonymous 2010. Current status and options for biotechnologies in food processing and in food safety in developing countries. FAO International Technical Conference. Guadalajara, Mexico, 1 – 4 March 2010
- 5 Arslanlı S. 2010. Türkiye biyoteknoloji sektöründe reel opsiyonlar yöntemi ile bir ar-ge projesinin değerlemesi. Yüksek lisans tezi. TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi - Sosyal Bilimler Enstitüsü- Ankara.
- 6 Aslantaş, R., Çakmakçı, R., Şahin, F., 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. Sci. Hortic., 111; 371-377.
- 7 Başağa H., Çetindamar D. 2006. Uluslararası Rekabet Stratejileri: Türkiye’de Biyoteknoloji İşbirlikleri. TÜSIAD Rekabet Stratejileri Dizisi-9.
- 8 Berg, G., 2009. Plant-microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. Applied Microbiology and Biotechnology, 84 , 11-18.
- 9 Bruford, M. W., Townsend, S.J., 2004. Case studies in the genetics of animal domestication: sheep. In: Zeder M., Decker-Walters D., Bradley D., Smith B.D. (eds.): Documenting Domestication: New Genetic and Archaeological Paradigms, California University Press.
- 10 Bruford, M. W., Bradley, D .G., Luikart, G., 2003. DNA markers reveal the complexity of livestock domestication. Nature Genetics,; 4, 2-12.
- 11 BÜGEM, 2012. Organik tarım istatistikleri. http://www.bugem.gov.tr/bilgi_veri.aspx [25/01/2012]
- 12 Canbolat, M., Bilen, S., Çakmakçı, R., Şahin, F., Aydın, A., 2006a. Effect of plant growth promoting rhizobacteria and soil compaction on barley seedling growth, nutrient uptake, soil properties and rhizosphere microflora. Biol Fertil Soils, 42, 350-357.
- 13 Canbolat, M.Y., Barik, K., Çakmakçı, R., Şahin, F., 2006b. Effects of Mineral and Biofertilizers on Barley Growth on Compacted Soil. Acta Agric. Scandinavica, Sec. B-Plant Soil Sci., 56,: 324-332.
- 14 Çakmakçı, R., Kantar, F., Oral, E., 1997. Bacillus polymyxa ve Bacillus megaterium var. Phosphaticum aşılamanın şeker pancarı ve arpa verimine etkisi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 274 278, 22-25 Eylül, Samsun.
- 15 Çakmakçı, R., Kantar, F., Algur, O.F., 1999. Sugar beet and barley yields in relation to Bacillus polymyxa and Bacillus megaterium var. phosphaticum inoculation. J Plant Nutr Soil Sci., 162, 437-442.
- 16 Çakmakçı, R., Kantar, F., Şahin, F., 2001. Effect of N2-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley. J Plant Nutr Soil Sci, 164, 527-531.
- 17 Çakmakçı, R., Dönmez, F., Aydın, A. and Şahin, F., 2006. Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. Soil Biol Biocnem, 38,1482-1487.
- 18 Çakmakçı, R., Erat, M., Erdoğan, Ü., Dönmez F., 2007. The influence of plant growth-promoting rhizobacteria on growth and enzyme activities in wheat and spinach plants. J Plant Nutr SoilSci, 170, 288-295.
- 19 Çakmakçı, R., Erat, M., Oral, B., Erdogan, U., Şahin, F., 2009. Enzyme activities and growth promotion of spinach by indole-3-acetic acid-producing rhizobacteria. J. Horticultural Science and Biotechnology 84(4):375-380.
- 20 Cunningham, E.P. 1999. The Application of Biotechnologies to Enhance Animal Production in Different Farming Systems. Livest. Pro. Sci., 58, 1- 24.

- 21 de Vos W. M. Advances in genomics for microbial food fermentations and safety. 2001. *Curr Opin Biotechnol.* 12,493-498.
- 22 Dursun, A., Ekinci, M., Dönmez, M.F., 2008. Effects of inoculation bacteria on chemical content, yield and growth in rocket (*Eruca vesicaria subsp sativa*). *Asian J. Chem.*, 20, 3197-3202.
- 23 Ekinci, M.S., Akyol, İ., Karaman, M., Özköse, E., 2005. Hayvansal Biyoteknoloji Uygulamalarında Güncel Gelişmeler. *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(2).
- 24 Elkoca, E., Kantar, F., Sahin, F., 2008. Influence of nitrogen fixing and phosphorus solubilizing bacteria on the nodulation, plant growth, and yield of chickpea. *J. Plant Nutr.*, 31,157 171.
- 25 Ercişli, S., Eşitken, A., Şahin, F., 2004. Application of exogenous IBA and inoculation with *Agrobacterium rubistimulate* adventitious root formation among stem cuttings of two rose hip genotypes. *HortScience* 39,533-534.
- 26 Eşitken, A., Karlıdağ, H., Ercişli, S., Turan, M., Sahin, F. 2003. The effect of spraying a growth promoting bacterium on the yield, growth and nutrient element composition of leaves of apricot (*Prunus armeniaca* L. cv. Hacıhaliloglu), *Aus. J. Agric. Res.* 54: 377–380. *Australian J. Agric. Res.* 54, 377–380
- 27 Eşitken, A., Pırlak, L., Turan, M., Sahin, F., 2006. Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry. *Sci. Hortic.*, 110: 324-327.
- 28 Faber, D.C., Molina, J.A., Ohlrichs, C.L., Vander Zwaag, D.F., Fere, L.B., 2003. Commercialization of Animal Biotechnology. *Theriogenology*, 59, 125- 138.
- 29 Gülümser, A., Funda Arslanoğlu, F., Aslan, D., Erdoğan, M., Çakmakçı, R., 2007. Bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin soyada (*glycine max. (L.) merill*) verim ve verim kriterleri üzerine etkisi. *Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi*, 25-27 Haziran 2007 Erzurum, 623- 627.
- 30 Güneş, A., Ataoğlu, N., Turan, M., Eşitken, A., Ketterings, Q.M., 2009. Effects of phosphatesolubilizing microorganisms on strawberry yield and nutrient concentrations. *J Plant Nutr Soil Sci*, 173, 385-392.
- 31 Handelsman, J., and Stabb, E. V., 1996, Biocontrol of soilborne plant pathogens. *The Plant Cell*, 8, 1855-1869.
- 32 Kaewchai, S., Soyong, K., Hyde, K.D. 2009. Mycofungicides and fungal biofertilizers. *Fungal Diversity* 38, 25-50.
- 33 Kappes, S.M., 1999. Utilization of Gene Mapping Information in Livestock Animals. *Theriogenology*, 51, 135-147.
- 34 Karlıdağ H., Eşitken A., Turan M., Sahin F. 2007. Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of leaves of apple. *Scientia Horticulturae*, 114, 16-20.
- 35 Kesmen Z. 2010. Genetiği değiştirilmiş bitkilerin kullanımı. *Modern Biyoteknoloji ve Uygulamaları* (Ed. Dündar M., Bağış H.). Erciyes Üniversitesi Yayınları No:180.
- 36 Kotan, R. ve Sahin F., 2002. Bitki hastalıkları ile biyolojik mücadelede bakteriyel organizmaların kullanılması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 31, 111-119.
- 37 Kotan, R., Sahin, F., Demirci, E., Eken, C., 2009. Biological Control of the potato dry rot caused by *Fusarium* species using PGPR strains. *Biological Control* 50,194-108.
- 38 Köse, C., Guleyuz, M., Sahin, F., Demirtas, I., 2005. Effects of some plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on graft union of grapevine. *J. Sustain. Agric.*, 26, 139-147.
- 39 Kucey, R.M.N., H.H. Janzen and M.E. Leggett, 1989. Microbially mediated increases in plant-available phosphorus. *Ad. Agron.*, 42,199–228.
- 40 Kuipers O.P. 1999. Genomics for food biotechnology: prospects of the use of high-throughput technologies for the improvement of food microorganisms. *Curr Opin Biotechnol.* 10, 511-6.
- 41 Lenstra, J.A., 2005. Evolutionary and demographic history of sheep and goats suggested by nuclear,

- mtDNA and Y-chromosome markers. Symposium: The role of biotechnology in Turin, Italy 5-7 March 2005.
- 42 Loftus, R. T., Ertuğrul, O., Harba, A. H., El-Barody, M. A. A., MacHugh, D. E., Park, S. D. E., Bradley, D. G., 1999. A microsatellite survey of cattle from a centre of origin the Near East. *Molecular Ecology*, 8, 3-8.
 - 43 Lucy, M., Reed, E., Glick, B.R., 2004. Application of Free Living Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 86 , 1-25.
 - 44 James, C. 2011. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2011. ISAAA Brief No. 43. ISAAA: Ithaca, NY.
 - 45 Nain, L., Rana, A. , Joshi, M., Jadhav, S.D., Kumar, D., Shivay, Y.S., Paul, S., Prasanna, R., 2010. Evaluation of synergistic effects of bacterial and cyanobacterial strains as biofertilizers for wheat. *Plant And Soil*, 331 , 217-230.
 - 46 Narsian V., Patel, H.H., 2000. *Aspergillus aculeatus* as a rock phosphate solubilizer. *Soil Biol. Biochem.*, 32, 559-565
 - 47 Orhan, E., Eşitken, A., Ercişli, S., Turan, M., Sahin, F., 2006. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. *Sci. Hortic.*, 111, 38-43.
 - 48 Orhan, E., Eşitken, A., Ercişli, S., Sahin, F., 2007. Effects of indole 3-butyric acid (IBA), bacteria and radicletip-cutting on lateral root induction in *Pistacia vera*. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 82 , 2-4.
 - 49 Oskam, A., Burrell, A., Temel, T., van Berkum, S., Longworth, N. ve Vilchez, I.M., 2004. Turkey in the European Union, Consequences for Agriculture, Food, Rural Areas and Structural Policy. Rural Areas and Structural Policy. Final Report. Wageningen University,
 - 50 Öztürk, A., Caglar, O., Sahin, F., 2003. Yield response of wheat and barley to inoculation of plant growth promoting rhizobacteria at various levels of nitrogen fertilization. *J Plant Nutr Soil Sci*, 166, 262-266.
 - 51 Öztürk M., Ergüven. L. 2002. Türkiye'nin Moleküler Biyoloji, Genetik ve Biyoteknoloji Altyapısı. TÜBA Yaşam Bilimler ve Teknolojileri Öngörü Raporu.
 - 52 Pırlak, L., Turan, M., Sahin, F., Eşitken, A., 2007. Floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) to apples increases yield, growth, and nutrient element contents of leaves. *J. Sustain. Agric.*, 30, 145-155.
 - 53 Rodriguez H., Fraga R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Bio- Technol. Adv.* 17, 319-339.
 - 54 Rodríguez H, Fraga R, Gonzalez T, Bashan, T., 2006. Genetics of phosphate solubilization and its potential applications for improving plant growth-promoting bacteria. *Plant Soil*, 287, 15-21
 - 55 Singh, S., Pandey, A., Palni, L.M.S., 2008. Screening of arbuscular mycorrhizal fungal consortia developed from the rhizospheres of natural and cultivated tea plants for growth promotion in tea [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze]. *Pedobiologia*, 52 , 119-125.
 - 56 Sudhakar, P., Chattopadhyay, G.N., Gangwar, S.K., Ghosh, J.K., 2000. Effect of Foliar Application of *Azotobacter*, *Azospirillum* and *Beijerinckia* on Leaf Yield and Quality of Mulberry (*Morus Alba*). *Journal of Agricultural Sci., Cambridge*, 134, 227-234.
 - 57 Şahin, F., Kotan, R., Demirci, E., Miller, S.A., 2000. Domates ve biber bakteriyel leke hastalığı ile biyolojiksavaşta Actigard ve bazı antagonistlerin etkinliği. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Derg.*, 31, 11-16.
 - 58 Şahin, F., Çakmakçı, R., Kantar, F., 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant Soil* 265, 123-129.
 - 59 Şahin F. ve Telci, D. 2010. Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar (Edt. Dündar M., ve Bağış H. In

- “Modern Biyoteknoloji ve Uygulamaları”). Erciyes Üniversitesi Yayınları, Kayseri, Türkiye, pp 143-163.
- 60 TÜBA 2004. Moleküler Yaşam Bilim ve Teknolojileri Öngörü Çalışması Vizyon 2023 projesi “Biyoteknoloji ve gen teknolojileri Strateji grubu raporu” TÜBİTAK.
- 61 Troy, C. S., MacHugh, D. E., Bailey, J. F., Magee, D. A., Loftus, R. T., Cunningham, P., Chamberlain, A. T., Sykes, B. C., Bradley, D. G., 2001. Genetic evidence for near-eastern origins of domestic cattle. *Nature*, 410, 1088-1091.
- 62 Turan, M., Ataoglu, N., Sahin, F., 2006. Evaluation of the capacity of phosphate solubilizing bacteria and fungus different forms of phosphorus in liquid culture. *Journal of Sustainable Agriculture* 28, 99-108.
- 63 Turan, M., Ataoglu, N., Sahin, F., 2007. Effects of *Bacillus* FS-3 on Growth of Tomato (*lycopersicum esculentum* L.) Plants and Availability of Phosphorus in Soil. *Plant and Soil Environment*, 53, 58-64.
- 64 Turan, M., Gulluce, M., Karadayi, M., Sahin, F., 2011. Role of soil enzymes produced by PGPR strains in wheat growth and nutrient uptake parameters in the field conditions. *Current Opinion In Biotechnology*, 22, 133-133.
- 65 Turan, M., Eşitken, A., Şahin, F., 2009. Effects of Phosphate Solubilising Microorganism on Soil Phosphorus Fractions. Chapter 3. Phosphate Solubilising Microbes For Crop Improvement. Editor; Khan M.S and Almas Zaidi Nova Science Publishers, Inc. New York.
- 66 Turan, M., Eşitken, A., Şahin, F., (2012a) Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Alleviators for Soil Degradation Chapter 3. Bacteria in Agrobiolgy: Stress Management. Editor; Dinesh K. Maheshwari, Springer Heidelberg Dordrecht London New York.
- 67 Turan, M., Güllüce M., von Wiren N. 2012b. Yield promotion and phosphorus solubilization by plant growth-promoting rhizobacteria in extensive wheat production in Turkey. *Journal of Plan Nutrition and Soil Science* 75, 818–826
- 68 Yıldırım, E., Turan, M., Dönmez, M.F., 2008. “Mitigation of salt stress in radish (*Raphanus Sativus* L.) by plant growth promoting rhizobacteria. *Romanian Biotechnological letters*. ,13, 3933-3943
- 69 Yıldırım, E., Karlıdag, H., Turan, M., Dursun, A., Goktepe, F., 2011a. Growth, nutrient uptake and yield promotion of broccoli by Plant Growth Promoting Rhizobacteria with manure. *HortScience*, 46, 932-936.
- 70 Yıldırım, E., Turan, M., Ekinci, M., Dursun, A., Çakmakçı, R., 2011b. Plant growth promoting rhizobacteria ameliorate deleterious effect of salt stress on lettuce. *Scientific Research and Essays*, 6, 4389-4396.

Bölüm-3

Kısım-4 Türkiye’de Biyoenformatik Bilgi ve Teknoloji Altyapısı

Yrd. Doç. Dr. Yeşim AYDIN SON

ODTÜ Enformatik Enstitüsü, Sağlık Bilişim EABD,
Biyoenformatik Programı

Türkiye’de Biyoenformatik Bilgi ve Teknoloji Altyapısı

1. Biyoenformatik Tanımı ve Uygulama Alanları
2. Biyoenformatik Alanındaki Aktörler
 - a. Akademik Programlar ve Biyoenformatik Eğitimi
 - i. Yüksek Lisans ve Doktora Programları
 - ii. Lisans Programları
 - iii. Konferans, Çalıştay, Sertifika Programları ve Diğer Faaliyetler
 - b. Biyoenformatik Araştırma - Geliştirme ve Hizmeti Veren Şirketler
3. Durum Değerlendirmesi

1. Biyoenformatik Tanımı ve Uygulama Alanları

Biyoenformatik alanı bilgisayar bilimleri, istatistik ve bilişim teknolojilerinin, moleküler biyoloji ve tıp alanlarındaki problemlerin çözümü ve sonuçların değerlendirilmesi amacıyla kullanılması, yeni metod ve uygulamalar geliştirilmesi olarak tanımlanmaktadır.

İlk biyoenformatik çalışmaları, 1960’lı yıllarda bilgisayar uygulamalarının protein yapılarının analizi için kullanılması ile başlamıştır. Proteinlerin dizilenmesi, üç boyutlu yapılarının görselleştirilmesi, protein yapı veri tabanlarının geliştirilmesi ile devam etmiştir. 2003’de tamamlanan İnsan Genom Projesi ve hızla gelişen biyolojik bilimler ve teknolojiye paralel olarak biyoenformatik alanı da gelişmiştir. Post-genomik dönemde ise artarak birikmeye devam eden yüksek boyutlu moleküler biyolojik verinin analizi, anlamlandırılması, ileri araştırmalar ve uygulamalar için hipotezler geliştirilmesi biyoenformatik disiplininin başlıca çalışma alanları arasında yerini almıştır. Günümüzde moleküler biyoloji verilerinin idaresi ve analizine yönelik veri tabanlarının oluşturulması, algoritmaların geliştirilmesi, hesaplamalı ve istatistiki yöntemlerin ve yaklaşımların oluşturulması biyoenformatik alanının temel amaçlarındandır. Biyoenformatik araçlarının kullanılması ilaç, tıbbi diagnostik, tarım gibi birçok biyoteknolojik araştırmada gerek kazanılan zaman gerek akılcı tasarımlar sağlaması ile araştırma ve geliştirme bütçelerini önemli anlamda düşürmektedir.

2. Biyoenformatik Alanındaki Aktörler

a. Akademik Programlar ve Biyoenformatik Eğitimi

i. Biyoenformatik Yüksek Lisans ve Doktora Programları

Biyoenformatik alanında dünyadaki gelişmelere paralel olarak Türkiye’de akademik çalışmalar değişik disiplinlerdeki araştırmacıların katkıları ile başlamış ve süregelmıştır. Ancak bu bilim alanının ayrı akademik programlar olarak sunulması son 5 senede gerçekleşmiştir.

İlk kez Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) Enformatik Enstitüsü Sağlık Bilişim Ana Bilim Dalı altında Biyoenformatik Yüksek Lisans Programı kurulmuş ve 2009 yılında öğrenci kabul etmeye başlamıştır. Programın temel amaçları farklı disiplinlerden gelen mezunlara biyoenformatiğin teorik ve pratik alanlarında eğitim vermek, akademi, endüstri, kamu ve özel sektördeki di-

siplinler arası yetişmiş personel ihtiyacını karşılamak ve Biyoenformatik alanında disiplinler arası araştırmayı geliştirmek ve desteklemektir. 2012 itibari ile iki tam zamanlı öğretim üyesi ve yirminin üstünde ilişkili öğretim üyesine sahip olan programa , son üç yılda 25 öğrenci kabul edilmiş ve 5 yüksek lisans derecesi verilmiştir. Program hakkındaki detaylı bilgilere <http://bi.metu.edu.tr/> adresinden ulaşılabilir.

2010 yılında Kadir Has Üniversitesi Hesaplamalı Biyoloji ve Biyoenformatik Yüksek Lisans Programını (<http://fbe.khas.edu.tr/hesaplamali-biyoloji-ve-bioinformatik-yuksek-lisans/program-hakkinda-45.html>) başlatmış, 2011 yılında Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü Biyoenformatik Yüksek Lisans Programı (<http://biotek.ankara.edu.tr/egitim/egitim-rehberi/>) açılmış ama çok yeni olan bu programlar öğretim üyesi açığı ve ilgili öğrenci gibi sorunlarla karşı karşıya olup mezun verecek seviyede aktif hale gelememiştir.

Türkiye’de halen Biyoenformatik alanında doktora derecesi veren bir akademik program bulunmamaktadır. ODTÜ, Koç, Sabancı, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Ankara ve Hacettepe Üniversiteleri gibi kurumlarda Tıbbi Bilişim, Moleküler Biyoloji, Bilgisayar Bilimleri ve İstatistik Bölümlerine bağlı yüksek lisans ve doktora programlarında Biyoenformatik temelli araştırma ve projeler yürütülmektedir. ODTÜ Tıbbi Bilişim Doktora Programı altında sunulan Biyoenformatik Alanı, öğrencilere belirlenmiş bir eğitim programı çerçevesinde Biyoenformatik eğitimi almalarına ve araştırmalarını devam ettirmelerine imkan vermektedir.

ii. Biyoenformatik Lisans Programları

Biyoenformatik eğitiminin lisans seviyesinde sağlanmasına Türkiye’de iki özel üniversite önderlik yapmıştır. Kadir Has Üniversitesi 2010 yılında Biyoenformatik Lisans Programını açmıştır. Bahçeşehir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi altında eğitime başlayan Genetik ve Biyoenformatik Programı ise (<http://www.bahcesehir.edu.tr/akademik/genetik>) 2011 yılında ilk öğrencilerini kabul etmiştir. Programlarda biyoenformatik alanın temel bilgi, kavram ve teorileri hakkında verilen eğitim seçmeli dersler, araştırma ve uygulama imkanları ile de desteklenmektedir.

Eskişehir Anadolu Üniversitesi bünyesinde 2012 yılında kurulan Sağlık Bilimleri Fakültesi’nde 2013-2014 döneminde öğrenci almaya hazırlanan Biyogenetik lisans program müfredatında da biyoenformatik temel derslerinin yer alması planlanmaktadır.

iii. Konferans, Çalıştay, Sertifika Programları ve Diğer Faaliyetler

HIBIT (Sağlık Enformatiği ve Biyoenformatik üzerine Uluslararası Sempozyumu) (<http://hibit2012.ii.metu.edu.tr/>), ODTÜ Enformatik Enstitüsü Sağlık Bilişimi Ana Bilim Bölümü tarafından 2005 den bu yana düzenli olarak düzenlenen uluslararası katılımlı bir konferansdır. Biyoenformatik ağırlıklı olmak üzere, Sağlık Bilişimi, Tıbbi Bilişim ve Hesaplamalı Biyoloji konularında akademisyenleri ve araştırmacıları bir araya getirmekte ve süregelen çalışmaların akademik ortamda sunulmasını sağlamaktadır. Son üç yıldır konferans sunumları IEEE tarafından yayınlanmaktadır. HIBIT çatısı altında çeşitli çalıştaylar düzenlenmektedir. Son dönemde birçok uluslararası araştırmacının katılımı ile öne çıkan “Translasyonel Biyoenformatik Çalıştayı” HIBIT in iki odak konusunu birleştirmekte ve biyoenformatik araştırmalarının klinik ve tıbbi bilişimi alanlarına uygulanması konusunu içermektedir. Ayrıca ISCB (Uluslararası Hesaplamalı Biyoloji Topluluğu) Öğrenci Komitesi Türkiye Bölgesi Sempozyumu ilk kez HIBIT 2012 çerçevesinde uydu sempozyum olarak düzenlenmiştir (<http://www.iscbsc.org/node/475/events>).

Son yıllarda Biyoenformatik konulu sempozyum ve çalıştay sayısında belirgin bir artış gözlenmiştir. Son bir yıl içerisinde yer alan aşağıda sıralanan organizasyonlar kendi alanlarında eksikleri

tamamlamayı amaçlamıştır.

Türkiye Biyoenformatik Topluluğu bünyesinde “Kanser İlaç Araştırmalarında Biyoenformatik Çalıştay” 17-18 Ekim 2011 tarihinde Bilkent Üniversitesi’nde uluslararası davetli konuşmacılar ve birçok ulusal araştırmacının katılımı ile gerçekleştirilmiştir. (<http://www.i-cancer.org/bioinformatics2011>). “TÜBİTAK Strateji Çalıştayları” kapsamında 15-16 Aralık 2011 tarihleri arasında TÜSİDE’de “İleri Genom ve Biyoenformatik Strateji Araştırma Çalıştay” düzenlenmiştir. “Genomiks Çağında Kişisel Tanı ve Tedavilere İlk Adım” adlı çalıştay 20-21 Ocak 2012 tarihlerinde Boğaziçi Üniversitesince gerçekleştirilmiş ve Türk İnsan Genom Projesi’ nin ilk yıl sonuçları bu çalıştayda açıklanıp tartışılmıştır. (<http://turkiyegenomprojesi.boun.edu.tr>). 13-16 Eylül 2012 tarihlerinde Anadolu Üniversitesi Eczacılık Fakültesi tarafından “1. Uluslararası Öngörüşel ve Bireye Özgü Tedavinin Günümüz Modern Tıp ve Eczacılık Pratiğinde Uygulamaları Sertifika Programı (P4 Toplantısı)” başarı ile tamamlanmıştır. McGill Üniversitesi tarafından akreditasyona sahip olan bu sertifika programı bireye özgü tedavi farkındalığının gelişmesine katkı sağlamayı ve farmakogenomik ve P4 klinik uygulamasındaki anlamının tartışılmasının yanı sıra, biyoetik ve açıklığa kavuşturulması gereken benzer konulara dikkat çekmeyi hedeflemiştir (<http://p4certificate.anadolu.edu.tr>)

TÜBİTAK Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Enstitüsü, Biyoenformatik eğitim ve araştırmaları alanında aktif kurumlardan biridir. Gebze Yerleşkesinde düzenlenen “Genom Veri Bankaları ve DNA Dizi Analizi Programları Uygulamalı Eğitimi” (<http://www.mam.gov.tr/urun-hizmet/gmbe-2012-egitim/hgu-biyoinformatik.html>) birçok araştırmacının biyoenformatik ile tanışıp, yöntemleri üstünde eğitimlerine başlamasına öncülük etmiştir.

Bilkent Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Bilgisayar Mühendisliği Bölümlerince desteklenen “Bilkent Biyoenformatik Merkezi” (<http://www.bilkent.edu.tr/~bcbi/index.html>) de değişik üniversitelerde oluşan biyoenformatik araştırma gruplarına bir örnek olarak verilebilir.

Bilkent Üniversitesi öğretim üyelerinin önderliği ile özellikle ODTÜ ve diğer üniversite kurum ve kuruluşlarından araştırmacıların destekleri ile Türkiye’ nin ilk Biyoenformatik odaklı derneği kurulmuştur. Faaliyetlerine halen başlamamış olan dernek, daha çok katılımcıya ulaşip en kısa zamanda alanda Türkiye’ nin bu konudaki ilk ve halen tek derneği olarak etkin bir kurum olmayı planlamaktadır.

Türk Biyoinformatik Topluluğu (<http://tr.wordpress.com/tag/turk-biyoinformatik-grubu>) kurumsal bir kimliği olmasa da Türkiye’de biyoenformatik konusu ile ilgilenen ve çalışanların buluştuğu en aktif internet kaynağı olmuştur. Bu sitenin yanında az sayıda sosyal medya paylaşım ve kişisel blog sayfaları da bulunmaktadır.

b. Biyoenformatik Hizmeti Veren Şirketler

Türkiye’de ticari kimliğe sahip ve Biyoenformatik konusunda araştırma ve geliştirme yapmayı, hizmet vermeyi hedefleyen şirket sayısı günümüzde halen çok sınırlıdır. Bu alandaki boşlukları biyoteknoloji şirketleri kısmen sağlamaya çalışmıştır. 2008 yılında alanda ki bu büyük açığı değerlendiren AG Biyoinformatik Ltd. Şti. Türkiye’nin ilk Biyoenformatik şirketi olarak anılmaktadır. 2008 öncesine kadar biyoteknoloji şirketleri bünyesinde sağlanan analiz, eğitim ve uygulama geliştirme faaliyetlerini halen sürdürmektedirler. HGM Biyoinformatik Ltd. Şti. de aynı dönemde piyasadaki yerini almış ve kurucuları tarafından geliştirilen mikroarray analiz yazılımı ile bu konuda çalışan akademik çevrelere hizmet vermeye başlamıştır. R-Genetik, GENformatik ve Done Genetik şirketleri de yakın tarihlerde kurulmuş diğer biyenformatik şirketleridir. Türkiye’de 2012 itibari ile faaliyetlerine devam eden biyoenfroamitk şirketlerine ait genel bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

AG Biyoinformatik Teknogirişim Ltd. Şti.

Kurum Bilgileri: TÜBİTAK desteğiyle 2008 yılında Bilkent Üniversitesi Ankara Cyberpark Teknoloji Geliştirme Bölgesi'nde faaliyetlerine başlamıştır.

Hizmet alanları:

- Biyoinformatik ve biyoistatistiksel veri analizi
- Deneysel süreçlerin tasarlanması ve yürütülmesi
- Tekli Nükleotid Polimorfizmi (SNP), gen ifadesi (gene expression) ve miRNA (mikroRNA) gibi yüksek işlem hacimli deneysel çalışmalar

Ürünler: Biyoenformatik temel ve uygulama eğitim programları

İletişim: Bilkent Üniversitesi Cyberpark , Cyberplaza C Blok Kat:3 No:25 Çankaya/ANKARA
<http://www.agbiyoinformatik.com/>

HGM Biyoinformatik Ltd. Şti.

Kurum Bilgileri: 2009 yılında “Web tabanlı Mikrodizin İfade Profillemesi Analizi” başlıklı projesine aldığı T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın Teknogirişim Sermayesi Desteği ile kurulmuştur.

Hizmet Alanları:

- PCR temelli genetik analizler: Filogenetik analizler, Mutasyon analizleri (RFLP, ARMS, SSCP, HA, DHPLC, HRM), DNA dizi analizi
- Primer tasarımı: PCR temelli genetik analizler için amaca özgü primerlerin tasarlanması
- Mikrodizin analizleri, Yeni Nesil Sekanslama Yaklaşımları
- Danışmanlık ve araştırma proje yazımı
- Biyoenformatik ve biyoistatistik analiz hizmetleri

Ürünler: “probeCat” ve “reformat” HGM tarafında geliştirilen biyoenformatik uygulamalarıdır.

İletişim: Ankara Üniversitesi Teknoloji Geliştirme Bölgesi B1-07 Gölbaşı/ ANKARA <http://www.hgmbiyoinformatik.com.tr>

R-Genetik Ltd. Şti.

Kurum Bilgileri: 2012 yılında “Genetik Veri Madenciliğinde Kullanılacak Biyoinformatik Analiz Aracının Geliştirilmesi” projesi ile T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın Teknogirişim Sermayesi Desteği'ne hak kazanmıştır.

Hizmet Alanları:

- Genetik Veri Analizi ve Uygulamaları

- Tıbbi Karar Destek ve Analiz Sistemleri
- Veri madenciliği, makine öğrenmesi, istatistiki analiz eğitim ve danışmanlığı

Ürünler: geliştirme aşamasında

İletişim: Üniversiteler Mahallesi, Hacettepe Teknokent. 4. Arge Binası, No:4, Çankaya/Ankara
<http://rgenetik.com/about.html>

GENformatik Ltd. Şti.

Kurum Bilgileri: 2012 yılında “p-SNP kit: İlaç Etkinliği Test Kiti” projesi ile T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’nın Teknogirişim Sermayesi Desteği’ne hak kazanmıştır.

Hizmet Alanları:

- Proje Bazlı Biyoenformatik Ürün Geliştirme
- Genomik Biyobelirteç Tanımlama ve Analizleri
- Genomik Diagnostik Araştırma ve Geliştirme
- Bireye Özgü Tedavi Uygulamaları ve Eksper Sistem Geliştirme

Ürünler: geliştirme aşamasında

İletişim: Üniversiteler Mahallesi, ODTÜ teknopark, Gümüş Blok No:7, Çankaya/Ankara
<http://www.genformatik.com/>

DONE GENETİK Ltd. Şti.

Kurum Bilgileri: DONE Genetik ve Biyoinformatik Limited Şirketi, genomik bilim dalında Türkiye’ye yeni bir bakış açısı kazandırmak amacını taşıyan akademisyen ve profesyoneller ile ortak bir platform oluşturmak amacı ile kurulmuştur.

Hizmet Alanları:

- Biyoinformatik ve biyoistatistiksel veri analizi
- Tekli Nükleotid Polimorfizmi (SNP), gen ifadesi (gene expression) ve miRNA (mikroRNA) gibi yüksek işlem hacimli deneysel çalışmalar
- Proteomik Analizi
- Protein ifadelenmesinin ve fonksiyonlarının tanımlanması
- Yeni Nesil Dizi Analizi

Ürünler: Genetik çalışmaların veri setlerinin analizlerinin yapılabilmesi için kendi istatistik araçları ile hizmet vermektedir.

İletişim: İstanbul Üniversitesi Teknokent Hizmet Binası, Kat:2, No: 215 Avcılar İSTANBUL
<http://www.donegenetik.com.tr/>

3. Durum Değerlendirmesi

Biyoenformatik alanı dünya biyoteknoloji sektöründeki yerini çok önce almış olmasına rağmen Türkiye’de gerek eğitim, gerek araştırma, uygulama ve sektörel anlamda yeni gelişmekte olan bir bilgi teknolojileri alanıdır.

- 1- Akademik alanda Biyoenformatik araştırmaları az sayıda da olsa dünya kalite ve standartları seviyesinde devam etmektedir.
- 2- Araştırma sayı ve alanlarının artırılması için daha çok eğitim kurumunda Biyoenformatik Y.Lisans ve Doktora programları açılmalıdır.
- 3- Biyoenformatik alanında doktora yapan öğrenciler değişik programlar altında eğitim gördüğünden, belli bir biyoenformatik formasyonu almakla beraber, bir akademik programa bağlı olmadıkları için kendi ilgileri, araştırma konuları ve bulundukları kurumun imkanları doğrultusunda edindikleri eğitim ve tecrübeler değişiklik göstermektedir. Aynı öğretim üyesi ile çalışmalarını sürdüren öğrenciler arasında bile belirgin altyapı farklılıkları gözlenebilmektedir.
- 4- Yüksek lisans ve doktora programlarından mezun olan öğrencilerimiz eğitimlerine devam etmek için yurt dışı programları tercih etmektedirler. Az sayıda olan yetişmiş elemanın Türkiye’de kalmaması akademik ve endüstrideki personel açığının devamına sebep olmaktadır.
- 5- Hali hazırda açılmış ve öğrenci kabul etmekte olan lisans düzeyinde biyoenformatik eğitimi sunan programlar çoğunlukla yeni faaliyete geçmiş oldukları için halen mezun vermemişlerdir. Bu programlardan mezun olacak öğrencilerin yüksek lisans programlarına başvurması ve endüstrideki pozisyonlarda istihdam edilmesi eğitim ve araştırmaların daha verimli devam etmesini sağlayacaktır.
- 6- Akademik programların çoğaltılması ve olan programların geliştirilip aktif hale geçirilmesi için gerekli eğitilmiş akademik personel istihdamı sağlanmalıdır.
- 7- Çalışmalarına yeni başlamış olan Turkish Bioinformatics Society daha geniş tanıtım yapmalı ve Türkiye çapında çeşitli üniversite ve kurumlarda biyoenformatik konusunda çalışma yapan tüm araştırmacıları bünyesine almayı amaçlamalıdır. Dernek faaliyetlerinin etkinliği ve araştırmacılarla ortak bir platform oluşturabilmesi açısından kuruluşunu takiben geçen ilk dönemde yapılacak tanıtım, üyelik aktiviteleri ve organizasyonlar önemli bir eşik olacaktır.
- 8- Biyoenformatik hizmeti veren şirketler son 5 sene içinde Türkiye Biyoteknoloji endüstrisi içinde yer almaya başlamıştır.
- 9- Biyoenformatik şirketlerinin genel bir eğilim olarak Teknokentlerde kurulmuş olduğu tespit edilmiştir.
- 10-Biyoenformatik şirketlerinin kurucuları ortak ve çalışanlarının çeşitli üniversitelerin biyoenformatik, biyoistatistik, bilgisayar mühendisliği, biyolojik bilimler ve tıbbi genetik bölüm mezunları ve akademik alanlarda çalışanlarından oluşmaktadır.
- 11-Bu girişimlerin nerdeyse tamamı TÜBİTAK ve/veya Teknogirişim gibi proje bazlı kamu

destekleri ile kurulmuş ve proje bazlı araştırma ve geliştirmeye ağırlık vererek varlıklarını sürdürmektedirler.

- 12-Biyoenformatik odaklı şirketler araştırma proje destekleri ile kurulmuş olsalar da eğitim ve analiz hizmetleri ile ek kaynaklar yaratmaktadırlar.
- 13-Şu anda kendi geliştirdiği ürünleri ulusal veya dünya pazarlarına sunmuş bir şirket bulunmamaktadır. Şirketlerin bu pazarlarda rakabet edebilir hale gelebilmesi için proje ve ürün geliştirme desteklerinin sağlanması ve teşviklerin verilmesi gereklidir.

**Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Sistemi
Kavramlar, Dünyadan Örnekler, Türkiye’de Durum ve Çıkarımlar**

BÖLÜM-4

**BAŞARILI UYGULAMALARDAKİ ORTAK BULGULAR VE
TÜRKİYE İÇİN ÇIKARIMLAR**

Bölüm-4

Kısım-1 Başarılı Uygulamalardaki Ortak Bulgular ve Türkiye Çalıştayı Çıktıları

Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Sistemi
Başarılı Uygulamalardaki Ortak Bulgular ve Türkiye Çalıştayı
Tarih: 23 Kasım 2012
Yer: Cyberpark, Fikret Yücel Toplantı Salonu, Bilkent
Moderatör: Mahmut Kiper

Program

09:30 - 10:00 Açılış ve Tanışma

10:00 - 12:30 “Kavramlar, Dünyadan Örnekler ve Türkiye İçin Çıkarımlar” Sunumları

Bölüm-1 Kavramsal Çerçeve ve Biyoekonomi

Sektörel İnovasyon Sistemi (Mahmut Kiper, TTGV)

Biyoteknoloji: Tanım ve Kapsam (Prof. Hüseyin Avni Öktem, Biyoteknoloji Derneği) Biyoekonomi (Selin Arslanhan Memiş, TEPAV)

Bölüm-2 Dünya’dan Örnekler

Çin (Prof. Nesrin Hasırcı, ODTÜ) İrlanda (Dr. Hakan Özdemir, TTGV) İsrail (Deniz Bayhan, TTGV)

Bölüm-3 Türkiye’de Durum

Sağlık Biyoteknolojisi (Mete Özgürbüz, Biyomedikal Teknolojiler Merkezi)) Endüstriyel Biyoteknoloji (Prof. Fazilet Vardar Sükan, EBİLTEM, Ege Üniv.) Biyoagro (Prof. Dr. Metin Turan, Yeditepe Üniversitesi)

Biyoenformatik (Yrd. Doç. Dr. Yeşim Aydın Son, ODTÜ)

12:30 - 13:00 “Sektörel İnovasyon Sistemi Yapıtaşları İle İlgili Çıkarımlar Çalıştayı” Bilgilendirme (Mahmut Kiper ,TTGV)

13:00 - 14:00 Öğle Yemeği

14:00 - 17:00 “Sektörel İnovasyon Sistemi Yapıtaşları İle İlgili Çıkarımlar Çalıştayı”

I. Bilgi ve Teknoloji Altyapısı

II. Aktörler ve İşbirliği Ağ-yapıları

III. Kurumsal Yapılar, Düzenlemeler, Destekler

IV. Diğer Faktörler

Katılımcılar:

NO	ADI SOYADI	KURUMU
1	Altan KÜÇÜKÇINAR	Ankara Sağlıkta Yenilikçilik Hareketi (Inovankara)
2	Burak YILMAZ	Sentegen Biyoteknoloji Danışmanlık Elektronik Bilişim San. ve Tic. Ltd. Şti.
3	Burçak KOCUKLU	T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Biyoteknoloji Şube Müdürlüğü
4	Bülent İÇGEN	ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü
5	Fadile EZEROĞLU	T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü Ar-Ge Destekleri Daire Başkanlığı
6	Fazilet VARDAR SUKAN	T.C. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Biyomühendislik Bölümü
7	Fusun EYİDOĞAN	Biyoteknoloji Derneği
8	Gülsevim EVSEL	ODTÜ, TEKPOL
9	Hüseyin Avni ÖKTEM	ODTÜ, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü
10	İlke EREN	Türkiye Sağlık Endüstrisi İşverenleri Sendikası (SEİS)
11	Levent MERGEN	DELTAMED Yaşam Bilimleri ve Plazma Teknolojileri AR-GE Sanayi ve Ticaret A.Ş.
12	Mete ÖZGÜRBÜZ	BİYOMEDTEK (Biyomedikal Teknolojiler Merkezi)
13	Metin TURAN	Yeditepe Üniversitesi Genetik ve Biyomühendislik Bölümü
14	Nazife BAYKAL	ODTÜ Enformatik Enstitüsü
15	Nesrin HASIRCI	ODTÜ, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü
16	Onur BENDER	Sentegen Biyoteknoloji Danışmanlık Elektronik Bilişim San. ve Tic. Ltd. Şti.
17	Remziye YILMAZ	Biyoteknoloji Derneği
18	Sadık ÇİÇEKLİ	T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı AB ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü
19	Seda ERDOĞAN	T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Biyoteknoloji Şube Müdürlüğü
20	Seda KUZUCU	T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı AB ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü
21	Selin ARSLANHAN MEMİŞ	Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı (TEPAV)
22	Serap MEMİK	Sentegen Biyoteknoloji Danışmanlık Elektronik Bilişim San. ve Tic. Ltd. Şti.
23	Tufan ÖZ	Biyoteknoloji Derneği
24	Yeşim AYDIN SON	ODTÜ Enformatik Enstitüsü

Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Sistemi Yapıtaşları**I - BİLGİ ALTYAPISI VE TEKNOLOJİLER****Açıklama ve Örnekler**

Bilgi Kümeleri (Temel Araştırmalar, Uygulamalı Arş, Geliştirme ve Entegrasyon, Üretim, MSTQ konularında), Teknoloji Çevrimi (teknoloji tanımı ve edinebilme (transfer edebilme), Kopyalama ve tekrarlar, Yaratıcı kopyalama, Tasarım yeteneği kazanma, Teknolojiyi Özümseme, Teknoloji Geliştirme, Teknoloji Üretme, Teknoloji satışı) ve Kritik Teknolojilerdeki Yetkinlik Düzeyi.

1 - Olması Gerekenler

Cevap aranacak soru: Bilgi değer zinciri ve teknoloji çevrimi perspektifinden bakarak biyo-

teknoloji alanında ‘bilgi kümeleri’ oluşturmak ve ‘teknoloji yetkinliği’ kazanmak için yapılması gerekenler nelerdir?

- (Ör: Biyoteknoloji alanlarında yetkinlik kazanılmak istenen alanların belirlenmesi,
Bunlar için yetenek analizleri ve hedeflerin konulması,
Disiplinler arası özel programların açılması,
Eğitim Programlarına Biyoteknoloji ile ilgili özel alanlar eklenmesi)

2 - Güçlü Yönler

Cevap aranacak soru: Türkiye’nin biyoteknoloji bilgi altyapısı ve teknolojisi konularında güçlü yönleri nelerdir?

- (Ör: Bazı tıp alanlarında dünya ile atbaşı giden ilerlemeler,
Üniversitelerin biyoenformatik ve biyomühendislik bölümlerindeki artış,
Biyoteknoloji alanında bazı alt başlıklarda yetkin araştırma merkezleri.)

3 - Zayıf Yönler

Cevap aranacak soru: Türkiye’nin biyoteknoloji bilgi altyapısı ve teknolojisi konularında zayıf yönleri nelerdir?

- (Ör: Biyoteknoloji alanındaki temel araştırmalara ayrılan yetersiz kaynak,
Biyoenformatik ve Biyoteknoloji alt bölümlerinde yetersiz programlar,
Biyoteknoloji ile ilgili kritik alanlarda Teknolojik yetkinlik haritalarının mevcut olmaması.)

BİLGİ ALTYAPISI VE TEKNOLOJİLER - ÇALIŞTAY BULGULARI:

OLMASI GEREKENLER

Bilgi değer zinciri ve teknoloji çevrimi perspektifinden bakarak biyoteknoloji alanında ‘bilgi kümeleri’ oluşturmak ve ‘teknoloji yetkinliği’ kazanmak için yapılması gerekenler nelerdir?

- Yetkin ve yetişmiş insan gücü
- Güçlü altyapı
- Yeterli finansal kaynak
- Rekabet edebilir odak alt sektörlerin seçimi
- Ar-Ge desteklerine yönelik etki değerlendirme sistemleri
- Belirlenen biyoteknoloji alanlarına özel eğitim programları
- Öncelikli biyoteknoloji alanlarının belirlenmesi
- Ulusal biyoteknoloji stratejik hedeflerinin belirlenmesi
- Ulusal biyoteknoloji koordinasyon sisteminin kurulması
- Toplumsal farkındalık çalışmaları
- Biyoteknolojik ürünlerle ilgili sağlık, emniyet ve güvenlik ile ilgili bilinçlendirme faaliyetleri
- Biyoteknoloji alanına özel veri oluşturma ve verilere ulaşma
- Önceliklendirilmiş alanlarda değer zinciri analizleri
- Klinik tıpçıların çalışmalarda ve organlarda daha çok yer alması
- Medya ve diğer toplu iletişim araçlarının daha yaygın kullanılması

GÜÇLÜ YÖNLER

Türkiye'nin biyoteknoloji bilgi altyapısı ve teknolojisi konularında güçlü yönleri nelerdir?

- Çok iyi eğitim veren üniversitelerin varlığı
- Genç nüfus
- Bazı konularda iyi yetişmiş insan kaynağı
- Zengin doğal kaynaklarımız
- Büyük bir pazarın varlığı
- Gençlerin bilim ve teknolojiye artan ilgisi
- Genetik kaynakların zenginliği
- Misyoner öğretim elemanlarının çokluğu
- Alanla ilgili olması gereken çoğu kurumun varlığı
- Tedarikçi çok sayıda firmanın varlığı
- Devletin bu alana ilgisinin artması
- Çok sayıda ulusal ve uluslar arası desteklerin varlığı
- Giderek güçlenen girişimcilik destek politikaları
- Belirli seviyede bilginin varlığı
- Fikri mülkiyet haklarındaki düzenlemelerle ilgili gelişmeler ve bu konuda artan bilinç

ZAYIF YÖNLER

Türkiye'nin biyoteknoloji bilgi altyapısı ve teknolojisi konularında zayıf yönleri nelerdir?

- Ulusal biyoteknoloji strateji planı eksikliği
- Odak teknolojilerin belirlenmemiş olması
- Teşviklerin izleme mekanizmalarının olmaması
- Kaynakların ve desteklerin kritik kütle yaratamaması
- Çok kötü eğitim veren çok sayıda üniversitenin mevcudiyeti
- Verilerin dağınık olması, açık olmaması ve ulaşılamaması
- Kritik biyoteknoloji alanlarında veri tabanlarının olmaması
- Ulusal biyobankaların olmaması
- Bilginin ticarileşmesi ve ürüne dönüşmesindeki yetersizlikler
- Araştırmacıların hammadde tedarikinde karşılaştığı sorunlar
- Beyin göçü ve tersine beyin göçü için teşvik azlığı
- Bilimsel çalışmaların yeterince patente dönüşmemesi
- Karar vericilerin konu hakkında yeterli bilgi ve yetkinliğe sahip olmaması,
- Mevcut sistemlerin liyakat ve etiğe yeterince önem vermemesi
- Tarafsız değerlendirme ve denetim mekanizmalarının eksikliği
- Biyoteknoloji alanında az sayıda sanayi kuruluşunun varlığı ve yetersiz Ar-Ge çalışmaları
- Hukuki düzenlemelerde yetersizlikler
- Başarılı örneklerin yaygınlaştırılmaması
- Sürdürülebilir ve uzun soluklu mekanizmaların ve destek sistemlerinin olmaması
- Ölçüm-standardizasyon-test ve kalite ile ilgili yetersiz altyapı ve bunların önemli bir bölümünün uluslararası geçerlilikte olmaması

II - AKTÖRLER VE İŞBİRLİĞİ AĞYAPILARI

Açıklama ve Örnekler

Tüketiciler, girişimciler, bilim adamları gibi gerçek kişiler ve firmalar, üniversiteler, kamu ku-

rumları, şemsiye örgütleri ve Ulusal ve Uluslar arası İşbirliği Ağyapıları, Teknoloji Platformları, Kümeler, Teknoparklar

1 - Olması gerekenler

Cevap aranacak soru: Olması gereken başlıca aktörler ve işbirliği ağyapıları nelerdir?

(Ör: OBM, Ar-Ge Konsorsiyumları, Özel Biyoteknoloji Ekonomi Bölgeleri)

2 - Güçlü Yönler

Cevap aranacak soru: Türkiye'nin bu konuda güçlü yönleri nelerdir?

(Ör: Üniversitelerin güçlü klinik tıp bölümleri, Biyoteknoloji alt alanlarında yetkin araştırma merkezleri)

3 - Zayıf Yönler

Cevap aranacak soru: Türkiye'nin bu konuda zayıf yönleri nelerdir?

(Ör: OBM bulunmaması, Biyoteknoloji özelinde Kamu Araştırma Enstitülerinin Yetersizliği)

AKTÖRLER VE İŞBİRLİĞİ AĞYAPILARI - ÇALIŞTAY BULGULARI:

OLMASI GEREKENLER

Biyoteknoloji alanında olması gereken başlıca aktörler ve işbirliği ağyapıları nelerdir?

- Kar amacı gütmeyen özel araştırma merkezleri
- Melek yatırımcılar
- Araştırmaları fonlayan vakıflar, dernekler
- Toplumun/zenginlerin araştırmaya bağış yapma kültürü, yaygınlığı
- Biyoteknoloji ile ilgili çok amaçlı ağ yapıları (pazarlama, araştırma, ara ürün vb.)
- Bölgesel biyoteknoloji araştırma merkezleri
- Girişim sermaye fonu
- Start-up destekleri
- Biyopatent uzmanları
- İşleyen teknoloji transfer ofisleri
- Gen tescil ofisleri
- Bilinçli tüketici
- Biyoteknoloji tanıtım ofisleri
- Disiplinlerarası biyoteknoloji araştırma merkezleri
- Biyoteknoloji konusunda okul öncesinden başlayan bilinçlendirme ve tanıtım ajansları
- Disiplinler arası biyoteknoloji araştırma platformları
- Çok sayıda Spin-off ve spin-out
- Biyoetik üst kurulu ve Etik kurullar (sivil)
- Odak sektörlerle yönelik politik düzeyde birimler ve kurumların varlığı
- Politik düzlemde lobi ve bilgilendirme yapıları
- Parlemantoda biyoteknoloji odaklı çalışma grubu
- Şirket işbirlikleri
- Üniversite-sanayi-kamu işbirlikleri

- Uluslararası işbirlikleri
- Yatırımcı ve girişimci buluşmaları
- Biyo kümeleşmeler
- Ortak laboratuvar ve kullanım alanları
- Akredite ve referans laboratuvarlar
- Biyoteknoloji odaklarının oluşması (Özel endüstri bölgeleri gibi)
- Özelleşmiş alanlarda biyoparklar
- Yararlanıcı talepleri ve beklentileri ile ilgili sivil örgütlenmeler
- Ara ürünlerin geliştirilmesinde son kullanıcıların da temsil edilmesi

GÜÇLÜ YÖNLER

Türkiye'nin biyoteknoloji alanındaki aktör ve işbirliği ağyapıları ile ilgili güçlü yönleri nelerdir?

- Artan girişimcilik ve startup destekleri
- Bölgesel ajansların oluşması
- Teknoparkların varlığı
- Giderek artan Spin-of, spin-outlar
- Etik kurulların kurulmuş olması

ZAYIF YÖNLER

Türkiye'nin biyoteknoloji alanındaki aktör ve işbirliği ağyapıları ile ilgili zayıf yönleri nelerdir?

- Kar amacı gütmeyen özel araştırma merkezlerinin bulunmaması
- Çok az sayıda melek yatırımcı
- Araştırmaları fonlayan vakıf ve derneklerin olmaması
- Toplumun/zenginlerin araştırmaya bağlı yapmaya alışkın olmaması
- Bölgesel araştırma merkezleri sayısındaki yetersizlik
- Akredite laboratuvarlar/referans laboratuvarlarının azlığı
- Girişim sermaye fonu yetersizliği
- Biyo patent uzmanlarının sayısındaki azlık
- Fonksiyonel teknoloji transfer ofislerinin çok az olması
- Gen tescil ofislerinin olmaması
- Tüketicilerde bilinç eksikliği
- Biyoteknoloji alanında kurumlararası koordinasyon ve senkronizasyon eksikliği
- Kurumlara olan güven eksikliği
- Kurumlararası ortak çalışma zaafiyetleri
- Biyokümeleşme konusunda nitel ve nicel yetersizlikler
- Alana özel ileri üretim teknoloji odaklı firma sayısındaki azlık

III - KURUMSAL YAPILAR, DÜZENLEMELER, DESTEKLER

Açıklama ve Örnekler

Örnek Alt Başlıklar: FMH, Uygunluk Değerlendirme, Kanun, Yönetmelik, Sektöre Özel Finans Programları, Girişimcilik, Kamu Politika ve Programları, Destek Programları vb.

1 - Olması gerekenler

Cevap aranacak soru: Biyoteknoloji sektörel inovasyon sisteminde olması gereken başlıca

kurumsal yapılar, düzenlemeler ve destekler nelerdir?

(Örneğin: Biyoteknoloji Kurumu, Özel Biyoteknoloji Ekonomi Bölgeleri Yasası)

2 - Güçlü Yönler

Cevap aranacak soru: Kurumsal yapılar, düzenlemeler ve destekler bakımından Türkiye'nin güçlü yönleri nelerdir?

(Ör: FMH'da yeni patent yasası, Patent destekleri)

3 - Zayıf Yönler

Cevap aranacak soru: Kurumsal yapılar, düzenlemeler ve destekler bakımından Türkiye'nin zayıf yönleri nelerdir?

(Ör: Biyoteknoloji konusuna özel yeterli kurumsal yapılanmanın olmaması, Biyoteknoloji güvenlik, emniyet ve sağlık analizleri amaçlı uluslararası geçerli analiz ve belgelendirme sistem eksikliği)

KURUMSAL YAPILAR, DÜZENLEMELER, DESTEKLER – ÇALIŞTAY BULGULARI

OLMASI GEREKENLER

Biyoteknoloji sektörel inovasyon sisteminde olması gereken başlıca kurumsal yapılar, düzenlemeler ve destekler nelerdir?

- Düzenlemelerin gelişmelere ayak uydurabilecek şekilde revizyonları
- Kamu tedariğinde biyoteknoloji ürünlerine pozitif ayrımcılık yapılması
- Kamu tedariğinde kaliteli, güvenli yerli alımların desteklenmesi
- Biyoteknoloji ile ilgili dalların mezunlarının meslek tanımlarının yapılması
- Sağlık Sanayi Müsteşarlığı kurulması ve bu yapı tarafından Savunma Sanayi Müsteşarlığı benzeri destek yaklaşımının tasarlanması
- Genetik kaynakların korunması amaçlı yapıların kurulması
- Disiplinler arası eğitimler/araştırmalar için enstitüler oluşturulması
- Disiplinler arası çalışmalara özel destekler sağlanması
- Biyo girişimciler için eğitim/mentör vs. desteklerin tasarlanarak devreye alınması
- Kamu ve AB Destek programlarında bu alana özel ilgi gösterilmesi
- Temel bilimlerden başlayacak büyük proje desteklerinin devreye alınması
- Tanıtımda biyoteknolojik avantajlarımızın öne çıkarılması
- Biyo kaçakçılığın önlenmesi amaçlı düzenlemelerin hayata geçirilmesi
- Hastanedeki sağlık verilerine ulaşılabilirlik ile ilgili mevzuatların olması
- Alana özel ür-ge ve üretim geliştirme (ürt-ge) desteklerinin yürürlüğe geçirilmesi
- Ulusal enstitülerin olması
- Sosyal hizmet ve rehabilitasyon altyapılarının olması
- Biyoteknoloji alanlarına özel esnek düzenlemeler yapılması
- Alana özel regülasyon ve standartizasyon çalışmalarının hayata geçirilmesi
- Mevcut ar-ge desteklerinde bu alan özel destek çağrıları yapılması
- Biyoteknoloji şemsiye kuruluşlarına yönelik desteklerin kurgulanması

GÜÇLÜ YÖNLER

Kurumsal yapılar, düzenlemeler ve destekler bakımından Türkiye'nin güçlü yönleri nelerdir?

- Türkiye Tohum Gen bankasının oluşturulmuş olması
- Biyo Güvenlik Kurulu ve Kanunu'nun varlığı

ZAYIF YÖNLER

Kurumsal yapılar, düzenlemeler ve destekler bakımından Türkiye'nin zayıf yönleri nelerdir?

- Olması Gerekenler Kısmında belirtilen Unsurların pek çoğunun mevcut olmadığı değerlendirilmesi yapılmıştır.

IV - DİĞER FAKTÖRLER

Açıklama ve Örnekler

1 - Olması gerekenler

Cevap aranacak sorular: Kurumsal yapılar, destek ve düzenlemeler, aktörler ve bilgi altyapısı ve teknolojiler dışında güçlü bir Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Sistemi için ülkemizde daha başka hangi hususlarda gelişmeler olmalıdır?

(Örneğin: Diğer Sektörlerle ilişkiler ve Disiplinlerarası Çalışma Sistemleri, Füzyon Teknolojileri, Geleceğe Yönelik Strateji Dokümanlarının Varlığı, Toplumsal Beklenti Analizleri, İnsan Kaynağı Planlaması, Kesişim Alanlarında Ortak Yapılanmalar - Biyoenformatik gibi)

2 - Güçlü Yönler

Cevap aranacak soru: Diğer faktörler alanında Türkiye'nin güçlü yönleri nelerdir?

(Ör: Özellikle Biyoenformatiğe ülkemizde de giderek daha fazla önem verilmesi)

3 - Zayıf Yönler

Cevap aranacak soru: Diğer faktörler alanında Türkiye'nin zayıf yönleri nelerdir?

(Ör: Biyoteknoloji ile ilgili Toplumsal Bilgi ve Aydınlatma sistemleri eksikliği, Ulusal Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Strateji Dokümanı olmaması)

DİĞER FAKTÖRLER - ÇALIŞTAY BULGULARI:

OLMASI GEREKENLER

Kurumsal yapılar, destek ve düzenlemeler, aktörler ve bilgi altyapısı ve teknolojiler dışında güçlü bir Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Sistemi için ülkemizde daha başka hangi hususlarda gelişmeler olmalıdır?

- Biyoteknoloji konusunda politik sahiplik
- Dünyadaki gelişmelerle ve geleceğe yönelik beklentilerle ilgili öngörü ve strateji raporları oluşturulması, paylaşılması ve bunlara göre pozisyon alınması
- Biyoteknoloji öngörüsü çalışmalarının yapılması/güncellenmesi

- Biyoteknolojinin ekonomik ve sosyal etkilerinin incelenmesi ve toplumla paylaşılması
- Alandaki inovasyonu özendirici faaliyetler ve yarışmaların çoğalması
- Geleneksel ve ülke ekonomisi için önemli sektörlerde biyoteknoloji uygulamaların artırılması için teşvikler tasarlanması
- Ülkeye ve alana özel “National Geographics” gibi medya iletişim araçlarının devreye alınması
- İlk ve orta öğretim ders programlarında biyoteknoloji ile ilgili konuların ağırlığının artırılması
- Yetenek avcılığı ve onlara uygun ortamın yaratılması
- Üniversitelerin Temel Bilimlerle ilgili bölümlerine ilgiyi artırıcı yaklaşımlar
- Biyoteknoloji firmaları için ortak ve yeni pazar çalışmaları yapılması, bu konuda ihracatın teşvik edilmesi
- Biyo güvenlik ile ilgili kurum ve düzenlemelerin etkin hale getirilmesi
- Biyoteknoloji konularında yerli ürünlerin kullanılmasına ilişkin güven ve ilginin artması amacıyla çalışma ve programlar oluşturulması
- Toplumda biyoteknoloji ile ilgili teknolojik yeniliklere yatkınlık ve talep yaratmaya yönelik tanıtım projelerinin hayata geçirilmesi

GÜÇLÜ YÖNLER

Diğer faktörler alanında Türkiye'nin güçlü yönleri nelerdir?

- Türkiye'nin jeopolitiği ve bölgedeki önemli pozisyonu
- Biyoteknoloji alanında inovasyonu özendirici faaliyetlerin / yarışmaların giderek artması
- Biyoenformatik alanında lisans ve lisansüstü bölüm ve programların çoğalması
- T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından kabul edilen Türkiye Sanayi Stratejisi Belgesinde (2011-2014 AB Üyeliğine Doğru) sanayi sektörlerinde biyoteknolojinin kullanımını destekleyen bir eylemin yer alması,
- T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bünyesinde nanoteknoloji, biyoteknoloji gibi kilit öneme sahip teknolojilerde ulusal stratejilerin hazırlanmasına yönelik çalışmaların başlatılmış olması
- Türkiye'nin son dönemlerde diğer ülkelerle Ar-Ge işbirliklerindeki artışa paralel olarak biyoteknoloji alanında gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerle işbirliği imkanlarının artmış bulunması
- Özellikle klinik tıp ve bazı yaşam bilimleri odaklı araştırmaların varlığı.

ZAYIF YÖNLER

Diğer faktörler alanında Türkiye'nin zayıf yönleri nelerdir?

- Olması Gerekenler Kısımında belirtilen unsurların pek çoğunun mevcut olmadığı değerlendirilmiştir.

Bölüm-4

Kısım-2 Türkiye için Çıkarımlar

Türkiye İçin Bulgular ve Çıkarımlar

23 Kasım 2012 tarihinde gerçekleştirilen “Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Sistemi - Başarılı Uygulamalardaki Ortak Bulgular ve Türkiye Çalıştayı”nda yapılan sunumlarda öne çıkarılan unsurlar ve çalıştayda ortaya çıkan bir önceki bölümde sunulan bulgular değerlendirildiğinde, “Türkiye Biyoteknoloji Sektörel İnovasyon Sistemi” ile ilgili kritik görülen saptamalar ve çıkarımlar aşağıda sunulmaktadır:

- Pek çok ülkede genelde biyoteknoloji sektörü, özelde de odak alt sektörleri kurma çalışmaları halen devam etmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde biyoteknoloji sektörünün dönüşümünü desteklemek için “sektörel bir inovasyon sistemi” tasarımı gerçekleştirilmekte ve buna göre hareket edilmeye çalışılmaktadır. İnovasyon sistemi tasarımına da uygun şekilde, biyoteknoloji programlarının çok sayıda kurumun işbirliği ile çalışan sistemik bir yapıdan oluştuğu gözlenmektedir. Bu kapsamda ülkelerin ulusal biyoteknoloji programları; kamu kurumları, bağımsız yatırım ve teknoloji geliştirme kurum ve kuruluşları, araştırma kurumları, üniversiteler, biyoinkübatörler ve biyoteknoloji endüstrisi için belirlenmiş rol ve sorumluluklar dâhilinde kapsamlı bir içerikte sürdürülmeye çalışılmaktadır. Tahmin edileceği gibi, ülke biyoteknoloji programlarının temel vizyonu, bilimsel çalışmaların stratejik düzeyde ve küresel ölçekte ticarileşmesine dayandırılmaktadır. Ülkemizin de en geniş çerçevede konuyu bu şekilde ele alması yararlı görülmektedir.
- Küresel eğilimler ve mevcut potansiyeller ışığında somut analizlere dayalı biyoteknoloji alanındaki odak alt sektörlerin değer zinciri yaklaşımı ile rekabet gücü elde edilebilecek şekilde seçimi ve önceliklendirilmesi, Türkiye’nin büyüyen biyoekonomide kendine niş alanlar yaratabilmesi için kritik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.
- Bir önceki maddenin devamı olarak, belirlenen odak alt sektörler için orta ve uzun vadeli strateji ve yol haritalarının bu konularda taraf olacak tüm kesimlerin katılımı ile hazırlanması ve devreye alınması diğer bir gereklilik olarak ifade edilmektedir.
- Teşviklerin, destek programlarının ve işbirliklerinin de belirlenen öncelikli alanlara pozitif ayrımcılık yapacak ve yol haritalarını mümkün kılacak şekilde yeniden yapılandırılması yararlı görülmektedir.
- Pek çok ülkede örneği ve yararları görülen, tüm tarafların temsil edildiği Ulusal Biyoteknoloji Komitesi’nin kurulması önemli bulunmaktadır.
- Yukarıda sayılan çalışma ve yapılanmalara da destek sağlayabilecek şekilde Biyoteknoloji alanında faaliyet gösteren üniversiteler, araştırma merkezleri, şirketler ve kamu kurumları arasında bilgi paylaşımının ve işbirliği imkanının olabileceği bir biyoteknoloji portalının kurulması değerli çıktılar sağlayabilecektir.
- Biyoteknoloji alanında, özellikle seçilen önceliklere ağırlık verilen şekilde geleceğe yönelik bir ulusal ajanda oluşturulması ve periyodik olarak güncellenmesi pek çok yönüyle belirlenen hedeflere uygun sonuçlar verebilecektir.
- Geleceğe yönelik planlamalarda alandaki uluslararası kuruluşlarca ya da gelişmiş ülkelerce yapılan öngörü ve strateji raporlarındaki eğilim ve değerlendirmelerin dikkate alınmasının önemli ve gerekli olduğu, ancak ülkemiz koşullarına uyarlanarak tüm taraflarca kabul gören ve içselleştirilebilen planlamaların başarı şansının daha yüksek olacağı değerlendirilmektedir.

- Planların başarısının uygulamaya, uygulamaların başarısının da ölçme-izleme-değerlendirmeye bağlı olduğu hatırlanarak, değişik seviyelerde yeterli ölçme ve etki değerlendirme mekanizmalarının gerekliliği açıktır.
- Belirlenen odak alt alanlarda temel araştırmalardan başlayarak, teknolojinin doğrulanma testlerine kadar giden döngüyü mümkün kılacak Üniversite, Kamu Araştırma Merkezleri ve Test Yapılarının kurulmasının önünü açacak destekler ve bu desteklerle hayata geçecek biyoteknoloji alanında mükemmeliyet merkezleri ile ihtisas alanları oluşturularak uzmanlar bünyesinde odak çalışmaların gerçekleştirilmesi önemli görülmektedir.
- Biyoteknoloji Sektörüne özel teknoloji tabanlı kuluçkalıklar, teknoloji transfer ofisleri ve biyopatent yapıları ile bu konularda uzmanlaşmış eleman gereksinimini destekleyecek programların tasarlanması gerekli bulunmaktadır.
- Alanın ihtiyaç duyacağı nitelikli insan gücü için planlama ve üniversitelerde programlar açılması sağlanmalıdır.
- Biyoteknoloji konusunda toplumda var olan bilgi ve farkındalık eksikliğini ortadan kaldırmak için toplumsal bilinçlendirmeye yönelik çalışmaların artırılması ve ilköğretimden başlayarak eğitim müfredatına biyoteknoloji ile ilgili kazanımların eklenmesi kültürel gelişme için faydalı görülmektedir.
- Ülkeler her zaman öncü araştırma alanında faaliyet gösteren daha fazla sayıda firmaya ihtiyaç duyar. Diğer taraftan pek az ülke küresel ölçekte öncü büyük firmaya sahiptir. Bu nedenle özellikle odak konularda çokuluslu ve/veya yabancı yıldız firma ve yatırımları ülkeye çekecek teşvikler olması ve anlaşmalar yapılması önemlidir. Yıldız firmaların yatırım yapması ile ülkede ihtiyaç duyulan teknoloji birikimi ve böylece öncü araştırmalar yapabilen start-up sayısının artması yönünde önemli etkiler yaratılabilecektir.
- Alana özel kümeleşmeler ve benzeri işbirliği ağyapıları uluslararası işbirliklerini de içerecek şekilde teşvik edilmelidir.
- Biyoteknolojik gelişmelerin bilimsel temelli ve temel araştırmalarla yakın ilişkisi dikkate alındığında, ülkemizde eksikliği hissedilen ve giderek öğrenci tercih sıralarında arkaya düşen temel bilimler konularına ilgiyi artıracak önlemler alınması kritik bir gereklilik olarak görülmektedir. İlave olarak, temel araştırmalara düzenli bir artışla daha fazla kaynak ayrılması da diğer önemli bir unsur olarak öne çıkmaktadır.
- İdari düzenleme ve teknik regülasyonlar gelişmeleri engelleyici değil, mümkün kılan yapılarda olmalıdır. Düzenleyici, destekleyici ve denetleyici kurumlar arasındaki koordinasyon ve senkronizasyon diğer unsurların önünü açan özellikleri nedeniyle üst seviyede önemlidir. Özellikle teknoloji geliştirme ve yönetimi, yenileşim hukuku (fikir hakları, mevzuat vs) ve finansmanı konularında yetkinlik dağılımımızın zenginleşmesi için gerekli yatırımlar ve destekler yanında, düzenleyici ve denetleyici kurumların da benzer bakış açılarına sahip olmaları önemli görülmektedir.
- Biyoteknoloji özelliği nedeniyle diğer sektörlerden daha fazla disiplinler arası işbirliği ve Ar-Ge yaklaşımı gerektirmektedir. Bu amaçla hem kurumlar arası hem de farklı disiplinleri bir araya getirecek proje desteklerine önem verilmelidir. Biyoteknoloji alanının savunma sanayi gibi çok kullanımlı ve diğer sektörlerle sızama potansiyeli olan bir alan olduğu göz önünde bulundurularak, savunma sektöründe giderek başarısı kanıtlanan çok katımlı bü-

yük platform projeleriyle Ar-Ge'ye dayalı tedarik yaklaşımının bu alanda da benimsenmesi ve bu sistemi destekleyen Savunma Sanayi Müsteşarlığı benzeri Sağlık Sanayi Müsteşarlığı oluşumu çalıştayda altı çizilen öneriler arasında yer almıştır.

- Bu alandaki riskler ve potansiyeller gözetilerek girişim, risk ve benzeri daha çok ve büyük hacimde sermaye kaynaklarının varlığı gerekli görülmektedir.
- Genellikle Ar-Ge programları ile desteklenen basamak 'buluş' kısmı olmakta, ancak üretim zincirini oluşturma ve pazara çıkma kısmı yeterli desteği bulamamaktadır. Destek yaklaşımlarında değer zinciri analizlerinin yapılarak eksik halkaların da güçlendirilmesi gözetilmelidir.
- Ülkeler insan kaynakları kapsamında 'yetenek havuzu'nu büyütmektedirler. Ancak yetişmiş elemanların çoğunun araştırmacı ve bilim insanları olduğu, bunların da ülkelerinde uygun ortamlar bulamadıkları zaman yurtdışına gittikleri bilinen bir gerçektir. Pek az sayıda ülke beyin göçünü tersine çevirmeyi başarmıştır. Beyin göçünü tersine çevirmeyi sağlayacak programlar tasarlanması önemli görülmektedir.
- Sektöre Ar-Ge desteği sağlayan kurumların desteklenen projeleri kamuya açık veri tabanlarında aramaya uygun portallar şeklinde duyurmaları hem bu yöndeki uygulamaları teşvik edici, hem de tekrarları önleyici özellikleriyle büyük katkı sağlayabilecektir. Bu ve benzeri veri tabanlarının oluşması ve bunlara ulaşımın mümkün olması çok değerli işbirliklerine ve araştırmalara fikir kaynaklığı da yapabilecektir. Mevcut durumda ülkemizdeki önemli sorunlardan olan verilerin ulaşılabilirliği ile ilgili kural ve sistemlerin geliştirilmesi yararlı görülmektedir.
- Türkiye'de bazı üniversitelerde biyoteknoloji alanında çok yetkin bir eğitim verilirken, pek çok üniversitede bu alanda oldukça yetersiz bir eğitimin varlığı gözlenmektedir. Bu nedenle lisans ve lisansüstü eğitimde kalitenin yükseltilmesi önemle vurgulanmıştır.
- Biyoteknoloji ile ilgili gelişmelerin derin bilgi odaklılığı ve bu süreçlerde üniversitelerin rolleri dikkate alınarak, ülkeye ve bu konuya özel üniversite-sanayi işbirliği sistem ve modellerinin geliştirilmesi ve sabırla desteklenmesinin gerekliliği belirtilmiştir.
- Biyoteknoloji alanında uluslararası düzeydeki program, proje ve çalışmalarda Türkiye'nin aktif olarak yer alması ve bu kapsamda ikili ve çoklu işbirliği anlaşmaları ile biyoteknoloji projeleri ve faaliyetlerinin yürütülmesi pek çok yönden yararlı görülmektedir.
- Biyoteknoloji alanındaki gelişmelerin toplumsal beklentiler ve tüketici taleplerinden çok etkilendiği açıklanarak, bilinçli tüketiciler ve toplumsal talepler ve daha iyisini talep eden hastalar için bilinçlendirme odakları ve araçları geliştirilmesinin önemi vurgulanmıştır.
- Biyoteknoloji konusunda farkındalık yaratmak amacıyla üniversitelerde biyoteknoloji çalışmalarını teşvik edecek yarışmaların düzenlenmesi, üniversite-sanayi-kamu kesiminin bir araya geleceği bilimsel biyoteknoloji etkinliklerinin düzenlenmesi alanın öneminin artmasına katkıda bulunacaktır.
- Biyoteknoloji sektörü pek çok konuda hayatımızı iyileştirecek gelişmeler ve umutlar vaat ederken, gelişmelerde çevre ve insan sağlığı, emniyeti ve güvenliği ile ilgi de pek çok bilinmezi barındırmaktadır. Bu nedenle biyogüvenlik ve etik ile ilgili kurumlar ve çalışmalara ağırlık verilmesi gerekmektedir.

- Alana ilişkin hemen tüm sistem ve desteklerde liyakat ve etik hususlarını esas alan uygulamaların öneminin altı çizilmiştir.
- Biyoteknolojinin sağlığa ve çevreye olan etkisini ölçme yöntemlerinin geliştirilmesi, biyoteknoloji uygulamalarına yönelik risk değerlendirmesi modellerinin oluşturulması ve söz konusu çalışmaların konuyla ilgili tüm paydaşların katılımıyla gerçekleştirilmesi için sistemlere olan gerekliliğin önemi belirtilmiştir.



TTGV - Merkez
Cyberpark Cyberplaza
B-Blok Kat:5-6
Bilkent 06800 ANKARA
Tel: (312) 265 02 72
Faks: (312) 265 02 62

TTGV İstanbul Ofisi
İTÜ Ayazağa Yerleşkesi
Arı Teknokent Arı II Binası
Koruyolu A Blok Kat:7
Maslak-Sarıyer İSTANBUL
Tel: (212) 276 75 60
Faks: (212) 276 75 80

info@ttgv.org.tr
www.ttgiv.org.tr

