

**12. SINIF ÜNİTE, KONU, KAZANIM VE AÇIKLAMALARI**

**12.1.2.2. Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji kavramlarını açıklar.**

Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji arasındaki farkların tartışılması sağlanır.

**12.1.2.3. Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamalarını açıklar.**

a. Gen teknolojileri, DNA parmak izi analizi, kök hücre teknolojilerinin ve bunların kullanım alanlarının araştırılması ve sonuçlarının paylaşılması sağlanır.

b. Model organizmaların özellikleri tartışılır.

c. Model organizmaların genetik ve biyoteknolojik araştırmalarda kullanılmasına ilişkin örnekler verilir.

**12.1.2.4. Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamalarının insan hayatına etkisini değerlendirir.**

a. Aşı, antibiyotik, insülin, interferon üretimi, kanser tedavisi ve gen terapisi uygulamaları kısaca açıklanır.

b. Klonlama çalışmalarının ve organizmaların genetiğinin değiştirilmesinin olası sonuçları belirtilir. Ian Wilmut'un klonlama ile ilgili çalışmasına değinilir.

c. Biyogüvenlik ve biyoetik konularının tartışılması sağlanır.

ç. Sosyo-ekonomik ve kültürel bağlamın, biyolojinin gelişimini etkilediği vurgulanır.

-**Genetik mühendisliği:** Genlerin izolasyonu, çoğaltılması, nükleotit dizilişlerinin belirlenmesi, farklı canlıların genlerinin birleştirilmesi ya da bir canlıdan başka bir canlıya gen aktarılması gibi çalışmalarla uğraşan bilim dalıdır.

**NOT:**

Genetik mühendisliği, bugünkü biyoteknolojinin temelini oluşturan bir bilim dalıdır.

-**Biyoteknoloji:** Doğa bilimleri ve çeşitli mühendislik dallarından yararlanarak DNA teknolojisiyle yeni bir organizma elde etmek veya var olan bir organizmanın genetik yapısında arzu edilen yönde değişiklikler meydana getirmek amacıyla kullanılan yöntemlerin tamamını kapsayan bir bilim dalıdır.

-Genetik mühendisliği ile elde edilen bilgiler sayesinde biyoteknolojik yöntemler kullanılarak daha ucuz, daha kolay veya daha verimli ürünler günlük hayatımıza kazandırılır

**NOT:**

İstenen özellikte olan genin bir başka canlıya aktarılması genetik mühendisliğinin alanı iken, istenen amaca yönelik ürün elde edilmesi ise biyoteknolojinin alanıdır. Örneğin, E.coli bakterisine, insülin üretecek özelliklerin kazandırılması genetik mühendisliğinin alanıdır. İnsülinin saflaştırılması, gerekli kontrollerinin yapılması ve ilaç özelliği kazandırılması ise biyoteknolojinin alanıdır.

-Gen mühendisliği ile genetik yapıyı değiştirir. Gen aktarılır veya etkisizleştirilir.

-Biyoteknoloji ile doğal olarak var olmayan yeni ürünler elde edilir veya ihtiyacı karşılayamayan ürünlerin daha fazla miktarda üretilmesi sağlanır. Bu duruma; protein, antibiyotik, hormon, antikor vb. maddelerin üretimi, yeni özelliklere sahip sebze ve meyvelerin üretimi, tıbbi bitki ve çiftlik hayvanı üretimi, yapay organ ve doku üretimi, atıkların yeniden kullanılabilir hâle getirilmesi örnek olarak verilebilir.

-Biyoteknolojinin çalışma alanlarının başında **genomik, proteomik ve biyoinformatik** gelir.

**ZORUNLU AÇIKLAMA:**

Her ne kadar "genomik, proteomik ve biyoinformatik" kavramları programdaki anahtar kavramlar arasında yer almıyorsa da kısaca ne olduğuna bakalım:

-**Genom**, bir organizmanın DNA'ları üzerindeki genetik bilgilerin tamamıdır. Organizmaların genomları üzerinde çalışan **genomik**, bir organizmanın tüm DNA dizisinin belirlenmesi, genom organizasyonu ve gen ifadesinin kontrolü çalışmalarını içerir.

-**Proteomik**, bir organizmada genom tarafından kodlanan tüm proteinlerin sistematik olarak çalışıldığı disiplindir.

-**Biyoinformatik**; biyolojik bilgilere bilgisayar teknolojisini ve matematiği uygulayarak karmaşık biyolojik verileri derleyen ve analiz eden bilimsel disiplindir.

**-Gen mühendisliğinde 3 temel aşama bulunur;**

-Canlı hücrelerden DNA izolasyonu

-Rekombinant DNA (rDNA) üretimi

-Rekombinant DNA'nın hücreye aktarımı

-**DNA izolasyonu:** Canlı hücrelerde bazı kimyasallar ve enzimler yardımıyla saf olarak DNA elde edilmesine denir.

-**Rekombinant DNA üretimi:** Farklı DNA parçalarının birleştirilmesi sonucu üretilmiş olan yeni DNA molekülüne Rekombinant DNA denir.

**NOT:**

-Rekombinant DNA üretiminde polimerazlar, DNA ligazlar ve restriksiyon endonükleazlar olarak adlandırılan enzimler kullanılır.

-Rekombinant DNA teknolojisiyle oluşturulmuş enzimler; deterjan, şeker ve peynir üretiminde kullanılmaktadır.

-**Polimerazlar:** DNA sentezinde görev yapan enzimlerdir.

**SORU 1. (2010-LYS)**

Adli tıpta, güvenliği çok yüksek olan "DNA parmak izi yöntemi", zanlıların suçluluğunun kanıtlanmasında ve babalık testlerinde kullanılmaktadır.

**Bu yöntemin güvenilir olması DNA'nın aşağıda verilen özelliklerinden hangisine dayanmaktadır?**

- A) Sarmal yapıya sahip olması  
B) Enzimlerle istenilen yerden kesilebilmesi  
C) Laboratuvar ortamında çoğaltılabilmesi  
E) Bazı bölgelerindeki baz dizilimlerinin bireye özgü olması.

**SORU 2. Tabloda bazı enzim çeşitlerinin görevleri verilmiştir. Buna göre bu enzimlerin isimlerini yazarak tabloyu tamamlayınız.**

| Enzimlerin görevleri  | Bu görevi yapan enzim |
|---|-----------------------|
| DNA zincirinin istenilen bölgeden kesilmesini sağlayan enzim.   |                       |
| DNA zincirlerinin uç uca birbirine bağlanmasını sağlayan enzim. |                       |
| DNA'nın sentezini sağlayan enzim.                               |                       |
| RNA'nın sentezini sağlayan enzim.                               |                       |
| DNA çift zincirini açan enzim                                   |                       |

**SORU 3. Genin klonlanması sırasında gerçekleşen;**

- I. Taşıyıcı DNA'nın izole edilmesi  
II. Kopyalanacak genin yerinin belirlenmesi  
III. Genin, ligaz enzimi ile taşıyıcı DNA'ya bağlanması  
IV. Rekombinant DNA'nın alıcı hücreye aktarılması  
V. Geni taşıyan DNA'nın izole edilmesi  
VI. Restriksiyon enzimi ile genin DNA'dan kesilmesi

**uygulamalarının gerçekleşme sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?**

- A) I-II-III-IV-V-VI B) V-II-III-IV-I-VI  
C) III-VI-V-I-II-IV D) II-VI-III-I-IV  
E) V-II-VI-I-III-IV

**SORU 4. Bitkilerde biyoteknolojik çalışmalarla;**

- I. Besin değerini artırma  
II. Herbisitlere ve insektisitlere karşı direnç oluşturma  
III. Soğuğa karşı direnç oluşturma  
**özelliklerinden hangisi ya da hangilerini kazandırmak mümkün olabilir?**  
A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II  
D) II ve III E) I, II, ve III

**SORU 5. Aşağıdakilerden hangisi genetik mühendisliği ve biyoteknoloji çalışma alanlarından değildir?**

- A) Genomik B) Proteomik C) Biyoinformatik  
D) Klonlama E) Paleontoloji

-**Fosfatazlar:** Fosfat bağlarını koparan enzimlerdir.

-**Restriksiyon endonükleazlar:** DNA molekülündeki istenilen geni tanıyıp kesen enzimlerdir.

-**DNA ligazlar:** İstenilen genin plazmite bağlanmasını sağlayan enzimdir.

-Gen mühendisliğinin gelişimine katkıda bulunan bilimler genetik, moleküler biyoloji ve mikrobiyolojidir.

### -Gen Teknolojileri,

-**Gen Aktarımı:** Günümüzde bilim insanları, istenen genlerin bitki, hayvan ya da mikroorganizmalara aktarımını kontrol edebilmekte ve canlıya yeni özellikler kazandırabilmektedirler. Farklı bir türden gen aktararak belirli özellikleri değiştirilmiş Örneğin; doğal yollarla üretilen pirinçte bulunmayan ve A vitamini öncüsü olan beta karoten maddesinin oluşumundan sorumlu gen, nergis bitkisinden *Agrobacterium tumefaciens* (Agrobakteriyum tumefasiyens) bakterisi aracılığıyla çeltiğe aktarılmıştır. Böylece pirinçte beta-karoten üretme yeteneği kazandırılmıştır. Altın pirinç olarak adlandırılan bu pirincin üretimi ile A vitamini eksikliğinin giderilmesi amaçlanmaktadır.

**Gen Klonlaması:** Bir genin kopyasını oluşturmak için kullanılan yöntemleri kapsar. Tek bir hücreden çoğaltılan ve genetik yapısı aynı olan hücrelere **klon** denir.

#### NOT:

Genlerin klonlanmasında çoğunlukla bakterilerden yararlanılır. Çünkü bakteriler; sağlam hücre duvarları sayesinde olumsuz koşullara dayanıklıdır, hızlı çoğalır, kolaylıkla izole edilebilir, genetik modifikasyonlara uygundur ve ucuz kaynaklarla beslenebilir.

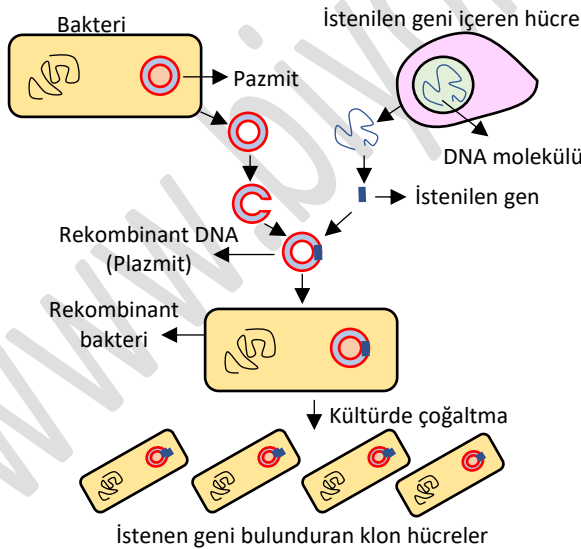
### -Bir gen nasıl kopyalanır?

**Bakteriyel plazmin gen klonlanmasında kullanılması:**

-Genlerin ya da DNA parçalarının klonlanabilmesi için plazmitler kullanılır. Plazmitler, bakterilerde kromozom dışında bulunan, kendi kendine bölünebilen küçük halkasal yapıdaki DNA'lardır.

#### **Bakteriyel plazmin kullanıldığı gen klonlama işleminin basamakları:**

- İstenilen geni taşıyan DNA ile vektör olarak kullanılacak bakteri plazmidini saf olarak elde edilir.
- Klonlanacak geni taşıyan DNA parçası ve plazmit restriksiyon enzimleri ile kesilir.
- Kesilen plazmit ve klonlanacak genin uçları birbirini tamamlayan nükleotitlerden oluşur. Bu uçlar ligaz enzimi ile birleştirilerek klonlanacak gen plazmite eklenmiş olur. Bu durumda plazmit, farklı kaynaktan gelen iki DNA'nın kombinasyonu olduğu için bir rekombinant (yeni bileşenli) DNA molekülüdür.
- Genetiği değiştirilmiş plazmit, bakteri hücresine tekrar aktarılır.
- Bakteri, klonunu oluşturmak üzere kültürde çoğaltılır. Plazmite aktarılan gen klonlanmış ve yeni hücrelere de aktarılmış olur. Böylece bir canlıya ait gen, diğer bir canlıya yeni bir metabolik özellik kazandırmak amacıyla kullanılır.



**Şekil: Bakteriyel plazmin gen klonlamasında kullanımı**

### -Gen Terapisi

-Bozuk olan genlerin sağlam olanları ile yer değiştirilmesi tekniğe **gen terapisi** denir.

-Gen terapisi istenmeyen genleri örneğin kısa boyluluk, renk körlüğü, göz bozukluğu eğer varsa kalıtsal hastalıklar gibi genleri bulup kontrol altına alabilecek, istenilenleri ekleyip istenilmeyen genleri pasif hale getirebilecektir.

-**Gen terapisi;** kanser, kalp hastalığı, diyabet ve hemofili dâhil birçok hastalığın tedavisi için umut vermektedir.

#### **-Gen terapisinde uygulanan basamaklar:**

- Normal bireyden alınan bir gen klonlanır. RNA versiyonuna çevrilir. Zararsız bir virüsün RNA genomuna sokulur.
- Hastanın kemik iliğinden alınan hücreler rekombinant virüs ile enfekte edilir.

### SORU 6.

- insan ve diğer canlıların sağlığını, çevre ve biyolojik çeşitliliği korumak için GDO ve ürünleri ile ilgili faaliyetlerin güvenli bir şekilde yapılmasını ifade eder.

- Çalışmaları, yüksek teknoloji ile gerçekleştirilen bilimsel araştırmalarda nelere izin verilir nelerin yasaklanması gerektiği konularında standartlar geliştirilmesini hedefler.

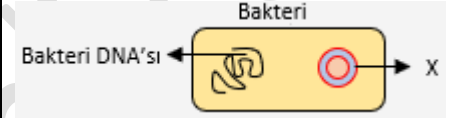
- Tek bir hücreden çoğaltılan ve genetik yapısı aynı olan hücrelerdir.

-Bozuk olan genlerin sağlam olanları ile yer değiştirilmesi tekniğidir.

#### **Aşağıdakilerden hangisine yukarıda değinilmemiştir?**

- A) Klon B) Biyoetik C) Biyogüvenlik  
D) İnterferon E) Gen terapisi

### SORU 7.



#### **Yukarıda gösterilen bir bakterinin X yapısı ile ilgili olarak;**

- Antibiyotiklere karşı dirençlik sağlayan genleri taşıyabilir.
- Kendi kendini eşleyebilme özelliğine sahiptir.
- Konjugasyon olayı ile bir bakteriden diğerine aktarılabilir.
- Farklı hücreler arasındaki gen aktarımında vektör (taşıyıcı) olarak kullanılır.

#### **İfadelerinden doğru olanların hepsi hangisinde birlikte verilmiştir?**

- A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve IV  
D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

### SORU 8. Bir canlıdan alınan genin bir başka canlıya nakli sırasında aşağıda verilen uygulamalardan gen mühendislerinin **yapmaması** gerekeni hangisidir?

- A) İstenen genin ligaz ile vektör DNA'sına ekleme  
B) Rekombinant DNA'yı hedef hücreye aktarma  
C) Vektör ve istenen geni taşıyan DNA'yı restriksiyon endonükleazlarla kesme.  
D) Elde edilen rekombinant hücreyi kültür ortamında çoğaltma  
E) Nakledilecek geni taşıyan DNA'yı nükleaz enzimleri ile parçalama.

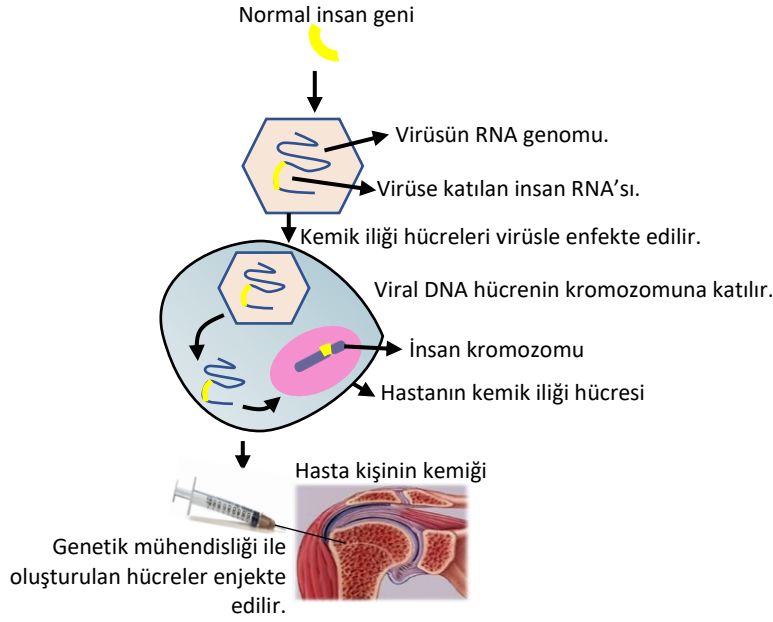
### SORU 9. DNA parmak izi yöntemi, bir insanın DNA'sını oluşturan baz sırasının diğer insanların DNA baz sıralarından farklı olmasına dayanır.

#### **Buna göre DNA parmak izi yöntemi;**

- Bitki ve hayvan türlerinin korunması,
  - Suçluların tespiti,
  - Babalık davaları,
  - Safkan köpek ırklarının tespiti,
  - Göçmen sorunlarının çözümü,
- gibi durumların hangisi veya hangilerinde kullanılabildiği birlikte verilmiştir?**

- A) Yalnız II B) II ve III C) II, III ve IV  
D) II, III, IV ve V E) I, II, III, IV ve V

3. Virüs normal insan kenini içeren kendi genomunun bir bir DNA kopyasını hastanın hücrelerindeki DNA'ya katar.  
4. Bu hücreler hastaya enjekte edilir.



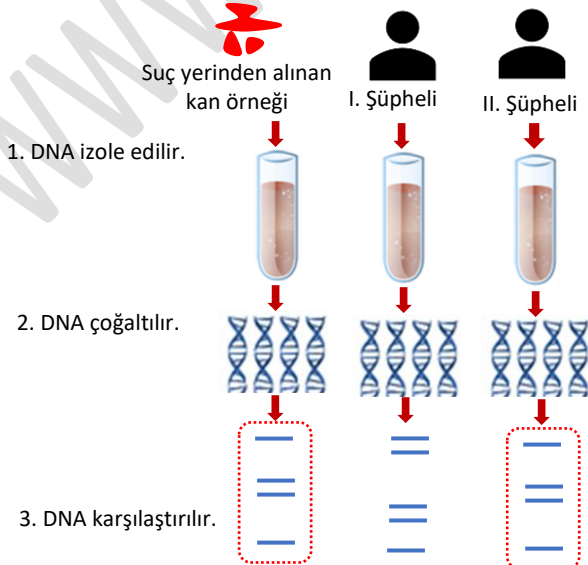
Şekil: İnsan gen terapisi

### -DNA Parmak İzi Analizi

- DNA parmak izi yöntemi, bir insanın DNA'sını oluşturan baz sırasının diğer insanların DNA baz sıralarından farklı olmasına dayanır.
- Her bireyin DNA dizilimi, tek yumurta ikizleri hariç, kendine özgüdür.
- İki kişinin aynı DNA parmak izine sahip olma olasılığı oldukça düşük (milyarda bir) olduğundan birçok adli vakada bu yöntemden faydalanılır.
- DNA parmak izinin belirlenmesinde, bireylerin DNA'larındaki işlevsiz genlerin tekrar eden baz dizilerine bakılır.
- PCR (Polimeraz zincir reaksiyonu) ve çeşitli teknikler ile elde edilen DNA örneklerindeki tekrarlar, o organizmanın DNA parmak izini oluşturur.
- Akraba bireylerde, işlevsiz genlerin tekrar eden baz dizileri benzerdir. Örnek:  
-X bireyinde tekrar eden baz dizisi: TCCAG/ TCCAG/ TCCAG  
-Y bireyinde tekrar eden baz dizisi: TCCAC/ TCCAC/ TCCAC
- Bu yöntemle sperm, kan, tırnak, kıl gibi canlı kalıntıları kriminal çalışmalarla incelenerek, bir çocuğun anne babasının tespiti ya da suçlu ve masum insanların bulunması sağlanır.

### DNA parmak izi yönteminin basamakları:

1. Bireyden alınan DNA örneği uygun restriksiyon enzimleri ile kesilir.
2. Tekrar edilen DNA parçaları PCR (polimeraz zincir reaksiyonu) yöntemiyle çoğaltılır.
3. Elde edilen DNA parçaları jele yüklenir ve elektroforez tekniği ile DNA'lar büyüklüklerine göre değişik uzaklıkta bantlar oluşturulur.
4. DNA'ya bağlanan bir boyanın ilave edilmesinden sonra oluşan bantlar ultraviyole ışık altında floresan pembe renkli bir bant oluşturur.
5. Oluşan bant profiline **DNA parmak izi** denir.



Şekil: DNA parmak izi oluşturma basamakları

### SORU 10. Biyoloji bilimine yeterli önemin verilmemesi sonucu,

- I. çevre kirliliği,
- II. hastalıklar,
- III. ürün kalitesi

gibi faktörlerinin değişimi aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

|    | I     | II       | III      |
|----|-------|----------|----------|
| A) | Artar | Azalı    | Değişmez |
| B) | Artar | Değişmez | Artar    |
| C) | Azalı | Artar    | Azalı    |
| D) | Artar | Artar    | Azalı    |
| E) | Artar | Artar    | Değişmez |

### SORU 11. Kök hücreler üç temel kaynaktan elde edilir.

Bunlar; yetişkin kök hücreleri, kordon kanından elde edilen kök hücreler ve embriyonik kök hücrelerdir. Bunlar içinde embriyonik kök hücreler diğerlerine nazaran farklılaşma yetenekleri en yüksektir. Kök hücre teknolojisi, bir hücrenin ölmesi ya da görevini yapamaması sonucu gelişen farklı hastalıkların tedavisinde, yanmış vücut dokularının onarımında, organ nakillerinde, kalp kaslarının yenilenmesinde umut ışığı olmaktadır.

### Buna göre,

- I. Embriyonik kök hücreler ihtiyaç duyulan hücrelere farklılaşabilir.
- II. Laboratuvar ortamında üretilen hücreler, canlı vücuduna uyum sağlayabilir.
- III. Embriyonik kök hücreler, erişkin kök hücrelere göre daha hızlı farklılaşma yeteneğine sahiptir.
- IV. Kök hücrelerin bölünmesiyle oluşan yeni hücreler yine kök hücre olarak kalabilir.

### Yargılarından hangilerine ulaşılabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III  
D) I, II ve III E) I, II, III ve IV

### SORU 12. Biyoteknolojik çalışmalarla üretilen aşağıdakilerden hangisi insanlığın yararına bir sonuç oluşturması beklenmeyebilir?

- A) Besin değeri yüksek gıdalar  
B) İstenilen özellikte hayvanlar  
C) Genetiği değiştirilmiş ürünler  
D) Çeşitli hormonlar  
E) Çeşitli antibiyotikler

### SORU 13. Şeker hastalığı için gerekli olan insülin hormonunun biyoteknolojik yöntemlerle üretim aşamaları aşağıda verilmiştir.

- I. İnsan insülin üretiminden sorumlu genin yerinin belirlenmesi
- II. Ligaz enzimiyle insan insülin üretiminden sorumlu genin bakteri DNA'sına bağlanması
- III. İnsülin üretiminden sorumlu geni taşıyan DNA'nın bakteriye yerleştirilmesi
- IV. Restriksiyon endonükleaz ile insan kromozomundan insülin üretiminden sorumlu genin kesilmesi
- V. Bakterilerin uygun besi yerinde çoğaltılmasıyla insülin elde edilmesi

### Bu aşamaların gerçekleşme sırası, aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) I, II, III, IV, V B) I, III, IV, II, V  
C) I, IV, III, II, V D) I, IV, II, III, V  
E) I, V, IV, III, II

### DNA parmak izinin kullanıldığı alanlar:

- Suçluların ortaya çıkarılmasında,
- Babalık davalarında,
- Bulaşıcı hastalıkların teşhis edilmesinde,
- Göçmen sorunlarında,
- Bitki ve hayvan türlerinin korunması gibi alanlarda kullanılır.

### NOT:

**Genetik danışmanlık;** kalıtsal hastalığı olan veya taşıyıcılık riski bulunan kişilere tanı testlerinin uygulanması, hastalıkların seyri, tekrarlama riskleri, hastalığın olası sonuçları, varsa tedavisi ve diğer çözüm yolları ile ilgili bilgi verilmesidir.

### -Kök Hücre Teknolojisi

- **Kök hücreler**, kendisini yenileyebilen ve uygun şartlar sağlanırsa vücut içinde ya da laboratuvarında birçok hücre tipine dönüşebilen farklılaşmamış hücrelerdir.
- Kök hücreler uygun ortam hazırlandığında bilinen 200'den fazla hücre türüne dönüşebilme potansiyeline sahiptir.
- Kök hücreler, tüm vücut doku ve organlarında, kan dolaşımında bulunur.

### NOT:

Kök hücreler üç temel kaynaktan elde edilir.  
Bunlar; yetişkin kök hücreleri, kordon kanından elde edilen kök hücreler ve embriyonik kök hücrelerdir.

İnsan vücudunda da kök hücreler, bütün dokuları ve organları oluşturan ana hücrelerdir.

-Embriyonun erken dönemlerinde (blastula evresinde) elde edilen kök hücreler **embriyonik kök hücre** olarak adlandırılır.

Henüz farklılaşmamış olan bu hücreler sınırsız bölünebilme ve kendini yenileme, dokulara ve organlara dönüşebilme yeteneğine sahiptir.

- Kök hücre teknolojisi**, bir hücrenin ölmesi ya da görevini yapamaması sonucu gelişen diyabet, parkinson, alzheimer ve bağışıklık sistemiyle ilişkili hastalıkların tedavisinde,
- Yanmış vücut dokularının onarımında, organ nakillerinde, Kimi kanser türlerinin ve kalp kaslarının yenilenmesinde ve daha birçok hastalığın tedavisinde umut ışığı olmaktadır.

### NOT:

**-Göbek kordonu kan bankası:** Hemen doğum sonrası, doktor bir iğne ile göbek kordonundan bir miktar (yaklaşık yarım fincan) kan alır. Kök hücrelerce zengin göbek kordonu dondurulur ve kan bankasında saklanır. Bu kan gerektiğinde buradan alınarak tedavi amaçlı kullanılır.

-Hücrelerin yapı ve işlevinin bozulma nedenlerinin anlaşılması için hücrelerin vücut dışında ve uygun ortamlarda çoğaltılarak araştırılması tekniğine **hücre kültürü** denir.

-Hücre kültürü ile ilgili uygulamalar sonucunda uygun kök hücrelerden doku ve organ geliştirilebileceği fikri ortaya çıkmıştır. Bu fikir günümüzde uygulama alanı bulmuş ve çeşitli doku ve organların yapay olarak üretilmesi sağlanmıştır.

### Model Organizma Nedir?

Deney ve araştırmalarda kullanılmaya uygun özellikleri taşıyan canlılara verilen isimdir.

### Genetik çalışmalarda model organizma niçin kullanılır?

-Bu organizmaları laboratuvar ortamında üretmek ve üretimlerini devam ettirmek kolaydır ve dikkate değer deneysel avantajlar sunar.

-Ayrıca bu organizmaların üretimi ucuz, etik açıdan fazla sorun yaratmaz.

- Model organizmalar, üzerinde çalışılması zor olan diğer türler hakkında (insan da dahil) bilgi edinmek için kullanılır.

### Çalışmalarda kullanılacak model organizmalar seçilirken göz önüne alınan faktörler;

- Yaşam döngülerinin kısa olması
- İnsan genomu ile homolojisinin yüksek olması
- Jenerasyonlar arası sürenin kısa olması
- Embriyonik gelişiminin kolayca izlenebilmesi ve müdahale edilebilirliği
- Kolay kültüre alınması
- Deney manipülasyonlarına uygun olması
- Genetik analizlere uygun olması
- Etik açıdan fazla sorun oluşturmamaları

### -3 farklı model organizma tipi vardır;

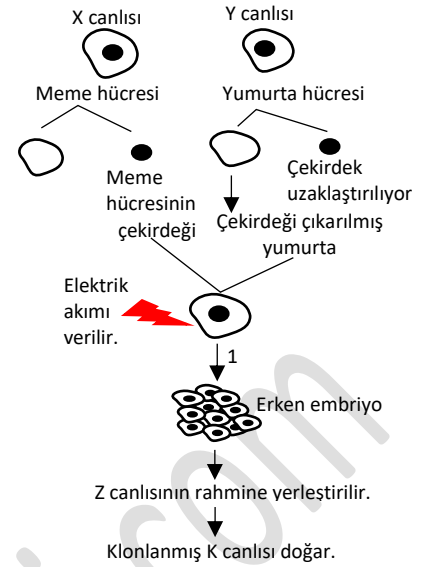
1. Genetik Model Organizmalar
2. Deneysel Model Organizmalar
3. Genomik Model Organizmalar

#### 1. Genetik Model Organizmalar

- Genetik analizler için uygundur.
- Bu organizmalar çok hızlı ürerler ve kısa zaman içerisinde çok fazla nesil oluştururlar.
- Çok fazla mutant bireyler genelde elde edilir.
- Genetik haritalar çıkarılabilir.
- Örnek: Sirke sineği, tek hücreli bazı mantar türleri, bazı yuvarlak solucanlar

#### 2. Deneysel Model Organizmalar

### SORU 14. Aşağıda bir klonlama çalışması gösterilmiştir.



Buna göre;

- I. K; X ile Y'nin genetik özelliklerini taşır.
  - II. 1 ile gösterilen olay mitoz bölünmedir.
  - III. Z'nin, K'ya genetik katkısı yoktur.
  - IV. K mitokondrisini X'den almıştır.
- Yargılarından hangileri doğrudur?**  
A) Yalnız I B) Yalnız III C) II ve III  
D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

### SORU 15. Biyoteknolojik çalışmalar ile ilgili;

- I. endüstriyel enzimlerin üretimi
  - II. kompostlama
  - III. İnsülin üretimi
  - IV. petrol gibi çevreyi kirleten pek çok maddenin temizlenmesinde transgenik mikroorganizmalardan yararlanma
  - V. çeşitli organların genetik kopyalama yoluyla elde edilmesi
- uygulamalarından hangisi veya hangileri doğrudan çevre temizliği alanlarında kullanılmaktadır?**  
A) Yalnız IV B) I ve IV C) II, III ve V  
D) I, II ve III E) I, II ve IV

**SORU 16.** Virüsler, gen tedavisinde ilgili genin aktarılması sürecinde vektör olarak kullanılmaktadır.

#### Virüslerin vektör olarak kullanılması,

- I. Genom yapılarının basit olması
  - II. Çok kolay mutasyona uğrayabilmeleri
  - III. Genomlarını konak hücreye aktarabilmeleri
  - IV. Çok küçük yapıda olmaları
- gibi özelliklerden hangilerine sahip olmaları bu durum için avantaj sağlar?**  
A) I ve II B) II ve IV C) I, II ve III  
D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

**SORU 17.** Genetik mühendisliğin uygulama alanlarından birisi de "gen klonlama" uygulamasıdır.

#### Aşağıdakilerden hangisi gen klonlamanın temel amacıdır.

- A) Patojen mikroorganizma üretilmesi
- B) İstenilen genden çok sayıda üretilmesi
- C) İstenilen genlerin saklanması
- D) Yeni özelliklere sahip genlerin üretilmesi
- E) Yeni canlı türlerin ortaya çıkarılması



-Ürettikleri dayanıklı embriyolar nedeniyle gelişim biyolojisinde model organizma olarak kullanılır.

-Örnek: *Gallus gallus* (tavuk) ve *Xenopus laevis* ( bir kurbağa türü) gibi...

### 3. Genomik Model Organizmalar

-Bu tip organizmaların genetik yada deneysel avantaj ve dezavantajlarına bakılmaksızın model organizma olarak seçilirler. Çünkü evrimsel gelişimde çok önemli bir noktada olmaları yada genomlarının bazı kalitesi bunlar üzerinde çalışmayı ideal kılar.

Örnek: *Fugu rubripes* (şişen balık) insanlarınkine benzer gene sahiptir ancak daha küçük genomları vardır. Büyüklükteki bu farklılık insan genomundaki DNA tekrarlarından ve intronlardan kaynaklanır.

#### NOT:

-Model organizmalarla ilgili çok önemli bir nokta ise genlerinin insan genleriyle yakından ilişkili olmasıdır.

-Bu zamana kadar tanımlanmış insan hastalık genlerinin %60 dan fazlası şaşırtıcı bir şekilde meyve sineği ve nematod (ipsolucan) genlerine benzemektedir.

-İmmün sistemimiz gibi ileri düzeyde evrimsel gelişimi etkileyen genler basit hayvanlardakine daha az benzerlik gösterirler. Bu gibi genler için fare gibi bize daha yakın model canlıya ihtiyaç duyulur.

-Fare genomlarının organizasyonu insan genomlarının organizasyonuna benzerdir. İnsanlarda gözüken bozuk genlerin taklidiyle hastalık modellerini kanıtlamak için fareler kullanılır. Ayrıca bu modeller yeni ilaçların etkinliğinin testi içinde kullanılabilir.

## GENETİK MÜHENDİSLİĞİ VE BİYOTEKNOLOJİ UYGULAMALARI

### 1. Tarım Alanındaki Uygulamalar

Rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak bitkilerde ürün kalitesi ve verimlilik artırılabilir; bitkinin böceklerle, soğuğa, kuraklığa, tuza, herbisitlere (yabancı ot öldürücüler), virüslere vb. karşı dirençli olması sağlanabilmektedir.

-Ayrıca pek çok bitkinin tek bir doku hücresi, kültür ortamında geliştirilerek olgun bitki oluşturulabilmektedir. Bütün bunlar, tarımda DNA teknolojisinin kullanımını oldukça kolaylaştırmaktadır. Genetiği değiştirilmiş tek bir hücreden; istenen özellikleri taşıyan, verimli bitki türleri elde edilebilmektedir. Oluşan türler, kazandıkları yeni özellikleri, sonraki nesillere tohumla taşımaktadır.

#### Bitkilerde Klonlama basamakları

1. *Agrobacterium*'un plazmidlerinden birine (A plazmiti) rekombinant DNA tekniğiyle antibiyotik direnç geni ve böceklerle karşı direnç geni aktarılır.
2. Bitki yaprağı kesilerek yaralanma bölgesine *Agrobacterium* bakterisi bulaştırılır.
3. Yaralanan bitki hücrelerinden salgılanan özel bir madde, bakterideki diğer plazmiti (B plazmiti) aktif hâle geçirir. B plazmiti, rekombinant A plazmitin bitki hücresine geçmesini sağlar.
4. Böylece istenilen gen bitkilere aktarılmış olur. Genetiği değiştirilmiş bitki hücreleri antibiyotik ve büyüme hormonu içeren kültür ortamına taşınır.
5. Oluşan yeni bitki hem antibiyotiğe hem de böceklerle karşı dirençli olur.



Şekil 2.40: Bitkide gen klonlaması

### -Hayvanlarda Klonlama

İnsanlardan izole edilen büyüme hormonu geninin fare embriyolarına aktarımı sonucu normale göre daha iri fareler elde edilmiştir.

-Bir sığır ırkından fazla kas üretimine neden olan bir geni izole ederek farklı ırktaki sığırlara hatta koyunlara aktarmış ve daha fazla et üreten transgenik organizmalar elde etmişlerdir.

-Klonlama yöntemi ile bitki ve hayvanlarda ata canlı ile aynı genetik özelliklere sahip canlılar da elde edebiliriz. Memeli canlılardaki ilk klonlama 1997 yılında gerçekleştirilmiştir.

Klonlama sonucu oluşan ilk memeli olan Dolly, DNA'sını aldığı koyunun genetik olarak ikizidir.

#### Dolly'nin klonlanma basamakları:

1. Ergin bir koyunun memesinden bir hücre alınır. Bu somatik hücre genetik olarak bir koyunun oluşması için gerekli bütün genleri içermektedir. Fakat bu genlerden sadece bir kısmı aktif durumdadır.
2. Meme hücresi besin bakımından fakir bir ortama alınarak hücre döngüsü durdurulur. G0 evresine giren hücrenin bütün genleri aktifleşmiş durumdayken çekirdeği çıkarılır.
3. Başka bir koyundan alınan yumurta hücresinin çekirdeği çıkarılır.
4. İlk koyundan alınan meme hücresinin çekirdeği, boşaltılmış yumurta hücresinin içine yerleştirilip, elektrik akımı yardımıyla kaynaştırılır.

**SORU 18.** Bir tavukçunun kümesindeki tavukların bazı özellikleri aşağıda verilmiştir.

| 1. gruptaki tavuklar   | 2. gruptaki tavuklar  |
|------------------------|-----------------------|
|                        |                       |
| -Yumurta verimi yüksek | -Yumurta verimi düşük |
| -Et verimi düşük       | -Et verimi yüksek     |

**Bu tavukçunun tavuklarından hem yumurta verimi hem de et verimi yüksek olan tavuk oluşturmak için;**

I. 1. gruptaki tavuktan yumurta verimi ile ilgili genlerin uygun yöntemlerle 2. gruptaki tavuğa aktarılması

II. 2. gruptaki tavuktan et verimi ile ilgili genlerin uygun yöntemlerle 1. gruptaki tavuğa aktarılması

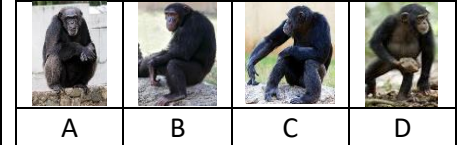
III. 1. gruptaki tavuktan yumurta hücresi, 2. gruptaki tavuktan vücut hücresi alınarak klonlama yapılması

IV. 2. gruptaki tavuktan hem yumurta hem de vücut hücresi alınarak klonlama yapılması

**yöntemlerinden hangilerinin uygulanması uygun olabilir?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) I ve II  
D) III ve IV      E) II, III ve IV

### SORU 19.



Yukarıda verilen şempanzelerden, B şempanzesi A şempanzesinin klonlanması sonucunda oluşmuştur.

-D şempanzesi, B şempanzesi ile C şempanzesinin doğal yollarla oluşan yavrularıdır.

#### Buna göre;

I. A, B ve D şempanzeleri genetik olarak birbirleri ile özdeştir.

II. D şempanzesi ile B şempanzeleri arasındaki genetik benzerlik, D ile C arasındaki genetik benzerlikten fazladır.

III. D ile A arasındaki genetik benzerlik, D ile B arasındaki genetik benzerlikle aynıdır.

**İfadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?**

- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) I ve II      E) I ve III

**SORU 20.** Biyoteknoloji öncesi insülin ve benzeri hormonlar sığır, at gibi hayvanlardan sağlanırdı. Günümüzde ise doğrudan insan insülini gen kullanılarak bakterilere sentezlettilmektedir.

#### Bu durum;

I. Daha az masraflarla daha kolay insülin üretilmesini

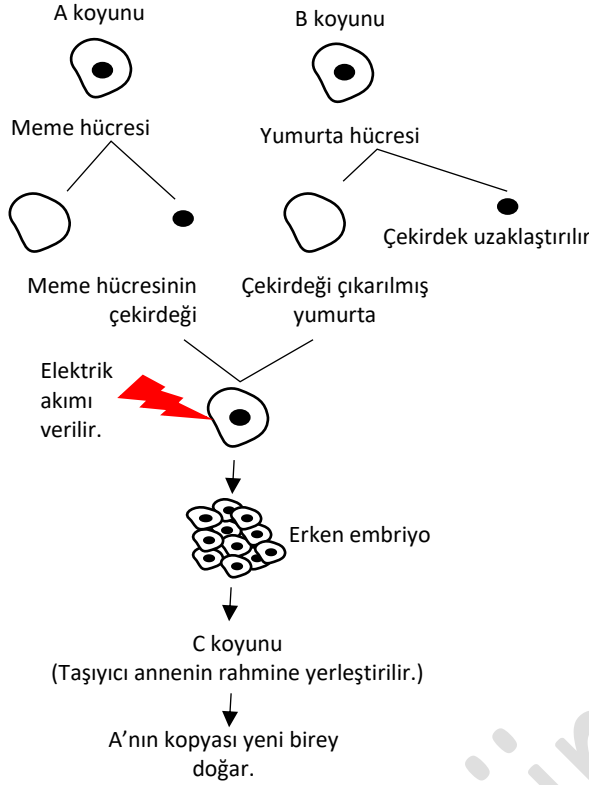
II. Daha az antikor üretimini sağlamanı

III. Bulaşıcı hastalık yayılma riskini azaltılmasını

**verilenlerden hangilerini sağlamaktadır.**

- A) Yalnız I      B) Yalnız III      C) I ve II

5. Elektrik akımı aynı zamanda yumurta hücresinin bölünmeye başlamasını uyarır. Mitoz bölünmeler sonucunda altı günlük olan erken embriyo oluşur.
6. Erken embriyo taşıyıcı anne görevini yapacak olan üçüncü bir koyunun rahmine yerleştirilir.
7. Embriyonik gelişimin tamamlanması ile bir kuzu (Dolly) dünyaya gelir. Bu kuzu genetik olarak meme hücresinin çekirdeği alınan koyunla özdeştir.



**NOT:**

Çok ince iğne yapısına sahip mikroenjektör ile hücre zarı geçilerek doğrudan çekirdeğe rekombinant DNA aktarılması yöntemine **mikroenjeksiyon yöntemi** denir.

**BU İŞTE BİZ DE VARIZ!**

- 2007 yılında İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesinde uzman bir ekip tarafından yürütülen çalışmalarla Türkiye'deki ilk klonlama gerçekleştirildi. Klonlanmış kuzuya "Oyalı" adı verildi.
- 2009 yılında TÜBİTAK, İstanbul ve Uludağ Üniversitelerinin iş birliğiyle yürütülen "Anadolu Yerli Sığırlarının Klonlanması Projesi" kapsamında klonlanan buzağıya "Efe" adı verildi.

**Ian Wilmut'un klonlama ile ilgili çalışması**

1986 yılının ilk yarısında Profesör Wilmut ve ekibi ilk kez embriyonik hücrelerde adları Megan ve Morag olan iki kuzu çifti üretmeyi başardılar. 1997 yılına geldiğinde ise Profesör Wilmut yetişkin bir koyunun meme hücresinden adını o dönemin sanatçılarından biri olan Dolly Parton'dan alan Dolly isimli bir koyunu kopyaladıklarını duyurdular. Bu, o zamana kadar ilk kez bir vücut hücresinin yumurta hücresine füzyonu sonucu ile elde edilmiş başarılı bir üretimdi.

Dolly 2003 yılında solunum problemlerinden ölmesine rağmen Prof. Wilmut çalışmalarını Edinburgh'ta yenilenebilir tıp araştırmaları merkezinin üreme biyolojisi bölümünün başkanı olarak sürdürdü. Onun bu başarısı tedavi amaçlı hayvan klonlamalarının da önünü açtı. Bu amaçlarla hayvan klonlama önemli tıbbi bilimsel gelişmelerin kapısını aralamakta büyük umut ışığı taşımaktadır. Örneğin hemofili hastalığında önemli rol oynayan bir protein hayvanlar üzerinden üretilerek insanlara verilebilir ve hastalığa çözümler geliştirilebilir öte yandan organ nakillerinde bu klonlanmış hayvanlar kullanılabilir. Bunun yanı sıra süt ve yün üretimi gibi amaçlar ile de klonlanmış hayvanlar olası bir kaynak sıkıntısına çözüm olabilir.

**Tıp alanındaki uygulamalar**

DNA teknolojisi ile elde edilen ilk ürün insülin hormonudur. Bundan önceki yıllarda insülin, domuz ve sığırdan elde ediliyordu; ancak bu yöntem oldukça masraflıydı. Ayrıca hayvanlardaki insülinin kimyasal yapısının insandakinden farklı olması bazı alerjik tepkilere de neden oluyordu. Gen mühendisliğiyle elde edilen insülin, kimyasal olarak insan insülininin aynısıdır. Ayrıca bu yöntemle daha ucuz ve çok miktarda insülin üretilir.

- D) II ve III E) I, II ve III

**CEVAPLAR ve ÇÖZÜMLERİ**

1. DNA'nın bazı bölgelerindeki baz dizimleri bireye özgüdür. Bir başkasında bulunmaz.

**Cevap: E**

2.

| Enzimlerin görevleri  | Bu görevi yapan enzim            |
|---|----------------------------------|
| DNA zincirinin istenilen bölgeden kesilmesini sağlayan enzim.   | <b>Restrüksiyon endo nükleaz</b> |
| DNA zincirlerinin uç uca birbirine bağlanmasını sağlayan enzim. | <b>DNA ligaz</b>                 |
| DNA'nın sentezini sağlayan enzim.                               | <b>DNA polimeraz</b>             |
| RNA'nın sentezini sağlayan enzim.                               | <b>RNA polimeraz</b>             |
| DNA çift zincirini açan enzim                                   | <b>Helikaz</b>                   |

**3. Doğru sıralama;**

- V. Geni taşıyan DNA'nın izole edilmesi
- II. Kopyalanacak genin yerinin belirlenmesi
- VI. Restrüksiyon enzimi ile genin DNA'dan kesilmesi
- I. Taşıyıcı DNA'nın izole edilmesi
- III. Genin, ligaz enzimi ile taşıyıcı DNA'ya bağlanması
- IV. Rekombinant DNA'nın alıcı hücreye aktarılması

**Cevap: E**

4. Hepsini kazandırılabilir.

**Cevap: E**

5. **Paleontoloji**, fosilleri veri olarak kullanarak dünyada yaşamın tarihini yazmak amacıyla taşıyan bilim dalıdır.

**Cevap: E**

6.

- insan ve diğer canlıların sağlığını, çevre ve biyolojik çeşitliliği korumak için GDO ve ürünleri ile ilgili faaliyetlerin güvenli bir şekilde yapılmasını ifade eder.

**(Biyogüvenlik)**

- Çalışmaları, yüksek teknoloji ile gerçekleştirilen bilimsel araştırmalarda nelere izin verilip nelerin yasaklanması gerektiği konularında standartlar geliştirilmesini hedefler. **(Biyoetik)**

- Tek bir hücreden çoğaltılan ve genetik yapısı aynı olan hücrelerdir. **(Klon)**

-Bozuk olan genlerin sağlam olanları ile yer değiştirilmesi tekniğidir. **(Gen terapisi)**

**İnterferon:** Hücrelerin virüslere karşı oluşturduğu protein yapısındaki özel savunma maddesidir.

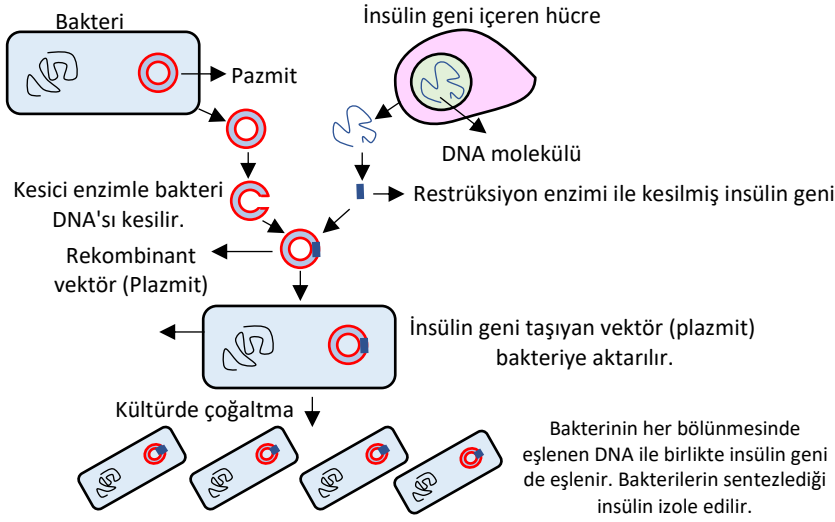
**Cevap: D**

7. X ile gösterilen yapı plazmittir. Plazmit için verilen öncüllerin hepsi doğrudur.

**Cevap: E**

8. Nakledilecek geni taşıyan DNA'yı nükleaz enzimleri ile parçalama işlemi yapılmaz. Aksi takdirde nakledilecek sağlam gen kalmaz.

**Cevap: E**



### Gen mühendisliği çalışmalarıyla insülin hormonunun elde edilmesi

#### NOT:

-İnsülin üretiminde kullanılan bu yöntem daha sonra büyüme ve kalsitonin hormonunun üretimi için de kullanılmıştır.  
-1980'li yıllarda izole edilen insan **interferon** geninin E.coli bakterisinin genomuna yerleştirilmesiyle çok daha ucuz ve fazla miktarda interferon üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen interferondan virüs enfeksiyonlarının engellenmesinde yararlanılmaktadır. (İnterferon: Hücrelerin virüslere karşı oluşturduğu protein yapısındaki özel savunma maddesidir)

### Endüstri Alanındaki Uygulamalar

Rekombinant DNA teknolojisinin kullanıldığı alanlardan biri de endüstriyel enzimlerin üretimidir.

Bu enzimlerin bazıları sentetik olarak da üretilebilmektedir ancak biyoteknolojik yöntemlerle daha hızlı ve ekonomik üretim yapılmaktadır. Bu enzimler; tıpta, gıda endüstrisinde, deterjanlarda, tekstilde, çevre kirliliğinin önlenmesinde, dericilikte ve kâğıt endüstrisinde kullanılmaktadır.

#### Çevre alanındaki uygulamalar:

Genetik mühendisliğiyle elde edilen mikroorganizmalar, çevre sorunlarının çözümü için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Özgül enzimlere sahip olan ve atıklarda yaşamlarını sürdürebilen binlerce bakteri türü, doğanın geri dönüştürücüleri olarak hizmet vermektedir.

#### -Kompostlama ve atık su arıtımı bunun bilinen en iyi örnekleridir.

-Kompostlamada saman, kâğıt, mutfak atıkları gibi atık ürünler bakterilerin ürettiği enzimlerle ayrıştırılır.

-Benzer şekilde lağım sularının arıtıldığı sistemlerde de bakteriler, organik bileşikleri parçalayarak zararsız hâle getirir.

-Bazı bakteriler bakır, kurşun, nikel gibi ağır metallerin doğada birikmesini önler ve bunların canlılara olan zararlı etkilerini azaltır.

-Petrol gibi çevreyi kirleten pek çok maddenin temizlenmesinde de transgenik mikroorganizmalardan yararlanılmaktadır.

### Nanoteknoloji Alanındaki Uygulamalar

-Nanoteknoloji 1-100 nm arasındaki boyutlarda malzemelerin özelliklerini inceleyen, mühendislik, fizik, kimya, biyoloji ve tıp alanlarını kapsayan disiplinler arası bir alandır. Nanoteknoloji ile maddelerin önceden bilinmeyen özellikleri keşfedilmiş, elde edilen bulgular kullanılarak yeni cihaz ve sistemler geliştirilmiştir. Bu cihaz ve sistemlerden hastalıkların tanı ve tedavisinde yararlanılmaktadır.

-Nanopartiküller kanserli hücrelerin büyümesini önlemede, nano lifler biyomedikal alanda, tıbbi protezlerde (yapay organlarda ve yapay damarlarda), teletıp malzemelerinde, ilaç transferinde, yara örtü malzemelerinde, tıbbi yüz maskelerinde ve doku iskeletlerinde kullanılmaktadır.

### Bizden Bir Haber. Kendimizi küçük görmeyelim!

Sabancı Üniversitesi Nanoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yürütülen üç boyutlu doku ve organ basımı çalışmalarında tıpta çığır açacak bir buluş yapıldı. Dünyada ilk kez canlı hücreler kullanılarak 3B biyo-yazıcıyla üretilen aort dokusu sayesinde artık insan vücudunun yapay organı reddetmesi dönemi kapanıyor.

### GDO (Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar)

-Bir canlının gen diziliminin değiştirilmesi ya da ona kendi doğasında bulunmayan bambaşka bir karakter kazandırılması yoluyla elde edilen canlı organizmalara " Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar" veya kısaca GDO adı verilmektedir.

9. Günümüzde DNA parmak izi yöntemi verilen durumların hepsinde kullanılabilir.

**Cevap: E**

10. Biyoloji ve alt dalı biyoteknolojiye yeterli önem verilmez ise çevre kirliliği ve hastalıklar artar, ürün kalitesi azalır. Çünkü biyoteknolojinin amaçlarından birisi de kalitesi yüksek ürünler elde etmektir.

**Cevap: E**

11. Kök hücrelerin bölünmesiyle oluşan yeni hücreler yine kök hücre olarak kalabilir. Evet doğrudur. ancak parçada bu özelliklerine değinilmemiştir.

**Cevap D**

12. Günümüzde yeni tartışmalara konu olan başlıklardan bir tanesi GDO'lu ürünler yani genetiği değiştirilmiş ürünlerdir. Biyoteknolojiden sağladığı organizmalardan DNA eklemesi veya çıkarılmasıyla yeni gıdalar üretilmesi, insanların sağlığı açısından büyük tehlikeler teşkil etmektedir. Çünkü bu GDO'lu ürünler toksik maddeler de olabilmektedir ve özellikle de yiyecek alerjisi olan kişiler, bu ürünlerdeki alışılmadık protein maddesinin tüketiminden kötü bir şekilde etkilenebilmektedir.

**Cevap: C**

### 13. Sıralama;

I. İnsan insülin üretiminden sorumlu genin yerinin belirlenmesi

IV. Restrüksiyon endonükleaz ile insan kromozomundan insülin üretiminden sorumlu genin kesilmesi

II. Ligaz enzimiyle insan insülin üretiminden sorumlu genin bakteri DNA'sına bağlanması

III. İnsülin üretiminden sorumlu geni taşıyan DNA'nın bakteriyeye yerleştirilmesi

V. Bakterilerin uygun besi yerinde çoğaltılmasıyla insülin elde edilmesi

**Cevap: D**

### 14.

I. K; çekirdeği kullanılan Y'nin genetik özelliklerini taşır. (Öncül yanlış)

II. 1 ile gösterilen olay mitoz bölünmedir. (Embriyonik gelişim mitoz ile olur. (Öncül doğru)

III. Z, sadece taşıyıcılık yapmıştır. K'ya genetik katkısı yoktur. (Öncül doğru)

IV. K mitokondrisini X'den almıştır. (K, X'den sadece çekirdek almıştır. Geri kalan hücre içeriği (sitoplazma ve organeller) Y'den alınmıştır. (Öncül yanlış)

**Cevap: C**

### 15.

-Rekombinant DNA teknolojisinin kullanıldığı alanlardan biri de endüstriyel enzimlerin üretimidir. Bu enzimler çevre kirliliğinin önlenmesinde kullanılır.

-Kompostlamada saman, kâğıt, mutfak atıkları gibi atık ürünler bakterilerin ürettiği enzimlerle ayrıştırılır.

-İnsülin sağlık ve tıp alanında yöneliktir.

-Petrol ve ürünlerinin parçalanarak zararsız hale getirilmesi çevre kirliliğini önlemeye yöneliktir.

**GDO ile ilgili kaygıların bazıları şunlardır:**

- GDO'lar öldürücü alerjilere neden olabilir.
- GDO'lu yemler, hayvanlarda antibiyotik direncini artırır, antibiyotiklerin etkisini azaltır.
- Çoğu GDO'nun içerdiği böcek öldüren toksinlere hamile kadınların kanında ve fetusunda rastlandı.
- GDO ekim tarlalarında kullanılan yabancı ot ilaçları, memeliler için toksik etki ve insanlarda hormonal dengeyi bozma riski taşıyor.
- Viyana Üniversitesi'nde fareler üzerinde yapılan araştırmalarda, GDO'lu domatesleri yiyen farelerin, üç nesil sonra kısırlaştığı görülmüş.
- Fareler üzerinde yapılan deneylerde kanserojen etkisi tespit edilmiştir.
- İstenmeden de olsa insanlığa zarar verecek ve belki de insan türünün ortadan kalkmasına neden olacak bir mikroorganizma ya da başka bir tür yaratılabilir.
- Biyolojik savaşlarda insanlığın zararına kullanılabilir.
- Genetik yapının değiştirilmesi suretiyle insanlarda yeni bir hastalığa yol açan bakteri, vücudu savunmasız yakalayacağı için ciddi hastalıklara neden olabilir.
- Transgenik bitkilerde bulunan bazı toksinler, zararlı olmayan böcek türlerini öldürücü etki yapabilir.
- İnsanların besin kaynaklarını sadece bazı dev anonim şirketleri kontrol edebilir.

**GDO'nun olası yararları nelerdir?**

- Gen aktarımı sayesinde besinler daha cazip ve kaliteli hale getirilebilir ve daha çok ürün alınabilir.
- Bu organizmalar bazı hastalıklara karşı daha dirençli kılınarak, verim artışı yoluyla dünyada açlıkla mücadele edilebilir.
- Meyvelerin olgunlaşma süreci değiştirilebilir,
- Besin öğeleri zenginleştirilebilir,
- Depolama ve raf ömrü uzatılabilir, besinlerin tatları arttırılabilir.

**Örnek:**

- Kutupta yaşayan bir balıktan alınan anti-freeze geni çileğe aktarıldığında çileğin soğukta yetiştirilmesi sağlanmıştır.
- Yapısında A vitamini bulunmayan beyaz pirinçe, A vitamini sentezi yapan bir bakterinin aktarılmasıyla pirinç türlerinin A vitamini ürettiği görülmüştür.

**BİYOĞÜVENLİK VE BİYOETİK**

- Biyogüvenlik:** İnsan ve diğer canlıların sağlığını, çevre ve biyolojik çeşitliliği korumak için GDO ve ürünleri ile ilgili faaliyetlerin güvenli bir şekilde yapılmasını ifade eder.
- Biyoetik;** Biyoteknoloji ve gen teknolojisinde yaşanan gelişmeler, insan ve diğer canlıların yaşamları, insanın özgürlük ve onuru açısından etik anlamda meydana getirdiği sorunların irdelenmesi ve çözüm önerilerinin geliştirilmesi üzerinde çalışan bir disiplindir.
- Biyoetik çalışmaları, yüksek teknoloji ile gerçekleştirilen bilimsel araştırmalarda nelere izin verilip nelerin yasaklanması gerektiği; neye, ne kadar izin verilmesinin etik anlamda doğru kabul edilebileceği gibi sorulara yanıt arar ve bu konuda standartlar geliştirilmesini hedefler.

- çeşitli organların genetik kopyalama yoluyla elde edilmesi yine sağlık ve tıp alanına yöneliktir.

**Cevap: E**

**16.** Virüsleri, gen terapisinde vektör olarak kullanılmasının nedeni kolay mutasyona uğrama özelliği olamaz. Virüslere aktarılan genin mutasyonla değişimi de söz konusu olurdu.

**Cevap: D**

**17.** Gen klonlamanın temel amacı "İstenilen özellikleri taşıyan genlerin çoğaltılmasıdır.

**Cevap: B**

**18.** Bu tavuklardan hem yumurta verimi hem de et verimi yüksek olan tavuk oluşturmak için; Hem et verimi yüksek olmayı sağlayan hem de süt verimi yüksek olmayı sağlayan genleri bir bireyde bir araya getirmek gerekir. Bu şartı sağlayan öncüller I ve II'de verilmiştir.

**Cevap: C**

**19.**

I. A, B ve D şempanzeleri değil, sadece A ile B özdeşdir. Öncül yanlış.

II. D'nin ebeveynleri B ve C'dir. Dolayısı ile D, daha çok B'ye veya C'ye benziyor diyemeyiz. Öncül soru için yanlış.

III. D'nin A ile benzerliği ne kadar ise B ile de benzerliği o kadar olur. Çünkü A ile B özdeş şempanzelerdir. Öncül doğru.

**Cevap: C**

**20.** Daha az masrafla daha hızlı ve kolay insülin üretimini sağlar. İnsan geni kullanıldığı için üretilen insüline karşı antikor gelişimi hayvan insülinlerinden çok daha azdır. Hayvanlardan bulaşması muhtemel hastalıkların önü kesilmiş olur.

**Cevap: E**