

HAYVANCILIK ve VETERİNER HEKİMLİKTE GEN TEKNOLOJİLERİ ve BİYOTEKNOLOJİ

Nevzat YURDUSEV*

This article discusses, scientific and economic effects of the modern biotechnology that are considered as a miraculous technology on veterinary medicine and livestock productions. The infrastructure of the modern biotechnology in Turkey has been compared with the infrastructure in the world. The author suggests that the modern biotechnology in Turkey in the field of veterinary sciences and livestock productions should be oriented in the diagnosis and vaccination researches and in the development of related products.

Hayvancılık ve veteriner hekimlikte "Gen Teknolojilerinin" günümüzde ulaştığı boyutları, bu yazıda "Modern Biyoteknoloji" çerçevesinde ele alınacaktır. Bunun temel nedeni, biyoteknolojinin hayvancılık ve veteriner hekimlikte çok geniş bir uygulama alanına sahip olması ve ülkemizde var olan altyapı (üniversiteler, araştırma kurumları ile kamu ve özel sektör üretim birimleri ve çeşitliliği), yetmişmiş insan gücü ve uygulanabilir Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) potansiyeli sayesinde geniş bir "bilimsel-teknolojik-ekonomik" faaliyet alanının yaratılabilir olmasıdır.

Tarihsel olarak iki aşamada gelişen Genetik Bilimi günümüzde Gen Teknolojisi olarak adlandırılan faaliyet alanının temelini oluşturmaktadır. Bilindiği gibi, Genetik Biliminin başlangıcı ve gelişim sürecinde üzerinde en çok araştırma yapılan canlılar bitkiler ve hayvanlar olmuştur. Renk, boy, ağırlık gibi gözle görülebilen dış özellikleri (fenotip) konu alarak gelişen "Geleneksel Genetik Bilimi", fenotipik kalıtsal özelliklerin DNA molekülleri zincirlerinden oluşan genler tarafından belirlendiğinin tespit edilmesiyle "Moleküler veya Modern Genetik Bilimine" dönüşmüştür. Modern Genetik Bilimi esas olarak "Moleküler Biyoloji" temeli üzerinde gelişmiştir. Geniş anlamı ile Moleküler Biyoloji, canlı bir organizmanın sahip olduğu genlerin moleküler özellikleri ile bu genlerin kodladığı protein ve hormonlar gibi diğer hayati işlevsel molekülleri ve birbirleriyle etkileşimlerini inceleyen bilim dalıdır. Binlerce molekülün birbirleri ile etkileşmesiyle süregelen hayatiyet son derece karmaşık proseslerden oluşmaktadır. Bu hayati fonksiyonların mekanizmalarını ve bileşenlerini aydınlatmaya yönelik Moleküler Biyolojiye dayalı temel bilimsel araştırma sonuçlarının

* Doç. Dr. Veteriner Hekim, Kalite Yönetim ve AR-GE Sorumlusu, B.I.G. Biyoteknoloji ve Genetik San. Tic. AŞ, Tuzla/İstanbul - E-mail: nyurdusev@turk.net

küçüklü büyüklü endüstriyel ve teknolojik uygulamaları "Gen Teknolojileri" olarak adlandırılan yeni bir faaliyet alanını ortaya çıkarmıştır.

70'li yıllardan başlayarak günümüze baş döndürücü bir hızla gelen ve çok önemli bir devrim niteliğinde olan modern genetik ve gen teknolojileri gelişimini 2. Dünya Savaşı'nın ertesinde yapılan önemli temel bilimsel buluşlara borçludur. Kalıtsal karakterlerin biyokimyasal bazını DNA'nın (Deoksiribonükleik Asit) oluşturduğu 1944 yılında O.T. Avery ve DNA molekülünün bir çift polinükleik asit zincirinden oluştuğu ve bu zincirlerin birbirleri üzerinde dolanarak sarmal bir yapıyı meydana getirdiği 1953 yılında J.D. Watson ve F.H.C. Crick tarafından ortaya konulmuştur. 1960'lı yıllarda M.W. Nirenberg ve H.G. Khorana, bir DNA zinciri üzerinde bulunan nükleik asitlerin sırasının kuşaktan kuşağa geçen kalıtsal bilgiyi taşıdığını ve üç nükleik asidin proteinlerin temel taşı olan amino asitlerden yalnızca bir tanesini kodladığını ortaya koymuşlardır.

Bu temel bilimsel buluşlar üzerinde hızlanarak gelişen çalışmalar, 70'li yıllarda önemli moleküler biyoloji metotlarının bulunmasına yol açmıştır. Bu metotların uygulanmasına yönelik olarak geliştirilen teknolojik araçlar ve cihazlar bu gelişmelere önemli katkılarda bulunmuştur. Bunlar arasında en kayda değerleri olanları şunlardır: i) DNA zincirlerini kesebilen enzimler, ii) RNA moleküllerinden bir geni oluşturan cDNA eldesini sağlayan enzimler, iii) plazmid veya bakteriyofaj gibi vektörlere yabancı genlerin aktarılması veya klonlanması ve iv) genleri oluşturan nükleik asit dizinlerini okuma metodunun geliştirilmesi. Yukarıda sayılanlarla birlikte, burada sözü edilmeyen çok çeşitli metotlar ve geliştirilen reaktifler, araçlar ve cihazlar sayesinde önemli temel bilimsel çalışmalar gerçekleştirildi. Bu çalışmalar sonucu elde edilen bilgi birikimi küçük, orta ve büyük ölçek endüstriyel kuruluşların ve tamamen yeni ürünlerin gün ışığına çıkmasına neden oldu. Böylece, 21. ve gelecek yüzyıllara damgasını vuran "Modern Biyoteknoloji" yeni bir "bilimsel-teknolojik-ekonomik" faaliyet olarak günlük yaşamımıza girdi.

Modern Biyoteknoloji

Biyoteknoloji mikroorganizmaların fermentasyon potansiyellerinden yararlanılarak elde edilen ürünlerden (yoğurt, peynir, antibiyotik vb) gen tedavisi ve canlıların kopyalanmasına kadar uzanan geniş bir kavramdır. Biyoteknoloji canlı organizmaların veya canlılığın moleküler temellerini oluşturan mekanizmaları ve yan veya son ürünleri kullanarak geliştirilen metotları ve ürünleri kapsayan bir teknoloji alanıdır. İnsanlık tarihiyle eşdeğer bir geçmişe sahip olan geleneksel biyote-

knoloji, son elli yılda Moleküler Biyoloji, Genetik, İmmünoloji ve vücut dışında Hücre kültürü alanlarında gerçekleşen bilimsel ilerlemeler sayesinde yepyeni bir anlam ve önem kazanmıştır. Bu nedenle biyoteknolojiyi “geleneksel biyoteknoloji” ve “modern biyoteknoloji” olarak ikiye ayırmak uygun olacaktır.

Geleneksel Biyoteknoloji ile Modern Biyoteknoloji bir çok açıdan temel farklılıklar içermektedir. Geleneksel Biyoteknoloji doymuş ve oturmuş bir teknoloji; Modern Biyoteknoloji ise “moleküler biyoloji” bilimsel araştırma ve altyapısına bağımlı, yenilikçiliğe (innovasyon) açık ve çok hızlı gelişen, potansiyeli sınırsız bir teknolojidir. Modern biyoteknoloji özellikle transgenik bitkilerle ülkelerin geleneksel tarım ekonomilerini derinden etkileyebilecek bir noktaya gelmiştir. Modern biyoteknolojinin beşeri hekimlikteki uygulamaları ise, ekonomik kıstaslarla ölçülemeyecek kadar değerli olan insan sağlığının korunmasında önemli katkılarla büyüyerek devam etmektedir. Diğer türlerin genleri aktarılarak elde edilen Transgenik mikroorganizmalar ise “hücre fabrikalar” (*cell factories*) olarak önemli ekonomik ve ekolojik rol oynamaya başlamışlardır. Bir kaç yıl içinde ülke kapılarına dayanması beklenen bir diğer ekonomik ürün grubu, transgenik hayvanlar ve bunlardan elde edilen ürünler olacaktır.

Bilişim teknolojisi ile birlikte 21. yüzyılda insanlığın refahında en önemli katkısı sağlaması beklenen “modern biyoteknoloji”, moleküler biyoloji metodlarının immünoloji, mikrobiyoloji, embriyoloji, patoloji ve genetik gibi alanlara uygulanması sonucu ortaya çıkan yeni teknolojileri içermektedir. Bu yeni teknolojiler arasında en yaygın olanları ve kullanım alanları aşağıda, Tablo 1’de görülmektedir. Bu tabloda adı geçenler modern biyoteknolojiyle elde edilenlerin yalnızca küçük bir kısmını temsil etmektedirler.

80’li yıllarda laboratuvar ölçek üretimden başlayan biyoteknolojik ürünler günümüzde endüstriyel ölçek üretim boyutuna ulaşmıştır. Değişik sektör gereksinmelerine göre yapılan endüstriyel ölçek biyoteknolojik üretim yeni bir sanayi kolu olan Biyoteknoloji endüstrisini yarattı. Biyoteknoloji endüstrisi dünya pazarının 2000 yılında 60 milyar dolarlık bir büyümeye ulaşması, önümüzdeki yıllarda bu endüstrinin ne denli büyük boyutlara ulaşma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Enerji, kimyasal maddeler, çevre ve metal eldesi gibi sektörler dışında gıda, tarım ve sağlık sektöründeki dünya biyoteknoloji pazarının büyümesi yaklaşık 30 milyar dolar civarında olmuştur.

Modern biyoteknolojide en hızlı büyüme hızına sahip olanlardan biri “protein biyoteknolojisidir”. Bitki, hayvan veya mikroorganizmalar aracılığı ile saflaştırılan veya üretilen spesifik proteinler çeşitli amaçlar

için kullanılmaktadır. Bu alandaki atılımın en önemlisi rekombinant DNA teknolojisi ile üretilen rekombinant tedavi proteinleri (insülin, büyüme hormonu ve benzer ürünler) ve koruyucu aşılardır (Hepatit B aşısı gibi). 1991 yılında 2.5 milyar dolarlık dünya pazarı büyüklüğü olan modern biyoteknolojik reaktifler ve aşılar 2000 yılında yaklaşık 10 milyar dolarlık büyüklüğe ulaşmıştır. Rekombinant insülin, büyüme hormonu, doku büyüme faktörleri ve benzer tedavi ürünleri potansiyel dünya pazarı on milyarlarca dolar olarak değerlendirilmektedir. Herpes, hepatitis ve bazı lösemi tedavilerinde kullanılan alfa interferonun 90'lı yılların başında tek başına yaklaşık 1 milyar dolarlık bir pazar payına sahiptir.

Modern biyoteknolojinin diğer uygulama alanları ise tanı reaktif ve kitleridir. Özellikle, *in vitro* hücre kültürü ve hibridoma teknolojisi ile elde edilen spesifik monoklonal antikorların işlevsel özelliklerini değiştirmeksizin sonsuz olarak üretilmesi ile immünolojik tanıda önemli ürünler ortaya çıktı. Bu ürünlerin bir kısmı araştırma veya çeşitli moleküllerin saflaştırılmasında, bazıları da kullanıma hazır spesifik tanı kiti reaktifleri olarak ticarî ürünlere dönüştürüldü. RIA, ELISA, RIBA, Latex Aglutinasyon ve One-step immünokromatografi test metotları ile üretilen kullanıma hazır tanı kitleri beşeri ve veteriner hekimlikte olduğu gibi gıda kontrollerinde de geniş ölçüde kullanılmaktadır. Bu tür tanı kitleri ve reaktifleri dünya pazarı milyarlarca dolarla ölçülmektedir.

Modern biyoteknoloji hayvancılık ve veteriner hekimlikte üç temel alana yönelmektedir: i) Tanı, ii) Korunma (Aşı) ve iii) Zooteknik performansın yükseltilmesi (et, süt, yumurta veriminin artırılması ve hastalıklara direnç gibi). Rekombinant DNA teknolojisi ile üretilen rekombinant proteinler tanı antijenleri (Salmonella enteritidis adlı bakterinin flagella antijeni gibi) veya verimlilik artırıcı moleküller olarak ("rekombinant somatotropin" gibi) kullanılmaktadır. İmmünolojik tanıya paralel olarak spesifik DNA veya RNA moleküllerinin *in vitro* tespitine yönelik moleküller tanı da veteriner hekimlik ve hayvancılıkta kullanılmaya başlandı. Aşılama ile çeşitli hastalıklara karşı geliştirilen bağışıklıkta da yeni tip rekombinant aşıların pazarda yer aldığını görüyoruz. Bağışıklık sağlayıcı "koruyucu aşı antijenleri" rekombinant proteinler olduğu gibi, rekombinant DNA teknolojisi ile patojen özelliği kaybettirilmiş "marker aşı" (sığır herpes virüsü BHV-1, brucella gibi) veya "antijen taşıyıcı vektör" (diğer türlerden aktarılan genlerin kodladığı proteinleri flagellasında eksprese eden rekombinant salmonella bakterisi gibi) olarak kullanılabilen mikroorganizmalar da olabilmektedir.

Hayvancılık ve veteriner hekimlikte geniş bir uygulama alanı bulmaya aday modern biyoteknoloji metotlarından bir diğeri ise

"Transgenik hayvanlardır". Transgenik hayvanlar, yabancı bir türe veya bireye ait olan ve normal olarak kendi genomlarında bulunmayan genleri taşıyan hayvanlardır. Yabancı genler değişik metotlarla alıcı hayvanlara ait döllenmiş veya döllenmemiş yumurtaya aktarılır ve in vitro hücre kültür teknolojisi ile embriyo safhasına getirilerek alıcı anaya transfer edilir. Gen aktarmada yabancı gen konstraktı mikroenjeksiyonu (zigot pronükleusuna enjeksiyon), yabancı genlerle doyurulmuş sperma mikroenjeksiyonu ve yabancı nukleusun transferi (klonlama veya popüler olarak "kopyalama") gibi metotlar kullanılır. Son yıllarda sansasyonel haberlerle kamuoyuna iletilen transgenik teknoloji, genetik klonlama ürünü Dolly örneği ile gündeme geldi ve insan kopyalama tartışmaları ile doruğa çıktı. Bu teknolojinin, yüksek verimli ve/veya genetik olarak dirençli bireylerden yüzlerce hatta binlerce kopya yapılabilme potansiyelinde olması geleceğin hayvan yetiştiriciliğinde önemli gelişmeleri şimdiden haber vermektedir.

Transgenik teknolojiye dayalı diğer bir uygulama ise, sığır ve koyun gibi süt veren hayvanların meme dokularında bazı özel proteinleri yüksek miktar ve kalitede eksprese ettirmektir. Diğer bir deyişle, normal olarak saflaştırma veya rekombinant hücre veya mikroorganizmalar yolu ile elde edilmesi olanaksız olan proteinler, özel olarak tasarlanmış patentli bir gen konstraktına (beta-laktoglobulin gen promotörü taşıyan ekspresyon vektörü, ABD patent no: 5,322,775) aktarılan genler sayesinde söz konusu hayvanların sütlerinde salgılanabilmektedirler. Bu teknoloji ile transgenik bir koyunda ("Tracy") insan alfa1-antitripsin glikoproteinini sütte salgılatılarak yeni bir protein üretim teknolojisi geliştirildi. HIV, HCV, HBV ve prion gibi enfeksiyon ajanları taşımayan ve dolayısıyla insanda enfeksiyon riski yaratmayan transgen teknoloji ürünleri önemli bir avantaja ve beşeri hekimlikte kullanım potansiyeline sahiptir. "Endüstriyel biyoreaktör" olarak da adlandırılan ve sütlerinde yabancı proteinleri salgılayan transgenik hayvanları, yumurta akında yabancı protein üreten kanatlıların izleyeceği olasılığı bildirilmektedir (Houdebine LM, 2002, J.Biotechnol., 98: 145-160). Transgenik teknoloji uygulamalarına bir diğer örnek ise transgenik balıklardır. Büyüme hormonu kodlayan gen konstraktı transfer edilen transgenik alabalıkların ağırlık bakımından transgenik olmayan yaban alabalıklara göre 3 ila 17 kat daha fazla geliştikleri gösterilmiştir (Devlin RH et al., 2001, Nature, 409: 781-782). Bu örneklerden de anlaşılacağı üzere yakın gelecekte transgenik teknolojinin hekimlik (beşeri ve veteriner) ve gıda endüstrisinde çok önemli atılımlar gerçekleştirilmesi beklenmektedir.

Tablo : Modern Biyoteknolojide yer alan teknolojiler, ürün ve kullanım alanları örnekleri

Teknoloji Adı	Kullanım Alanı	Teknoloji Ürünleri
DNA Teknolojisi	Gen bankaları, Kriminoloji, Gen haritalama, Patoloji, Mikrobiyoloji,	Tanımlanmış genler, Sentetik DNA sondaları, Moleküler teşhis kitleri, Sentetik peptidler
Hibridoma Teknolojisi	İmmünolojik teşhis, Biyolojik madde saflaştırma ve belirleme	Teşhis kitleri (ELISA, RIA, One-step testler, lateks aglütinasyon, RIBA), saflaştırma ayıraç ve gereçleri, araştırma ayıraç ve izleyicileri, hedef hücrelere anti-kanser ilaç taşıyıcıları
Hücre Kültür Teknolojisi	Hücre bankaları, in vitro fertilizasyon ilaç ve Aşı Sanayii	Embriyo transferi, Rekombinant proteinler v.b. Rekombinant aşı (Hepatit B) ve ilaçlar (interferon, rekombinant insülin)
Transgen Teknolojisi	Transgenik hücre, bitki ve hayvanlar, tedavi	Dayanıklı ve verimli transgenik hücre, bitki ve hayvanlar, sütte rekombinant proteinler eldesi

Biyoteknoloji Altyapısı

Modern biyoteknoloji esas olarak eğitim, temel bilimsel araştırma, sanayi ve Araştırma-Geliştirme’de (Ar-Ge) ileri ülkelerde daha çok gelişme imkanı bulmuştur. Dün olduğu gibi günümüzde de gelişmiş ülkelerin biyoteknoloji alanında sağladıkları ilerleme iyi eğitilmiş uzman kadrolar, bilimsel araştırma altyapısı ve geleneği, iyi organize edilmiş sanayi, üretken yatırıma dönük sermaye anlayışı ve finansman yapısı, yenilikçi girişim ve ürünlerin önünde engel olmayan mevzuat ve denetleyici otorite gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu tür faktörlerin önemli bir kısmının siyasî otoriteler tarafından kontrol edildiği ülkelerde, siyasî otoritenin belirlediği öncelikler ve uygulamalar bilimsel ve teknolojik gelişimi hızlandırmakta veya yavaşlatmaktadır. Bu doğrultuda, eğitim ve araştırma altyapısının kalitesi ve yaygınlığı, her türden kurum ve kuruluşun finansmanı ve günün ihtiyaçlarına göre alınan her türlü önlemler (mevzuat, yasalar, merkezî otoritede hâkim olan anlayış gibi) bilimsel ve teknolojik gelişmeyi birinci dereceden etkilemektedir.

Modern biyoteknolojide atılımın temel dayanağını eğitim ve bilimsel araştırma kalitesi ve yaygınlığı oluşturur. Ülkemizde bu görevi üniversiteler, TÜBİTAK ve kamu araştırma kuruluşları üstlenmektedir. Modern biyoteknolojinin gerektirdiği temel eğitim ve bilimsel araştırma geleneğinin bu kurum ve kuruluşlarımızda hangi düzeye ulaştığının en önemli göstergeleri ders programları içerikleri, laboratuvar imkanları, uluslararası düzeyde bilimsel-teknolojik yayınlar (Science Citation Index’te (SCI) yer alan dergilerde yapılan yayınlar ve bu yayınlara yapılan atıflar), kazanılan ihtira hakları (faydalı model ve patent gibi), Ar-Ge bütçeleri ve ulusal ve uluslararası projelere katılım ve bunların sonuçlarıdır.

Bu açıdan bakıldığında, eğitim ve bilimsel araştırma kurum ve kuruluşlarımızda, bir kaçı dışında, yeterli altyapının (laboratuvar ve yetkin bilimsel kadrolar) olmadığı ve araştırma ve eğitim için gerekli olan “sarf bütçelerinin” gerekenin çok altında olduğu görülmektedir. Ayrıca, üniversitelerimizdeki yüklü ders programları ve ikili öğretimi gerekli kılan aşırı öğrenci sayısı araştırma ve eğitime yeterli zaman ayınlamayışının temel nedenleridir. Bunlara ilave olarak, zorunlu reaktiflerin ithalatta temin edilmesine dayalı aşırı fiyatlar ve ithalattaki zaman kayıpları eğitim ve araştırma koşullarını olumsuz etkilemektedir. Diğer yandan, kabul edilmesinde güçlük çekilen çok sayıda yeni fakülte ve üniversitelerin açılmış olması, zaten dar olan yetkin öğretim ve bilimsel kadroların dağılmasını getirmektedir. Bunun sonucu olarak, “kritik kütle” (belirli konularda ve merkezlerde odaklanması gereken altyapı ve insan gücü birikimi) oluşmamaktadır.

Modern biyoteknoloji, Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu'nun (BTYK) 1993 yılında onayladığı Bilim ve Teknolojide Atılım Projesi'nde belirlenen öncelikler arasında yer almaktadır. 1993 yılını takibeden yıllara damgasını vuran anlayış, ulusal inovasyon projesi çerçevesinde, özel sektör ağırlıklı olarak, yeni teknolojilere dayalı ürün geliştirmeyi özendirme ve desteklemektir. Ülkemizde uygulanan bilimsel-teknolojik araştırma geliştirme desteklerinin en önemli kısmını, TÜBİTAK-TİDEB (Teknoloji İzleme ve Değerlendirme Başkanlığı), TTGV (Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı), DTM ve Merkez Bankası koordinasyonu ile teknoloji geliştirme projelerine düşük faizli borç ve karşılıksız Ar-Ge destekleri oluşturmaktadır. Kamu kesiminde bilimsel-teknolojik araştırmalara kaynak sağlayan diğer önemli kurumlar ise DPT ve TÜBİTAK'tır. Bu kurumların yaptığı desteklerin envanterinin yeterli olmadığı bildirilmektedir. Bunun yanında, küçük ve orta ölçekli işletmelere (KOBİ) kaynak temin eden KOSGEB'in TEKMER aracılığı ile sağladığı destekler ve birkaç küçük projeden oluşan Risk Sermayesi yatırımı da söz konusudur.

Sonuç olarak modern biyoteknolojide Ar-Ge ve ürün geliştirme faaliyetleri için önkoşul olan bilimsel-teknolojik araştırma henüz ciddi bir birikime ulaşamamıştır. Ülkemiz bilimsel araştırma kurum ve kuruluşları ile her boydan endüstriyel kuruluşlarda tespit edilen bu durum, ne yazık ki çok az sayıda olan yenilikçi girişimlerin önüne çıkan bürokratik ve mevzuat engelleri, kurumlar arası uyumsuzluk ve yetki paylaşımı anlaşmazlığı gibi nedenlerle içinden çıkılması çok zor boyutlara ulaşmaktadır.

Hayvancılık ve Veteriner Hekimlikte Durum

Türk ekonomisinde önemli rol oynamakta olan tarım sektöründe yaklaşık 9.7 milyon (toplam iş gücünün %41'i) kişi aktif (tam ve yarım) olarak çalışmaktadır. Hayvancılık sektörü büyük oranda aile tipi küçük yetiştiricilik olarak karşımıza çıkmakla birlikte, son yıllarda büyük entegre hayvan yetiştiriciliği merkezleri oluşmaya başladı. Küçükbaş yetiştiriciliğinde (koyun, keçi) daha âtıl kalan bu atılım sığırcılık ve kanatlı yetiştiriciliği ve yan ürünleri sektöründe gözlemlenmektedir. 1998 yılı D.İ.E.'nin verilerine göre 1.733.000 baş kültür ırkı, 4.695.000 baş melez, 4.603.000 baş yerli ırk mevcuttur. 1998 yılı hayvancılık istatistiklerine göre genel hayvan sayısı içerisinde düşük verimli yerli ırk hayvanlar, sığır mevcudunun yüzde 41.7'sini, koyun mevcudunun ise yüzde 97'sini oluşturmaktadır. Hayvancılığı gelişmiş ülkelerde ortalama sığır karkas ağırlığı 250 kg. dolayında iken, ülkemizde 160-170 kg.'dır. Sığır başına süt verimi bu ülkelerde ortalama 5000-6000

kg/laktasyon iken, ülkemizde 1400-1500 kg/laktasyondur. Bu mevcut içinde sağılan hayvan sayısı 879.841 kültür, 2.346.093 melez, 2.263.109 baş yerli ırktır. Bu mevcudun ancak % 15-20'si suni tohumlama metodu ile tohumlanabilmektedir (Tarım ve Köyişleri Bakanlığı verileri, www.tarim.gov.tr). Yüksek verimli sürüler oluşturmak amacıyla 1987-1999 yılları arasında toplam 342.608 baş damızlık sığır ithal edilerek üreticilere dağıtılmıştır. Kasaplık ve besi sığırı ithalatı 1995 yılında 350 bin baş, 1996 yılında 119 bin baş düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu veriler, birkaç on yıldır geleneksel olarak hayvancılık ve tarıma dayalı ekonomimizin kendine yeterli olamaz hale geldiğini göstermektedir.

Son 10-15 yılda kanatlı hayvan üretiminde (et, yumurta tavukçuluğu) modern ve yüksek kapasiteli entegre tesislerin kurulmasıyla önemli ilerlemeler kaydedildi. Örneğin, ülkemizde yıllık olarak tüketilen et tavuğu sayısı 550-600 Milyon dolaylarında iken ABD'de bu sayı 6.5 Milyara ulaşmaktadır. Türkiye'de 2 Milyar dolaylarında olan yıllık yumurta tüketimini yaklaşık 8 milyon olan yumurtacı tavuk sürüleri karşılarken ABD'deki 67 Milyar dolayında olan yıllık yumurta tüketimini 300 Milyon yumurtacı tavuk karşılamaktadır. Tüm Avrupa ülkeleri göz önüne alındığında da yaklaşık olarak ABD'deki sayılara ulaşılmaktadır. Çeşitli hastalık etkenlerine duyarlı olan tavukçuluk sektöründe zoonoz hastalıklar özel önem taşırlar. Bunlar arasında en yaygın bilineni ve sonuçları açısından önemli ekonomik kayıplara neden olan Salmonella enfeksiyonlarıdır. Örneğin, ABD'de kanatlı et ve yumurta tüketimine bağlı olarak gelişen Salmonellozisin neden olduğu ekonomik kayıpların 23.4 Milyar ABD Doları olduğu hesap edilmektedir (Aralık 1999, An action plan to eliminate Salmonella enteriditis illness due to eggs. <http://www.usda.gov>, <http://www.hhs.gov>, sayfa 1-137). Salmonella enfeksiyonlarının ülkemizde neden olduğu ekonomik kayıplarla ilgili istatistik bilgilerine ulaşamamıştır. Avrupa Birliği direktifleri ise Salmonella enfeksiyonlarının kontrol altına alınması için özel önlemler alınmasını ve damızlık ve yumurtacı sürülerin enfeksiyon etkenleri taşımamasını zorunlu kılmaktadır.

Hayvan sağlığı temel alındığında, eğitilmiş insan gücümüzün kaynağını esas olarak veteriner fakülteleri ve veteriner meslek liseleri ile laborant okulları oluşturmaktadır. Ülkemizde sayıları 20 dolayında olan veteriner fakülteleri, hayvancılıkta da gelişmiş ülkelere göre gerekenin çok üzerindeki bir sayıya ulaşmıştır. Fransa gibi ileri tarım ve hayvancılık ile veteriner hekimlik hizmetleri ve bilimsel-teknolojik araştırma geleneği olan bir ülkede 4 veteriner fakültesi bulunmaktadır. Dolayısıyla, sahip olduğumuz bilimsel kadrolarımız coğrafi olarak dağılarak veteriner hekimlikteki potansiyel "kritik kütle"nin gücü zayıflamıştır. Bu denli çok sayıda eğitim kurumunun varlığı sonucu,

eğitim ve bilimsel çalışma altyapısı, bütçesi ve yetişmiş insan kaynakları seyrelerek eğitim ve araştırma kalitesinde istenilen gelişme sağlanamamıştır. Modern biyoteknoloji açısından bakıldığında ise, moleküler biyoloji eğitiminin henüz ders programlarına yeterli düzeyde girmediği görülmektedir.

Bilimsel temel araştırmanın genel kabul gören 2 ana göstergesinden biri olan SCI' ye giren dergilerdeki yayın sayısı halen Türkiye'de 12.135 kişiye bir yayın iken, örneğin İsviçre'de 467 kişiye 1 yayın ve Yunanistan'da 2030 kişiye 1 yayındır. Yayınlarla yapılan atıf sayısına ilişkin bilgiler ise bulunmamaktadır. Moleküler biyoloji ve biyoteknolojide yayın sayıları hakkında 1987-1995 dönemini kapsayan bilgiler, yabancı dil dergilerde yayınlanan biyoteknoloji konulu toplam makale sayısının 187 ve bunların % 56'sının biyomateryeller ve biyoproses alanında olduğunu göstermektedir (G. Özcengiz,1996). Dolayısıyla, bu 9 yıllık dönemde, moleküler biyoloji ya da modern biyoteknoloji alanına girebilecek bilimsel-teknolojik yayın sayımızın daha da az olduğu görülmektedir.

Aynı dönemde veteriner hekimlik ve hayvancılıkla ilgili olarak yabancı dil biyoteknoloji dergilerinde 3 makale ve 8 abstract yayınlanmıştır. Yabancı dilde yayınlanan veteriner hekimlik ve hayvancılığa ilişkin biyoteknolojik kitap sayısı ise yalnızca 1 adettir. Diğer taraftan, orijinal araştırmanın dolaylı bir göstergesi olan patent başvurusu sayısı ise 1993 yılında 168 iken, 1998'de ancak 214'e ulaşabilmiştir. 1996 yılından itibaren yabancı orijinli firmaların Türkiye'de patent başvuruları yaptığı da göz önüne alındığında, yerli patent başvurusu sayısının oldukça az olduğu ortaya çıkmaktadır. 1995 yılı toplam patent sayıları karşılaştırıldığında Türkiye'ye göre Yunanistan'da 2.5, İspanya'da 13, Güney Kore'de 333, Japonya'da ise 1.871 kat daha fazla patent başvurusu yapıldığı görülmektedir. Ayrıca, başvuru yapılan patentlerin uygulamaya geçip geçmediği ve GSMH'ya hangi oranda katkıda buldukları bilinmemektedir.

1991-99 döneminde TTGV'nin her türlü biyoteknoloji projelerine verdiği borç desteğinin toplamının yaklaşık 6 milyon dolar ve TÜBİTAK-TİDEB'in biyoteknoloji projelerine verdiği karşılıksız hibe desteklerinin 1995-99 döneminde 0.6 milyon dolar dolayında olduğu bildirilmektedir (2000, TÜSİAD Raporu, Uluslar arası Rekabet Stratejileri:Biyo-teknoloji). 1995-99 dönemi itibariyle, TTGV ve TÜBİTAK-TİDEB'in biyoteknoloji projelerine verdiği desteklerden, veteriner hekimlik ve hayvancılığa ilişkin olarak çok az sayıda olan proje başvurusu arasından yalnızca 1 proje yararlanmıştır.

Ülke çapında 16 Araştırma kurumu veterinerlik ve hayvancılıkta faaliyet göstermektedir. Bu kuruluşlarda 48'i doktoralı olmak üzere

toplam 224 araştırmacı istihdam edilmektedir (TÜBİTAK- Kamu Araştırma-Geliştirme (AR-GE) Kuruluşları, 1997). Bu kuruluşlardan, Etlik, Pendik, Samsun, Elazığ, Konya Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitülerinde Sığır Vebası, Mavi Dil, Kelev Kuduz, Semple Kuduz, Anthrax, Vibrio fetus, Enterotoksemi, Enfeksiyöz hepatit nekrozan, Basiller iktero-hemoglobinuri, Botilismus, Koyun-keçi çiçek, Ektima, Agalaksi, Keçi ciğer ağrısı, E. coli, Salmonella abortus ovis, Brusella, Theileria aşıları ile Buzağı septisemi serumu, Klostridial teşhis serumları, Brusella tüp aglutinasyon antijeni, Ros bengal pleyt test antijeni, Brusella ring test antijeni, Pullorum gallinarum test antijenleri gibi reaktifler üretilmektedir. Daha özelerde ise şap Enstitüsü şap aşısı üretimi, şap hastalığı tanısı ve araştırmaları ve Manisa Tavuk Hastalıkları Araştırma ve Aşı Üretim Enstitüsü New castle, Marek, Gumboro ve Infectious bronchitis aşıları yapmaktadır. Bu enstitüler aynı zamanda uzmanlık alanlarında hastalık tanısı, hastalık etkenlerinin izolasyon ve identifikasyonu hizmetleride vermektedirler. Bunlar dışında, Bornova Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü, yerli ve ithal her türlü aşının kontrol hizmetlerini yapmakta ve pazara sunulma izinlerini vermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Avrupa Birliği 2000 Türkiye Raporu, tarım ve hayvancılık ile veterinerlik ve bitki sağlığındaki genel durumu şöyle açıklamaktadır: “.. Öncelik, tarım politikalarının yönetimini sağlayacak temel mekanizmanın (inceleme, kontrol, iç ve dış finans mekanizmaları) kurulmasıdır. Aynı ölçüde önemli olan ve öncelik taşıyan başka bir unsur, uygulama ve kontrol için gerekli yapıların da dahil olduğu, bulaşıcı hastalıklarla savaşacak veterinerlik ve bitki sağlığı yasalarının uygulanmasıdır. Eğitim ve araçların geliştirilmesinin de dahil olduğu ilave idari reformlara ihtiyaç vardır. Eşdeğer oranda, Türkiye’deki tarım ürünlerinin genel kalite ve güvenliğinin geliştirilmesi de önem arz etmektedir. Bu, laboratuvarların yenilenmesini ve kalite kontrolünde kullanılan, inceleme ve deney için gerekli araçların yenilenmesini içermektedir...Türkiye, veterinerlik alanında, laboratuvarların iyileştirilmesi ve doğrudan sınırlarda kontrollerin sağlanması için gerekli araçların da dahil olduğu, diğer hastalıkların teşhisi konusunda açık strateji belirlemelidir. Personel eğitimi gereklidir.”

Bu raporda moleküler biyoloji, immünoloji ve modern biyoteknoloji gibi bilimsel ve teknolojik politikalar konusunda öneriler olmamakla birlikte satır aralarında ürün kalite-kontrolü, tanı ve hastalıklarla mücadele konusundaki altyapı, eğitilmiş personel, yasal ve idari yeter-

sizliklerden söz edilmektedir. Daha önceki sayfalarda da açıklanan mevcut durum, veteriner hekimlik ve hayvancılığa ilişkin modern biyoteknolojide de önemli atılımların yapılma gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ülkenin öncelikli sorunlarına doğrudan cevap aramayı hedefleyen ve çok disiplini içeren projeler, veteriner hekimlik ve hayvancılıkta bilimsel teknolojik modern biyoteknoloji çalışmalarının temelini oluşturabilir. Bir çok disiplini bağrında taşıyabilme özelliğine sahip olması veteriner hekimlik ve hayvancılıkta uygulamalı araştırmalara imkan vermesi de modern biyoteknolojinin en önemli avantajlarından biridir. Diğer bir deyişle, veteriner hekimlik ve hayvancılık, modern biyoteknolojinin en uygun uygulama alanlarından birini oluşturmaktadır.

Özellikle, immünolojik ve DNA'ya dayalı tanı ve koruyucu veteriner hekimliğin vazgeçilmezi olan aşı üretim ve teknolojileri geliştirme çalışmaları birincil hedef olmalıdır. Hücre kültür ve Hibridoma teknolojileri, rekombinant DNA teknolojisine dayalı moleküllerin üretilmesi (tanı ve aşı reaktif ve antijenleri) ve kalite kontrol metotlarından yeni üretim teknolojilerine (transgenik hayvanlar gibi) kadar uzanan projeler hayata geçirilebilir. Bu çerçevede yapılması olası görülen adımlar aşağıda genel hatları ile listelendirilmiştir.

1. Veteriner hekimlik lisans ve lisansüstü eğitim programının gelişen bilim-teknoloji dünyasını izleyebilmesini sağlayacak tarzda yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Özellikle moleküler biyoloji ve modern biyoteknolojinin ders programlarında yer alması ve öncelikli araştırma-geliştirme alanı olması sağlanmalıdır.

2. Araştırmacı kadroların, uluslararası bilimsel ve teknolojik düzeye uygun olarak, doğrudan sektörün üretim ve kaliteli hizmet ihtiyacına cevap verebilmelidir. Çünkü, hayvancılık sektöründe öncelikli olan, sağlıklı ve zooteknik performansı yüksek yetiştiriciliğin gerçekleştirilmesi, hayvansal endüstriyel ürünlerde ise yeni ürün standartları ve üretim teknolojilerinin izlenebilmesi, ve bunların ülke koşullarına uyarlanması ile yeni ürünler ve teknolojiler geliştirilmesidir.

3. Bugün ülkemizde varolan veteriner hekimliğe ilişkin modern biyoteknoloji Ar-Ge potansiyeli hakkında somut verilere dayalı bir envanter bulunmamaktadır. İlk adımda, bu envanter veteriner hekimlik kuruluşlarında ve özellikle aşı ve biyolojik reaktif üretimi yapan kuruluşlarda yapılmalıdır (altyapı, gerçekleştirilen ulusal ve uluslararası araştırma-geliştirme projeleri konuları, bütçeleri ve çıktıları, yayın ve tescilli ürünler, üretilen reaktif ve ürünler ile üretim teknolojileri ve araştırmacı kadrolara ilişkin ayrıntılı bilgiler gibi). Bu kuruluşlarımız önemli üretim altyapı ve kadroları ile üretim teknolojilerine sahip olduklarından, modern biyoteknoloji atılımını kısa sürede gerçekleştirme potansiyeli taşımaktadırlar.

4. Veteriner hekimliğe ilişkin modern biyoteknoloji AR-GE yapılarının "Mükemmeliyet Merkezleri" (Center of Excellence) niteliğinde olması gerekmektedir. Bölgesel anlamda bilimsel teknolojik araştırma-geliştirme merkezi statüsünde olacak bu yapılar, ulusal ve uluslararası bir çekim alanı oluşturabilecek tarzda düzenlenmelidir. Bu statüdeki yapıların kısa vadedeki hedefi "kritik kütle" ve modern bilimsel-teknolojik araştırma olanaklarını bazı merkez birimlerde (Etlik, Pendik, Bornova Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüleri ve Şap ve Manisa Tavukçuluk Enstitüleri gibi) odaklamak ve orta ve uzun vadeli hedefi ise, uluslar arası düzeyde temel bilimsel ve teknolojik araştırmalar yaparak yeni teknolojiler ve "innovative" ürünler geliştirmek olmalıdır.

5. Sanayi, kamu ve özel Üniversiteler ve TÜBİTAK gibi Araştırma Kurumları ile ortak projeler geliştirmek ve bu kuruluşlarda varolan bilimsel ve teknolojik bilgileri kazanmak.

6. Söz konusu "mükemmeliyet merkezlerinde", araştırmacı kadroların objektif kriterlere dayalı seçilmesi ve varolan altyapılarda yalnızca yeterlilik temeline dayandırılarak özendirici tarzda istihdam edilmesi bir başlangıç olabilir. Bu kadroların denetimi bilimsel-teknolojik yeterliliği olan bir "audit grubu" tarafından denetlenmelidir.

7. Çağımıza uygun düşen modern biyoteknoloji bilimsel-teknolojik çalışmaları, her türlü araştırma-geliştirme ihtiyacına cevap verebilen malî kaynaklarla mümkündür. Malî kaynakların ulusal bütçe yanında mutlaka uluslar arası kuruluşlara sunulan bilimsel-teknolojik projelerle desteklenmesi sağlanmalıdır. Bu nedenle, kabul edilebilir altyapı olanakları ile uluslar arası nitelikteki yetkin araştırma kadrolarının bir arada olması gerekmektedir.

Sonuç olarak, 21. yüzyılın ilk çeyreğinde yüzlerce milyar dolarlık biyoteknolojik ürünler dünya pazarının oluşacağı ve bunun en yaygın olarak sağlık sektörü (beşeri, hayvan ve bitki), gıda ve kimyasal maddeler endüstrisi ile enerji, çevre ve savunma alanları ile ilgili olacağı bilinmektedir. Bu modern biyoteknoloji pazarından pay alabilmenin dolayısıyla, ülkenin refahına katkıda bulunmanın tek yolu, modern bilimsel-teknolojik altyapıların ve bilimsel araştırmacı kadro ve geleneklerin oluşturulmasından geçmektedir.