

BÖLÜM III. GENETİK

Genetik: Kalıtım bilimi

Geleneksel ya da moleküler yöntemler kullanarak ebeveynler ile yavruları arasındaki ya da kalıtım materyali temelinde canlılar arasındaki benzerlik ve farklılıkları, kalıtım materyalinin neden olduğu her türlü metabolik faaliyetin neden ve sonuçlarını inceleyen bilim dalıdır.

Genetiğin içerisinde yer alan bilim dalları:

- Temel Genetik
- Moleküler Genetik
- İnsan Genetiği
- Hayvan Genetiği
- Böcek Genetiği
- Balık Genetiği
- Bitki Genetiği

İnsanlar çevreleriyle ilgilenmeye başladıktan sonra her dölün daima atasına benzediğini gözlemişlerdir. Bir çocuğun bazı tavır ve davranışları, yetenekleri anne ve babasına benzemektedir.

Bir bireyin kendi ata dölüne benzeme eğilimine **soyaçekim (kalıtım)** denir. Yani anne, baba ve yavru arasındaki benzerlik ve farklılıkların nedeni ile bu özelliklerin nesilden nesile geçişini inceleyen bilim dalına genetik denir. Genel olarak bütün türlerde oğul döller temel plan bakımından atalarına benzerler. Bu temel plan kalıtımla dölden dölle iletilir.

Genetik ile ilgili temel kavramlar:

İnsan genetiğini diğer memeli genetiklerinden ayıran özellikler:

- Sosyal, etik ve kültürel değerler
- Jenerasyon uzunluğu

- Döl sayısı az ve genelde tek eşten
- Gündümlü çaprazlama yapılamayışı
- Ortam koşullarının sabit tutulamayışı vb

Klasik genetik:

Sitogenetik ve Mendel Genetiği (Tek genli kalıtım), Multifaktöryel kalıtım

Moleküler Genetik:

DNA, RNA ve proteinler, Gen anlatımı, mutasyon, klonlama (kopyalama), genomiks

Populasyon/Evolüyon Genetiği:

Allel frekansları, insanın evölüsyonu

Genomiks:

Genlerin yapı ve işlevlerinin araştırılması

Gen:

Bir karakteri temsil eden ve bu karakterin yavru döllere aktarılmasını sağlayan DNA parçasına gen adı verilir. Her karakterin geni kromozom üzerinde lokus denen belirli bir yerde bulunur.

Alel Gen:

Bir karakteri temsil eden kromozomların karşılıklı bölgelerinde (lokuslarda) bulunan iki gen çiftine alel gen adı verilir. Alel genler aynı karakter üzerine zıt etki yaparlar. Örneğin; A, a

Çok Alellik:

Aynı karakteri temsil eden ikiden fazla gen bulunmasına çok alellik adı verilir. Homolog Kromozom: Karşılıklı bölgelerinde (lokuslarında) aynı karakteri temsil eden ve biri anadan diğeri babadan gelen iki gen bulunduran kromozomlara homolog kromozom denir.

Genotip:

Bir canlının sahip olduğu genler topluluğuna genotip adı verilir.

Fenotip:

Bir canlının gözle görülebilen tüm özelliklerine fenotip adı verilir. Canlının dış görünüşüdür. Genotip ve çevre etkisiyle meydana gelir.

Homolog Karakter (Arı Döl):

Bir kromozomun karşılıklı bölgelerinde (lokusunda) aynı özellikte iki alel gen bulunması olayına homolog karakter denir. Bu iki alel gen karakter oluşumunda aynı yönde etki ederler. Ana babadan aynı karakterleri almış bireylerdir. Örneğin; AA, bb, cc.

Heterozigot Karakter (Melez Döl):

Bir kromozomun karşılıklı bölgelerinde (lokusunda) farklı özellikte iki alel gen bulunması olayına heterozigot karakter denir. Bu iki alel gen karakter oluşumunda zıt yönde etki ederler. Ana babadan farklı karakterleri almış bireylerdir. Örneğin; Aa, Bb, Cc

Baskın Gen (Dominant):

Bir karakterin oluşumunda etkisini her zaman gösteren gene baskın gen denir. Büyük harfle gösterilir.

Çekinik Gen (Resesif):

Bir karakterin oluşumunda ancak homozigot ise etkisini gösterebilen gene çekinik gen denir. Küçük harfle gösterilir.

Ekivalent=kodominant: Eksik baskınlık.

Alel genler arasında dominantlık resesiflik olmadığına bu alellerin fenotipte kendini belli etme kuv-

veti eşdeğer olur. Yavrular ana ve babadan farklı bir ara karakter gösterir.

Bağımsız Gen:

Bir çift kromozom üzerinde sadece bir alel gen bulunması olayına bağımsız gen denir.

Bağlı Gen:

Bir çift kromozom üzerinde birden fazla alel gen bulunması olayına bağlı gen denir.

Karakter Oluşumu:

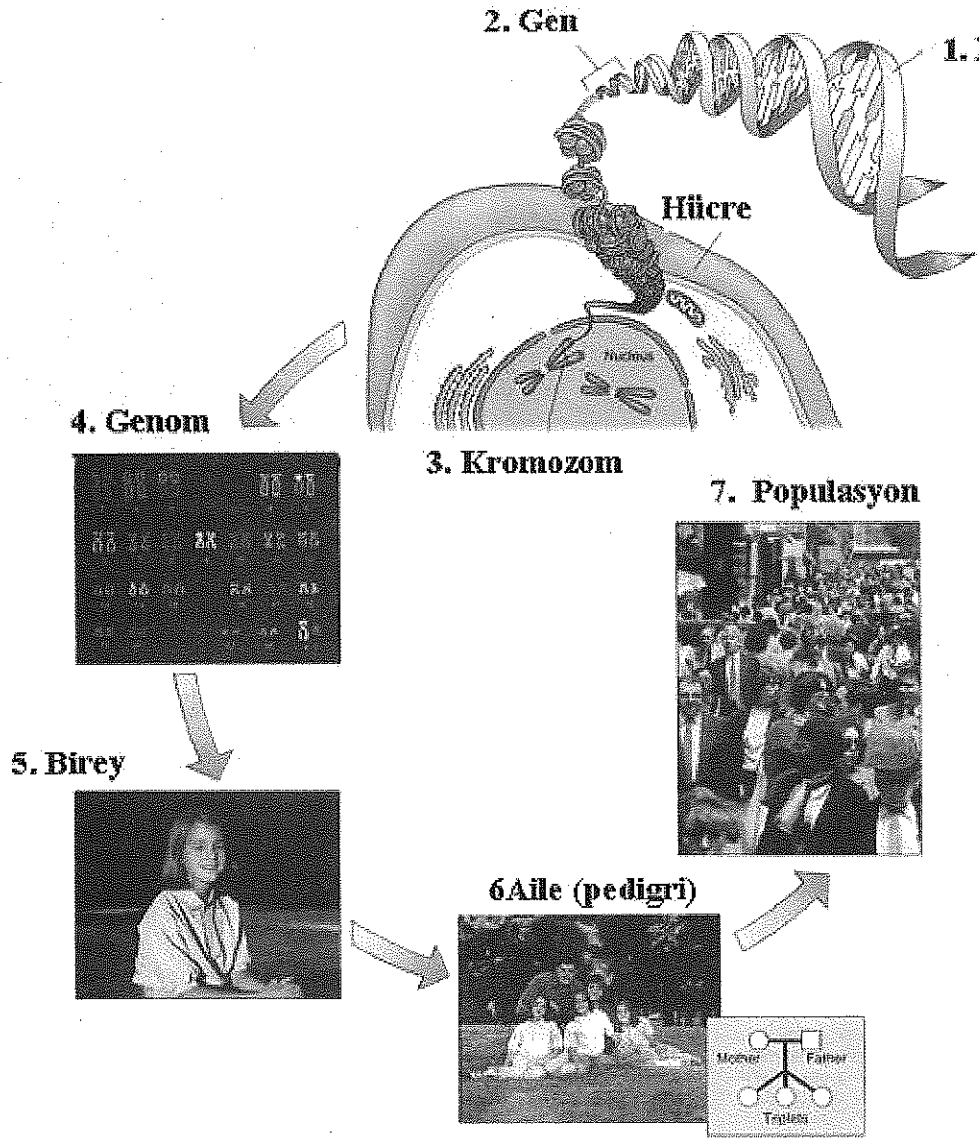
Bir canlının tüm özelliklerine birden "karakter" adı verilir. Canlının karakterini DNA üzerindeki genler belirler. Yavru bireyde karakteri oluşturan genlerden biri anneden diğeri babadan gelir, karakteri oluşturan bu gen çiftine "alel gen" adı verilir.

Bir karaktere etki eden faktörler:

Kalıtım: Canlının anne ve babasından üreme sırasında DNA aracılığıyla aldığı karakterlere kalıtım denir.

Modifikasyon: Işık, ısı ve besin gibi çevresel faktörlerin genleri etkilemesi ile canlıda oluşan karakterlere modifikasyon adı verilir. Oluşan değişiklikler kalıtsal değildir, yani yavru bireye aktarılmaz.

Mutasyon: Sıcaklık, kimyasal maddeler ve radyasyon gibi çevresel faktörlerin genlerin yapısını bozması ile canlıda oluşan karakterlere mutasyon denir. Vücut hücrelerinde oluşan mutasyon sadece canlıyı etkiler kalıtsal değildir, üreme hücrelerinde oluşan mutasyon ise kalıtsaldır ve yavru bireye aktarılır.



Varyasyon: Aynı türdeki canlılar arasında mutasyon yada çevresel etkiler sonucunda oluşan farklılıklara varyasyon adı verilir.

Adaptasyon: Canlının var olan karakterinin bulunduğu ortama uyum sağlaması sonucu yaşamına devam edilmesi olayına adaptasyon adı verilir. Canlının var olan karakterinin ortama uyum sağlamaması canlının ölmesine neden olur bu olaya "doğal seçilim" adı verilir.

I. NÜKLEİK ASİTLER

Canlıların en küçük yapı taşları hücrelerdir.

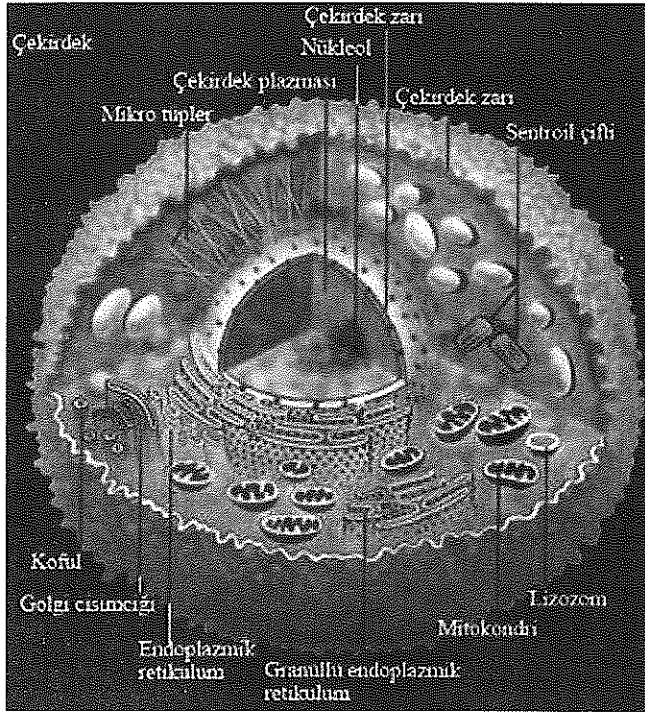
Hücrede gerçekleşen bütün olayları çekirdek yönetir ve denetler.

Çekirdekteki bu görevi kromatin iplikleri yapar.

Çekirdekteki kromozomlar ile sitoplazmadaki elçilerine nükleik asitler denir.

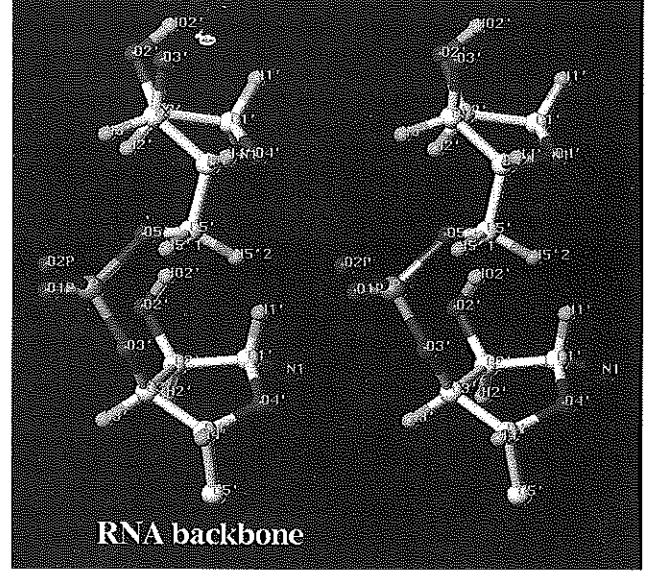
İki çeşit nükleik asit bulunur.

1. DNA
2. RNA



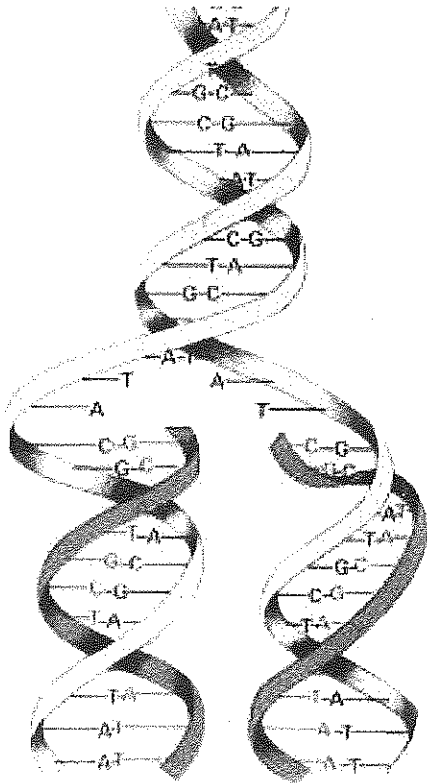
Nükleik asitlerin en küçük parçasına nükleotit denir.

Bir nükleotit organik baz, şeker ve fosfattan yapılır.



RNA'nın dizilimi

- DNA: Çekirdekte bulunur ve hücreyi yönetir.



- RNA: Sitoplazmada bulunur ve DNA'nın emirlerini sitoplazmaya taşır.

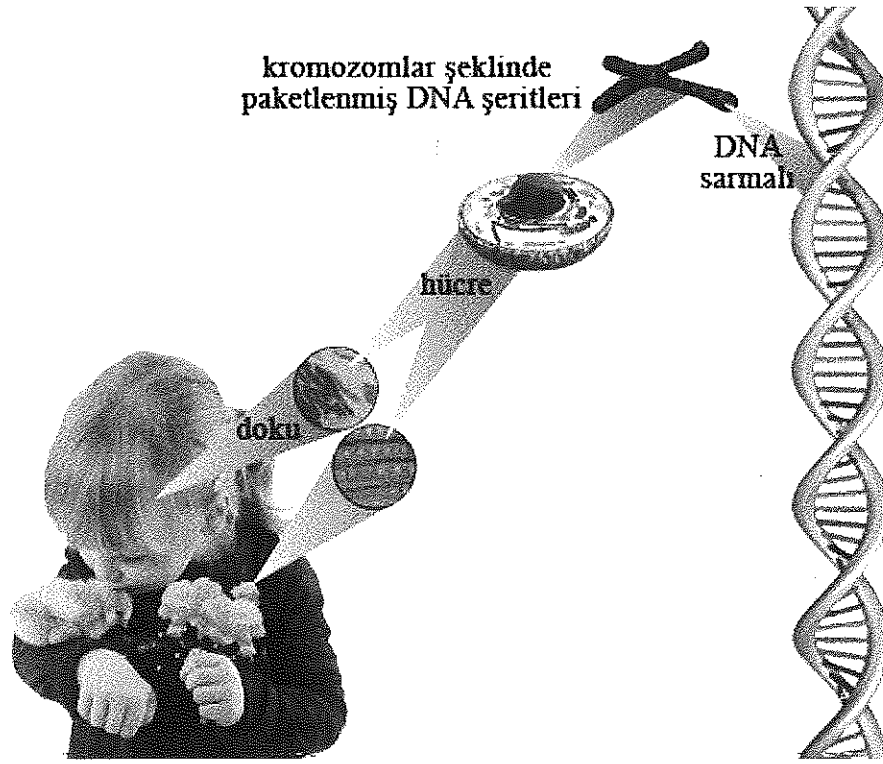
II. KALITIMIN ÖZELLİKLERİ

Genetik Biliminin Gelişimi: Kalıtım ile ilgili ilk deneyleri Alman botanikçi Költreuter yapmıştır. Költreuter, 1760 yılında bir bitki türünden aldığı polenleri, aynı türden diğer bir bitkinin tepciğine taşıyarak, ilk melezleme çalışmaları yapmıştır. Bu çalışma ile iki bitkiye ait özelliklere sahip bir kuşak elde etmiş; fakat ana-baba özelliklerinin yavru kuşağa hangi esaslara göre geçtiğini açıklayamamıştır.

Kalıtım esaslarını açıklayan ilk bilimsel sonuç Mendel tarafından ortaya konmuştur. 1900'lü yıllardan itibaren kalıtımla ilgili çalışmalar çok artmış ve bu konuda önemli bilgiler elde edilmiş. Günümüzde genetik biliminin gelişmesi ise genetik mühendisliği adıyla yeni bir bilim dalının doğmasına neden olmuştur.

Mendel bezelyeler üzerine yaptığı çalışmalarda, bezelyelerin çeşitli karakterlerinin (renk, büyüklük, vb. tohum ve çiçek özellikleri) daha sonraları gen olarak isimlendirilecek ünitelerle belirlendiğini, bu ünitelerin kalıtım faktörleri olduğunu gösterdi. Bunu, genetik bilgilerin kromozom adı verilen yapılar üzerinde taşındığının bulunması izledi.

me geldi ve günümüzün genom araştırmaları için daha ileri bir motivasyon oluşturdu. Bir organizmayı oluşturmak için gerekli bilgilerin toplamına genom denir. Bir diğer tarifile, bir hücredeki genetik materyalin tamamı o organizmanın genomunu oluşturur. Yine diğer bir tanımla genom, bir organizmanın DNA'sının tamamı olup o organizmanın yaşamı bo-



Watson ve Crick isimli iki araştırmacının deoksiribonükleik asitin (DNA) yapısını keşfetmesi, insan genom projesinin geçtiğimiz günlerde popüler hale gelmesinden sadece yarım yüzyıl önce gerçekleşti ve bu dev buluş bugünkü gen teknolojilerine olanak veren bir dönüm noktası oluşturdu.

1970'lerde DNA üzerindeki belirli genlerin izole edilebildiği, bu genlerin kesilip biçildiği ve yeniden yapılandırıldığı genetik mühendisliği uygulamaları başladı. 1980'lere gelindiğinde gen tedavisi günde-

yunca tüm yapı ve aktivitelerini belirleyecektir. Tüm bu tanımlar, genomun DNA materyalinden ibaret olduğunu, her iki terimin de genetik materyali ifade ettiğini göstermektedir. Bu materyal, sıkı bir yumak halinde biçimlenerek kromozom adını verdiğimiz silindirik yapıları oluşturur.

İnsan genomunun toplam büyüklüğü yaklaşık üç milyar baz çiftidir. Büyüklüğünü ifade edebilmek için örnek vermek gerekirse, insan genomundaki DNA dizilimi bir kitap oluştursaydı bin sayfalık bir

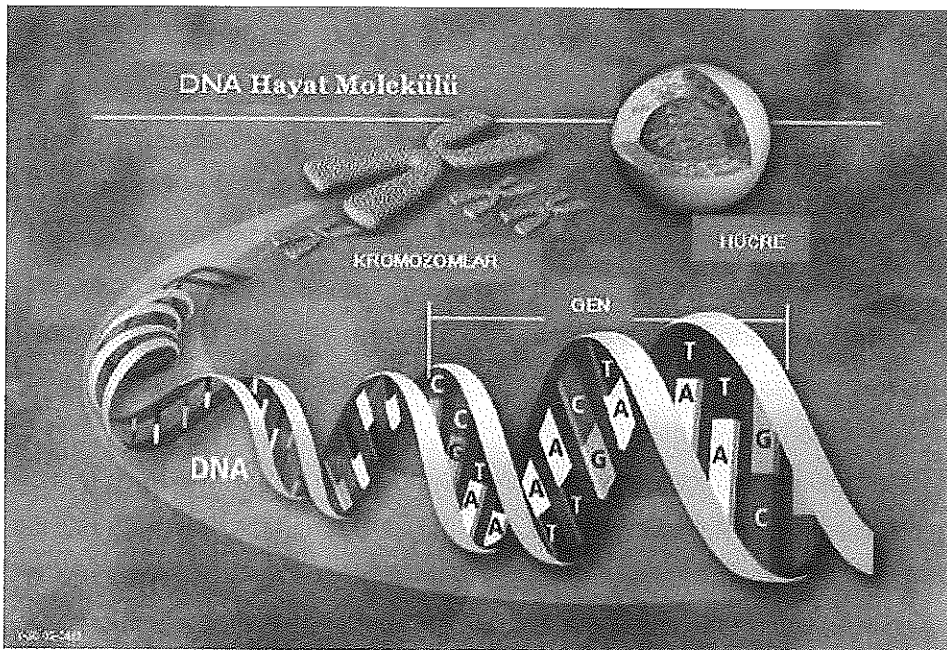
ansiklopedinin iki yüz adet cildine sığabilirdi. Bir diğer örnekle, DNA üzerinde 1 milyon baz (megabaz) 1 megabaytlık bilgisayar data saklama alanına eşit olup insan genomundaki toplam 3 milyar baz, 3 gigabaytlık bir hafızaya karşılık gelmektedir.

Yeryüzünde bulunan bakteri, protist, mantar, bitki ve hayvanlar arasında benzer ve farklı özellikler bulunur. Canlılık özellikleri bireylerin ortama uyum yapmasını sağlar. Canlılarda bulunan ayırtedici özellikler çeşitliliğe neden olurlar. Canlı çeşitliliğini çekirdekdeki kalıtsal madde oluşturur.

Canlılarda çeşitliliğe neden olan her bir özelliğe **karakter** denir. Sadece canlının yaşamını etkileyen karakterlere kalıtsal olmayan karakterler denir. Vücut ağırlığı, organ eksikliği, konuşma şekli, saç uzunluğu kalıtsal olmayan karakterlerdir. Nesilden nesile aktarılanlara da kalıtsal karakter denir. Kan grupları, göz rengi, saç rengi, protein yapısı kalıtsal olan karakterlerdir.

İnsan hücrelerinde biri anneden diğeri babadan gelen 2 set kromozom vardır. Her sette 23 kromozom bulunur; bunların 22'si otozom adını verdiğimiz (cinsiyet belirlemeyen) kromozomlar olup bir adet de seks kromozomu (X veya Y) mevcuttur. Dişide bir çift X, erkekte bir X, bir de Y kromozomu bulunur. Kromozomların yapısında proteinler de vardır ve her bir kromozom yaklaşık 150 milyon baz çifti büyüklüğündedir. Kromozomlar özel boyalar ile boyandığında ışık mikroskobu altında görülebilirler; A, T, G, C miktarlarına bağlı olarak açık veya koyu bantlar oluştururlar. Kromozomlar büyüklüklerine ve bantların durumuna göre ayırt edilebilirler (kar-yotip analizi).

Çeşitli kromozom anormallikleri (eksik veya fazla kopyalar, kırıklar ve yeniden birleşimler) birtakım hastalıklara neden olur. Örneğin Down's sendromu olarak bilinen hastalıkta 21. kromozom 3 kopyadır. Genetik yapıda meydana gelen değişimlere mutasyon adı verilmektedir ve kuşaktan kuşağa geçen (kalıtsal) hastalıklar mutasyonlardan kaynak-



lanmaktadır (orak hücre anemisi, kistik fibroz, çeşitli kanser türleri, zeka gerilikleri, akıl hastalıkları, vb.). Mutasyonlar, kromozom seviyesinde, büyük DNA parçalarını içerecek şekilde gerçekleşebileceği gibi, mevcut DNA diziliminde tek bir nükleotidin değişmesini de içerebilir; örneğin orak hücre anemisi, kistik fibroz, meme kanseri, eldeki parmağın ayak parmağına benzemesi ve boy da dâhil çeşitli morfolojik özellikler tek bir nükleotid değişiminin sonuçlarıdır.

Karakterlerin oluşmasını sağlayan DNA parçalarına gen denir. Genler harflerle gösterilir. Bir karakterin oluşması için anne ve babadan gelen 2 gen kullanılır.

1 karakter = Anne geni + Baba geni

Karakterlerin ortaya çıkmasında çok etkili olan genlere baskın (dominant) gen denir. Dominant genler bulunduğu canlıda taşıdığı karakteri oluşturur. Büyük harflerle gösterilir. (A, B, C, D gibi.) Siyah saç geni, koyu ten geni, siyah göz geni, uzun boy geni, A grubu geni gibi.

Karakterlerin ortaya çıkmasında etkili olmayan genlere çekinik (resesif) gen denir. Çekinik genler baskın genler olmadığında taşıdığı karakterleri oluştururlar.

Küçük harflerle gösterilir. (a, b, c, d gibi.)

- sarı saç geni,
- açık ten geni,
- yeşil göz geni,
- kısa boy geni gibi.

Bir karakterin oluşmasında kullanılan genler birbirinin aynısı olursa karakterlere homozigot (saf) karakter denir.

(AA, BB, cc, dd ...)

Bir karakterin oluşmasında kullanılan genler birbirinden farklı olursa karakterlere heterozigot (melez) karakterler denir.

Canlı karakterlerin oluşmasında kullanılan genlerin her türlü özelliğine genotip denir. Karakterin baskın ya da çekinik olması, saf ya da melez olması onun genotipini belirler.

Canlıdaki karakterlerin dış görünüşüne de fenotip denir.

Kan grubunun A, B olması, gözün siyah, yeşil olması gibi.

Genetik karakterlerin yapı ve özelliklerini araştıran, karakterlerin nesilden nesile aktarılma kurallarını inceleyen bilim dalıdır.

Mendelin Çalışmaları: Bu gün kullandığımız genetik biliminin temelleri, kısa sürede çok döl veren bir tür olan bezelyeler üzerinde yaptığı çalışmalarla Gregor Mendel tarafından atılmıştır.

Mendelin Elde Ettiği Sonuçlar:

1. Canlılarda kalıtsal özellikler gen adı verilen elementler ile nesilden nesile taşınır.
2. Karakterler birbirine benzeyen yada farklı, biri anneden diğeri babadan gelen bir çift alel gen ile oluşur. Bu alel genler farklı olursa biri baskın diğeri çekiniktir ve karakterin oluşumunda baskın olan etkilidir
3. Melez genlerin kendi aralarında çaprazlanmasında oluşacak bireyin genotipinin tam olarak

bilinememesi ve yalnızca oranlarının tahmin edilebilmesi, genlerin rasgele birleşmesi yüzündendir.

Genetik Çaprazlamalar:

Genetik çaprazlamada gametlerin genotipleri belirlenir ve birbirleri ile kartezyen çarpım yapılarak oluşacak bireylerin genotip ve fenotip oranları bulunur. Çaprazlama sonucunda oluşacak genotip ve fenotip sonuçları "%" (yüzde) oranlar şeklinde belirlenebilir.

Çaprazlama yapılırken takip edilmesi gereken yol:

1. Her gen için kullanılacak semboller belirlenir.
2. Genlerin bağımlı ya da bağımsız olduğu belirlenir.
3. Genlerin homolog kromozomlar üzerindeki dizilimi gösterilip ataların genotipi yazılır.
4. Gametler oluşturulur.
5. Gametler birbiriyle çaprazlanarak olası bireylerin genotipleri bulunur.
6. Bireydeki genotip ve fenotip oranları belirlenir.

MONOHİBRİT ÇAPRAZLAMA: Tek bir karakter bakımından iki gametin çaprazlanmasına monohibrit çaprazlama denir.

Örnek 1:

Sarı ve yeşil reng alel genine sahip iki bezelye tohumu gametinin birleşmesi ile oluşacak yeni tohumun renklenmesi işlemi gerçekleştirilecek fenotip ve genotip oranlarını gösterme.

Sarı renk yeşil renge göre baskın olduğu için renkler aynı harfle gösterilecek, fakat baskın olan sarı

renk büyük çekinik olan yeşil renk küçük harfle gösterilecek

Sarı renk geni: S

Yeşil renk geni: s

Sonuç:

Fenotip Oranı: % 100 Sarı

Genotip Oranı: % 100 heterozigot

Örnek 2:

Yukarıdaki tohum örneğini gametlerin her ikisi de heterozigot ve sarı olacak şekilde değiştirerek yeniden çözelim.

Sonuç:

Fenotip Oranı: %75 sarı , %25 yeşil

Genotip Oranı: %25 homozigot sarı, %50 heterozigot sarı, %25 homozigot sarı

DİHİBRİT ÇAPRAZLAMA: İki karakter bakımından heterozigot iki gametin çaprazlanmasına dihibrit çaprazlama denir.

Örnek 3:

Yukarıdaki tohum örneğimize bir de uzunluk kısalık geni ekleyerek yeniden çözelim.

Sarı renk geni: S

Yeşil renk geni: s

Uzun boy geni: U

Kısa boy geni: u

Sonuç:

Fenotip Oranı: %100 Sarı Uzun

Genotip Oranı: %100 Heterozigot Sarı Uzun

EŞ (EKSİK) BASKINLIK: Eğer bir karakter üzerine etki eden alel genlerin hepsi eşit etki gücüne sahipse, yani birbirine göre baskınlık ve çekiniklik özellikleri yoksa bu olaya eş baskınlık denir. Oluşan yeni bireyin fenotipi anne ve baba fenotiplerinden farklı olabilir.

Örnek:

Mendel Kalıtımı

Hastalık	kusurlu protein	Fenotip
Achondroplasia	büyüme faktör reseptörü	cücelik
Cystic fibrosis	kloride transporter	akciğer ve sindirim patolojisi
Duchennes muscular	dystrophin	kas işlevi güçlüğü
Hemophilia	Factor VIII	pihtılaşma güçlüğü
Familial Hypercholesterolemia	LDL receptörü	yüksek kolesterol kalp hastalığı

Yukarıdaki tohum örneğini renklerden her ikisi de eşit baskınlıkta olacak şekilde yeniden çözelim.

Kırmızı renk geni: K

Beyaz renk geni: k

Sonuç:

Fenotip Oranı: %100 Pembe

Genotip Oranı: %100 heterozigot pembe

Genetikle ilgili ilk çalışmaları Gregor Mendel yapmıştır. Bezelyelerle yapılan ilk kalıtsal çaprazlamalarla mendel yasaları oluşmuştur.

Mendel yasaları içerisinde;

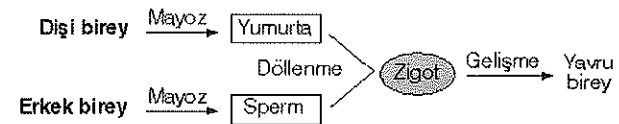
- Karakterlerin birleşmesi
- Karakterlerin gizli kalması
- Karakterlerin ayrılması

maddeleri bulunur.

Bezelyeler kolay yetişir, bir yılda bir kaç ürün verir, çok farklı karakterleri bulunur, karakterleri saftır ve kendi kendine yabancı tozlaşma yapmaz.

III. KARAKTERLERİN ÇAPRAZLANMASI

Karakterlerin kalıtımı eşeyli üreyen canlılarda en iyi şekilde gözlenir. Eşeyli üreme mekanizması kalıtdaki çaprazlamaların oluşmasını sağlar.



Çaprazlamalarda üremenin karakter boyutu kullanılır. Önce çaprazlanacak ata canlı karakterleri yazılır ve genotipleri belirlenir.

Mayoz benzeri yöntemle çaprazlanacak genler ayrılır. Genler karşılıklı eşlenerek yeni karakterler oluşturulur.

Birinci çaprazlamada oluşan bireylere F₁ ikinci çaprazlamada oluşanlara da F₂ denir.

Örnek

Saf siyah saçlı bir erkekle, sarı saçlı bir dişiden F₂ de oluşabilecek bireylerin özellikleri :

Siyah saçlılık baskın/dominant karakterdir ve sarı saçlılığa çekinik karaktere baskındır.

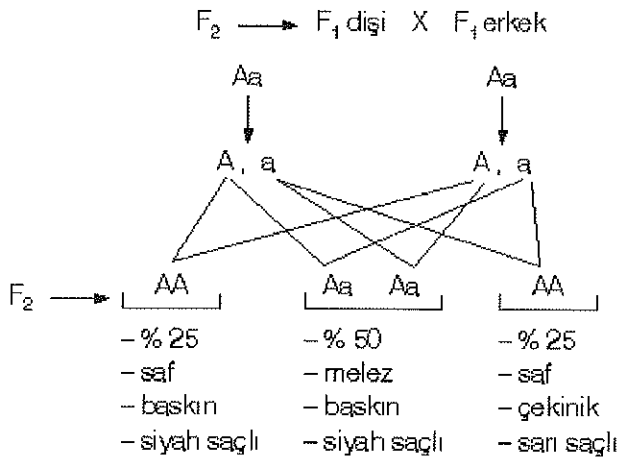
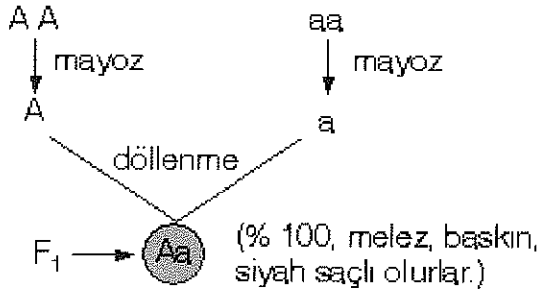
Çözüm

Siyah saç geni AE A (baskın/dominant karakter)

Sarı saç geni AE a (çekinik karakter)

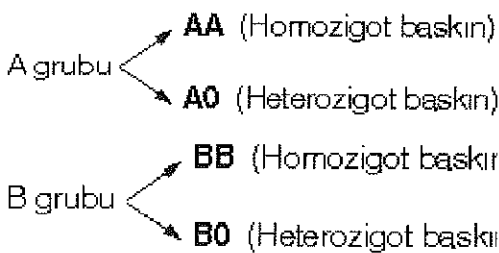
Saf, siyah saçlı erkek

Sarı saçlı dişi



IV. KAN GRUBUNUN KALITIMI

Kan gruplarının oluşmasında A geni, B geni ve O geni olmak üzere 3 çeşit gen etkili olur. İnsanlar bu genlerden iki tanesini bulundurlar. Bu genlerden A ve B birbirine karşı baskın olmayıp her ikisinde O genine karşı baskındır.



AB grubu → **AB** (Ayrı genler)
0 grubu → **00** (Homozigot çekinik)

Rh faktörünün oluşmasında Rh⁺ lik geni ve Rh⁻ lik genleri etkilidir.

Rh⁺ lik geni → **R**

Rh⁻ lik geni → **r**

Rh⁺ → **RR** (saf, baskın)
 → **Rr** (melez, baskın)

Rh⁻ → **rr** (saf, çekinik)

V. CINSİYETE BAĞLI KARAKTERLERİN KALITIMI

İnsan hücrelerinde 46 şar tane kromozom bulunur. Bu kromozomların 44 tanesi vücut organlarının oluşmasını sağlar. 2 tanesi de cinsiyet özelliklerinin oluşmasını sağlar.

**İnsan somatik hücreleri 46 kromozom taşır.
diploid sayı (2n) = 46**

23 anneden - 23 babadan

22 çift otozom -homolog

1 çift gonozom

seks veya eşem kromozomu

Dişi XX

Erkek XY

2n = 46 kromozom → 44 kromozom - **Vücut kromozomları**
 → 2 kromozom - **Cinsiyet kromozomları**

Vücut kromozomları aynı özellikleri oluşturduğu için bütün insanlarda ortaktır. Cinsiyet kromozomları X ve Y olarak 2 çeşittir.

2n = 46 Æ 44 + XX (Dişi birey)

2n = 46 Æ 44 + XY (Erkek birey)

X kromozomu üzerindeki gen bozulmaları sadece erkeklerde hastalık oluştururken, X kromozomu üzerindeki gen bozulmaları erkek ve dişilerde farklı oranlarda hastalık oluşturur.

Renk körlüğü ve hemofili hastalıkları kalıtsal olup X kromozomları üzerindeki çekinik genlerce (a) oluşturulabilir.

a	Æ	Çekinik, hastalık geni
A	Æ	Baskın, normallik geni
X ^A X ^A	Æ	Normal dişi birey
X ^A X ^a	Æ	Normal dişi birey (taşıyıcı)
X ^a X ^a	Æ	Hasta dişi birey
X ^A Y	Æ	Normal erkek birey
X ^a Y	Æ	Hasta erkek birey

Kırmızı ve yeşil renklerin algılanmaması şeklinde oluşan hastalığa renk körlüğü, kanın pıhtılaşmaması şeklinde oluşana da hemofililik denir.

VI. KALITIM VE ÇEVRE ETKİLEŞMESİ

Canlı organizmalar doğal çevrede yaşarlar. Yaşamları çevre şartlarından sürekli etkilenir. Çevreye uyum sağlayanlar yaşamlarını sürdürebilirken uyumayanlar ölürler.

Canlı karakterlerini oluşturan genlerin yapı ve çalışması besin, su, sıcaklık, iklim, hava, hormon, nem gibi çevresel faktörlerden etkilenirler.

Çevre şartlarının etkisiyle genlerin sadece çalışma şeklinin değişmesine modifikasyon denir. Kalıtsal olmayıp, sadece bireyin kendi yaşamını etkiler.

- Çuha çiçeğinin düşük sıcaklıkta kırmızı, yüksek sıcaklıkta beyaz çiçek açması
- İnsanda derinin ışık yoğunluğuna göre bronzlaşması

- Dişi arılarda farklı besinlerle beslenme sonucu kraliçe ya da işçi arının oluşması
- Çok kullanılan kasların gelişmesi
- Aşırı besin tüketen insanların şişmanlaması
- Sirke sineklerinde, ortam sıcaklığının yüksek ya da düşük olmasına göre kanatların düz ya da kıvrık olması

Genlerin yapı ve çalışmasının bozulmasına mutasyon denir. Mutasyon vücutta görülürse canlının yaşamını, üreme hücrelerinde oluşursa sonraki nesilleri etkiler. Mutasyonlar sonucu kanser, doğumsal anormallikler, geri zekalılık gibi rahatsızlıklar oluşur.

Çevre şartlarının değişmesiyle oluşan eleyici dirençte doğal seleksiyon denir. Fırtına, kuraklık, yağışlar, yangınlar seleksiyona neden olabilir.

Canlı organizmaların seleksiyonlara karşı koyarak çevreye uyum sağlanmasına adaptasyon denir. Adaptasyon, canlının yaşadığı çevre şartlarına vücut olarak uyum yapmasını sağlar. Kaktüslerin çöllerde, penguenlerin kutuplarda, balinaların sular da yaşaması, ekvator ayılarının koyu renkli olması adaptasyon örnekleridir.

Milyonlarca yıllık süreçte canlıların değişim geçirerek yeni türleri oluşturmasına evrim denir. Evrim olayı bir hipotez olup Lamarck ve Darwin tarafından üzerinde görüş belirtilmiştir.