

10. GENETİK MODİFİYE ORGANİZMALAR

Genetik Modifiye Organizmalar (GMO):

- Gen teknolojisi kullanılarak doğal süreçler ile edinilmesi mümkün olmayan yeni özellikler kazandırılmış organizmalar.

Konuyla ilgili kavramlar ve tanımlar;

Trasgenik Ürün:

- Genetik olarak değiştirilmiş organizmalara kısaca GMO ya da transgenik denilmektedir.

Biyolojik Çeşitlilik:

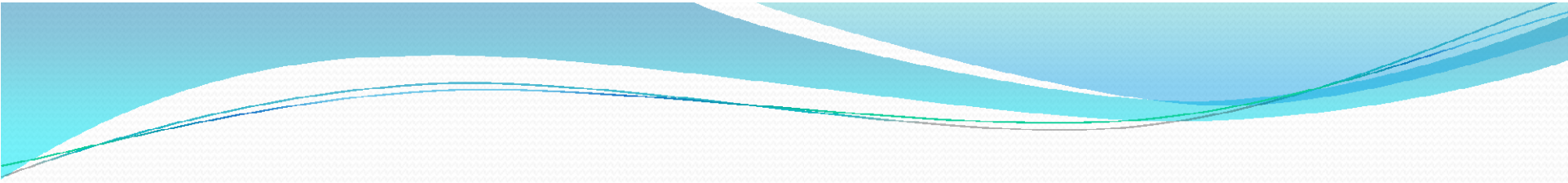
- Ekosistemlerin insanlığın geleceği için elzem olan yaşam destek sürecini sürdürebilme yeteneğinin ve sağlıklı çevrenin bir göstergesidir.

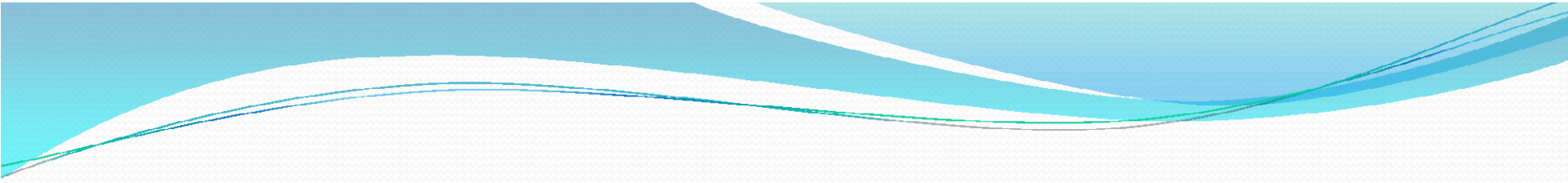
Rekombinant DNA Teknolojisi (rDNA):

- *Farklı canlı türleri arasında gen transferi ile mevcut türlere, daha önce taşımadığı özelliklerin kazandırılması işlemlerine denir.*
- *Bu teknolojinin kullanıldığı alanlardan bazıları şunlardır;*
 - ❖ *Zararlılara karşı direnç sağlayan genlerin bitkilere transferi*
 - ❖ *Bitkilere tuzluluk ve herbisitlere dayanıklılığı sağlayan genlerin transferi*
 - ❖ *Bakterilere toksik atıkları temizleme özelliği kazandıran genlerin ilavesi*
 - ❖ *Ürünlerin kalite ve veriminin artırılması*

10.1. GENETİK MODİFİYE ORGANİZMALAR

- Genetik Modifiye Organizmalar (GMO) ya da ülkemizde yaygın olarak kullanılan adı ile Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar (GDO) genetik kodu gen teknolojisi kullanılarak değiştirilmiş canlı organizmalardır.
- ✓ Bu işlem genetik modifikasyon yapılacak organizmanın genomuna bir parça DNA'nın ya da birkaç küçük DNA parçasından oluşan sentetik bir kombinasyonun eklenmesi ile olur.
- Uygulamada arzu edilen gen, verici organizmada tanımlanır ve şifresi çözülür, enzimler kullanılarak saflaştırılır ve binlerce kat çoğaltılır (klonlama).
- ✓ Alıcı hücreye klonlanan DNA verilir.

- 
- *Transfer edilecek gen, doğal canlı organizmalardan alınmaktadır.*
 - ✓ *Böylelikle bir ürüne yeni bir özellik kazandırılmış olmaktadır.*
 - *Genetik modifikasyonda; genetik özelliği benzer olmayan organizmalar arasından tek veya daha fazla geni izole edip, kesip, birleştirip ve aktarıp yeni gen kombinasyonları oluştururlar.*



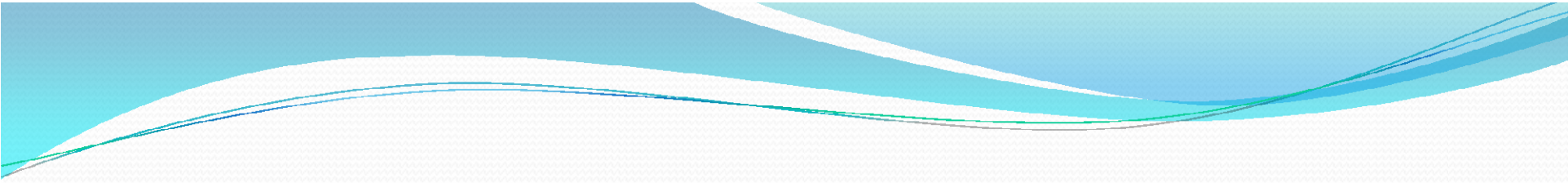
➤ Transgenik ürünlerle ilgili değişimler üç temel grupta gerçekleştirilmektedir:

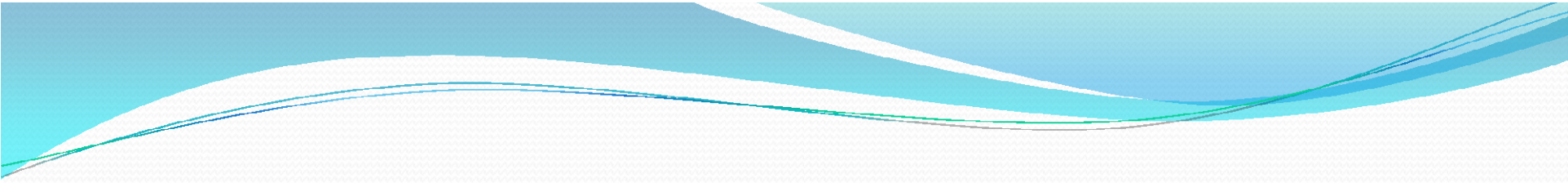
Geniş aktarımlar; Bir canlı aleminden bir başkasına yapılan aktarımlar (örneğin bakteriden bitkiye).

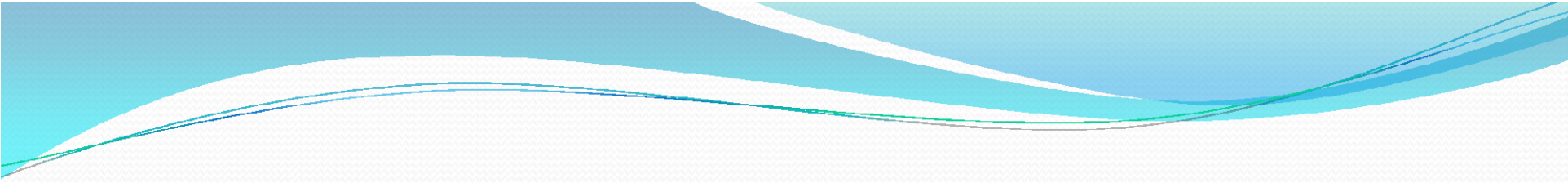
Kapalı aktarımlar; Aynı canlı alemi içinde, bir türden diğerine (örneğin bir bitki türünden diğerine) yapılan aktarımlar.

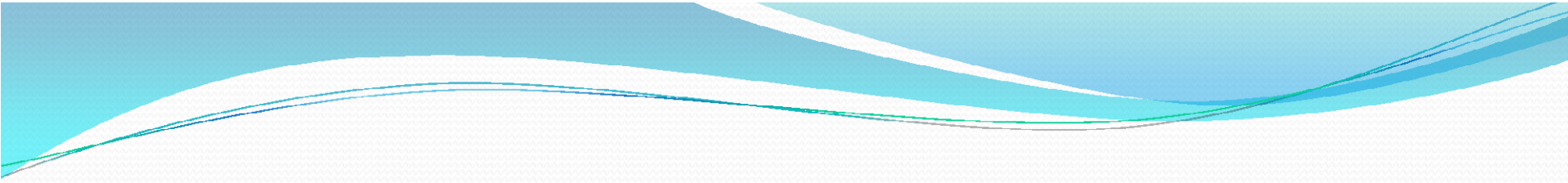
Dönüştürme; Gen esasen söz konusu türde mevcut olmasına karşın, dizilimlerinin değiştirilerek belirli bir modele dönüştürülmesi çalışmaları (örneğin E.coli bakterisinden bu tarz değiştirmeyeyle geliştirilen artırılmış/yavaşlatılmış fonksiyonlara sahip yeni bir organizma).

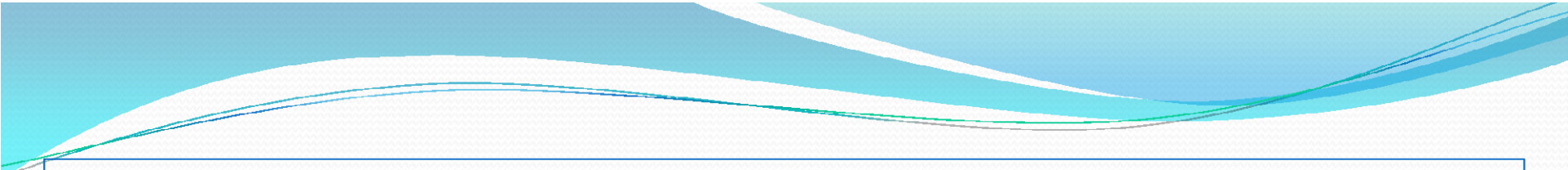
- ✓ Genetik olarak değiştirilmiş yani''transgenik'' ürünler, virüsler, bakteriler, hayvanlar ve bitkilerden genler içerirler.

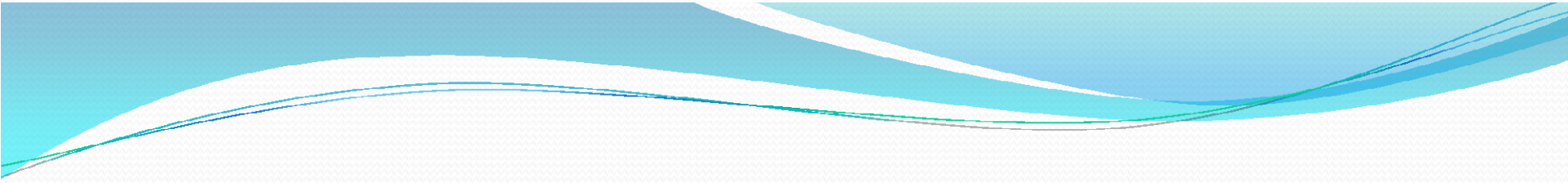
- 
- Aynı zamanda, yeni eklenen genler yapay genetik materyal kombinasyonlarından oluşur.
 - ✓ Örneğin; kutuplarda yaşayan bir tür balıktan izole edilen anti-freeze geni domates ve çilek gibi bitkilere aktarılarak soğuğa dirençli GD domatesler ve çilekler geliştirilmektedir.
 - Gen mühendisliği, gıda üretiminde ve gıda katkı maddeleri üretimi üzerinde kayda değer etkiler yapmaktadır.
 - GD bakteri, maya ve küften elde edilen enzimler, bugün birçok alanda verimliliği arttırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır.

- 
- *Bu teknolojinin tarımda uygulanma alanı ise daha geniş ve etkileyicidir.*
 - *Dünyanın artan nüfusunu doyurmak için, gen mühendisliği teknolojisi kullanılarak hastalığa bağışıklı tarım bitkileri ve hayvanlar, besin değeri yüksek, daha lezzetli yiyecekler, kendi pestisitlerini üretebilen, herbisitlere bağışıklı, marjinal topraklarda ve iklim koşullarında yetişebilen, daha fazla ürün verebilen mahsül elde edilebilecektir.*

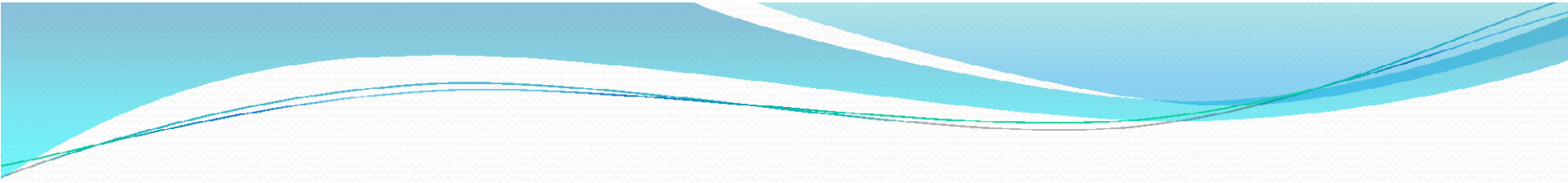
- 
- *Biyoteknolojide ulaşılan son nokta olan genetik modifikasyon (GM) ayrıca genetik mühendislik, genetik işleme, gen teknolojisi ve/veya rekombinant DNA teknolojisi olarak da bilinmektedir.*
 - *Ortak kullanılan terim olan “Genetik Modifiye Organizmalar” veya GMO sıklıkla düzenleyici dökümanlarda ve bilimsel literatürde yumurta ve spermin doğa kombinasyonu veya doğa bakteriyel bölünme dışında DNA’ya sahip olan bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmaları tanımlamak için kullanılır.*

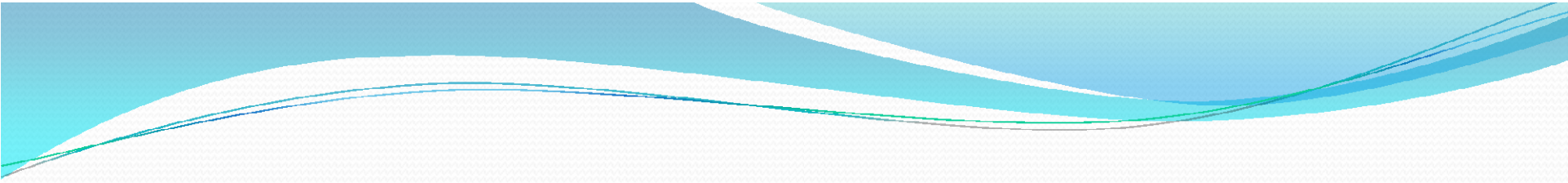
- 
- *Basitçe, gen teknolojistleri bir organizmadan diğerine gen transferinde kes-yapıştır yöntemini kullanmaktadır.*
 - ✓ *Bu yöntemin başarılmasında spesifik noktalardan DNA kesen ve yapıştıran bir çeşit moleküler makas ve bant vazifesi gören bakteriyel enzimlere yararlanılmaktadır.*
 - *Genetik modifikasyon işlemi boyunca modifiye organizmadan seçilen orijinal genetik materyal ölçülemeyecek kadar küçük olsa bile milyarlarca kez çoğaltılır.*

- 
- ✓ Detay olarak; DNA'nın bir organizmadan diğerine kolayca taşınmadığı durumlarda aracı olarak plasmidler (bakteriyel DNA'nın küçük halkaları) kullanılabilir.
 - ✓ Alternatif olarak, bazı bitki hücreleri **“gen silahı”** adı verilen özel bir araçla yeni DNA ile kaplı küçük partiküllerle vurularak değiştirilebilir.
 - Modifiye edilen bu hücre yeni bir organizmanın oluşturulmasında kullanılabilir.
 - Bununla beraber şu anda mevcut bulunan yöntemlerle çok az sayıdaki hücre genetik modifikasyon prosedürlerine katılıp başarıyla modifiye edilebilmektedir.

- 
- *Bu tür hücre kültürlerinden bütün bir bitki veya hayvanın gelişmesi aylar, yıllar sürmektedir.*
 - *Bu nedenle bir hücre kültürü karışımındaki modifiye hücrelerde transfer edilecek genetik materyale yakın bağlı “**marker genler**” tanımlanmalıdır.*
 - ✓ *Antibiyotik direnci, laboratuvar koşullarında hücresel düzeyde kolayca tanımlanabilmesi ve seleksiyon için uygun bir temel oluşturması nedenleriyle sıklıkla genlerin etiketlenmesinde kullanılır.*

- *Bununla beraber antibiyotik işaretli genler çeşitli şüphelerin kaynağı olmuş, diğer bazı yöntemler ortaya çıkmıştır.*
- *Amerikan Ulusal Bilimler Akademisi'ne göre ilişkili olmayan türler arasındaki transferler herhangi bir risk yaratmamakta ve olası riskler doğal seleksiyon veya benzer türler arası melezleme işlemindekilerden farklı değildir.*
- *Bundan başka ilişkili olmayan türler arasında özellikle de besin kaynağı olanlar arasındaki genetik transferin zararsız bir organizmayı zararlı hale getirdiği konusunda kanıtlar bulunmamaktadır.*
- ✓ *İşlemin kendisi tek başına, yaşayan bir organizmayı zararlı hale getirmemektedir.*

- 
- ✓ *İlişkili olmayan iki tür arasındaki genetik transfer bir türün diğerine dönüşmesini sağlamaz.*
 - ✓ *Örneğin bir balık domates veya başka bir şeye dönüşmez.*
 - ✓ *Bu özellik organizmada transfer edilecek hedef genin kolayca tanımlanmasına imkan sağlar.*
 - ✓ *Bir bitki veya hayvan onlarca, yüzlerce, binlerce genden oluştuğu için bir iki genin transferi o organizmanın tanımını değiştirmez.*

- 
- ✓ WHO ve FAO'ya göre (1991), “Biyoteknolojinin besin üretiminde ve işlenmesinde uzun bir geçmişi vardır.
 - ✓ Geleneksel melezleme yöntemleriyle beraber moleküler biyolojinin temel alındığı son teknikleri içinde bulundurmaktadır.
 - ✓ Daha yeni biyolojik yöntemlerin ortaya çıkması besin miktarı ve kalitesinde hızlı artışlar sağlayabilecek alternatifler sunacaktır.
 - ✓ Bu tekniklerin kullanımı geleneksel olanlara kıyasla daha az güvenli (insan ve çevre için) besinlerin üretilmesine yol açmaz.”

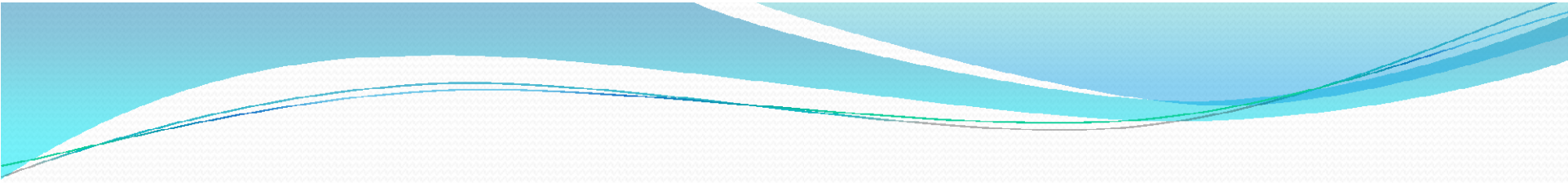


10.2. REKOMBİNANT DNA TEKNOLOJİSİ

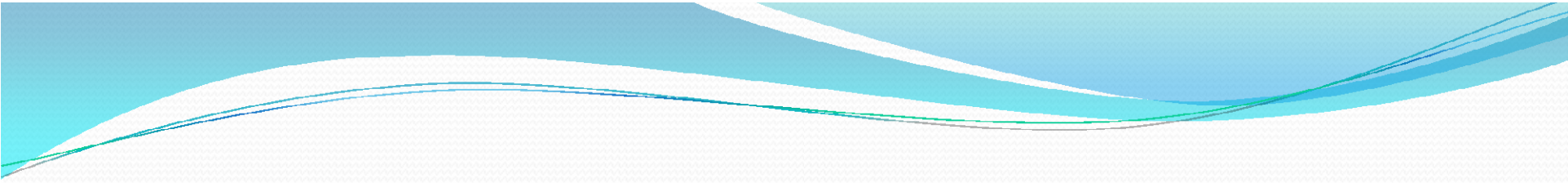
- Genetik modifikasyon terimi sıklıkla rekombinant DNA (*rDNA*) teknolojisiyle bitki, hayvan ve mikroorganizma genlerinin modifiye edildiği uygulamaları tanımlamak için kullanılır.
- ✓ Bu ileri moleküler teknoloji, bir organizmadan diğerine etkili ve verimli bir şekilde gen transferine imkan sağlar.

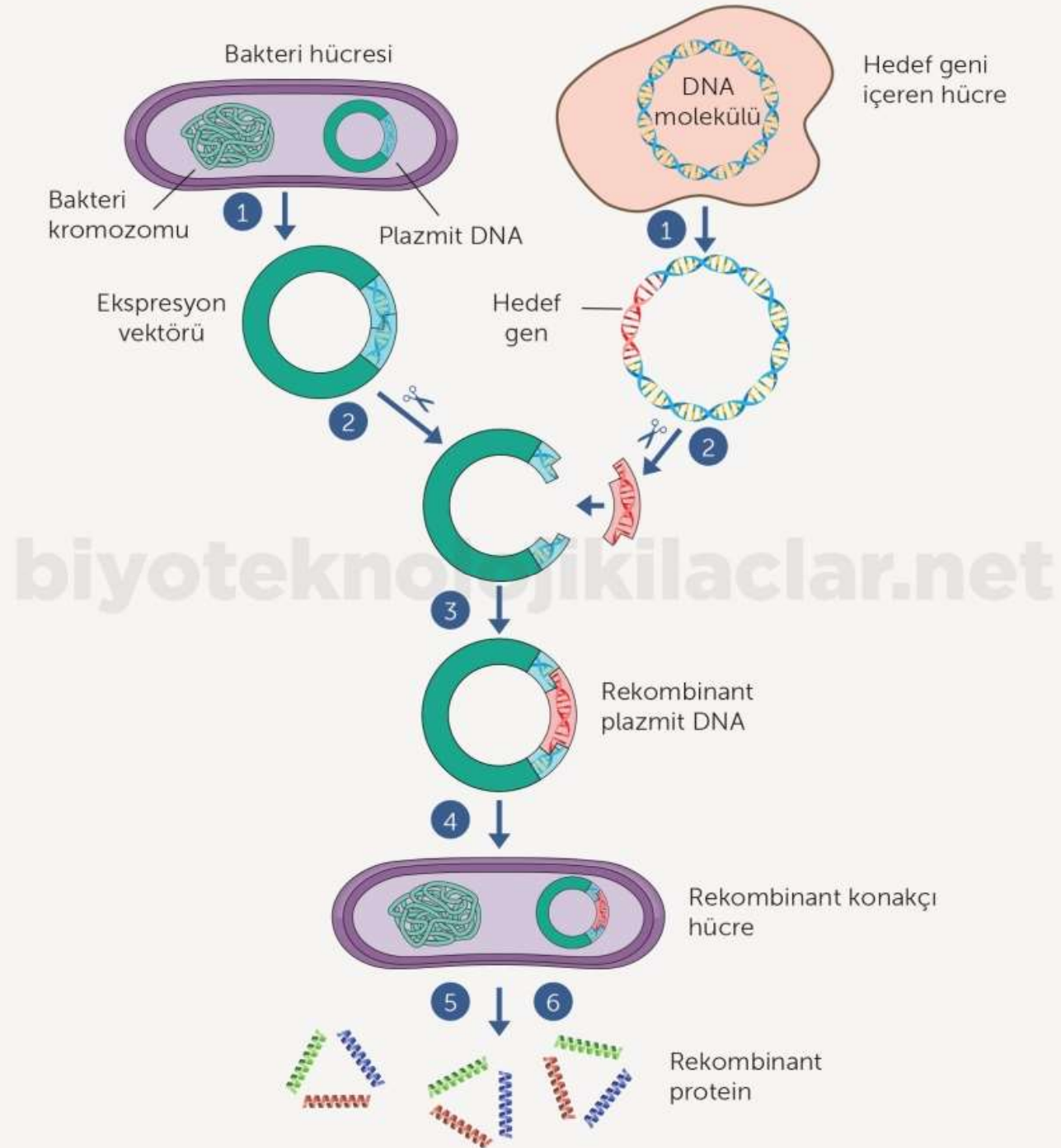
Rekombinant DNA teknolojisi;

- ✓ Çeşitli materyallerden genlerin izole edilmesi,
- ✓ Genler üzerinde değişik manipulasyonların uygulanması,
- ✓ Genlerin klonlanması ve daha sonra da araştırmalarda kullanılması gibi moleküler uygulamalar şeklinde tanımlanmaktadır.

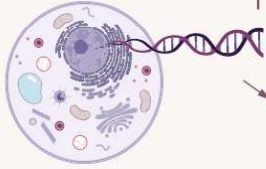
- 
- Bir DNA fragmentinin veya bir gen bölgesinin elde edilip çoğaltılmasında çeşitli evreler uygulanır;
 - ❑ Bunlar, öncelikle organizmadan DNA'nın elde edilmesi (ekstraksiyon ya da pürifikasyon),
 - ❑ sonra fragmentlere ayrılması (*fragmentasyon*),
 - ❑ daha sonra da çeşitli yöntemler kullanılarak bu fragmentlerin sayısının artırılması (*klonlama*) evreleridir.

DNA üzerinde değişik amaçlı ve çok yönlü analiz yapılmasına imkan veren gen teknolojisi uygulamaları temelde 5 aşamada gerçekleştirilmektedir:

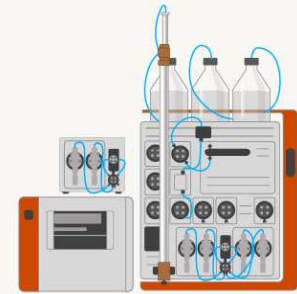
- 
- 1.** Restriksiyon endonükleaz enzimi kullanılarak DNA fragmentlerinin elde edilmesi,
 - 2.** Elde edilen fragmentlerin yine aynı enzimle kesilmiş uygun bir taşıyıcıya (Vektör) aktarımı,
 - 3.** Fragment-Vektör kompleksinin konakçı organizmaya aktarılarak çoğaltılması (Klonlama),
 - 4.** Spesifik DNA fragmenti içeren kolonilerin seçimi,
 - 5.** Klonlanan spesifik DNA fragmentinin tanımlanması



Üretilmesi
istenen proteine
ait genin seçimi



Hücre bankalarının
karakterizasyonu



Plazmit DNA
izolasyonu



Bakteri hücresi

Klonlama



AHB

Hücre bankalarının
oluşturulması

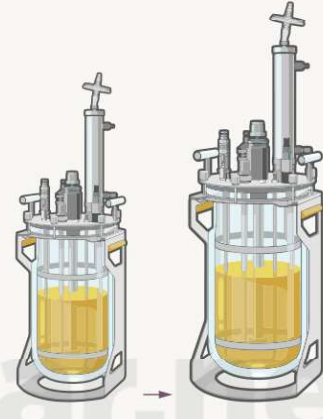


ÇHB

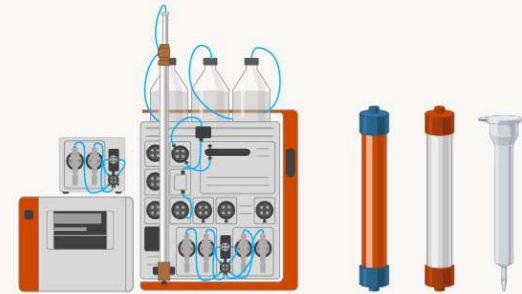
İnokulum çoğaltma



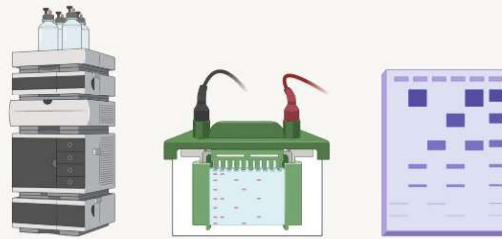
Rekombinant proteinin
üretim biyoreaktörlerinde
istenen ölçekte üretilmesi



Rekombinant proteinin
saflaştırma işlemleri



Rekombinant proteinin karakterizasyonu



Rekombinant proteinin
formülasyonu ve
ambalajlanması



10.3. GIDA ALANINDA REKOMBİNANT DNA TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI

10.3.1. Endüstriyel Enzim Üretimi

- Endüstriyel enzim üretiminde, Rekombinant DNA teknolojisi ile enzimin substrat seçiciliğinin, aktivitesinin ve stabilitesinin hangi tür amino asit değişiklikleri ile gerçekleştirilebileceği belirlenir.
- ✓ Bir sonraki aşamada bölge hedefli mutasyon teknikleriyle DNA üzerinde gerekli mutasyonlar oluşturulur.
- ✓ Değiştirilen moleküller konakçı hücrelere aktarılır, hücrelerde ürüne dönüştürülür,
- ✓ daha sonra konakçıdan izole edilerek saflaştırılır ve
- ✓ substrat özgüllüğü, kinetik özellikler, stabilitesi vb. analiz edilerek istenilen özellikleri taşıyıp taşımadıkları belirlenir.

10.3.2. Gıda Endüstrisinde Starter Kültür Üretimi

- Fermente süt ve et ürünlerinin (peynir, tereyağı, yoğurt, sucuk) yapımında kullanılan starter kültürler, fermente olacak ham besinde stenilen metabolik aktivitenin gerçekleşmesini sağlarlar.
- ✓ Bu kültürler, ürettikleri metabolitler aracılığı ile fermente besinin olgunlaşmasını sağlar ve ona özel bir tat ve koku verirler.
- Günümüzde gen teknolojileri;
- ✓ mikroorganizmaların genetik yapılarının değiştirilmesi,
- ✓ teknolojik ve hijyenik uygunluklarının arttırılması ile tüketiciye ve topluma daha sağlıklı, daha lezzetli, daha ucuz ve daha yüksek kaliteli gıda ürünlerinin sunulması için kullanılmaktadır.

10.3.3. Etil Alkol Üretimi

- *Etil alkol, bira, şarap gibi alkollü içkilerde bulunan, kimya sanayinde kullanılan, farmasötikler ve temizlik malzemelerine katılan bir kimyasaldır.*
- ✓ *Etil alkol, çeşitli mikroorganizmaların şekerleri fermente ederek oluşturdukları önemli bir üründür.*
- ✓ *Saccharomyces cerevisiae 5 günlük bir fermentasyonla % 10-12 düzeyinde etil alkol üretir, daha sonra bu seviyede alkol, üretici hücrelere toksik olduğundan hücre çoğalması durur ve fermentasyon sona erer.*

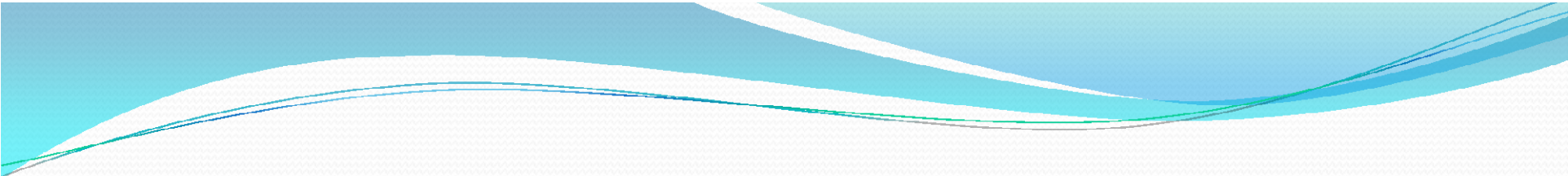
- *Ancak selülozik yapıdaki bitkilerden etil alkol üretilmesi oldukça zordur. Bunun sebebi ise maya hücrelerinin selülozu parçalayamamasıdır.*
- *Selülozu parçalayabilen, etanol üreten, oksijensiz ortamda ve yüksek sıcaklıkta üreyen bir bakteri türü olan Zymomonas mobilis bu anlamda Saccharomyces cerevisiae'ye alternatif bir üreticidir.*
- *Ancak bu bakteri etil alkolün yanı sıra çeşitli organik asitler de ürettiklerinden etanol verimi düşük olmaktadır.*
- ✓ *Gen teknolojileri kullanılarak sözü edilen bakterinin istenmeyen son ürünlerine giden metabolik yolları kapatılmış ve etil alkol, modifikasyona uğratılmış bu bakteri tarafından üretilmeye başlanmıştır.*

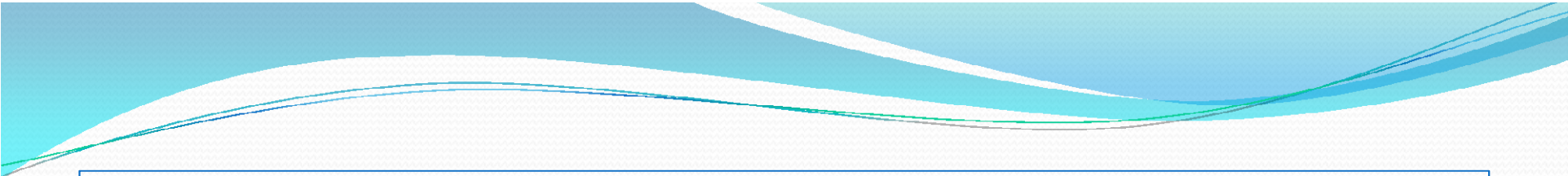
10.3.4. Organik Asit Üretimi

- Organik asitler sanayide geniş çapta kullanılmaktadır. Asetik, laktik, glukonik ve süksinik asit gibi organik asitler mikrobiyal fermentasyonla üretilmektedir.
- Bunlardan asetik asit fermentasyonu;
- ✓ *Corynebacterium spp.* türlerinde bulunan ve biyosentez yolunda önemli olan enzimin genleri, *Erwinia herbicola* isimli üretici organizmada klonlanmış, gen dozu etkisi ile asetik asit veriminde % 100'ün üzerinde artış elde edilmiştir.

10.3.5. Amino Asit Üretimi

- *Amino asitler ve vitaminler, başta insan ve hayvan beslenmesi olmak üzere farmasötik ve terapötik amaçla da kullanılan primer metabolitlerdir.*
- ✓ *İnsanlar ve hayvanlar tarafından tüketilen hububatlar;*
- ✓ *lizin, metiyonin ve triptofan gibi esansiyel amino asitleri içermemekte,*
- ✓ *hububatlar ancak amino asit takviyesi sonucu dengeli besin haline gelmektedirler.*

- 
- *Rekombinant DNA teknolojisi amino asit ve vitamin üretimi üzerine önemli etkiler yapmaya başlamıştır.*
 - *Bu metabolitler çok basamaklı metabolik yolların ürünü olup, biriken metabolitler, metabolik yolun ilk basamağını katalizleyen enzimin sentezini baskılar ya da mevcut enzimi inhibe ederek biyosentezlerini sınırlarlar.*
 - *Bu nedenle, yapılan genetik manipulasyonlar,*
 - ✓ *öncelikle geleneksel mutajenez metodlarıyla mevcut organizmalarda son ürün baskılaması ve inhibisyonunun engellenmesi,*
 - ✓ *daha sonra da rekombinant DNA teknikleriyle biyosentetik enzimleri kodlayan genlerin kopya sayısının arttırılması amaçlanmaktadır.*

- 
- *Transgenik hayvanlar, yabancı bir türe veya bireye ait olan ve normal olarak kendi genomlarında bulunmayan genleri taşıyan hayvanlardır.*
 - ✓ *Yabancı genler değişik metotlarla memeli hayvanlarda, döllenmiş veya döllenmemiş yumurtaya aktarılır ve in vitro hücre kültür teknolojisi ile embriyo safhasına getirilerek alıcı anaya transfer edilir.*
 - **Gen aktarmada;**
 - ✓ *yabancı gen mikroenjeksiyonu (zigot pronükleusuna enjeksiyon),*
 - ✓ *yabancı genlerle doyurulmuş sperma mikroenjeksiyonu ve*
 - ✓ *yabancı nukleusun transferi gibi metotlar kullanılır.*

➤ **Genetik modifikasyona uğramış hayvanlarda uygulanan manipulasyonlar;**

- ✓ *Büyüme hormonu, büyüme hormonunu serbest bırakıcı faktör,*
- ✓ *insülün benzeri büyüme faktörü gibi büyüme ile ilgili genlerin organizmaya transfer edilmesi şeklindedir.*
- *Yem katkı maddelerine alternatif olarak hayvanların barsak epitellerine yem kullanımını artıracak yeni enzimler geliştirilmiştir.*
- ✓ *Örneğin organik bağlı fosforun alımını artıran fitaz enziminin, barsaklarda yaşayan mikroorganizmalara aktarımı sonucu açığa çıkan sisteinden, hayvanların daha fazla yararlandığı bildirilmiştir.*

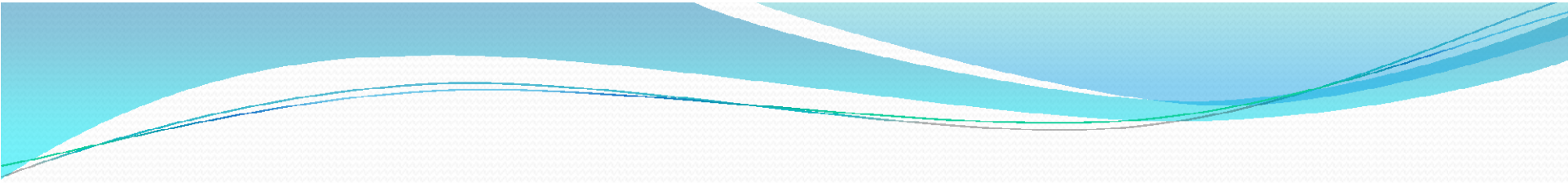
- *Büyüme hormonunu kodlayan gen transfer edilen transgenik alabalıkların ağırlık bakımından transgenik olmayan alabalıklara göre 3-17 kat daha fazla geliştikleri bildirilmiştir.*
- *Hayvanların somatik hücrelerindeki genetik modifikasyonlar ile kas gelişiminin hızlandırılması, transgenik hayvan tanımlamasında yer alan uygulamadır. Buna **gen terapisi** adı verilmektedir.*
- **Gen terapisi;** *Domuzlarda lokal olarak çalışılmış ve büyüme hormonu salgılatıcı geni taşıyan plazmid domuz kasına uygulanmış ve uygulamayı takiben 1 hafta içinde büyüme hormonu ve insilün düzeyinin serum analizlerinde artışı bildirilmiştir.*

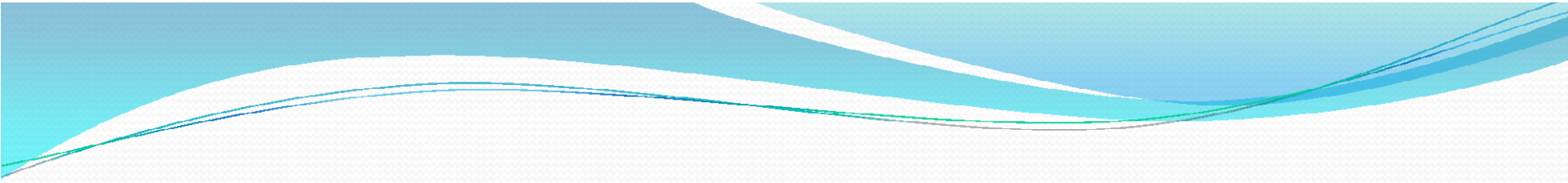
10.4. GENETİK MODİFİKASYONUN YARARLARI

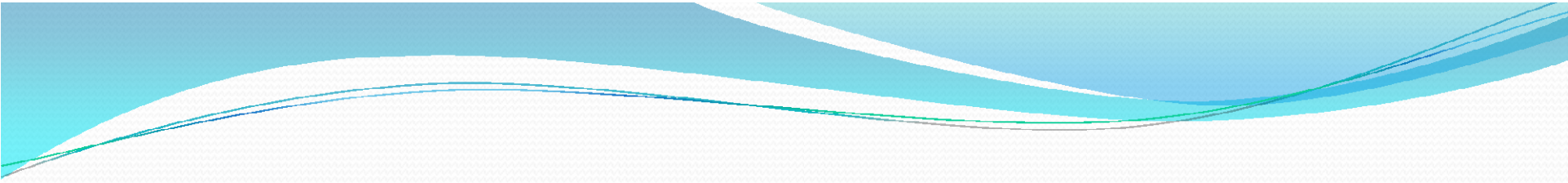
- 1996 yılından itibaren GMO'lu tarımsal ürünlerin dünya ticaretine girmesiyle birlikte GMO'lar hakkında giderek artan tartışmalar sürmektedir.
- ✓ GMO'lar sadece tarımda değil, tıp alanında da (örneğin bazı aşılarda) kullanılmakta, sanayi ve çevre ürünleri üzerinde de çalışıldığı bilinmektedir.
- ✓ Diğer taraftan modern biyoteknoloji yöntemleriyle tarımda elde edilen transgenik ürünlerin, klasik ıslah yöntemleri ile çözülemeyen, ekonomik ve insani önemi olan bazı sorunları çözdüğü veya çözeceği iddia edilmektedir.

Bunlar;

- ❖ *Tarımsal ilaç kullanımında azalma,*
- ❖ *Verimlilikte artış,*
- ❖ *Raf ömründe artış,*
- ❖ *Besin değerinin artırılması,*
- ❖ *Uygun olmayan iklim ve toprak koşullarında ürün alabilme,*
- ❖ *Sanayiye yönelik ürün üretebilme (örneğin: sentetik plastik üretebilen bitkiler),*
- ❖ *Dünyadaki açlık sorunlarını azaltma olarak sıralanabilir.*

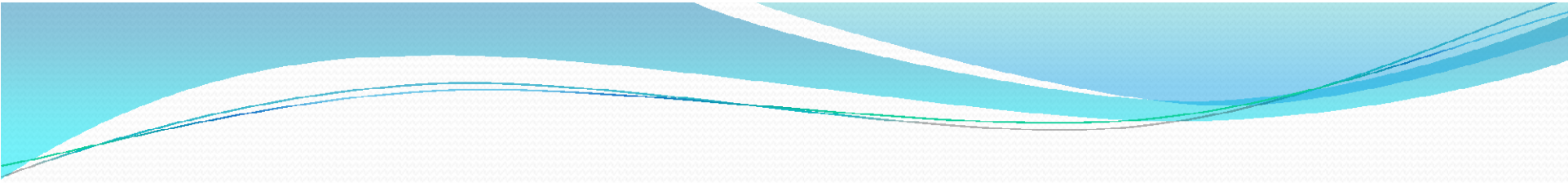
- 
- *Besin materyallerinin geliştirilmesi aşamasında genetik modifikasyonun geleneksel yöntemlere göre aşağıdaki üstünlükleri öne sürülmektedir;*
 - ❖ *Geliştirmek için daha fazla özellik sunar. Örneğin; bitkilerde sadece zararlılara,*
 - ❖ *hastalıklara ve herbisitlere karşı direncin artırılmasının yanında ayrıca; susuzluğa karşı direnç artırılmış, besinsel ve duyuşal içerik özellikleri geliştirilmiştir.*
 - ❖ *Hızlı ve maliyeti düşük bir yöntemdir.*
 - ❖ *İstenen değişimler birkaç nesilde sağlanabilir.*
 - ❖ *Karakterlerin seçiminde büyük bir kesinlik sağlar.*

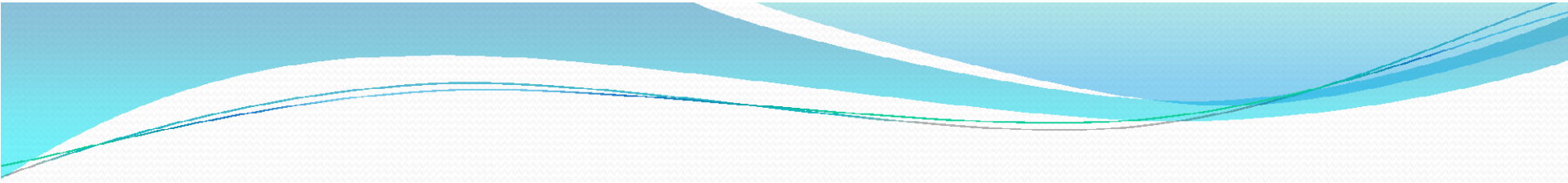
- 
- *Basitçe rekombinant DNA (rDNA) teknolojisi, ürün kayıplarını azaltan ve çiftlik alanların koruyarak ürün miktarını artıran;*
 - ✓ *böylece dünyanın artan nüfusunun besin ihtiyacını karşılayabilecek en kesin, ümit verici ve ileri yöntem olarak sunulmaktadır.*
 - ✓ *Ayrıca rDNA teknolojisinin toprak erozyonuna yol açan kimyasal pestisidlere olan gereksinimi azalttığı, besin değerinde artışlar sağladığı düşünülmektedir.*

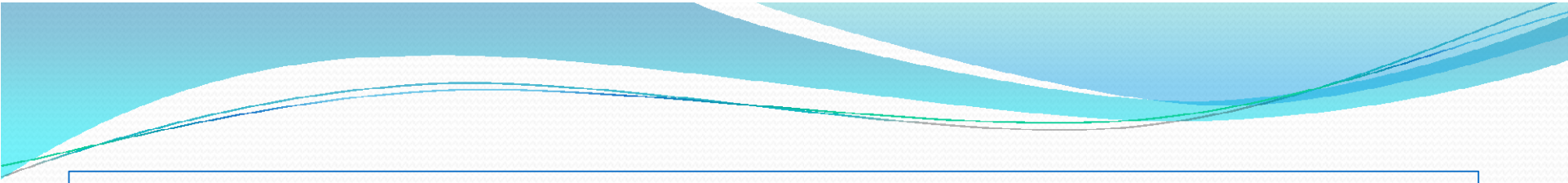
- 
- ✓ *Bu avantajların özellikle uzun dönemde tüketici, endüstri, tarım ve çevre için birçok yarar sağlayacağı temel iddialar arasındadır.*

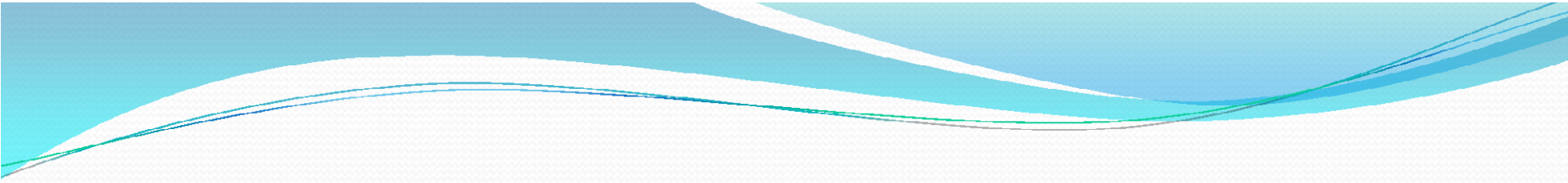
Yukarıdaki iddiaları destekleyici olarak ileri sürülen bazı bilimsel tezler şunlardır:

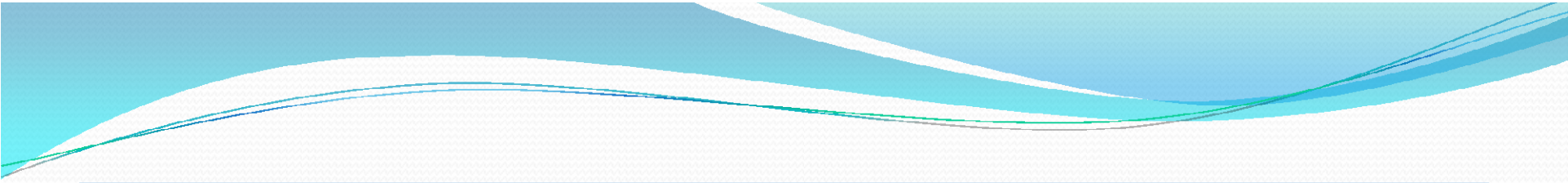
- *Virüs kaynaklı olanlar dahil olmak üzere çeşitli zararlılara ve hastalıklara biyolojik direncin artmasının bir sonucu olarak kimyasal pestisidlere olan gereksinimin azalması üründe başarısızlık riskini ortadan kaldırarak ürün miktarında artış sağlar.*

- 
- ✓ *Yine; Afrika'da yetişen tatlı patateslere rDNA mühendisliği yöntemleri uygulandığında bir virüse dayanıklılık artmış, ürün miktarı 2 katına çıkmıştır.*
 - ✓ *Pestisid kullanılmadığında her yıl ürünlerin %60'ı virüsler tarafından bozulmaktadır.*
 - ✓ *ABD'de mısır, bir tür zararlıya karşı Bacillus thuringiensis (Bt) geniyle modifiye edilmiş, üründe artış ve pestisid kullanımında azalma sağlanmıştır.*

- 
- 1999 yılında Iowa Eyalet Üniversitesi'nin yayımladığı raporda; batı bölgelerinde 1998 yılında transgenik mısır ekimi yapan üreticilerin % 26'sının pestisid kullanımını azalttığı, yarısının ise hiç kullanmadığı bildirilmiştir.
 - ✓ Kuraklık, toprağın yüksek tuz içeriği ve aşırı sıcaklar gibi zor yetiştirme koşullarına dayanıklılık artmaktadır.
 - ✓ Örneğin; bir bitki daha fazla linoleik asit üretecek şekilde modifiye edilirse bitkinin düşük sıcaklıklara dayanıklılığı artmaktadır.

- 
- *Yabani otlar için zararlı, ancak ürüne etkisi olmayan çevresel yönden güvenli herbisidlere direnç artmaktadır.*
 - *Toleransın artması, ürünün büyüdüğü toprağın daha az veya hiç işlem görmemesini sağlayarak toprak ve suyun korunmasına yardım etmektedir.*
 - *Ayrıca çiftçilerin tüm ürünlerdeki yabani otları kontrol altında tutabilmeleri için gerekli herbisidlerin sayısını azaltmaktadır.*
 - ✓ *Örneğin; herbisid dirençli soya fasulyelerinde normalde kullanılan herbisid miktarının yarısı uygulandığında yabani ot içermeyen ürünler elde edilmektedir.*

- 
- *Allerjenite ve toksisitede azalma, geciktirilmiş olgunlaşma, artmış nişasta içeriği ve artmış raf ömrü gibi fonksiyonel özellikler sağlanmaktadır.*
 - ✓ *Örneğin rDNA mühendisliğiyle üretilmiş nişasta içeriği yüksek patateslerin yağda kızartıldığında daha az yağ çekmesi daha az yağlı kızartmalar elde edilmesini sağlamaktadır.*
 - ✓ *Transgenik domateslerin olgunlaştırılmasının geciktirilmesiyle asmalarda daha uzun süre beklemesi, toplama ve marketlere taşıma öncesi daha iyi renk ve lezzet özellikleri sağlamaktadır.*

- 
- Değiştirilmiş protein veya yağ içeriği, fitokimyasal veya besin içeriğinin artması gibi istenen beslenme özellikleri artmaktadır.
 - Dünya çapındaki malnütrisyon (*kötü beslenme*) problemleri başlıca; A vitamini, demir, iyot ve çinko yetersizliğinden kaynaklanmaktadır.
 - ✓ Besinlere rDNA teknolojisiyle bu öğelerin eklenmesi veya konsantrasyonlarının artırılmasıyla sorun çözülebilecektir.
 - ✓ Örneğin daha fazla β -karoten ve demir içeren transgenik pirinç, temel besin olduğu ülkelerde bu besin öğelerinin yetersizliklerini önleyebilmektedir.

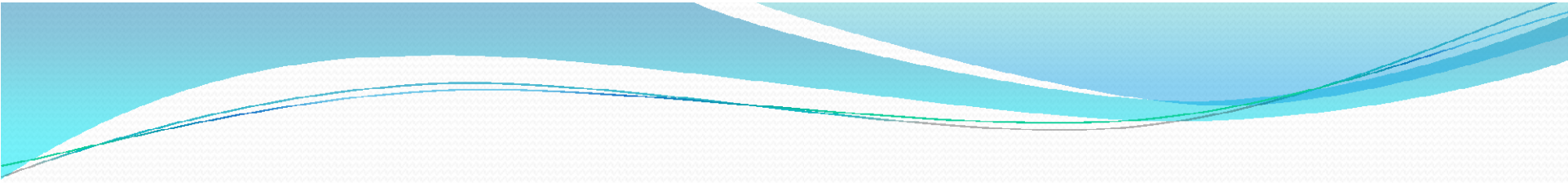
10.5. GENETİK MODİFİKASYONUN OLUMSUZLUKLARI ve ZARARLARI

- *Transgenik besinlerle ilgili olarak birçok kuşku ortaya çıkmıştır.*

Bunlar;

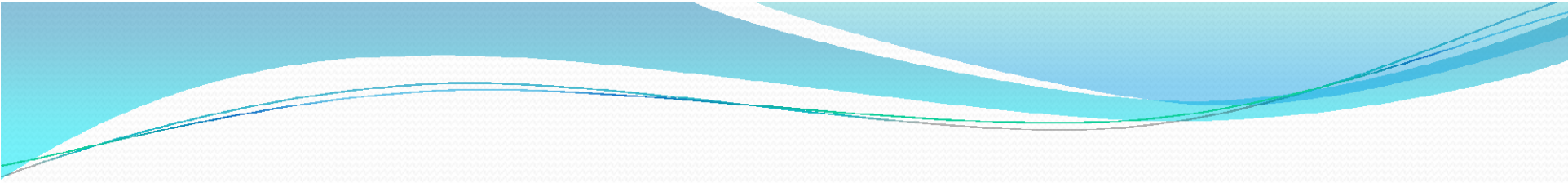
Antibiyotik Direnci

- *Transgenik besinde bulunan antibiyotiklere direnç özelliğinin normal şartlarda insan bağırsağında bulunan mikroorganizmalara marker genler aracılığıyla aktarılması, önemli sağlık sorunlarına neden olacağından önemlidir.*

- 
- ✓ *Güvenilir veriler bulunmamakla beraber İngiliz Advisory Committee on Novel Foods and Processes (ACNFP), işleme veya pişirmeyle etkisiz hale gelemeyen transgenik besin mikroorganizmalarından, antibiyotik direnç sağlayan marker genlerin temizlenmesini önermiştir.*
 - ✓ *Bu nedenle ACNFP, hayvanların transgenik pamuk tohumlarıyla beslenmesini reddetmiş; bu karar daha sonra “Avrupa düzeyinde Bitkiler İçin Bilim Komitesi” tarafından kaldırılmıştır.*

Allerjenite

- *Dünyada erişkinlerin % 2'sinin ve çocukların % 8'inin yiyecek alerjisi olduğu araştırmalarda görülmüştür. Alerjik maddeler, gen mühendisliği yoluyla yiyecekten yiyeceğe aktarılabilir.*
- ✓ *Besin güvenliğinde allerjenlerle ilgili artan bilgilerle birlikte transgenik besinde allerjenite oluşması veya allerjenitenin artması kuşkuilanılan bir durumdur.*
- ✓ *1996 yılında Nebraska Üniversitesi'nde Brezilya keşanesinden gen transferiyle methionin içeriği daha yüksek soya fasulyesi üretiminin amaçlandığı bir çalışmada Brezilya keşanesinden soya fasulyesine allerjenite geçtiği saptanmıştır.*

- 
- ✓ Eğer proje devam etseydi soya fasulyesi sadece soyaya allerjik insanları değil Brezilya kestanesine allerjik insanları da etkileyecekti.

Potansiyel Toksisite

- Transgenik besinlerde bir olasılık olarak toksik öğelerin üretimi veya transgenik fermentasyon organizmaları tarafından oluşturulan toksik metabolitler medyanın yoğun ilgisi nedeniyle önemli sayılan durumlardır.

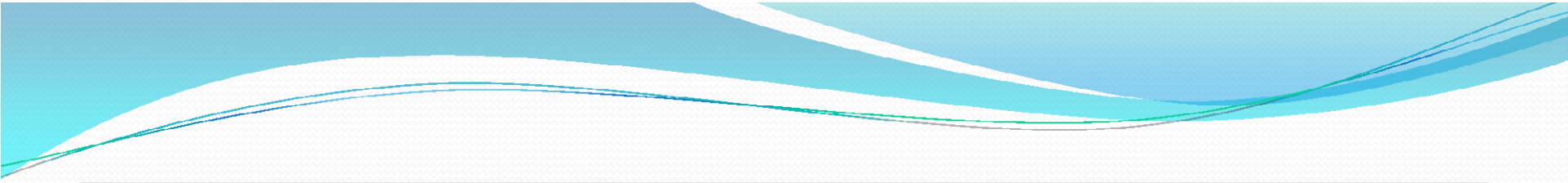
Bunlara ilişkin iki örnek mevcuttur:

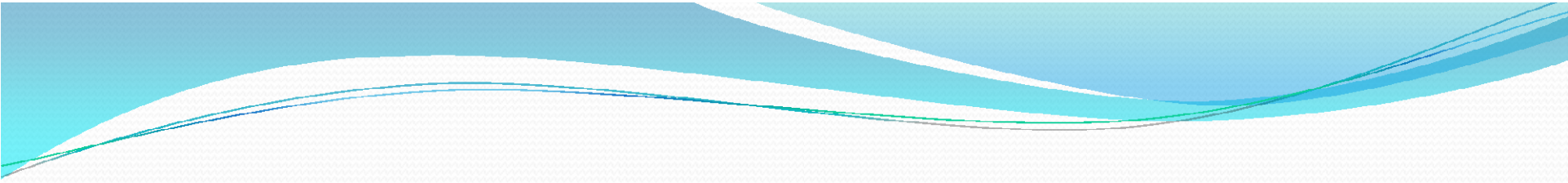
a) EMS Sendromu

- 1988-1989 yılları arasında Eosinofili-Miyalji Sendromu (EMS) olarak bilinen koşullar nedeniyle 37 kişi ölmüş ve 1000 kişi hastalanmıştır.
- Araştırmacılar bu olayların nedeni olarak L-Triptofan içeren diyet supplementlerini ve Japonya'da fermentasyon işlemiyle üretilen çeşitli L-Triptofan kümelerinde toksik kirliliği göstermişlerdir.
- Araştırmalar fermentasyon işleminin transgenik Bacillus ırkı tarafından gerçekleştirildiğini göstermiş ancak sorunun GMO'dan değil besi yerindeki kirlilikten kaynaklandığı belirtilmiştir.
- Filtrasyon sisteminin etkinliğini azaltan ve son üründe kirlenmeye yol açan çeşitli değişiklikler gösterilmiştir.

b) Pusztai Patatesi

- *Yayınlanmaya değer bulunan ikinci olgu, lektinler eklenmiş transgenik patateslerin fareler üzerindeki olumsuz etkileriyle ilgilidir.*
- ✓ *Transgenik ürünlerin canlılar üzerinde sağlık açısından risklerinin belirlenmesi amacıyla SOAEFD (İskoç Besin Standartları Ofisi) tarafından 1995 yılında başlatılan 3 yıllık bir araştırmada, transgenik ve transgenik olmayan patateslerle dört adet fare beslenmeye alınmıştır.*

- 
- ✓ *Transgenik patateslerle beslenen farelerin hayati öneme sahip organlarının ağırlıklarında önemli farklılıklar oluşmuştur.*
 - ✓ *Özellikle pişirilmiş transgenik patateslerin kullanıldığı kısa süreli çalışmalarda kısmi karaciğer küçülmesine rastlanılmıştır.*
 - ✓ *Dalak gibi bağışıklık sistemi ile ilgili organlarda etkilenme gözlenmiştir.*
 - ✓ *Transgenik patates ile beslenen farelerin büyüme oranı diğer farelerden önemli ölçüde düşük kalmıştır.*

- 
- ✓ *Transgenik patateslerin farelerde organ gelişimi, vücut metabolizması ve bağışıklık fonksiyonu üzerinde önemli etkileri olduğunu bu araştırma desteklemiştir.*
 - ✓ *Ancak bazı kuruluşlarca bu çalışma, anlamlı sonuçlar çıkartılamayan, dikkatli şekilde düzenlenmemiş, zayıf çalışmalar olarak açıklanmıştır.*
 - ✓ *Bu nedenle hayvan veya insanların tüketimine sunulan lektin eklenmiş transgenik ürünler konusunda, canlılar üzerinde yeterli sayıda testler yapılması gerektiği fikrinde birleşilmiştir.*

Çevresel Olumsuzluklar

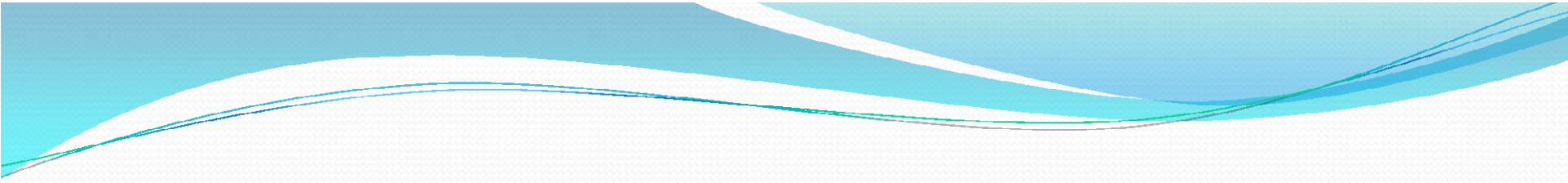
- Doğal olarak bulunmayan türlerin çevreye eklenmesiyle ilgili deneyimler, gelecek nesillerde büyük problemler ortaya çıkabileceğini göstermektedir.
- ✓ Organik üretim söz konusu olduğunda; transgenik olan ve olmayan ürünler arasındaki olası çapraz tozlaşma sonucu, ürün artık “organik” olmaktan çıkmaktadır.
- ✓ Ayrıca; herbisid direnci gibi özelliklerin yabancı otlara yayılması veya böceklere olan direncin azalması gibi problemler oluşabilir.
- ✓ Böceklere dirençli ürünlerin çeşitli böcek türlerinin (örnek: lepidoptera) yok olmasına sebep olması, dünyanın biyolojik değişimini yavaşlatabilmektedir.

Sosyoekonomik Kuşkular

- *Sosyoekonomik kuşkulardan biri, tohumların filizlenmesini önleyen ve yok edici genler olarak adlandırılan genlerin yanlış kullanılmasıyla ilgilidir.*
- ✓ *Yok edici teknolojiyle ilgili patentler bulunmakla beraber şu anda ticari olarak kullanılmamaktadır.*
- ✓ *Büyük şirketlerin, çiftçilerin tohum depolamasını önlemek amacıyla tüm transgenik ürünlerinde bu genleri kullanmasıyla verimsiz tohum türlerinin ortaya çıkması özellikle gelişmekte olan ülkelerde hayat şartlarını daha da zorlaştıracığından korkulan bir durumdur.*
- ✓ *Ayrıca çapraz kontaminasyon gerçekleşirse yok edici genlere sahip transgenik bitkiler, yakınında yetişen bitkilere verimsizlik aktarabilecektir.*

10.6. BİYOTEKNOLOJİ ÜRÜNÜ BESİNLERİN ETİKETLENMESİ

- *Gelişmiş ülkelerde ne yiyip içtiğini bilmek en temel hak olarak kabul edilir.*
- *Tüketim maddelerinin etiketlenmesi ve üretim aşamasında kullanılan yöntemlerle, eklenen koruyucu maddelerin bu etikette bulunması gerekmektedir.*
- *Son yıllarda hızla gelişmekte olan gen mühendisliği beraberinde bazı sorunlar getirmiştir.*

- 
- ✓ Amerika'da mısır, patates, soya fasulyesi, çilek, bazı amino asitler, pamuk, kolza, domates, pirinç gibi genetik yollarla üretilen ürünlerin bunu mutlaka gösterecek şekilde etiketlenmesi ürünün geçirdiği aşamaların belirtilmesi istenmesine rağmen hükümetler tarafından tam olarak sağlanamadığı iddia edilmektedir.
 - ✓ 15 Mayıs 1997'de Avrupa Birliği, transgenik besinlerin etiketlenmesini zorunlu hale getirmiştir.
 - ✓ Ancak, bazı durumlarda düzenlemeler geleneksel besinle GM besini birbirinden ayırmakta yetersiz kalmaktadır.

10.7. DÜNYA'DA TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ

- Modern biyoteknolojinin en geniş kullanım alanı tarım ve hayvancılıktır.
- Yüksek miktarda ve iyi kalitede ürün almak amacıyla geleneksel kültür çeşitlerinin veya bunların yabancı akrabalarının genetik yapıları değiştirilmektedir.
- Tarımsal biyoteknolojide en çok üzerinde çalışılan özellikler;
 - ❖ Hastalıklara ve zararlılara karşı dayanıklılık,
 - ❖ Yabancı ot ilaçlarına dayanıklılık,
 - ❖ Meyve olgunlaştırma sürecinin değiştirilmesi, besin öğelerince zenginleştirilmesi ve iyileştirilmesi,
 - ❖ Raf ve depolama ömrünün uzatılması ve Aromanın artırılmasıdır.

Halen dünyada en çok üretimi yapılan transgenik bitkiler:

- ✓ *Mısır (sap ve koçan kurduna dayanıklı, yabancı ot ilacına dayanıklı),*
- ✓ *Soya (yabancı ot ilacına dayanıklı),*
- ✓ *Patates (virüse ve patates böceğine dayanıklı),*
- ✓ *Pamuk (yeşil kurda ve yabancı ot ilacına dayanıklı),*
- ✓ *Domates (daha uzun raf ömrü, artırılmış aroma) tir.*
- *Hayvanlarda ise kopyalamanın yanı sıra biyoteknolojik çalışmalar büyük bir gelişme halindedir.*
- *Yakın gelecekte buğday ve şeker pancarına da benzer özellik kazandırılabilir.*

Tarımsal biyoteknolojinin, ürün kalitesinin artırılmasına yönelik uygulamaları ile;

- ✓ Yüksek oleik asit veya düşük linolenik asit içeriğine sahip ayçiçeği, soya ve yer fıstığı çeşitleri,
- ✓ sabun ve deterjan yapımı için daha ucuz hammadde sağlayan yüksek Laurik asit içeriğine sahip kolza çeşidi üretime kazandırılmış olup,
- ✓ gelecekte özellikle margarin yapımındaki hidrojenasyonu ortadan kaldıracak yüksek stearik asit içeriğine sahip kolza çeşitleri de elde edilecektir.

Sebze ve meyvelerde etilen sentezinin bloke edilmesiyle olgunlaşmanın geciktirilmesi ve dolayısıyla raf ömrünün uzatılması domatestede başarılmış,

- ✓ Bu alandaki benzer çalışmalar ise halen ahududu, çilek, kiraz, muz ve ananasta sürdürülmektedir.

Hayvancılık alanında yürütülen başarılı biyoteknolojik çalışmalar sonucunda,

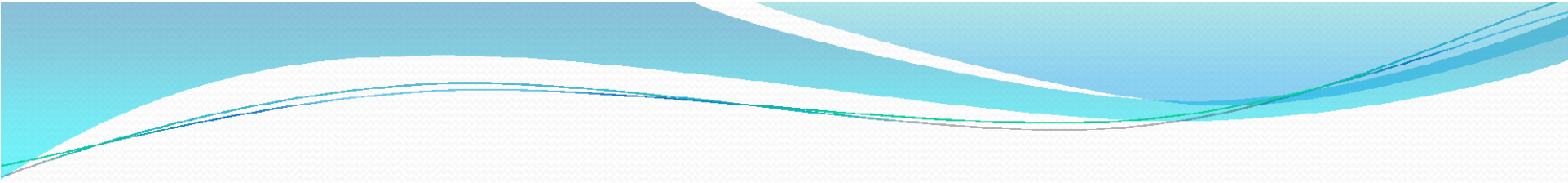
- İneklerde süt üretimini % 10-15 oranında artıran bir doğal hormonun (bovine somatotropin) rekombinant bir formu (rBST) geliştirilmiş olup, halen ineklerin % 30'unda kullanılmaktadır.

Tarımsal biyoteknolojinin bir diğer uygulaması ise gıda enzimlerinin üretimi olup;

- ✓ *% 60 daha sert peynir yapımını sağlayacak peynir mayası (Chymosin'in daha saf ve stabil formu) elde edilmiştir.*

Biyolojik olarak parçalanabilir sentetik plastik üretimi çalışmaları mısır ve kolzada yürütülmekte olup;

- ✓ *Biyoreaktör bitkilerin üretimi de bu alandaki son gelişmelerden birisini oluşturmaktadır.*

- 
- *Transgenik bitkilerin dünyada toplam ekim alanı, 1996-2003 yılları arasındaki 8 yıllık dönemde yaklaşık 40 kat artmıştır.*
 - *Transgenik ürünler en çok, bu ürünlerin geliştirildiği ABD'de ekilmektedir.*
 - *Avrupa Birliği ve diğer bazı ülkelerde ise henüz gelişme yolundadır.*
 - ✓ *Dünyadaki transgenik bitkilerin toplam ekim alanlarının % 63'ü ABD'de, % 21'i Arjantin'de, %6'sı Kanada'da, %4'ü Çin'de , %1'i Güney Afrika'da ve %1'den daha azı da diğer 11 ülkede bulunmaktadır.*

- ✓ Dünyada transgenik bitkilerin %73'ü gelişmiş ülkelerde, %27'si ise gelişmekte olan ülkelere (özellikle Arjantin, Çin, Güney Afrika ve Meksika) yetiştirilmektedir.
- ✓ 2003 yılında transgenik bitki ekim alanlarında en büyük artış Güney Afrika ve Çin'de olmuştur.
- ✓ ABD en büyük transgenik bitki üreticisi ülke konumuna devam etmesine rağmen, dünya toplam ekim alanındaki payı 1998'de %74 iken 2003 yılında %63'e düşmüştür.
- ✓ 2003 yılında dünyada toplam transgenik ekim alanının %61'ini soya, %23'ünü mısır, %11'ini pamuk ve %5'ini kolza oluşturmaktadır.