



12.SINIF

Genden Proteine

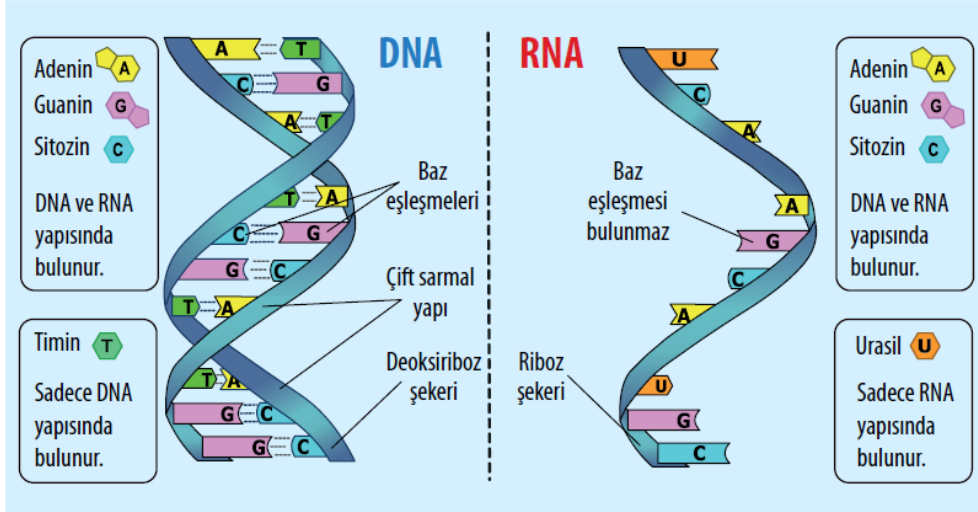


YouTube
Konu Anlatımlı



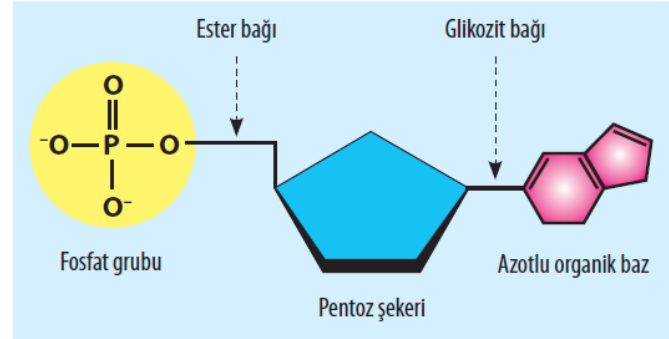
A. NÜKLEİK ASİTLER (YÖNETİCİ MOLEKÜLLER)

- Canlılarda hücre yönetiminden sorumlu **DNA ve RNA** olmak üzere iki çeşit yönetici molekül bulunur.
- **Nükleik asit** denilen yönetici moleküller **nükleotit** denilen moleküllerden oluşur.
- Bu moleküller, canlının karakterlerinin (**özelliklerinin**) ortaya çıkmasında etkili olan şifreleri taşır. Bu şifreler de **nükleotit** denilen moleküllerin değişik sıra ve kombinasyonla bir araya gelmesi sonucu oluşur.



Nükleotitlerin Yapısı

- ❖ Azotlu organik baz (C, H, O, N)
- ❖ 5 karbonlu şeker (deoksiriboz, riboz)
- ❖ Fosforik molekülleri bulunur.



1. Azotlu Organik Baz

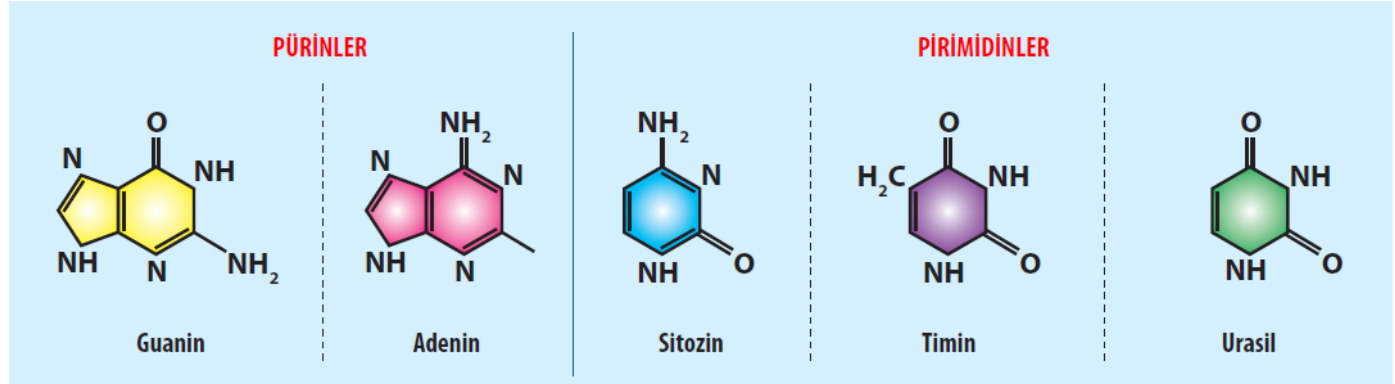
- Organik bazlar **C** halkalarından oluşan organik moleküllerdir (Yapılarında **C, H, O ve N** elementleri bulunur).
- **Pürin ve pirimidin** olmak üzere iki gruba ayrılır.

a. Pürin

- Molekül yapısı **çift** halkalıdır.
- **Adenin ve guanin** bazları bu gruba girer.

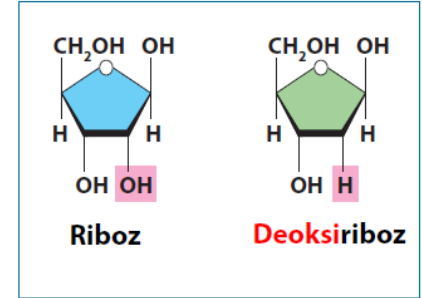
b. Pirimidin

- Molekül yapısı **tek** halkalıdır.
- **Sitozin, timin ve urasil** bazları bu gruba girer.



2. Beş Karbonlu Şeker (Pentoz)

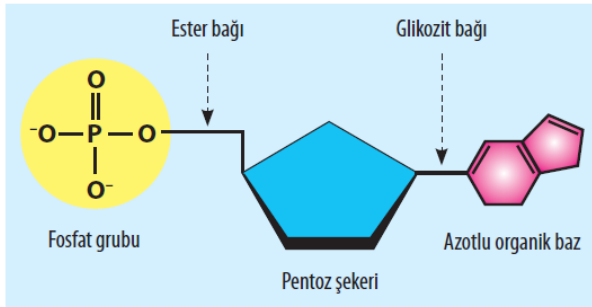
- Riboz ve deoksiriboz olmak üzere iki gruba ayrılır.
- DNA'nın yapısında **deoksiriboz** şekeri, RNA'nın yapısında ise **riboz** şeker bulunur.



3. Fosfat

İnorganik bir bileşik olup, dışarıdan hazır olarak alınır $(\text{PO}_4)^{3-}$.

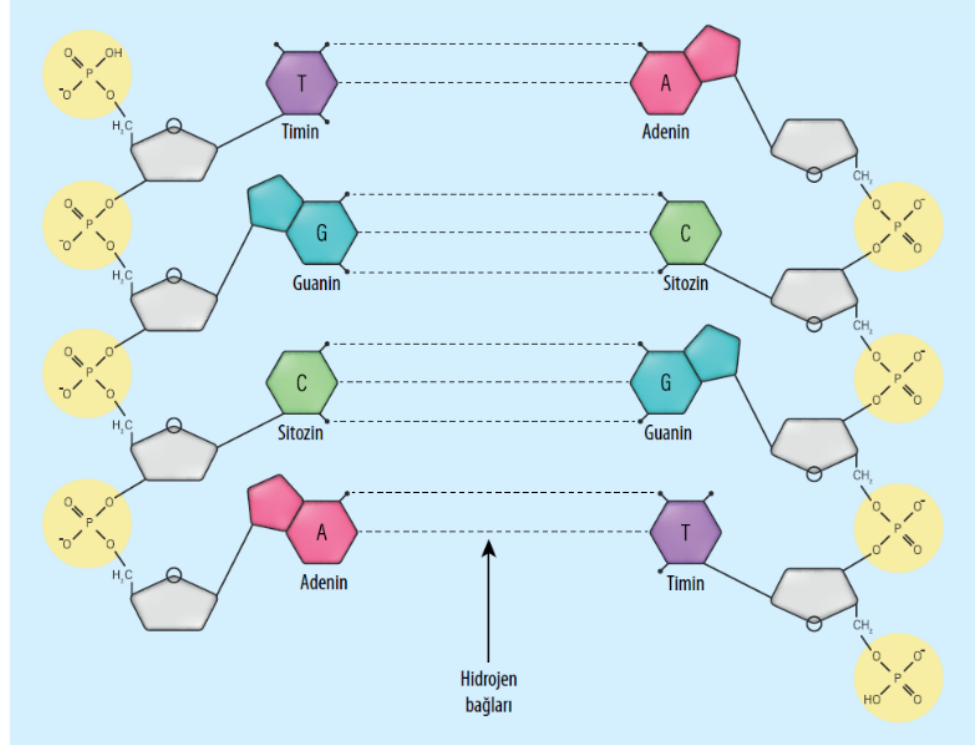
Nükleotid Sentezi



- Canlılar hücrelerinde nükleotid sentezi yaparken önce baz ile şeker molekülünü **glikozit** bağı ile bağlayarak **nükleozit** adı verilen bileşiği oluşturur.
- Daha sonra **nükleozit** molekülüne, **ester** bağı ile fosfat bağlanır ve **nükleotid** oluşur.
- DNA'da 4, RNA'da 4 çeşit olmak üzere canlıların tamamında 8 çeşit nükleotit bulunur.

1. DNA'nın YAPISI

- DNA'nın çift sarmal yapısında her iki iplikte karşılıklı gelen nükleotitlerin bazları arasında hidrojen (H) bağları kurulur.
- İki iplik arasındaki eşleşmeler DNA'nın sarmal yapısının oluşmasında ve bütünlüğünün korunmasında görevlidir.



- Bir zincirdeki **A bazı** daima karşı zincirdeki **T bazı** ile, **G bazı** ise **C bazı** ile eşleşir.
- Her zaman **bir pürin bazının** karşısına bir tane **pirimidin bazı** gelir. Bu kural **komplementer baz eşleşmesi** olarak adlandırılır.
- Çift sarmal DNA'daki **A bazlarının sayısı T bazlarına, G bazlarının sayısı ise her zaman C bazı sayısına eşittir.**
- DNA'daki toplam pürin sayısı (**A + G**), toplam pirimidin sayısına (**C + T**) eşittir.
- DNA çift sarmalının yapısında **A ve T** arasında ikili hidrojen bağı, **G ve C** arasında ise üçlü hidrojen bağı bulunur.
- DNA'da nükleotid sayısı = Baz sayısı = Şeker sayısı = Fosfat sayısıdır.
- Tüm canlılarda **5 çeşit azotlu baz** ve **8 çeşit nükleotid** bulunur.
- RNA nükleotitlerine **ribo nükleotit**, DNA'da bulunan nükleotitlere ise **deoksirübo nükleotit** denir.
- DNA, sarmal (helix), çift zincirli ve bu iki zinciri bir arada tutan hidrojen bağı bulundurur.
- DNA'nın karşılıklı zincirleri birbirine **anti paraleldir.**

H Bağı Sayısı: (2xA+3xG)

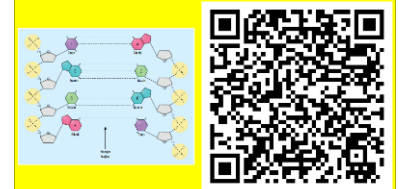
$$\frac{A}{T} = 1$$

$$\frac{G}{C} = 1$$

$$\frac{\text{Pürin}}{\text{Pirimidin}} = \left[\frac{A+G}{T+C} \right] = 1$$

DNA'nın Görev ve Özellikleri

- Kendini eşleyebilir (Replikasyon).
- **Adenin** karşısında **Timin**, **Guanin** karşısında **Sitozin** nükleotidi bulunur.
- Adenin ile Timin arasında **ikili**, Guanin ile Sitozin arasında **üçlü** hidrojen bağı bulunur.
- Hücreyi yönetir (**Metabolik faaliyetler**).
- Kalıtsal karakteri taşır ve karakterin yavru bireylere aktarılmasını sağlar (**Üreme**).
- Hücre bölünmesini kontrol eder.
- **RNA** moleküllerini sentezler (Bütün RNA'lar DNA'dan sentezlenir-Transkripsiyon).
- Protein sentezi için **şifre** verir.



DNA Yapısı Videosu İçin QR Kodu
Okutun ya da Tıklayın



DNA ve Kromozom Videosu İçin
QR Kodu Okutun ya da Tıklayın

Örnek: Bir DNA molekülünde 3000 nükleotid bulunmaktadır. DNA'daki adenin sayısı: 400 ise;

- a) Sitozin sayısı kaçtır?
- b) Toplam hidrojen bağı sayısı kaçtır?

Çözüm:

Cevap: a=1100; b=4100

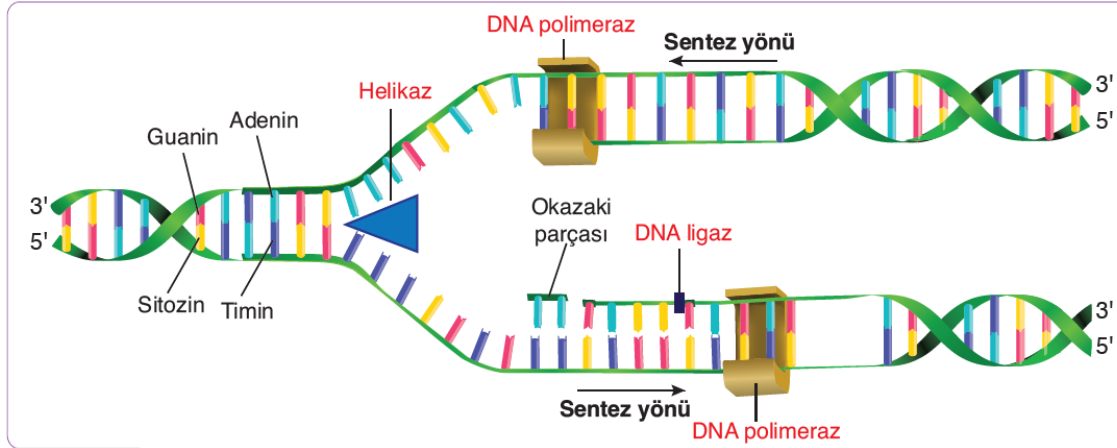
Örnek: Bir DNA molekülünde 6800 hidrojen bağı vardır ve DNA'daki sitozin sayısı 1200 ise;

- a) Adenin sayısı kaçtır?
- b) Toplam deoksiriboz şeker sayısı kaçtır?

Çözüm:

Cevap: a=1600; b=5600

REPLİKASYON



- Hücre bölünmesinden önce, çift zarlı organeller sayısını artırdığında ve bakterilerde endospor oluşumundan önce DNA kendini eşleyerek iki katına çıkar. Bu olaya **replikasyon** denir.
- Öncelikle **DNA helikaz** enzimi iki zinciri birbirinden ayırırken **hidrojen** bağları kopar ve iki zincir birbirinden ayrılır.
- Her bir zincirin karşısına eşleniği olan nükleotidler hidrojen bağıyla bağlanarak sıralanır.

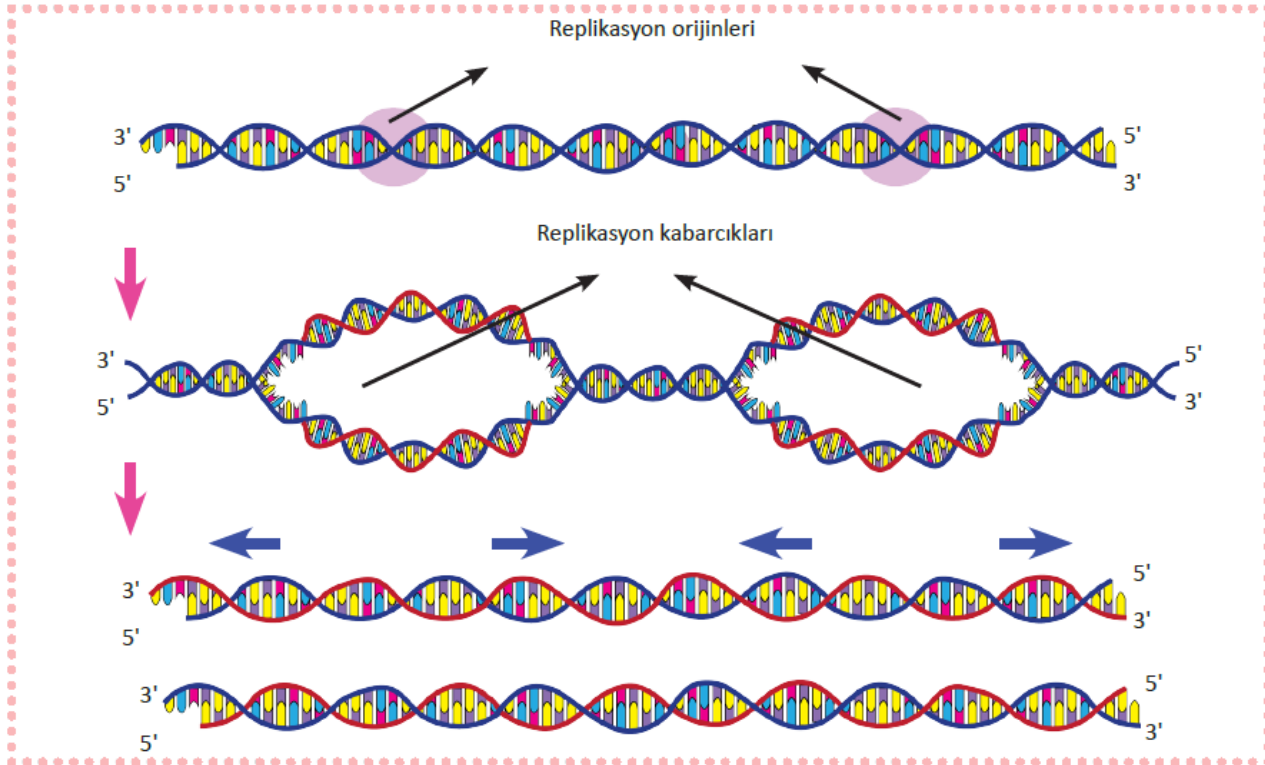
- **DNA polimerazlar** enziminin etkisiyle, nükleotidler arasında **fosfodiester** bağı kurulur ve yeni DNA iplikleri sentezlenir. Böylece DNA molekülü iki katına çıkmış olur.
- DNA'nın başlangıç iplikleri korunarak yapılan bu eşlemeye DNA'nın **yarı korunumlu eşlemesi** denir.

BioNot: n, eşleme sayısı olmak üzere oluşan DNA sayısı; 2^n formülü ile hesaplanabilir.

Yarı Korunumlu Eşleme Mekanizması

- DNA'nın replikasyonu, küçük farklılıklar olsa da ökaryot ve prokaryot hücrelerde aynı şekilde gerçekleşir.
- Ökaryot hücrelerde DNA doğrusaldır ve bu canlılardaki **enzimlerin çalışma hızı prokaryotlara göre daha düşüktür**. Bu sebepten ökaryot hücrelerde DNA eşlemesi birden çok noktadan başlar ve bu noktalara **replikasyon orijini** denir. Prokaryotlarda DNA eşlemesinde **bir replikasyon orijini** bulunurken ökaryot DNA eşlemesinde **birden çok replikasyon orijini** bulunur.

BioNot: Ökaryot hücrelerde DNA eşlemesinde birden çok replikasyon orijini bulunduğundan ökaryot DNA'sı, prokaryot hücre DNA'sından uzun olmasına karşın replikasyonu daha kısa sürede tamamlar.



- Ökaryotlarda DNA'nın replikasyonu başladığında öncelikle replikasyon orijinlerine **helikaz** adı verilen enzim bağlanır ve bu enzim, DNA'nın iki zincirini birbirinden ayırır.
- DNA Polimeraz enzimi, DNA ipliğinin sadece 3' ucundaki nükleotide yeni nükleotidleri bağlayabilir.
- **3'→5'** yönünde uzanan kalıp ipliğin karşısına gelecek olan iplik, **5' ucundan 3'** ucuna doğru **kesintisiz** olarak sentezlenir.
- Diğer kalıp DNA ipliği ise **5'→3'** yönünde uzandığı için karşısına gelecek olan iplik kesintisiz bir şekilde sentezlenemez.
- **5'→3'** yönünde DNA sentezinin başlayabilmesi için küçük RNA parçasının sentezlenmesi gerekir.
- Replikasyon çatalı açıldıkça yeni iplik, **5' ucundan 3'** ucuna doğru uzanan parçalar hâlinde sentezlenir.
- **DNA Polimeraz** RNA parçacıklarını uzaklaştırırken eksik nükleotitlerin yerine yenisini koyar. **DNA ligaz** ise yeni sentezlenen DNA ipliğindeki parçaları birbirine bağlar. Böylece her iki iplik de eksiksiz sentezlenmiş olur.

BioNot: Replikasyonda ($5' \rightarrow 3'$) kesintisiz eşlenirken bir diğer zinciri ise ($3' \rightarrow 5'$) kesintili bir şekilde eşlenir. Bunun nedeni, DNA polimerazlar yeni oluşan DNA'nın sadece 3' ucuna yeni nükleotidleri bağlayabilmesinden kaynaklı bir durumdur.

1- DNA Giraz (Topoizomeraz): DNA sarmalındaki düğümleri açar.

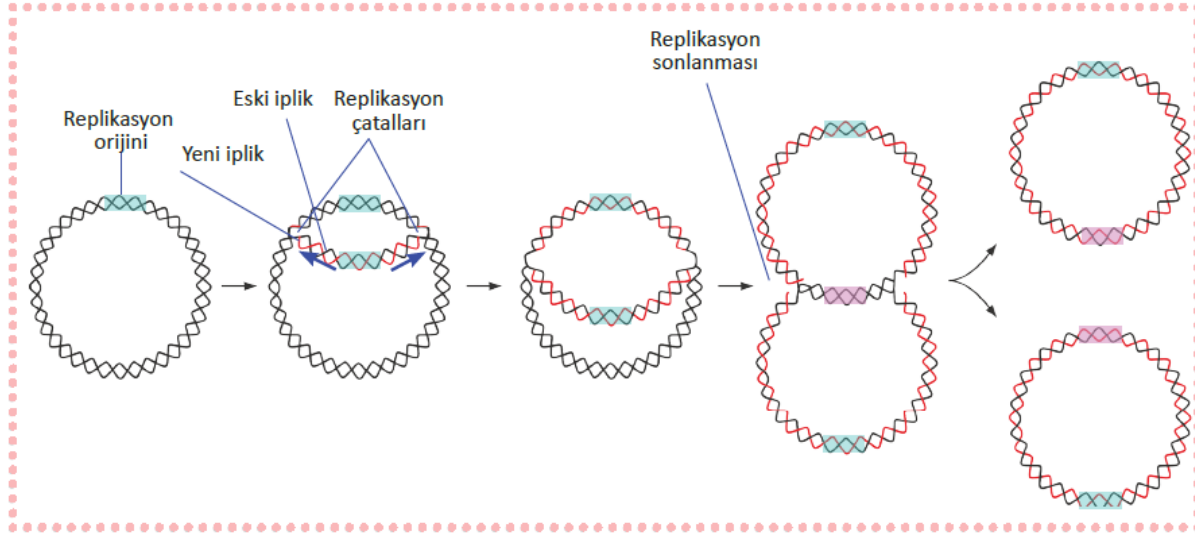
2- DNA Helikaz: DNA'nın sarmalını açarak iki zincir arasındaki H bağlarını koparır.

3- DNA Polimeraz: Nükleotitleri birbirine bağlar ve iki zincir arasındaki zayıf H bağlarını kurar.

4- DNA Ligaz: Kesikli eşlenen zincirdeki okazaki parçacıklarını birleştirir.

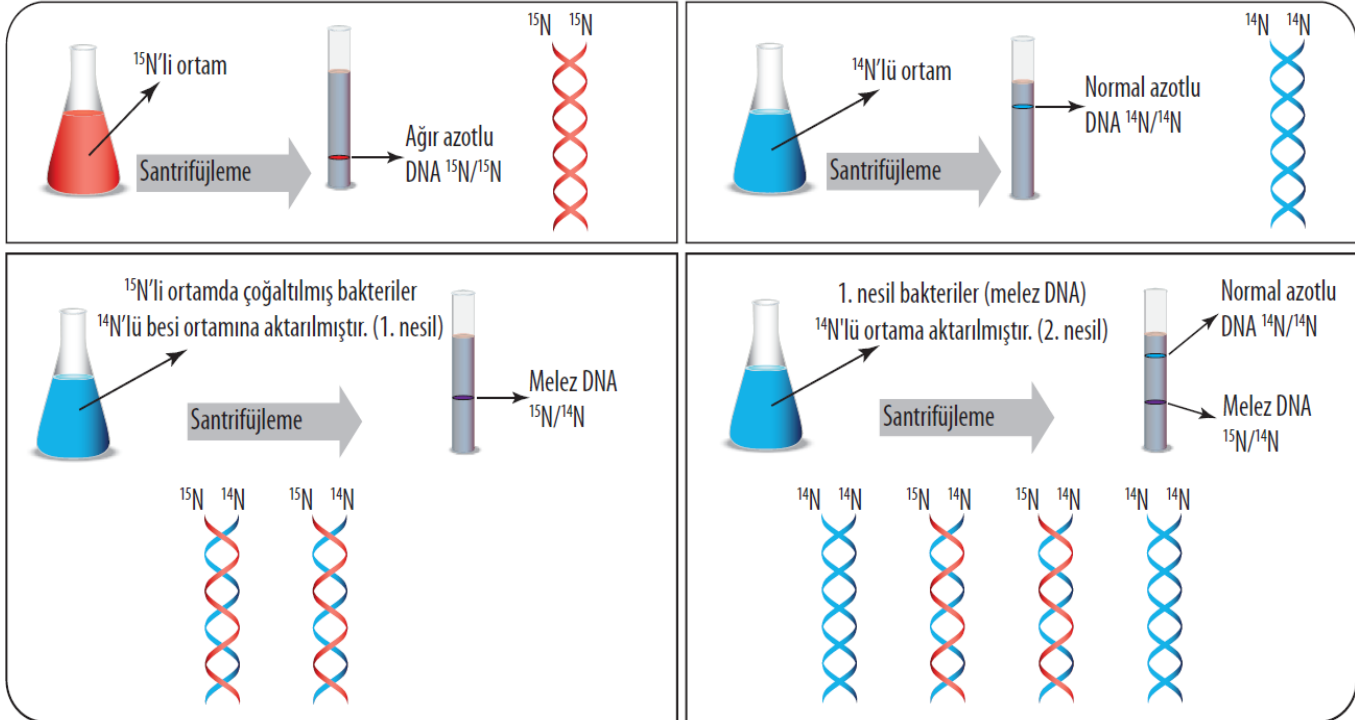


Prokaryotlarda DNA'nın Replikasyonu



- Prokaryotlarda DNA halkasal olduğu için replikasyon, replikasyon orijini adı verilen özel bir bölgeden başlar ve iki yönde devam ederek tek noktada sonlanır.
- Sonuçta birbirinin aynısı, iki halkasal DNA elde edilmiş olur.

DNA'nın Yarı Korunumlu Eşlendiğini Kanıtlayan Deneyler

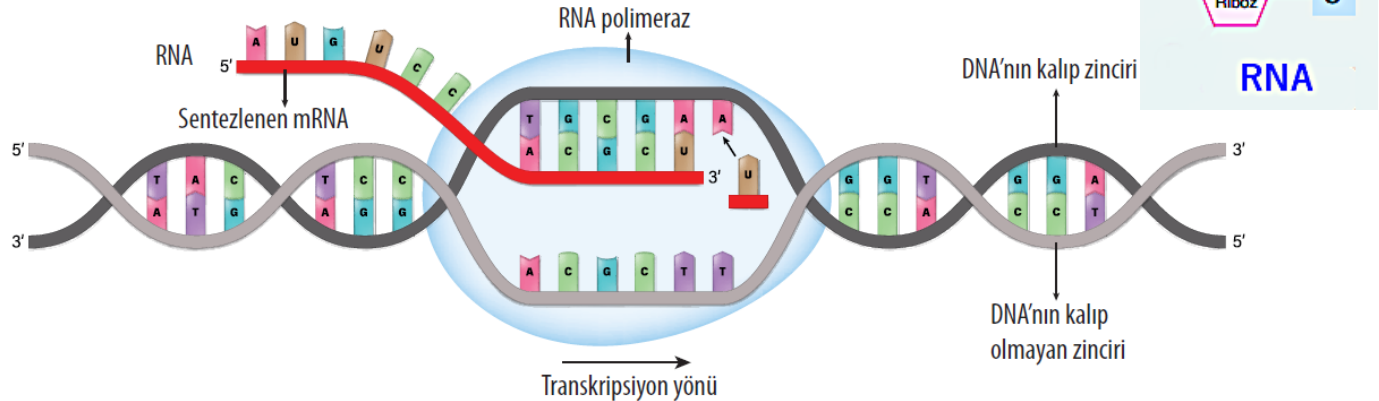


- Meselson ve Stahl ilk deneyde ¹⁵N içeren besi ortamında *E. coli* bakterisini çoğaltmışlar ve bu kültürdeki *E. coli* bakteri DNA'larının ¹⁵N içermesini sağlamışlardır. Daha sonra bakterilerin DNA'sı izole edilip, tüp içerisinde santrifüj edildiğinde **tüpün altında bantlaşma gözlemlenmiştir.**
- ¹⁵N içeren DNA'ya sahip bakteriler, ¹⁴N içeren ortamda bir nesil çoğaltılmış ve bakterilerin DNA'ları santrifüj edildiğinde **deney tüpünün orta kısmında bir bantlaşma görülmüştür.**
- Meselson ve Stahl; bu durumu birinci nesildeki bakteri DNA'larının ipliklerinden birinin ağır azot, diğerinin normal azot taşımasıyla açıklamışlardır.
- Birinci nesil bakteriler (Melez DNA), ¹⁴N içeren ortamda 20 dakika daha bekletilerek üremeleri sağlanıp DNA'lar santrifüj edildiğinde, **bantlaşmanın tüpün ortasında ve üstünde olduğu gözlemlenmiştir.** Bu durum; ikinci nesildeki bakterilerin %50'sinin ¹⁴N içerdiği, %50'sinin ise hem ¹⁴N hem de ¹⁵N içerdiği sonucunu ortaya çıkarmıştır.
- **Meselson ve Stahl, yaptıkları bu deneyle DNA'nın yarı korunumlu eşlendiğini ispatlamışlardır.**

BioNot: Normal, melez ve ağır azotlu DNA moleküllerinin bulunduğu bir deney tüpü santrifüj edilirse, DNA molekülleri öz kütlelerine bağlı olarak deney tüpünün farklı yerlerinde sıralanırlar.

2. RNA SENTEZİ YAPISI ve ÖZELLİKLERİ

- Canlıların tamamında bütün RNA çeşitleri DNA'nın anlamlı ipliğinden sentezlenir.
- Tek zincirlidir ve dolayısıyla kendini eşleyemez.
- Bütün RNA'lar DNA'dan sentezlenir (Transkripsiyon).
- Riboz şekerini taşır.



RNA ÇEŞİTLERİ

RNA; mesajcı (mRNA), taşıyıcı (tRNA) ve ribozomal RNA (rRNA) olmak üzere 3 gruba ayrılır.

a. Mesajcı RNA (mRNA)

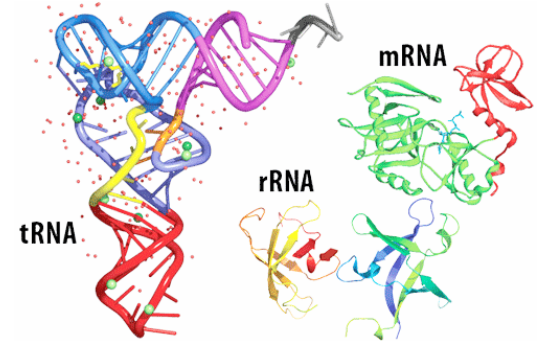
- Protein sentezi için gerekli olan DNA'dan aldığı şifreyi ribozoma taşır.
- Hidrojen bağı taşımaz.
- Hücrede %5 oranında bulunur ve **üçlü şifresine kodon denir.**

b. Taşıyıcı RNA (tRNA)

- Amino asitleri ribozom organeline taşır.
- Hidrojen bağı taşır ve canlılarda toplamda 61 çeşit **tRNA** bulunur.
- Hücrede %15 oranında bulunur ve **üçlü şifresine antikodon denir.**

c. Ribozomal RNA (rRNA)

- Ribozomun yapısına katılır.
- Hidrojen bağı taşır.
- Hücrede %80 oranında bulunur.

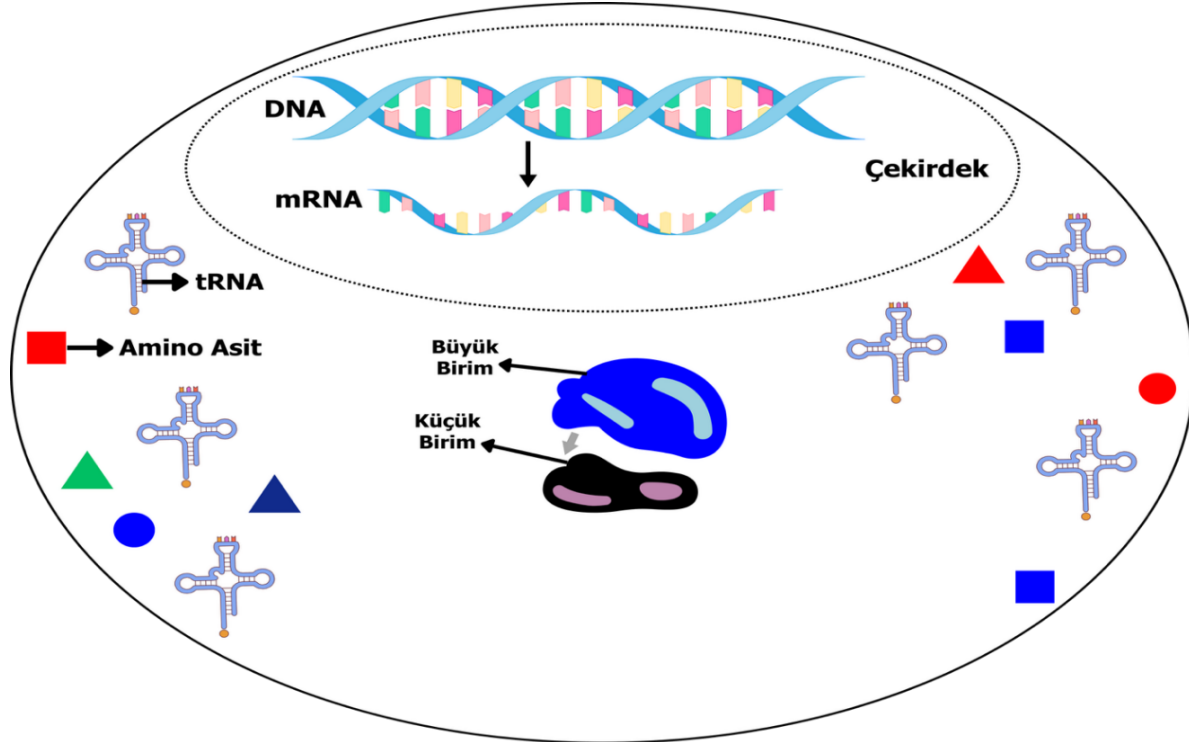


BioNot: Bütün RNA çeşitleri protein sentezinde görev alır.

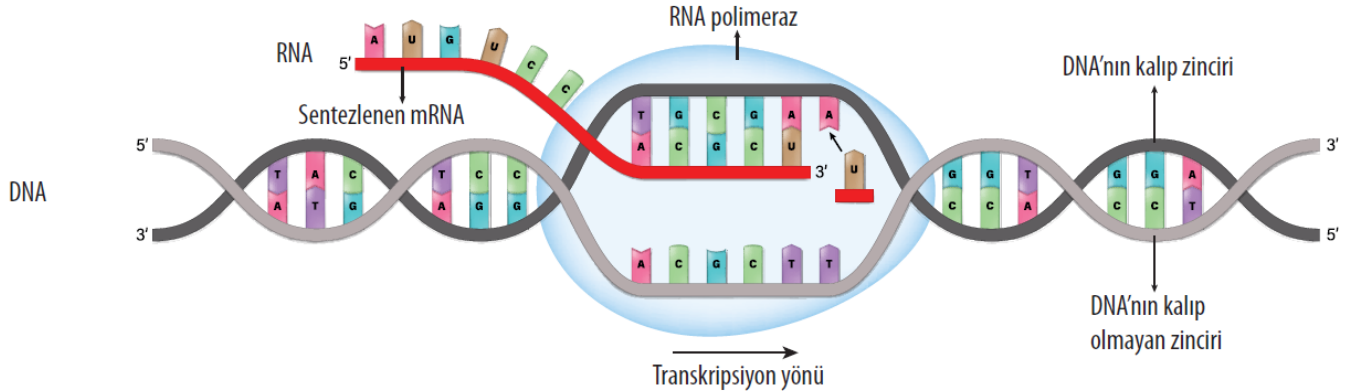
B. PROTEİN SENTEZİ MEKANİZMASI

- Proteinlerin yapıtaşı amino asitlerdir ve doğada 22 çeşit amino asit bulunur.
- Amino asitlerin peptit bağlarıyla birbirine bağlanması sonucu oluşan moleküle **protein (polipeptit)** denir.
- Canlılarda **her amino asidin hem DNA hem de RNA üzerinde en az bir şifresi bulunur**. Yani amino asitler DNA üzerinde bulunan şifrelere göre birbirine bağlanır. Bu sebepten her canlının proteini kendi DNA şifresine göre sentezlendiğinden **proteinler canlının kimliği** olarak kabul edilir.
- Canlılarda her protein sentezi için DNA üzerinde şifre veren bölgelerde yaklaşık olarak **1500 nükleotid çiftinden oluşan** ve **gen** adı verilen bölgeler bulunur.
- Proteinler DNA'nın anlamlı ipliğinde bulunan şifrelere göre hücrenin **ribozom biriminde** sentezlenir.
- Ribozom iki alt birimden oluşan ve her bir biriminde de **rRNA** ve **protein** bulunan yapıdır.
- Ökaryotlarda bu alt birimler **çekirdekçikte** ayrı ayrı üretilerek sitoplazmaya verilir ve protein sentezinde bu birimler birleşerek protein sentezini yapar.
- Protein sentezinden sonra bu birimler birbirinden ayrılır.

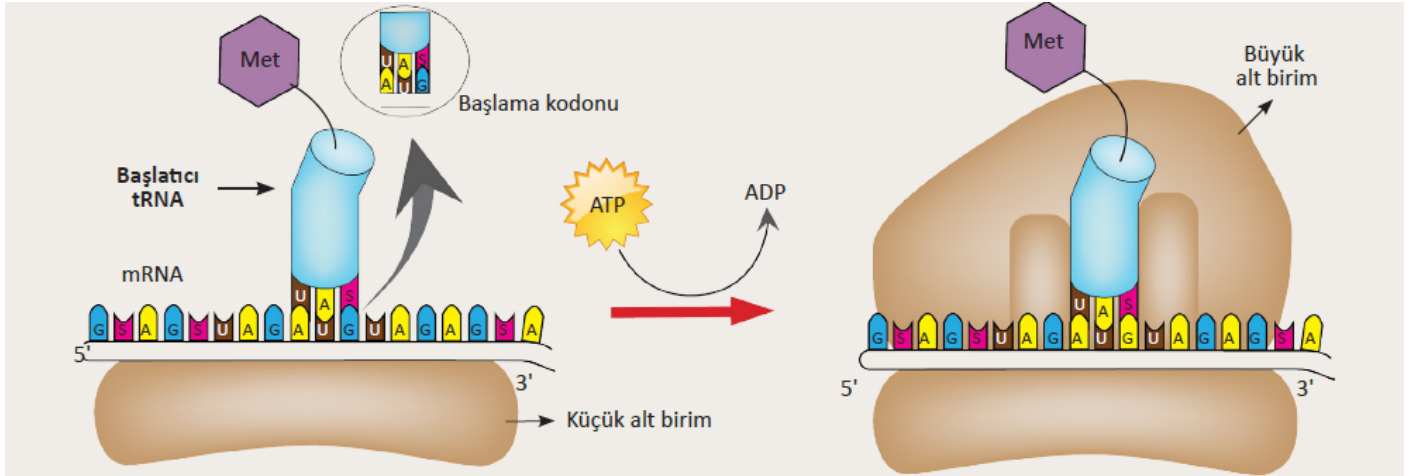
Protein Sentezinin Aşamaları



1. Protein sentezi için, DNA'nın şifre veren genindeki **hidrojen bağları** kopar ve gen açılır.
2. DNA'nın **anlamlı ipliği** üzerinden **mRNA** molekülü sentezlenir (**transkripsiyon**).



3. Üretilen mRNA molekülü, sitoplazmaya geçer ve ribozomun **küçük alt birimine** bağlanır.
4. Ribozomun **büyük alt birimi**, ribozomun **küçük alt birimi** üzerine bağlanır ve **ribozom** aktifleşir.
5. Sitoplazmada bulunan **tRNA** molekülleri, amino asitleri bağlar (**ATP harcanır**).



6. Ribozomun büyük alt birimine, aynı anda **2 tRNA** molekülü bağlanır.
7. Ribozomda, amino asitler arasında **ATP** harcanarak **peptit bağı** kurulur (**translasyon**).
8. Daha sonra mRNA zinciri hareket eder ve birinci tRNA molekülü serbest kalır. Bunun yerine, amino asit taşıyan yeni bir tRNA molekülü bağlanır ve tekrar amino asitler arasında peptit bağı kurulur.
9. Bu olaylar **durdurucu kodon** gelene kadar sürekli tekrarlanır.
10. Durdurucu kodon geldiğinde, protein sentezi biter ve ribozomun alt birimleri birbirinden ayrılır.

BioNot: Tabloda da görüldüğü gibi bir amino asidin birden fazla şifresi bulunur. Bunun nedeni ise DNA'da meydana gelen mutasyonların etkisini en aza indirmektir.

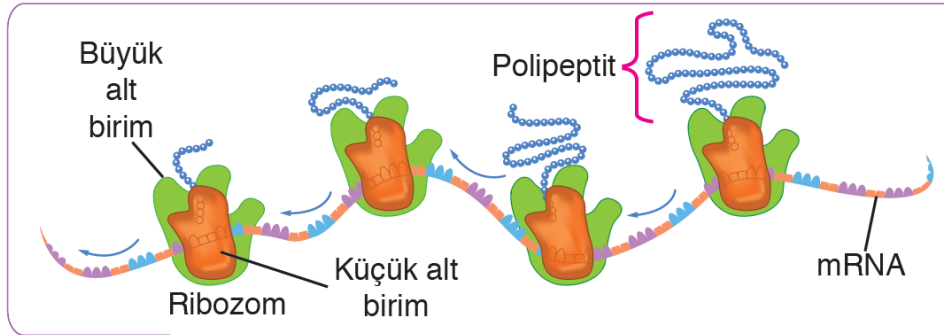


Amino Asitler ve Şifreleri

İkinci Baz Sırası										
U										
C										
A										
G										
Birinci Baz Sayısı	U	UUU	Fenilalanin	UCU	Serin	UAU	Trozin	UGU	Sistein	U
		UUC		UCC		UAC		UGC		C
		UUA		UCA		UAA	Durdurucu kodonlar	UGA	Durdurucu kodon	A
		UUG		UCG		UAG		UGG	Triptofan	G
	C	CUU	Losin	CCU	Prolin	CAU	Histidin	CGU	Arjinin	U
		CUC		CCC		CAC		CGC		C
		CUA		CCA		CAA	Glutamin	CGA		A
		CUG		CCG		CAG		CGG		G
	A	AUU	İzölösın	ACU	Treonin	AAU	Asparajin	AGU	Serin	U
		AUC		ACC		AAC		AGC		C
		AUA		ACA		AAA	Lizin	AGA	Arjinin	A
		AUG	Başlama kodonu Metiyonin	ACG		AAG		AGG		G
	G	GUU	Arjinin	GCU	Alanin	GAU	Aspartik asit	GGU	Glisin	U
		GUC		GCC		GAC		GGC		C
		GUA		GCA		GAA	Glutamik asit	GGA		A
		GUG		GCG		GAG		GGG		G
Üçüncü Baz Sırası										

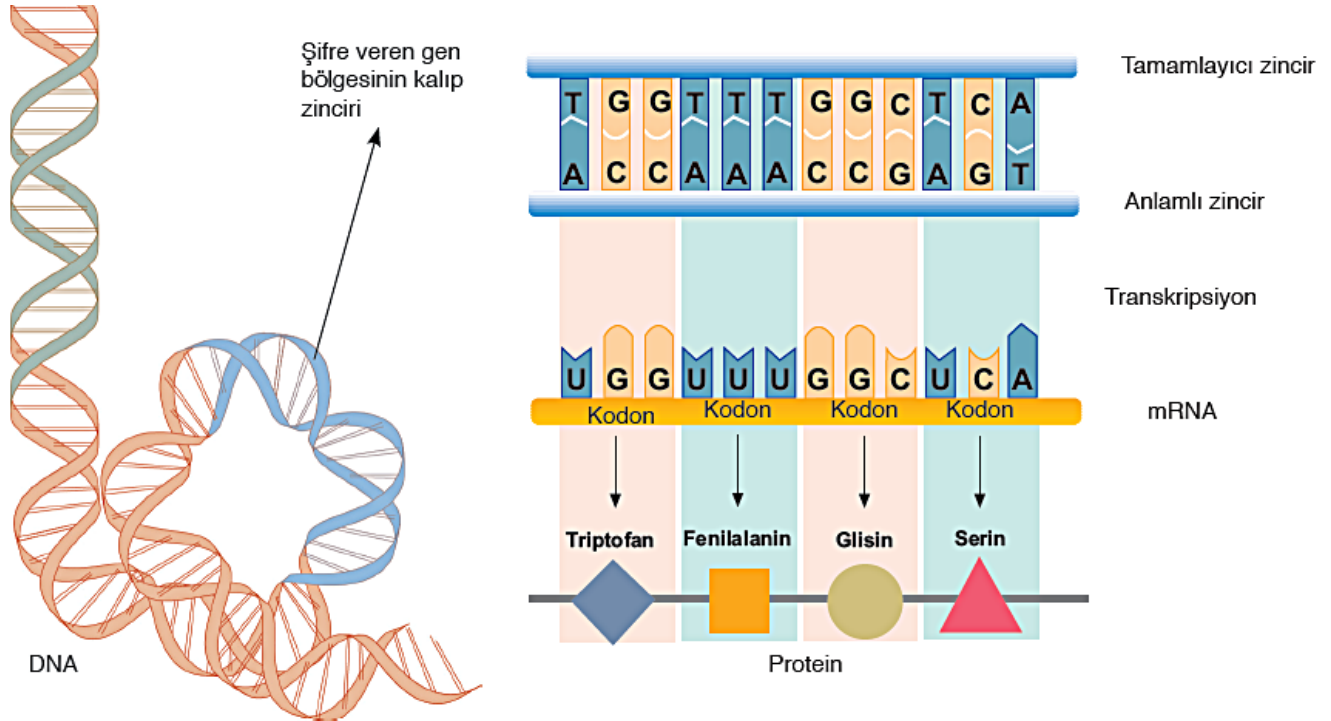
POLİZOM PROTEİN SENTEZİ

- Bir mRNA molekülünün, aynı anda birden fazla ribozom bağlanmasına **polizom** denir.
- Polizom oluşmasının amacı, **aynı proteinden** kısa sürede **çok miktarda** üretmektir.

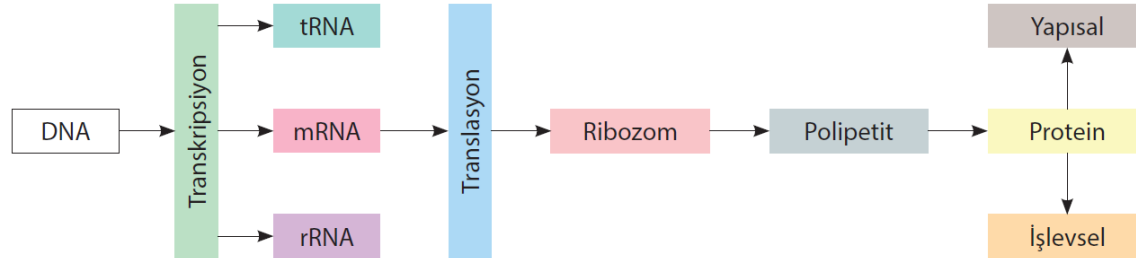


BioNot: Polizom protein sentezi ile sentezlenen bütün proteinlerin bütün özellikleri aynıdır.

Protein Sentezi Özet



SANTRAL DOGMA



- DNA ve RNA'nın hücre yönetimine katılma şeklidir.
- Santral dogma, **replikasyon**, **transkripsiyon** ve **translasyon** olmak üzere 3 bölümden oluşur.

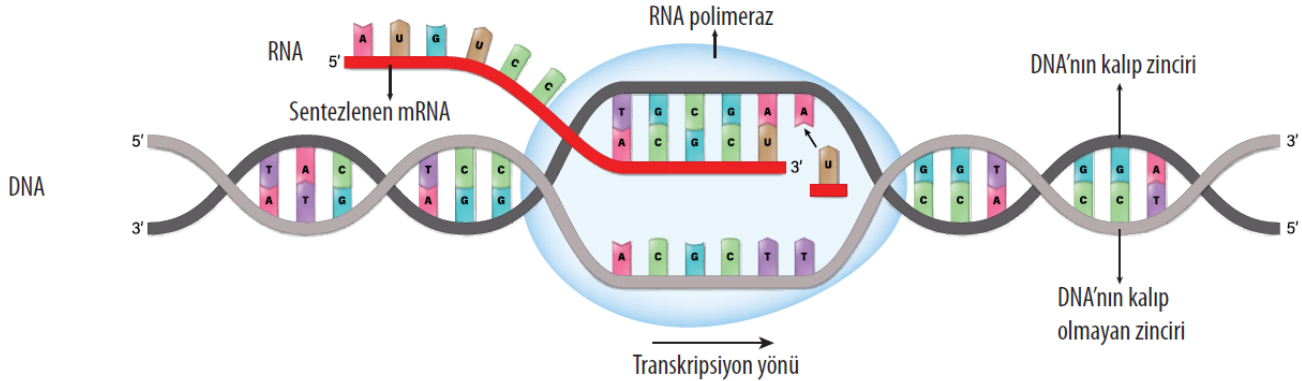
1.Replikasyon

- DNA molekülünün kendisini **eşlemesi olayıdır**.
- DNA molekülü, **hücre bölünmesinden** önce kendini eşler.
- Bu olay, ökaryotik canlılarda **çekirdekte**, prokaryot canlılarda ise **sitoplazmada** gerçekleşir.

BioNot: Replikasyon, protein sentezi için gerekli değildir. Bu olay, hücre bölünmesi için gereklidir.

Replikasyondan önce, DNA'daki **hidrojen** bağlarının tamamı kopar ve iki iplik birbirinden **ayrılır**.

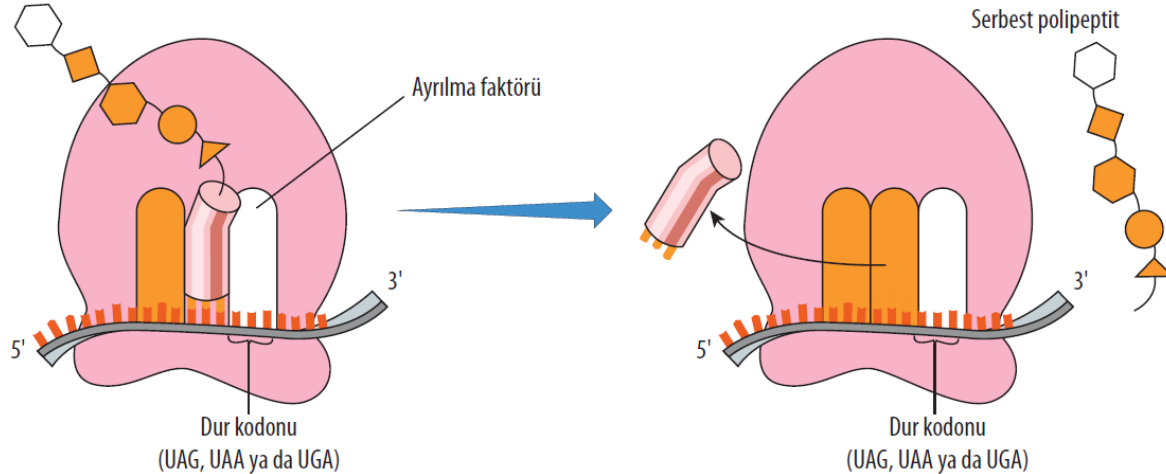
2. Transkripsiyon (Yazılma)



- Protein sentezi için gerekli olan DNA şifresinin, **mRNA'ya** yazılmasıdır.
- Bu olay, ökaryot canlılarda **çekirdek** içinde, prokaryot canlılarda ise **sitoplazmada** gerçekleşir.
- Transkripsiyon olayı **protein sentezi** için gereklidir. Transkripsiyondan önce, DNA'nın sadece **şifre veren** genindeki (**aktif gen**) hidrojen bağları kopar ve gen açılır.
- Daha sonra, bu genin **anlamlı** ipliğinden **mRNA** molekülü sentezlenir (**transkripsiyon**).

3. Translasyon (Okunma)

- mRNA molekülünün, ribozomda okunarak **protein** sentezlenmesidir. Bu olay, protein sentezi için gereklidir ve **tüm canlılarda ribozomda** gerçekleşir.



BioNot: Replikasyon, transkripsiyon ve translasyon olayları, aynı zamanda kloroplast ve mitokondri organellerinde de gerçekleşir.

PEKİŞTİRME

1. Bir polipeptit sentezinde işlev gören mRNA zincirinin belli bir bölümündeki 6 kodonun nükleotit dizisi aşağıda verilmiştir:

mRNA CUA CCG AGC CGG GGG AGU
 1. 2. 3. 4. 5. 6.

Bu mRNA'ya kalıplık eden DNA zincirinde meydana gelen bir mutasyon sonucu, üçüncü kodon AGU kodonuna dönüşüyor ve sentezlenen polipeptidin amino asit diziliminin değişmediği görülüyor.

Sadece bu açıklama ile ilgili,

- I. Bir amino asit birden fazla kodon tarafından şifrelenebilir.
- II. Meydana gelen mutasyon, ilgili kodonun durdurma kodonlarından birine dönüşümüne neden olmuştur.
- III. mRNA'nın bu bölümünde en az 6 çeşit amino asit şifrelenmektedir.

yargılarından hangilerine ulaşılabilir?

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

2021-AYT/Fen Bilimleri

- 2.

Ökaryotik hücrelerde translasyon ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Translasyonda mRNA'daki mesaj polipeptide tercüme edilir.
- B) Translasyonda aynı amino asidin taşınmasında birden fazla çeşit tRNA görev alabilir.
- C) Translasyon, enerji harcanmadan gerçekleşen bir süreçtir.
- D) Translasyonun başlama evresinde mRNA ve ribozomun küçük alt birimi birbirine bağlanır.
- E) Tek bir mRNA'nın translasyonu aynı anda birden fazla ribozomda gerçekleşebilir.

2022-AYT/Fen Bilimleri

3.

Poliribozomlar ile ilgili

- I. Poliribozomdaki her bir ribozomda farklı polipeptit sentezlenir.
- II. Tek bir mRNA üzerine birden çok ribozom tutunabilir.
- III. Bir mRNA'nın çok sayıda kopyasının üretilmesini sağlar.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

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

2024-AYT/Fen Bilimleri

4.

Amino asit çeşidi	Antikodonlar
Tirozin	AUA, AUG
Lösin	GAA, GAG, GAU, GAC
Metiyonin	UAC

Tabloda verilen amino asit ve antikodonlarla ilgili

- I. Metiyonin amino asidini AUG kodonu şifreler.
- II. Bir antikodon çeşidi, birden fazla amino asidi şifreleyebilir.
- III. Bir amino asidi birden fazla antikodon çeşidi şifreleyebilir.
- IV. Tirozin aminoasidini şifreleyen anlamlı zincirde timin nükleotiti bulunmaz.

İfadelerinden hangileri yanlıştır?

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

1-A 2-C 3-A 4-D

B. BİYOTEKNOLOJİ VE GENETİK MÜHENDİSLİĞİ

Canlıların teknolojide kullanılması ile ürün elde edilmesini amaçlayan çalışmalara biyoteknoloji denir. Biyoteknoloji, klasik ve modern biyoteknoloji olmak üzere ikiye ayrılır.

1. Klasik (Geleneksel) Biyoteknoloji

Genellikle insanların geçmişte yaptığı ama şu anda da uygulanan ilkel çalışmalardır.

- ❖ **Sütten yoğurt,**
- ❖ **Peynir ve kefir yapımı;**
- ❖ **Sirke üretimi;**
- ❖ **Hamurun mayalanması;**
- ❖ **Hayvan ve bitki ıslahı gibi çalışmalar **klasik ya da geleneksel** biyoteknolojinin çalışma alanlarını oluşturur.**

İnsanlık, nüfus artışı ile daha büyük ve kaliteli meyve ile daha çok et, süt ve yumurta elde etmek için bitki ve hayvanları çeşitli kültürel yöntemlerle iyileştirmeye (ıslah etmeye) çalışmış ve bunda da başarılı olmuştur.

2. Modern Biyoteknoloji

- Bilimsel metot ve teknikler ile bitki, hayvan ve mikroorganizmaların yapılarının kültür ortamında değiştirilip geliştirilerek yeni ürünler elde edilmesine **modern biyoteknoloji** denir.
- Hızla gelişen teknoloji canlıların genetik yapısında değişiklik yapmayı olası kılmıştır.

Not: Gen aktarımı ile hastalıklara ve zararlılara karşı dirençli bitkiler, raf ömrü uzun meyve ve sebzeler elde edilebilir. Örneğin bilim insanları çok soğuk koşullarda yaşayabilen dil balığından alınan antifriz genini domates bitkisine aktararak soğuğa dirençli domates geliştirmeyi başarmışlardır.

- Modern biyoteknolojik çalışmalar sayesinde daha kaliteli ve verimli ürünler elde edilmiştir.
- Bazı hormon ve proteinlerin sentezinden sorumlu genlerin mikroorganizmalara aktarılmasıyla ürünlerin daha ucuza ve daha kısa sürede üretilmesi sağlanmıştır.
- Besin değeri yüksek, geç bozulan, çok düşük veya yüksek sıcaklıklara dayanıklı bitki türlerinin elde edilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır.
- Atıklar nedeniyle kirlenen suların bu atıkları besin olarak kullanan mikroorganizmaların üretimi ile temizlenmesi, modern biyoteknolojik uygulamalara örnektir.

Günümüzde Yapılan Bazı Biyoteknoloji Çalışmaları

- ❖ Tür içi ve türler arası melezleme,
- ❖ Yapay (suni) dölleme,
- ❖ Poliploidi,
- ❖ Gen aktarımı
- ❖ Klonlama çalışmalarını kapsamaktadır.



Biyoteknoloji Videosu İçin QR
Kodu Okutun ya da Tıklayın

1. Melezleme

- Hibrit, karışık ya da katışık anlamına gelir.
- Genetik yapısı farklı bireylerin çaprazlanması sonucu melez bireyler elde edilir.
- Yakın akraba canlılar arasındaki melezlemeler, çekinik genlerin bir araya gelmesiyle canlıya zarar verecek hastalıkların oluşmasına sebep olabilir.
- Ancak farklı karakterler yönüyle homozigot olan bireyler arasında yapılan melezlemeler sonucunda daha verimli bireyler elde edilebilir.
- Örneğin soğuğa dayanıksız iri taneli buğday ile soğuğa dayanıklı küçük taneli buğdayın çaprazlanması sonucu, iri taneli ve soğuğa dayanıklı buğdaylar üretilmiştir.



At



Eşek



Katır

- Melezleme aynı türden bireyler arasında olduğu gibi farklı türler arasında da gerçekleşebilir.
- Dişi at ve erkek eşeğin çiftleşmesi sonucu oluşan katır melezdir ve ortam koşullarına daha dayanıklıdır.

2. Yapay (Suni) Döllenme

- Genellikle hayvan ıslahında kullanılır.
- Damızlık özelliklerine sahip, verimli erkek bireylerden alınan spermier dondurularak saklanır.
- Gerekğinde yapay döllenme ile üstün özelliklere sahip yumurtaların döllenmesinde bu spermier kullanılır.
- Bu yöntem inek, koyun, keçi gibi memeli canlılarda; et ve süt verimi yüksek bireylerin oluşturulmasında tercih edilmektedir.

Kaynak: <https://www.fikir.gen.tr>

3. Poliploidi

- Bazı canlıların somatik (vücut) hücrelerinde iki kromozom takımından daha fazla sayıda kromozom takımına sahip olması durumuna poliploidi denir.
- Poliploidi daha çok bitkilerde görülür.
- Poliploid canlılar, genellikle normalden daha büyük olmaları ile göze çarpar.
- Poliploidi, yaygın olarak kültür bitkilerinde uygulanan biyoteknolojik bir yöntemdir.
- Bu sayede daha gösterişli çiçeklere sahip, iri meyveli ve bol ürün veren bitkiler elde edilebilmiştir.
- Çekirdeksiz karpuz, çilek, muz, şeker kamışı, poliploid bitkilere örnek verilebilir.
- Poliploid bitkilerin ticari değerleri yüksek olduğu için bu yöntemle bitki üretimi oldukça önemlidir.



4. Gen Aktarımı

- Günümüzde bilim insanları istenilen özelliklerdeki genleri; bitki, hayvan ve mikroorganizmalara özel yöntemlerle aktarabilmektedirler.
- Gen aktarımı ile yapısal özelliği değişmiş DNA'ya **rekombinant DNA** denir.
- Bir canlı türüne başka bir canlı türünden gen aktarılması veya var olan genetik yapıya müdahale edilmesi ile yeni genetik özelliklerin kazandırılmasını sağlayan biyoteknolojik yöntemlere **gen teknolojisi** denir.
- Çoğunlukla farklı bir türden gen aktarımıyla belirli özellikleri değiştirilmiş canlılara **genetiği değiştirilmiş organizma (GDO)** veya **transgenik organizma** adı verilir.



Karoten Geni Bulundurmayan Pirinç

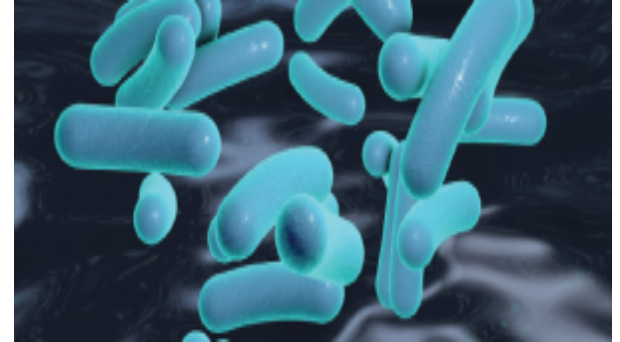


Karoten Geni Bulunduran Pirinç

- Pirinçte A vitaminin öncül maddesi olan beta karoten üretiminden sorumlu gen yoktur. Günümüzde gen teknolojisi ile normal olarak yetiştirilen beyaz pirinçe nergis bitkisinin beta karoten üretiminden sorumlu geni aktararak **altın pirinç** denilen transgenik bitki üretilmiştir.

5. Klonlama

- Klonlama kopyalama demektir.
- Gen klonlaması ile canlı klonlaması olarak iki başlık altında incelenir.
- Gen klonlaması, bir genin kopyasını oluşturmak için kullanılan yöntem ve tekniklerin tamamıdır.
- Bir hücreden çoğaltılan ve genetik yapısı tamamen aynı olan hücrelere klon adı verilir.
- Gen klonlaması için **Escherichia coli** gibi kolay yetiştirilebilen, hızlı çoğalabilen ve genetik yapısı basit olan model organizmalar kullanılır.
- *E. coli* bağırsakta yaşayan bir bakteri çeşididir.
- Yaşam döngüsünün çok kısa olması yönüyle tercih edilir.



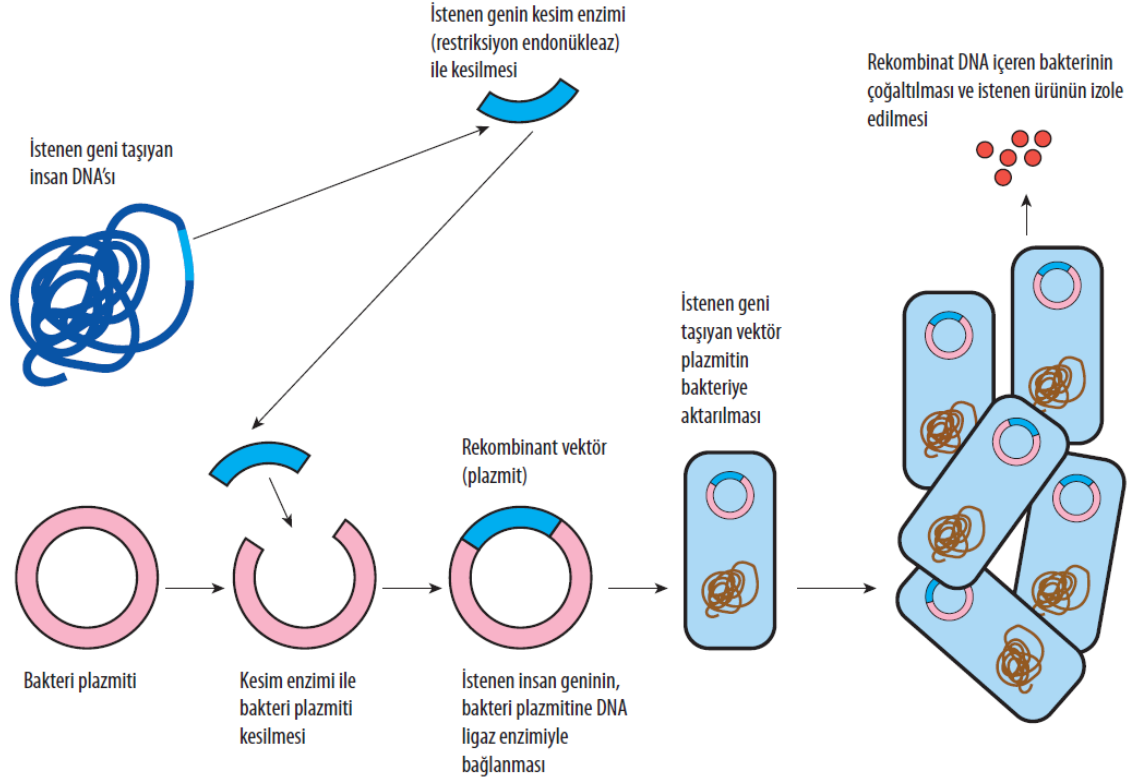
- Deney ve araştırmalarda kullanılmaya uygun özellikleri taşıyan canlılara **model organizma** denir.
- Model organizmalar sayesinde bir canlıdan diğerine kolaylıkla gen aktarımı yapılmaktadır.
- Model organizmalar, insanlarda oluşan hastalıkların sebepleri ve bunların tedavileri için yapılacak deneylerin insanlar üzerinde gerçekleştirilemediği ve etik olmadığı durumlarda yaygın olarak kullanılır.
- Biyoteknoloji, genetik, moleküler biyoloji gibi biyolojinin pek çok dalında farklı özelliklere sahip model organizmalar kullanılmaktadır.

Model Organizma Seçiminde Göz Önünde Bulundurulacak Faktörler

- 1) Deneysel uygulamalar için elverişli olmalıdır.
- 2) Kısa yaşam döngüsüne sahip olmalıdır.
- 3) Laboratuvar ortamında yetiştirilebilir olmalıdır.
- 4) Genomu çıkarılmış olmalıdır.
- 5) Genomu büyük olmamalıdır.
- 6) Kolay yetiştirilebilir ve ucuz olmalıdır.

a. Gen Klonlama

- İnsülin ve büyüme hormonu, geçmiş yıllarda kadavralardan ve çeşitli memeli canlılardan çok az miktarda ve güçlükle elde edilmekteydi.
- Günümüzde ise bu hormonların sentezinden sorumlu genler, insan DNA'larından izole edilerek çeşitli bakterilere aktarılmaktadır.
- İnsülin ve büyüme hormonu daha kolay ve ucuza üretilabilmektedir.
- Klonlamada vektör olarak genellikle bakterinin sitoplazmasında bulunan ve **plazmit** adı verilen DNA parçaları kullanılır.



- Bu uygulamada öncelikli olarak geni klonlanmak istenen canlıya ait DNA ve vektör olarak kullanılacak **bakteri DNA'sı (plazmit)** özel yöntemlerle saf olarak izole edilir.
- İzole edilen DNA'daki istenilen gen ve bakteri plazmiti aynı **restriksiyon enzimi** ile kesilir.
- Kesilen gen ve plazmit, uygun koşullarda DNA ligaz enzimi ile birleştirilir.
- Bu işlem sonucunda elde edilen DNA, rekombinant DNA olarak isimlendirilir.
- Yeni özelliğe sahip plazmit tekrar bakteri hücrelerine aktarılır.
- Rekombinant bakteriler, uygun kültür ortamında çoğaltılır ve böylece istenen gen de klonlanmış olur.
- Rekombinant DNA teknolojisi, günümüzde çeşitli hastalıkların tedavisi için hormon, antibiyotik ve antikor üretme amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır.
- Özellikle rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak bitkilerde ürün verimi ve kalitesi artırılabilir.
- Bu yöntemle bitkilerin soğuğa, kuraklığa, virüslere ve yabancı ot mücadelesinde kullanılan ilaçlara (herbisit) karşı dirençli olması sağlanabilmektedir.
- Tarımda biyoteknolojik çalışmalar, bitkilerin besin değerini ve kalitesini artırmak için de kullanılmaktadır. Pirinç, buğday, soya fasulyesi ve yonca gibi bitkilere uygun genler aktararak besin değerlerinin yüksek olması sağlanmıştır.

- Rekombinant DNA teknolojisi ile insanlardan izole edilen büyüme hormonu geninin fare embriyolarına aktarımı sonucu normale göre daha iri fareler elde edilmiştir.
- Bu bilimsel çalışma, insan embriyolarına da bu tip genlerin aktarılabilmesinde önemli ipuçları oluşturduğu için önemlidir.
- Bir sığır ırkında fazla kas üretimine neden olan gen, izole edilerek farklı ırktaki sığırlara hatta koyunlara aktarılmış ve daha fazla et üreten transgenik canlılar elde edilmiştir.
- Aynı yöntemle süt verimi yüksek koyun, keçi, inek ve yumurta verimi yüksek kümes hayvanları üretilmiştir.

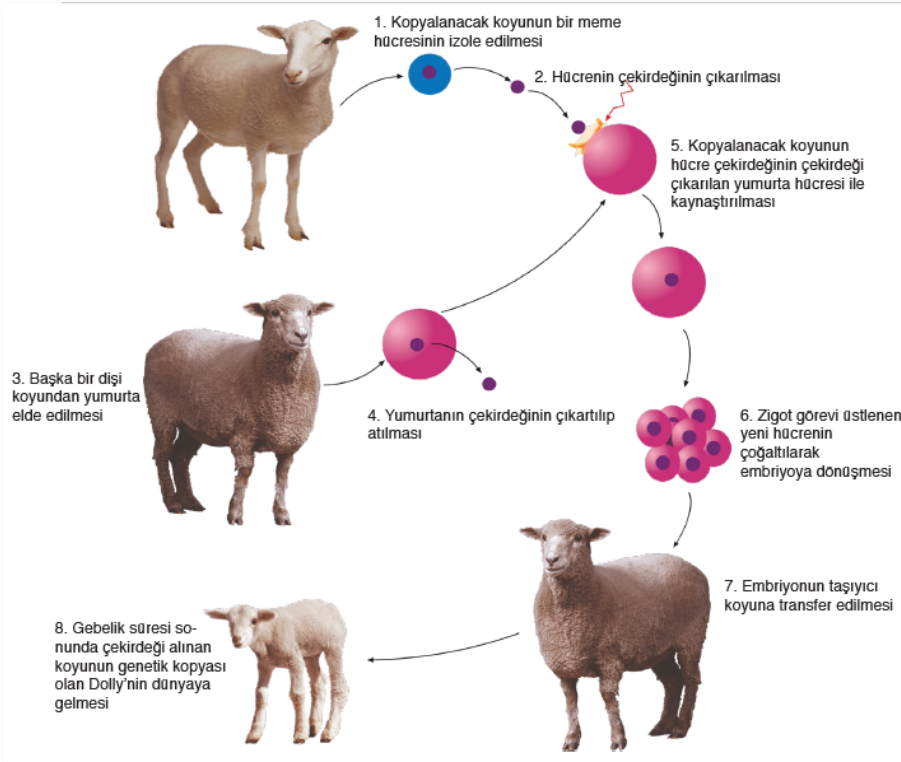


b. Canlı Klonlama

- Klonlama bir canlının genetik ikizinin oluşturulması olarak tanımlanabilir.
- Hayvan klonlamasında klonlanacak canlının bir vücut hücresinin çekirdeği çıkartılır.
- Bu çekirdek, aynı tür dişi bireyin çekirdeği çıkarılmış yumurta hücresine özel tekniklerle aktarılır.
- Bu hücre, zigot görevi görür ve aynı tür farklı dişi bireyin uterusuna (döl yatağına) yerleştirilir.
- Gebelik tamamlandıktan sonra doğan yavru, hücre çekirdeği alınan hayvanın kopyası olur.
- Bu yöntemle kurbağa, semender gibi birçok canlı kopyalanmıştır.



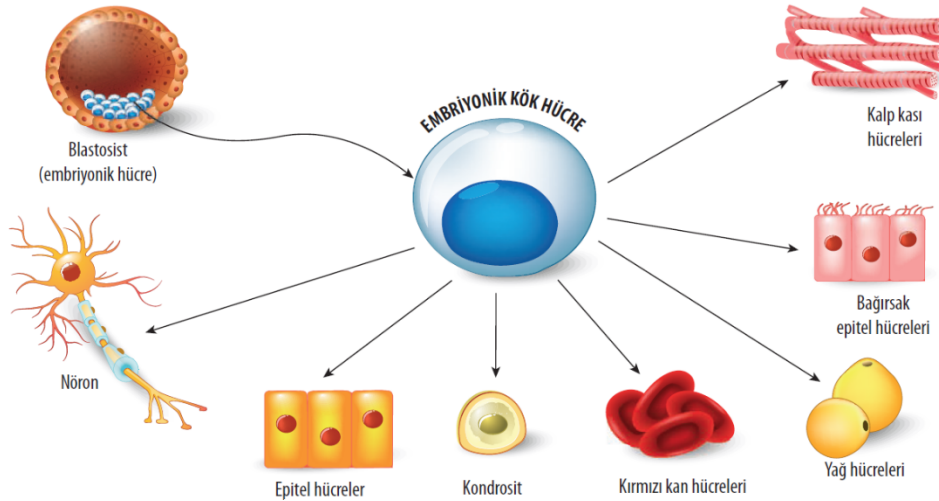
Kaynak: <https://www.fikir.gen.tr>



- 1996'da İskoç Bilim insanı Dr. Ian Wilmut (İyan Vilmut) ve ekibi, ilk kez memeli bir hayvanı kopyalamışlardır.
- Bunun için dişi bir koyunun meme hücresinden çıkarılan çekirdek, başka bir koyunun çekirdeği çıkarılmış yumurta hücresine aktarılmıştır.
- Zigot özelliğine sahip bu hücrenin mitoz bölünmesi ile elde edilen embriyo; başka bir koyunun döl yatağına aktarılmış, gebelik süresinin sonunda Dolly (Doli) adı verilen kuzu dünyaya gelmiştir.

- Dolly, hücre çekirdeği alınan koyun ile genetik ikiz olmuştur.
- Bu olay bilim dünyasında çok ses getirmiştir.
- Bu yöntemle verimli hayvan ırklarının özellikleri korunarak çoğaltılabilecektir. Özellikle nesli tükenme tehlikesi altında olan hayvanlar kolaylıkla üretilabilecektir.

Kök Hücre ve Yapay Organ Yapımı



- Kök hücreler; yenilenme gücü yüksek olan, vücut içinde ve uygun koşullar sağlanırsa laboratuvar ortamında sürekli bölünebilen ve birçok hücre tipine dönüşebilen farklılaşmamış hücrelerdir.
- Kök hücreler; embriyo, göbek kordonu ve yetişkin bireylerden elde edilebilir.

- Embriyonik kök hücrelerin kendilerini yenileme ve diğer doku hücrelerine dönüşme yetenekleri çok yüksektir.
- Embriyonun blastula evresinde elde edilen embriyonik kök hücreler, uygun kültür ortamında geliştirilerek farklı hücre tipleri oluşturabilir.
- Bu tip hücrelerin ilerleyen zamanlarda doku ve organ üretiminde kullanılabileceği öngörülmektedir. Bu yöntemle bir bireyden elde edilen kök hücrelerle başka bireylerdeki yıpranmış doku ve organların onarımı veya bazı hastalıkların tedavisi de sağlanabilmektedir.
- Embriyonik kök hücreler; kanser, omurilik zedelenmeleri, Alzheimer ve Parkinson gibi hastalıkların tedavileri için umut olarak görülmektedir.

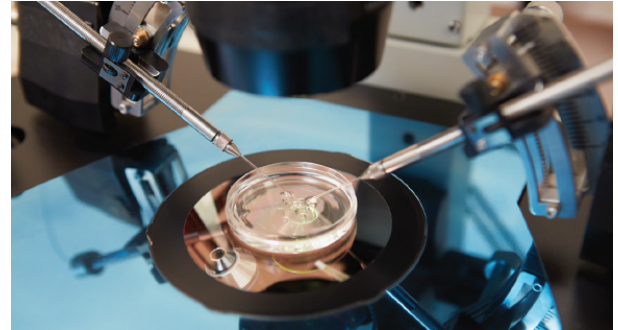
Kök Hücre Teknolojisi ile Üretilen Bazı Hücre Çeşitleri

- Göbek kordonundan alınan kök hücreler, en kolay elde edilen kök hücre çeşididir.
- Elde edilen bu kök hücreler; özel yöntemlerle dondurularak saklanmakta, gerektiğinde hasar gören doku ve organların tedavisinde kullanılmaktadır.
- Yetişkin birey kök hücrelerinin diğer doku hücrelerine dönüşüm gücü azdır.
- **Kemik iliği, deri ve yağ dokuda bol miktarda yetişkin birey kök hücreleri bulunmaktadır.**

- Günümüzde üzerinde en çok çalışılan konulardan biri, kök hücre teknolojileriyle yapay doku ve organ üretimidir.
- Günümüzde kalp, pankreas, böbrek, karaciğer, deri ve kulak gibi organların yapay modellerinin üretimi için çeşitli çalışmalar yürütülmektedir.

Tüp Bebek Laboratuvarında Yumurta ve Spermin Birleştirilmesi

- Biyomalzeme teknolojisi çok hızla gelişmekte ve her geçen gün organ fizyolojisini daha iyi taklit edebilir düzeye gelmektedir. Bu sebeple kısa vadede geliştirilecek yapay organların daha kullanışlı hâle geleceği açıkça görülmektedir.
- Böbrek yetmezliğinde kullanılan diyaliz makineleri, işitme güçlüğü çekenlerde kullanılan çeşitli cihazlar ve kalp pilleri yapay organ olmasa da organlar üretilinceye kadar tedavilerde kullanılmaya devam edilecektir.



İnsan Genom Projesi

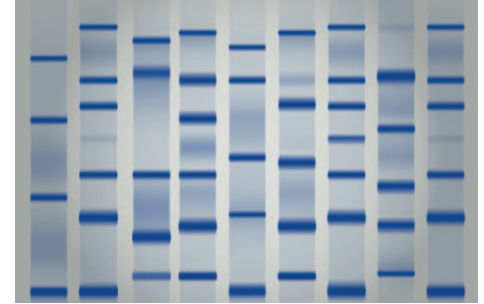
- Genetik mühendisliği çalışmaları ile bir canlının genomundaki tüm genlerin yerlerini belirlemek ve haritalarını çıkarmak için yapılan çalışmalara **Genom Projesi** denir.
- Genom Projesi ile ilk yıllarda **E. coli** bakterilerinin, **mayaların, meyve sineklerinin, çeşitli tek hücreli canlıların** ve farelerin gen haritaları çıkarılmıştır. Bu canlılardan özellikle meyve sineğinin ve farenin genetik işleyişinin insanlarla büyük oranda benzerlik göstermesi, bu model organizmalar üzerindeki çalışmaları daha önemli hâle getirmiştir.
- Bu tip canlıların genomları üzerindeki çalışmalar, daha karmaşık yapıları insan genomunun haritalanması açısından umut verici olmuştur. 1990 yılında birçok ülkenin bilimsel ve finansal desteği ile insan genomunun tümünün haritalanması ve kromozomların nükleotit dizilerinin belirlenebilmesi için İnsan Genom Projesi adı verilen çalışma başlatılmıştır. Bu proje 2003 yılında tamamlanmıştır.



- Bazı bilim insanları bu projenin insanlığın aya ayak basmasından hatta tekerleğin icadından bile daha önemli olduğunu söylemişlerdir. Bu proje tam olarak hedefine ulaşırsa şeker, kanser ve kalp damar hastalıklarının tedavisi kolaylaşacak ve bu tip hastalıklar önceden teşhis edilip önlenebilecektir. Ayrıca bu proje ile kişiye özel ilaçlar üretilerek ilaçların olası yan etkileri azaltılmış ve ilaçla tedavide daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir.
- Genom Projesi sonuçları gen teknolojisini geliştirmiştir. Genetik mühendisleri, gen terapisi sayesinde istenmeyen özelliklere sahip genleri istenilen özellikteki genlerle değiştirerek genetik hastalıkları ve kusurları önlemeyi planlamaktadırlar. **İnsan genomunda 3 milyardan fazla nükleotit, 25 30 bin civarında gen bulunduğu tahmin edilmektedir.**
- İnsan Genom Projesi sayesinde bazı hastalıklara neden olan genlerin DNA dizilimleri çözümlenebilmiştir. Birçok kanser çeşidine bu sayede çözüm bulunabileceği öngörülmektedir. Bu proje sayesinde yakın bir zamanda organ nakillerinde yaşanan doku uyumuyla ilgili sorunların ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. Bu sayede doku ve organ nakillerinde daha başarılı sonuçlar alınması sağlanacaktır.

DNA Parmak İzi

- İnsan genomunda anlamlı ve anlamsız baz dizileri vardır (Anlamsız diziler; herhangi bir proteini kodlamayan, büyük çoğunluğu tekrar eden DNA dizilerinden oluşmaktadır).
- Baz dizilerinin jel üzerinde oluşturdukları bantlı yapılara DNA parmak izi denir.
- Tek yumurta ikizleri hariç iki insanın DNA'sı %99,9 oranında aynıdır. Geri kalan kısım parmak izi gibi kişiye özgüdür.
- Bu teknikte DNA örnekleri kan, saç, tükürük, sperm gibi vücut hücrelerinden sağlanabilir.
- DNA parmak izi analizi babalık testinde, kalıtsal hastalıkların tanısında, genetik çeşitlilik belirlemede, moleküler arkeoloji ve kriminoloji alanlarında kullanılmaktadır.
- DNA parmak izinin çıkarılmasında polimeraz zincir reaksiyonu ve elektroforez tekniklerinden yararlanılır.



Biyogüvenlik

- Biyogüvenlik transgenik ürünlerin olası risklerinin değerlendirilmesi ve kontrol altına alınması, modern biyoteknolojinin insan sağlığı ve çevreye zarar vermeden uygulanmasını sağlamak için alınması gereken politik ve işlevsel önlemlerin tümü olarak tanımlanmıştır.

Biyoetik

- Biyoetik, biyoloji ve tıp alanındaki gelişmelerin meydana getirdiği tartışmalı ve etik konuları inceleyen özel bir disiplindir.
- Klonlama, kök hücre tedavileri, yapay dölleme insanlar üzerinde yapılan deneyler ve genetiği değiştirilmiş organizma üretimi gibi konular; biyoetiğin inceleme alanındadır.
- Biyoetik kavramı bilimdeki hızlı değişimlerin ahlaki değerlere uygun olması gerektiği düşüncesinden doğmuştur.

PEKİŞTİRME

1.

Aşağıdakilerden hangisi günümüzde genetikle ilgili araştırmalarda kullanılan model organizmalarda bulunması istenen özelliklerden biri olamaz?

- A) Yetiştirilmesinin kolay olması
- B) Yeni nesil oluşturma süresinin uzun olması
- C) Küçük vücutlu olması
- D) Bir nesilde çok sayıda yavru üretebilmesi
- E) Gen haritasının çıkarılmış olması

AYT 2025

2.

Aynı uzunlukta iki DNA molekülü üzerinde araştırma yapan bir öğrenci, birinci DNA molekülündeki guanin ile sitozin bazlarının toplam sayısının, ikinci DNA molekülündekine göre daha fazla olduğunu gözlemliyor.

Buna göre, öğrencinin üzerinde çalıştığı birinci DNA molekülü ile ilgili,

- I. İkinci DNA molekülüyle aynı nükleotit dizilimine sahiptir.
- II. İkinci DNA molekülüne göre yüksek sıcaklığa karşı daha dayanıklıdır.
- III. İçerdiği fosfodiester bağı sayısı ikinci DNA molekülünden daha fazladır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

2021-AYT/Fen Bilimleri

3.

Ökaryotik bir hücrede bulunan DNA ve RNA molekülleriyle ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) DNA molekülleri iki iplikli olup bu iplikler birbirine antiparalel uzanır.
- B) DNA kendini eşlerken belirli bir pirimidin bazının karşısına pürin bazlarından herhangi biri gelebilir.
- C) Protein sentezinde işlev gören tüm RNA çeşitleri DNA'dan sentezlenir.
- D) RNA moleküllerinin protein sentezinde işlev gören tiplerinin yanı sıra, enzim işlevi görenleri de vardır.
- E) Nükleotitler, DNA ve RNA moleküllerinin yapısal birimleridir.

2022-AYT/Fen Bilimleri

4.

DNA ve RNA nükleik asitleriyle ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Yapılarında C, H, O, N ve P atomları bulunur.
- B) Nükleotit monomerlerinden oluşan polimerlerdir.
- C) DNA'daki adenin nükleotiti ile RNA'daki adenin nükleotitinin yapıları birbiriyle aynıdır.
- D) DNA sarmalında ve tRNA'nın katlanma yaptığı bazı bölgelerde karşılıklı bazlar arasında hidrojen bağları kurulur.
- E) DNA, her bir ipliğinin kalıp görevi yaptığı yarı korunumlu mekanizma ile kendini eşler.

2023-AYT/Fen Bilimleri

5.

DNA'nın replikasyonunda;

- I. hidrojen bağlarını kırarak ikili sarmal yapının açılmasını sağlayan,
- II. DNA parçacıklarını birbirine bağlayarak DNA zincirinin oluşumunu katalizleyen,
- III. nükleotitleri birbirine ekleyerek DNA sentezini katalizleyen

enzimler aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

I	II	III
A) DNA ligaz	DNA polimeraz	Helikaz
B) Helikaz	DNA ligaz	DNA polimeraz
C) DNA polimeraz	DNA ligaz	Helikaz
D) Helikaz	DNA polimeraz	DNA ligaz
E) DNA polimeraz	Helikaz	DNA ligaz

2019-AYT/Fen Bilimleri

6.

Canlılarda genetik bilgi akışının,

DNA → RNA → Polipeptit

yönünde olduğu bilinmektedir.

Sentezlenen bu polipeptitler daha sonra işlevsel veya yapısal proteinlere dönüştürülür.

Bu süreç sonucunda aşağıdaki moleküllerden hangisinin oluştuğu söylenemez?

- A) Pepsinojen B) Aktin C) Keratin
D) Albümin E) Metiyonin

2020-AYT/Fen Bilimleri

7.

Biri ökaryotik diğeri prokaryotik hücreye ait olan, aynı uzunluktaki iki DNA molekülünün kendini eşleme hızları karşılaştırıldığında, ökaryotik hücreye ait DNA'nın kendini daha kısa sürede eşleyebildiği tespit edilmiştir.

Bu durumun nedeni ile ilgili;

- I. ökaryotik hücrede DNA polimerazın nükleotit ekleme hızının prokaryotik hücredekinden yüksek olması,
- II. ökaryotik hücrenin DNA'sında birden fazla replikasyon orijininin bulunması,
- III. ökaryotik hücrede kromozomun doğrusal, prokaryotik hücrede ise halka şeklinde düzenlenmiş olması

ifadelerinden hangileri doğrudur?

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

D) I ve II

E) II ve III

2020-AYT/Fen Bilimleri

8.

Prokaryotik ve ökaryotik hücrelerde DNA replikasyonu karşılaştırıldığında

- I. DNA'ları aynı sayıda replikasyon orijinine sahiptir.
- II. DNA replikasyonunda kullanılan azotlu organik baz çeşitleri aynıdır.
- III. DNA replikasyonunun hücrede gerçekleştiği yerler farklılık gösterir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III

E) I, II ve III

2024-AYT/Fen Bilimleri

PEKİŞTİRME

9.

Kodonların özellikleriyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) Üç tanesi dur kodonu olmak üzere toplam 64 çeşit kodon vardır.
- B) Aynı amino asit birden fazla kodonla kodlanabilir.
- C) tRNA moleküllerinde mRNA'daki kodonlara karşılık gelen antikodonlar yer alır.
- D) Genellikle bir kodon, birden fazla amino asit kodlamaz.
- E) Kural olarak her türün kendine özgü kodonları vardır.

2020-AYT/Fen Bilimleri

10.

Günümüzde bir bakteriye insan geni aktararak insana ait bir proteinin üretilmesi gerçekleştirilebilmektedir.

Buna göre;

- I. bu canlıların ortak bir genetik kodu paylaşmaları,
- II. genetik bilgi akışı sürecinin tüm canlılarda gerçekleşmesi,
- III. bu canlı türlerinin genomlarındaki tüm genlerin ortak olması

durumlarından hangileri bu olayın başarılabilmesini sağlamaktadır?

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

2023-AYT/Fen Bilimleri

1-B, 2-B, 3-B, 4-C, 5-B, 6-E, 7-B, 8-D, 9-E, 10-D

PEKİŞTİRME

KAYNAKÇA

Millî Eğitim Bakanlığı Ders Kitapları

Genel Ağ

EYLÜL 2026

