

## Biyoteknoloji Eğitimi(\*)

Prof. Dr. M. Hilmi PAMİR

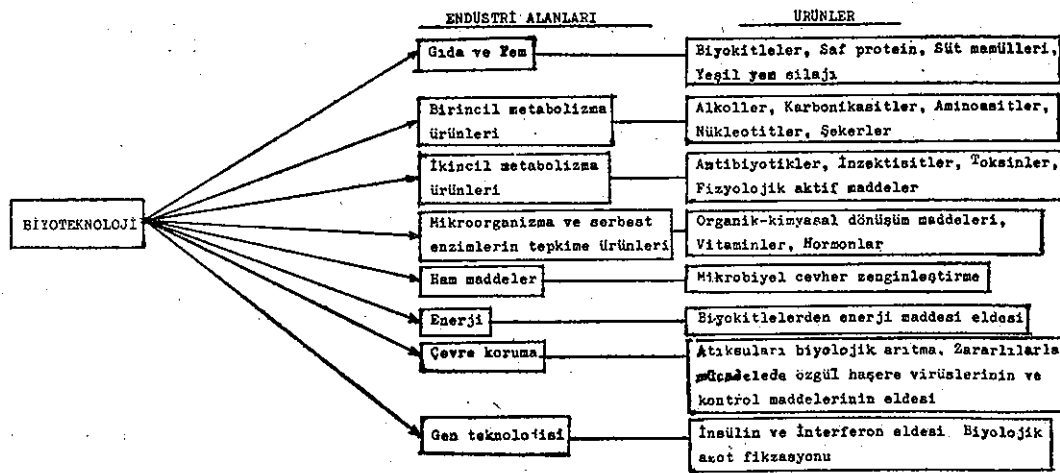
A.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarım Ürünleri Teknolojisi Bölümü — ANKARA

Modern bir disiplin olan biyoteknolojinin ideal sayılabilecek bir eğitim - öğretim programı henüz mevcut değildir. Ancak gelişme halinde programların olduğu söylenebilir. Bu durum biyoteknolojinin tam bir tanımlamasını yapmanın ve onu diğer bilim dallarından ayıran sınırların çizilmesinin güç olmasından, başka bir deyimle, bu bilim dalının interdisipliner bir karakterde oluşundan ileri gelmektedir.

Biyoteknoloji için çok sayıda ve aralarında oldukça önemli farklar olan tanımlamalar yapılmıştır. Ancak birçoklarında ortak olan noktada biyolojik organizmaları kullanan proseslerin biyoteknoloji olduğudur. Fakat hangi proseslerin biyoteknoloji olduğu hususunda görüş ayrılıkları vardır. Gerekliğinde enzim tepkimelerinin biyoteknik bir yöntem sayılıp sayılamayacağı, örneğin nişastanın amilaz ve amiloglükozidazla şekerlendirilmesinin, pektinazların yardımıyla meyve suyunda pektinin parçalanmasının ve  $\beta$  - früktozidazla şekerlilikte şekerin kristalleşmesinin önlenmesinin biyoteknolojik bir proses olup olmadığı tartışma konusu olabilmektedir. Bu tartışmaların bir süre daha devam etmesi beklenen bir olaydır. Fakat biyoteknoloji kelimesinin «Biyolojik teknoloji» kelimelerinin kısaltılması olduğunu ve daha kompleks olan «biyomühendislik» yerine giderek daha çok kullanıldığını ve aynı zamanda bi-

yoteknolojinin mikroorganizmaların, serbest enzimlerin, bitkisel ve hayvansal doku kültürlerinin. endüstriyel amaçla madde dönüşümlerinde ve oluşturulmasında kullanılması için teknik yöntemleri araştıran, bulan ve onları tanımlayan bir disiplin olduğu şeklindeki tanımın en çok kabul gördüğünü biliyoruz.

Bugün endüstride ekonomik olarak kullanılabilen biyoteknolojik prosesler ve onların ürünlerini Şekil 1'de görüyoruz. Biyoteknolojik prosesler son yıllarda, özellikle eczacılıkta, gıda sanayinde ve çevre korunmasında önem kazanmışlardır. Bugün bu proseslerin antibiyotikler gibi önemli ilaçların ve protein gibi beslenmenin temel maddelerinin elde olunmasında, kentsel veya endüstriyel atıksuların temizlenmesinde giderek artan bir oranda yer aldığı görülmektedir. Çok hızlı bir gelişim süreci içerisindeki bu bilim dalı insanlığın hizmetine yeni ve çok sayıda olanaklar vermektedir. Bu nedenle yaklaşık 20 yıldanberi bir taraftan çeşitli disiplinlerden gelen insanların birarada çalışabilmelerini hedef alan lisans üstü programlar yapılırken, diğer taraftan da bu faaliyet alanının gerçek sahibi olacak biyoteknologları yetiştirecek 4 yıllık lisans programları geliştirilmektedir. Buna göre bu programları A. Lisans ve B. Lisans Üstü programlar çerçevesi içinde olmak üzere irdeleyebiliriz :



Şekil 1. Endüstride ekonomik olarak kullanılabilen biyoteknolojik prosesler ve ürünleri.

(\*) 16 - 20 Eylül 1985 V. KÜKEM Kongresinde tebliğ olarak sunulmuştur.

A. Lisans düzeyinde biyoteknoloji eğitimi :

- I. Üniversitelerde «kısmî program» ile eğitim.
- II. Üniversitelerde «tam program» ile eğitim.
- III. Yüksek Okul düzeyinde eğitim.

Aşağıda bu programları tek tek açıklamaya çalışacağız :

I. Üniversitelerde kısmî program ile eğitim : Bu programın esas amacı çeşitli disiplinlerden gelen kişilere bir arada çalışabilme yeteneğini kazandırabilmektir. Doğaldır ki, böyle bir eğitim ilâve eğitimle olduğu kadar interdisipliner temele dayalı geliştirme kurslarıyla da olanaklıdır. Bu ise üniversitelerde çeşitli bilim dallarının ortak çalışmasını gerektirir. Bu 3 temel bilim dalına dayalı olarak yapılabilir :

a) Mikrobiyoloji temeline dayalı eğitim : Burada biyoteknoloji eğitimi görece kişinin ya bir «mikrobiyolog» yahut bir «biyolog» olacağı esas alınmıştır. Bu programda bir tez hazırlanması zorunludur. Mezunların % 90'dan fazlası doktora yaparak daha ileri düzeyde eğitimlerini sürdürürler. Yan dal olarak ise biyokimya, kimya veya fizikokimyayı seçmeleri gerekir.

Aynı zamanda lisans programı, Biyokimyanın Esasları ve Yöntemleri, Mikroorganizma Biyokimyası, Genel Mikroorganizma Genetiği, Moleküler Biyoloji ve Teknik Mikrobiyoloji I içermelidir.

Bu program biyoteknolojide özel eğitim için Teknik Mikrobiyoloji II, Teknik Kimya ve Uygulamalı Genetik gibi dersler ile tamamlanır.

Burada adı geçen Teknik Mikrobiyoloji II'nin kapsamında biyoreaktörler, ölçek büyüme, fermantasyon pilot tesislerinin çalıştırılması, biyokitle dahil birincil ve ikincil metabolizma ürünlerinin elde olunması, serbest ve taşıyıcıya bağlı enzimlerle çalışma gibi teknik bilgiler bulunmalıdır.

Teknik Kimya'da ise fizikokimya (termodinamik, tepkime kinetiği)'nin esasları, membranlarda ve yüzeysel aktif maddelerdeki transfer olayları gibi özellikle biyolojik olayları içeren kitle transferi, taşıma ve tepkime ilişkileri, hücre parçalanması, çöktürme, santrifügasyon, filtrasyon, ekstraksiyon, kurutma, kromatografik işlemler, diyaliz, ultrafiltrasyon, karıştırma gibi özel işlem mühendisliği (unit operation)'nin konuları, ölçme ve kontrol teknikleri, reaktör çeşitleri, kitle balansı öğretilmelidir.

Uygulamalı Genetik dersine gelince, özellikle bakteriyel genetik bakımından moleküler biyolojinin esasları, mutajenlerin fonksiyonları, endüstriyel amaçlı mutantların elde olunması, mutant seçme yöntemleri ve bunun pratikteki uygulanması, deneysel ve temel düzeyde maya genetiği, misel oluşturan fungusların genetiği ve onlardaki genetik değişikliklerle ilgili ıslah teknikleri gibi konuları içermelidir.

b) Kimya temeline dayalı eğitim : Burada esas program kimyadır. Diploma tezi istenir. Bu programı tamamlayanların % 90'dan fazlası doktora yaparlar. Biyokimya zorunlu bir ders olarak seçilmelidir. Ayrıca mikrobiyoloji ve fizikokimya yan dal olarak istenir.

Genel kimya programında Fizikokimya, Doğal Maddelerin Kimyası, Enzimatik Tepkimeler, Biyolojik Maddelerin Fizikokimyasal Özellikleri olmalıdır. Bu program biyoteknolojide özel eğitim için Teknik Kimya, Mikrobiyolojiye Giriş, Teknik Mikrobiyoloji I ve II, Genetiğin Esasları ve Mikroorganizma Genetiği gibi dersler ile tamamlanır.

Bu bölümde adı geçen Teknik Kimyanın konuları daha önceki (a) bölümünde açıklanmıştı. Mikrobiyolojiye Giriş'in kapsamında ise, mikrobiyolojik yöntemlerin esasları, pro-ve ökaryot hücrelerin esasları; genetiğe, moleküler biyolojiye ve düzenlemeye giriş; mikroorganizma âlemini endüstriyel organizmalar esas alınarak tanıtmaya; mikroorganizmaların gelişme koşulları; temel metabolizma gibi konular bulunmalıdır.

Bu dersin uygulamalarında ise, önemli yetiştirme yöntemleri, aşılama teknikleri, boyama teknikleri, büyüme kinetikleri, basit nitel ve nicel tayin ve teşhis teknikleri, yoğunlaştırma ve kültür kolleksiyonları ele alınmalıdır.

Bu bölümde yukarıda kapsami verilmeyen Teknik Mikrobiyoloji I dersine gelince, bu ders sterilizasyon, büyüme kinetikleri, mikrobiyel substratlar, kesik ve sürekli kültürasyon, yetiştirme parametreleri, biyokitle ve ürün elde olunmasında kullanılan önemli teknik prosesler, gıda üretiminde mikroorganizmalar gibi konuları içermelidir.

c) Kimya Mühendisliği Temeline Dayalı Eğitim : Temel Kimya Mühendisliği programını alan kişi «Mühendis Diploması» alır. Bu programda diploma tezine gerek vardır. Mezunların bazıları doktora düzeyinde eğitime devam ederler. İstenilen yan dallar Kimyasal Tepkime Mühendisliği ve Biyokimyadır.

Bu program biyoteknolojide özel eğitim için Mikrobiyolojiye Giriş, Biyokimyaya Giriş, Teknik Mikrobiyoloji I ve II gibi dersler ile tamamlanır.

Bu dersler arasında biyokimyaya giriş biyokimyanın esaslarını, önemli doğal maddelerin fizikokimyasalarını ve biyokimyasal ayırma tekniklerini içermelidir.

Teknik Mikrobiyoloji I ve II ise, bundan önceki (a) ve (b) bölümlerinde anlatılmıştır.

II. Üniversitelerde tam program ile eğitim: Bu bölümde açıklayacağımız program bu bilim dalını bağımsız bir disiplin olarak kabul eder veya onu bu anlamda geliştirmeyi esas alır.

Böyle bir eğitim programı her biri dörder yarıyılık (1) Temel ve (2) Esas eğitim programları olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Eğitim süresine bir yarı yıl da «diploma tezi» için ilâve edilmektedir.

1. Temel eğitim programı : Bu program 4 yarıyıl devam eder ve bir «Ön Diploma Sınavı» ile sona erer. Eğitimin bu bölümünde

tabii bilimlerin, matematiğin ve makina tekniğinin esasları ve onların çalışma yöntemleri derslerle, laboratuvar ve pratik uygulamalarıyla öğretilir. Yukarıda adı geçen sınav aşağıdaki bilim dallarından yapılır :

- a) Kimya
- b) Fizik
- c) Matematik
- d) Mikrobiyoloji
- e) Alet ve Makina Yapımının Esasları
- f) Isı Tekniği
- g) Biyokimya

2. Esas eğitim programı : Ön Diploma Sınavı'nda başarılı olan öğrenciler, 5 ve 6 ncı yarıyıllarında biyoyöntem tekniğinde, genellikle ve biyokimyasal düzenleme proseslerinde hazırlık eğitimine tâbi tutulurlar. Bu arada bunlara ait uygulamalar yaptırılır.

7. ve 8. yarıyıllarda ise öğrenciler biyoyöntem tekniği, biyokimya ve mikrobiyel genetik gibi 3 seçmeli gruptan birini tercih ederler. Bunlara adı geçen konularda özel dersler aldırılır; seminer ve ayrıca tercihini yaptığı seçmeli gruptan 3 ay süreli bir çalışma yaptırılır.

Bu esas eğitim süresi «Esas Diploma Sınavı» ile sona erer, ve bu eğitimi tamamlayanlar 1 yarıyıl da «Diploma Tezi» hazırladıktan sonra akademik bir eğitim yapmış olurlar. Aldıkları diplomalarında «Mühendis» ünvanı yanında «Biyoteknoloji Dalı» belirtilir.

III. Yüksek Okul düzeyinde Biyoteknoloji eğitimi : Bu eğitim programı her kurumun olanakları esas alınmak koşuluyla, matematik, fizik, kimya ve yöntem tekniği gibi tabii ve mühendislik bilimleri üzerine bina edilmelidir. Bunlardan başka daha ileri yarı yıllarda mikrobiyoloji, biyokimya, fermantörlerin veya biyoreaktörlerin fonksiyonlarını içeren yöntem tekniği gibi biyoteknolojiye özgü derslerin alınması ön görülmektedir.

B. Lisans üstü düzeyinde biyoteknoloji eğitimi : Biyoteknoloji bilim dalında herhangi bir program uygulamayan üniversitelerde biyoteknolog yetiştirmenin bir olanağı da «Lisans Üstü Programı»dır. Bu programla biyoteknolog yetiştirilecek olanların Şekil 2'de görüldüğü gibi

mikrobiyoloji, biyokimya/kimya, teknik kimya/kimya mühendisliği alanlarından gelmeleri gerekir. Lisans üstü dersler 3 aşamada verilir. Birinci aşamada temel dersler vardır. Bunlar yukarıda adları verilen her 3 alandan gelenleri temel bir biyoteknolojik dersin konusunu anlatacak bir düzeye getirmeyi amaçlar.

İkinci aşamada ise, basit biyoteknolojik görevleri yapmaya olanak verecek ve keza daha özel derslere esas teşkil edecek temel bir biyoteknolojik ders verilmelidir.

Üçüncü ve son aşamaya gelince, burada verilecek özel dersler mezunların biyoteknolojinin özel alanlarında çalışmalarını sağlayacak kapsam ve içerikte olmalıdır. Doğaldır ki, böyle bir programa katılanların bu 3 aşamanın hepsinden de geçmelerine gerek olmayabilir.

Şimdi de eğitim programlarına biyoteknoloji dersini almış ve hatta bunu bir bilim dalı olarak kabul etmiş bulunan ülkemiz Ziraat Fakültelerinde bu bilim dalı için lisans ve lisans üstü bir eğitim programı nasıl yapılmalıdır, sorusuna yukarıda açıklanan görüşlerin ışığı altında yanıt vermeye çalışacağız. Ancak böyle bir programın Ziraat Fakültelerinin temel eğitim amaçlarına ters düşmeyecek ve aynı fakültenin diğer lisans eğitim programlarıyla organik bağlar kurabilecek bir program olması gerektiğine inanıyoruz.

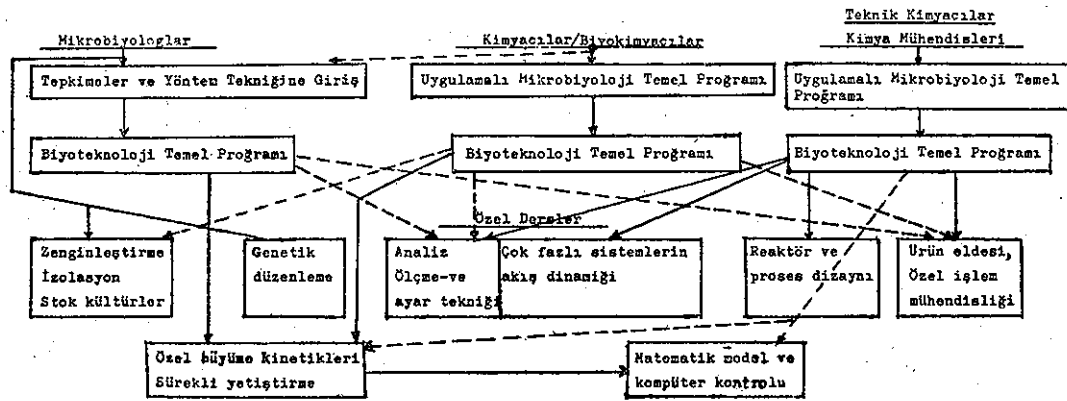
8 yarıyıl olarak düşünülen biyoteknoloji lisans eğitimi programı iki grup dersten oluş-

malıdır : (1) Temel dersler grubu ve (2) Esas dersler grubu.

1. Temel dersler grubu : Bu grup içerisinde bulunması önerilen dersler arasında Anorganik ve Organik Kimya, Fizik, Matematik, Bilgi İşlem, Alet ve Makina Yapımı, Isı Tekniği, Fizikokimya, Mikrobiyoloji, Biyokimya, Analitik Kimya derslerini ve uygulamalarını sayabiliriz.

Yukarıda verilen programda bulunması önerilen derslere, pratikte bir biyoteknoloğun kullanacağı ham maddeyi iyi tanıyabilmesini sağlayacak derslerin ilâve edilmesi, daha önce de belirttiğimiz gibi, biyoteknoloji eğitiminin Ziraat Fakültelerindeki diğer lisans programlarıyla bütünleşmesine yardım eder. Bu dersler Gıda ve Süt Teknolojileri, Tarım Bitkileri, Bağ - Bahçe Bitkileri, Sebzeçilik, Zootekni ve Ziraat Ekonomisi olabilir.

2. Esas dersler grubu : Bu grup içerisinde ise Genel Yöntem Tekniği, Biyoteknolojinin Esasları ve Biyoteknikleri, Biyoteknolojik Proseslerin Kimyasal ve Teknik Analizleri, Mikrobiyolojik İşleme Kontrolü, Moleküler Genetik, Biyoyöntem Tekniği, Ölçme ve Düzenleme Tekniği, Mikrobiyel Metabolizmanın Düzenlenmesi, Genetik Önemli Teknik Mikroorganizmalar, Biyodönüşümün Teknik Esasları, Biyolojik Ürünleri Ayırma Yöntemleri ile biyoteknolojinin aktüel konuları üzerinde seminer, uygulama ve pratikler, ayrıca 1 haftalık bir biyoteknoloji ekskursiyonu bulunmalıdır.



Şekil 2. Lisans üstü biyoteknoloji programı

## KAYNAKLAR

1. 3. DECHEMA . Jahrestagung der Biotechnologen. Biotech MA 85.
2. Institut für Gärungsgewerbe und Biotechnologie. (Tanıtma Broşürü)
3. Third European Congress on Biotechnology. München, Fed. Rep. of Germany, 1984.
4. Studienordnung für den Studiengang Biotechnologie der Technischen Universität Berlin, 1984
5. Emery, A.N. 1982. Biochemical Engineering - New Concepts in Postgraduate and Continuing Education. The Chemical Engineer.
6. Thomson, J. 1985. A National Programme for Biotechnology. South African Journal of Science, 81.
7. Pamir, M.H. 1976. Fermantasyon Teknolojisinin ve Biyoteknolojinin Gelişmesi ve Ekonomideki Yeri. Gıda Dergisi. 4/5.
8. Empfehlungen zur Ausbildung in Biotechnologie an der Fachhochschulen. DECHEMA Frankfurt Am Main, 1982.
9. Recommendations on Training in Biotechnology. DECHEMA, Frankfurt am Main, 1976.

**SAN**  
MATBAACILIK  
VE KAĞITÇILIK  
KOLLEKTİF ŞİRKETİ

TEMİZ İTİZ  
NEFİS SERİSİ

**SAN**  
MATBAASINDA

RÜZGARLI SOKAK 45/1-3  
TELEFON: 119819 - 104003