

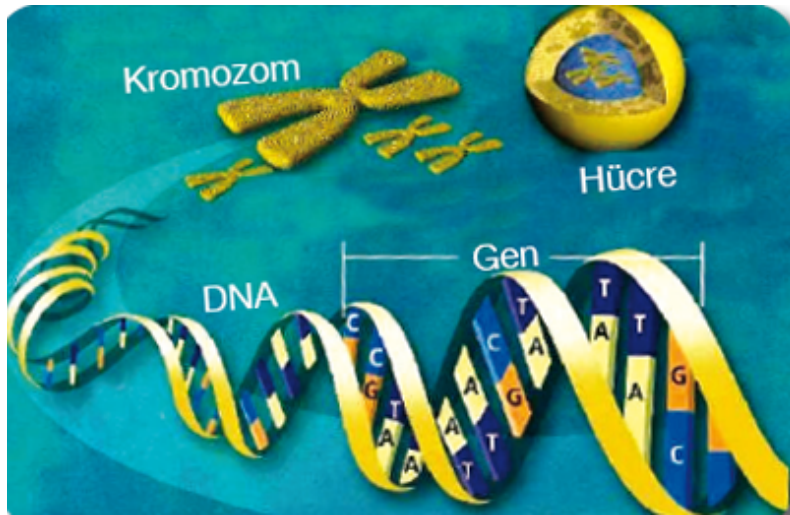
## DNA'NIN YAPISI VE GÖREVİ

Canlıların büyümesi, gelişmesi, üremesi ve yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi için hücrelerin düzenli bir şekilde çalışması gerekir. Hücrede gerçekleşen bu faaliyetlerin kontrolü, çekirdekte bulunan **DNA (Deoksiribonükleik Asit)** tarafından sağlanır. DNA, canlıya ait tüm kalıtsal bilgileri taşıyan ve hücrenin çalışmasını yöneten moleküldür. Bu nedenle DNA, **kalıtım maddesi** olarak adlandırılır.

DNA'nın yapısı ilk kez 1953 yılında James Watson ve Francis Crick tarafından ortaya konulan çift sarmal modeli ile açıklanmıştır. Günümüzde bu model, DNA'nın yapısını açıklamak için kullanılmaktadır.

Ökaryot canlılarda DNA, hücre çekirdeğinde bulunur. Ayrıca mitokondri ve kloroplast organellerinde de kendilerine ait DNA vardır. Prokaryot canlılarda ise çekirdek zarı bulunmadığından DNA sitoplazmada dağınık hâlde bulunur.

DNA yalnızca kalıtsal bilgileri depolamakla görevli değildir. Aynı zamanda hücrede hangi proteinin üretileceğini belirler, hücre bölünmesini kontrol eder ve hücrenin yaşamsal faaliyetlerini yönetir. Bu nedenle DNA, hücrenin **yönetici molekülü** olarak kabul edilir.



Her canlı türünün DNA'sındaki genetik bilgi birbirinden farklıdır. Aynı türün bireyleri arasında da DNA dizilişinde farklılıklar bulunabilir. Bu farklılıklar, bireylerin birbirinden farklı özelliklere sahip olmasını sağlar. Tek yumurta ikizleri ise aynı döllenmiş yumurtadan geliştikleri için DNA dizilimleri büyük ölçüde aynıdır.

## DNA'NIN YAPI BİRİMİ: NÜKLEOTİD

DNA, çok sayıda küçük yapı biriminin belirli bir düzen içinde birleşmesiyle oluşan büyük bir moleküldür. **DNA'nın en küçük yapı birimine nükleotid denir.** Bir DNA molekülünde çok sayıda nükleotid bulunur. Bu nükleotidlerin sayısı ve dizilişi, DNA'nın taşıdığı bilgilerin oluşmasını sağlar.

Her nükleotidin yapısında üç temel bölüm bulunur:

**Fosfat + Deoksiriboz şekeri + Organik baz → Nükleotid**

Bu üç bölümden herhangi biri eksik olduğunda nükleotid oluşmaz. DNA'nın yapısındaki bütün nükleotidlerde fosfat ve deoksiriboz şekeri aynıdır. Nükleotidler arasındaki farklılığı oluşturan bölüm ise organik bazdır.

### 1. Fosfat

Fosfat, nükleotidin yapısında bulunan ortak bölümlerden biridir. DNA zinciri oluşturulurken bir nükleotidin fosfatı, yanındaki nükleotidin şekeriyle bağlantı kurar. Böylece çok sayıda nükleotid art arda bağlanarak DNA zincirinin kenar bölümünü oluşturur.



Fosfat, DNA modellerinde genellikle **P** harfiyle gösterilir. DNA'daki bütün nükleotidlerde aynı tür fosfat bulunur. Bu nedenle nükleotidin adlandırılmasında fosfatın çeşidi etkili değildir.

### 2. Deoksiriboz Şekeri

DNA'nın yapısında bulunan şekerin adı **deoksiriboz şekeridir**. Deoksiriboz, beş karbonlu bir şekerdir ve DNA modellerinde çoğunlukla **D** harfiyle gösterilir.



Deoksiriboz şekeri, bir taraftan fosfata, diğer taraftan organik baza bağlanır. Bu nedenle nükleotidin bölümlerini bir arada tutan merkezî yapı olarak düşünülebilir. Fosfatlarla birlikte DNA zincirinin dış kısmını, yani kenarlarını oluşturur.

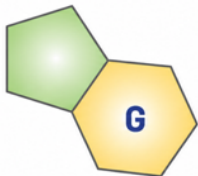
DNA'nın adında bulunan "deoksiribo" ifadesi de yapısındaki deoksiriboz şekerinden kaynaklanır.

### 3. Organik Baz

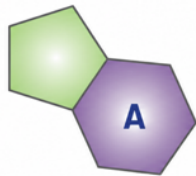
DNA'nın yapısında dört çeşit organik baz bulunur:

- Adenin
- Timin
- Guanin
- Sitozin

Bu bazlar genellikle baş harfleriyle gösterilir:



Guanin



Adenin



Sitozin



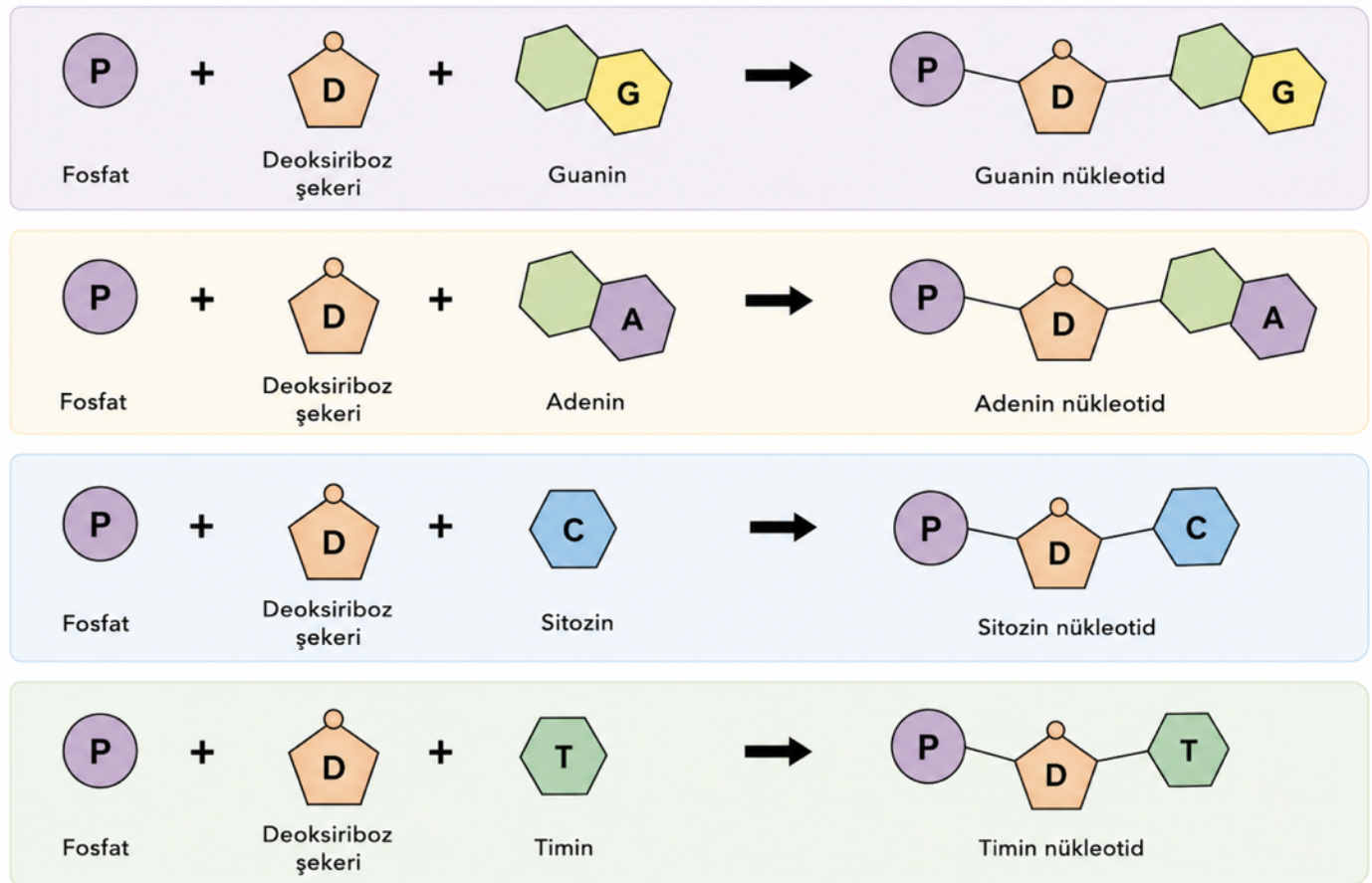
Timin

Bilimsel gösterimlerde sitozin çoğunlukla **C** harfiyle gösterilir. Türkçe kaynaklarda ise sözcüğün baş harfi kullanılarak **S** ile de gösterilebilir. Bir DNA modeli incelenirken kullanılan gösterime dikkat edilmelidir.

Nükleotidlerin yapısındaki fosfat ve şeker bölümleri aynı olduğu için nükleotidler, taşıdıkları organik baza göre birbirinden ayrılır. Bu nedenle DNA'nın yapısında dört çeşit nükleotid bulunur.

### Nükleotidlerin Adlandırılması

Bir nükleotid, yapısında bulunan organik bazın adına göre adlandırılır.



Burada “adenin nükleotidi” ile “adenin bazı” aynı yapı değildir. **Adenin bazı**, nükleotidin yalnızca bir bölümüdür. **Adenin nükleotidi** ise fosfat, deoksiriboz şekeri ve adenin bazının birleşmesiyle oluşan yapının tamamıdır.

### Dikkat

Organik baz tek başına nükleotid değildir. Bir yapının nükleotid olabilmesi için fosfat, deoksiriboz şekeri ve organik bazın birlikte bulunması gerekir.

### Nükleotidlerin Sayısı ve Dizilişi Neden Önemlidir?

Bütün canlıların DNA'sında aynı dört çeşit nükleotid bulunur. Ancak canlıların DNA'larının birbirinden farklı olmasının temel nedeni, bu nükleotidlerin DNA üzerindeki **sayısının ve dizilişinin** farklı olmasıdır.

### 3. DNA'NIN ÇİFT SARMAL YAPISI

DNA, çok sayıda nükleotidin belirli bir düzen içinde birbirine bağlanmasıyla oluşan büyük bir moleküldür. Ancak DNA, tek bir zincirden oluşmaz. Bir DNA molekülü, **birbirine paralel uzanan iki nükleotid zincirinden** meydana gelir. Bu iki zincir, belirli noktalardan birbirine bağlanarak kendi eksenini etrafında kıvrılır ve sarmal bir görünüm oluşturur. Bu yapı **çift sarmal (ikili sarmal)** olarak adlandırılır.

DNA'nın çift sarmal yapısı, ilk kez 1953 yılında James Watson ve Francis Crick tarafından ortaya konulan model ile açıklanmıştır. Günümüzde kullanılan DNA modellerinin tamamı bu yapıyı temel almaktadır.

#### DNA İki Zincirden Oluşur

DNA'nın yapısında bulunan iki zincir, çok sayıda nükleotidin art arda bağlanmasıyla meydana gelir. Her zincir, tek başına uzun bir nükleotid dizisidir. Bu iki zincir karşılıklı olarak birbirine bağlanır ve birlikte tek bir DNA molekülünü oluşturur.

Bu nedenle bir DNA molekülü incelendiğinde;

- **İki nükleotid zinciri**
- Bu zincirleri oluşturan çok sayıda nükleotid
- Zincirleri birbirine bağlayan organik bazlar

görülür.

#### DNA Neden "Çift Sarmal" Olarak Adlandırılır?

DNA'nın yapısında bulunan iki zincir düz bir şekilde uzanmaz. Zincirler, birbirine bağlı hâlde kendi eksenleri etrafında kıvrılarak helezon şeklinde bir yapı oluşturur. Bu görünüm, burğu şeklindeki bir merdiveni veya helezon yayı andırır.

Bu nedenle DNA'nın yapısına **çift sarmal yapı** adı verilir.

#### Bilgi Notu

"Çift" ifadesi DNA'nın iki zincirden oluştuğunu, "sarmal" ifadesi ise bu iki zincirin birbirinin etrafına dolanarak kıvrıldığını ifade eder.

### DNA'nın Merdiven Modeli

DNA'nın yapısını daha kolay anlayabilmek için bilim insanları DNA'yı **burgu şeklindeki bir merdivene** benzetmektedir.

Bu benzetmede;

- Merdivenin **iki yan kenarını**, şeker ve fosfat molekülleri oluşturur.
- Merdivenin **basamaklarını** ise karşılıklı organik bazlar oluşturur.

DNA'nın gerçek yapısı düz bir merdiven değildir. Merdiven kendi ekseninde döndürülmüş gibi kıvrılmıştır. Bu nedenle DNA üç boyutlu olarak burgu görünümündedir.

### DNA Zincirlerinin Yapısı

Bir DNA zinciri incelendiğinde nükleotidlerin belirli bir sırayla birbirine bağlandığı görülür. Zincir boyunca;

- Bir fosfat,
- Bir deoksiriboz şekeri,
- Bir organik baz

bulunan nükleotidler art arda dizilir.

Komşu nükleotidler birbirine **şeker ve fosfat bölümleri** aracılığıyla bağlanır. Böylece uzun ve sağlam bir zincir meydana gelir.

İkinci zincir de aynı şekilde oluşur. Daha sonra iki zincir karşılıklı olarak birleşerek DNA molekülünü oluşturur.

### DNA'nın Dış ve İç Kısımları

DNA'nın yapısında görev yapan moleküllerin yerleri rastgele değildir.

DNA'nın **dış kısmında**;

- Fosfat
- Deoksiriboz şekeri

bulunur.

DNA'nın **iç kısmında** ise;

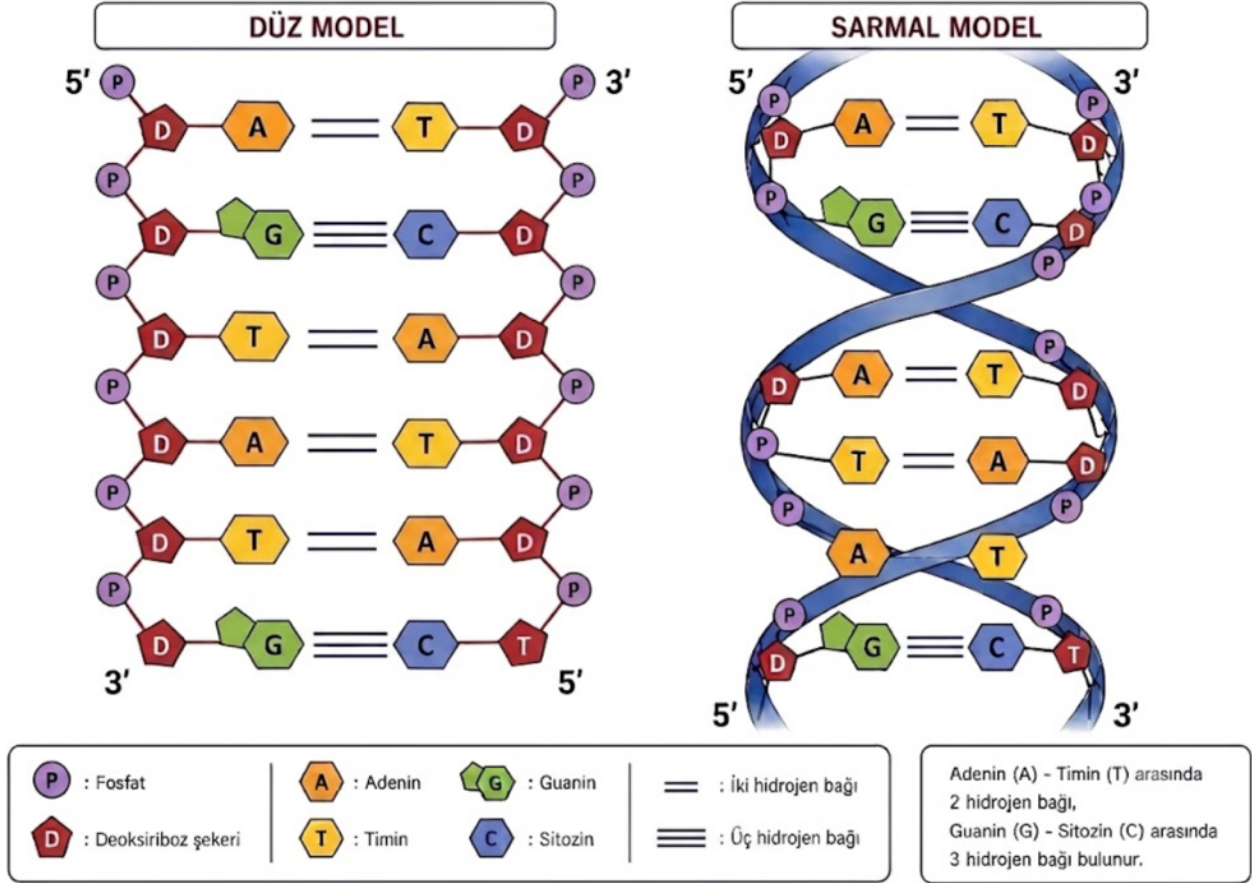
- Organik bazlar

yer alır.

Karşılıklı gelen organik bazlar birbirine bağlanarak iki zincirin bir arada kalmasını sağlar.

Bu nedenle DNA modellerinde zincirin kenarlarında sürekli fosfat ve şeker molekülleri görülürken, basamaklarda organik bazlar bulunur.

## ÇİFT ZİNCİRLİ DNA MODELİ



### DNA'nın Yapısı Neden Kararlıdır?

DNA, canlıdaki kalıtsal bilgileri uzun yıllar boyunca korumak zorundadır. Bu nedenle yapısı oldukça düzenlidir.

Şeker ve fosfat moleküllerinin oluşturduğu dış iskelet, DNA zincirine dayanıklılık kazandırır. Organik bazların karşılıklı olarak belirli bir düzene göre bağlanması ise iki zincirin birbirine tutunmasını sağlar.

Bu düzen sayesinde DNA;

- kalıtsal bilgileri güvenli bir şekilde saklayabilir,
- gerektiğinde kendini eşleyebilir,
- hücre bölünmeleri sırasında yeni hücrelere eksiksiz aktarılabilir.

## Çift Sarmal Yapının Önemi

DNA'nın çift sarmal yapıda olması yalnızca şekil açısından önemli değildir. Bu yapı sayesinde DNA gerektiğinde iki zincir hâline ayrılabilir ve her zincir yeni bir DNA zincirinin oluşmasına kalıp görevi yapabilir.

## 4. ORGANİK BAZLAR VE EŞLEŞME KURALLARI

DNA'nın yapısındaki nükleotidler birbirinden yalnızca taşıdıkları **organik baza** göre farklılık gösterir. Bu nedenle DNA'daki genetik bilgilerin oluşmasında en önemli görev organik bazlara aittir. Organik bazların çeşitleri, diziliş sırası ve birbirleriyle eşleşme biçimi DNA'nın yapısını oluşturur.

### Organik Baz Nedir?

Organik baz, nükleotidin üç temel bölümünden biridir. Her nükleotidde yalnızca **bir organik baz** bulunur. DNA'nın yapısında toplam **dört çeşit organik baz** yer alır.

Bunlar;

- **Adenin (A)**
- **Timin (T)**
- **Guanin (G)**
- **Sitozin (C)**

bazlarıdır.

Bütün canlıların DNA'sında bu dört organik baz bulunur. Canlıların birbirinden farklı olmasının nedeni farklı organik bazlara sahip olmaları değil, bu bazların **DNA üzerindeki sayı ve dizilişlerinin farklı olmasıdır**.

### Organik Bazlar Gelişigüzel Eşleşmez

DNA'da bulunan iki zincir, organik bazlar sayesinde birbirine bağlanır. Ancak her organik baz istediği bazla eşleşmez. Bazlar yalnızca belirli kurallara göre karşılıklı gelir.

DNA'da iki temel eşleşme kuralı vardır.

**Adenin (A), yalnızca Timin (T) ile eşleşir.**

**Guanin (G), yalnızca Sitozin (C) ile eşleşir.**

Bu kurala **tamamlayıcı baz eşleşmesi** denir.

Kısaca;

**A ↔ T**

**G ↔ C**

şeklinde gösterilir.

### Eşleşme Kuralları Neden Önemlidir?

DNA'nın iki zincirinin bir arada durmasını sağlayan yapı, organik bazlar arasındaki eşleşmelerdir. Eğer bazlar rastgele eşleşebilseydi DNA'nın düzenli yapısı bozulur ve kalıtsal bilgiler doğru şekilde korunamazdı.

Tamamlayıcı baz eşleşmesi sayesinde;

- DNA'nın yapısı korunur.
- Genetik bilgiler doğru şekilde saklanır.
- DNA gerektiğinde kendini hatasız olarak eşleyebilir.

### Hidrojen Bağları

Karşılıklı gelen organik bazlar birbirine **hidrojen bağları** ile bağlanır.

Ancak bütün baz çiftleri aynı sayıda hidrojen bağı oluşturmaz.

- **Adenin ile timin arasında 2 hidrojen bağı bulunur.**
- **Guanin ile sitozin arasında 3 hidrojen bağı bulunur.**

Bu nedenle guanin-sitozin çifti, adenin-timin çiftine göre daha güçlü bağlanır.

### DNA'da Baz Sayıları Arasındaki İlişki

DNA'da her adenin mutlaka bir timin ile eşleştiği için;

**Adenin sayısı = Timin sayısıdır.**

Benzer şekilde her guanin yalnızca sitozin ile eşleştiğinden;

**Guanin sayısı = Sitozin sayısıdır.**

Buna göre;

**A = T**

**G = C**

olur.

Ancak;

- Adenin sayısı ile guanin sayısının,
- Timin sayısı ile sitozin sayısının

eşit olması gerekmez. Örneğin bir DNA molekülünde;

- Adenin = 180 ise Timin de 180'dir.
- Guanin = 120 ise Sitozin de 120'dir.

Bu durumda dört bazın sayıları birbirine eşit değildir. Önemli olan yalnızca eşleşen bazların sayılarının eşit olmasıdır.

### Toplam Organik Baz Sayısı

DNA'da bulunan toplam organik baz sayısı şu şekilde hesaplanabilir:

$$\text{Toplam organik baz} = A + T + G + C$$

Örneğin;

$$A = 300$$

$$T = 300$$

$$G = 200$$

$$C = 200$$

ise,

Toplam organik baz sayısı;

$$300 + 300 + 200 + 200 = 1000 \text{ olur.}$$

### Baz Sayısı Değişirse Ne Olur?

Bir DNA molekülünde herhangi bir organik bazın sayısı değişirse, eşleştiği bazın sayısı da aynı miktarda değişmek zorundadır.

Örneğin;

Adenin sayısı 50 artarsa,

Timin sayısı da 50 artmalıdır.

Aksi hâlde eşleşme bozulur ve DNA'nın düzenli yapısı korunamaz.

### Organik Bazların Dizilişi Neden Önemlidir?

DNA'daki dört çeşit organik baz bütün canlılarda ortaktır. Ancak bu bazların **diziliş sırası** her canlıda farklıdır.

Örneğin;

**A-T-G-C-A-T**

ile

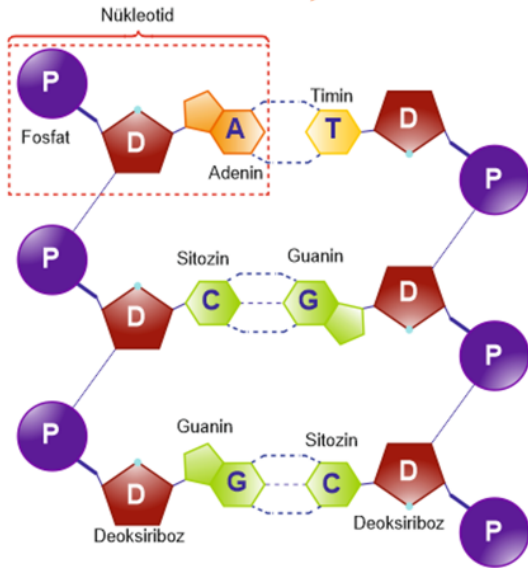
**A-G-T-C-T-A**

aynı bazlardan oluşmasına rağmen farklı dizilişlere sahiptir.

Bu nedenle taşıdıkları genetik bilgiler de farklıdır.

Tıpkı aynı harflerle farklı kelimelerin yazılabilmesi gibi, aynı dört organik baz da farklı sıralanarak farklı genetik bilgilerin oluşmasını sağlar.

### 5. DNA'DA SAYISAL İLİŞKİLER



#### 1. Organik Baz Sayıları Arasındaki İlişki

DNA'da;

- Adenin yalnızca timin ile,
- Guanin yalnızca sitozin ile eşleştiği için karşılıklı bulunan bazların sayıları da birbirine eşittir.

Buna göre;

**Adenin sayısı = Timin sayısı, Guanin sayısı = Sitozin sayısı**

Kısaca;

**A = T**

**G = C.** şeklinde ifade edilir.

Ancak;

- A ile G'nin,
- T ile C'nin. eşit olması gerekmez.

### Örnek

Bir DNA molekülünde;

A = 240 ise,

T = **240** olur.

G = 160 ise,

C = **160** olur.

### 2. Toplam Organik Baz Sayısı

Bir DNA molekülündeki toplam organik baz sayısı;

**A + T + G + C.** toplamına eşittir.

### Örnek

Bir DNA molekülünde;

A = 250, T = 250

G = 150, C = 150

ise,

Toplam organik baz sayısı;

250 + 250 + 150 + 150 = **800** olur.

### 3. Nükleotid Sayısı ile Organik Baz Sayısı Arasındaki İlişki

Her nükleotidin yapısında yalnızca **bir organik baz** bulunduğu için;

**Toplam nükleotid sayısı = Toplam organik baz sayısıdır.**

Örneğin;

DNA'da 600 organik baz varsa,

600 nükleotid bulunur.

### 4. Fosfat ve Deoksiriboz Şekeri Sayısı

Her nükleotidde;

- bir fosfat,
- bir deoksiriboz şekeri,
- bir organik baz

bulunur.

Bu nedenle;

**Nükleotid sayısı = Fosfat sayısı**

**Nükleotid sayısı = Deoksiriboz şekeri sayısı**

olur.

Dolayısıyla;

**Nükleotid = Fosfat = Deoksiriboz şekeri = Organik baz**

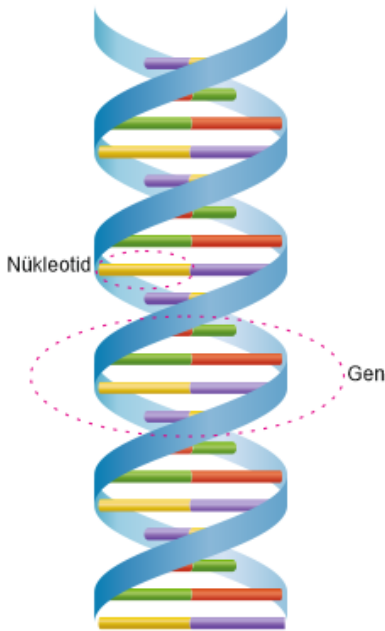
sayısı birbirine eşittir.

## Gen Nedir?

Gen, **DNA'nın belirli bir özelliği kontrol eden parçasıdır. (DNA'nın görev birimidir)**

DNA, milyonlarca nükleotidden oluşan uzun bir moleküldür. Ancak DNA üzerindeki bütün nükleotidler aynı görevi yapmaz. DNA'nın belirli bir özelliğin oluşmasını sağlayan ve belirli bir görevi yerine getiren bölümlerine **gen** denir.

Başka bir ifadeyle gen, DNA'nın belirli bir özelliğe ait genetik bilgiyi taşıyan bölümüdür. Göz rengi, saç rengi, kan grubu gibi kalıtsal özelliklere ait bilgiler genler üzerinde taşınır. Bunun yanında hücrede üretilcek proteinlerin bilgisi de genlerde bulunur



## Genler Nükleotidlerden Oluşur

Bir gen, çok sayıda nükleotidin belirli bir sırayla dizilmesi sonucu oluşur.

Yani;

**Nükleotidler → Genleri oluşturur.**

Bir gende bulunan nükleotid sayısı her zaman aynı değildir. Bazı genler daha az nükleotidden oluşurken, bazı genlerde binlerce nükleotid bulunabilir.

Genin taşıdığı bilgi, nükleotidlerin **çeşidine**, **sayısına** ve özellikle **diziliş sırasına** bağlıdır.

### Genlerin Görevi

Genlerin temel görevi, canlıya ait kalıtsal bilgileri taşımaktır.

Bunun yanında genler;

- Hücrede hangi proteinin üretileceğini belirler.
- Hücrenin çalışmasını yönlendirir.
- Kalıtsal özelliklerin nesilden nesile aktarılmasını sağlar.

Bu nedenle genler, DNA üzerindeki **bilgi taşıyan bölümler** olarak kabul edilir.

### Aynı DNA Üzerinde Çok Sayıda Gen Bulunur

Bir DNA molekülü yalnızca bir genden oluşmaz. Aynı DNA üzerinde birbirinden farklı görevleri bulunan çok sayıda gen yer alır.

Örneğin bir DNA molekülü üzerinde;

- göz rengiyle ilgili bir gen,
- saç rengiyle ilgili bir gen,
- kan grubuyla ilgili bir gen,
- boy uzunluğunu etkileyen genler,
- protein üretimini sağlayan genler

birlikte bulunabilir.

Her gen, DNA'nın farklı bir bölümünü oluşturur.

### Genler Canlıların Birbirinden Farklı Olmasını Sağlar

Bütün insanların DNA'sında genler bulunur. Ancak genlerin içerdiği bilgiler tamamen aynı değildir.

Örneğin göz rengini belirleyen gen bütün insanlarda bulunmasına rağmen, bu genin taşıdığı bilgi farklı olabilir. Bu nedenle bazı insanların gözleri kahverengi, bazılarının ise mavi veya yeşildir.

Benzer şekilde saç rengi, ten rengi ve diğer birçok kalıtsal özellik de genlerde bulunan bilgilere göre belirlenir.

## Genlerin Yeri

Genler, DNA molekülü üzerinde belirli bölgelerde bulunur.

Bir DNA molekülü incelendiğinde;

- DNA'nın tamamı çok uzun bir moleküldür.
- Gen ise bu uzun molekülün yalnızca belirli bir bölümüdür.

Bu nedenle;

**Her gen DNA'dır.**

Ancak;

**DNA'nın tamamı bir gen değildir.**

DNA, çok sayıda geni içinde bulunduran daha büyük bir yapıdır.

## Gen ve Özellik İlişkisi

Bir gen tek başına canlıyı oluşturmaz. Her gen yalnızca belirli özelliklerin oluşmasında görev alır.

Örneğin;

- Bir gen göz rengini etkileyebilir.
- Başka bir gen saç rengini etkileyebilir.
- Başka genler ise kan grubunun belirlenmesinde görev alabilir.

Canlıların bütün özellikleri, çok sayıdaki genin birlikte çalışması sonucunda ortaya çıkar.

## Genlerdeki Değişiklikler

Genlerin yapısında meydana gelen değişiklikler, canlının bazı özelliklerinin değişmesine neden olabilir.

Genlerde oluşan değişiklikler bazen herhangi bir etki oluşturmazken bazen de kalıtsal hastalıklara veya farklı özelliklerin ortaya çıkmasına yol açabilir.

Bu nedenle genlerin yapısının korunması canlılar için büyük önem taşır.

## Bilgi Notu

Genlerde meydana gelen değişikliklere **mutasyon** adı verilir. Mutasyon konusu ilerleyen ünitelerde ayrıntılı olarak incelenecektir.

**Gen Sayısı ile Canlı Gelişmişliği Arasında İlişki Var mıdır?**

Bir canlının çok gelişmiş olması, mutlaka daha fazla gene sahip olduğu anlamına gelmez.

Farklı canlı türlerinde gen sayıları birbirinden farklı olabilir. Ancak gelişmişlik düzeyi yalnızca gen sayısına bağlı değildir.

Bu nedenle; "**Gen sayısı fazla olan canlı daha gelişmiştir.**"

şeklindeki ifade doğru değildir.

**7. KROMOZOM**

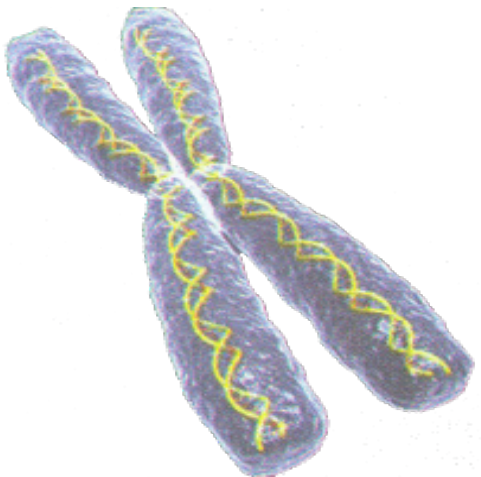
DNA molekülü oldukça uzun bir yapıya sahiptir. Eğer DNA, hücre içerisinde sürekli açık hâlde bulunsaydı hem çok fazla yer kaplar hem de kolayca zarar görebilirdi. Bu nedenle DNA, özel proteinlerin etrafına sarılarak sıkıca paketlenir. Bu paketlenmiş yapıya **kromozom** denir.

Başka bir ifadeyle **kromozom, DNA'nın özel proteinlerle birlikte oluşturduğu yoğun ve düzenli yapıdır.**

**Kromozom Nedir?**

Kromozom, hücre çekirdeğinde bulunan ve kalıtsal bilgileri taşıyan yapılardır. Her kromozomun yapısında **bir DNA molekülü** ve bu DNA'nın etrafına sarıldığı özel proteinler bulunur.

Kromozomların temel görevi, DNA'yı korumak ve hücre bölünmesi sırasında kalıtsal bilgilerin yeni oluşan hücrelere düzenli bir şekilde aktarılmasını sağlamaktır.

**Kromozomlar Ne Zaman Görülebilir?**

Normal şartlarda DNA, hücre çekirdeğinde ince iplikler hâlinde bulunur. Bu nedenle mikroskopta kromozomlar belirgin olarak görülemez.

Hücre bölünmesi başlamadan önce DNA kısalıp kalınlaşarak sıkıca paketlenir ve kromozom hâline gelir. Bu dönemde kromozomlar mikroskop altında kolaylıkla görülebilir.

**Bilgi Notu**

Kromozomlar en belirgin hâllerini hücre bölünmesi sırasında alır.

## Kromozomun Yapısı

Bir kromozomun yapısında;

- bir DNA molekülü,
- DNA'nın etrafına sarıldığı özel proteinler,
- DNA üzerinde bulunan çok sayıda gen

yer alır.

Bu nedenle kromozom, yalnızca DNA'dan oluşan bir yapı değildir. DNA ve proteinlerin birlikte oluşturduğu bir yapıdır.

## Kromozomların Görevi

Kromozomların en önemli görevleri şunlardır:

- DNA'yı korumak,
- DNA'nın hücre içine düzenli şekilde yerleşmesini sağlamak,
- Hücre bölünmesi sırasında kalıtsal bilgilerin yeni hücrelere eksiksiz aktarılmasına yardımcı olmak,
- DNA üzerindeki genlerin güvenli bir şekilde taşınmasını sağlamak.

## Her Canlı Türünün Kromozom Sayısı Farklıdır

Canlı türlerinin kromozom sayıları birbirinden farklıdır.

Örneğin;

| Canlı        | Kromozom Sayısı |
|--------------|-----------------|
| İnsan        | 46              |
| Kedi         | 38              |
| Köpek        | 78              |
| Meyve sineği | 8               |
| Soğan        | 16              |

Her canlı türünün kromozom sayısı kendine özgüdür.

## Kromozom Sayısı ile Gelişmişlik Arasında İlişki Yoktur

Bir canlının kromozom sayısının fazla olması, onun daha gelişmiş olduğu anlamına gelmez.

Örneğin;

- İnsanın 46 kromozomu vardır.
- Köpeğin 78 kromozomu vardır.

Köpeğin kromozom sayısı daha fazla olmasına rağmen insan daha gelişmiş bir canlıdır.

Bu nedenle;

**"Kromozom sayısı arttıkça canlı gelişmişliği artar."**

ifadesi yanlıştır.

### Aynı Türün Bireylerinde Kromozom Sayısı Aynıdır

Sağlıklı bireylerde aynı türe ait canlıların kromozom sayısı aynıdır.

Örneğin;

- Sağlıklı bütün insanlar 46 kromozoma sahiptir.
- Sağlıklı bütün kediler 38 kromozoma sahiptir.

Ancak aynı kromozom sayısına sahip olmak, bireylerin tamamen aynı özelliklere sahip olduğu anlamına gelmez. Çünkü DNA üzerindeki genlerde farklılıklar bulunabilir.

### Kromozom Sayısı Değişirse Ne Olur?

Bir canlının kromozom sayısında meydana gelen değişiklikler, hücrelerin normal çalışmasını etkileyebilir ve çeşitli sağlık sorunlarına neden olabilir.

Sağlıklı bireylerde kromozom sayısı değişmez. Hücre bölünmeleri sonucunda oluşan yeni hücrelerde de kromozom sayısı korunur.

### Kromozom ve Gen İlişkisi

Bir kromozom üzerinde çok sayıda gen bulunur.

Her gen ise DNA'nın belirli bir bölümünü oluşturur.

Bu nedenle;

- Bir kromozomda çok sayıda gen bulunabilir.
- Bir gen yalnızca kromozomun belirli bir bölümünde yer alır.

Kromozom, genlerden daha büyük bir yapıdır.

## 8. NÜKLEOTİD – GEN – DNA – KROMOZOM İLİŞKİSİ

DNA'nın yapısını oluşturan kavramlar olan **nükleotid, gen, DNA ve kromozom** birbirleriyle yakından ilişkilidir.

### Yapılar Birbirini Oluşturur

DNA'nın yapısı incelendiğinde bu yapıların birbirini oluşturduğu görülür.

- **Nükleotidler birleşerek genleri oluşturur.**
- **Genler, DNA'nın belirli bölümleridir.**
- **DNA, çok sayıda geni içinde bulunduran uzun bir moleküldür.**
- **DNA, özel proteinlere sarılarak kromozomu oluşturur.**

Bu ilişki aşağıdaki gibi gösterilebilir.

**Nükleotid → Gen → DNA → Kromozom**

Bu sıralama, küçük yapıdan büyük yapıya doğru olan sıralamadır.

### Nükleotid

Nükleotid, DNA'nın **en küçük yapı birimidir.**

Her nükleotidin yapısında;

- bir fosfat,
- bir deoksiriboz şekeri,
- bir organik baz

bulunur.

DNA'nın temel yapı taşı nükleotittir.

### Gen

Gen, çok sayıda nükleotidin belirli bir sırayla dizilmesiyle oluşur.

DNA'nın belirli bir özelliğe ait bilgiyi taşıyan bölümüne gen denir.

Bir DNA molekülü üzerinde çok sayıda gen bulunabilir.

### DNA

DNA, çok sayıda geni içinde bulunduran uzun bir moleküldür.

Canlıya ait kalıtsal bilgilerin tamamı DNA üzerinde kayıtlıdır.

DNA'nın yapısında binlerce hatta milyonlarca nükleotid bulunabilir.

### Kromozom

DNA, hücre içerisinde dağınık hâlde bulunmaz.

DNA'nın özel proteinlere sarılarak yoğunlaşması sonucu kromozom oluşur.

Bir kromozomun yapısında;

- bir DNA molekülü,
- DNA'nın etrafına sarılmış özel proteinler

bulunur.

### Yapılar Arasındaki Büyüklük İlişkisi

Bu yapılar büyüklüklerine göre sıralandığında;

**Nükleotid < Gen < DNA < Kromozom**

şeklinde gösterilir.

En küçük yapı **nükleotid**, en büyük yapı ise **kromozomdur**.

### Sayı Bakımından İlişki

Bu yapılar arasında sayı bakımından da belirli bir ilişki vardır.

- Bir gen, **çok sayıda nükleotidden** oluşur.
- Bir DNA üzerinde **çok sayıda gen** bulunur.
- Bir kromozomun yapısında **bir DNA molekülü** bulunur.

Dolayısıyla;

- Nükleotid sayısı, gen sayısından fazladır.
- Gen sayısı, DNA sayısından fazladır.
- Bir kromozomdaki DNA sayısı **1'dir**.

### Kitap Benzetmesi

Bu yapıların ilişkisini anlamamanın en kolay yollarından biri kitap benzetmesidir.

- **Nükleotidler**, kitabı oluşturan **harfler** gibidir.
- **Genler**, belirli anlam taşıyan **cümleler veya paragraflar** gibidir.
- **DNA**, bütün bilgileri içeren **kitabın tamamıdır**.
- **Kromozom** ise kitabın zarar görmesini önleyen **kitabın ciltlenmiş hâli** gibi düşünülebilir.

Bu benzetme yalnızca yapıların büyüklük ilişkisini anlamaya yardımcı olmak amacıyla kullanılmaktadır.

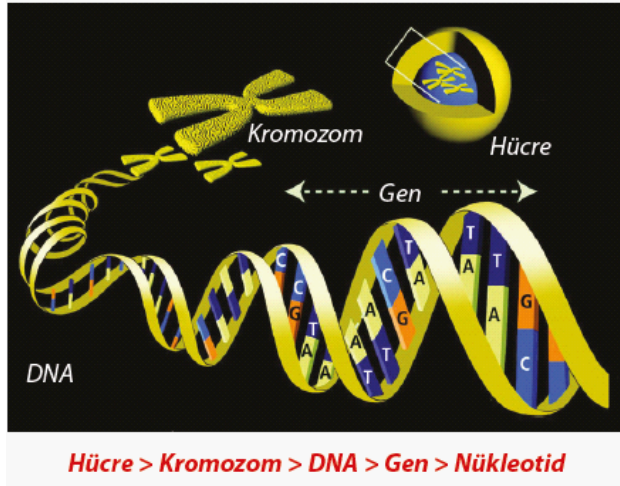
### Yapılar Birbirinin Yerine Kullanılamaz

Bu kavramlar farklı yapıları ifade ettiği için birbirlerinin yerine kullanılmamalıdır.

Örneğin;

- Gen ile DNA aynı yapı değildir.
- DNA ile kromozom aynı yapı değildir.
- Nükleotid, genin tamamı değildir.
- Gen, DNA'nın tamamı değildir.

Her biri farklı büyüklükte ve farklı göreve sahip yapılardır.

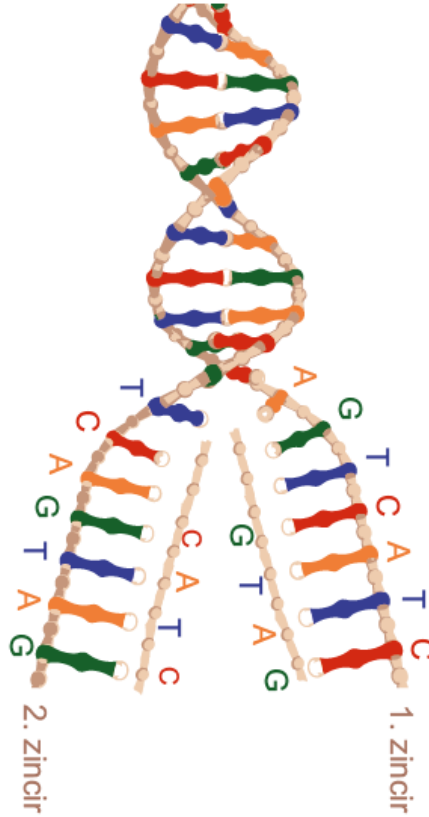


## KeDiGeN

### 9. DNA'NIN KENDİNİ EŞLEMESİ

Canlılar büyürken, gelişirken ve hücreleri yenilenirken yeni hücreler oluşturur. Yeni oluşan hücrelerin görevlerini eksiksiz yerine getirebilmesi için, eski hücrede bulunan genetik bilgilerin aynısını taşıması gerekir. Bu nedenle hücre bölünmesinden önce DNA kendisinin **aynı olan bir kopyasını** oluşturur. Bu olaya **DNA'nın kendini eşlemesi** (DNA replikasyonu) denir.

DNA'nın kendini eşlemesi sayesinde oluşan yeni hücreler, ana hücre ile aynı genetik bilgiye sahip olur.



### DNA Neden Kendini Eşler?

Bir hücre bölündüğünde bir hücreden iki yeni hücre oluşur. Eğer DNA kendini eşlemeseydi, oluşan yeni hücrelerden biri DNA alırken diğeri DNA'sız kalırdı. Bu durumda yeni hücreler normal görevlerini yerine getiremezdi.

DNA'nın kendini eşlemesi sayesinde;

- Yeni oluşan hücreler aynı kalıtsal bilgileri taşır.
- Canlının büyümesi ve gelişmesi sağlanır.
- Yaraların onarılması ve doku yenilenmesi gerçekleşir.
- Kalıtsal bilgiler hücreden hücreye eksiksiz aktarılır.

### DNA Kendini Ne Zaman Eşler?

DNA, hücre bölünmesinden önce kendini eşler.

Hücre bölünmesi başlamadan önce DNA'nın bir kopyası hazırlanır. Böylece bölünme tamamlandığında oluşan iki hücrenin her birine bir DNA molekülü aktarılır.

### Bilgi Notu

DNA, her zaman kendini eşlemez. Eşlenme yalnızca hücre bölünmesinden önce gerçekleşir.

### DNA'nın Kendini Eşleme Aşamaları

DNA'nın kendini eşlemesi belirli bir sıra izleyerek gerçekleşir.

#### 1. DNA'nın Zincirleri Birbirinden Ayrılır

Eşlenme başladığında DNA'nın çift sarmal yapısı belirli bir bölgeden açılmaya başlar.

İki zinciri bir arada tutan hidrojen bağları kopar ve zincirler birbirinden ayrılır.

Ancak zincirlerin kendisi parçalanmaz. Sadece organik bazlar arasındaki bağlar ayrılır.

#### 2. Serbest Nükleotidler Zincirlere Bağlanır

Hücre sitoplazmasında bulunan serbest nükleotidler, ayrılan zincirlerin karşısına tamamlayıcı baz eşleşmesi kuralına göre yerleşir.

- Adenin karşısına timin,
- Timinin karşısına adenin,
- Guaninin karşısına sitozin,
- Sitozinin karşısına guanin gelir.

Her eski zincir, yeni oluşacak zincir için **kalıp görevi** yapar.

#### 3. Yeni DNA Molekülleri Oluşur

Serbest nükleotidlerin tamamı yerlerine bağlandıktan sonra iki yeni DNA molekülü oluşur.

Bu yeni DNA moleküllerinin her biri;

- bir eski zincir,
- bir yeni zincir içerir.

Bu nedenle oluşan iki DNA molekülü birbirinin ve başlangıçtaki DNA'nın aynıdır.

### Eşlenme Sonunda DNA Sayısı Nasıl Değişir?

Eşlenme başlamadan önce hücrede **1 DNA molekülü** bulunur.

Eşlenme tamamlandığında DNA sayısı **2'ye çıkar**.

Daha sonra hücre bölündüğünde oluşan iki hücrenin her birinde tekrar **1 DNA molekülü** bulunur.

Bu nedenle DNA sayısı kalıcı olarak artmaz. Artış yalnızca hücre bölünmesi öncesinde gerçekleşir.

### Eşlenme Sırasında Yapı Sayılarındaki Değişim

DNA eşlenirken yeni zincirlerin oluşabilmesi için hücre sitoplazmasındaki serbest nükleotidler kullanılır.

Bu nedenle;

- Serbest nükleotid sayısı azalır.
- Serbest fosfat sayısı azalır.
- Serbest deoksiriboz şekeri sayısı azalır.
- Serbest organik baz sayısı azalır.

Buna karşılık DNA'nın yapısındaki;

- nükleotid sayısı,
- fosfat sayısı,
- deoksiriboz şekeri sayısı,
- organik baz sayısı

iki katına çıkar.

### Eşlenmede Tamamlayıcı Baz Eşleşmesi

DNA'nın hatasız şekilde eşlenebilmesi için tamamlayıcı baz eşleşmesi kurallarına uyulması gerekir.

Örneğin eski zincirde;

**A - G - T - C - A**

dizilimi varsa, yeni oluşan zincir;

**T - C - A - G - T**

şeklinde oluşur.

Bu sayede yeni DNA molekülleri başlangıçtaki DNA ile aynı genetik bilgiye sahip olur.

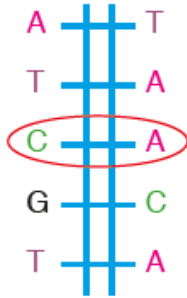
### DNA Kendini Eşleyemezse Ne Olur?

DNA'nın doğru şekilde eşlenememesi durumunda yeni oluşan hücrelerde genetik bilgi eksik veya hatalı olabilir.

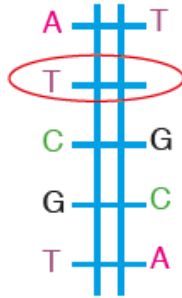
Bu durum hücrenin normal çalışmasını bozabilir ve bazı kalıtsal hastalıkların ortaya çıkmasına neden olabilir.

Bu nedenle DNA'nın doğru ve eksiksiz eşlenmesi canlıların yaşamı için büyük önem taşır

- DNA eşlenirken bazı aksaklıklar görülebilir. Bir nükleotidin karşısına yanlış nükleotid yerleşmesi ya da nükleotid yerleşmemesi gibi hatalar onarılabilir. Ancak DNA ipliğinin her iki tarafında nükleotid olmaması gibi hatalar onarılamaz.



Yanlış eşleşme



Eksik nükleotid



İki iplikte karşılıklı  
eksik nükleotid