

2. BİYOTEKNOLOJİNİN UYGULAMA ALANLARI, AVANTAJLARI , DEZAVANTAJLARI ve BİYOTEKNOLOJİK YÖNTEMLER

BİYOTEKNOLOJİNİN UYGULAMA ALANLARI

- *Biyoteknolojinin uygulama alanlarına geçmeden önce, bu alandaki Biyoteknolojik çalışmalarının amaçlarını belirtmekte fayda vardır.*

Bu amaçları şu şekilde sıralamak mümkündür:

1.) Mikroorganizmalar vasıtasıyla yeni ürünlerin üretilmesi. *Bu ürünler, birincil ve ikincil metabolitler olabildiği gibi; sirke ve yoğurt gibi çok çeşitli gıdalar da olabilir.*

2.) Üretilen mikroorganizmalardan tek hücre proteini gibi besin maddeleriyle, endüstri ve tıpta kullanılan enzim, vitamin ve antibiyotiklerin üretimi.

- ✓ *Mikroorganizmalar, bitki ve hayvanlardan son derece hızlı protein üretme yeteneğindedir.*
- ✓ *Atık maddelerden, parafinden fermentasyonla tonlarca tek hücre proteini elde etmek mümkündür.*
- ✓ *Tek hücre proteini daha çok hayvan gıdası olarak yemlere katılmaktadır.*

3.) Şehirsel ve endüstriyel atıkların biyolojik yoldan arıtılması veya değerlendirilmesi.

4.) Biyolojik yoldan enerji üretimi (biyogaz üretimi).

5.) Bazı kimyasal maddelerin biyosentezleri ve transformasyonu.

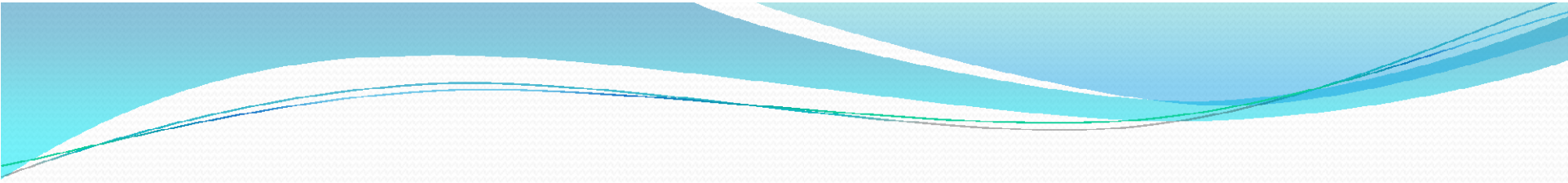
6.) Gen teknolojisinin Biyoteknolojik üretimde kullanılması

➤ Biyolojik proseslerin amaçlarını daha geniş ve detaylı açıklamak mümkünse de, özet olarak bu 6 ana başlık altında vermek mümkündür.

Bu amaçlar göz önüne alınarak; biyoteknolojinin uygulama alanları ve elde edilen ürünler, aşağıda verilen başlıklar altında incelenebilir:

2.1. Besin Maddelerinin Protein Miktarının Artırılması ve Hücre Maddelerinin Üretimi

- *Bu grupta ekmek mayası, yemeklik mantar, yumru bakterileri ve tek hücre proteini üretimi sayılabilir.*
- *Bazı maya ve algler protein içeriklerinin fazla olması olmasından dolayı fermentasyon yoluyla üretilerek, gıdalara ve hayvan yemlerine zenginleştirici unsur olarak katılmaktadır.*
- *Mesela glutamik asit ve tuzları, çeşitli gıda maddelerine tat ve aroma vermek üzere kullanılmaktadır.*

- 
- *Yine glutamik asit deniz yosunlarından hazırlanan gıdalara, oldukça hoş bir aroma vermektedir.*
 - *Glutamik asit aroma artırıcı, tükürük salgısını artırıcı ve sulandırıcı etkiye sahiptir ve biyoteknolojik olarak fermentasyon yoluyla üretilmektedir.*
 - *Yine fermentasyon yoluyla üretilen lizinin % 25 oranında buğday veya mısır ununa katılmasıyla bu hububat gıdaları süte yakın besin değeri kazanmaktadır.*

2.2. Organik Çözücülerin (Alifatik Alkol ve Ketonların) Üretimi

- Çeşitli endüstri kollarında kullanılan; etanol, asetoin, aseton, bütanol, bütandiol, dihidroksiaseton, gliserin, izopropanol ve amil alkol gibi organik çözücüler mikroorganizmalardan fermentasyon yoluyla elde edilebilmektedir.
- Bu organik çözücülerin pek çok sanayi kolunda yaygın kullanımları söz konusudur.

2.3. Organik Asitlerin Üretimi

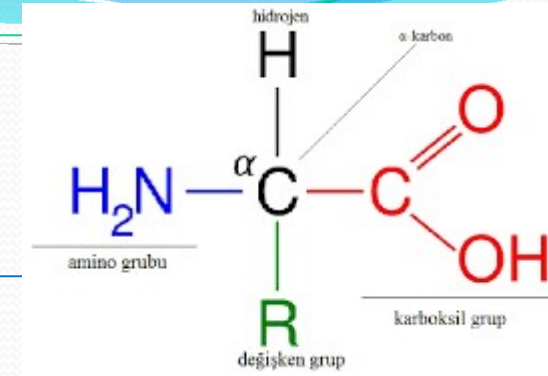
- Yaygın olarak bilinen;
- laktik, sitrik, asetik, tartarik, fumarik, itakonik, glikonik, ketilokonik, α -ketoglutarik, kojik ve malik asit üretimi sayılabilir.

2.4. Alkollü İçkilerin Üretimi

- Günümüzde şarap, bira, likör, rakı, cin, votka, viski ve konyak gibi alkollü içkiler endüstriyel mikrobiyolojinin modern metotları kullanılarak elde edilmektedir.
- Ayrıca süttten kırmız ve kefir ile tahıllardan boza üretimi de benzer şekilde biyoteknolojik yöntemlerle gerçekleştirilmektedir.

2.5. Aminoasitlerin Üretimi

- Aminoasitler; tat ve lezzet verici, besin değerini artırıcı olarak gıda endüstrisinde ve tedavi amacı ile ilaç endüstrisinde kullanılmaktadır.
- ✓ Bunlardan fermentasyon yoluyla en çok üretilenleri alanin, arginin, aspartik asit ve glutamik asittir.
- ✓ Bunlardan başka histidin, homoserin, lösin, izolösin, lizin, metiyonin, ornitin, fenilalanin, prolin, serin, triptofan ve valin aminoasitleri de biyoteknolojik olarak üretilebilmektedir.



2.6. Polisakkaritlerin Üretimi

- Yaygın olarak bu gruptan dekstran ve ksantanlar üretilmektedir.
- D-glikoz polimeri olan dekstranlar, kan plazması yerine gıda endüstrisi ve diğer alanlarda kullanılır.
- ✓ *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Streptobacterium* ve *Acetobacter* cinsi bakteriler tarafından üretilirler.
- ✓ En çok *Leuconostoc mesenteroides*' ten elde edilirler.

2.7. Antibiyotiklerin Üretimi

- *Bilinen ilk antibiyotik 1929' da Alexander Fleming tarafından bulunmuştur.*
- ✓ *Sonraları geçitli araştırmacılar penisilini, fermentasyon yoluyla elde edip saflaştırma metotları geliştirmişlerdir.*
- ✓ *Bugün penisilinler, tetrasiklin, sefalosporin ve aminoglikozidler gibi birçok antibiyotik fermentasyon yoluyla biyoteknolojik olarak elde edilmektedir.*

2.8. Enzimlerin Üretimi

- *Deri, tekstil, kağıt ve gıda endüstrisinde, tedavi amacı ile tıpta kullanılan ve protein yapısında maddeler olan enzimler; bakteri ve mantarlardan fermentasyon yoluyla elde edilir.*
- *Biyoteknolojik olarak üretilen belli başlı enzimleri şöyle sıralamak mümkündür. Amilazlar, proteazlar, asparaginaz, lipaz, aspartaz, melibiaz, dekstranaz, naringinaz, β -galaktozidaz, transferaz, β -fruktozidaz, glukoamilaz, pektinaz, glukoizomeraz, penisilinaz, glukozoksidaz, fosfodiesteraz, hemiselülaz, kollogenaz, katalaz, tannaz ve ribonükleotidaz.*

2.9. Vitamin, Provitamin ve Diğer Gelişme Maddelerinin Üretimi

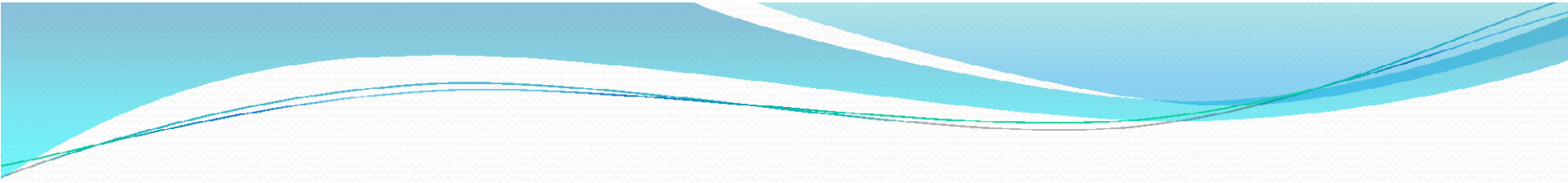
- *Bu grupta insan ve hayvan beslemede kullanılan vitamin ve provitaminlerle, bitki yetiştiriciliğinde kullanılan büyüme maddeleri yer almaktadır ve bunlar biyoteknolojik olarak üretim imkanına sahiptir.*
- *Bunların başlıcaları şöyle sıralanabilir: B_{12} vitamini, B_{11} vitamini, B_2 vitamini, pantotenik asit, folik asit, karotenoidler, β -karoten ve büyüme maddesi giberallin.*

2.10. Çeşitli Gıda Maddelerinin Elde Edilmesi

- Bu grupta biyoteknolojik prosesler vasıtasıyla üretilen gıdalar yer almakta olup; bunlardan peynir, yoğurt, ekmek ve diğer fırın ürünleri, turşular ve sirke en önemli ve yaygın olanlarıdır.

2.11. Steroidlerin Transformasyonu (Özel Transformasyonlar)

- Tabiattan elde edilen ve farmakolojik etkisi olmayan steroidlerin kimyasal yapıları, mikroorganizmalar vasıtasıyla değiştirilerek, istenen özellikte farmakolojik etkiye sahip bileşikler elde edilmektedir.
- ✓ Steroidler bilindiği üzere, bitkisel ve hayvansal dokularda bulunan lipid türevi bileşiklerdir.

- 
- ✓ *Biyoteknolojinin bu alana uygulanması, romatoidartrit tedavisinde kortizon' un kullanılabileceğinin ortaya çıkmasından sonra olmuş ve kortizonun kimyasal yapısı mikroorganizmalarca değiştirilmeye çalışılmıştır.*
 - ✓ *Bu grupta yer alan belli başlı özel transformasyonlar, steroid hidroksilasyonu, steroidlerin 1,7-keto gruplarının indirgenmesi, sorbitolün sorboza oksidasyonu ve benzaldehidin fenilasetil karbinole transformasyonudur.*

2.12. Nükleotid Üretimi

- *Son yıllarda gıda sanayinde aroma artırıcı ve zenginleştirici olarak kullanılan bu maddeler, maya ribonükleik asidinden elde edilir.*
- *Bunlardan yaygın olarak bilinen ve kullanılanları; guanozin monofosfat, inozin monofosfat ve inozin arbitik asittir.*

2.13. Çeşitli Virüs ve Bakteri Aşılarının Hazırlanması

- Birçok bakteri ve virüs aşılarının hazırlanmasında fermentasyon yöntemleri kullanılır.
- Ayrıca;
 - ✓ biyolojik insektisitlerin üretiminde,
 - ✓ zararlı böceklerin kontrolünde,
 - ✓ kimyasal insektisitlerin üretiminde,
 - ✓ böcekler için patojen mikroorganizmaların üretiminde de biyoteknolojik yöntemler kullanılabilmektedir.

2.14. Atık Maddelerin Değerlendirilmesi ve Biyogaz Üretimi

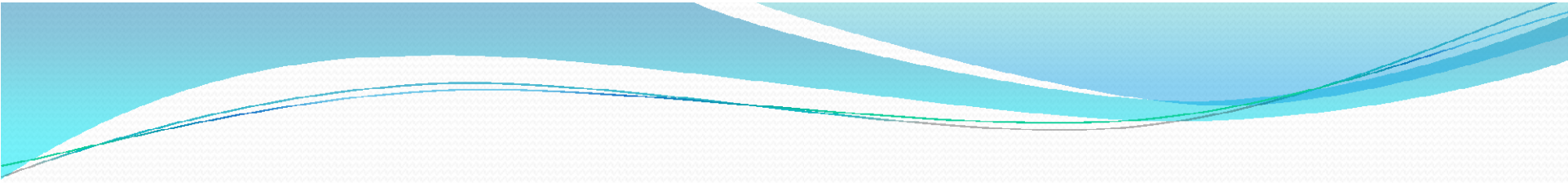
- Şehir suları, endüstri ve tarımsal atıklar (organik madde ve tuzlar) ihtiva ettiklerinden besin ve yem olarak kullanılan mayaların üretiminde ve endüstriyel alkol fermentasyonunda, biyogaz üretiminde kullanılır.
- Böylece biyoteknolojik prosesler sayesinde, atık maddeler zararsız hale getirilirken, bunlardan faydalanmakta mümkün olmaktadır.

2.15. Çeşitli Amaçlar İçin Kullanılan H_2 ve CO_2 Üretimi

- Birçok alanda kullanılan H_2 ve CO_2 gazları da biyoteknolojik yöntemlerle mikroorganizmalar vasıtasıyla üretilmektedir.
- ✓ Tabiatta karbon kaynağı olarak bulunan birçok ham ve atık madde, mikroorganizmalar için gerekli enerji ve besin kaynağıdır.
- Bu yolla şehirsal, endüstriyel ve tarımsal atıklar çevreye zararlı olmaktan çıkarılırken; aynı zamanda bunların değerlendirilmesi de mümkün olmaktadır.

2.16. İnsan İnsülini Üretimi

- *Bilindiği gibi insülin, şeker hastalığının kontrol altında tutulmasında kullanılan bir ilaçtır.*
- *İnsan insülini eskiden, insan pankreası ve kanından elde edilirdi ve bu sebeple çok pahalı idi.*
- ✓ *Bunun yerine sığır insülini kullanılıyordu ki, sığır insülini de insanda bazı alerjik reaksiyonlara sebep oluyordu. Fakat başka bir alternatif de yoktu.*

- 
- ❑ *Biyokimya ve gen teknolojisindeki gelişmeler, insan insülinini kodlayan DNA' nın izolasyonu ve saflaştırılmasına ve bu bilginin bakteriye aktarılmasına (bu işleme **gen cerrahisi** adı da verilir) imkan sağlamış, dolayısıyla insan organizması yerine bakteri insan insülini üretmeye başlamıştır.*
 - ❑ *Bu biyoteknolojik üretim sayesinde insülin fiyatları düşmüştür.*

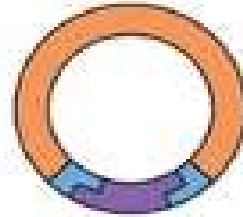
İnsülin geni taşıyan
insan hücresi



İnsülin geni



İnsülin genini
taşıyan plazmit
bakteriye aktarılır.

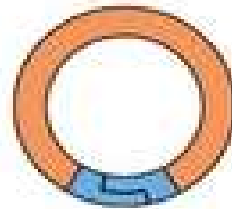


İnsülin geni
plazmite aktarılır.



Bakteri

Plazmit



İnsülin geni taşıyan
bakteriler çoğaltılır
ve üretilen insülin
hormonu izole
edilir.

İzole edilen insülin
hormonu ilaç
hâline getirilerek
tedavide kullanılır.

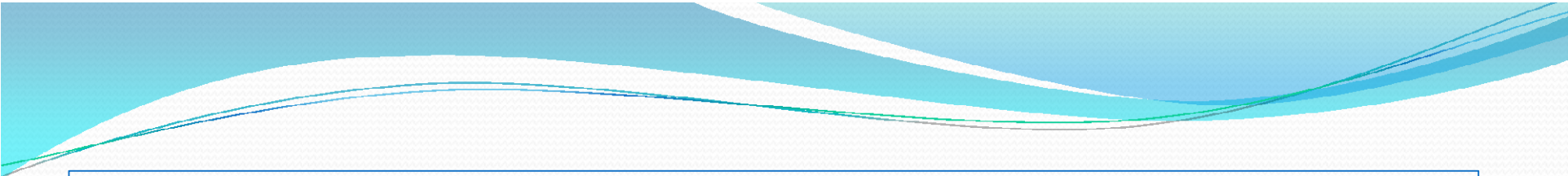


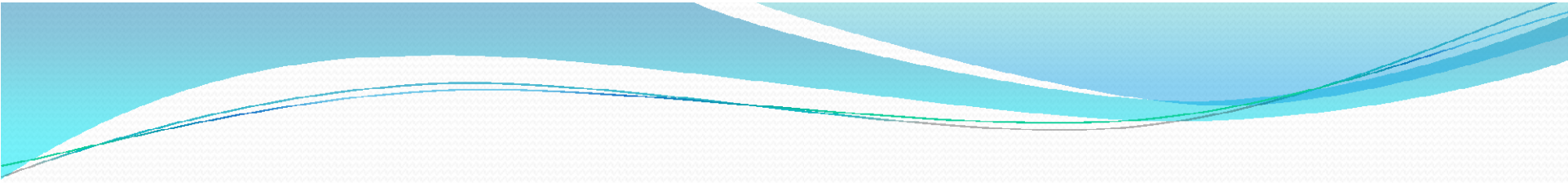
2.17. İnterferon Üretimi

- Son yıllarda büyük spekülasyonlara neden olan interferon, hayvansal dokularda virüs üremesini önleyen türe spesifik glikoprotein grubudur.
- İnterferonun antiviral etkisi, yaklaşık 20 yıldan beri çok iyi bilinmektedir.
- İnterferona ilginin giderek artmasının nedeni virüs öldürücü etkisi yanında tümör büyümesini önleme ve vücudun savunma sistemini güçlendirme etkileridir.

2.18. Monoklonal Antikorlar

- *Monoklonal antikorlar sadece bir epitopa karşı reaksiyon gösteren antikorlardır ve sadece bir adet B-Lenfosit dayanan hücre klonundan elde edilirler.*
- *Epitop, antijenik determinant veya antijenik belirleyicidir.*
- *Yani bir antijenin antikora ve B hücrelerine bağlanan kısmıdır.*
- *Yakın zamana kadar belirli bir antijene karşı çok spesifik ve tekrar üretilebilir antikorların eldesi mümkün değildi.*

- 
- ✓ *Antikor sentezleyen dalak hücreleri ve miyeloma hücreleri bir arada getirilerek elde edilen hibrid hücreler; Hibridomas tümör spesifik antikor üretiminde kullanılmaktadır.*
 - ✓ *Böylece elde edilen monoklonal antikorlar, diagnostik amaçla kullanılmaktadır.*
 - ✓ *Kaynakları tümör hücresi olduğundan, doğrudan pasif aşı olarak kullanılmaları mümkün değildir.*
 - ✓ *Fare üzerindeki denemeler ile ölmek üzere olan kuduz virüsü enjekte edilen bir farenin monoklonal antikorlar sayesinde ölümden kurtulabildiği görülmüştür.*

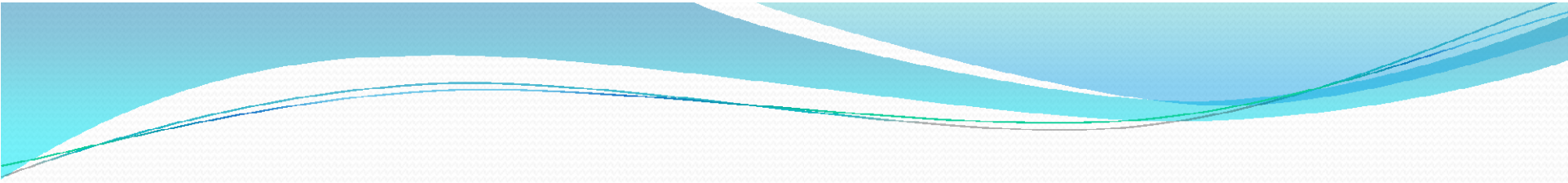
- 
- *Monoklonal antikorlar, bir çok uygulamanın yanı sıra özellikle kanser hücrelerinde bir bağışıklık sistemi cevabını eski haline getirmek, güçlendirmek veya taklit etmek için tasarlanmış laboratuvar da yetiştirilen antikorlardır.*
 - *Kanser hücrelerinin tanımlanmasından etkilenen bölgelere radyasyon verilmesine kadar çeşitli şekillerde işlev görürler. Bu antikorlar bir süredir biyoteknolojinin temelini oluştururken, şimdi yeni yollarla değiştiriliyorlar.*

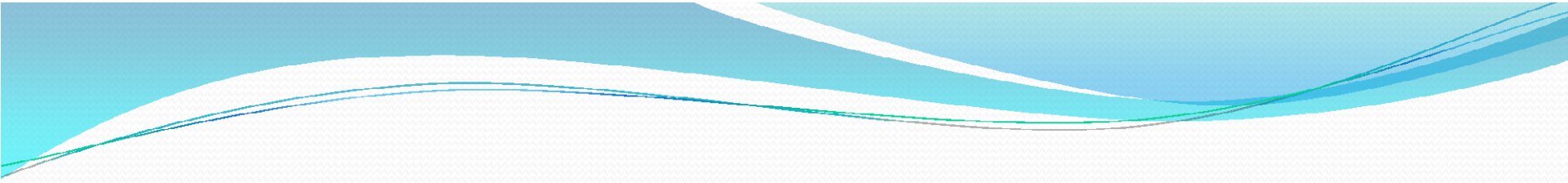
2.19. Pestisid Virüsler

- Böceklerle biyolojik mücadele amacıyla, yalnız böcekler için patojen olan virüsler üretilebilmiştir.

2.20. İnterleukin Üretimi

- Bir protein olan interleukin-2, akyuvarların belirli türleri (T-lemfositler) için büyüme hormonudur.
- İnterleukin-2 de tıpkı interferon gibi, belki de daha fazla ilgi çeken bir maddedir. Sebebi ise bağışıklık sisteminde önemli görevler üstlenmesidir.
- ✓ Bilindiği gibi bağışıklık sisteminin asıl görevi organizmayı enfeksiyonlara ve büyük olasılıkla dokuların kontrol dışı büyümelerine (kanser) karşı korumaktır.

- 
- ✓ Fareler üzerinde yapılan denemeler, IL-2' nin kanserli farenin ömrünü kontrol grubuna kıyasla uzattığını göstermiştir.
 - ✓ Ayrıca T-hücreleri yetmezliğinin tedavisinde de IL-2' nin uygulama alanı bulacağı sanılmaktadır.
 - ✓ Çok az T-hücresi varlığı bile Bazı kanser ve otoimmünite hastalıkları (AİDS gibi) ve vüritik bir hastalık gibi hastalıklara karşı interleukin-2' nin etki gösterebilmesi için önemlidir.

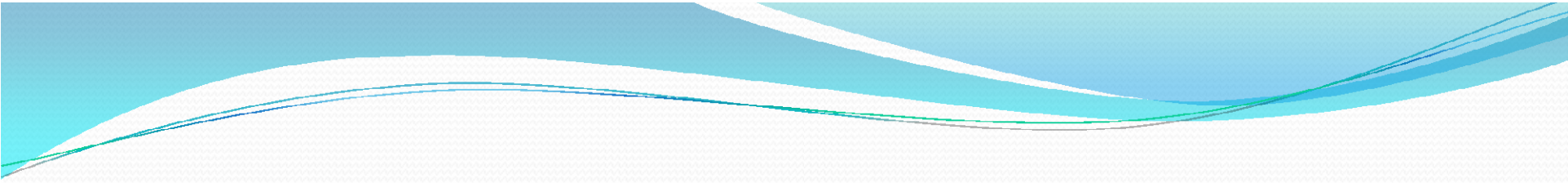
- 
- ✓ *Dünyanın birçok laboratuvarında yapılan denemeler interleukin-2' nin çok yüksek dozlar dışında bir yan etkisi olmadığını göstermiştir.*
 - ✓ *Bu da IL-2' nin ilaç olarak kullanılabilmesinde bir avantajdır.*
 - ✓ *İnterleukin-2' yi kodlayan DNA' nın yapısı aydınlatılmış olup; gen teknolojisi sayesinde interferon gibi, interleukin-2 üretimi de gerçekleştirilebilecektir.*

2.21. Ormancılıkta Biyoteknoloji

- Son yıllarda bitki hücre biyolojisi ve moleküler biyoloji yeni teknolojiler üretmiştir.

Bu çalışmaların iki önemli amacı vardır:

- ✓ İstenen bitki türünün hızlı gelişmesini sağlamak,
- ✓ Bitkinin hastalıklara ve zararlılara (böceklerle, kimyasal maddeler vb.) karşı direncinin artırılması.

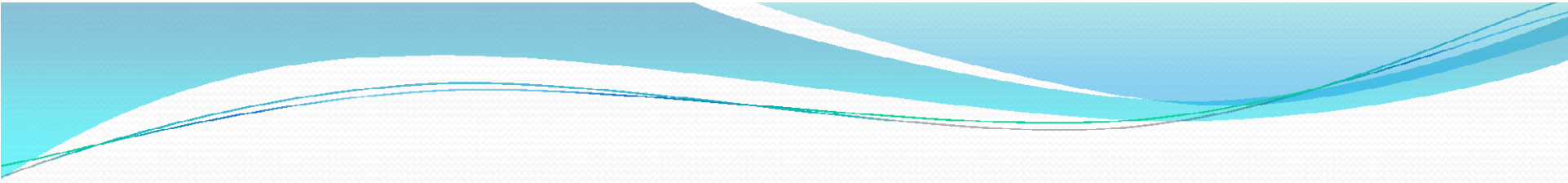
- 
- *Her iki amaca yönelik tatmin edici sonuçlar alınmaya başlamıştır. Örneğin, bazı herbisitleri kimyasal olarak parçalayan enzimin geni bitkiye transfer edilmiştir.*
 - ✓ *Tütün bitkisinin tütün mozaik virüsüne karşı bir ölçüde korunabileceği kanıtlanmıştır.*
 - ✓ *Mantar hastalıkları ve böceklerle karşı etkili olabilecek genler bilindikten sonra, tarımsal savaş daha ucuz ve kolay olacağı gibi çevre kirliliği de önemli ölçüde azalacaktır.*

2.22. Faktör VIII Üretimi

- *Bu kan pıhtılaşma faktörüne ait gen klonlanmış ve bu faktörün biyoteknolojik üretimi başarılmıştır.*
- *Faktör VIII eksikliği özellikle hemofili A' ya sebep olmaktadır.*
- ✓ *Bu hastalığın tedavisinde, insan plazma konsantratu kullanılır ki, bu hem pahalı hem de sarılık ve AIDS gibi viral hastalıkların bulaşma olasılığı vardır.*
- ✓ *Halbuki mikrobiyal olarak üretilen saf faktör VIII için ne kan uyuşmazlığı ne de hastalık bulaşması durumu söz konusudur.*

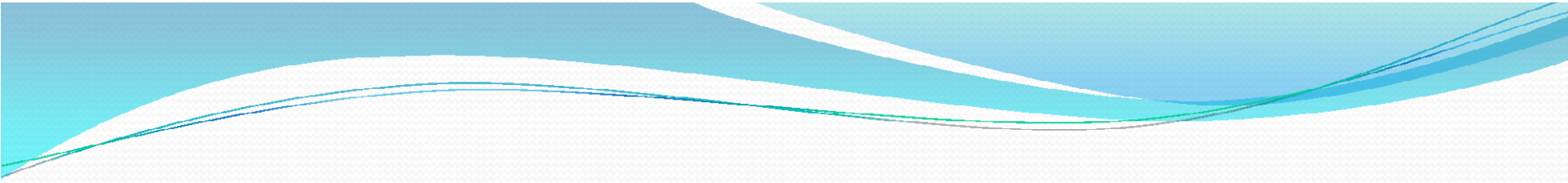
2.23. Aşı Üretimi

- *Eskiden insana özgü bir maddenin üretimi için, insan veya hayvan dokularından yararlanılırdı.*
- *Gen teknolojisinin sağladığı imkanlar ile bu maddelerin bakterilere sentezlettirilmesi mümkündür.*
- *Bugün hücre kültürlerinin en önemli ekonomik kullanım alanı aşı üretimidir.*
- *Virüslerin çoğalması için canlı substrata ihtiyaç vardır. Önceleri substrat olarak organ kültürleri kullanılırdı ki, bu ortamda çok farklı hücreler bulunacağı doğaldır.*

- 
- ✓ Teknolojideki gelişmeler, tek tip doku hücrelerinden ibaret kültürlerin eldesine imkan vermiştir.
 - ✓ Halen kullanılmakta olan aşılardan çoğu, saf maddeler olmayıp daha çok ölü veya yarı ölü virüs hücreleridir. Günümüzde ise özellikle Covid-19 salgını döneminde geliştirilen ve kullanıma sokulan mRNA aşıları modern biyoteknoloji ürünü aşıklardır.
 - ✓ Aşıdan amaç vücudun bu virüsü tanıma mekanizmasını çalıştırmak ve antikor sentezini sağlamak olduğuna göre; her virüsün antikorunu kodlayan DNA yani gen bilinirse, gen teknolojisi sayesinde bu antikoru vücuda virüs verilmeden üretimi söz konusu olabilecektir.

2.24. Hormon Üretimi

- Özellikle büyüme hormonları, gerek bitki gerekse hayvansal verimi artırmak için düşünülmüş ve bugün büyük ölçüde uygulamaya konulmuştur.
- Bunun sonucu olarak ne hormonlu meyvelerde ne de besi hayvanı etlerinde gerçek tat ve lezzeti bulmak mümkün değildir.
- ✓ Bitki büyüme hormonlarının insanları etkileme olasılığı tartışmaya açıktır.
- ✓ Ancak hayvan büyüme hormonları, hayvanlar aleminin bir üyesi olan insanı etkileyeceği kesindir.

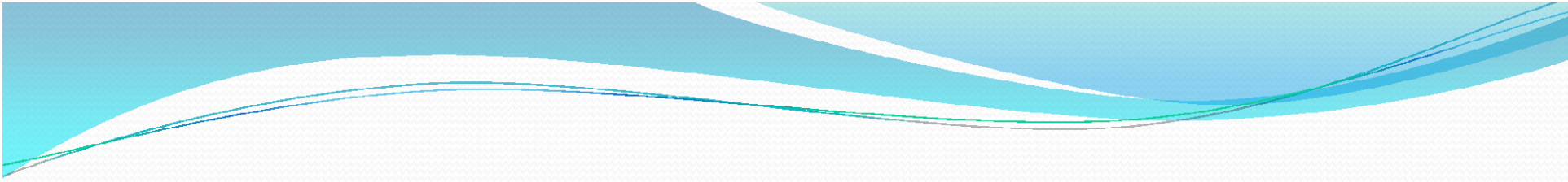
- 
- ✓ *Büyüme hormonlarının genetik kodu bilindiğinden bunların gen tekniği ile üretimi problem değildir.*
 - ✓ *Bugün kurgu filmlere konu olan anormal büyüklükte karıncalar ve farelerin gen teknolojisindeki gelişmeler ile gerçek olması mümkündür.*
 - ✓ *İnsanlar bir gün farelerden süt sağarlarsa buna da şaşırmamak gerekir!..*

2.25. Hücre ve Gen Tedavilerinde

- Kişiyeye özel ilaçlar üretmek için sırasıyla insan hücrelerini ve genomlarını manipüle eden hücre ve gen terapileri, biyoteknolojinin gelişen alanlarıdır.
- FDA, 2017 yılında Kymriah adlı bir ilaç olan ilk gen tedavisini onayladı. İlaç, akut lenfatik lösemiye tedavi etmek için hastanın kendi beyaz kan hücreleri kullanılarak verilmektedir.
- O zamandan beri, biyoteknolojinin bu alanı, büyümede ikiye katlandı. Uzmanlar, onkoloji, rejeneratif tıp ve nadir hastalıklarda umut vaat eden sonuçların ardından daha fazla şirketin üretime geçmesiyle istikrarlı bir ilerleme olacağını tahmin ediyorlar.

2.26. Nadir Hastalıkların Kişiselleştirilmiş Tedavisi

- 1990'da İnsan Genomu Projesi için 2,7 milyar dolardan, bugün 300 doların altına ve yakın gelecekte potansiyel olarak 100 doların altına düşen genetik dizileme maliyeti, deneme katılımcılarının çok daha kapsamlı bir şekilde taranmasına ve müdahalelerin hedeflenmesine olanak tanır.
- Bu durum daha etkili olan kişiselleştirilmiş tedavi planlarının ve hedefe yönelik tedavilerin geliştirilmesine olanak sağlamıştır.

- 
- *Kanser tedavisi, hedefe yönelik tedaviler için kilit bir odak alanıdır.*
 - *Öne çıkan bir örnek, CAR T-hücre tedavisi adı verilen bir tedavide; hastanın bağışıklık hücrelerinin hedef alındığı ve Ulusal Kanser Enstitüsü'nün ifadesiyle bağışıklık sisteminin “tümörlere saldırdığı” lösemi gibi kan kanseridir.*

BİYOTEKNOLOJİNİN UYGULAMA ALANLARI

Tıp ve Eczacılık Uygulamaları	Gıda Üretimi Uygulamaları	Bitkilerdeki Uygulamaları	Hayvancılık Uygulamaları	Çevre Uygulamaları
İlaç üretimi	Meyveli yoğurt	Dirençli bitkiler	Kaliteli et ve süt üretimi	Arıtma tesislerinde suyun temizlenmesi
Antibiyotik üretimi	Besin değeri artırılmış gıdalar	Tohum veriminin artırılması	Yapay ipek ve yün üretimi	Çevre kirliliğini azaltan bakteri üretimi
Hormon ve vitamin üretimi	Raf ömrü arttırılmış gıdalar	Ürün kalitesinin ve miktarının artırılması	Daha sağlıklı hayvanların üretilmesi	
Hastalıkların teşhis ve tedavisi		Su ihtiyacı azaltılmış bitki üretimi		

Biyoteknolojinin uygulama alanları

```
graph TD; A[Biyoteknolojinin uygulama alanları] --> B[Tıp alanı]; A --> C[Gıda alanı]; A --> D[Tarımsal]; A --> E[Çevresel]; B --> B1[İlaç üretimi]; B --> B2[Antibiyotik üretimi]; C --> C1[Besin değeri yüksek ürünler]; C --> C2[Raf ömrü uzun ürünler]; C --> C3[Düşük maliyet]; D --> D1[Tarım]; D --> D2[Hayvancılık]; D --> D3[Toprak]; D --> D4[Tarımsal ürün]; E --> E1[Enerji üretimi]; E --> E2[Arıtma tesisleri]; E --> E3[Biyolojik temizleme];
```

Tıp alanı

- İlaç üretimi
- Antibiyotik üretimi

Gıda alanı

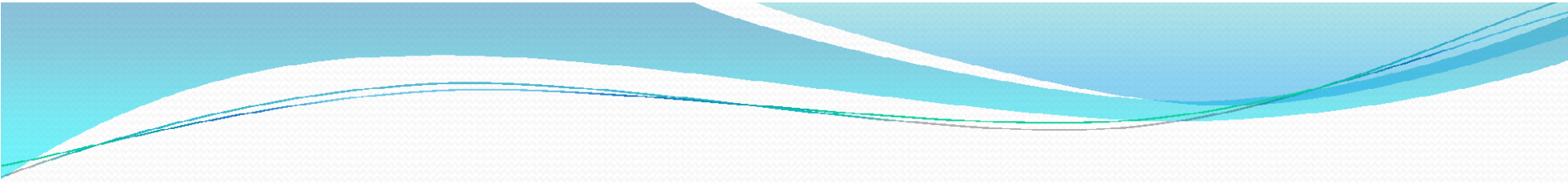
- Besin değeri yüksek ürünler
- Raf ömrü uzun ürünler
- Düşük maliyet

Tarımsal

- Tarım
- Hayvancılık
- Toprak
- Tarımsal ürün

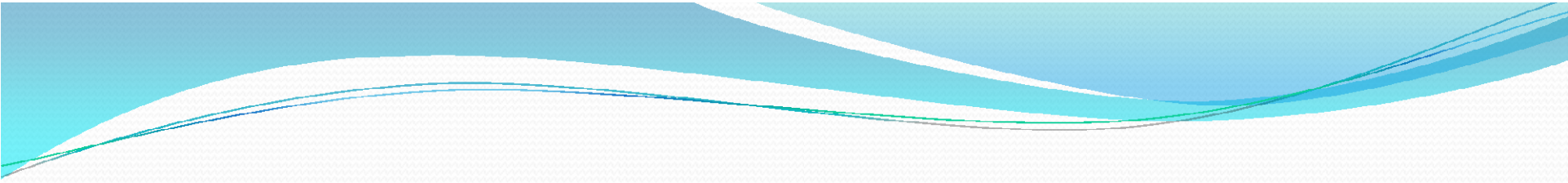
Çevresel

- Enerji üretimi
- Arıtma tesisleri
- Biyolojik temizleme

- 
- *Biyoteknoloji, uygulama alanlarına göre 4 ana sınıfa incelenebilir:*

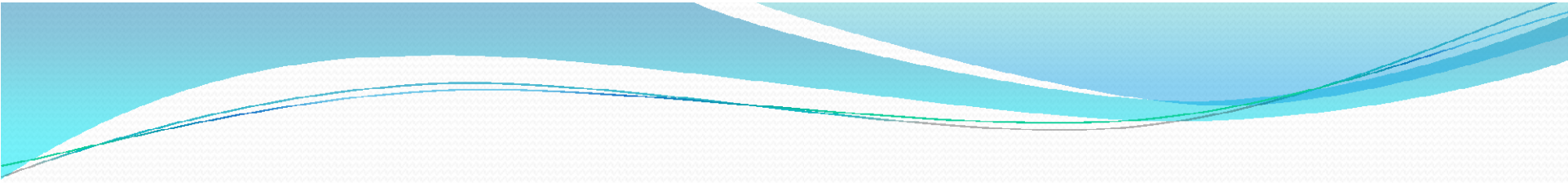
1- TIBBİ BİYOTEKNOLOJİ

- *İnsan sağlığını iyileştirmek için canlı hücrelerin ve diğer hücre malzemelerinin kullanılmasıdır.*
- *Hastalıkların önlenmesinde, teşhisinde ve tedavisinde biyoteknolojik araç ve tekniklerden yararlanır.*



➤ Bu teknik;

- İnsan sağlığını korumak için, bakterilerin, bitki ve hayvan hücrelerinin incelenmesini, patojenleri ve insan hücre biyolojisinin öncelikle temel düzeyde nasıl işlev gördüklerinin anlaşılması, ve farklı veya daha verimli yollar bulmaya yönelik araştırmalar için bu araçların kullanımını kapsar.
- Farmasötik ilaçların yanı sıra hastalıklarla mücadelede diğer kimyasalları üretmek için kullanılır.

- 
- *İnsülin üretimi gibi insanlara yararlı olabilecek faydalı ürünlerin özelliklerini artırmak için hücrelerin genetik yapısının nasıl manipüle edileceğini öğrenmeyi içerir.*
 - *İnsan genetiği aracılığıyla biyoteknoloji; genetik danışmanlık, doğum öncesi tanı ve gen terapisinde kullanım potansiyellerinin geliştirilmesine imkan sağlar. Tıbbi biyoteknoloji, genellikle alana özgü yeni ilaç ve tedavilerin geliştirilmesine yol açmaktadır.*

Tıbbi Biyoteknoloji Örnekleri

➤ Aşılar:

- Genellikle hastalık etkeninin zayıflatılmış versiyonlarının, vücudun kan dolaşımına sokularak etki göstermesi esasına göre hazırlanırlar.
- Zayıflatılmış hastalık patojenleri ya da genetiğiyle oynanmış ekinlerde de antijenik proteinlerin yetiştirilmesi gibi biyoteknolojik teknikler kullanılarak, ekstraller elde edilir.
- Bunlara bir örnek; 2008 yılından beri çalışılmakta olan, genetiğiyle oynanmış tütün bitkilerinin kullanılarak bir anti-lenfoma (Non Hodgkin Lenfoma) aşısının geliştirilmesidir.

Antibiyotikler:

- İnsanlar için patojenlerle savaşan antibiyotiklerin geliştirilmesinde son yıllarda yeni adımlar atılmıştır. Birçok bitki, genetik olarak değiştirilir ve antikörler üretmek için yetiştirilir.
- Biyoteknolojik yöntemlerle bitkiler bu antikörleri daha büyük miktarlarda üretebildiğinden, hücreleri kullanmaktan veya bu antikörleri hayvanlardan elde etmekten daha uygun maliyetlidir.

- *USD MIT Tıp Mühendisliği ve Bilim Enstitüsü'nde, Termeer Tıp Mühendisliği ve Bilimi Profesörü James Collins ve çalışma arkadaşlarının “yeni antibiyotik ilaçların keşfi için yapay zekanın gücünden yararlanarak” geliştirdikleri platform sayesinde; ilaçların bakterileri öldürmesini sağlayan kimyasal yapılar hakkında öğrenilenlere dayanarak yeni ilaçlar tasarlamanın da yolunun açılabileceğini öngörmek mümkün olmuştur.*

2- TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ

- *Mahsul verimini artırmak veya bitki üzerinde bir tür stres faktörü, yani hava ve zararlılar olan bölgelerde, büyümeleri için onlara avantaj sağlayan özellikler kazandırmak için genetiği değiştirilmiş bitkiler geliştirmeye odaklanılmaktadır. Bitki ve Hayvan Yetiştiriciliği; (Seçici Yetiştirme):*
- *Hayvanlar arasından farklı özellikler seçilir ve genetik belirteçler belirlendikten sonra bu özelliklere sahip hayvanlar ve bitkiler seçilir ve bu özelliklerin aktarılması için yetiştirilir.*

3- ENDÜSTRİYEL BİYOTEKNOLOJİ

- *Gıda, yem, kimyasallar, deterjanlar, kâğıt ve kağıt hamuru, tekstil, biyoyakıt ve biyogaz gibi endüstriyel olarak yararlı ürünlerin üretimi için; mikroorganizmalar gibi hücrelerin veya enzimler gibi hücre bileşenlerinin kullanılması uygulamalarını içerir.*
- *Ayrıca, çeşitli kimyasallar ve yakıtlar üretmek için yenilenebilir hammaddeler kullanarak ve petrokimya temelli bir ekonomiden uzaklaşarak sera gazı emisyonlarını düşürmeye yönelik çalışmalar devam etmektedir.*

Endüstriyel Biyoteknoloji Örnekleri:

- **Biyokatalizörler;** Enzimlerin biyoteknolojik teknikler kullanılarak (örn; fermentasyon, rekombinant DNA teknolojisi vb) ticari miktarlarda üretilmesini kapsar.
- **Fermantasyon;** Mısır gibi bazı bitkiler, çeşitli sekonder metabolitleri üretmek için kullanılabilir.
- **Mikroorganizmalar;** Yeni plastiklerin/tekstillerin tasarımı, üretimi ve biyoyakıtlar gibi yeni sürdürülebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi için kimyasal üretimde kullanımlarını kapsar.

4- ÇEVRESEL BİYOTEKNOLOJİ

- Çevresel biyoteknoloji, atık arıtma ve kirliliği önlemede kullanılan, birçok atığı geleneksel yöntemlere göre daha verimli bir şekilde temizleyebilen ve toprakta bertaraf yöntemlerine olan bağımlılığımızı önemli ölçüde azaltan teknolojidir.
- Bir atık sahasında toprakta zaten var olan bakterilerin aktivitesini uyarmak veya toprağa yeni bakteriler eklemek için besin maddeleri verilerek bakterilerin atığı yerinde sindirilmesine yardımcı olunmakta ve böylece onu zararsız yan ürünlere dönüştürür.
- Atık maddeleri tükettikten sonra bakteriler ya ölür ya da ortamdaki normal popülasyon seviyelerine geri döner.

Çevresel Biyoteknoloji Örnekleri:

- **Biyoremediasyon ;** *Biyoremediasyon, bir çevre kirleticisinin mikroorganizmalar yardımıyla uzaklaştırılması işlemidir. Bu teknik ile, bakteriler ve fungus türleri kullanılarak kirliliğin hızlı bir şekilde kaldırılması sağlanır.*
- *Bu durum, sadece bazı endüstriyel ve gıda atıkları bileşenlerini ön işleme tabi tutmakla kalmayıp aynı zamanda katı atık bertaraf mekanizmalarını kullanmadan kanalizasyon sistemi yoluyla etkin bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlayacak enzim biyoreaktörlerinin geliştirilmesine yardımcı olan biyoteknolojik yöntemlerin uygulanması anlamına gelir.*

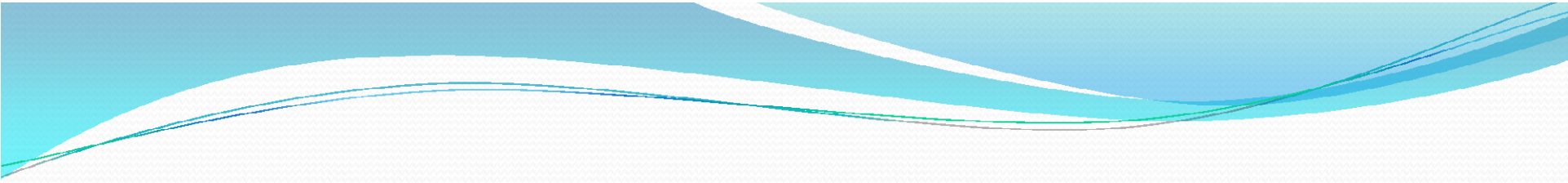
1. Besin Takviyesi; Bu uygulamanın bir örneği, pirincin beta-karoten ile aşılandığı Altın Pirinç üretimidir. Pirinç, vücudun hızla sentezleyebildiği A vitaminine sahiptir.

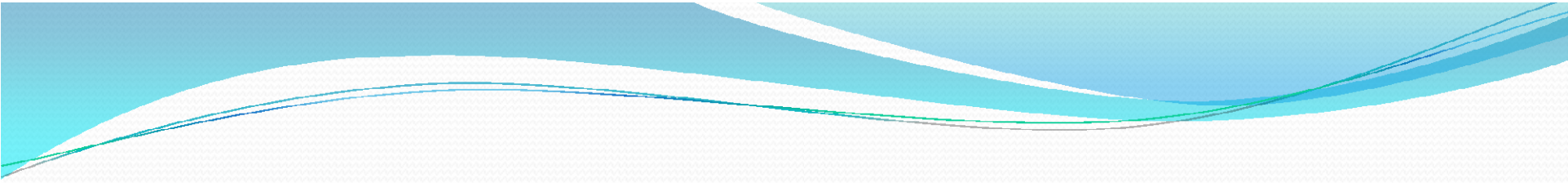
2. Abiyotik Stres Direnci; Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte, az alanda mümkün olduğunca çok gıda üretmek için mevcut gıda kaynaklarının, etkili olmasına ihtiyaç vardır.

➤ Bu da tuzluluk, kuraklık ve soğuktan kaynaklanan don gibi “abiyotik stresler ile baş edebilecek” mahsullerin geliştirilmesine ihtiyaç olduğu anlamına gelir. Uygulama, Afrika ve Orta Doğu’da, hüküm süren sert iklimlere dayanabilecek mahsullerin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamıştır.

3. Mukavemet Elyafı; Zırh, sağlam halat yapımı, yanmayan koruyucu giysi yapımında kullanılabilir, elektrik iletkenliği düşük, ince iplikli yapıda malzemelerin üretimi de biyoteknolojinin uygulandığı güncel alanlardır.

➤ Kevlar bu amaçla kullanılan, hafif karbon kökenli çok sağlam liflerden oluşan bir malzemedir. 1965 yılında icat edilmiş, patentlenmiş ticari bir markadır.

- 
- *Günümüzde en güçlü çekme mukavemetine sahip malzemelerden birinin de örümcek ağları nın olduğu bulunmuştur.*
 - *Aynı kesit genişliğine sahip diğer malzemeler arasında, örümcek ağları kırılmadan önce çelikten bile daha fazla gerilim kuvveti alabilir.*
 - *İpek, Kevlar'dan daha güçlü olduğu için kullanıma adaydır.*

- 
- Kimyasal sentez yolu kullanılarak ölçeklenebilir süper dayanıklı lifler hazırlamak için genetik olarak değiştirilmiş ipekböceklerinin üretimi başarılmıştır.
 - Ayrıca ipek ipliklerinin üretimi için örümceklerde bulunan ilgili genlerin keçilere aktarılmasıyla ilgili biyoteknolojik teknikler kullanılmıştır.
 - Bu girişimle, keçilerin örümceklere kıyasla çok daha rahat işlenmesi ve ipeğin eldesi mümkün olabileceği için üretiminin de kolay olarak yapılması öngörülmektedir.

BİYOYAKITLAR

- *Biyoteknolojinin en büyük uygulamalarından biri **enerji üretim sektöründedir**. Bu yakıtlar, sera gazı üretmediklerinden çevre için de olumludur.*

SAĞLIK

- *Biyoteknoloji, sağlık sektöründe, saflık endişeleri nedeniyle diğer geleneksel yollarla üretilmesi sorunlu olduğu kanıtlanmış **ilaçların geliştirilmesinde** uygulanmaktadır.*

GIDA İŞLEME

- *Mikrobiyal organizmalar ve türevleri kullanılarak yapılan fermantasyon yöntemi ile veya tadı olmayan koruyucuların kullanılarak, kolay bozulan hammaddelerin, yenilebilir ve içilebilir, raf ömrü daha uzun yiyecek ve içeceklere dönüştürülmesi sağlanmaktadır.*

ATIKLARDAN YAKIT

- *Biyoremediasyon yönteminin atıklara uygulanmasıyla, jeneratörleri çalıştırmak için biyo yakıtı dönüştürülebilmektedir.*
- *Mikroorganizmalar, bitki ve sebze materyallerini biyolojik olarak parçalanabilen plastikler için yapı taşlarına dönüştürmek için gerekli enzimleri üretmeye teşvik edilebilir.*
- *Örneğin metan, kâğıt imalat endüstrisinin atık ürünü olan kükürt likörünü bozan bir bakteri türünden elde edilebilir. Elde edilen metan, diğer endüstriyel işlemlerde veya yakıt olarak kullanılabilir.*

EMTİA KİMYASALLARI VE ÖZEL KİMYASALLAR

- Geleneksel kimyasal sentezde genellikle HCl gibi istenmeyen reaktifler kullanır ve büyük miktarda enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır.
- Bunun gibi tedarik zincirinde kullanılan aynı malzemeler ve kimyasallar, biyokatalizörler kullanılarak daha ekonomik ve çevre dostu bir üretimle karşılanabilir. Örneğin, polimer dereceli akrilamid gibi.

YÜKSEK TEKNOLOJİ TERBİYE KUMAŞLARI

- *Tekstil materyallerinin (elyaf, iplik, kumaş vb.) niteliklerini, kullanım alanına veya tüketici isteğine göre değiştirmek için uygulanan işlemlerin tümüne tekstil terbiye işlemleri denir.*
- *Biyoteknoloji, tekstil endüstrisinde kumaşların ve giysilerin terbiyesi için kullanılmaktadır.*
- *Daha sıcak, daha güçlü, kırılmaya ve büzülmeye karşı dirençli olan ve geliştirilmiş boya alımı ve tutma özelliğine sahip, geliştirilmiş emiciliğe sahip pamuk biyoteknolojik olarak üretilir.*

DETERJAN ENZİMLERİ

- *Bunlar, protein safsızlıklarını gideren ve yıkanan eşyalarda bulunan nişasta, protein ve yağ asitlerini parçalamak için kullanılan modern deterjanların temel bileşenleridir.*
- *Proteaz üretimi biyokütle ile sonuçlanır ve bu da faydalı bir yan ürün olan organik bir gübre verir.*

YARA ÖRTÜLERİ

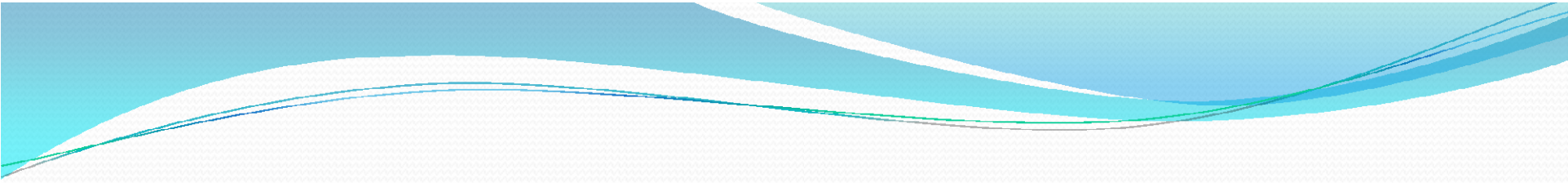
- Yarayı enfeksiyona karşı korumak, kan ve yara sıvısını emmek, yara iyileşmesini sağlamak ve yara üzerine ilaç tedavisi uygulamak için yaraları örtmek amacıyla kullanılan ürünlerdir.
- Modern yara örtüleri, yarayı örtmekten çok daha fazla fonksiyonlara sahiptir.
- Biyoteknoloji kullanılarak elde edilen bu örtüler, ayrıca tipik olarak karides ve yengeç kabuklarından elde edilen bir doğal polisakkarit olan kitosan ile kaplanmış yara pansumanlarının kullanımına da uygulanır.

Biyoteknoloji Dallar, Araştırma ve Geliřtirme Alanlarına Göre Renkler ile de Sınıflandırılır;

Altın Biyoteknoloji (Biyoinformatik), hesapsal biyoloji olarak adlandırılır ve biyolojik verilerin analizinin, yanı sıra hızlı organizasyonunu da mümkün kılar.

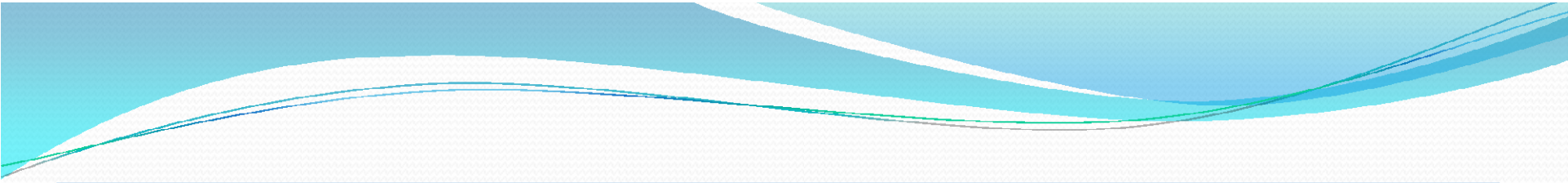
Kırmızı Biyoteknoloji (Biofarma), tıp ve veterinerlik ürünleri ile ilgilidir. Genetik manipülasyon uygulayarak hastalıkları tedavi etmek için yeni ilaçlar, rejeneratif tedaviler, aşılar, antibiyotikler, moleküler tanı teknikleri ve genetik mühendisliği tekniklerini geliştirmeye yardımcı olmayı hedefler.

➤ **Biyoteknoloji İnovasyon rgt (BİO),** alanla ilgili önemli bir kuruluştur.



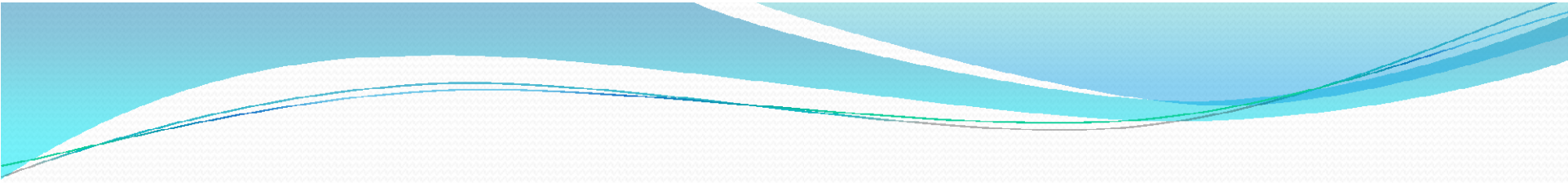
Beyaz Biyoteknoloji, geleneksel olanları kullanarak, yenebilecek daha enerji verimli, daha az kirletici ve düşük kaynak tüketen süreçler ve ürünleri tasarlamak için endüstriyel biyoteknolojiden ilham alır. Biyoyakıtların ve diğer teknolojilerin geliştirilmesi için çalışır.

Sarı Biyoteknoloji, bu dal gıda üretimine odaklanmıştır. Örneğin fermantasyon yoluyla şarap, peynir ve bira yapımında biyoteknolojinin kullanımı, yemeklik yağlardaki doymuş yağ asiti seviyelerinin düşürülmesine yönelik araştırmalar yürütür.



Gri Biyoteknoloji, ağır metaller, hidrokarbonlar gibi birçok türde maddeyi izole etmek ya da bertaraf etmek için mikroorganizmalar ve bitkilerin kullanılarak, biyolojik çeşitliliğin korunması ve kirleticilerin uzaklaştırılması için çevresel uygulamaları kapsar. Amacı, yukarıda bahsedildiği gibi biyoremediasyon süreçleri yoluyla kirlenmiş doğal ekosistemlerin korunması ve restorasyonudur.

Yeşil Biyoteknoloji, yeni tarımsal ilgi alanları, biyopestisitler ve biyogübreler üretmeyi içeren tarıma vurgu yapar. Haşerelerle savaşmak, mahsulleri beslemek ve onları mikroorganizmalara, kuraklık ve don gibi aşırı hava olaylarına karşı güçlendirmek için kullanılmaktadır.



Mavi Biyoteknoloji, çok çeşitli sektörlerde potansiyel olarak ürün ve uygulamalar oluşturmak için deniz kaynaklarının kullanımına dayanmaktadır.

Mor Biyoteknoloji, biyoteknoloji kapsamındaki hukuk, etik ve felsefi konularla ilgilenir.

Karanlık Biyoteknoloji, insanlarda, evcil hayvanlarda, mahsullerde, hastalıklara ve ölüme neden olmak gibi kötü amaçlar için mikroorganizmalar ya da toksinler kullanan biyoterörizm veya biyolojik silahlar ve biyolojik savaş ile ilişkilidir.

BİYOTEKNOLOJİNİN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

- *Biyoteknolojinin faydaları somuttur, ancak çevre, sağlık ve etik üzerinde olası olumsuz etkileri konusunda dikkatli olmak da gerekmektedir. Avantajlarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:*
- **Rekombinant DNA gibi teknikler sayesinde CO₂ emisyonlarını %52 azaltır, su kullanımını optimize eder ve atık ve kimyasal süreçleri azaltır.**
- **Tıbbi tanıyı iyileştirir,** enfeksiyon oranlarını azaltır, ilaçların yan etkilerini en aza indirir ve gelişmekte olan ülkelerde ilerlemeyi destekler.
- **Sağlıklı ve sürdürülebilir tarımı destekler,** daha besleyici, toksin ve alerjen içermeyen gıda sağlar, pestisit ve kimyasalların kullanımını sınırlar.

Başlıca riskleri ise;

- *Laboratuvar gıdalarının çoğalması ürün çeşitliliğine son verebilir. Ekosistemlerin dengesini de etkileyebilir.*
- *Riskler arasında; öngörülemeyen alerjiler, canlı organizmaların zehirlenmesi ve laboratuvardan kaçan modifiye bakteriler yer alır.*
- *Klonlama, insan genomunun modifikasyonu ve yardımcı üreme ile ilgili, etik-sosyal tartışmalar da riskler arasındaki ana konulardır.*
- *Biyoteknoloji, diğer ileri teknolojiler gibi, kötüye kullanım potansiyeline sahiptir. Bu konudaki endişeler, bazı grupların insan klonlama ve embriyonik kök hücre araştırmaları gibi belirli süreçleri veya programları kısıtlayan veya yasaklayan yasaları yürürlüğe koyma çabalarına yol açmıştır. Ayrıca, biyoteknolojik süreçlerin kötü niyetli gruplar tarafından kullanılması halinde, sonucun biyolojik savaş olabileceği endişesini de beraberinde getirir.*

KAYNAK:

Koçdor H. Geçmişten günümüze biyoteknoloji. Koçdor H, Pabuççuoğlu A, Zihnioğlu F, Sağın F, editörler. Sağlık Biyoteknolojisi. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2022. p.1-10.

BİYOTEKNOLOJİ

Endüstri ve tıp alanında canlı hücreler kullanılarak çeşitli maddeler üretilmesiyle ilgili çalışmalar yapar.



UYGULAMA ALANLARI

GDO'LU ÜRÜNLER ELDE ETMEK

Canlıların genlerinin üzerinde değişiklikler yapılmasını sağlar. Yeni ve üstün özellikte genler canlılara aktararak, elde edilen ürünlerin daha verimli olması sağlanır.

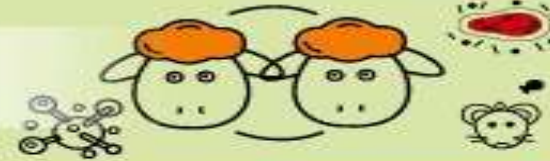


Canlı vücudunda hasar görmüş ve yenilenemeyecek olan hücreler, kök hücre tedavisi ile onarılabılır.

KÖK HÜCRE TEDAVİSİ

CANLI KLONLAMA

Biyoteknolojik yöntemlerle canlılar genetik olarak kopyalanmaktadır.



Biyoteknolojik yöntemlerle aşı ve antibiyotik üretimi yapılmaktadır. İnsülin bu şekilde üretilir.

AŞI ANTİBİYOTİK ÜRETİMİ

HORMON DİĞER ÜRÜNLER

Biyoteknoloji sayesinde İnsülin ve büyüme hormonları protein, parfüm, kozmetik, boya, yakıt, süt ürünleri de üretilmektedir.



FAYDALARI



Biyoteknoloji sayesinde yeni ilaçlar üretilmektedir.

Hastalıkların tanı ve tedavisinde yarar sağlar.

Yeni ve üstün özellikte (verimli, sağlıklı ve kaliteli) bitki ve hayvanlar üretilir.

İnsanlarda zarar gören doku ve organlar yapay doku ve organla değiştirilir.

Kirli suların arıtılmasında biyo-teknoloji ürünü bakteriler kullanılmaktadır.

ZARARLARI

Biyolojik silah yapımında kullanılır.

GDO'lu ürünlerden dolayı doğal ürünler gittikçe azalmaktadır.

Ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır.

Biyo-teknoloji ile elde edilen tohumlar kısır olmaktadır.

Biyo-teknoloji canlılarda mutasyona neden olabilmektedir.

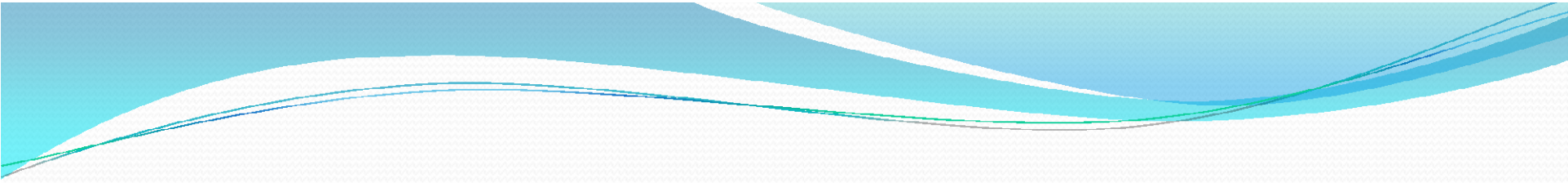


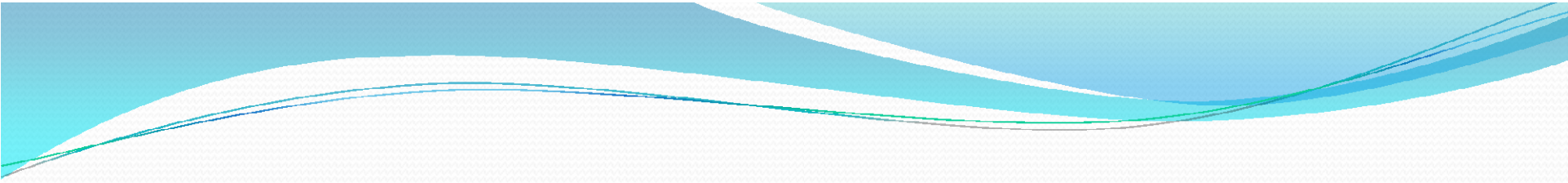
2. BİYOTEKNOLOJİK YÖNTEMLERE GENEL BAKIŞ

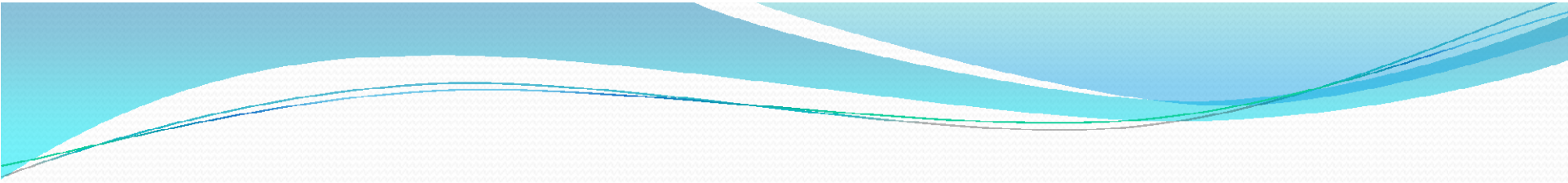
- *Biyoteknolojik yöntemlerin büyük çoğunluğu, substratın mikroorganizma hücreleri tarafından ürüne dönüştürülebilmesi şeklinde gerçekleşir.*
- *Benzeri reaksiyonları serbest veya immobilize enzim preparatları ile de başarmak mümkündür.*
- *Her iki olayı aşağıdaki şekilde şematize edebiliriz.*

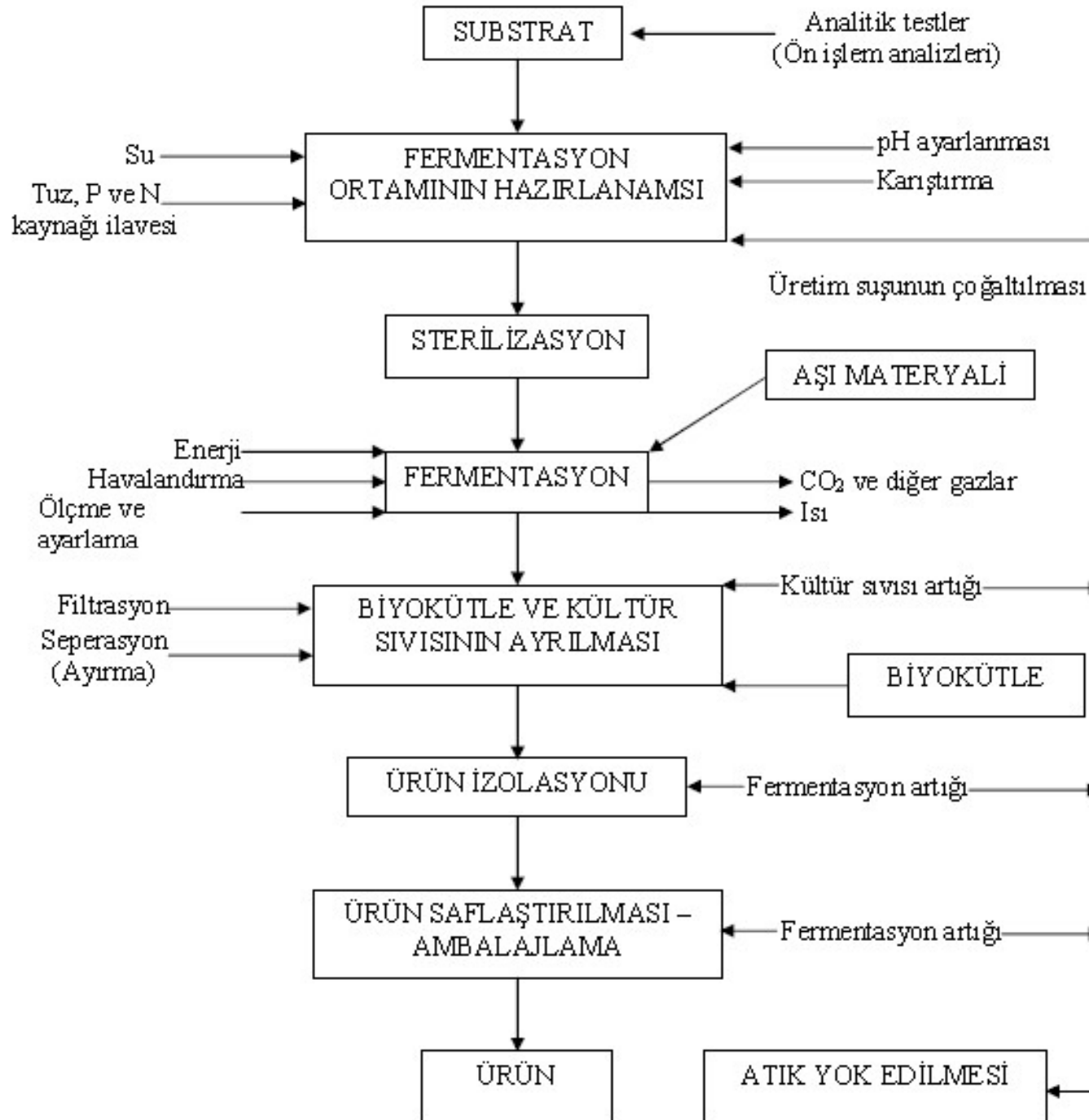
Substrat + Mikroorganizma Hücreleri $\xrightarrow[\text{Hizmetleri}]{\text{Mühendislik}}$ Ürün

Substrat + Enzim $\xrightarrow[\text{Hizmetleri}]{\text{Mühendislik}}$ Ürün

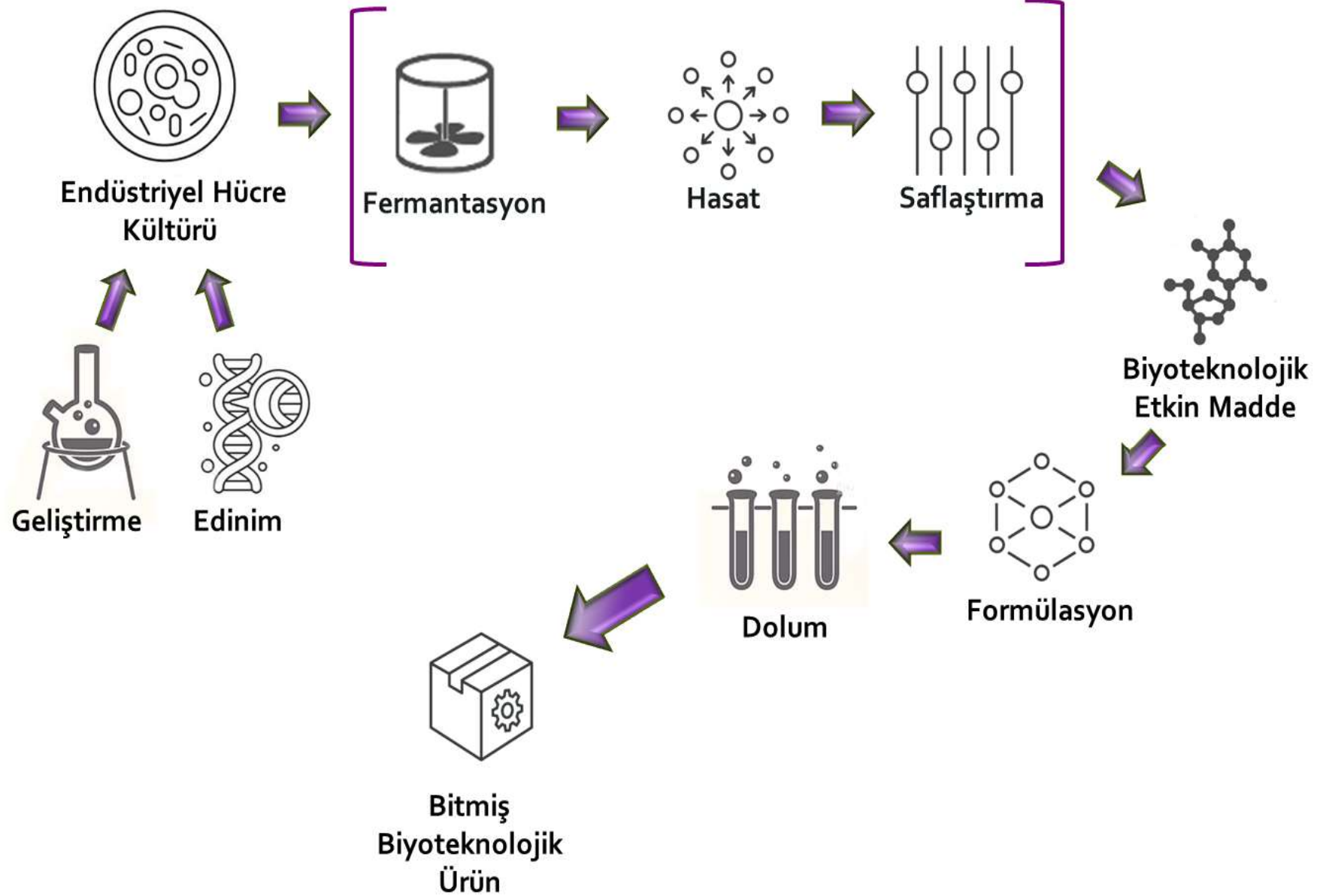
- 
- *Mühendislik hizmetleri, üretim yöntemi ve sonraki işlemleri kapsar.*
 - *Ürün, biyokütle olabileceği gibi, hücrelerin metabolik ürünü veya biyotransformasyon ürünü de olabilir.*
 - *Her ne kadar biyoteknolojik üretim prosesi yukarıda çok basitçe şematize edilmişse de gerçekte oldukça karmaşıktır.*
 - *Biyoteknolojik üretimde en etkin göreve sahip mikroorganizmalar, doğanın genel bütçesi için çok önemlidirler ve dünyanın hemen her yerinde bulunurlar.*

- 
- ✓ *Toprak, hava veya sudan izole edilirler.*
 - ✓ *Numune izotonik gözelti veya steril besi ortamı ile öyle seyreltilir ki, her tür kendi kolonisini oluştursun ve bu koloniler aşı iğnesi ile kolayca alınabilsinler.*
 - ✓ *Biyoteknolojik uygulamalarda kullanılan mikroorganizma, familya ve tür sayısı sınırlı olup; genellikle istenilen suşların mikroorganizma koleksiyon merkezlerinden sağlanması mümkündür.*

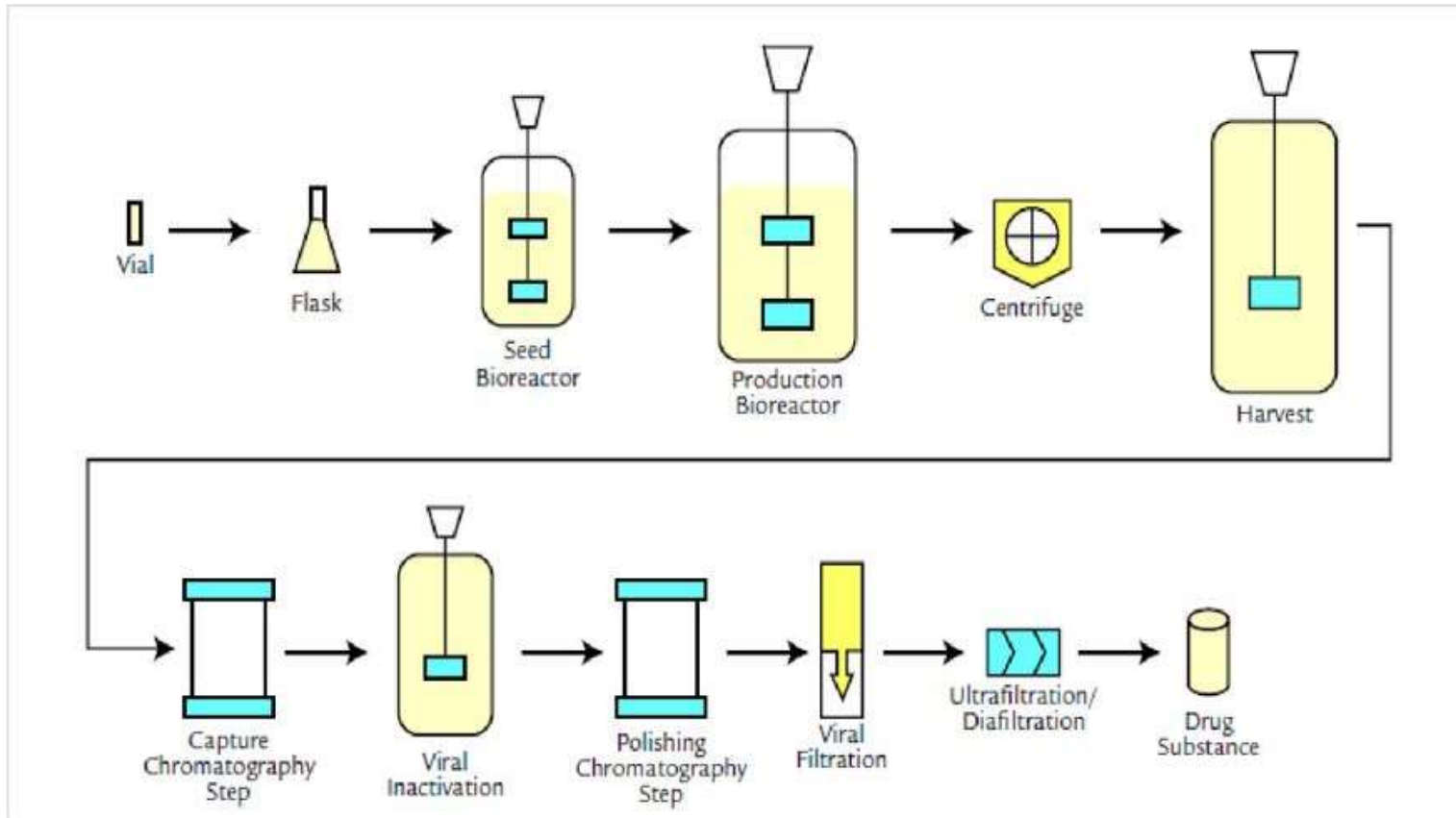
- 
- ✓ *Uygulamaya konmadan önce uzun süren yöntem optimizasyon çalışmalarına ihtiyaç vardır.*
 - ✓ *İlk yapılacak iş yöntem ile istenen ürünün elde edilip edilmediğinin kontrolüdür.*
 - ✓ *Özellikle yaban ırklarının ürün verimi düşük olduğundan, tayin yöntemi çok duyarlı olmalıdır.*
 - ✓ *Bu amaçla daha çok fizikokimyasal ve mikrobiyolojik yöntemler kullanılır.*

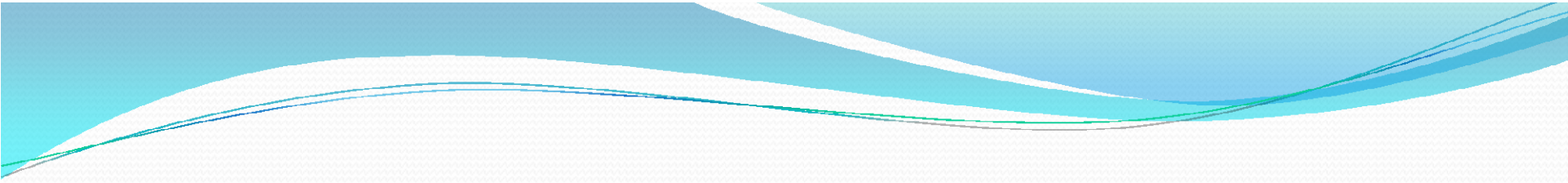


Şekil 2.
Biyoteknolojik
üretim prosesinin
akım şeması.



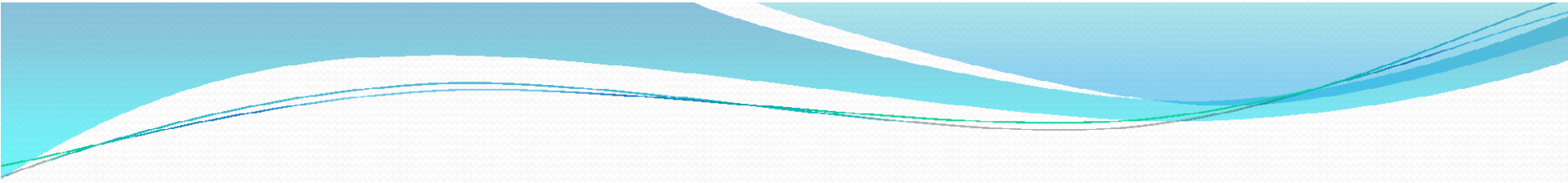
Biyofarmasötiklerin üretim aşamaları



- 
- *Yöntemin geliştirilmesi sırasında bir yandan seleksiyon ve mutasyon ile diğer yandan ise; substrat optimizasyonu ile ürün verimi yükseltilmeye çalışılır.*
 - *Substrat gideri toplam üretim gideri içinde yaklaşık %50' lik bir paya sahip olduğundan, üretim ortamı mikroorganizmaların spesifik isteklerini karşılayabilecek ve olabildiğince ucuz ham maddeler içermelidir (Tablo 1).*

Tablo 1. Fermentasyon için gerekli ham maddeler

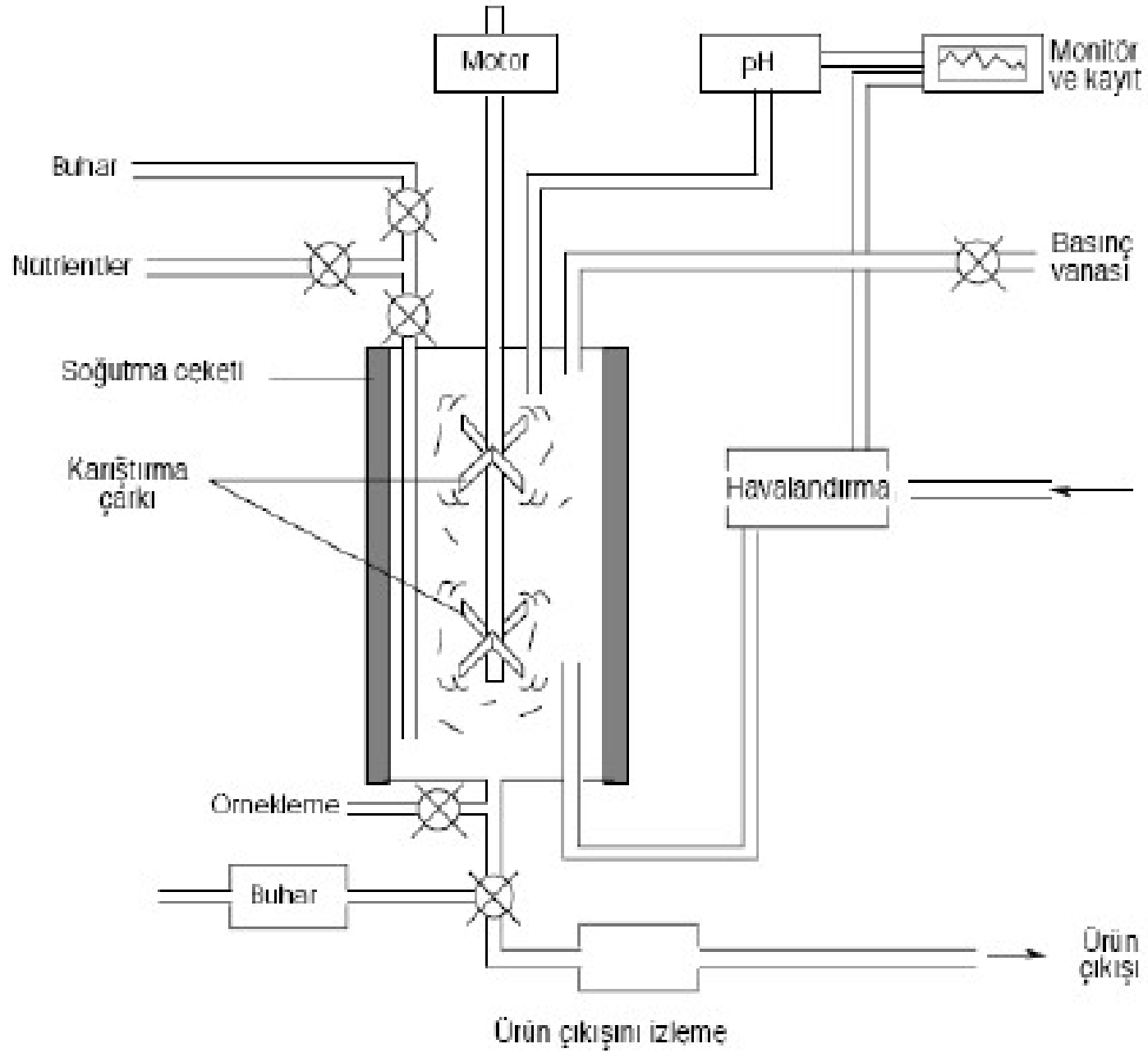
Karbon içeren saf substratlar	Karbohidratlar, Hidrokarbonlar, Alkoller, CO ₂
Kompleks substratlar	Melas, selüloz içeren atık sular, ksiloz çözeltisi (odunun şekerleştirilmesinden), hayvan yemi (pancar küspesi vb.), mandra atıkları, maya ekstraktı, soya unu, protein hidrolizati
Azot kaynakları	NH ₃ , nitrat, üre, aminoasitler, soya
Anorganik elementler	Fosfat, sülfat, klorür, K, Na, Mg, Ca, Fe
Eser elementler	Co, Zn

- 
- Fermentasyonun gerçekleştirileceği reaktör aerobik çalışma koşullarında hücrelerin hava ve substrat ile çok iyi temas edebileceği, oluşan CO_2 'nin kolayca uzaklaştırılabileceği şekilde dizayn edilmelidir.
 - ✓ Reaktörün ve ortamın sterilizasyonu optimum verimlilik için çok önemlidir. Tablo 2' de bazı bakteri sporlarının öldürülebilmesi için gerekli süreler verilmiştir.
 - ✓ Aerobik mayalanmalar genellikle çok uzun sürdüğünden daha basit tesisler yeterlidir.

Tablo 2. Bazı bakteri sporlarının öldürülmesi için gerekli kuru ısıtma süreleri.

Spor	Sıcaklığa bağımlı öldürülme zamanları (dk)						
	120°C	130°C	140°C	150°C	160°C	170°C	180°C
Toprak bakterileri	-	-	-	180	30-90	15-60	15
Clostridium botulinum	120	60	15-60	25	15-20	10-15	5-10
Clostridium tetani	-	20-40	5-15	30	12	5	1
Bacillus anthracis	-	-	-	60-120	9-90	-	3

Fermentör hücre çoğalmasını ve metabolit (ürün) verimini garantileyecek koşullara (pH, yeterli tuz, O₂ ve hammadde temini) sahip olmalıdır (Şekil 3).



Şekil 3. Fermentör