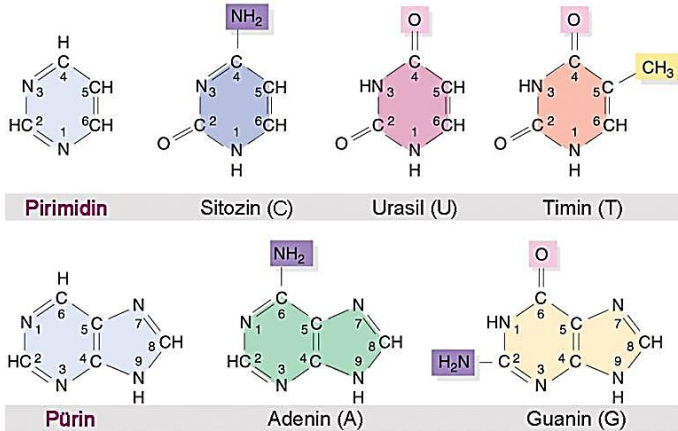
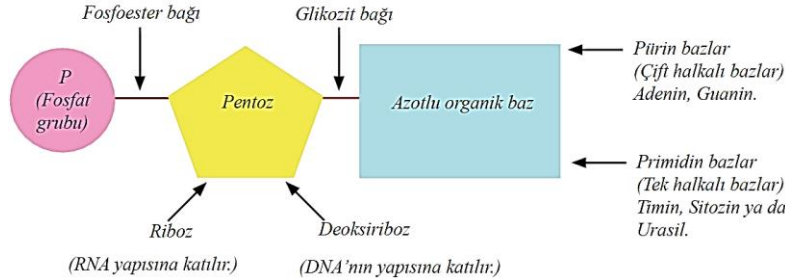


NÜKLEİK ASİTLER

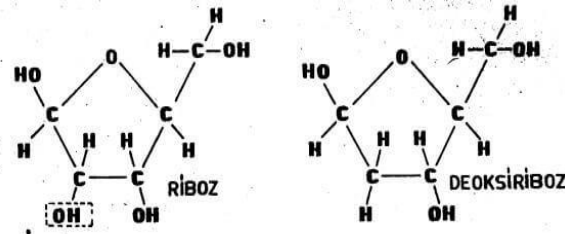
Nükleik asitlere yönetici moleküllerdir. Nükleik asitler tüm canlı organizmaların hücreleri içinde bulunan bütün genetik bilgiyi depolayarak bu bilgiyi nesilden nesile taşıyan önemli en büyük organik moleküllerdir. Hücrenin çekirdeğinde bulunduğu için çekirdek asidi anlamına gelen nükleik asit ismi verilmiştir. Nükleik asitlerin yapı birimine nükleotit denir. Nükleotit ise azotlu organik baz, pentoz (5 karbonlu şeker) ve fosfat grubundan (PO₄) oluşur.



Azotlu organik bazlar, kimyasal yapılarına göre çift halkalılar (**pürin**) ve tek halkalılar (**pirimidin**) olmak üzere ikiye ayrılır. Adenin (A) ve guanin (G) çift halkalıdır. Timin (T), urasil (U) ve sitozin (C) tek halkalıdır. Adenin, guanin, sitozin hem DNA hem de RNA'nın yapısına katılırken timin sadece DNA, urasil ise sadece

RNA'nın yapısına katılan azotlu organik bazlardır.

Nükleik asitlerin yapısına katılan beş karbonlu şekerler (pentozlar) iki çeşittir. Bunlardan riboz şekeri RNA'nın, deoksiriboz şekeri ise DNA'nın yapısına katılır. DNA ve RNA'ya ait nükleotitler pentozlarına bakılarak ayırt edilir. Fosfat grubu ise tüm nükleotitlerin yapısında vardır. İki komşu nükleotit birbirlerine fosfodiester bağıyla bağlanır.



Fosfodiester bağı iki nükleotidin şekerini fosfat grubu ile birbirine bağlar. Bu şekilde oluşan nükleotit zinciri (polinükleotit), nükleik asitleri meydana getirir. Nükleotitler taşıdıkları azotlu organik baz ve şekere göre isimlendirilir. Nükleik asitler, yapısal ve işlevsel özelliklerine göre DNA (Deoksiribonükleik Asit) ve RNA (Ribonükleik Asit) olmak üzere iki çeşittir.

1. DEOKSİRİBONÜKLEİK ASİT (DNA): Watson ve Crick'in DNA modeline göre :

Hücrede Bulunduğu Yerler: Prokaryotlarda sitoplazmada, Ökaryot hücrelerde çekirdek, mitokondri ve plastitlerde bulunur.

- Görevi:**
1. Hücre içi faaliyetleri yönetmek.
 2. Canlıya ait özellikleri taşımak ve sonraki nesillere aktarmak.
 3. Hücre bölünmelerini sağlamak
 4. Üretilen protein ve enzimlere ait şifreleri vermek
 5. RNA üretmek.

YAPISI:

5 C'lu Şeker (Pentoz) : Deoksiriboz

Azotlu Organik Bazları: A, G, C, T

Şekli: Sarmal

Zincir Sayısı: Çift

DNA çift zincirli olduğu için:

1. Karşılıklı zincirlerde pürin bazlarının karşısına pirimidin bazı gelir. Bu nedenle

PÜRİN = PİRİMİDİN

A + G = T + C

Adenin karşısına Timin, Guanin karşısı ise Sitozin gelmektedir. Bu nedenle DNA çift zincirinde **A = T, G = C** olur.

Top Nük Sayısı = A+G+C+T
= 2 (A + G)

2. Karşılıklı zincirlerde bazlar arasında, onları bir arada tutan Zayıf Hidrojen bağları bulunur.

A ile T arasında 2' li , G ile C arasında ise 3' lü Zayıf Hidrojen Bağı bulunur.

Top. Z.H.B. sayısı = 2A + 3G

Not: DNA'daki polinükleotit zincirlerin oluşturduğu çift sarmalın dayanıklılığı, GC/AT oranına bağlıdır. Örneğin

GC/AT>1 ise üçlü bağ sayısı fazladır. Bu da sarmalın fiziksel olarak daha dayanıklı olmasını sağlar. DNA'nın iki ipliğini birbirinden ayırmak için gerekli olan ısı miktarı

daha yüksek olur.

GC/AT>1 ise üçlü bağ sayısı fazladır. Bu da sarmalın fiziksel olarak daha dayanıklı olmasını sağlar. DNA'nın iki ipliğini birbirinden ayırmak için gerekli olan ısı miktarı daha yüksek olur.

GC/AT<1 ise ikili bağ sayısı fazladır. Bu da sarmalın açılma olasılığının daha fazla olduğunu gösterir. DNA'nın iki ipliğini birbirinden ayırmak için gerekli olan ısı miktarı daha düşük olur.

3. DNA çift zincirli olduğu için kendini eşler. Hücre bölüneceği zaman DNA kendini kopyalar. DNA'nın kopyalanmasına **replikasyon** denir. Replikasyon sonunda birbirinin aynısı olan iki DNA molekülü oluşur. Canlılar replikasyon sayesinde kalıtsal bilgileri yeni hücrelere ve nesillere aktarır.

DNA'da bulunan bağ çeşitleri:

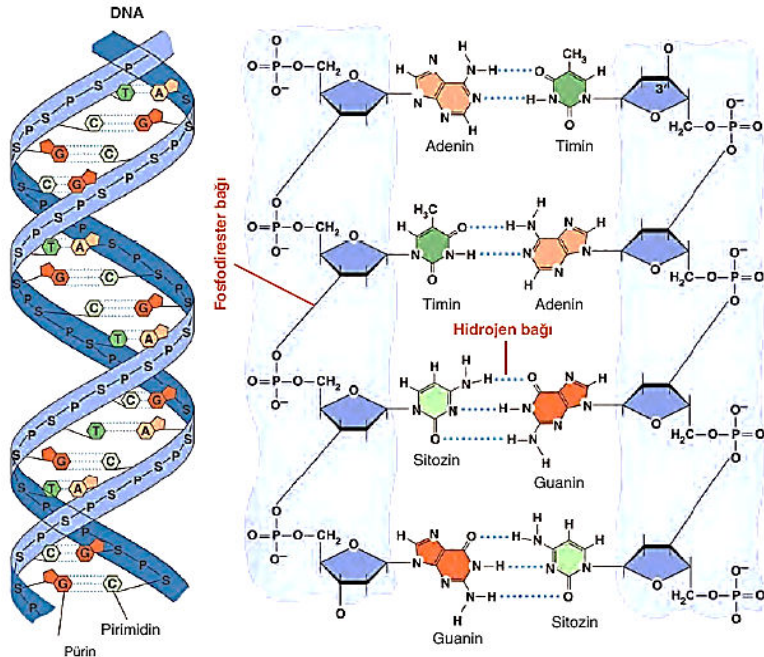
1. Glikozit Bağı : Deoksiriboz ile azotlu organik baz arasında yer alır.

2. Fosfodiester Bağı: Aynı zincirde Deoksiribozlar arasında yer alır.

3. Zayıf Hidrojen Bağı: Karşılıklı zincirlerde bazlar arasında yer alır.

NOT: Prokaryot DNA'sı çıplak, Ökaryot DNA'sı etrafında Histon adı verilen proteinler bulunur.

Nükleotitler bir araya gelerek genleri, genler DNA'yı, DNA zinciri de histon proteinlerine sarılarak kromatin iplikleri ve kromozomları oluşturur.



DNA REPLİKASYONU (DNA'NIN KENDİNİ EŞLEMESİ):

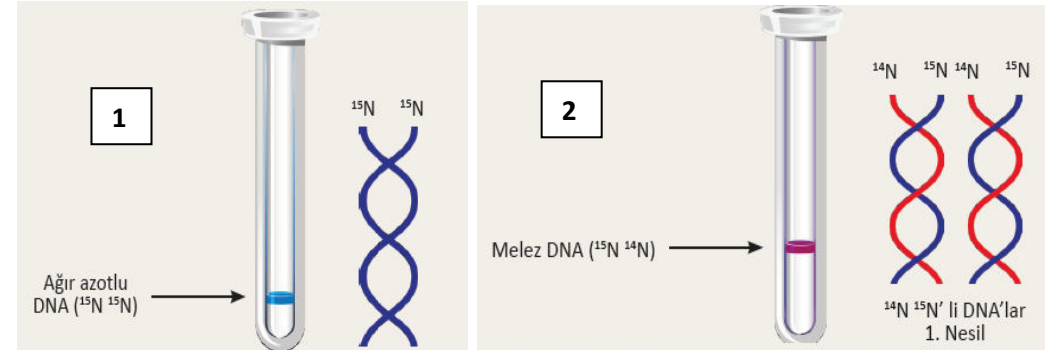
DNA'nın eşlenerek bir kopyasını oluşturmaya replikasyon adı verilir.

Replikasyon sonucu oluşan DNA'lar, hücre bölünmesiyle kalıtsal özellikleri değişikliğe uğramadan eşit şekilde yavru hücrelere aktarır. Hücrede DNA replikasyonu, hücre bölünme evresi başlamadan interfazda gerçekleşir.

DNA, kendisini **yarı korunumlu** olarak eşler. İki zincirli sarmal DNA'nın her bir ipliğinin kalıp görevi yaparak kendine eş yeni bir DNA ipliği oluşturmaya **yarı korunumlu eşlenme** denir. Bu durumda her ana DNA molekülünden yeni oluşan DNA molekülleri, ana DNA'nın bir zincirini taşır.

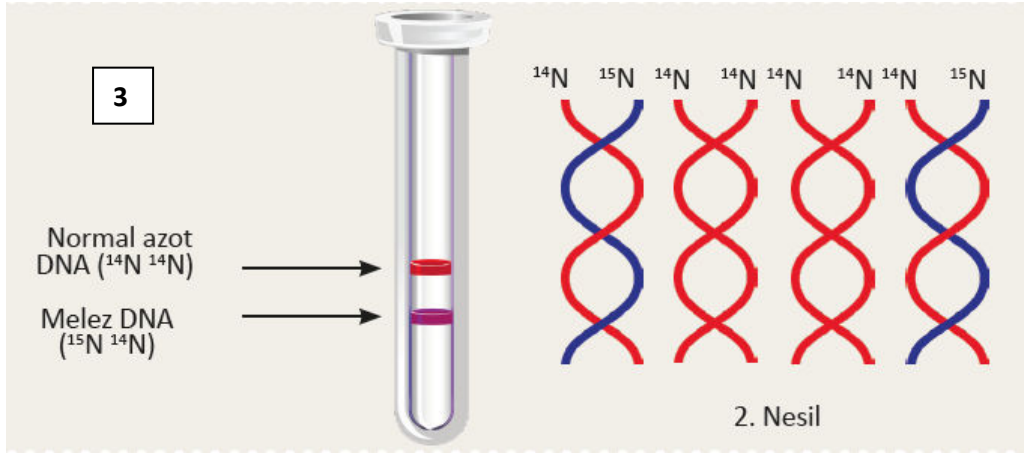
Meselson ve Stahl, yaptıkları deneyde ^{14}N ve ^{15}N içeren besi ortamı ve *E. coli* bakterisini kullanmışlardır. ^{14}N normal azot, ^{15}N azotun ağır izotopudur.

1. Meselson ve Stahl deneyin ilk aşamasında ^{15}N içeren besi ortamında *E. coli* bakterisini çoğaltmışlar ve bu kültürdeki *E. coli* bakteri DNA'larının ^{15}N içermesini sağlamışlardır. Daha sonra bakterilerin DNA'sı izole edilip, tüp içerisinde santrifüj edildiğinde tüpün altında bantlaşma gözlemlenmiştir.

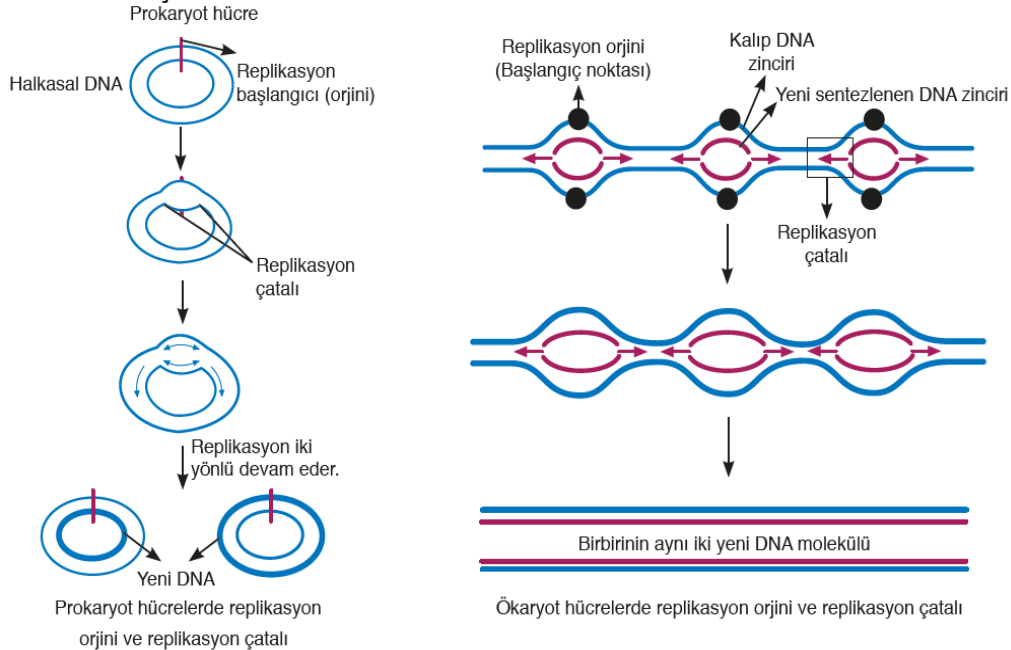


2. ^{15}N içeren DNA'ya sahip bakteriler, ^{14}N içeren ortamda bir nesil çoğaltılmıştır. Çoğalma sonunda bakterilerin DNA'ları santrifüj edildiğinde deney tüpünün orta kısmında bir bantlaşma görülmüştür. Meselson ve Stahl; bu durumu birinci nesildeki bakteri DNA'larının ipliklerinden birinin ağır azot, diğerinin normal azot taşımasıyla açıklamışlardır.

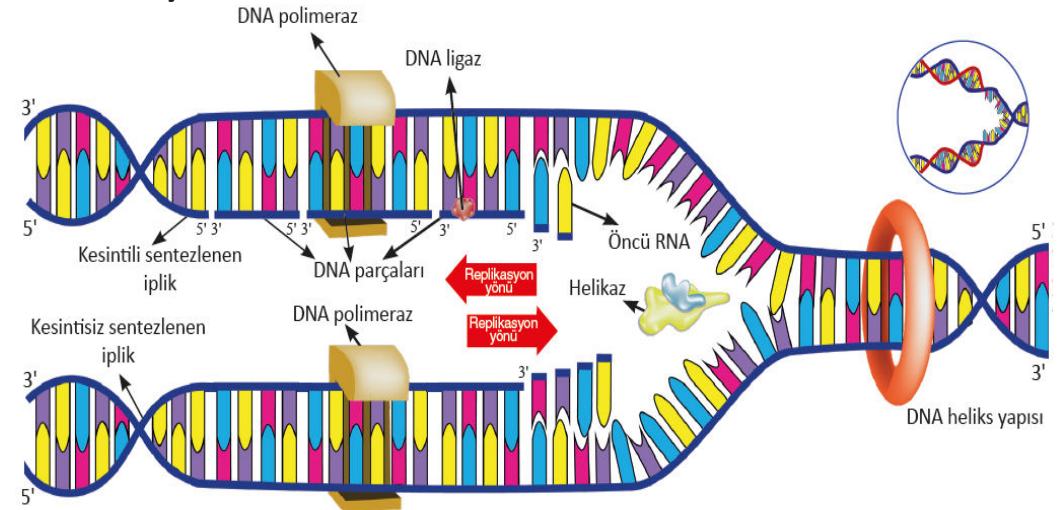
3. Birinci nesil bakteriler (melez DNA'ya sahip), ^{14}N içeren ortamda 20 dakika daha bekletilerek üremeleri sağlanmış. Elde edilen ikinci nesil bakterilerin DNA'ları santrifüj edilmiştir. Bantlaşmanın tüpün ortasında ve üstünde olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum; ikinci nesildeki bakterilerin %50'sinin ^{14}N içerdiği, %50'sinin ise hem ^{14}N hem de ^{15}N içerdiği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Meselson ve Stahl, yaptıkları bu deneyle DNA'nın yarı korunumlu eşlendiğini ispatlamışlardır.



DNA'nın kendini eşleyebilmesi için dört çeşit deoksiribonükleotit, DNA polimeraz, DNA ligaz, helikaz enzimleri, kalıp görevi görecek DNA, DNA polimeraz aktivitesi için de Mg iyonları gereklidir. DNA'nın replikasyonu, küçük farklılıklar olsa da ökaryot ve prokaryot hücrelerde aynı şekilde gerçekleşir. Prokaryotlarda DNA halkasal olduğu için replikasyon, **replikasyon orijini** adı verilen özel bölgeden başlar. İki yönde devam ederek tek noktada sonlanır. Sonuçta birbirinin aynısı, iki halkasal DNA elde edilmiş olur.

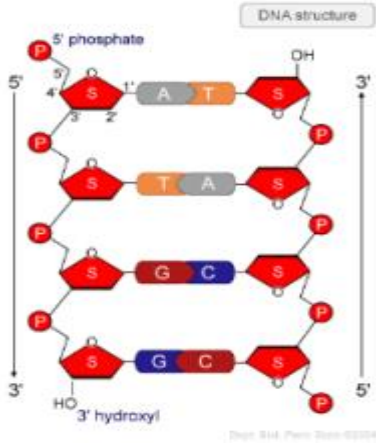


Ökaryot hücrelerde DNA doğrusaldır. Prokaryot hücrelerdekinin aksine ökaryot hücrelerde çok fazla sayıda replikasyon orijini bulunur. Bu sebeple ökaryot hücre DNA'sı, prokaryot hücre DNA'sından uzun olmasına karşın replikasyonu daha kısa sürede tamamlar. Ökaryotlarda DNA'nın replikasyonu başladığında öncelikle replikasyon orijinlerine **helikaz** adı verilen enzim bağlanır. Bu enzim, DNA'nın sarmal (helix) yapısını açar. Helikaz, azotlu organik bazlar arasındaki zayıf hidrojen bağlarını koparak sarmal zincirleri birbirinden ayırır. **DNA polimeraz enzimi**, DNA ipliğinin sadece 3' ucundaki nükleotidin yanına yeni nükleotit ekleyebilir. Böylece zincirlerden biri, 5' ucundan 3' ucuna doğru kesintisiz olarak sentezlenir. Diğer zincir kesintisiz bir şekilde sentezlenemez. Kesintili zincirin sentezi (Okazaki Parçaları denir), replikasyon çatallının ilerlediği yönün ters yönünde ilerler. Daha küçük olan kesintili parçalar sentezlenir ve her yeni parçanın 3' ucuna bir nükleotid eklenir. DNA polimeraz, eksik nükleotitlerin yerine yenisini koyarken **DNA ligaz** ise yeni sentezlenen DNA ipliğindeki parçaları birbirine bağlar. Böylece her iki iplik de eksiksiz sentezlenmiş olur.



Replikasyon sonucu oluşan DNA moleküllerinin her birinde eski DNA'ya ait (ana DNA) bir zincir ve yeni sentezlenmiş zincir bulunur.

DNA molekülünün ipliklerinden birinin en sonunda yer alan deoksiriboz şekerinin beşinci karbonuna fosfat bağlıdır, bu kısım ipliğin 5' ucu olarak adlandırılır. Aynı ipliğin diğer ucundaki deoksiribozun üçüncü karbonunda



hidroksil grubu (–OH) bulunur, bu kısım ise 3' ucu olarak adlandırılır. Bu iplik, 5'→3' (5 üssü 3 üssü) şeklinde okunur. Bu ipliğin karşısındaki diğer ipliğin hidroksil ve fosfat grubu taşıyan uçları, birinci iplikle zıt yöndedir yani iki iplik birbirine antiparaleldir. Bu nedenle ikinci iplik, 3'→5' (3 üssü 5 üssü) şeklinde okunur.

2. RİBONÜKLEİK ASİT (RNA):

Hücrede Bulunduğu Yerler: Sitoplazmada, çekirdekte, çekirdekçikte, ribozomlar-da mitokondri ve plastitlerde bulunur.

Görevi: Protein sentezinde görev alır.

YAPISI:

5 C'lu Şeker (Pentoz) : Riboz

Azotlu Organik Bazları: A, G, C, U

Şekli: Düz

Zincir Sayısı: Tek

RNA tek zincirli olduğu için:

1. Karşılıklı zincirlerde pürin bazlarının Karşısına pirimidin bazı gelmez. Bu nedenle **PURİN ≠ PİRİMİDİN**

A + G ≠ U + C

Adenin karşısına Urasil, Guanin karşısı ise Sitozin gelmez. Bu nedenle RNA'da

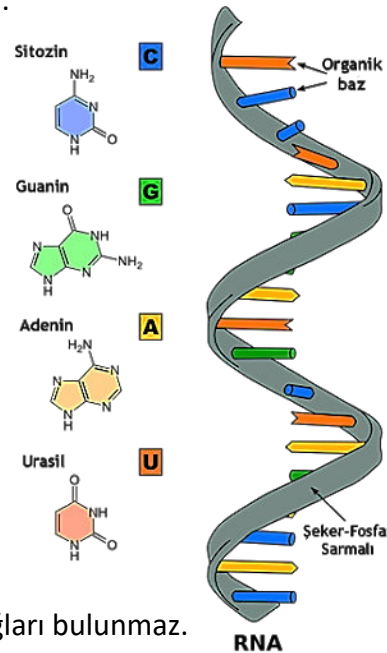
A ≠ U, G ≠ C olur.

Top Nük Sayısı = A+G+C+U

2. Karşılıklı zincir olmadığı için Zayıf Hidrojen bağları bulunmaz.
3. RNA tek zincirli olduğu için kendini eşleyemez.

Tüm RNA çeşitleri DNA tarafından RNA polimeraz enzimi ile üretilir.

Mesajcı RNA (mRNA), taşıyıcı RNA (tRNA) ve ribozomal RNA (rRNA) olmak üzere üç çeşit RNA vardır.



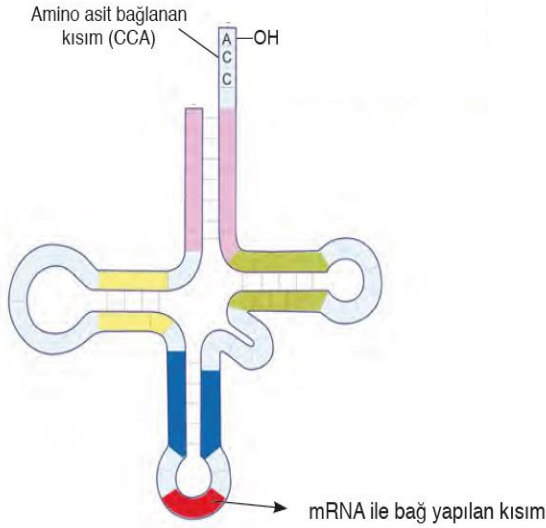
Mesajcı RNA (mRNA): Hücrede bulunan toplam RNA'nın %5'ini oluşturur. Protein sentezi için DNA'dan aldığı şifreyi ya da mesajı ribozom organeline taşır. Bu mesaj sentezlenecek proteindeki amino asitlerin çeşitlerini, dizilişlerini ve miktarlarını belirler. Canlıların DNA'larındaki farklılık, üretilen mRNA'ların da farklı olmasını sağlar. Bunun sonucunda üretilen proteinler canlılar arasında da farklılık gösterir. Canlılar arasındaki protein farklılığı, organ nakillerinde doku uyumsuzluğuna neden olur. Yakın akrabaların DNA'ları daha benzer olduğu için doku ve organ nakillerinin başarılı olma olasılığı daha yüksektir.

mRNA, genden aldığı bilgiyi ribozoma taşır ve ribozoma bağlanır. Protein sentezi için kalıp görevi görür. mRNA'nın taşıdığı bilgi, sentezlenecek proteine ait amino asitlerin çeşidini ve sırasını belirleyen bilgidir. mRNA sentezi sırasında DNA'nın iki zincirinden sadece biri kalıp olarak kullanılır. Kalıp olarak kullanılan zincire **anlamlı zincir** adı verilir. DNA'nın anlamlı zincirindeki genetik şifreye göre mRNA, bu zincirin karşısı olarak sentezlenir. Sentez sırasında DNA'daki adeninin karşısına mRNA'da urasil gelir. Böylece mRNA, DNA'dan genetik bilgiyi almış olur. Hücrede mRNA çeşidi sayısı, sentezlenen protein çeşidi sayısı kadardır.

mRNA'daki nükleotit dizilimi; sentezlenecek olan proteinin amino asitlerinin çeşidini, sırasını ve sayısını belirler. mRNA'da 3'lü baz dizilimlerinden oluşan kodonlar vardır. Her amino asit, mRNA'da bir kodona karşılık gelir. Hücrede ihtiyaç duyulan protein sentezlendikten sonra mRNA yıkılır. İhtiyaç hâlinde DNA'dan ilgili mRNA sentezlenir.

Taşıyıcı RNA (tRNA): Hücrede bulunan toplam RNA'nın %15'ini oluşturur. Protein sentezi sırasında serbest amino asitlere bağlanıp bu amino asitleri uygun sırayla ribozom organeline taşır. Amino asit çeşidine özgüdür. Amino asit çeşidi kadar tRNA çeşidi bulunur. Yani en az 20 en çok 61 çeşit bulunur. Suda çözünür.

tRNA'da, mRNA'daki kodonlara karşılık gelen üçlü baz dizilerine **antikodon** denir. Antikodon ipliğinin uygun olan uç kısmında amino asidi tanıyan ve taşıyan kısım vardır. tRNA'lar protein sentezi sırasında tekrar tekrar kullanılabilir. Yapısı bozulan tRNA'lar parçalanır ve yeniden yapılır. RNA tek zincirli bir yapı gösterdiği için hidrojen bağı içermez. Fakat tRNA bir nükleotit zincirinin kıvrımlar yapmasıyla oluştuğu için kıvrımlar, hidrojen bağlarıyla bir arada tutulur. Bu durumda da tRNA diğer RNA çeşitlerinden farklı olarak hidrojen bağı içerir.

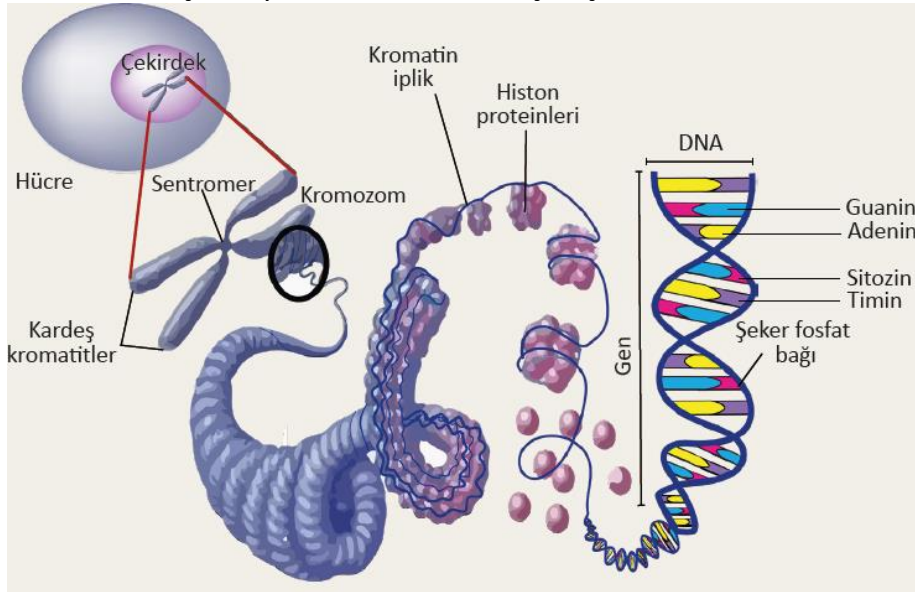


Ribozomal RNA (rRNA): Hücrede bulunan toplam RNA'nın %80'ini oluşturur. Proteinlerle birlikte ribozom organelinin yapısını oluşturur. rRNA hücrede çekirdekte üretilir.

Hücredeki Genetik Maddenin Organizasyonu:

Canlılarda bulunan en büyük kalıtım birimi kromozomdur. Canlıların kromozom sayısı türe özgüdür. Ancak farklı türdeki canlıların kromozom sayısı aynı olabilir.

Kromozomlar, kromatin ipliklerinden oluşur. Kromatin iplikleri ise DNA'nın histon proteinlerine sarılmasıyla meydana gelir. DNA üzerinde nükleotitlerden oluşan ve proteinlerin şifrelenmesinden sorumlu gen adı verilen bölümler vardır. Genler de çok sayıda nükleotitten oluşmuştur.



GENETİK ŞİFRE

DNA molekülünde genetik bilgi bulunur. Genetik bilgi, özel genetik şifrelerden meydana gelir. Tüm canlılarda görev yapan genetik şifreler, adenin, guanin, sitozin ve timin nükleotitlerinin değişik kombinasyonları ile oluşur. Bu dört nükleotidin DNA üzerindeki sayıları ve dizilişleri, canlılar arasında farklılıklara neden olur.

Gendeki nükleotitlerden oluşan şifreler, amino asitleri; amino asitlerden oluşan proteinler de canlıların özelliklerini belirler.

DNA'da dört çeşit nükleotitin üçerli gruplar halinde dizilmesine **genetik şifre** denir. Genetik şifrenin 3 nükleotitten oluşması ($4^3=64$) canlıdaki 20 çeşit aminoasidi şifrelemek için yeterlidir. Eğer genetik şifre tek bir nükleotitten oluşsaydı ($4^1=4$) veya iki çeşit nükleotitten oluşsaydı ($4^2=16$) 20 çeşit aminoasidi şifrelemek için yeterli olmazdı.

DNA'dan sentezlenen mRNA üzerindeki üçlü nükleotit dizisine **kodon** denir. DNA'dan sentezlenen mRNA, genetik şifrenin kopyasını ribozoma götürerek protein sentezine kalıplık eder. tRNA'da mRNA'daki kodonun tamamlayıcısı olan üçlü nükleotit dizisine **antikodon** denir. Sitoplazmadaki tRNA'lar antikodonlarına uygun amino asitleri sıra ile ribozoma taşır. Her kodon bir amino asidi şifreler, fakat bir amino asit çok sayıda kodon tarafından şifrelenebilir. Bu durum canlının bazı mutasyonlardan korunmasını da sağlar.

Protein sentezini başlatan kodon AUG kodonudur ve metiyonin amino asidini şifreler. **UAA, UAG ve UGA** kodonlarının hiçbir amino asidi şifrelemediği belirlenmiştir. Bu kodonlar, protein sentezini **durdurma (stop)** görevini yerine getirir. Protein sentezi sırasında durdurucu kodonlara karşılık amino asit ve tRNA gelmez. Bu nedenle 64 çeşit kodonun 61 tanesi, 20 amino asidi kodlamaktadır. Geriye kalan üç kodon ise hiçbir amino asidi kodlamaz.

Amino Asitler ve Bunlara Karşılık Gelen Kodonları

		İKİNCİ BAZ SIRASI										
		U		S		A		G				
BİRİNCİ BAZ SIRASI	U	UUU	Fenilalanin	USU	Serin	UAU	Tirozin	UGU	Sistein	U	ÜÇÜNCÜ BAZ SIRASI	
		UUS		USS		UAS		UGS		S		
		UUA		USA		UAA		UGA		A		
		UUG		USG		UAG		Stop kodonu Tiriptofan		G		
	S	SUU	Lösin	SSU	Prolin	SAU	Histidin	SGU	Arjinin	U		
		SUS		SSS		SAS		SGS		S		
		SUA		SSA		SAA		SGA		A		
		SUG		SSG		SAG		Glutamin		SGG		G
	A	AUU	İzolösin	ASU	Treonin	AAU	Asparajin	AGU	Serin	U		
		AUS		ASS		AAS		AGS		S		
		AUA		ASA		AAA		AGA		A		
		AUG		Metiyonin		ASG		AAG		Lizin		AGG
	G	GUU	Valin	GSU	Alanin	GAU	Aspartik Asit	GGU	Glisin	U		
		GUS		GSS		GAS		GGG		S		
		GUA		GSA		GAA		Glutamik Asit		GGA		A
		GUG		GSG		GAG		GGG		G		

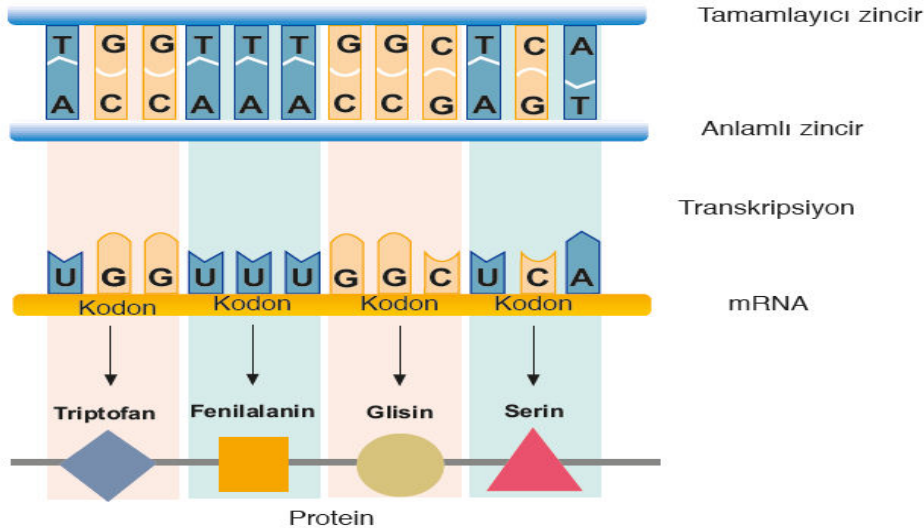
PROTEİN SENTEZİ

DNA'daki bilgi kullanılarak ribozomlarda protein üretilmesine **protein sentezi** denir. Protein sentezi tüm hücrelerde gerçekleşir. Protein sentezi, ökaryot hücrelerde çekirdekte başlayıp sitoplazmada devam eder. Prokaryot hücrelerde ise protein sentezi çekirdek zarı olmadığından sitoplazmada başlar ve yine burada biter. Protein sentezi iki ana basamakta gerçekleşir.

- DNA'daki şifreye uygun olarak mRNA sentezinin gerçekleştiği **transkripsiyon** (yazılma) evresi,
- mRNA'daki şifreye uygun olarak polipeptidin sentezlendiği **translasyon** (okuma) evresidir.

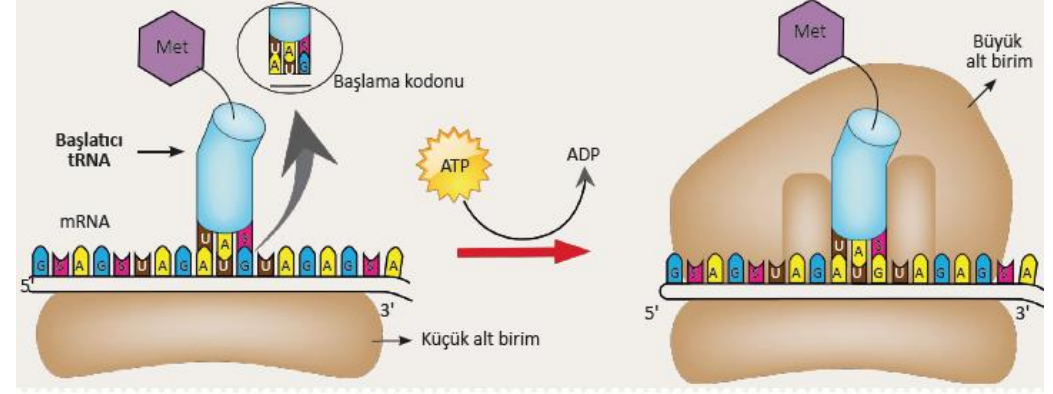
Transkripsiyon:

DNA'dan RNA polimeraz ile mRNA sentezine transkripsiyon (yazılma) denir. Transkripsiyon sırasında ilgili genin protein sentezi için gerekli şifreyi taşıyan kısmının ikili sarmal yapısı, RNA polimeraz tarafından kısmi olarak çözülür. DNA'nın iki ipliğinden RNA sentezi için şifre veren ipliğe kalıp iplik (karşı anlamlı iplik), karşısındaki şifre vermeyen ipliğe de anlamlı iplik denir. Kalıp iplikteki nükleotitlerin her birinin karşısına mRNA sentezi için uygun nükleotit gelir. DNA'dan mRNA üretilirken replikasyondaki nükleotit eşleşmelerinden farklı olarak mRNA'da timin nükleotidi yerine urasil nükleotidi gelir. Protein sentezi daima AUG kodonu ile başlar. mRNA sentezlendikten sonra çekirdek zarındaki porlardan sitoplazmaya geçerek ribozomun küçük alt birimine bağlanır.

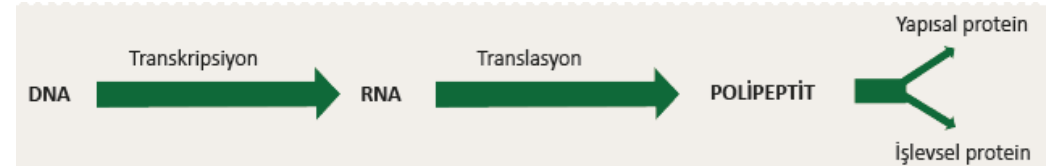


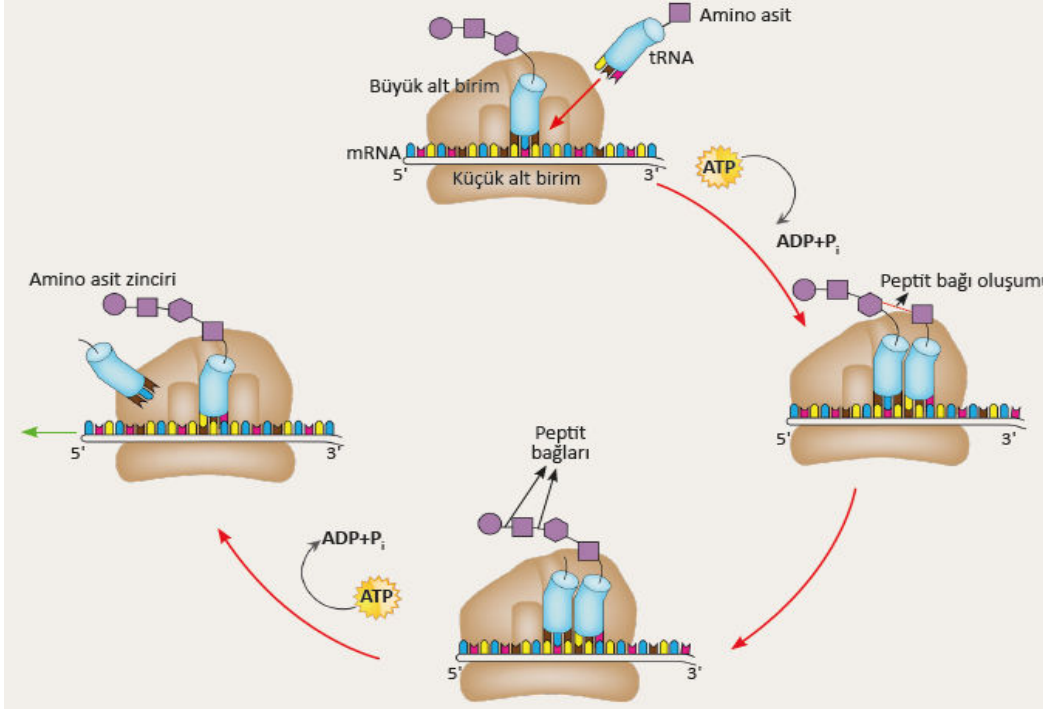
Translasyon:

mRNA'nın çekirdekten sitoplazmaya geçerek ribozomun küçük alt birimine bağlanmasıyla translasyon başlar. mRNA'daki AUG'ye (başlatma kodonu) karşılık gelen UAS antikodonuna sahip tRNA, ATP ve enzimlerle aktifleşip metiyonin amino asidini kendine bağlayarak ribozoma getirir. Metiyonin ribozoma getirildikten sonra ribozomun küçük alt birimi ribozomun büyük alt birimine bağlanır ve protein sentezi başlar.



Daha sonraki aşamada sıradaki kodonlar okunur ve bu kodonlara karşılık gelen antikodonlara sahip tRNA'lar kendi amino asitlerini getirir. Bu amino asitler arasında peptit bağları kurulur. Translasyon ve amino asitlerin birbirine bağlanması, ribozomun mRNA'nın üzerinde kayarak durdurma kodonuna gelmesiyle son bulur. Durdurma kodonuna karşılık gelen antikodona sahip tRNA bulunmadığından buraya amino asit getirilmez. Durdurma kodonu, sonlanma faktörü adı verilen proteini bağlar. Bu proteinin etkisiyle sentezlenmiş olan polipeptit zinciri, tRNA'dan koparak serbest kalır. mRNA da ribozomdan ayrılır ve serbest kalır. Ribozom alt birimleri de birbirinden ayrılır. Ayrılan bu yapılar, protein sentezinde daha sonra tekrar kullanılabilir. Bir protein çeşidinden çok sayıda üretilmesi gerektiğinde aynı mRNA üzerine çok sayıda ribozomun bağlanması ile oluşan yapıya **polizom** denir. Polizom, bir protein çeşidinden aynı anda çok sayıda üretilmesini sağlar. Üretilen protein, hücre yapısında ve hücre faaliyetlerinde kullanılır.





GENETİK MÜHENDİSİLİĞİ VE BİYOTEKNOLOJİ

Genetik mühendisliği, canlıların kalıtsal özelliklerinin değiştirilerek onlara yeni işlevler kazandırılmasına yönelik araştırmalar yapan bilim dalıdır.

Genetik mühendisliği genlerin izolasyonu, çoğaltılması, nükleotit dizilişlerinin belirlenmesi gibi çalışmalarla uğraşır. Bu çalışmalarla canlıların genetik yapısını değiştirilerek onlara farklı özellikler kazandırır.

Biyoteknoloji ise canlı organizmaları ve bileşenlerini kullanarak doğal yollarla elde edilemeyen ya da yeteri kadar üretilmeyen maddeleri elde etmek için kullanılan teknolojilerin tümüdür. Protein, antibiyotik, hormon, antikor vb. maddelerin üretimi, yeni özelliklere sahip sebze ve meyvelerin üretimi, tıbbî bitki ve çiftlik hayvanı üretimi, yapay organ ve doku üretimi, atıkların yeniden kullanılabilir hâle getirilmesi bu çalışmalara örnek olarak verilebilir.

Biyoteknoloji, **klasik ve modern biyoteknoloji** olmak üzere ikiye ayrılır. Biyolojik sistemler yardımıyla ham maddelerin yeni ürünlere dönüştürüldüğü işlemlere klasik biyoteknoloji denir. Sütten yoğurt, peynir ve kefir yapımı; sirke

üretimi, hamurun mayalanması gibi olaylar ile hayvan ve bitki ıslahı gibi çalışmalar klasik ya da geleneksel biyoteknolojinin çalışma alanlarını oluşturur. Bilimsel metot ve teknikler ile bitki, hayvan ve mikroorganizmaların yapılarının kültür ortamında değiştirilip geliştirilerek yeni ürünler elde edilmesine **modern biyoteknoloji** denir. Modern biyoteknolojik uygulamalar; tür içi ve türler arası melezleme, yapay (suni) döllenme, poliploidi, gen aktarımı ve klonlama çalışmalarını kapsamaktadır.

Melez; hibrit, karışık ya da katışık anlamına gelir. Genetik yapısı farklı bireylerin çaprazlanması sonucu melez bireyler elde edilir. Yapay (suni) döllenme genellikle hayvan ıslahında kullanılır.

Bazı canlıların somatik (vücut) hücrelerinde iki kromozom takımından daha fazla sayıda kromozom takımına sahip olması durumuna **poliploidi** denir. Poliploidi daha çok bitkilerde görülür. Çekirdeksiz karpuz, çilek, muz, şeker kamışı, poliploid bitkilere örnek verilebilir.

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.

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.

Bakterilerin kullanıldığı gen klonlama işleminin basamakları şöyle sıralanabilir:

1. İstenilen geni taşıyan DNA molekülü ile vektör olarak kullanılacak bakteri plazmiti saf olarak elde edilir.
2. Vektör olarak kullanılacak plazmit ve klonlanacak gen restriksiyon enzimleri ile kesilir.
3. Klonlanacak gende ve kesilen plazmitte oluşan yapışkan uçlar, DNA ligaz enzimi yardımı ile birleştirilerek rekombinant DNA molekülü elde edilir. Böylece klonlanacak gen, vektör olarak kullanılan plazmidin içine yerleşmiş olur.
4. Rekombinant DNA, bir bakteri hücresine aktarılır ve rekombinant bakteri hücresi oluşturulur.
5. Bakterilerin rekombinant DNA'larının çok sayıda kopyası oluşur.

