



## bölüm 1

### KALITIMIN GENEL İLKELERİ

#### Kalıtsal Kavramlar ve Gamet Bulma

### Kalıtım

#### Kalıtımla İlgili Kavramlar

**Karakter:** Canlılarda bulunan her bir özelliğe denir.

**Örn:** Kan grubu, göz rengi, saç rengi

**Gen:** Bir karakterin oluşumundan sorumlu, ortalama 1000 - 1500 nükleotitten oluşan DNA bölümü.

**Örn:** Göz rengi geni, saç rengi geni

**Allel Gen:** Biri anneden diğeri babadan gelen aynı karakter oluşumundan sorumlu genlerdir.

**Örn:** Koyu renk ten geni (A), açık ten geni (a)

(Lokasyon)

**Lokus:** Genlerin kromozom üzerindeki konumu.

**Homozigot (arı, saf) Döl:** Anneden ve babadan gelen allel genlerin aynı özellikte olmasıdır. **Örn:** AA, BB, cc, dd.

**Heterozigot (melez = hibrit) Döl:** Bir bireydeki allel genlerin farklı özellikte olmasıdır. **Örn:** Aa, Bb, Cc.

**Dominant (Baskın) Gen:** Etkisini her durumda gösterebilen gen. Büyük harfle gösterilir. **Örn:** A, B, C AA → A Aa → A

**Resesif (Çekinik) Gen:** Sadece homozigot durumda etkisini gösterebilir. Küçük harfle gösterilir. **Örn:** a, b, c aa → a

**Genotip:** Bir bireydeki genlerin tümüdür.

2n canlılarda iki harfle → Aa gösterilir.

n canlılarda tek harfle → a

(2n) Kraliçe arı → Aa (n) Erkek arı → a

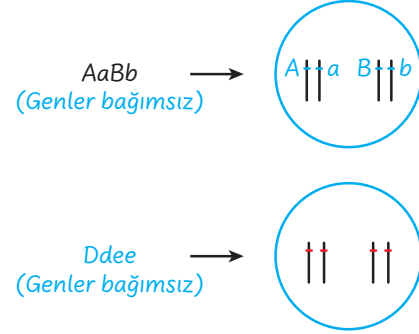
**Fenotip:** Canlıların dış görünüşüdür. Tek harfle gösterilir.

**Örn:**  $\underbrace{Aa}_{\text{Genotip}} \rightarrow \underline{A}$   $\underbrace{aa}_{\text{Genotip}} \rightarrow \underline{a}$

$\underbrace{AaBbccDd}_{\text{Genotip}} \rightarrow \text{Fenotip}$

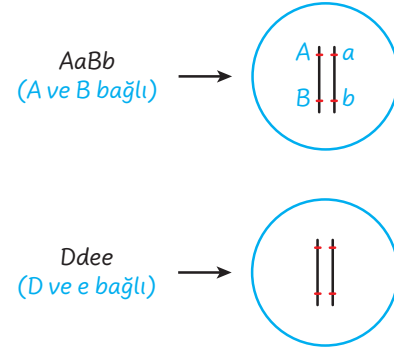
$\underbrace{aabbCc}_{\text{Genotip}} \rightarrow \text{Fenotip}$

**Bağımsız gen:** Allel genler ayrı kromozom üzerindedir.

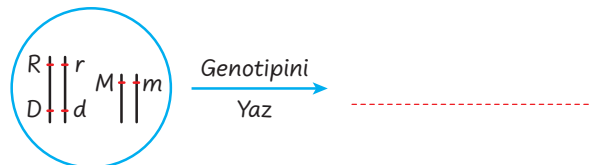
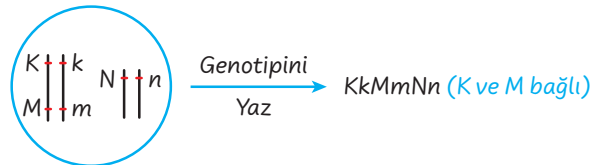
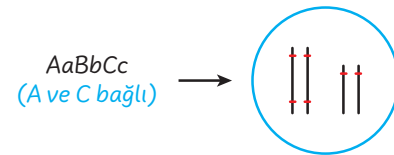


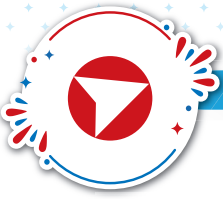
**Bağlı gen:** Farklı aleller, aynı kromozom üzerindedir.

**Örn:**



**Örn:**

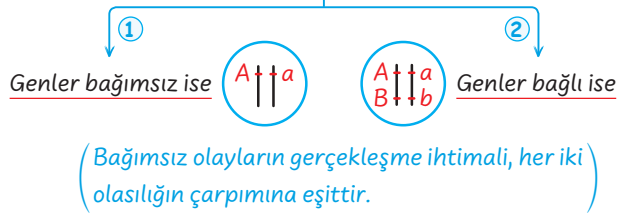




## Kalıtsal Kavramlar ve Gamet Bulma

## Gamet çeşidi bulma

Gametler mayoz bölünme ile oluşturulur.



① **Genler bağımsız ise:** Gamet çeşidi =  $2^n$   
(n = Heterozigot karakter sayısı)

Örn: AaBb genotipli bir birey kaç çeşit gamet oluşturabilir?

AaBb → 2 heterozigot →  $2^2 = 4$  çeşit gamet

DDEe → ... heterozigot →  $2^{\dots} = \dots$  çeşit gamet

kkmm → ... heterozigot →  $2^{\dots} = \dots$  çeşit gamet

Örn: KKLLMmNn genotipli bir bireyin KLMn gametini oluşturma olasılığı?

KK LL Mm Nn  
↓ ↓ ↓ ↓  
K L M n  
1. 1. 1/2. 1/2 = 1/4

Örn: aabbccdd genotipli bir bireyin abcd gametini oluşturma olasılığı?

aa bb cc dd  
↓ ↓ ↓ ↓  
a b c d  
1. 1. 1. 1. = 1

Örn: DdEEff genotipli bir bireyin Def gametini oluşturma olasılığı?

Dd EE ff  
↓ ↓ ↓  
..... = .....

## ② Genler bağlı ise

Krossing over  
varsa

Krossing over  
yoksa

**Krossing over varsa** : Bağımsız genlerde olduğu gibi  $2^n$  kullanılır.

Örn:

AaBb  
(A ve B bağlı)  
(Krossing over varsa) →  $2^2 = 4$  çeşit gamet

KKLLMmNn  
(K, L, M, N bağlı)  
(Krossing over varsa) → Kaç çeşit gamet

KKLLMmNnPPRR  
(K, L, M, N ve P, R bağlı)  
(Krossing over varsa) → Kaç çeşit gamet

**Krossing over yoksa** : Genler krossing over ile yer değiştirmedikleri için çeşitlilik artmaz.

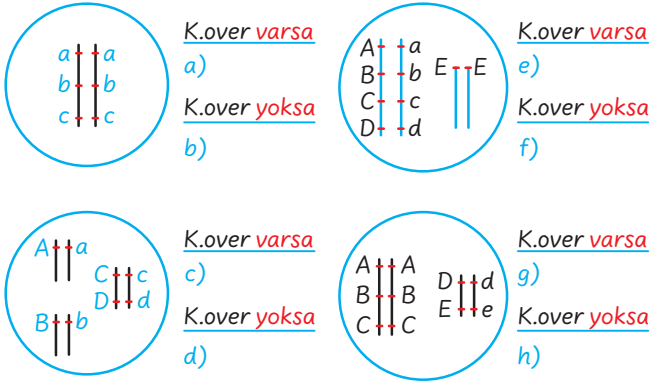
Örn:

AaBb  
(A ve B bağlı)  
(Krossing over yoksa) → 2 çeşit gamet oluşur

KKLLMmNn  
(K, L, m, n bağlı)  
(Krossing over yoksa) → Kaç çeşit gamet ?

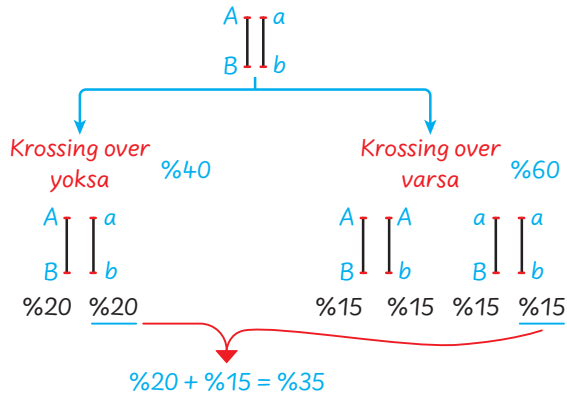


Örn:



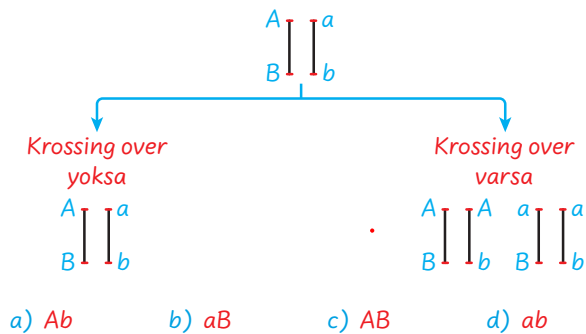
Örn:

Genler bağlı ve crossing over yüzdesi verildiğinde AaBb genotipli bir bireyde ab gametinin oluşma olasılığı kaçtır?  
(A ve B bağlı, crossing over oranı %60)



Örn: AaBb genotipli bir bireyde;

a) Ab b) aB c) AB d) ab gametlerinin oluşma olasılığı kaçtır? (A ve B bağlı, crossing over oranı %40)





## KALITIMIN GENEL İLKELERİ

### Mendel Kuralları ve Çaprazlamalar

### Mendel Genetiği

Kalıtımın temellerini Gregor Mendel atmıştır. Mendel'in bezelyelerle çalışmasının nedenleri;

- ✓ Kolay yetiştirilmesi
- ✓ Kısa sürede döl vermesi
- ✓ Hermafrodit yapıda çiçeklerinin olması (kendi kendine tozlaşabilen)
- ✓ Bir yapı ve organla ilgili birden fazla karakter taşıması (Sarı, yeşil bezelye düzgün, buruşuk tohum)



### Mendel Yasaları

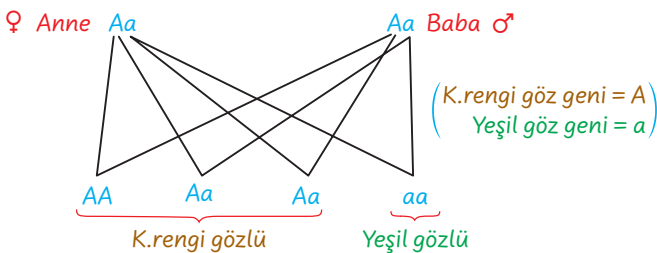
- ✓ Karakterlerin yeni nesillere aktarılmasını sağlayan kalıtsal birimler (Gen) vardır.
- ✓ Bireyler gamet oluştururken alel genler birbirinden ayrılır.



- ✓ Döllenme ile alel genler tekrar bir araya gelir.



- ✓ Genler farklı kromozom üzerindedir. (Bağımsız genler) ve hangi alelin hangi gamete gideceği bağımsızdır. (Bağımsız dağılım yasası)
- ✓ Anne ve babada görülmeyen bir karakter çocuklarda ortaya çıkabilir. (Gizli kalma yasası)



### BİLGİ

Mendel'in çalışma yapmadığı konular;

- ✓ Bağlı genler
- ✓ Mayoz
- ✓ Eksik baskınlık
- ✓ Çok alelli kalıtım
- ✓ Eş baskınlık
- ✓ Eşeye (cinsiyete) bağlı kalıtım

### Çaprazlamalar

AA → Homozigot baskın

Aa → Heterozigot

aa → Homozigot çekinik

### BİLGİ

İki karakter bakımından heterozigot → AaBb  
genotipli canlı

Üç karakter bakımından heterozigot,  
iki karakter bakımından homozigot,  
genotipli canlı → .....

Tek karakter bakımından homozigot,  
iki karakter bakımından heterozigot,  
genotipli canlı → .....

### BİLGİ

P: (Parents) Ebeveyn

F<sub>2</sub>: 2. Nesil

F<sub>1</sub>: Filial = Oğul = Nesil

G: Gametler

### BİLGİ

#### Monohibrit Çaprazlama

|                     | AA x AA     | AA x aa     | Aa x Aa        |
|---------------------|-------------|-------------|----------------|
|                     | AA AA AA AA | Aa Aa Aa Aa | AA Aa Aa aa    |
| kaç çeşit genotip : | 1 (AA)      | 1 (Aa)      | 3 (AA, Aa, aa) |
| kaç çeşit fenotip : | 1 (A)       | 1 (A)       | 2 (A, a)       |





## Mendel Kuralları ve Çaprazlamalar

Örn:

$Aa \times aa$

$$aa \times aa$$

kaç çeşit genotip: .....

kaç çeşit fenotip: .....

Örn: Heterozigot kahverengi gözlü bir baba ile yeşil gözlü bir annenin doğacak çocuklarının yeşil gözlü olma olasılığı kaçtır? (Kahverengi göz geni, yeşil göz genine baskındır.)

 **BİLGİ**

Kendileştirme  $\longrightarrow$  Kendi ile çaprazlama

$AaBbCcDDEe$   $\xrightarrow{\text{kendileştir!}}$  .....

Örn: Heterozigot sarı renkli iki bezelyenin çaprazlanması sonucu;

(Sarı renk geni: S, Yeşil renk geni: s)

a) oluşacak genotip oranı?

b) oluşacak fenotip oranı?

P: ♀ Ss x Ss ♂

$F_1$ :  $\underbrace{SS}_{\%25} \underbrace{Ss}_{\%50} \underbrace{ss}_{\%25}$   
 $\underbrace{\hspace{1.5cm}}_{\%75}$   $\underbrace{\hspace{1.5cm}}_{\%25}$   
 sarı yeşil

Genotip oranı: 1 : 2 : 1

Homozigot baskın      Heterozigot      Homozigot çekinik

Fenotip oranı:  $\frac{3}{\text{Baskın}} : \frac{1}{\text{Çekinik}}$

## Dihibrit Çaprazlama

Örn: ♀ DdEe x DdEe ♂ (Genler bağımsız)

D ve E karakterini ayrı ayrı çaprazla!

$$Dd \times Dd$$
 $Ee \times Ee$ 

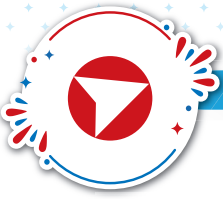
- a)  $DdEe$  genotipli birey oluşma olasılığı:
- b)  $ddEe$  genotipli kız birey oluşma olasılığı:
- c)  $ddEe$  genotipli birey oluşma olasılığı:
- d)  $DE$  fenotipli birey oluşma olasılığı:
- e)  $De$  fenotipli birey oluşma olasılığı:
- f)  $dE$  fenotipli birey oluşma olasılığı:
- g)  $de$  fenotipli birey oluşma olasılığı:
- h) oluşacak genotip ve fenotip çeşidi:

## Polihibrit Çaprazlama

Örn:  $AaBbCcdd \times AabbCcDd$  (Genler bağımsız)

Her karakteri ayrı ayrı çaprazla!

- a)  $AaBbCcdd$  genotipli birey oluşma olasılığı:
- b)  $AabbCcDd$  genotipli kız birey oluşma olasılığı:
- c)  $aabbccDD$  genotipli birey oluşma olasılığı:
- d)  $AbCd$  fenotipli birey oluşma olasılığı:
- e)  $ABCD$  fenotipli birey oluşma olasılığı:
- f)  $abcd$  fenotipli birey oluşma olasılığı:
- g)  $AbCd$  fenotipli birey oluşma olasılığı:
- h) oluşacak genotip ve fenotip çeşidi:



## Mendel Kuralları ve Çaprazlamalar

**Kontrol (Geri) Çaprazlama**

Genotipi bilinmeyen (**baskın fenotipli**) bir bireyin genotipinin belirlenebilmesi için, homozigot çekinik bir bireyle çaprazlanmasdır.

Örn:  $\begin{array}{cc} \text{X bireyi} & \text{Y bireyi} \\ A\_ \times aa & A\_ \times aa \\ Aa Aa Aa Aa & Aa Aa aa aa \\ \text{ise} & \text{ise} \\ \text{X bireyi} \rightarrow \dots\dots\dots & \text{Y bireyi} \rightarrow \dots\dots\dots \end{array}$

-----

Örn: ABC fenotipli bir bireyin **kontrol çaprazlaması** sonucu;

I- AABbCc      II- aaBbcc      III- AaBbcc

genotipli bireylerden hangileri oluşabilir?

-----

Örn: SMH fenotipli bir bireyin genotipinin belirlenmesi için hangi bireyle çaprazlanmalıdır?

-----



## bölüm 3

### KALITIMIN GENEL İLKELERİ Eş Baskınlık ve Çok Alellilik

#### Eş Baskınlık (Kodominantlık)

Alel genlerin ikisi de fenotipte eşit derecede etki gösterir.

İnsanda MN kan grubunda  $M = N$

İnsanda ABO kan grubunda  $A = B$

Örn: P:  $MM \times NN$

$F_1$ :  $\underbrace{MN \ MN \ MN \ MN}_{\%100 \ MN}$

$MN \times MN$

$F_2$ :  $\underbrace{MM}_{\%25} \ \underbrace{MN}_{\%50} \ \underbrace{MN}_{\%25} \ \underbrace{NN}_{\%25}$

Genotip oranı:  $\frac{1}{MM} : \frac{2}{MN} : \frac{1}{NN}$

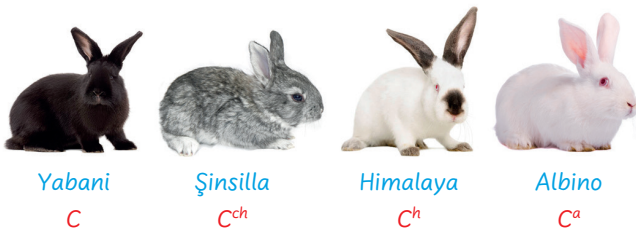
Fenotip oranı:  $\frac{1}{M} : \frac{2}{MN} : \frac{1}{N}$

Eş baskınlıkta genotip ve fenotip oranı eşittir.

#### Çok Alellilik

Bir karakterin oluşumunda ikiden fazla alelin etkili olmasıdır.

Örn: Tavşanlarda kürk rengi, insanda kan grubu oluşumunda çok alel etkilidir.



Baskınlık derecesine göre

Yabani  $C$  > Şinsilla  $C^{ch}$  > Himalaya  $C^h$  > Albino  $C^a$

Oluşacak genotip çeşidi sayısı:  $\frac{n \cdot (n+1)}{2}$  (n: alel gen sayısı)

Oluşacak fenotip : alel gen :  $\frac{\text{sayısı}}{\text{sayısı}} + \left( \begin{array}{l} \text{eğer eşbaskınlık} \\ \text{varsa +1 ekle!} \end{array} \right)$

Örn: Bir karakter oluşumunu sağlayan 5 alel arasındaki baskınlık derecesi

$$a_1 > a_2 > a_3 > a_4 > a_5$$

ise bu karakterle ilgili kaç çeşit genotip ve fenotip oluşur?

a) ..... b) .....

Örn: İnsanda kan grubu oluşumunda 3 alel bulunur. A ile B arasında eşbaskınlık görülürken A ve B, O'a tam baskındır.

Buna göre kaç çeşit genotip ve fenotip oluşur?

$$(A = B > O)$$

genotip ..... fenotip .....

Örn: Bir karakter oluşumunu sağlayan 5 alel arasındaki baskınlık derecesi

$$a_1 > a_2 > a_3 = a_4 > a_5$$

ise bu karakterle ilgili kaç çeşit genotip ve fenotip oluşur?

genotip ..... fenotip .....



## Eş Baskınlık ve Çok Alellilik

## Kan Grupları



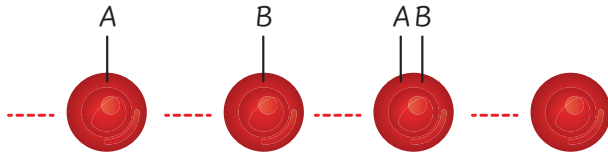
## ABO Sistemi

Antijen → Kan grubunu belirleyen protein.

(Alyuvar zarında bulunur.)

Antikor → Savunma proteini. (Kan plazmasında bulunur.)

Antijen + Antikor → Çökme (pıhtılaşma) (aglutinasyon)



Antikor:

--çaprazla--

Örn: AO x BO

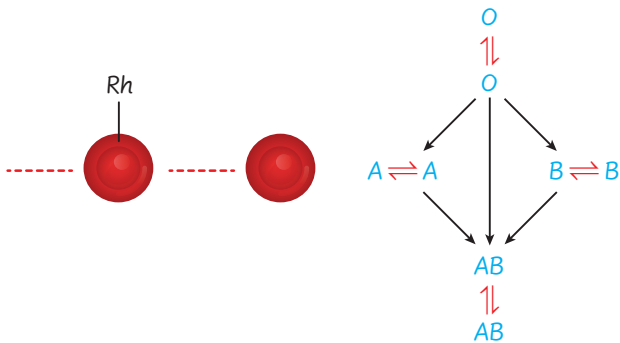
AB x OO

BO x AB

## Rh Sistemi

İlk olarak Rhesus maymununda keşfedilmiştir.

$(R > r)$  Rh<sup>+</sup> geni → R  
Rh<sup>-</sup> geni → r



Antikor:

## Kan Uyuşmazlığı (Eritroblastosis Fetalis)

✓ Anne, Baba ise görülebilir.

Rh (-) Rh (+)

✓ Anne, çocuk → Görülmez. Anne, çocuk → Görülür.

Rh (-) Rh (-)

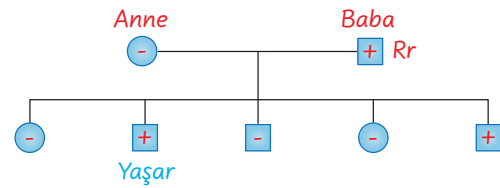
Rh (-) Rh (+)

Çocuk ölü veya sakat doğabilir.

İlk Rh (+) çocuk genelde sağlıklı olur. (Çökme az)

İkinci Rh (+) çocukta kan uyuşmazlığı görülür.

Örn:



## Kan Tahlilleri

Antijen + Antikor → Çökme (pıhtılaşma)

| Anti - A | Anti - B | Anti - D |
|----------|----------|----------|
|          |          |          |
|          |          |          |
|          |          |          |
|          |          |          |

Çökme yok

Çökme var

| Anti - A | Anti - B | Anti - D |
|----------|----------|----------|
|          |          |          |
|          |          |          |
|          |          |          |
|          |          |          |

Çökme yok

Çökme var

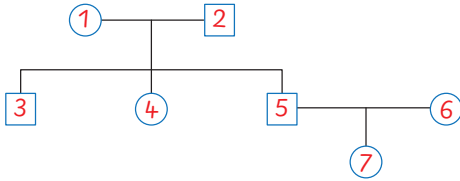


Örn:

♀  $AORr$       ♂  $BORr$

- $AORr$  genotipli birey oluşma olasılığı:
- $OORr$  genotipli birey oluşma olasılığı:
- $BRh+$  fenotipli birey oluşma olasılığı:
- oluşacak genotip ve fenotip çeşidi:

## Örnek

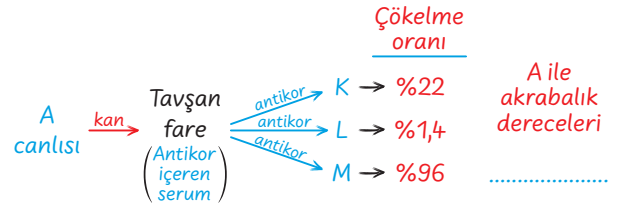
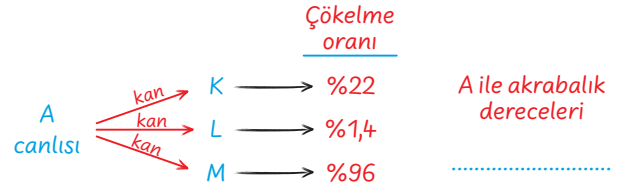


Hangi ikisi arasında akrabalık yoktur?

- A) 1 ve 3      B) 3 ve 4      C) 1 ve 7  
D) 2 ve 6      E) 4 ve 5

## BİLGİ

Bir bireyden alınan kan, farklı canlılardan alınan kanlarla karıştırıldığında çökelme oranlarına bakılarak akrabalık dereceleri kıyaslanabilir.



## MN Sistemi (M = N eşbaskın)

P:  $MN \times MN$ 

$F_1$ :  $\underbrace{MM}_{\%25} \quad \underbrace{MN}_{\%50} \quad \underbrace{NN}_{\%25}$

- ❗ MN kan grubunda antikor oluşmadığı için kan alışverişlerinde dikkate alınmaz.
- ❗ Bazı hastalıklar ve adli olaylarda dikkate alınır.

## Örnek

Kan grubu  $ABRh(+)$  bir erkek ile  $BRh(+)$  olan bir kadının, normal olarak aşağıda genotipleri verilen çocuklardan hangisine sahip olma olasılığı yoktur?

- A)  $AArr$       B)  $AORr$       C)  $BBRR$   
D)  $BOrr$       E)  $ABRr$