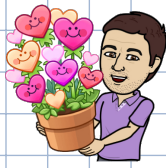


Kalıtım



Kalıtımla ilgili 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 renk 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.

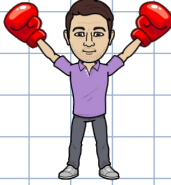
Örn: Aa, Bb, Cc

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 gösterilir.

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

Fenotip : Canlının dış görünüşüdür.

Tek harfle gösterilir.

Örn: Aa → A aa → a

Genotip

Genotip

AaBbccDd →

Genotip

Fenotip

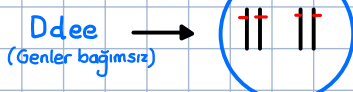
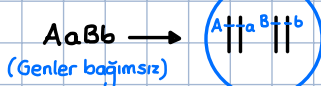
aabbCc →

Genotip

Fenotip



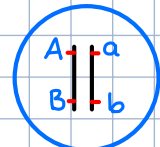
Bağımsız gen : Allel genler ayrı kromozom üzerindedir.



Bağılı gen : Farklı aleller, aynı kromozom üzerindedir.

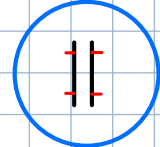
Örn: AaBb

(A ve B bağılı)



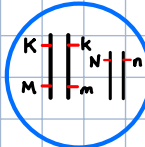
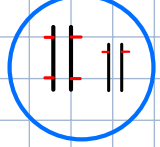
Ddee

(D ve e bağılı)



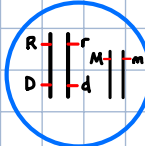
Örn: AaBbCc

(A ve C bağılı)



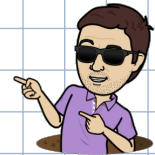
Genotipini yaz

KkMmNn (K ve M bağılı)

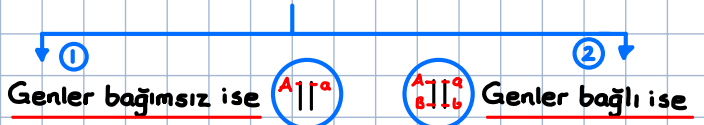


Genotipini yaz

Gamet çeşiti bulma



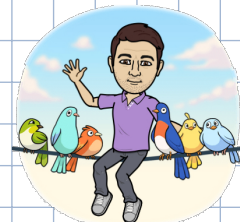
Gametler mayoz bölünme ile oluşturulur.



(Bağımsız olayların gerçekleşme ihtimali, her iki olasılığın çarpımına eşittir.)

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

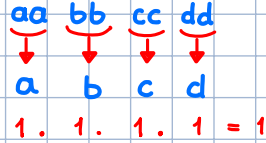
Örn: AaBb genotipli bir birey kaç çeşit gamet oluşturabilir?



Örn: KKLLMmNn genotipli bir bireyin
KLMn gametini oluşturma olasılığı?



Örn: aabbccdd genotipli bir bireyin
abcd gametini oluşturma olasılığı?



Örn: DdEEff genotipli bir bireyin
Def gametini oluşturma olasılığı?



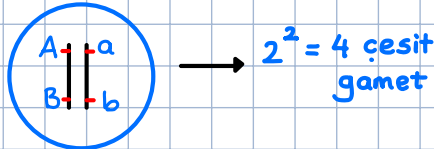
② Genler bağılı ise

Krossing over
varsa

Krossing over
Yoksa

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

Örn: AaBb
(AveB bağılı)
(krossing over
varsa)



KKLLMmNn
(K,L,M,N bağılı)
(krossing over
varsa)



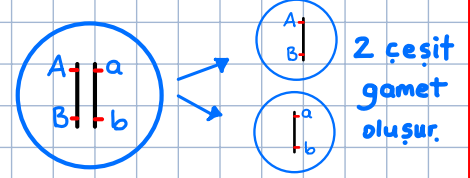
KKLLMmNnPPRR
(K,L,M,N ve P,R bağılı)
(krossing over
varsa)



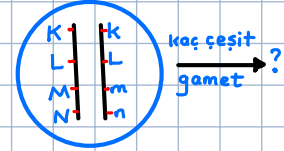
Krossing over : Genler krossing over ile
Yoksa yer değiştirmedikleri için
çeşitlilik artmaz.



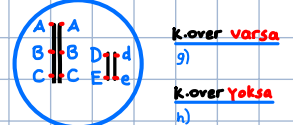
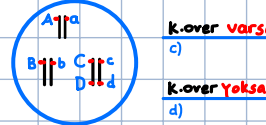
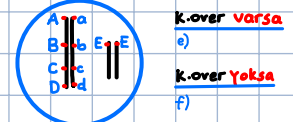
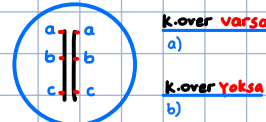
Örn: AaBb
(AveB bağılı)
(krossing over
yoksa)



KKLLMmNn
(K,L,M,N bağılı)
(krossing over
yoksa)

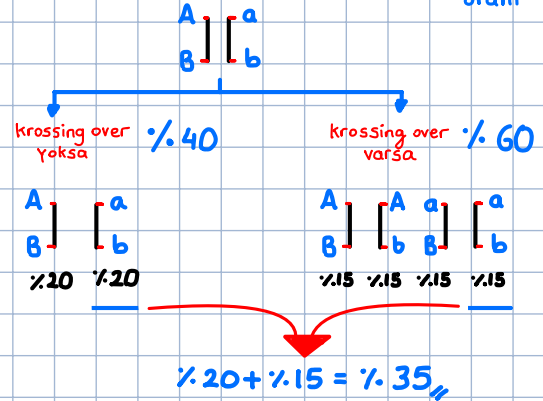


Örn:



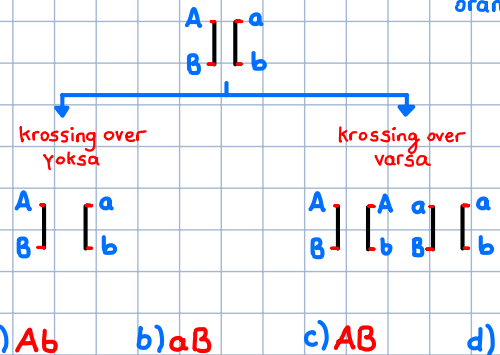
★ Genler bağılı ve krossing over yüzdesi verildiğinde

AaBb genotipli bir bireyde ab gametinin
oluşma olasılığı kaçtır? (AveB bağılı, krossing over oranı %60)



AaBb genotipli bir bireyde;

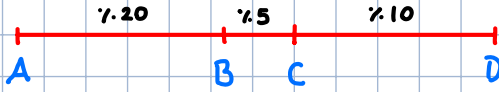
a) Ab b) aB c) AB d) ab gametlerinin
oluşma olasılığı kaçtır? (AveB bağılı, krossing over oranı %40)



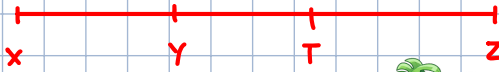
- ★ Bağlı genlerin birbirinden ne kadar uzaksa crossing over ile ayrılma olasılığı o kadar artar. Crossing over oranları ile kromozom haritaları çıkarılabilir.

Örn: A-D : %35 B-D : %15 A-C : %25

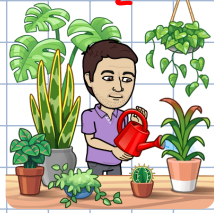
Kromozom haritasını çıkarınız.



Örn: Kromozom haritasını çıkar. X-T : %40
X-Y : %20 Z-T : %30 Y-Z : %50 Y-T : %20



Mendel Genetiği



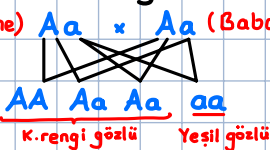
Kalıtımın temellerini Gregor Mendel atmıştır.

Mendel'in bezelyelerle çalışmasının nedenleri;

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

Mendel yasaları

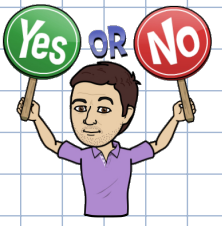
- Karakterlerin yeni nesillere aktarılmasını sağlayan kalıtsal birimler (Gen) vardır.
- Bireyler gamet oluştururken alel genler birbirinden ayrılır. (Aa) → (A) (Ayrılma yasası)
- Döllenme ile alel genler tekrar bir araya gelir. (A) → (Aa) (Birleşme yasası)
- Genler farklı kromozom üzerindedir (Bağımsız genler) ve hangi alelin hangi gamete gideceği bağımsızdır. (Bağımsız dağılım yasası)
- Anne ve babada görülmeyen bir karakter çocuklarda ortaya çıkabilir. (Gizli kalma yasası)



(K.rengi göz geni = A)
(Yeşil göz geni = a)

- ★ Mendel'in çalışma yapmadığı konular;

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



Çaprazlamalar

- AA → Homozigot baskın
- Aa → Heterozigot
- aa → Homozigot çekinik

- ★ İki karakter bakımından heterozigot genotipli canlı → AaBb
- ★ Üç karakter bakımından heterozigot, iki karakter bakımından homozigot, genotipli canlı →
- ★ Tek karakter bakımından homozigot, iki karakter bakımından heterozigot, genotipli canlı →

★ P: (Parents) Ebeveyn

F₂: 2. Nesil

F₁: Filial = Oğul = Nesil

G: Gametler

Monohibrit çaprazlama

★ AA x AA	AA x aa	Aa x Aa
AA AA AA AA	Aa Aa Aa Aa	AA Aa Aa aa
kac çeşit genotip: 1 (AA)	1 (Aa)	3 (AA, Aa, aa)
kac çeşit fenotip: 1 (A)	1 (A)	2 (A, a)

Aa x aa

aa x aa

kac çeşit genotip: -----

kac çeşit fenotip: -----

Örn: Heterozigot k.rengi gözlü bir baba ile yeşil gözlü bir annenin doğacak çocuklarının yeşil gözlü olma olasılığı kaçtır?

(Kahverengi göz geni yeşil göz genine baskındır)

Çözüm:

★ Kendileştirme → Kendi ile çaprazlama

AaBb CcDDEe 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 ♂

F₁ : $\frac{SS}{\%25}$ $\frac{Ss}{\%50}$ $\frac{ss}{\%25}$
%75 Sarı %25 Yeşil

Genotip : 1 : 2 : 1
orani Homozigot baskın Heterozigot Homozigot çekinik

Fenotip : 3 : 1
orani Baskın çekinik

Dihibrit çaprazlama

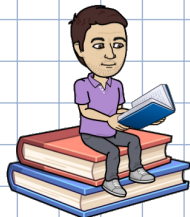
Örn: ♀ DdEe x DdEe ♂ (Genler bağımsız)

D ve E karakterini ayrı ayrı çaprazla!

Dd x Dd

Ee x 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 çeşiti :



Polihibrit çaprazlama

♀ ♂
Örn: AaBbCcdd x Aa bbCcDd (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) aabbccdd genotipli 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 çeşiti :

Kontrol (Geri) çaprazlama

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

X bireyi

Y bireyi

Örn: A₋ x aa

A₋ x aa

Aa Aa Aa Aa
ise

Aa Aa aa aa
ise

X bireyi →

Y bireyi →

Örn: ABC fenotipli bir bireyin kontrol çaprazlaması sonucu;
I - AABbCc II - aaBbcc III - AaBbcc
genotipli bireylerden hangileri oluşabilir?

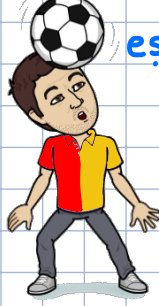
Örn: SMH fenotipli bir bireyin genotipinin belirlenebilmesi için hangi bireyle çaprazlanmalıdır?



eksik
baskın
(Sarı kırmızı)



eş baskın
(Sarı kırmızı)



Eksik Baskınlık

Allel genlerin birbirine tam baskınlık kuramadığı durumlarda ortaya çıkar. Heterozigot bireylerde farklı bir fenotip oluşur.

Aşlanağzı, akşam sefası, endülüs tavuklarında görülür.

Örn: Akşamsefası

K → Kırmızı renk geni
B → Beyaz renk geni

P: KK × BB

F₁: KB KB KB KB
%100 pembe

kaç genotip → 1 → KB
kaç fenotip → 1 → pembe

F₁: KB × KB

F₂: KK KB KB BB
%25 %50 %25

kaç genotip → 3 → KK, KB, BB
kaç fenotip → 3 → K, B, KB

Genotip : 1 : 2 : 1
orani KK KB BB

Fenotip : 1 : 2 : 1
orani K KB B

Örn: KK × KB

KB × BB

çaprazla!

Eş Baskınlık (Kodominantlık)

Allel genlerin ikisi de fenotipte eşit derecede etki gösterir.

İnsanda MN kan grubunda M = N

İnsanda ABO kan grubunda A = B

Örn:

P: MM × NN

F₁: MN MN MN MN
%100 MN

MN × MN

F₂: MM MN MN NN
%25 %50 %25

Genotip : 1 : 2 : 1
orani MM MN NN

Fenotip : 1 : 2 : 1
orani M MN N



Eğer genotip ve fenotip oranı eşitse eksik baskınlık veya eşbaskınlık görülür.

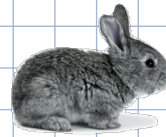
Çok Alellilik

Bir karakterin oluşumunda ikiden fazla alelin etkili olmasıdır.

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



Yabani
C



Şinsilla
C^{ch}



Himalaya
C^h



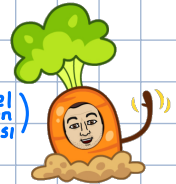
Albino
C^a

Baskınlık derecesine göre

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

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

Oluşacak fenotip : alel gen sayısı + (eksik veya eşbaskınlık varsa +1 ekle!)



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'ya tam baskındır. Buna göre kaç çeşit genotip ve fenotip oluşur?

($A = B > O$)

genotip fenotip

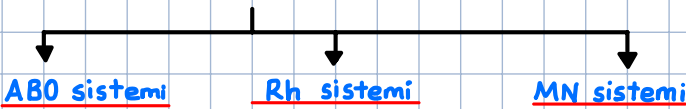
Örn: Bir karakter oluşumunu sağlayan 5 alel arasındaki baskınlık derecesi

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

bu karakterle ilgili kaç çeşit genotip ve fenotip oluşur?

genotip fenotip

Kan grupları

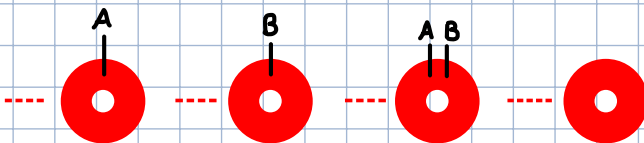


ABO sistemi

Antijen → Kan grubunu belirleyen protein.
(Alyuvar zarında bulunur.)

Antikor → Savunma proteini. (Kan plazmasında bulunur.)

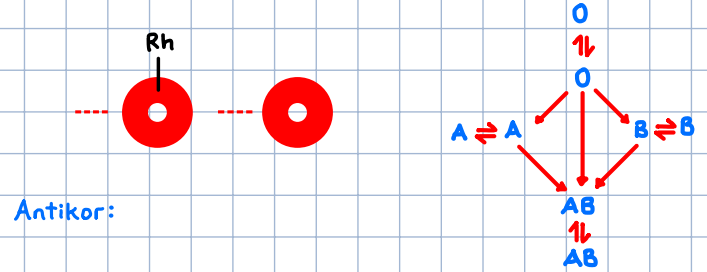
Antijen + Antikor → Çökeltme (pıhtılaşma)
(aglutinasyon)



Antikor:

Örn: $AO \times BO$ $AB \times OO$ $BO \times AB$

Rh sistemi → ilk olarak Rhesus maymununda keşfedilmiştir. ($R > r$ Rh+ geni → R
Rh- geni → r)



Antikor:

Kan Uyuşmazlığı (Eritroblastosis fetalis)

— Anne, Baba ise görülebilir.

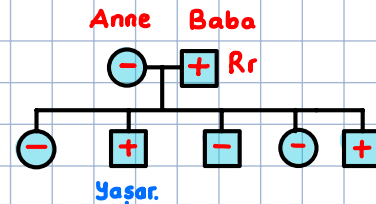
Rh(-) Rh(+)

— Anne, çocuk → Görülmez. Anne, çocuk → Görülür.
Rh(-), Rh(-) Rh(-), Rh(+)

Çocuk ölü veya sakat doğabilir.

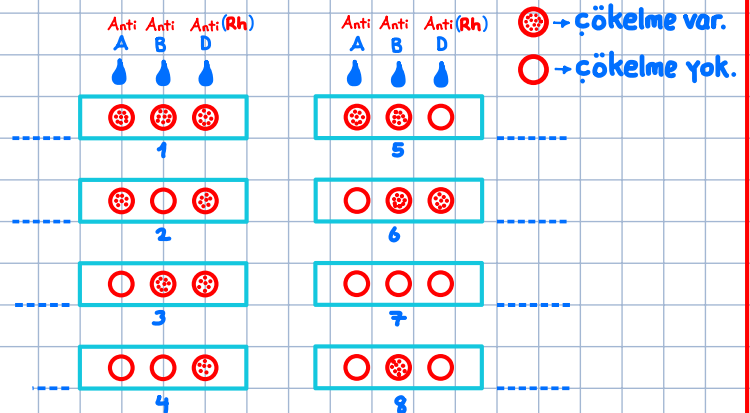
İlk Rh(+) çocuk genelde sağlıklı olur. (Çökeltme az)
İkinci Rh(+) çocukta kan uyuşmazlığı görülür.

Örn:



Kan tahlilleri

Antijen + Antikor → Çökeltme (pıhtılaşma)



Örn: *

♀
AORr

♂
BORr

- a) AORr genotipli birey oluşma olasılığı :
- b) OORr genotipli birey oluşma olasılığı :
- c) B Rh+ fenotipli birey oluşma olasılığı :
- d) oluşacak genotip ve fenotip çeşiti :

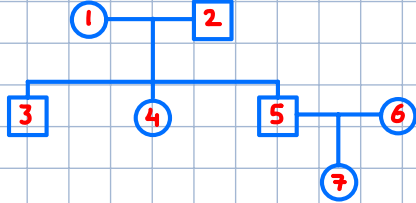
MN sistemi (M=N eşbaskın)

P: MN x MN

F₁: MM MN MN NN
%25 %50 %25

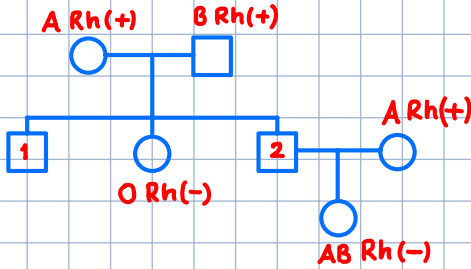
- * MN kan grubunda antikor oluşmadığı için kan alışverişlerinde dikkate alınmaz.
- * Bazı hastalıklar ve adli olaylarda dikkate alınır.

Örn:



Hangi ikisi arasında akrabalık yoktur?

Örn:



- a) 1'in kan grubu genotipi ?
- b) 2'nin kan grubu genotipi ?

Eşeye Bağlı Kalıtım

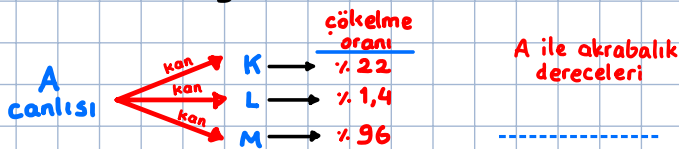
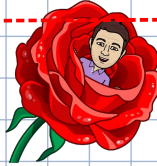
Cinsiyetin belirlenmesinde sadece genler etkili ise;

İnsanda	XX → Dişi	XY → Erkek
Bal arılarında	2n → Dişi arı	n → Erkek arı
Kuşlarda	ZW → Dişi kuş	ZZ → Erkek kuş
Böceklerde	XX → Dişi böcek	XO → Erkek böcek

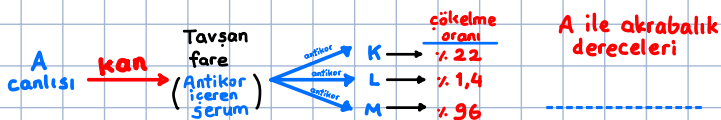
Örn: Hangileri yanlış verilmiştir?

- I - AB Rh(-) kan grubuna sahip bir birey, B Rh(-)'ten kan alamaz.
- II - O Rh(-) bir birey, 3 çeşit antikor üretebilir.
- III - Anne Rh(+), baba Rh(-) olursa kan uyumsuzluğu görülür.
- IV - AB Rh(+) kan gruplu bireylerde iki çeşit antijen bulunur.

- * Bir bireyden alınan kan, farklı canlılardan alınan kanlarla karıştırıldığında çökme oranlarına bakılarak akrabalık dereceleri kıyaslanabilir.

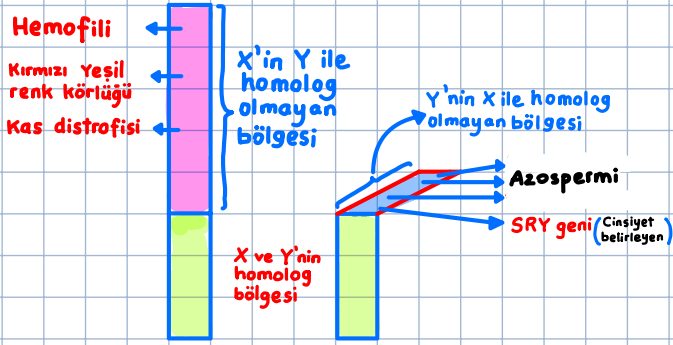


A ile akrabalık dereceleri



A ile akrabalık dereceleri

İnsanda Eşeye (Cinsiyete) Bağlı Kalıtım



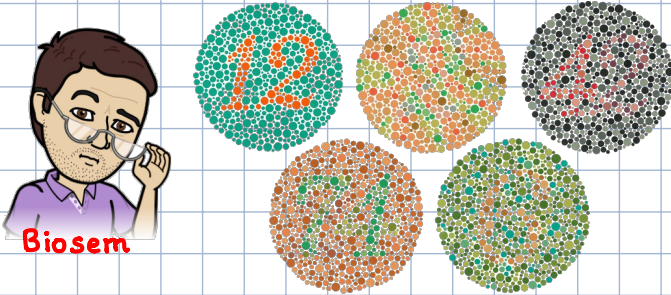
X ve Y'nin homolog bölgesinde taşınan karakterlerin dişi ve erkeklerde görülme olasılıkları eşittir.

Örn: Retinis pigmentosa (Göz hastalığı)
Xeroderma pigmentosum (Cilt hastalığı)
Tam renk körlüğü

X'in Y ile homolog olmayan bölgesinde taşınan hastalıklar = X'e bağlı kalıtım

Renk körlüğü (Daltonizm)

Gözdeki koni reseptörlerinden birkaçı eksiktir.
Kırmızı ve yeşil renkleri ayırt edemezler.

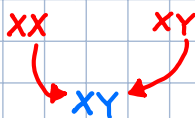


$X^R \rightarrow$ Sağlam gen $>$ $X^r \rightarrow$ Renk körlüğü geni

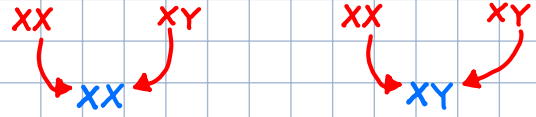
Dişi - $X^R X^R \rightarrow$ Sağlam
 $X^R X^r \rightarrow$ Taşıyıcı
 $X^r X^r \rightarrow$ Renk körü % 33 hasta

Erkek - $X^R Y \rightarrow$ Sağlam
 $X^r Y \rightarrow$ Renk körü % 50 hasta

★ Baba, oğluna her zaman Y verir.
Erkek çocuk, anneden her zaman X alır.



★ Baba kız çocuklarına her zaman X verir.
Anne kız çocuklarına 2 tane X kromozomundan birini verir.



Hemofili (Kanın pıhtılaşmaması)

Hemofili hastalarında kanın pıhtılaşmasını sağlayan proteinlerin eksikliği nedeniyle kesik yerde kanın pıhtılaşmaması hastalığıdır.

$X^H \rightarrow$ Sağlam gen $>$ $X^h \rightarrow$ Hemofili geni

Dişi - $X^H X^H \rightarrow$ Sağlam
 $X^H X^h \rightarrow$ Taşıyıcı
 $X^h X^h \rightarrow$ Hemofili % 33 hasta

Erkek - $X^H Y \rightarrow$ Sağlam
 $X^h Y \rightarrow$ Hemofili % 50 hasta

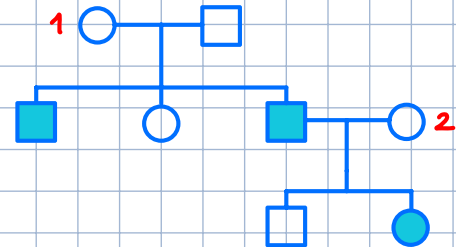
Kas distrofisi Kastaki bir protein eksikliğine bağlı hastalıktır. Genelde genç yaşta ölümle sonuçlanır.

Bozuk dentin Çarpık diş yapısı

Örn: Annesi taşıyıcı, babası normal görüşlü bir erkek çocuğun renk körü olma olasılığı kaçtır?
(Renk körlüğü X'e bağlı çekinik taşınır)

♀ $X^R X^r$ ♂ $X^R Y$
 $X^R X^R$ $X^R Y$ $X^R X^r$ $X^r Y$ % 50 //

Örn:



Taralı bireyler hemofili olduğuna göre 1 ve 2'nin genotipi nedir?

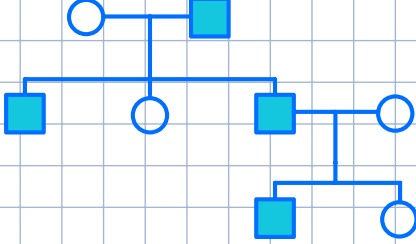
Y'nin X ile homolog olmayan bölgesinde taşınan hastalıklar = Y'ye bağlı kalıtım

Sadece erkeklerde görülür.

Örn: Azoospermi

★ Babada hastalık varsa oğluna da geçer. Baba sağlıklıysa oğlunda görülmez.

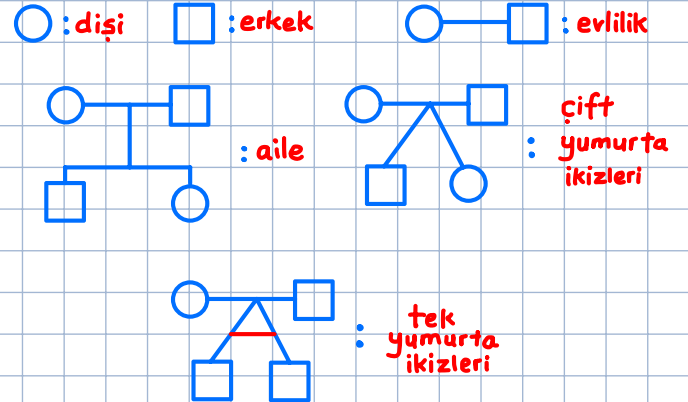
Örn:



★ Somatic hücrelerde mutasyon → Yavrulara aktarılmaz

Üreme hücrelerinde mutasyon → Gelecek nesillere aktarılır.

Soy ağaçları



★ Bir çocukta bulunan genlerden biri anneden, diğeri babadan gelir.

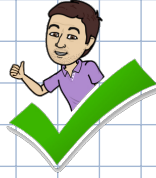
★ Annede veya babada bulunan genlerin biri mutlaka çocuğa aktarılmış olmalıdır.

★ Soyağaçlarında karakterler 5 şekilde kalıtılır.



(Vücut kromozomu üzerinde taşınan)

★ Ototomal karakterler cinsiyete özgü değildir. Yani hem erkeklerde hem dişilerde taşınabilir.

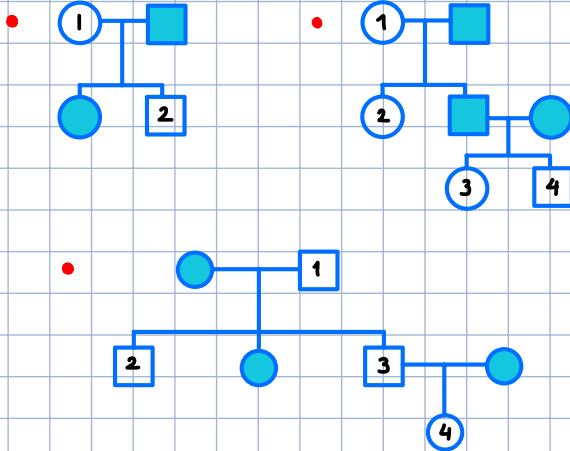


Örn: Ayırık kulak memesı, yapışık kulak memesı
Kıvrık saç, düz saç
Geniş alın açıklığı, dar alın açıklığı

① Ototomal Çekinik (aa) (Düz saç)

Taralı bireyler → aa

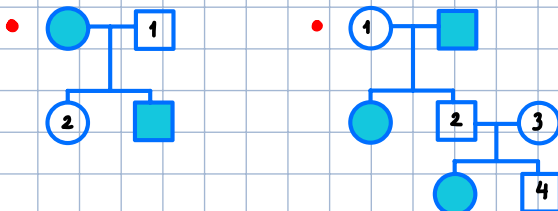
Taralı olmayan bireyler → AA, Aa



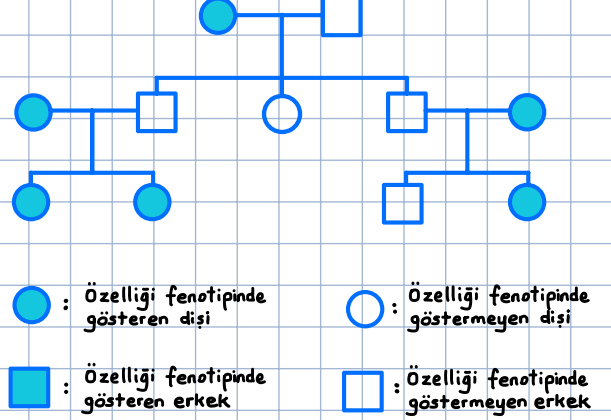
② Ototomal Baskın (A) (Kıvrık saç)

Taralı bireyler → AA, Aa

Taralı olmayan bireyler → aa



Örn:



Yukarıdaki soyağacında taralı bireyler belirli bir özelliği fenotipinde göstermektedir. Buna göre bu özellik ile ilgili;
I - Ototomlarda çekinik olarak taşınır.
II - Ototomlarda baskın olarak taşınır.
ifadelerinden hangileri doğrudur?

③ X'e bağlı çekinik (Hemofili, Renk körlüğü)

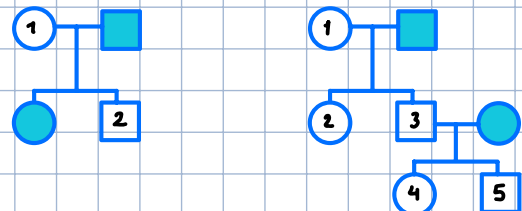
★ ~~A, a~~ → XX, XY kullan!



Gonozomal karakterler X ve Y üzerinde taşındığı için cinsiyete bağlıdır.

Dişi - $X^R X^R$ → Sağlam
 $X^R X^r$ → Taşıyıcı
 $X^r X^r$ → Renk körü Taralı dişi

Erkek - $X^R Y$ → Sağlam
 $X^r Y$ → Renk körü Taralı erkek



④ X'e bağlı baskın (Bozuk dentin) çarpık diş yapısı

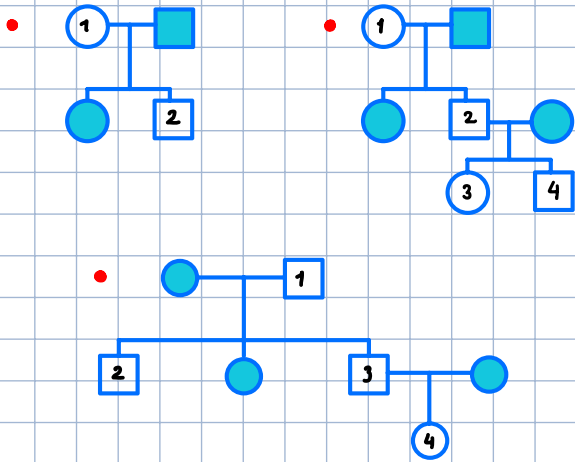
★ ~~A,a~~ → XX,XY kullan!

Gonozomal karakterler X ve Y üzerinde taşındığı için cinsiyete bağlıdır.

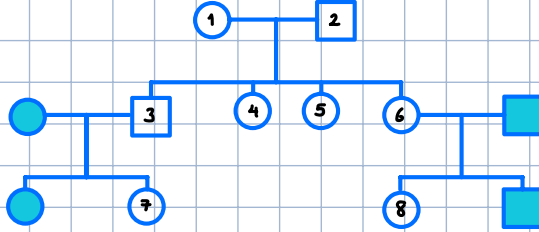
Dişi - $X^R X^R$ → Bozuk dentin
 $X^R X^r$ → Bozuk dentin
 $X^r X^r$ → Normal

Taralı dişi

Erkek - $X^R Y$ → Bozuk dentin Taralı erkek
 $X^r Y$ → Normal



Örn:



● : Özelliği gösteren dişi
 ○ : Özelliği göstermeyen dişi
 ■ : Özelliği gösteren erkek
 □ : Özelliği göstermeyen erkek

Yukarıdaki soyağacında taralı bireyler belirli bir özelliği fenotipinde göstermektedir. Buna göre bu özellik;
 I - X'in Y ile homolog olmayan bölgesinde çekinik,
 II - Otozomlarda çekinik,
 III - Otozomlarda baskın,
 IV - X'in Y ile homolog olmayan bölgesinde baskın
 genlerinden hangileri ile taşıyor olabilir?

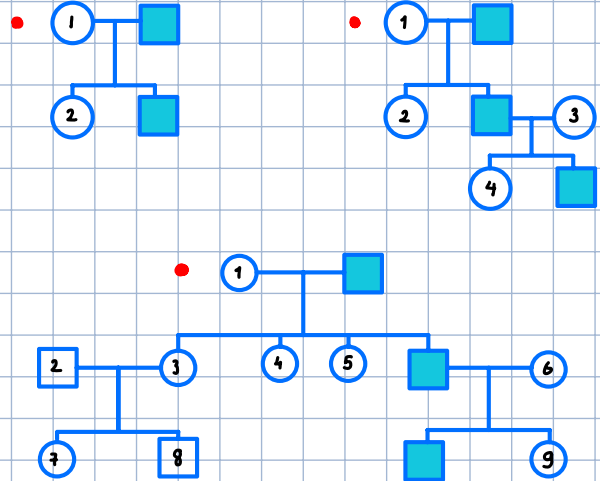
⑤ Y'ye bağlı (Azospermi)

Baskın veya çekinik fark etmeden fenotipte etkisini gösterir.

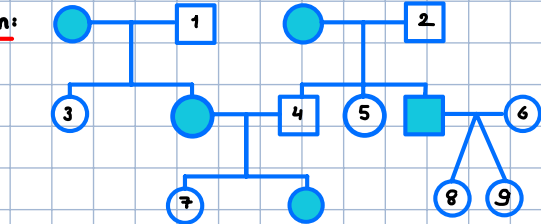
Baba hasta → Erkek çocukları hasta

Baba sağlıklı → Erkek çocukları sağlıklı

XY^R , XY^r → Her durumda fenotipte etkisini gösterir.



Örn:



● : Özelliği gösteren dişi
 ○ : Özelliği göstermeyen dişi
 ■ : Özelliği gösteren erkek
 □ : Özelliği göstermeyen erkek

Yukarıdaki soyağacında taralı bireyler belirli bir özelliği fenotipinde göstermektedir. Buna göre bu özellik;
 I - X'in Y ile homolog olmayan bölgesinde çekinik,
 II - Otozomlarda baskın,
 III - Otozomlarda çekinik,
 IV - X'in Y ile homolog olmayan bölgesinde baskın,
 V - Y'nin X ile homolog olmayan bölgesinde baskın
 genlerinden hangileri ile taşıyor olabilir?

